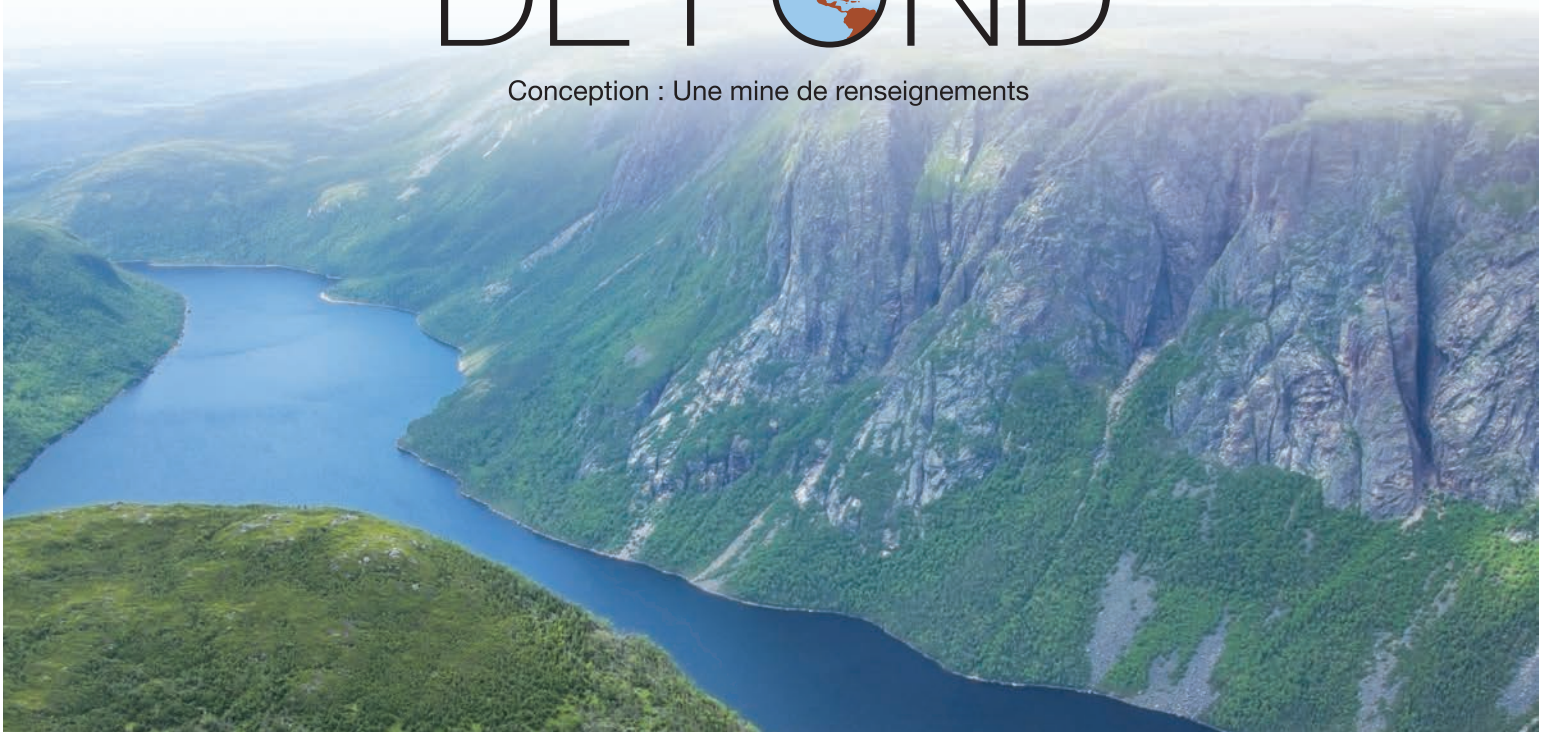


NOTIONS DE FOND

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.



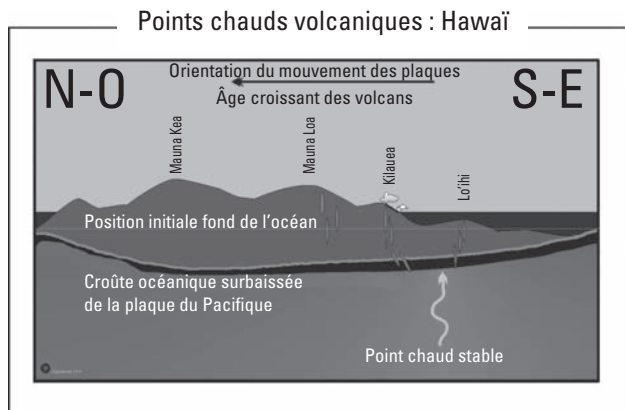
LA SÉCURITÉ

- 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.

