

Guide pédagogique

Odysée géologique



Série de 5 épisodes

1. Les Grands Lacs
2. Les Rocheuses
3. Le Bouclier canadien
4. Les Appalaches
5. Les Maritimes

Adapté et traduit du guide pédagogique *Geologic Journey*
www.cbc.ca/geologic/teachersguide/GeologicJourneyTRG.pdf

par Inês Lopes, consultante en éducation

Ordres d'enseignement

- Secondaire (3^e, 4^e et 5^e années)
- Collégial
- Université

Domaines d'apprentissage

- Géologie (et autres sciences de la Terre)
- Français

Comment utiliser ce guide pédagogique

- **Cinq épisodes subdivisés en chapitres.** Chacun des cinq épisodes de la série *Odysée géologique* porte sur une région canadienne particulière. Chaque épisode est par ailleurs divisé en chapitres. Cela permet à l'enseignant de visionner l'épisode au complet ou de se limiter à un chapitre thématique spécifique. Ce guide pédagogique a été conçu selon la structure du DVD.
- **Corrigé intégré.** Pour les questions à poser aux élèves, un corrigé est intégré au présent guide (en rouge et en italique [pour l'impression à l'encre noire]).

Références

- Site de *Geologic Journey* (en anglais) : www.cbc.ca/geologic
- Section pour les enseignants (en anglais) et images : www.cbc.ca/geologic/teacher.html
- Cartes, graphiques et diagrammes (en anglais) : www.cbc.ca/geologic/teacher.html
- Guide pédagogique complet en anglais : www.cbc.ca/geologic/teachersguide/GeologicJourneyTRG.pdf
- Corrigé du guide en anglais : www.cbc.ca/geologic/teachersguide/AnswerKey.pdf

Présentation de la série *Odyssée géologique*

Série *Odyssée géologique*

Cette série documentaire nous fait suivre le travail minutieux de géologues, véritables détectives du paysage, dans leur recherche pour raconter le lointain passé de notre continent. À travers leurs découvertes, c'est toute l'histoire géologique de la Terre qui nous est racontée. Une série qui vous fera aussi regarder d'un autre œil les spectaculaires paysages canadiens.

Épisode 1 : Les Grands Lacs



Saviez-vous qu'il y avait jadis de hautes montagnes sur le sol où se trouve aujourd'hui Toronto? Que, du Wisconsin au Michigan, une mer tropicale d'eau salée recouvrait le continent? Et que, dans les profondeurs des Grands Lacs, on a trouvé les vestiges d'une chute disparue il y a plus de 8 000 ans, mais dont le souvenir survivait dans les légendes amérindiennes?

Épisode 2 : Les Rocheuses



Les cimes des Rocheuses sont d'anciens fonds océaniques. Pourquoi ces montagnes se sont-elles plissées? Pourquoi renferment-elles d'aussi riches gisements de pétrole et d'or aux États-Unis... mais pas au Canada? Comment les glaciers qui les ont jadis recouvertes se sont-ils retirés, et dans combien de temps auront-ils complètement fondu?

Épisode 3 : Le Bouclier canadien



Les roches du Bouclier canadien ont assisté à la naissance de la Terre. Aujourd'hui, ce vaste plateau montagneux est dominé à son extrémité nord-est par les monts Torngat. D'où est venue l'énergie capable de soulever de telles montagnes? Pourquoi le sous-sol du Bouclier canadien recèle-t-il autant de gisements minéraux, et comment ces richesses ont-elles voyagé depuis le centre de la Terre? Comment des objets venus de l'espace ont-ils marqué ce territoire et concentré ses richesses minières

en des endroits précis? Comment les grandes glaciations ont-elles à leur tour transformé le paysage et laissé des traces jusqu'à aujourd'hui?

Épisode 4 : Les Appalaches

L'imposante barrière des Appalaches occupe une place unique dans l'histoire de la géologie. Cette formation a permis aux scientifiques de mieux comprendre comment les continents ont migré et se sont métamorphosés au fil du temps. Véritable colonne vertébrale de l'est de l'Amérique du Nord, les Appalaches révèlent l'histoire d'une planète dynamique dont le long passé est ponctué d'événements violents. Comment ces montagnes se sont-elles formées? Pourquoi sont-elles si riches en minéraux et en charbon? Comment ont-elles laissé en héritage les plus importants tremblements de terre de l'Amérique du Nord? Que nous révèlent-elles au sujet d'un changement climatique qui a rayé presque toute la vie à l'échelle de la planète?

Épisode 5 : Les Maritimes



Saviez-vous que les sommets du parc national du Gros-Morne à Terre-Neuve sont en fait d'anciens fonds océaniques? Que des masses continentales porteuses de traces de vie inconnue ont percuté le littoral atlantique il y a des centaines de millions d'années? Que les littoraux d'Amérique du Nord et d'Afrique étaient jadis réunis en une même terre? En parcourant les Maritimes, c'est toute la mouvance des plaques terrestres qu'on apprend à reconnaître. Et l'histoire de la vie sur terre

qu'on découvre.



Épisode 1 : Les Grands Lacs

Aperçu de l'épisode 1

Ce premier épisode d'*Odyssée géologique* explore les événements géologiques majeurs liés à l'apparition des Grands Lacs, de leur naissance jusqu'à leur évolution sur plusieurs millions d'années. On y aborde également la manière dont les géologues étudient les roches, à la fois sur et sous la surface de la Terre, afin de comprendre le rôle qu'ont joué les forces de la nature dans le développement de ces lacs.

Chapitre 1 : Les chutes du Niagara (7 min 45 s)

Résumé du chapitre 1

Ce chapitre explore les chutes du Niagara, le « bijou sur la couronne des Grands Lacs ». Les élèves acquerront des connaissances sur l'érosion de la gorge du Niagara et sur la puissance des chutes, et ils apprendront pourquoi cette région est considérée comme le berceau de la géologie moderne.

1. Questions à poser avant le visionnage

Diviser la classe en deux groupes : les élèves ayant visité les chutes du Niagara et ceux ne l'ayant pas fait. Demander aux deux groupes de discuter et de noter leurs réponses aux questions initiales suivantes :

- À quoi ressemblent les chutes du Niagara?
- Si on les écoute, à quoi ressemble le son qui en provient?
- Quelle est l'importance économique des chutes?
- Quelle est l'importance géologique des chutes?

2. Comparaison des réponses des deux groupes



3. Visionnage du chapitre 1 de l'épisode 1. Demander aux élèves de prêter une attention particulière à l'importance géologique des chutes du Niagara.

4. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Quel est le taux de recul des chutes par année?	<i>Approximativement 1,5 mètre.</i>
À quelle vitesse coule l'eau des chutes?	<i>À 17 millions de litres par minute.</i>
Pour quelle raison considère-t-on les chutes du Niagara comme le « berceau de la géologie moderne »?	<i>C'est le premier lieu, au 19^e siècle, où il y a eu un estimé assez précis du temps passé.</i>
Décrivez les composantes de la structure interne de la Terre présentées dans ce chapitre.	<i>Croûte continentale et océanique, manteau.</i>
Quel est l'âge scientifique estimé de la Terre à l'heure actuelle (21 ^e siècle)?	<i>4,5 milliards d'années.</i>

Chapitre 2 : Les monts Grenville (14 min)

Résumé du chapitre 2

Ce chapitre explore la naissance des Grands Lacs, avec l'émergence de la Rodinie, il y a de cela 1,3 million d'années. Les élèves découvriront les monts Grenville, anciens et massifs, situés dans la baie Georgienne de l'Ontario. Ils verront comment les géologues étudient les roches pour trouver des indices sur l'histoire de la Terre.

1. Visionnage du chapitre 2 de l'épisode 1

2. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Quels éléments ont mené à la naissance des monts Grenville?	<i>La collision de l'Amérique du Nord (appelée Rodinie à l'époque) et d'un autre morceau de croûte océanique.</i>
À quoi ressemblaient les monts Grenville?	<i>Immenses, de la taille de l'Himalaya environ; 10 km de hauteur, recouverts de neige, les glaciers s'écoulant des montagnes.</i>
Comment la chaleur est-elle créée à l'intérieur des roches?	<i>Toutes les roches crustales contiennent des éléments radioactifs. Lorsqu'une couche est déposée par-dessus une autre, la chaleur est emmagasinée et s'accumule.</i>
Quelle méthode d'investigation géographique le professeur Krogh utilise-t-il afin de dater les origines des monts Grenville?	<i>La datation à l'uranium-plomb.</i>
Quels renseignements sur les montagnes cette technique a-t-elle fournis?	<i>L'âge d'origine de la roche et le moment de la fonte.</i>
Quelle taille de roche sédimentaire est nécessaire afin de mener une analyse de datation à l'uranium-plomb?	<i>À peine un seul grain de roche sédimentaire, pesant moins d'un gramme.</i>
Quel rôle les monts Grenville ont-ils joué dans l'art canadien?	<i>Les roches ont été peintes par certains des plus grands peintres de l'histoire canadienne, et des artistes contemporains continuent de les peindre.</i>

3. « Lire » les roches

En équipes de deux, les élèves regardent les images 1.1 à 1.10 des roches à Grenville (les photos sont disponibles sur <www.cbc.ca/geologic/teacher.html>. Chaque photo fournit des indices sur les propriétés, les mouvements et les plis des roches.

