

Objectifs d'apprentissage

À la fin de la leçon, les étudiants sauront...

- Examiner leurs connaissances et leurs croyances sur la question du changement climatique dans l'Arctique.
- Reconnaître les patrons et les tendances de la glace de mer dans l'Arctique à partir des cartes et des images satellitaires.
- Faire des prédictions sur l'étendue future des changements dans la couverture de glace de mer dans l'Arctique.
- Créer des haïkus illustrés pour représenter leurs prédictions.

Durée

Deux périodes de 60 à 90 minutes

Niveau ciblé

Secondaire (secondaire 1 à 5; 9e à 12e année)

Matériel

- Carte : Évolution de la glace de mer dans l'Arctique
- Extrait de *Polar Imperative* (Annexe A)
- Ligne du temps du changement climatique dans l'Arctique (Annexe B)
- Feuille d'activité du continuum de changement climatique (Annexe C)
- Imagerie satellitaire
- Accès à Internet pour examiner et explorer :
 - ▶ NASA Earth Observatory : World of Change, Arctic Sea Ice (en anglais seulement)
http://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/sea_ice.php
les paires d'images montrent la concentration de glace de mer pour le mois de septembre (gauche) et le mois de mars suivant (droite) pour une série temporelle allant de septembre 1999 à mars 2013.

.../suite

Introduction

Activité sur le changement climatique (inspiré par *Classroom Strategies for Interactive Learning, Anticipation Guides* in Buehl, 2014, pp.60-61)

Projetez la feuille d'activité sur le continuum du changement climatique ou faites-en des copies pour les élèves. Les élèves font d'abord l'activité individuellement et comparent ensuite leur réflexion avec un partenaire ou un petit groupe. Pendant qu'ils discutent de chaque affirmation, demandez aux élèves de justifier leur décision; demandez-leur de parler de leur réflexion et de communiquer leurs pensées et leurs connaissances. Demandez ensuite aux élèves de contribuer par leurs pensées et leur information à la discussion de toute la classe.

Lisez l'extrait de *Polar Imperative* et la ligne du temps du développement des ressources avec les élèves (lisez-le à haute voix, lisez-le ensemble ou demandez aux élèves de le lire individuellement). Une fois la lecture terminée, demandez aux élèves de revenir aux énoncés de la feuille d'activité afin de voir si ce qu'ils pensent a changé. Avec un partenaire ou en petits groupes, demandez-leur de trouver dans le texte l'information qui appuie ou infirme chaque énoncé. Corrigez la feuille d'activité en modifiant les énoncés, s'il y a lieu, pour les rendre cohérents avec l'information provenant de *Polar Imperative*.

Informez les élèves qu'ils vont maintenant passer de l'analyse d'information textuelle à l'analyse d'information visuelle sur le changement climatique dans l'Arctique. Ils recenseront des modèles et des tendances dans l'étendue de la glace de mer arctique à partir de cartes et d'images satellitaires et feront des prédictions sur l'ampleur future des changements dans la couverture de glace de mer dans l'Arctique.

Développement

Projetez la carte de l'évolution de la glace de mer dans l'Arctique pour que toute la classe puisse la voir. (Si les élèves ont vu la leçon d'introduction de la trousse de ressources, ils connaissent déjà cette carte.) Demandez aux élèves de répertorier les modèles et les tendances de changement dans le couvert de glace à partir de la carte. Explorez l'imagerie satellitaire pour la même période sur le site de la NASA ou du National Snow and Ice Center et examinez les modèles et les tendances. L'information correspond-elle à ce que vous voyez sur la carte? Y a-t-il des différences? Quelles sont les forces/limitations de ce type d'information par rapport à l'information textuelle?

À partir de ces données, demandez aux élèves de faire des prédictions sur l'ampleur des changements à venir dans le couvert de glace de mer et l'effet possible du changement climatique dans l'Arctique. Dites-leur qu'ils présenteront leur prédiction sous forme de haïku illustré afin d'établir un lien créatif avec leur réflexion.