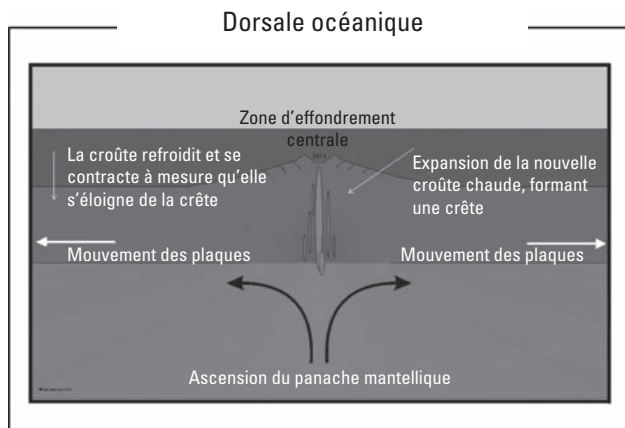
Source : <http://pubs.usgs.gov/publications/text/dynamic.html> - US Geological Survey. Ce site se veut une source d'information exhaustive et il présente d'excellents schémas sur la théorie de la tectonique des plaques.

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.

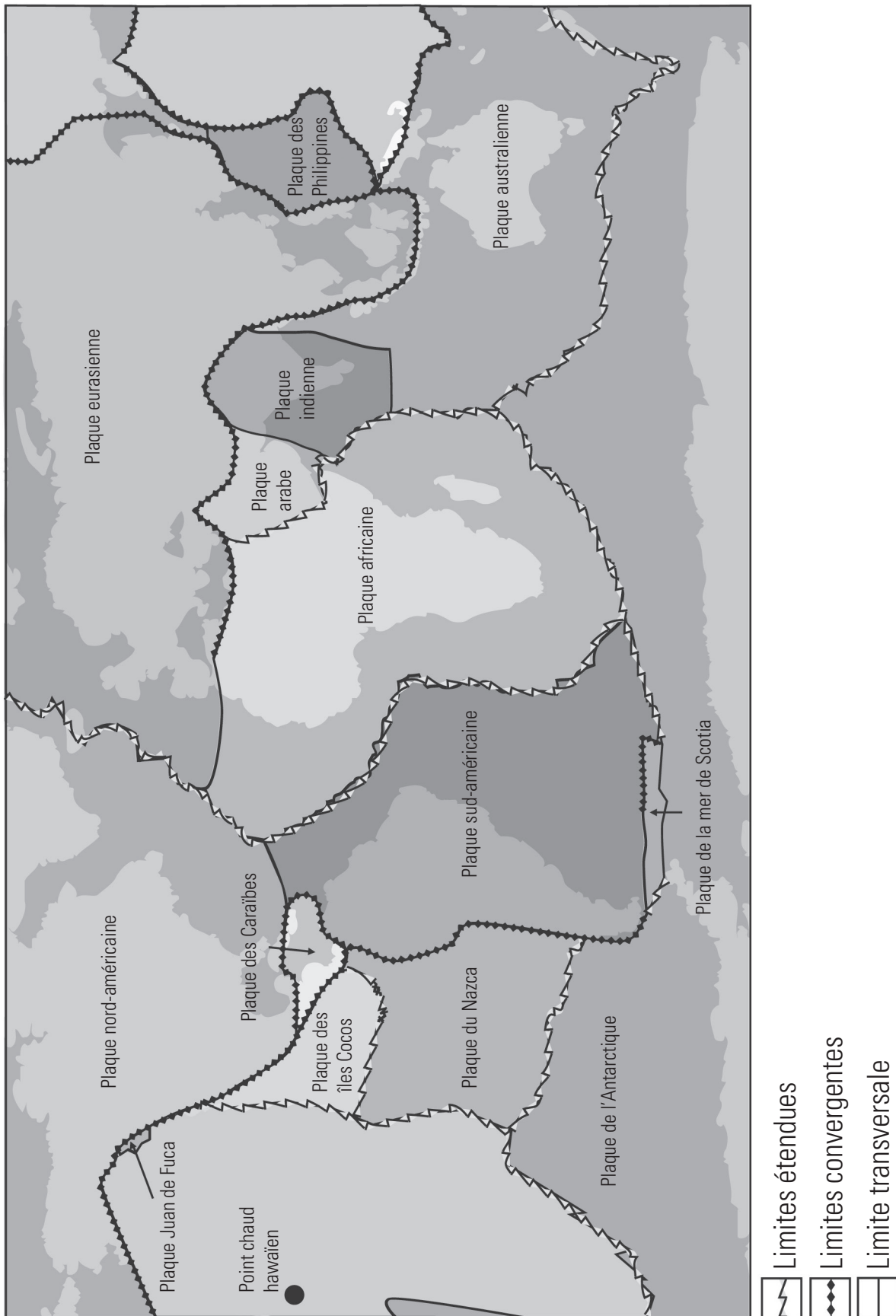


Le géologue britannique Arthur Holmes a publié en 1928 un article traitant d'une force qui pourrait expliquer la manière dont les continents se sont séparés. Dans cet article, Holmes proposait la présence de courants magmatiques de **convection**, ou courants de chaleur à l'intérieur de la Terre. Selon 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.