4. Rapport d'explorateur

Imaginez que vous êtes des explorateurs qui découvrent ces roches pour la première fois. Vous devez alors remplir un rapport décrivant ces roches :

- leur aspect physique (taille, couleur, etc.);
- leurs caractéristiques uniques (indices de mouvements et de plis, et ce que ceux-ci peuvent indiquer de l'histoire de la Terre).

Chapitre 3 : Les mines de sel : des laboratoires souterrains (10 min 30 s)

Résumé du chapitre 3

Ce chapitre débute par l'exploration du bassin d'eau salée du Michigan, qui existait il y a 400 millions d'années. Les élèves apprendront que des récifs de coraux massifs, identiques à ceux que l'on retrouve notamment dans les Caraïbes ou au large de la Côte d'or de l'Australie dans la Grande Barrière de corail, ont un jour existé ici. Ils découvriront également comment les bassins d'eau salée se sont transformés en dépôts de sel bien en dessous de la surface de la Terre. Ces dépôts continuent de fournir des emplois et des bénéfices économiques à travers la région des Grands Lacs.

1. Visionnage du chapitre 3 de l'épisode 1

2. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Comment et quand le bassin du Michigan a-t-il été créé?	<i>De nouvelles montagnes volcaniques sont apparues, créant plusieurs « éviens » à travers le continent. Il y a de cela environ 400 millions d'années.</i>
Qu'est-ce que la présence de coraux indique sur le climat d'il y a des millions d'années?	<i>Ce serait le même climat qu'on retrouve aujourd'hui dans les Caraïbes.</i>
Quel âge ont les roches dans la partie la plus profonde de la mine de sel?	<i>400 millions d'années.</i>
Comment la lecture des murs de la mine de sel permet-elle d'expliquer le climat de la Terre il y a des millions d'années?	<i>Les lignes blanches horizontales indiquent des années de chaleur extrême. Les lignes noires indiquent des périodes plus froides et pluvieuses.</i>
De quelles façons le sel a-t-il été valorisé en tant que denrée au cours de l'histoire?	<ul style="list-style-type: none"><i>• Il était si précieux que certains ont déclenché des guerres afin de se l'approprier.</i><i>• Les soldats étaient payés en sel auparavant.</i><i>• Le sel était un important agent de conservation.</i>
Que racontent les dépôts de boue aux géologues?	<i>Qu'il y a eu une inondation subite.</i>

Chapitre 4 : Nappes glaciaires et glaciers (12 min 45 s)

Résumé du chapitre 4

Ce chapitre explore quatre des principaux facteurs ayant influencé le développement des Grands Lacs : les glaciers, qui ont participé au « découpage » de ce qui est devenu les Grands Lacs; la fonte des glaciers; le rebond de la croûte terrestre; les changements climatiques. Les élèves apprendront que la défunte chute de Lucas était à l'époque à tout le moins aussi imposante que les chutes du Niagara.

1. Questions à poser avant le visionnage

En équipes de deux ou en petits groupes, les élèves répondent aux questions initiales suivantes :

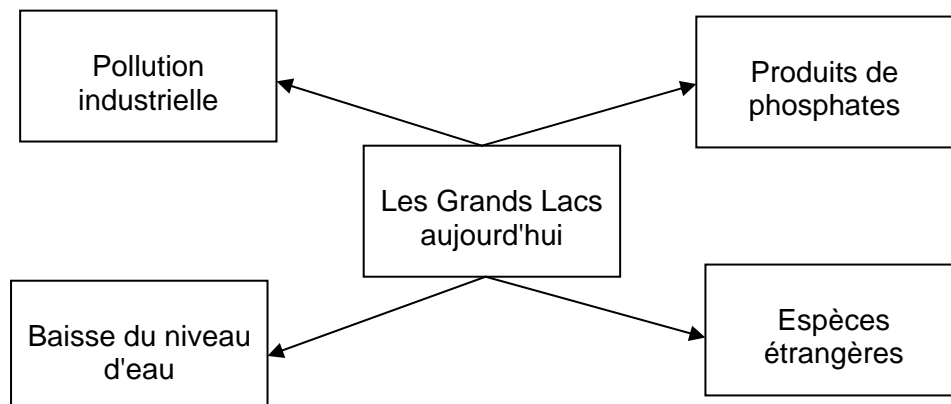
- Avez-vous déjà visité un ou quelques-uns des Grands Lacs? Si oui, lesquels?
- Discutez de vos expériences personnelles concernant les Grands Lacs, le cas échéant.
- À quelles activités avez-vous participé (nage, kayak, pêche, etc.)?
- Les plages étaient-elles propres?
- Est-ce que la fermeture d'une plage vous a déjà empêchés de vous baigner dans un des Grands Lacs? Si oui, quelle était la raison de cette fermeture?

2. Visionnage du chapitre 4 de l'épisode 1. Demander aux élèves de se concentrer principalement sur les questions posées dans l'activité 3 qui suit (les lire préalablement).

3. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Quel rôle les glaciers ont-ils joué dans la formation des Grands Lacs?	<i>Ils ont creusé le bassin (de sel) du Michigan et ont créé les autres cratères immenses qui sont devenus les Grands Lacs.</i>
Quel type d'eau remplissait les Grands Lacs à l'origine?	<i>De l'eau de fonte.</i>
Quand les plus récents glaciers ont-ils fondu?	<i>Il y a de cela de 12 à 15 millions d'années.</i>
Quel enjeu le géologue marin Steve Blasco étudie-t-il?	<i>Les effets des changements climatiques sur les niveaux d'eau entre la baie Georgienne et le lac Huron.</i>
Pourquoi le professeur Blasco veut-il étudier le cèdre blanc au fond de l'eau?	<i>Il croit que cela lui fournira de l'information sur le climat d'il y a 8 500 ans.</i>
De quelle taille était la chute de Lucas, qui a disparu?	<i>Plus haute que les chutes du Niagara.</i>
Où était-elle située?	<i>Entre la baie Georgienne et le lac Huron.</i>

4. Création d'une carte conceptuelle. L'état des Grands Lacs dépend aujourd'hui de plusieurs facteurs. Demander aux élèves de créer, en équipes de deux, une carte conceptuelle illustrant la relation entre ces facteurs.



5. Retour en groupe-classe

En groupe-classe, faire un retour sur les réponses trouvées en petites équipes.

6. Discussion ou réflexion écrite sur l'avenir des Grands Lacs

« Qu'est-ce que votre carte conceptuelle indique quant à l'avenir des Grands Lacs? » Cette question peut être discutée en groupe-classe ou faire l'objet d'un travail individuel par écrit.



Épisode 2 : Les Rocheuses

Aperçu de l'épisode 2

Le premier chapitre identifie les principaux personnages – les plaques tectoniques et les forces de compression qui ont amené les terranes ou les fragments de rocs exotiques sur un parcours de collision avec la portion ouest antérieure de l'Amérique du Nord. Les basaltes à Hesquiaht sont présentés. Le chapitre 2 examine l'architecture des Rocheuses. Le chapitre 3 souligne l'importance des Rocheuses en lien avec les besoins humains, puis l'impact de l'utilisation des ressources qu'elles contiennent. Enfin, le chapitre 4 expose comment l'érosion, principalement par la glace, a sculpté les Rocheuses.

Chapitre 1 : Les plaques tectoniques : des forces formidables (12 min 45 s)

Résumé du chapitre 1

L'histoire des Rocheuses n'est qu'une partie de l'histoire de la formation de l'ouest de l'Amérique du Nord. Il y a 180 millions d'années, le continent s'arrêtait là où se situe actuellement la frontière entre l'Alberta et la Colombie-Britannique. Ce chapitre raconte comment l'Amérique du Nord s'est étendue vers l'ouest (cassure du supercontinent de Pangée; agrégation d'îles volcaniques, de sédiments, du fond océanique, etc.). Ainsi, les terranes composant la Colombie-Britannique et les Cordillères sont formées d'une variété de roches « exotiques ».

