

Table des matières

1. Introduction	3
2. Contexte / objectifs	3
3. Cadre théorique / compte-rendu de la revue de la littérature	4
4. Méthodologie / données	6
5. Résultats	6
6. Analyse et discussion	14
7. Conclusion et recommandations	14
8. Références	15
Annexes	16

1. Introduction

Dans le but de susciter l'intérêt des élèves du Nunavik pour les sciences, notre équipe a développé depuis 2010 le programme AVATIVUT. Les objectifs généraux du programme sont de : 1) Créer du matériel pour l'enseignement des sciences adapté au contexte local; 2) Stimuler l'intérêt des jeunes Inuit pour la science; 3) Faciliter l'enseignement des concepts prescrits en Science et Technologie (S&T); 4) Relier ce qui est appris en classe de S&T avec leur milieu de vie et 5) Documenter les changements environnementaux dans l'Arctique. Et de façon primordiale, il faut comprendre que le succès scientifique d'AVATIVUT dépend de sa pertinence et de son succès au niveau pédagogique. Ce travail a été fait en étroite collaboration avec la Commission Scolaire Kativik et le Centre d'Études Nordiques.

Nous avons ainsi créé diverses situations d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) scientifiques de type *hands-on* qui sont adaptées à la culture inuite et à l'environnement nordique. Les thématiques actuellement développées portent sur la productivité des petits fruits, l'observation de la glace et les processus du pergélisol. Les élèves intègrent les concepts du curriculum officiel en Science et Technologie et en Mathématiques par l'entremise d'activités reliées à l'observation et à la mesure en temps réel de leur territoire ainsi qu'aux savoirs inuit. Pour ce faire, nous avons donc mis en place un réseau de 48 parcelles permanentes (20 m X 20 m) pour la récolte des petits fruits et la mesure de la température du sol et des stations d'observation de la glace réparties dans les 14 villages nordiques du Nunavik. Le choix des sites pour l'installation des parcelles et stations a été fait en concertation avec les institutions locales (école, conseil municipal et land-holding). Des inventaires de base ont été réalisés au sein des parcelles de petits fruits, afin de suivre leur évolution dans le temps. Parallèlement à l'apprentissage des sciences, les élèves bâtissent ainsi une base de données leur permettant de suivre les variations annuelles de ces paramètres dans les 14 communautés. Les SAÉ sont appuyées par des capsules vidéo afin de présenter les protocoles et les concepts scientifiques d'une manière plus attrayante pour les jeunes : <http://www.cen.ulaval.ca/avativut/>. Le portail Internet AVATIVUT, qui est hébergé par le Centre d'Études Nordiques, permet aussi d'archiver les données récoltées, de les consulter et d'échanger avec d'autres communautés ainsi qu'avec les chercheurs.

2. Contexte / objectifs

Au moment de l'implication d'OURANOS, le projet est bien avancé mais de nombreux défis demeurent afin de compléter l'implantation, de développer des approches pédagogiques adaptées, d'offrir de la formation aux enseignants et d'assurer la pérennité du programme Avativut. En effet le contexte de l'éducation au Nord, notamment le haut taux de roulement du personnel, le taux élevé de décrochage ainsi que des changements importants au sein de la Commission scolaire, nous oblige à innover et à s'adapter constamment. Il est aussi primordial d'ancrer le programme au sein des institutions locales pour en garantir la survie à long terme.

L'objectif général de cette phase était donc d'assurer la pérennité du programme AVATIVUT et de construire une base de données environnementales pour le suivi communautaire des changements climatiques au Nunavik, dans un cadre scolaire.

Les objectifs spécifiques visaient :

1. **La formation aux enseignants**
2. **L'optimisation des SAÉ**

3. **L'amélioration des outils**
4. **La continuité**
5. **La promotion des liens entre les SAÉ et le climat**

Il faut noter ici que le contexte du projet a changé en cours de route. En effet, en 2015 et 2016, AVATIVUT a été développé en étroite collaboration avec la Commission Scolaire Kativik (CSK ou KSB). Toutefois, suite à une démarche d'autodétermination et d'autochtonisation de la CSK, à des changements importants de personnels (dont le directeur du développement des curriculums) et à la nouvelle accréditation du programme de science et technologies par le Ministère de l'Éducation, la Commission Scolaire a effectué en 2016-2017 la révision de tous ses programmes et partenariats. L'équipe de notre projet a été complètement exclue du processus de révision du programme AVATIVUT, malgré de nombreuses demandes de rencontre et une offre de collaboration. En juin 2017, la position officielle de la Commission Scolaire, maintenant appelée Kativik Ilisarniliriniq, est :

*“Our Inuit culture land based science developers have recently reviewed the Avativut program. The review led us to the conclusion **that we will not be working with the program**, as it is mainly a repetitive data collection from our students. The process of the collection process can possibly be a job creation within Nunavik as there are much needed jobs in some communities.” Etua Snowball, Director, Education Services.*