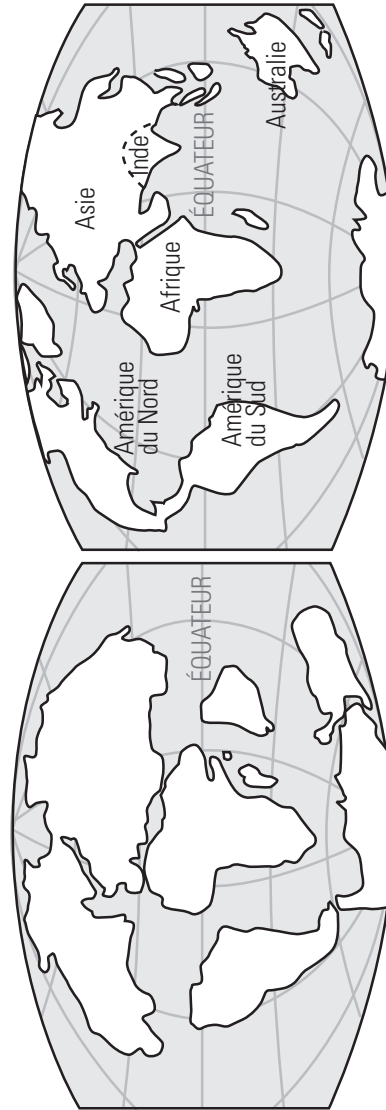




Il y a 225 millions d'années

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

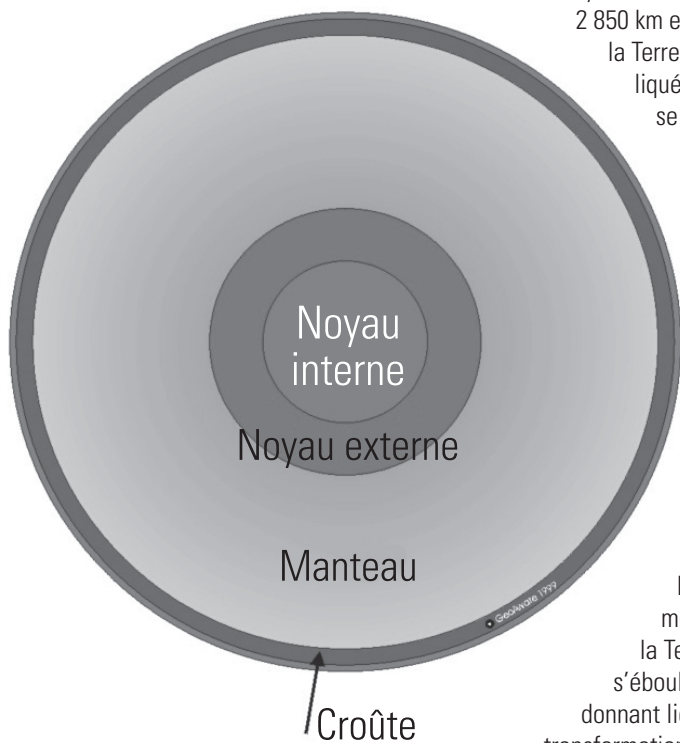
Plus vous vous déplacez vers le centre de la Terre, plus la chaleur y est by est intense. Les vidéos d'éruptions volcaniques à travers le monde notamment à Hawaï ou en Sicile, en Italie (le volcan Etna), vous permettent de constater à quel point le centre de la Terre est chaud. De la roche fondue brulante 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.