1. Question à poser avant le visionnage

Question	Exemples de réponses possibles
Si, il y a 180 millions d'années, la bordure ouest de l'Amérique du Nord se situait à la frontière actuelle de la Colombie-Britannique et de l'Alberta, formulez des hypothèses sur la manière dont les terres additionnelles ont pu se développer dans cette région.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Il se pourrait que de nouvelles roches soient venues des volcans.</i> • <i>Des régions sous l'eau ont pu être soulevées et former une nouvelle terre.</i> • <i>Des failles coulissantes ont pu amener de la terre d'ailleurs.</i> • <i>En fait, la plus grande partie de ce qui est à l'ouest de l'Amérique du Nord est en fait composé d'éléments « exotiques » ajoutés à la suite des plaques convergeant avec le continent.</i>

2. Visionnage du chapitre 1 de l'épisode 2

3. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
On dit que « la pression exercée sur les roches les plie comme des cure-pipes; qu'elle les fracasse comme du cristal ». Quels sont les deux processus identifiés dans cette phrase?	<i>Plis (déformation plastique) et failles (déformation cassante).</i>
Que signifie le terme <i>subduction</i> ?	<i>Subduction : glissement d'une plaque océanique sous un continent ou sous une autre plaque océanique.</i>
Quels types de roches Stephen Johnston a-t-il observé à Hesquiaht?	<i>Basaltes.</i>

Quelles étaient leurs caractéristiques?	<i>Séquence extrêmement épaisse de basaltes (à certains endroits de l'île de Vancouver, plus de 6 km d'épaisseur). Les roches sont foncées et ont été érodées, formant ainsi des grottes et d'imposantes falaises côtières.</i>
Qu'est-ce que cela nous indique sur les origines des basaltes hesquiahts de la formation Karmutsen?	<i>Les basaltes sont une épaisse pile de laves qui faisaient partie d'une île océanique volcanique. L'île volcanique a été transportée vers l'Amérique du Nord sur une plaque. Une subduction s'est produite; la plaque a donc glissé sous l'Amérique du Nord. Lorsque l'île volcanique transportée sur la plaque a heurté l'Amérique du Nord, elle a été raclée puis agglomérée à l'Amérique du Nord, formant ainsi les basaltes à Hesquiaht.</i>

Chapitre 2 : De la terre au ciel : plis et failles (7 min 30 s)

Résumé du chapitre 2

Du côté est des Cordillères, les Rocheuses témoignent de collisions dramatiques qui se sont produites à l'ouest. Les Rocheuses sont composées principalement de roches sédimentaires qui ont été déposées dès la période précambrienne jusqu'au début de la période mésozoïque, il y a de cela entre 700 et 50 millions d'années. Lorsque les terranes des Cordillères ont été ajoutées, ces dépôts de sédiments ont été transportés vers l'est, se plissant et se chevauchant par-dessus l'ancienne bordure continentale afin de former les majestueuses Rocheuses. Tout cela s'est produit il y a entre 100 et 55 millions d'années. Les roches sont notre fenêtre sur le passé de la Terre.

1. Visionnage du chapitre 2 de l'épisode 2

2. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Pourquoi certaines roches plient-elles, alors que d'autres se cassent (failles)?	<i>Les roches qui cassent sont celles qui se retrouvent généralement en surface et auxquelles un stress est apposé. Lorsque des roches qui se retrouvent très profondément dans la croûte sont soumises à une grande pression, et à une grande chaleur également, alors elles ont tendance à plier, comme du plastique.</i>
Plusieurs des montagnes les plus spectaculaires des Rocheuses sont faites de calcaire. Quelles conditions sont nécessaires à la formation de calcaire? Où le calcaire se forme-t-il de nos jours?	<i>Le calcaire est le plus couramment formé par les coquilles ou autres parties dures d'organismes marins tels que les coraux, les palourdes, les éponges ou le plancton. Il se forme souvent dans des régions peu profondes, tropicales tièdes ou des régions océaniques sous-tropicales. De nos jours, le calcaire se forme dans certaines régions telles que la Grande Barrière de corail, les Caraïbes et le Belize, ainsi que dans des océans profonds par suite de l'accumulation sur le sol marin de coquilles de calcite et de certains types de plancton.</i>

3. Recherche

a) sur la stratigraphie

Faites une recherche afin de découvrir comment les scientifiques déterminent ou déduisent l'âge d'unités de roches spécifiques.

Éléments de réponse : *Pour les scientifiques pratiquant la stratigraphie, la principale façon de déterminer l'âge d'unités de roches spécifiques consiste à examiner les fossiles que celles-ci contiennent. Des collections de fossiles appartenant à une période donnée de l'histoire de la Terre (p. ex., les dinosaures de la période mésozoïque) permettent de déterminer l'âge approximatif des roches. Pour obtenir un âge numérique, il faut dater les roches par radiométrie.*

b) sur la paléogéographie

Faites une recherche pour voir comment les scientifiques étudient la géographie ancienne d'une région.

- Allez au site <geoscape.nrcan.gc.ca/calgary/topics/landscape_f.php>, où vous verrez la paléogéographie durant différentes périodes de l'histoire de la Terre dans les Rocheuses.
- Allez voir aussi, sur le site <jan.ucc.nau.edu/~rcb7/mollglobe.html>, des images de reconstructions globales à différentes époques de l'histoire de la Terre. Cliquez sur « Late Cambrian » afin de voir la paléogéographie globale durant le développement de la côte ouest de l'Amérique du Nord et des Rocheuses.

Chapitre 3 : Ressources et utilisations du territoire des Rocheuses (12 min 30 s)

Résumé du chapitre 3

Ce chapitre examine les différences entre les Rocheuses du Canada et celles des États-Unis. Les Rocheuses canadiennes sont principalement composées de roches sédimentaires déposées sur la bordure d'un large continent, puis compressées horizontalement, causant des plis et des failles. Il y a eu peu d'activité volcanique ou de soulèvement au Sud, où les Rocheuses ont été formées par le soulèvement de blocs de l'Amérique du Nord ancestrale. Les Rocheuses canadiennes n'ont pas le cuivre, l'or, l'argent et le molybdène que l'on retrouve au Sud, dans la ceinture minérale du Colorado, mais elles fournissent d'importantes ressources. Elles jouent aussi un rôle économique, mais de différentes façons

1. Questions à poser avant le visionnage

Questions	Corrigé
Énumérez diverses façons qu'ont les Canadiens de valoriser et d'utiliser les Rocheuses.	<i>Quelques réponses possibles : fréquenter leurs parcs, visiter leurs beautés naturelles, pour leurs ressources, pour des activités en plein air, etc.</i>
En groupe, partez de la liste établie à la question précédente et catégorisez ces usages en termes de besoins (ou désirs) psychologiques, physiques, sociaux et économiques.	<i>Quelques réponses possibles : région sauvage, nature, tourisme, activités physiques telles que le ski ou la randonnée pédestre, emplois, vacances, escalade, observation de la faune et de la flore, chasse, etc.</i>
Pour chaque besoin (ou désir) humain, déterminez maintenant comment l'activité humaine peut avoir un impact sur l'environnement naturel des Rocheuses.	<i>Quelques réponses possibles : construction de routes et d'hôtels, hausse du nombre de visiteurs, perte de la « pureté » de ces environnements naturels vierges, etc.</i>
Décrivez comment l'occupation humaine des Rocheuses a déjà porté atteinte à celles-ci.	<i>Construction de routes, de maisons, d'installations; conteneurs de déchets; pollution; barrières à la migration de la faune (habitations, routes, chemins de fer, pentes instables, exploitation forestière et minière); etc.</i>

2. Visionnage du chapitre 3 de l'épisode 2

3. Débat « Pour ou contre le développement des régions sauvages »

Question	Pistes de réponses
Organisez un débat à partir de l'affirmation suivante : « Les régions naturelles à l'état sauvage devraient être laissées telles quelles, sans développement, afin qu'elles puissent être préservées. »	<p><i><u>Contre le développement</u> : La conservation de la région sauvage sans développement permettra à l'environnement naturel, incluant la faune et la flore, d'être préservé pour le bien des générations futures.</i></p> <p><i><u>Pour le développement</u> : Permettre le développement va altérer l'environnement qui a amené les gens dans cette région, mais va aussi permettre d'offrir des emplois et de profiter d'expériences dans la nature.</i></p>

Chapitre 4 : Érosion à grande échelle (11 min)

Résumé du chapitre 4

Les formes actuelles des montagnes résultent de puissants processus d'érosion, qui ont poli la montagne grain par grain, caillou par caillou. Plusieurs des cimes sont aujourd'hui sensiblement plus basses qu'au moment où elles ont été formées. Les processus d'érosion des montagnes sont variés (érosion par la glace, par l'eau, par la gravité et par le vent). Quel sera l'avenir de ces montagnes?