*“The classroom materials that were developed between KSB and AVATIVUT **will still be used in the classrooms to learn science**, however, any further developments or modifications together have stopped until further notice. Our science team and teachers can make adjustments to the program now that the research equipment or other components are no longer available through AVATIVUT.” Vanessa Chaperlin, Assistant Director Curriculum Development 1st language.*

Suite à cette nouvelle situation et après discussion avec le comité de suivi, l'objectif 4 (Continuité) passe maintenant par une nouvelle activité, soit le développement d'**une nouvelle version des SAÉ pouvant s'adresser à une autre clientèle que celle de Kativik Ilisarniliriniq.**

3. Cadre théorique / compte-rendu de la revue de la littérature

Les situations d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ)

La situation d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) consiste en une manière de planifier en cours de cycle l'enseignement en vue de développer des compétences en lien avec le Programme de formation (MELS 2011). Elle comprend ainsi des tâches qui développent une ou plusieurs compétences transversales et disciplinaires. De plus, la SAÉ intègre l'évaluation de façon continue dans une perspective d'aide à l'apprentissage et de jugement sur l'état de développement des compétences. (MELS, 2005)

Les caractéristiques et éléments constitutifs d'une SAÉ (CS des Patriotes, 2006) :

- Un contexte associé à une problématique;
- Un ensemble de tâches complexes; - visant la mobilisation des ressources; - sollicitant l'ensemble de la compétence (composantes et critères); - permettant d'acquérir de nouvelles connaissances;
- Des activités d'apprentissage liées aux connaissances - visant l'acquisition et la structuration de connaissances (déclaratives, procédurales et conditionnelles) nécessaires à la réalisation des tâches complexes; - sollicitant des aspects ciblés de la compétence;

- Des activités d'apprentissage signifiantes, variées, étendues (portant sur une compétence disciplinaire, plusieurs compétences d'une même discipline ou plusieurs compétences de disciplines différentes);
- Des activités d'apprentissage qui intègrent les trois phases de la démarche pédagogique (préparation, réalisation, intégration) et qui permettent à l'élève de mobiliser des ressources (internes et externes, acquises et à acquérir). (MELS, 2005 et 2006)

Le projet AVATIVUT

De Hébert-Houle, 2017 :

Les programmes de suivi communautaire sont de plus en plus présents en recherche, tandis que les programmes éducatifs en enseignement de science et technologie (S&T) valorisant de plus en plus la connexion à des situations réelles voient le jour. Ces tendances sont très en vogue dans les communautés autochtones, qui exigent que les méthodes et les relations entre les communautés et le domaine des sciences, au sens large, se transforment et qui désirent voir le rapport à la science se transformer positivement chez leurs jeunes. Un programme comme celui d'Avativut, qui propose du suivi environnemental en cours de S&T au Nunavik, tout en impliquant des membres de la communauté dans la classe de sciences, arrive donc à point. Il suggère de nombreux éléments documentés ou proposés pour favoriser l'intérêt des jeunes autochtones à la science.

Cette recherche démontre que des activités intégrant l'environnement et la culture locale sont à considérer comme favorisant de l'engagement comportemental de la part des élèves inuit rencontrés.

S'intéresser à produire des activités permettant du « travail engageant » et à comprendre l'engagement des élèves inuit s'attaque directement aux enjeux de motivation et de persévérance scolaire dans les communautés. Cette recherche qualitative par études de cas n'est pas généralisable, mais elle apporte tout de même de belles réflexions pour d'autres contextes. Elle fait réfléchir sur l'utilisation d'activités engageantes intégrant des éléments décolonisants par la culture et l'environnement pour adapter le matériel scolaire afin de stimuler l'engagement des élèves.

Discuter de la nature environnante en apprenant des concepts scientifiques vulgarisés, participer à un réel projet de science de suivi environnemental avec des chercheurs, valoriser la culture locale, ses détenteurs et les histoires de la région ne représentent pas des « activités comme les autres ». En effet, elles ont une valeur ajoutée intime et profonde pour les élèves; les comportements et l'attention des élèves l'ont démontré. De telles initiatives en milieu autochtone méritent d'être mieux documentées afin de supporter leur développement. La valeur de ces projets est proportionnelle au potentiel qu'elles ont de transformer les pratiques éducatives dans les écoles autochtones. Ces types d'activités peuvent être reproduits dans d'autres SAE en S&T ou encore dans d'autres domaines scolaires (sciences humaines et sociétés, art, mathématiques, langue seconde) et favoriser l'engagement multidomaine. »

De Morgan, 2017:

“In addition to first language classes being strong examples of how the Kativik School Board and its partners are successfully implementing culturally relevant education there are a growing number of culturally relevant projects entering the classrooms in Nunavik. One of these projects is the Avativut Project.