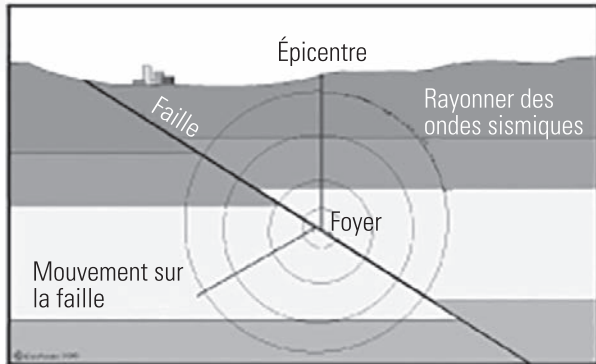
www.discovery.education.com/teachers

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.

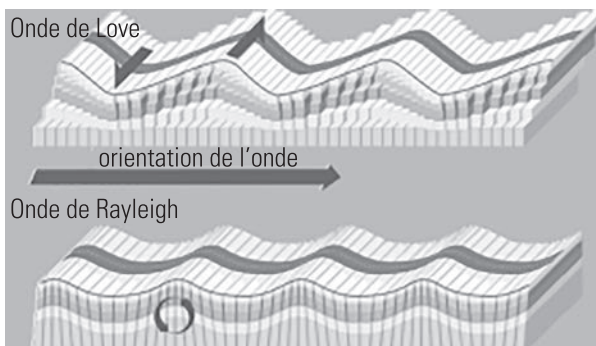


Avant que le séisme ne se produise, une rupture, nommée **foyer** de séisme, se produit au creux de la Terre. Dès que l'énergie stockée le long de la ligne de faille est libérée, elle déferle, comme une vague, à partir du foyer. Le passage de telles vagues qui déferlent dans la Terre à partir du foyer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