1. Visionnage du chapitre 4 de l'épisode 2

2. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
À l'aide du chapitre 4 que vous avez visionné, ainsi que des images 2.7 à 2.10, identifiez les caractéristiques de l'érosion glaciaire : vallées en forme de U, cirques (montagnes), arêtes, vallées suspendues, cornes, lacs glaciaires, roc poli, striations glaciaires et sillons. (Les images en couleur sont accessibles sur : www.cbc.ca/geologic/teacher.html).	<i>L'érosion peut être déterminée : par l'âge des montagnes; en fonction de la plus haute cime de chaque ensemble rocheux; par la forme arrondie ou au contraire la forme dentelée des montagnes (les formes étant aussi associées à l'âge et au temps depuis lequel les roches subissent de l'érosion); par la présence ou l'absence de glaciers ou du type de roches composant la montagne.</i>
Comment la glaciation a-t-elle sculpté les Rocheuses?	<i>La glaciation a sculpté les Rocheuses par l'érosion et le dépôt.</i> <ul style="list-style-type: none"> • Les caractéristiques liées à l'érosion incluent : vallées en forme de U, vallées suspendues, cirques, arêtes, cornes, lacs glaciaires, roc poli, sillons, roche moutonnée. • Les caractéristiques liées au dépôt glaciaire incluent : moraines (terminale, de récession, latérale, médiane), d'autres dépôts de till, drumlins, eskers, blocs erratiques, etc.
Que recherchent et mesurent les scientifiques afin de déterminer si la glace est en train de disparaître ou non?	<i>Ils mesurent l'épaisseur de la glace afin d'estimer la masse totale de la glace et de voir si, au fil du temps, cette masse augmente ou diminue. Ils mesurent aussi l'épaisseur de la neige du dernier hiver qui, comparée à la quantité d'eau fondue dans l'ensemble de la calotte glaciaire, leur dira si celle-ci diminue.</i>
La vidéo aborde aussi les cycles. Faites une recherche sur les cycles glaciaires ayant précédé la période pléistocène. Illustrez vos trouvailles à l'aide d'un tableau ou d'un graphique.	<i>Il y a eu des glaciations majeures au cours de l'histoire de la Terre : durant la période précambrienne, il y a ~ 900 millions d'années; durant l'Ordovicien tardif, il y a ~ 430 millions d'années; durant le Carbonifère, il y a ~ 340 millions d'années; et durant la période pléistocène, il y a environ 2 ou 3 millions d'années (glaciations qui ont affecté les Rocheuses).</i>
Où les scientifiques trouvent-ils des preuves d'autres glaciations plus anciennes?	<i>Ils doivent observer des roches plus anciennes. Ils recherchent des dépôts de tills anciens, des indices d'argile de friction glaciaire et de striations sur les cailloux dans ces tills ou des diamictiques, des sédiments durcis associés aux anciens courants d'eau de fonte coulant des glaciers, ainsi que des indices d'anciens lacs glaciaires ayant produit des varves. Ces preuves peuvent provenir de partout à travers le monde. Par exemple, les effets de la glaciation carbonifère (tills et striations d'anciennes roches) sont bien exposés dans le désert du Sahara en Afrique.</i>



Épisode 3 : Le Bouclier canadien

Aperçu de l'épisode 3

Le Bouclier canadien est la plus grande étendue de roche précambrienne sur la planète, allant de l'océan Arctique jusqu'au Mexique. Une partie du Bouclier est exposée, là où les forces de l'érosion ont été actives, mais aux limites externes, il est caché sous de plus jeunes formations rocheuses. Autrefois perçu comme étant stérile et inhospitalier, on reconnaît aujourd'hui les trésors cachés du Bouclier. Ces trésors sont entre autres le nickel, le cuivre et l'or, les emplois liés à ceux-ci et les découvertes relatives à l'activité des premières formes de vie organiques et des premiers humains.

Chapitre 1 : Les monts Torngat (13 min)

Résumé du chapitre 1

Ce chapitre explore les monts Torngat dans l'est du Québec (partie du Nunavik) : les roches anciennes, les processus de formation des montagnes et l'importance du zircon en tant que « boîte noire » du registre des formations rocheuses.

1. Visionnage du chapitre 1 de l'épisode 3
2. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Donnez deux preuves que le Bouclier canadien est la région canadienne physique la plus ancienne.	<i>1) On peut trouver des preuves de présence de vie marine au sommet des montagnes. Cela se produit sur d'extrêmement longues périodes. 2) La présence de zircon dans les roches.</i>
Qu'est-ce que les géologues espèrent trouver dans les échantillons de roches ramassés dans les monts Torngat?	<i>Le minéral zircon.</i>
Expliquez l'importance des zircons pour cette expédition.	<i>Les zircons contiennent de petites quantités d'uranium qui se détériorent à un rythme prévisible, fournissant ainsi l'âge des événements ayant mené à la formation des montagnes.</i>
Pour quelles raisons le charbon préhistorique est-il un indicateur de vie primitive sur Terre?	<i>Le charbon est dérivé de matériaux organiques.</i>

3. Cartographie du Bouclier canadien

Afin de saisir l'ampleur du Bouclier canadien, élaborer une carte de son emplacement à travers l'Amérique du Nord (utiliser une carte muette). Vous pouvez recourir à l'information contenue dans la vidéo ainsi qu'à un atlas afin de repérer les limites du Bouclier. Transférez cette information sur votre carte, en notant que certaines régions du Bouclier canadien sont à la base d'autres régions physiques. Repérez les lieux suivants, qui sont mentionnés dans la vidéo, sur votre carte :

- Grand Canyon
- Monts Torngat
- Nain
- Labrador
- Baie de Ramah
- Territoires du Nord-Ouest
- Région de l'Abitibi
- Baie d'Hudson
- Sudbury
- Île René-Levasseur
- Manicouagan
- Yellowknife

Chapitre 2 : La géologie de l'activité humaine (10 min)

Résumé du chapitre 2

Ce chapitre traite de l'activité humaine liée à la géologie locale. Retrouvant des pièces de chert de Ramah, une pierre très solide ressemblant à la vitre, les scientifiques en ont déduit que celles-ci servaient d'outils. Le chert de Ramah peut également contenir des éléments de vie organique ancienne, lesquels peuvent témoigner de l'activité biologique des temps anciens. Les processus de formation des montagnes constituent une importante partie de ce chapitre. Les scientifiques doivent retrouver des échantillons de zircon des plus hautes cimes des monts Torngat parce qu'à ces hauteurs le roc n'a pas été affecté par l'intrusion de roche volcanique plus récente, et les échantillons de zircon peuvent ainsi servir à déterminer de façon précise la date de leur formation, à l'aide de la technologie laser.

1. Visionnage du chapitre 2 de l'épisode 3

2. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Quel est le lien entre le chert de Ramah et l'activité humaine d'il y a longtemps?	<i>Le chert de Ramah était utilisé pour fabriquer des outils.</i>
Décrivez les caractéristiques humaines et géologiques liées au chert de Ramah.	<ul style="list-style-type: none">• <u>Humaines</u> : servait à la fabrication d'outils; lien sacré; retrouvé aussi loin que dans le sud du Maine (faisait-il partie du système d'échanges?).• <u>Géologiques</u> : contient de la vie organique ancienne; a été soumis à de grandes chaleurs, puis s'est rapidement refroidi.
Quel est l'avantage des échantillons de roches provenant des cimes des montagnes par rapport à ceux prélevés à des altitudes moins élevées?	<i>Les échantillons prélevés à de hautes altitudes sont moins susceptibles d'avoir été corrompus par des roches volcaniques plus récentes, et donc plus représentatifs de l'âge réel des montagnes.</i>
Comment l'âge des échantillons de zircon est-il déterminé?	<i>Par la technologie laser et par l'analyse de gaz du minéral.</i>
Quelles preuves indiquent qu'il y a eu plus d'un événement lié à la formation des montagnes?	<i>La présence de différentes couches dans le cristal analysé.</i>

Chapitre 3 : À la recherche d'or (7 min 15 s)

Résumé du chapitre 3

Les concepts de temps géologique et de formation de montagnes sont des concepts clés dans ce chapitre. Les scientifiques cherchant de l'or partent à la recherche d'indices de l'existence de ce trésor. Des malformations dans le roc peuvent indiquer la présence de la base d'une ancienne chaîne de montagnes. À cet endroit, la chaleur et la pression étaient si extrêmes qu'elles ont déshydraté les roches et ont forcé les fluides contenant de l'or à s'échapper à la surface – un processus que l'on appelle « plomberie ». D'autres indicateurs de la présence d'or sont les veines de quartz blanc et de cuivre.