Conclusion

Montrez aux élèves quelques exemples des haïkus magnifiquement illustrés publiés par Gregory C. Johnson et qui représentent les constats faits par le GIEC en 2013. Plusieurs de ces haïkus portent sur l'environnement arctique. Discutez brièvement de l'effet de ces haïkus comparativement aux rapports scientifiques portant sur les mêmes constats. Demandez aux élèves de créer leurs propres haïkus illustrés, en s'inspirant de l'information obtenue durant la leçon. (Projetez ou distribuez le modèle de haïku au besoin.) Les haïkus pourraient être exposés à l'école ou sur un site Web.



- ▶ National Snow and Ice Center : Satellite Observations of Arctic Change (en anglais seulement)

<http://nsidc.org/soac/sea-ice.html#seaice>

Les cartes et les graphiques montrent comment le couvert de glace de l'océan Arctique varie pour différentes années et différents mois par rapport aux moyennes enregistrées entre 1979 et 2012. Les cartes montrent le profil spatial des différences (anomalies) dans la concentration de la glace de mer pour chaque année et mois.

- ▶ Haïkus sur le changement climatique publiés par Gregory C. Johnson et représentant les constats du GIEC en 2013 : https://www.wmo.int/youth/sites/default/files/field/media/library/full_ipcc_haiku_slides_opt.pdf
- ▶ Modèle de haïku : http://www.readwritethink.org/files/resources/lesson_images/lesson1072/haiku_pattern.pdf

Préparation :

Lire l'extrait de *Polar Imperative* afin de comprendre le contexte de cette leçon en lien avec la question de la souveraineté dans l'Arctique. Consultez la carte des changements de glace de mer dans l'Arctique, la ligne du temps et le glossaire pour connaître les relations spatiales, les faits et le vocabulaire utilisés dans cette leçon. Faites, au besoin, des copies de la feuille d'activité, de l'extrait de *Polar Imperative*, de la ligne du temps et du modèle de haïku. Examinez à l'avance les sites Web d'imagerie satellitaire et les haïkus sur le changement climatique.

Facultatif : Plusieurs enseignants trouvent très efficace la pratique d'enseignement par anticipation, pour tirer le meilleur parti du temps passé en classe. Avec cette leçon, cette technique peut être appliquée en mettant le passage tiré de *Polar Imperative*, la carte, la ligne du temps et le glossaire à la disposition des élèves avant de tenir l'activité. Les élèves ont alors la responsabilité de lire et d'examiner les documents de manière à arriver en classe prêts à participer aux activités et aux discussions.

Enrichissement

- Expédition arctique (la section sur les Collections présente de l'information sur les trésors naturels de l'Arctique et pourrait servir d'inspiration pour les haïkus...) http://www.expeditionarctic.ca/site/fr/les_collections-collection/
- Office national du film du Canada : La fonte
- https://www.onf.ca/film/la_fonte/

Dans ce court métrage d'animation, la disparition des glaces de l'Arctique pousse un ours polaire à tenter sa chance et à chercher du travail à la ville. Mais s'intégrer au monde des humains n'est pas chose facile et l'ours en arrive à trouver une solution plus originale à son problème.

Annexe A : Extrait de *Polar Imperative*

La principale caractéristique qui distingue l'Arctique est son climat – un froid brutal en hiver et des températures tempérées qui surprennent en été. À l'occasion, la région subarctique est soumise à des températures encore plus froides, puisqu'elle ne bénéficie pas de l'effet réchauffant de l'océan Arctique. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, les chutes de neige sont plus importantes dans la région subarctique, les quantités diminuant à mesure qu'on se dirige vers le nord et les régions balayées par le vent du Haut-Arctique, où le soleil reste bas sur l'horizon, sans se lever l'hiver et sans se coucher l'été. La longueur du jour au printemps et en été a un profond effet sur l'environnement, apportant l'énergie nécessaire pour soutenir la vie végétale et animale sans faire fondre le sol gelé. C'est ainsi que la glace et la neige ont sculpté le paysage du Nord, les changements ne survenant que lors des périodes de changement importants des températures. La grande époque glaciaire et le petit âge glaciaire en sont deux exemples; la tendance actuelle au réchauffement en est un autre (Grant, 2010, p.7).