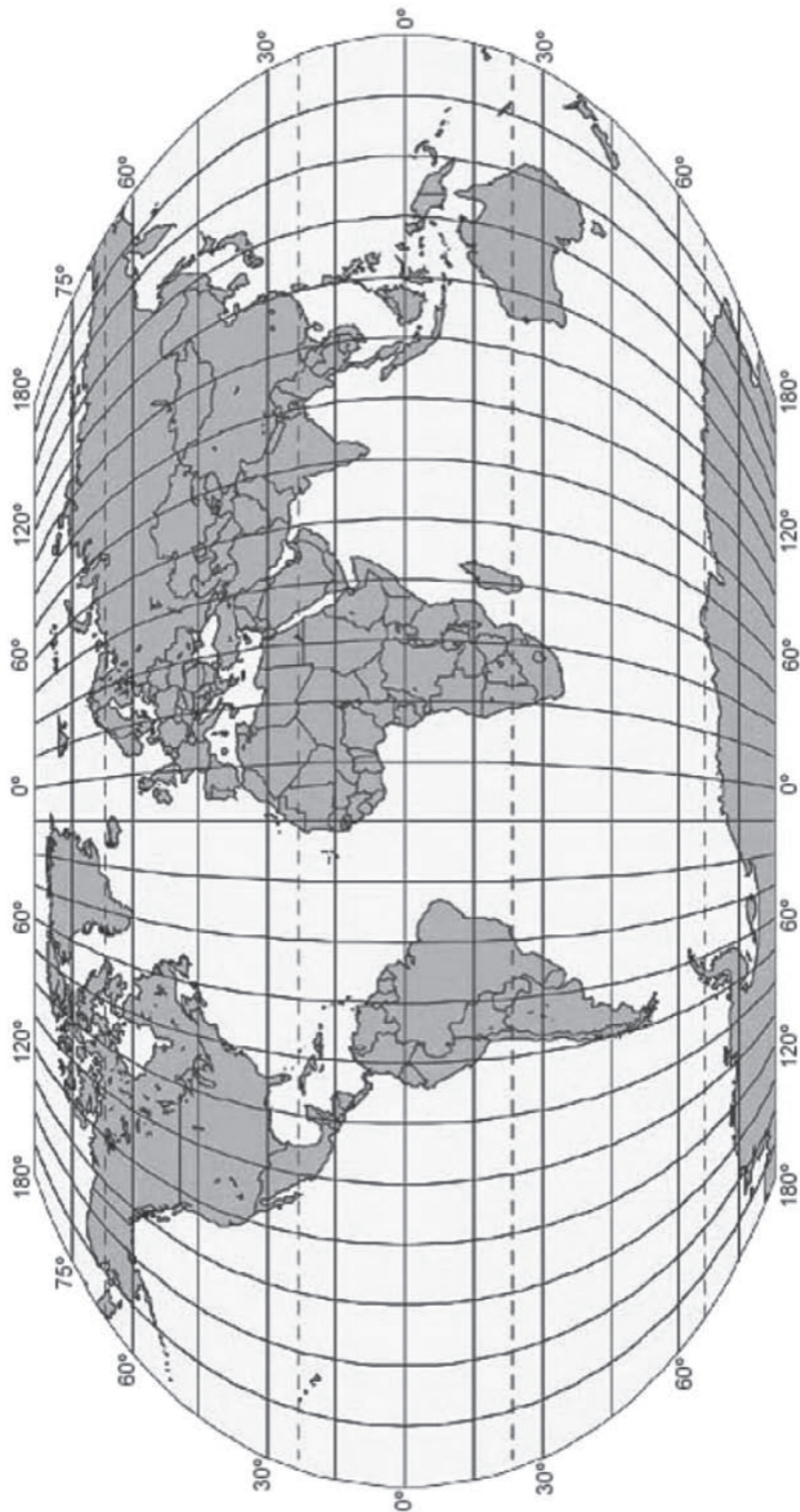
MATÉRIAUX REQUIS

- 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 :**

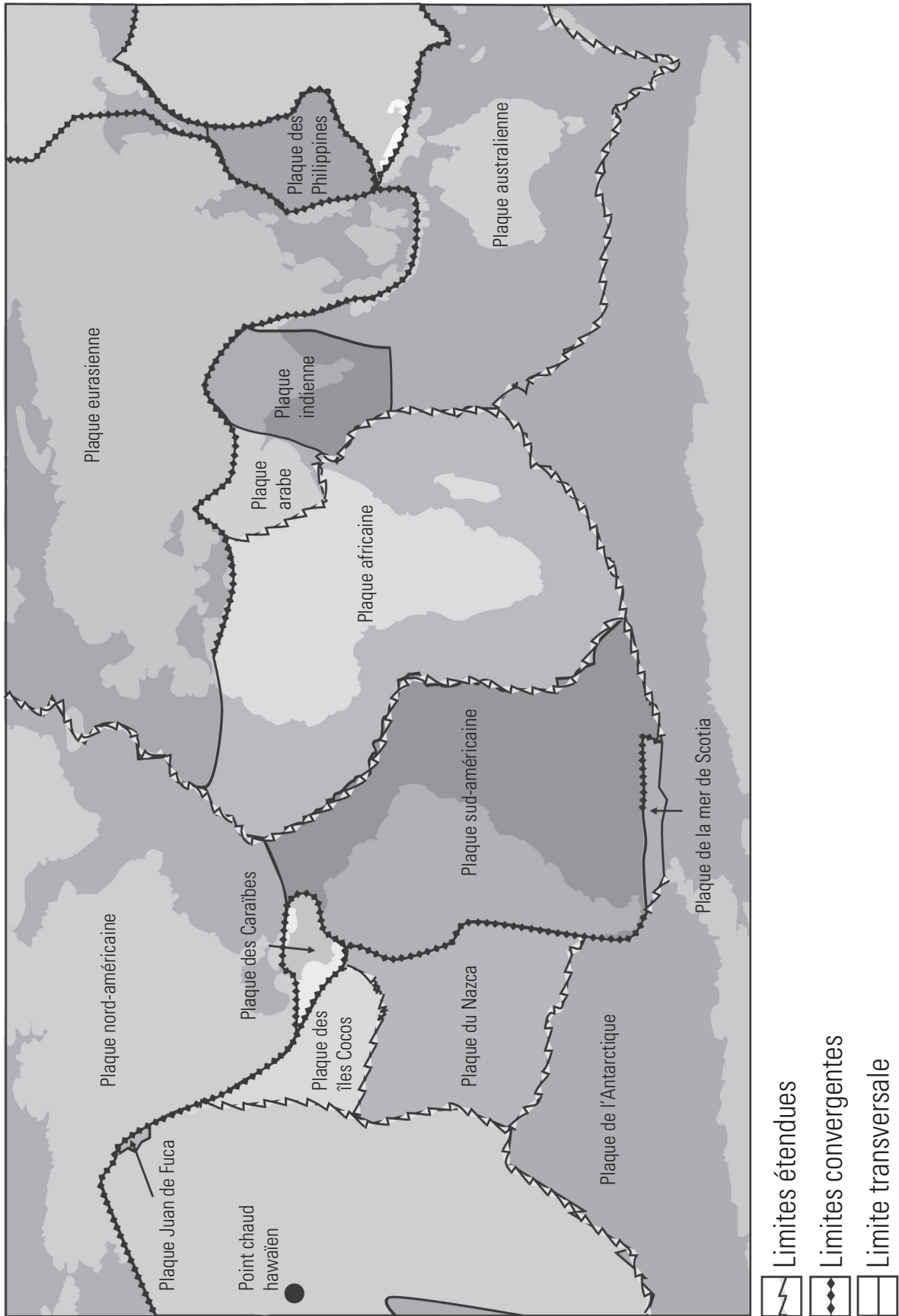
1. À l'aide du tableau de données fourni, repère les lieux des séismes sur la carte du monde.
2. Avec un crayon de couleur, marque d'un astérisque sur la carte du monde 16 endroits où des séismes se sont produits. Souviens-toi que la longitude est inscrite dans la partie supérieure de la carte et la 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. Réexaminez 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