1. Questions à poser avant le visionnage

D'après vos connaissances sur l'or, répondez par Vrai ou Faux aux questions suivantes :

Questions	Corrigé
L'or peut se trouver dans les régions de bouclier à travers le monde.	<i>VRAI</i>
Val d'Or, Québec, Timmins, l'Ontario, Yellowknife et les Territoires du Nord-Ouest ont tous des dépôts d'or.	<i>VRAI</i>
L'or a joué un rôle important dans l'histoire du Canada.	<i>VRAI</i>
L'or est le seul élément de valeur qu'exploite l'industrie minière dans le Bouclier canadien.	<i>FAUX</i>
Le quartz est un indicateur quant à la présence d'or dans la région environnante.	<i>VRAI</i>

2. Visionnage du chapitre 3 de l'épisode 3

3. Question à poser après le visionnage

Question	Corrigé
Quel est l'apport du processus géologique de « plomberie » dans la recherche d'or?	<i>Il indique les fluides qui auraient déplacé l'or à travers le roc.</i>

4. Carte conceptuelle

Créez une carte conceptuelle illustrant les conséquences de la découverte de nouveaux dépôts de ressources dans des régions éloignées du Bouclier canadien. Commencez par trois points positifs et trois points négatifs. Ensuite, justifiez votre réponse pour chacun de ces éléments.

Chapitre 4 : Les impacts météoritiques de Sudbury et de Manicouagan (10 min)

Résumé du chapitre 4

Le Bouclier canadien a été frappé d'une météorite il y a environ 1,8 milliard d'années, près de Sudbury en Ontario. Cela a contribué à former la géologie du bassin de Sudbury. L'impact a créé un environnement unique où différentes ressources minières ont été formées, créant un site d'extraction lucratif au Canada. Le géologue John Spray explore cette région du Bouclier canadien. Plus loin dans le chapitre, il voyagera jusqu'au cratère de Manicouagan, au Québec, afin d'investiguer si cette région d'impact de météorite plus récent possède le même potentiel de ressources que celle du bassin de Sudbury.

1. Visionnage du chapitre 4 de l'épisode 3

2. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Qu'est-ce que le Bouclier archéen?	<i>Bouclier continental formé durant la période archéenne.</i>
Expliquez comment les minéraux contenant du nickel se sont formés à la suite de l'impact météoritique.	<i>Des météorites ont heurté la Terre et ont provoqué un trou dans la croûte terrestre, permettant au manteau de remplir le bassin. Des ondes de choc ont pulvérisé le roc et des minéraux contenant du nickel se sont immiscés dans la surface fracturée et ont été enterrés sous le roc pulvérisé.</i>
Pourquoi est-il logique de présumer qu'il y a des richesses minérales aux autres endroits où le Bouclier canadien a été atteint d'une météorite?	<i>Une composition rocheuse semblable à celle du Bouclier réagirait de la même façon à l'impact d'une météorite. L'ampleur de l'impact et le temps écoulé depuis détermineraient aussi la richesse potentielle d'autres sites atteints.</i>
Expliquez la valeur des carottes de roches pour l'exploration du Bouclier canadien.	<i>Les carottes de roches révèlent les secrets de structures sous-jacentes dans la région (comme une paille dans un gâteau au chocolat) et permettent d'élaborer des modèles utiles afin de trouver des dépôts de minéraux.</i>

3. Jeu de rôles

Formez des petites équipes et répartissez-vous les cinq rôles suivants (représentant des groupes d'intérêts en lien avec le développement minier du Bouclier) :

- Dirigeant d'une compagnie minière
- Politicien
- Environnementaliste
- Citoyen de la région
- Autochtone

Chaque groupe devra élaborer une prise de position reflétant son point de vue au sujet du développement, à Manicouagan, d'un complexe minier ayant un énorme potentiel économique. Ce développement peut comporter des avantages et des inconvénients. Il est important, dans cet exercice, de différencier les faits des opinions, puis de reconnaître les biais dans certaines recherches. Ensuite, chaque groupe présente son point de vue. Les autres groupes doivent l'écouter et prendre des notes. Concluez en groupe-classe sur les arguments élaborés par chaque groupe.

Chapitre 5 : Les diamants : la nouvelle ressource (4 min 45 s)

Résumé du chapitre 5

Le craton des Esclaves de Yellowknife est une vieille et stable partie du continent. Il fait partie de la région où le continent nord-américain a été conçu. Il a subi de l'érosion par l'eau, le vent et la glace. En raison de cette érosion, et d'autres facteurs géologiques, des diamants ont été amenés à la surface de la Terre. Les diamants sont transportés à la surface via des pipes de kimberlites. L'approche plus simple d'exploration des minéraux, sans usage de technologies sophistiquées, sera aussi abordée dans ce chapitre. L'utilisation de cartes et de rapports d'évaluation permet de repérer des indices pouvant mener à la découverte de diamants.

1. Questions à poser avant le visionnage

- Le marketing des diamants en tant qu'ultime symbole de l'amour a connu un grand succès ces dernières années. Pouvez-vous nommer certains slogans utilisés par les marchands de diamants?
- Croyez-vous que d'autres pierres précieuses telles que les rubis ou les émeraudes remplaceront un jour les diamants dans ce rôle?
- Pourquoi les diamants canadiens sont-ils plus attrayants pour les consommateurs que les diamants d'Afrique?
- Croyez-vous que les diamants canadiens se tailleront une place significative dans le marché global des diamants? Justifiez votre réponse.

2. Visionnage du chapitre 5 de l'épisode 3

3. Question à poser après le visionnage

Question	Corrigé
Expliquez comment les événements de la glaciation la plus récente, la glaciation pléistocène des deux derniers millions d'années, ont contribué à la découverte de diamants, possiblement formés il y a trois milliards d'années.	<i>L'action d'érosion des glaciers a enlevé la surcharge et révélé la présence de diamants.</i>

4. Trois options de travaux complémentaires

Pour favoriser le réinvestissement des connaissances, chaque élève est invité à faire l'un des trois travaux suivants:

- a) Rédigez un article d'opinion soutenant ou réfutant la notion que le Bouclier canadien devrait être désigné « aire protégée ». Après avoir été présentés et discutés en classe, les articles pourront être soumis à des médias locaux ou nationaux.
- b) Préparez un tableau à deux colonnes. Dans la première colonne, énumérez les possibilités d'emploi qu'offre l'industrie minière dans le Bouclier canadien. Dans la seconde, soulignez l'importance de posséder de bonnes connaissances en sciences de la Terre/Géographie pour occuper un emploi dans cette région.
- c) Dans ce chapitre, on a qualifié le Bouclier canadien d'« icône nationale ». Faites une recherche sur cette « icône nationale » en empruntant différents points de vue (p. ex., la perspective géologique, la perspective économique, la perspective humaine, la perspective environnementale ou toute autre perspective que vous puissiez identifier et justifier).

Épisode 4 : Les Appalaches

Aperçu de l'épisode 4

Ce quatrième épisode explore la géologie et les événements géologiques majeurs ayant créé les Appalaches. On y traite des forces tectoniques qui ont développé ces montagnes il y a plus de 300 millions d'années, de l'héritage économique et environnemental de la région, et de l'importance de cette région en tant que source de données scientifiques soutenant les théories de l'évolution géologique de la Terre.

Chapitre 1 : Extraire le charbon du sol (12 min)

Résumé du chapitre 1

Ce chapitre débute par un survol du charbon dans la région des Appalaches. Ensuite, les élèves observent comment les modes d'extraction minière du charbon ont changé dans la région anthracite de la Pennsylvanie au cours du dernier siècle, puis comment ils ont influencé les mineurs et l'environnement de la région.