D'un point de vue historique, les grands changements climatiques ont souvent joué un rôle de catalyseur pour les changements de pouvoir et d'occupation (de l'Arctique). Une tendance au réchauffement a permis l'arrivée des premiers occupants, et un refroidissement les a fait disparaître; les changements de température continuent d'influencer l'intérêt commercial envers les ressources de la région. Avec de rares exceptions, les périodes de réchauffement ont engendré une concurrence plus féroce, les périodes de refroidissement un déclin. La récente tendance au réchauffement contribue encore une fois à un accroissement de la concurrence, en raison d'un accès plus facile aux ressources et de frais d'expédition plus bas par les routes maritimes du nord plutôt que par les canaux de Panama ou de Suez. Par conséquent, les pays d'Europe et d'Asie augmentent leurs pressions pour que le Passage du Nord-Ouest et la Route maritime du nord soient déclarés détroits internationaux plutôt que des eaux intérieures revendiquées par le Canada et la Russie (Grant, 2010, p.398-399).

L'ancienne présidente du CCI Sheila Watt-Cloutier a plusieurs fois répété que la tendance au réchauffement de l'Arctique s'apparentait au « canari dans la mine », parce qu'il est un signe avant-coureur de conséquences encore plus graves ailleurs dans le monde. Cette déclaration s'appuie sur des données scientifiques voulant que la fonte de la glace de mer et plus particulièrement de la calotte glaciaire du Groenland fera éventuellement monter le niveau des océans du monde; d'autres sont plus prudents dans leurs prédictions. Bien qu'à ce jour le changement climatique n'ait pas eu des effets aussi négatifs dans les régions tempérées du globe, la modélisation du climat laisse voir que

Liens aux Normes nationales canadiennes en géographie

Élément essentiel n° 5 : Environnement et société

- Effets mondiaux des modifications apportées par les humains à l'environnement
- Effets mondiaux sur l'environnement humain dus à des changements dans l'environnement physique
- Enjeux environnementaux

Le réchauffement planétaire augmentera de façon graduelle au cours du prochain siècle, avec des conséquences potentiellement désastreuses pour les plus pauvres des pays en développement. Le débat continue de faire rage sur l'ampleur des hausses de température à l'échelle mondiale et leur rapidité.

L'équilibre écologique de l'Arctique est menacé, la préoccupation la plus médiatisée concernant la capacité d'adaptation de l'ours polaire. Une inquiétude plus immédiate concerne l'arrivée des prédateurs du sud, comme l'épaulard, que l'on commence à voir dans le bassin Foxe, où il menace la vie marine existante. Le rorqual à bosse a été observé bien au nord de son habitat usuel, notamment dans une zone prévue pour des installations de forage en haute mer (Grant, 2010, pp.409-410).