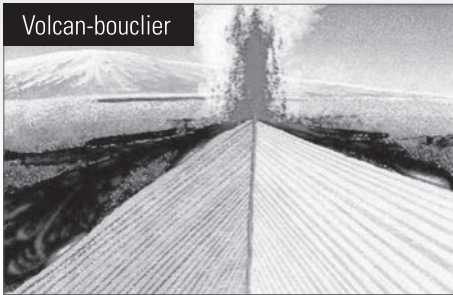
Mots clés :

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



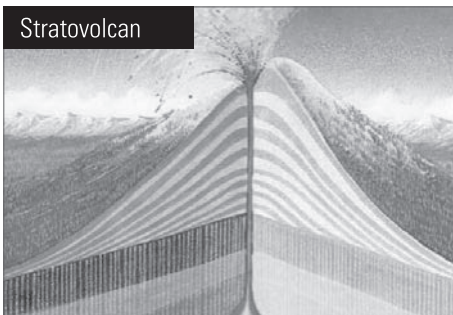
Volcan-bouclier

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.

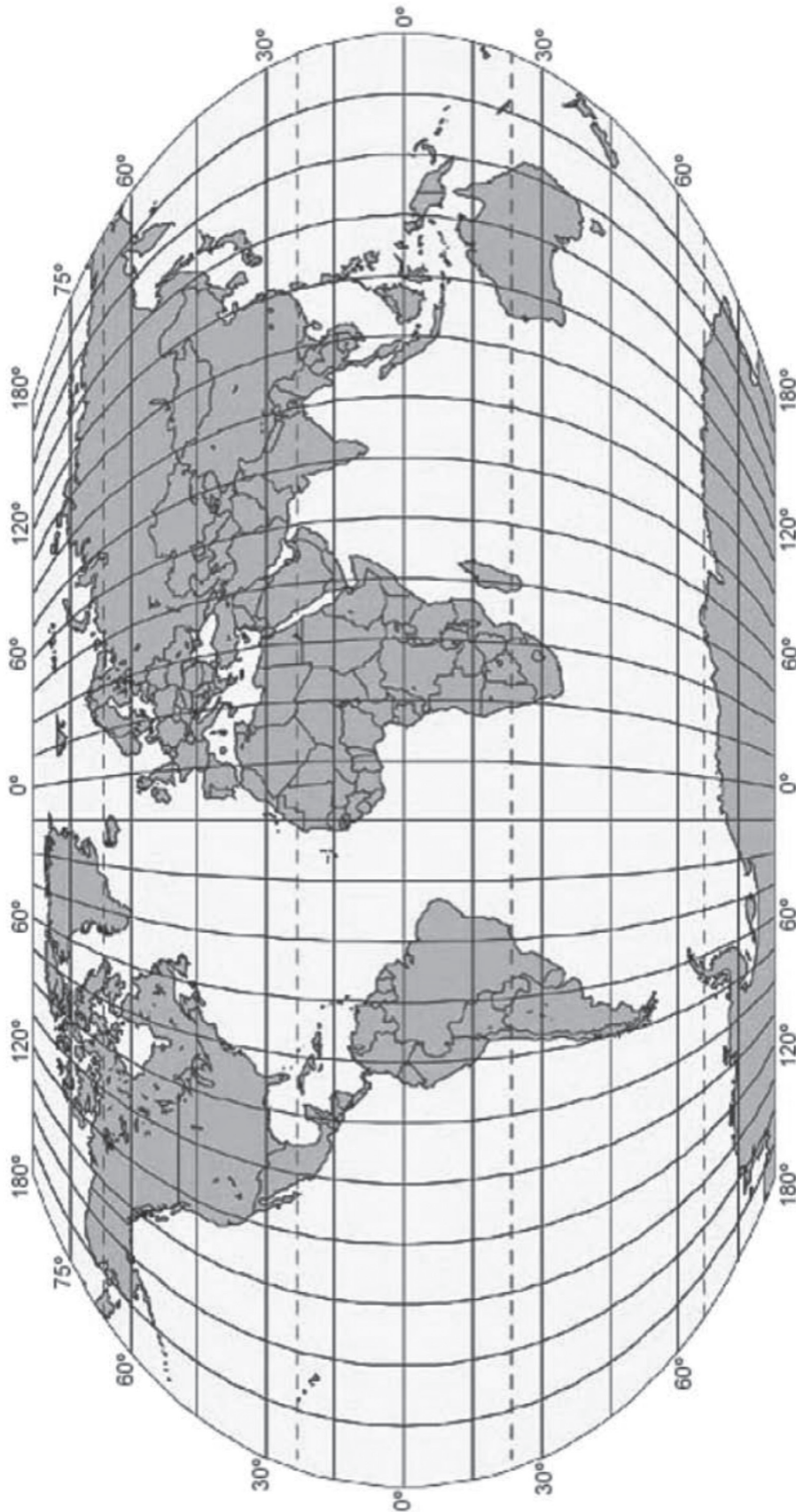


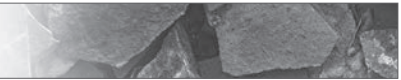
Le fond des océans compte plusieurs autres volcans visibles sur Terre. Les volcans du fond des mers forment des