1. Questions à poser avant le visionnage

Questions	Corrigé
Quelle source d'énergie est utilisée dans votre maison pour le chauffage ou pour cuisiner, par exemple?	<i>Les sources les plus courantes : gaz naturel, mazout, électricité, énergie solaire et bois.</i>
Quelles sources d'énergie étaient disponibles il y a 50 à 100 ans alors que le gaz naturel, le mazout et l'énergie solaire n'étaient pas aussi répandus que de nos jours? (Le charbon devrait faire partie de la liste.)	<i>Les sources les plus courantes : le charbon, le bois, l'électricité et le mazout.</i>
Explorez les raisons de ce remplacement du bois et du charbon par le gaz naturel, le mazout, l'énergie solaire et l'électricité.	<i>Les principales raisons pour passer du charbon au gaz naturel (probablement les deux sources d'énergie urbaines les plus courantes):</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>coût moins élevé;</i>• <i>combustion plus propre (moins de poussière et pas de cendres);</i>• <i>moins d'espace d'entreposage nécessaire;</i>• <i>plus grande facilité à contrôler la combustion (par les thermostats).</i>
Selon vous, quels changements pourraient être apportés aux sources d'énergie dans l'avenir?	<i>Les sources énergétiques devraient tendre vers :</i> <ul style="list-style-type: none">• <i>l'amélioration de l'isolation (l'option de la conservation);</i>• <i>le chauffage solaire;</i>• <i>plus d'utilisation d'énergie électrique découlant du soleil, du vent et du nucléaire.</i>

2. Visionnage du chapitre 1 de l'épisode 4

3. Analyse des différences entre deux modes d'extraction

Demander aux élèves quelles sont les différences entre l'extraction minière du charbon du début du 20^e siècle et celle du début du 21^e siècle, puis en discuter en groupe-classe.

Corrigé

Période	Type de mines	Nombre de mineurs	Risques humains	Risques environnementaux
<i>Début du 20^e siècle</i>	<i>Mines souterraines</i>	<i>2 000-3 000</i>	<i>Taux de mortalité élevé – 30 000 mineurs</i>	<i>Faibles – les mines étaient souterraines</i>
<i>Début du 21^e siècle</i>	<i>Mines à ciel ouvert</i>	<i>10-20</i>	<i>Faibles – les chauffeurs de camions et les opérateurs de grues travaillent sur le sol (et non dessous).</i>	<i>Élevés – décapage des couches supérieures des roches afin de parvenir jusqu'au charbon.</i>

Chapitre 2 : Collision de plaques formant des montagnes (3 min 30 s)

Résumé du chapitre 2

Ce chapitre examine les processus et caractéristiques physiques en jeu lorsque deux plaques tectoniques transportant des roches continentales s'entrechoquent. La formation des Appalaches est ensuite l'objet à l'étude.

1. Questions à poser avant le visionnage

Questions	Corrigé
Formulez une hypothèse sur ce qui pourrait se produire si deux continents entraient en collision.	<i>Une collision entre continents écraserait, plierait et soulèverait des roches près du bord de la côte, entraînant la formation de hautes montagnes accidentées.</i>
En vous basant sur les figures 4.5 à 4.7, écrivez une description de ce qui a pu se produire pour former les montagnes Appalaches d'Amérique du Nord.	<i>La plaque nord-américaine est entrée en collision avec les plaques de l'Afrique et de l'Eurasie, soulevant des roches sur les côtes de ces continents afin de former les Appalaches.</i>
D'après la figure 4.7, que s'est-il passé à la suite de la formation des Appalaches? Combien d'années se sont écoulées avant que cet événement se produise?	<i>Le supercontinent de Pangée a commencé à se séparer après 200 millions d'années.</i>

2. Visionnage du chapitre 2 de l'épisode 4

3. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Décrivez les montagnes actuelles au parc national de Shenandoah, puis comparez-les avec ce à quoi elles ressemblaient lors de leur formation originale.	<i>Les montagnes de Shenandoah sont plus basses et arrondies comparativement aux montagnes, plus hautes et plus accidentées, formées il y a 370 millions d'années.</i>
Quel événement fut responsable de la formation de ces montagnes?	<i>La collision des plaques de l'Afrique et de l'Amérique du Nord.</i>
Quelles caractéristiques peuvent aujourd'hui être observées dans les roches, prouvant qu'un tel événement s'est produit il y a des centaines de millions d'années?	<i>Ces preuves incluent : roches pliées, fossiles anciens retrouvés dans des roches sédimentaires aux cimes de montagnes, absence de roches plus récentes que celles se trouvant sur la montagne, et roches altérées ou métamorphosées à une grande profondeur qui se retrouvent désormais sur ou près de la surface de la Terre.</i>

Chapitre 3 : Nouvelles technologies, nouvelles théories (8 min 15 s)

Résumé du chapitre 3

Ce chapitre traite des nouvelles technologies dont disposent désormais les spécialistes des sciences de la Terre dans leurs tentatives d'éclaircir l'histoire de la Terre, qui s'étend sur des milliards d'années, puis de l'élaboration et de la vérification d'hypothèses anciennes ou nouvelles.

1. Question à poser avant le visionnage

Question	Corrigé
Individuellement d'abord, puis en équipes, élaborer une définition du terme <i>hypothèse</i> et du terme <i>théorie</i> .	<ul style="list-style-type: none">• Hypothèse – une explication proposée en se fondant sur les preuves disponibles ou des preuves limitées et qui est utilisée en tant que guide pour une investigation plus poussée visant à prouver sa validité.• Théorie – une explication communément reconnue qui a été vérifiée en employant des preuves disponibles et validées, une explication d'événements ou de processus qui corresponde le mieux aux faits connus.

2. Discussion

Discuter, en petits groupes ou en groupe-classe, des raisons pour lesquelles les hypothèses et les théories sont d'importants éléments dans la carrière professionnelle d'un géologue.

3. Visionnage du chapitre 3 de l'épisode 4. Demander aux élèves de porter une attention particulière aux hypothèses des chercheurs.

4. Questions à poser après le visionnage

- Quelles hypothèses ont chacun des chercheurs?
- Nommez une importante technologie qu'ils emploient afin de vérifier certains faits et de tester ainsi leurs hypothèses.
- Expliquez quelles données ils ont pu amasser à l'aide de cette technologie.
- Expliquez comment ces faits ont aidé à prouver leurs hypothèses.

[Corrigé non disponible]

Chapitre 4 : Voulez-vous devenir spécialiste des sciences de la Terre? (10 min 15 s)

Résumé du chapitre 4

Cette section invite les élèves à réfléchir sur les connaissances, les compétences et les traits de personnalité que possèdent les spécialistes des sciences de la Terre que l'on voit dans la vidéo. Elle leur permet d'examiner les possibilités de carrière en sciences de la Terre et de sonder leur intérêt pour ce champ d'activité.

1. Questions initiales en petites équipes puis retour en grand groupe

- a) Former des équipes de quatre. Demander aux élèves de relever les traits de personnalité que doit posséder, à leur avis, toute personne voulant faire de la recherche en sciences de la Terre.
- b) Faire un retour en grand groupe en notant les réponses au tableau. Noter aussi le nombre de fois où chaque trait est mentionné. Analyser les réponses en groupe.
- c) Répéter le même exercice, mais en demandant cette fois aux élèves de relever les connaissances et les compétences nécessaires, selon eux, pour travailler en tant que chercheur ou chercheuse en sciences de la Terre.
- d) Ici aussi, faire un retour en grand groupe en notant les réponses au tableau. Noter aussi le nombre de fois où chaque connaissance ou compétence est mentionnée. Analyser les réponses en groupe.

Corrigé : Accepter toutes les réponses valables si elles sont bien justifiées par l'élève.

2. Visionnage du chapitre 4 de l'épisode 4

3. Portrait des deux scientifiques présentés dans la vidéo.

- a) Les équipes de quatre dressent une liste des traits de personnalité que possèdent, à leur avis, les deux chercheurs vus dans ce chapitre. Il peut s'agir des mêmes traits que ceux mentionnés à l'activité 1 ou de nouveaux traits observés au cours du visionnage.
- b) Les équipes refont la même analyse, cette fois-ci pour les connaissances et compétences.

4. Réflexion écrite sur une carrière en sciences de la Terre

Et eux? Demander aux élèves si, en se fiant à ce qu'ils ont pu voir jusqu'à présent dans la série *Odyssée géologique*, ils croient qu'ils aimeraient faire carrière en sciences de la Terre. Ils doivent trouver des arguments pour soutenir leur point de vue.

Chapitre 5 : Risque de tremblements de terre (11 min)

Résumé du chapitre 5

Dans ce chapitre, les élèves évaluent les risques de tremblements de terre dans le centre et l'est du Canada, en comparaison avec d'autres régions canadiennes et états-uniennes.

1. Questions à poser avant le visionnage

Questions	Corrigé
Quelles sont les régions, à travers le monde, où les tremblements de terre sont fréquents et destructeurs, à votre avis?	<i>Les élèves nommeront peut-être des pays où il y a eu des tremblements de terre récemment, qu'ils ont pu voir à la télévision : Asie du Sud-Est, Japon, Pérou, Californie, etc.</i>
Quel est le risque de tremblements de terre dans votre région?	<i>Cette réponse variera en fonction de la région canadienne où vivent les élèves. Les résidents de la Colombie-Britannique devraient percevoir un plus grand risque de tremblements de terre et une plus grande magnitude que ceux des autres régions. L'autre groupe d'élèves pouvant évaluer un risque sont ceux qui habitent la vallée du Saint-Laurent, où les risques de tremblements de terre sont modérés, et la magnitude, relativement faible.</i>
Quelle magnitude peuvent-ils atteindre?	
Qu'en est-il pour d'autres régions canadiennes? Quel est le risque de tremblements de terre dans ces régions?	