Annexe B : Ligne du temps du changement climatique dans l'Arctique

Il y a 55 millions d'années	Pointe de la tendance au réchauffement, alors que l'océan Arctique était beaucoup plus chaud. Il existait des habitats de plantes et d'animaux d'eau douce en raison de la fermeture des détroits entre les eaux de l'océan Arctique et les océans Atlantique et Pacifique. (p.26) Les fossiles découverts comprennent des animaux marins préhistoriques comme le champsosaurus, le titkaalik et la tortue asiatique d'eau douce. (p.27)
Il y a 800 000-450 000 ans	Des troncs d'arbre fossilisés remontant à cette époque ont été découverts sur l'île Axel Heiberg. Des échantillons de noyaux de glace du Groenland contiennent des échantillons de papillons de nuit, de papillons, de coléoptères et d'araignées, ainsi que du pollen et des aiguilles d'épinette, de pin et d'une espèce d'if. (p.27)
Il y a 450 000 ans	Les températures dans l'Arctique baissent suffisamment pour créer le couvert de glace qui existe actuellement. (p.26)
Il y a 125 000 ans	Dernière période de réchauffement, avec des températures estimées à peine 5 degrés Celsius plus élevées qu'aujourd'hui. Couvert de glace maintenu durant cette dernière période de réchauffement. (p.27)
Il y a 80 000-20 000 ans	Une période de froid intense, la grande époque glaciaire, laisse un épais couvert de glace sur la plus grande partie de ce qui est aujourd'hui le Canada et le nord des États-Unis.
1275 à 1850	Le petit âge glaciaire est une période de refroidissement graduel ayant influé sur la croissance de la banquise de l'Atlantique Nord dès 1250 apr. J.-C., avec un minimum aux environs de 1850 apr. J.-C.
Années 1990	Au milieu de la prospérité économique, on commence à se rendre compte que le monde pourrait faire face à une tendance soutenue au réchauffement qui pourrait s'avérer irréversible en l'absence d'action coordonnée à l'échelle mondiale pour en atténuer les causes non naturelles. (p.406)
Années 2000	Le milieu scientifique émet des avertissements à propos de l'accélération inhabituelle du réchauffement des températures dans l'Arctique, causée en partie par la libération de quantités croissantes de CO ₂ et d'autres gaz à effet de serre dans l'atmosphère. De nouvelles découvertes de pétrole, de gaz, de diamants et de minéraux coïncident avec une accélération du réchauffement de l'Arctique et de la fonte des glaces continentales et des glaces de mer. (p.406) Les Yup'ik de la côte ouest de l'Alaska subissent une grave érosion causée les inondations; le village de Newtok est abandonné et ses 340 habitants sont relogés sur des hauteurs à 9 mi de là. (p.409)
2008	Des chercheurs russes sont forcés de demander une évacuation d'urgence de leur station de recherche située sur un floe à la dérive. Bien qu'ils aient utilisés de tels floes chaque année depuis plus de 50 ans, leur radeau de glace a cette fois fondu à une petite fraction de sa taille de départ plus de six semaines avant la date prévue de leur départ. (p.410)
2009	Les observations satellitaires de la NASA montrent que la glace de mer permanente continue de diminuer, la glace de l'année représentant plus de 70 % du total comparativement à 40-50 % dans les années 1980 et 1990. La fonte de la glace de l'année en été une baisse pose des problèmes pour la navigation.

SOURCE : POLAR IMPERATIVE, PAR SHELAGH GRANT

Annexe C : Feuille d'activité – Continuum du changement climatique

Lisez les énoncés suivants, qui portent sur le climat et le changement climatique dans l'Arctique. Réfléchissez à ce que vous savez ou avez entendu à propos de chaque énoncé. Placez un X le long du continuum pour indiquer dans quelle mesure vous êtes d'accord ou en désaccord avec l'énoncé.

A) Caractéristiques du climat de l'Arctique :

Il y fait très froid en hiver et en été.

Fortement d'accord ----- Fortement en désaccord

Les chutes de neige sont importantes dans l'Arctique.

Fortement d'accord ----- Fortement en désaccord

L'Arctique voit très peu la lumière du jour, même en été.

Fortement d'accord ----- Fortement en désaccord

À travers l'histoire, le paysage arctique est connu pour son évolution constante.

Fortement d'accord ----- Fortement en désaccord

B) Enjeux contemporains du changement climatique :

La plus récente tendance au réchauffement dans l'Arctique crée une concurrence accrue pour les ressources.

Fortement d'accord ----- Fortement en désaccord

La fonte de la glace de mer arctique n'aura aucune incidence sur les collectivités humaines.

Fortement d'accord ----- Fortement en désaccord

La présence des épaulards dans l'Arctique constitue une menace pour la vie marine de la région.

Fortement d'accord ----- Fortement en désaccord

Changements de la glace marine dans l'Arctique