cônes par éjection de lave et de morceaux de *téphra* tout comme les volcans sur Terre. Les éruptions sous-marines diffèrent cependant de deux façons : la composition de la lave n'est pas la 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 :

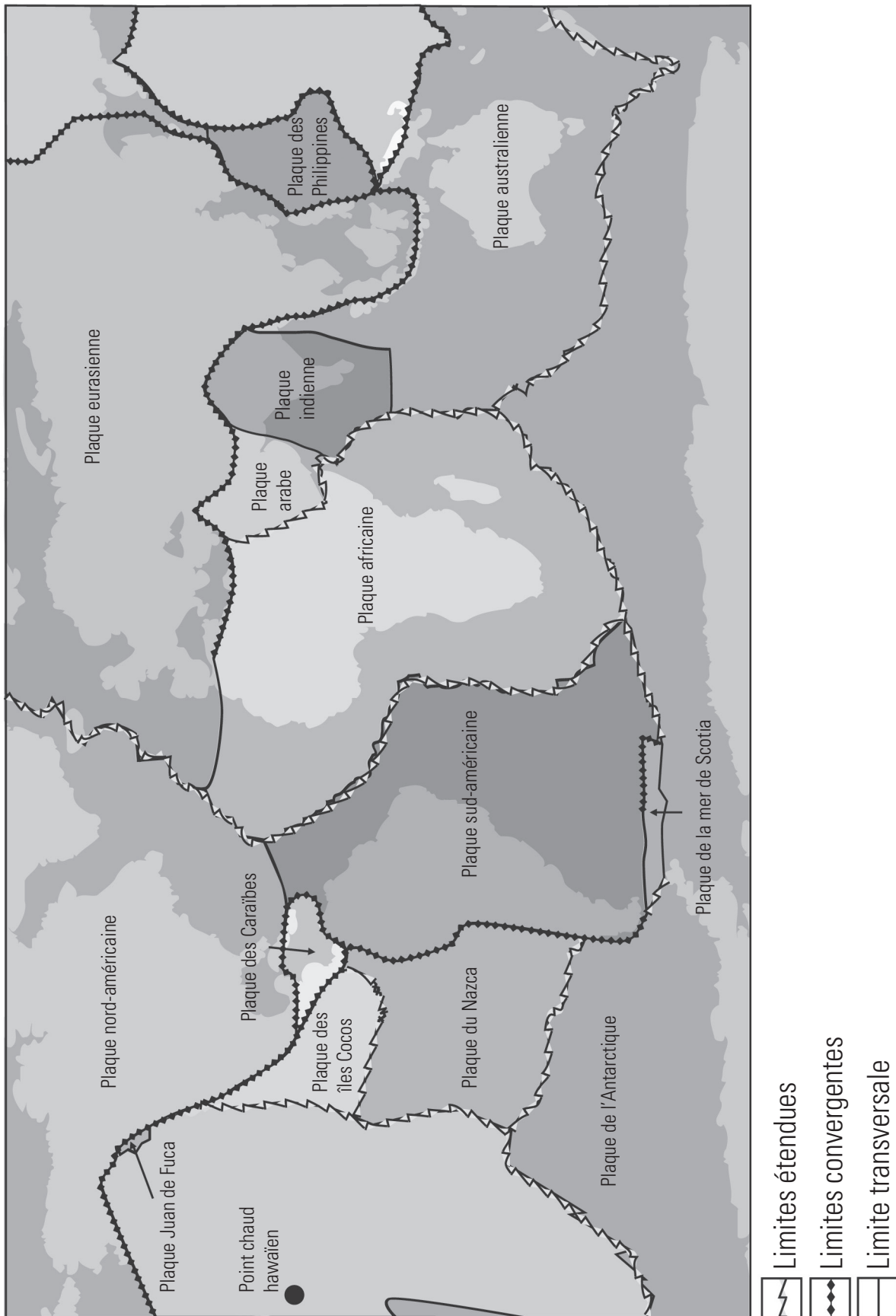
<http://www2.ggl.ulaval.ca/personnel/bourque/s1/volcans.html>
Site offrant d'excellentes descriptions de divers types de volcans.