2. Visionnage du chapitre 5 de l'épisode 4

3. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Que signifie le terme <i>rebond</i> pour les géologues?	<i>Le rebond est étroitement lié à la théorie de l'isostasie. Les géologues l'emploient pour désigner le soulèvement d'un bloc de la croûte terrestre qui se produit lorsqu'un poids est retiré de sa surface. Par exemple, un soulèvement au centre du Bouclier canadien résultant de la fonte de glaciers continentaux qui le couvraient auparavant, ou encore, dans le cas de cette vidéo, le retrait des parties élevées des Appalaches par érosion depuis 350 millions d'années, voire plus. Des tremblements de terre se produisent lorsque ces blocs rebondissant de la croûte se soulèvent le long des roches environnantes.</i>
Comment un tel rebond peut-il causer des tremblements de Terre?	
Quelle est la magnitude de tels tremblements de terre, selon la vidéo?	<i>Ces tremblements de terre sont souvent de magnitude et de déplacement mineurs.</i>
Décrivez brièvement comment Martitia Tuttle essaie de prédire la fréquence des tremblements de terre dans la région de New Madrid, au centre des États-Unis. Selon sa recherche, à quelle fréquence surviennent des tremblements de terre majeurs dans cette région?	<i>Tuttle cherche des jets de sable dans les sols de la région. Cela se produit lorsque des couches de sable souterraines sont liquéfiées pendant un tremblement de terre majeur et se déplacent vers le haut par des craques dans le sol causées par le tremblement, formant ainsi des fontaines de sable ou des jets de sable. En trouvant et en datant ces caractéristiques, Tuttle a pu mettre une date sur les tremblements de terre majeurs survenus dans la région de New Madrid depuis quelques milliers d'années. Sa recherche indique que des tremblements de terre majeurs se produisent environ à tous les 500 ans.</i>



Épisode 5 : Les Maritimes

Aperçu de l'épisode 5

Ce cinquième et dernier épisode décrit comment les bouleversements tectoniques ont marqué l'évolution géologique de l'est de l'Amérique du Nord. Nous irons explorer le Haut Plateau au parc national du Gros-Morne, le littoral de Terre-Neuve à Avalon, puis... le Maroc. En Afrique, deux paléocéologues cherchent en effet des indices sur les changements climatiques. Nous rencontrerons aussi Eldon George, collectionneur de roches et de fossiles à Parrsboro Beach, en Nouvelle-Écosse. Tout comme M. George, ces fossiles nous raconteront des histoires.

Chapitre 1 : Récits du fond océanique (16 min)

Résumé du chapitre 1

Ce chapitre aborde la manière dont les bouleversements tectoniques ont marqué l'évolution géologique de l'Amérique du Nord. Nous apprenons comment un ancien morceau d'océan a été pris aux marges d'un continent par un processus que l'on appelle « obduction ». La théorie des plaques tectoniques aide à comprendre ce phénomène. L'un des géoscientifiques légendaires du Canada, J. Tuzo Wilson, a été attiré par le regroupement de la géologie et de la physique dans cette nouvelle discipline émergente qu'était la géophysique. En 1966, il a proposé une interprétation des données géologiques selon laquelle l'océan Atlantique d'aujourd'hui ne serait pas la seule ouverture du bassin de cet océan. La présence de chromite dans des roches sédimentaires âgées de 460 millions d'années à Lobster Cove suggérait des roches plus anciennes s'étant érodées, ce qui expliquerait la présence de ce minéral lourd dans les roches plus récentes.

1. Visionnage du chapitre 1 de l'épisode 5

2. Question à poser après le visionnage

Question	Corrigé
Quelles caractéristiques du Haut Plateau (Tablelands) de l'ouest de Terre-Neuve font de cette région un lieu intéressant à visiter... ou à étudier?	<i>Le Haut Plateau est un fragment résiduel de l'ancien fond océanique qui a précédé l'océan Atlantique moderne. Ce que les géologues appellent aujourd'hui l'océan Lapetus (« Père de l'Atlantique ») s'est ouvert, ces roches ont été formées de cet ancien fond océanique. Lorsque Pangée s'assemblait, ces roches sont entrées en collision avec ce qui est aujourd'hui le continent africain, et ce fond océanique s'est soudé au nouveau supercontinent. Lorsque Pangée s'est séparée et qu'un nouvel océan a émergé (l'océan Atlantique), cette tranche d'ancienne croûte terrestre a été transportée à travers le globe et est devenue une partie de l'est de l'Amérique du Nord. On sait que les roches volcaniques que l'on retrouve dans le Haut Plateau sont abondantes seulement dans certains planchers océaniques. De les avoir au-dessus du niveau de la mer nous donne la chance de marcher sur un morceau d'ancien océan et de continuer à marcher jusqu'au manteau supérieur.</i>

<p>Le géologue Robert Stevens a identifié un minéral particulier dans les roches sédimentaires de Lobster Cove. Quel était ce minéral et quelles importantes questions a-t-il soulevées quant aux roches avoisinantes?</p>	<p><i>Ce minéral était le chromite, un minéral lourd et résistant qui se forme habituellement dans le manteau supérieur de la Terre et la croûte profonde. Trouver des cristaux de chromite dans les roches sédimentaires au Lobster Cove était inattendu.</i></p>
<p>Robert Stevens est arrivé avec une nouvelle hypothèse surprenante sur l'origine des roches riches en magnésium et en chrome du Haut Plateau. Décrivez brièvement cette nouvelle idée et expliquez comment elle se comparait à des théories plus anciennes de l'origine de ces roches.</p> <p>Marcher sur les sentiers du Gros-Morne permet aux visiteurs de marcher du fond océanique jusqu'au manteau supérieur de la Terre. Expliquez comment cela est possible.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>La présence de chromite indique que les roches de cette région n'étaient pas des roches ignées conventionnelles; elles semblaient plutôt avoir été formées dans les couches profondes de la Terre – à plus de 25 km de profondeur – aussi loin que le manteau supérieur de la Terre. Les forces des plaques tectoniques ont placé le Haut Plateau là où il se trouve aujourd'hui, et il constitue en fait le reste d'un fond océanique qui anciennement séparait l'Amérique du Nord de l'Afrique et de l'Europe. La nouvelle interprétation veut que le Haut Plateau n'ait pas été formé où il est aujourd'hui, mais qu'il ait plutôt été amené là après un parcours s'échelonnant sur 400 millions d'années et l'ouverture de deux océans!</i> • <i>La séquence de roches dans cette partie du parc national du Gros-Morne est connue sous le nom de « séquence d'ophiolites », qui est un terme géologique désignant une section de roches qui représentent les 30 km supérieurs d'un fond océanique. Les ophiolites ont tendance à avoir des coulées de lave sur leurs cimes, où les roches ont été formées sur le fond océanique où elles rejoignaient l'eau. Plus profondément, les roches volcaniques ont tendance à être composées de minéraux très riches en fer. Puisque les ophiolites à Gros-Morne ont été renversées presque verticalement par les forces tectoniques, nous pouvons littéralement marcher des laves du fond océanique jusqu'aux roches du manteau supérieur. Imaginez une tranche de gâteau tombée sur le côté et une file de fourmis qui se promène sur ses couches. Nous sommes cette file de fourmis sur les sentiers du Haut Plateau.</i>

Chapitre 2 : Expérience dans les océans précambriens (11 min 30 s)

Résumé du chapitre 2

Ce chapitre présente le littoral accidenté de Terre-Neuve, où des milliers de fossiles illustrent comment l'Amérique du Nord et l'Afrique ont déjà été rattachées l'une à l'autre. Sur le littoral de l'Avalon, une collection d'« animaux bizarres » a permis de résoudre un problème qui avait échappé à Darwin. Les Édiacariens ont existé pendant environ 30 millions d'années, puis ont rapidement disparu – possiblement sous les mâchoires d'organismes qui étaient les premiers prédateurs marins de la Terre.

1. Réflexion préalable au visionnage

En équipe de quatre, les élèves doivent réfléchir à l'énoncé suivant : « La plupart d'entre nous passons trop de temps sur les 24 dernières heures de la vie et trop peu sur les 600 millions de dernières années. » Faire un retour en grand groupe sur les conclusions des petites équipes.

2. Observation de fossiles

Toujours en petites équipes de quatre, les élèves observent les images 5.5 à 5.10 des fossiles de la période édiacarienne à la pointe Mistaken (accessibles en ligne à www.cbc.ca/geologic/teacher.html). Ils doivent formuler leurs impressions sur ces formes de vie uniques en s'inspirant des débuts de phrases suivants :

- « Ce qui me surprend de ces fossiles, c'est... »
- « Ce qui m'intrigue de ces formes de vie, c'est... »
- « J'aimerais en savoir plus sur... »

3. Visionnage du chapitre 2 de l'épisode 5

4. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Pourquoi la présence des Édiacariens à la pointe Mistaken, à Terre-Neuve, est-elle si significative dans le dévoilement de secrets de la vie très ancienne sur Terre?	<i>Ces créatures fossilisées représentent un exemple très ancien de ce qu'on a appelé les formes de vie « metazoan », signifiant qu'elles étaient grandes, multicellulaires et facilement visibles à l'œil nu. Avant elles, tous les organismes connus – tels que les algues et les bactéries bleu-vert – étaient microscopiques. La constitution de ces organismes n'a pas de contrepartie actuelle et ils n'ont pas existé bien plus loin que le début de la période cambrienne. Cela en fait une sorte d'« expérience de la vie qui grandit », comme le mentionne le professeur Jim Gehling dans la vidéo.</i>
Qu'est-ce qui vous a donné l'impression que cette région revêtait une importance géologique particulière?	<i>Ces fossiles se retrouvent dans des roches qui étaient autrefois à côté de l'Afrique et ils ont été « amenés » à leur emplacement actuel au cours de leur « odyssée géologique », lorsque l'océan Atlantique s'est ouvert à la suite de la rupture de Pangée. C'est pour cette raison que les visiteurs ont dû enlever leurs chaussures, afin de ne pas abîmer la surface des rochers contenant ces impressions. Il y a très peu d'endroits dans le monde où des animaux fossiles de la période édiacarienne peuvent être vus en telle abondance; la pointe Mistaken est un lieu précieux pour les paléontologues et elle a reçu de nombreux visiteurs venus de partout à travers le monde.</i>

Décrivez l'environnement écologique de ces créatures de 600 millions d'années. Quel rôle les cendres volcaniques ont-elles joué dans la préservation de leurs résidus?

• *Selon les recreations vues dans la vidéo, ces animaux étaient « sessiles », c.-à-d. attachés au fond marin par une sorte de structure d'ancrage. La façon dont ils sont décédés permet de croire que de petits « jardins » d'animaux édiacariens se trouvaient à proximité les uns des autres. Comme aucun animal n'avait de mâchoires, de dents, de mobilité ni de système digestif, et puisqu'ils étaient des organismes filtreurs, la prédation n'existait probablement pas. Il semble qu'ils vivaient dans la noirceur en tout temps.*

• *La collection de la pointe Mistaken est recouverte par une épaisse couche de « tuf » (cendre volcanique durcie). Cela indique que la région a déjà été sous influence directe de volcans actifs. Bien que les éruptions en soi n'aient pas été fatales à ces organismes, les cendres volcaniques sont retombées sur la mer et les ont recouverts.*

5. Activité complémentaire : « Demande au géologue »

Six géoscientifiques associés à cette production sont interviewés dans le DVD (Section Bonus – Entrevues supplémentaires). Pour chacun d'eux, ou pour un scientifique en particulier, répondez aux questions suivantes (en petits groupes ou individuellement par écrit) :

- Quelle est la formation scientifique de ce chercheur?
- Quel type de travail l'intéresse dans le domaine des géosciences?
- Quelle partie de l'histoire de la géologie canadienne l'intéresse particulièrement?
- Comment son travail a-t-il influencé la manière dont nous percevons la Terre et son fonctionnement?

Chapitre 3 : Extinction massive... et quelque chose de neuf de l'Afrique (17 min 30 s)

Résumé du chapitre 3

Dans ce chapitre, nous partons à la recherche d'indices pouvant expliquer quels facteurs climatiques ou écologiques ont précipité un des épisodes d'extinction massive des plus significatifs au registre géologique. Plus de la moitié des espèces vivantes de la fin de la période triasique (il y a environ 200 millions d'années) ont été éliminées. Les « survivants », qui ont repeuplé le reste de la planète, sont représentés dans les roches sédimentaires rouges de Parrsboro Beach. Bien avant, il y a environ 400 millions d'années, ce qui est aujourd'hui la Nouvelle-Écosse était niché contre l'Afrique du Nord-Ouest, près de ce qui est aujourd'hui le Maroc. Dans les vallonnements des montagnes Atlas du Maroc, les paléoécologues Jessica Whiteside et Paul Olsen recherchent des indices des changements climatiques dramatiques parmi les animaux et les plantes fossilisés dans ces roches rouges.

1. Visionnage du chapitre 3 de l'épisode 5

2. Questions à poser après le visionnage

Questions	Corrigé
Toute découverte n'est pas nécessairement faite par des scientifiques professionnels. Décrivez les apports d'Eldon George, ce traqueur de roches et chasseur de fossiles.	<i>Eldon George connaît la région depuis sa tendre enfance. Son intérêt pour les roches, les minéraux et les fossiles a débuté à la suite d'une blessure au bras qui n'a pas entièrement guéri et l'a tenu à l'écart des activités auxquelles les autres garçons de son âge prenaient part. Il collectionne depuis des décennies. Eldon connaît particulièrement bien les organismes « crocodilesques » et reconnaît les empreintes de dinosaures avec l'œil d'un paléontologue. C'est aussi en discutant avec les visiteurs qu'il les sensibilise à l'importance de comprendre la vie ancienne sur Terre.</i>
Pourquoi les lits d'ossements de Parrsboro constituent-ils un riche trésor de fossiles vertébrés?	<i>L'intérêt géologique et scientifique est lié à l'âge des roches contenant ces fossiles. Un épisode d'extinction majeure s'est produit lors de la transition entre le Triasique et le Jurassique. Parrsboro Beach possède des roches qui datent précisément cette frontière temporelle. Le trésor réside donc dans le fait de savoir quels animaux ont survécu ou non à l'extinction. Les roches à Parrsboro contiennent les résidus fossiles d'animaux qui ont repeuplé la planète après l'extinction qui a éliminé plus de la moitié des espèces de la Terre (selon les indices fossiles). Les petits reptiles trouvés à Parrsboro ont été les précurseurs des grands reptiles géants qui allaient régner sur le monde prédateur de la période jurassique qui a suivi.</i>

<p>Un lien est établi entre la rupture du supercontinent de Pangée, l'extinction massive à la fin de la période triasique il y a 210 millions d'années, et l'augmentation de l'activité volcanique le long des marges de l'Afrique et de l'Amérique du Nord. Comment ces idées sont-elles toutes liées?</p>	<p><i>Paul Olsen et Jessica Whiteside étudient l'hypothèse d'un lien entre la rupture d'un supercontinent (dans ce cas-ci, Pangée), l'activité volcanique et des événements d'extinction à grande échelle.</i></p> <p><i>La distension continentale de larges blocs de croûte est accompagnée, voire initiée par des périodes significatives d'activité volcanique. Le volcanisme accru peut ensuite mener à une perturbation climatique dramatique, laissant ainsi les organismes vulnérables à risque en raison de la perte d'habitat, de la rareté de la nourriture, de plus faibles taux de lumière solaire et même d'un refroidissement global. Le travail récent d'Olsen et de Whiteside n'a pu établir un lien clair entre les épanchements volcaniques dans la région de l'Atlantique Nord à la fin de la période triasique et le moment de l'événement d'extinction. D'autres recherches seront nécessaires pour tester cette hypothèse.</i></p>
---	---

3. Débat sur l'humanité en tant que « force géologique »

Mise en contexte : Jessica Whiteside émet l'hypothèse suivant laquelle l'humanité est devenue une « force géologique » qui pourrait être en train d'amorcer la sixième extinction massive de l'histoire en raison de la croissance démographique, de la destruction des habitats et de l'utilisation de quantités énormes de combustibles fossiles. Tout cela fait de l'humain un « prédateur » sur cette planète. À cause des grandes quantités de CO₂ qu'ils produisent par la combustion de combustibles fossiles, les humains pourraient éventuellement contribuer à changer le cycle du carbone dans le monde. Cela fait de nous une « force géologique » pouvant mener à une autre extinction marquante sur la planète.

En classe, débattre sur le sujet (en grand groupe ou en petits groupes).