<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.



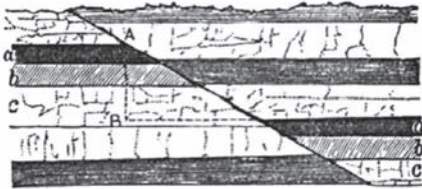
LA SÉCURITÉ

- 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 épaisit 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 classifie 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

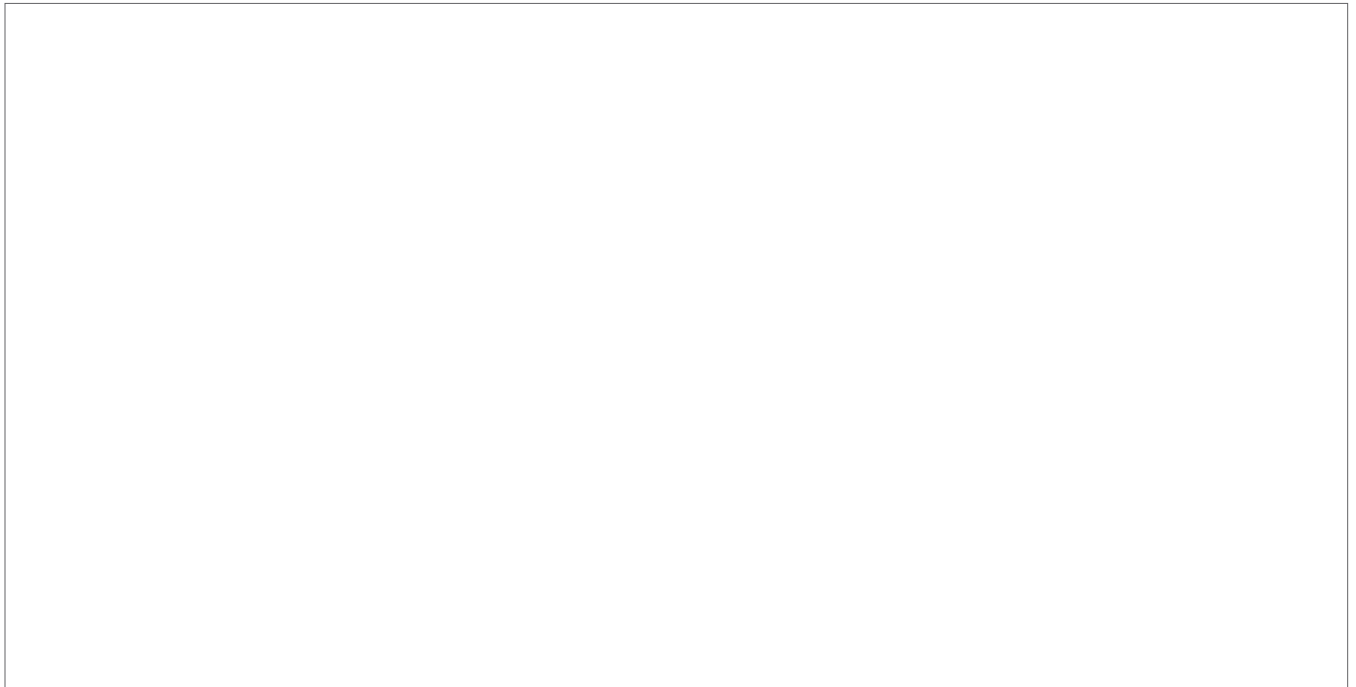
À visionner :

<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.