They function within the criteria of culturally relevant pedagogy, as they seek to ground academic success in the learner's culture, and develop a learner's cultural and critical consciousness.

Through my own teaching experience in the project, I have witnessed the power of this type of education as students use Euro-Canadian concepts to augment traditional knowledge in the name of science. Learners are empowered by the understanding they achieve about their world through their own cultural lenses. At various times I have witnessed the “aha” moments when students recognize that the knowledge passed down to them by Elders and others is more reliable, has predated and/or has corrected Euro-Canadian science. I have also learned a lot along this journey with my students, perhaps no more so than in the interview section of the berry productivity unit where students have conversations with Elders or adults about how the snow coverage from the previous winter influences the yearly berry production. Almost annually, in all three years I have completed this project with students, the interview data have accurately predicted the berry productivity for the local berry species we studied. In addition to the berry project, the Avativut

Project creators have been involved in another project in partnership with the KSB about the permafrost in Nunavik. The permafrost project involves learners investigating concepts about the permafrost, a layer of rock and soil that has been consecutively frozen for more than two years. The purpose of this project is for students to investigate concepts in relation to the geography of their communities. The second part of this project is for students to build connections between the concepts, climate change and the current and future building projects of the community. This curriculum project, although fully constructed, has yet to be deployed in the community in which I teach.

In summary, the Avativut Project and its creators have provided strong resources to help students strengthen their critical consciousness through the acquisition of knowledge and skills that let them challenge the political, economic, and social status quo. In this project, this has occurred through content and pedagogy that examines climate change in the north and how it affects students’ lives. The result of this kind of experience has been that students learn to connect characteristics of the environment with climate change, to understand current and future challenges, obtaining the ability to articulate their understanding, and become advocates for their community- a very powerful competency for students.”

4. Méthodologie / données

Dans le cadre de ce rapport et du contexte particulier de ce projet, cette section est plutôt intégrée aux résultats, soit dans la section 5.

5. Résultats

5.1. Formation aux enseignants (2015-2016)

Afin de s’assurer que le programme AVATIVUT soit bien compris par les enseignants et bien intégré dans leur classe, nous avons développé *AVATIVUT Mobile*. Cette formation d’une journée (Figure 1) a pour objectif d’expliquer et de décortiquer AVATIVUT aux enseignants de science et aux enseignants de culture Inuit du Nunavik, d’échanger avec eux pour améliorer les SAÉ, d’intégrer les enseignants Inuit au programme et de faire jouer aux enseignants, le rôle des élèves.

Les premiers ateliers de formation au Nunavik ont été offerts en novembre 2015 à l’école Ikusik de Salluit et à l’école Arsaniq de Kangiqsujaq. Au total, neuf enseignants de science, cinq enseignants de

culture (Inuit), une commissaire scolaire et deux aînés ont participé. Deux autres ateliers ont été offerts en janvier 2016, à l'école Kiluutaq d'Umiujaq (7 participants) et à l'école Innalik d'Inukjuak (17 participants). Le directeur du développement des curriculums en S&T et une conseillère pédagogique ont également assisté à l'un ou l'autre des ateliers.

L'intérêt suscité par ces ateliers a été extrêmement positif. Les participants nous ont fait part de leur très grande appréciation de la formation et de la meilleure compréhension qu'ils en tiraient. Ces ateliers ont permis de faire découvrir aux enseignants, le potentiel des SAÉ pour leurs élèves et ils ont aussi permis d'établir des voies de collaborations entre les enseignants de science et les enseignants Inuit.



Figure 1: Activité sur la SAÉ des petits fruits lors de l'atelier AVATIVUT Mobile à Inukjuak

En vue de financer la tenue d'AVATIVUT Mobile dans les 10 autres communautés, une demande a été montée pour le programme de recherche du FRQSC sur la persévérance et la réussite scolaires. Mais en raison du changement de paradigme à la CSK, elle n'a pu être déposée.

5.2. Optimisation des SAÉ (2015-2016)

Suite aux commentaires des participants aux ateliers, de la Commission Scolaire et du comité de suivi OURANOS, nous avons retravaillé plusieurs aspects des SAÉ, tels que la simplification des protocoles de collecte des données, la refonte et l'harmonisation des questions de l'entrevue avec un aîné et l'intégration de liens avec le climat. Trois SAÉ révisées ont donc été livrées à la Commission Scolaire :

- Combien y-a-t-il de fruits?
- Une mission glaciale
- Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle?



Figure 2: Les SAÉ AVATIVUT

5.3. Amélioration des outils (2015-2016)

Nouvelle version de PERMASIM

PERMASIM est une application pour ordinateur qui simule la profondeur et l'intensité du gel du sol et du pergélisol au Nunavik à partir de données climatiques réelles et spécifiques pour chaque communauté, pour différents types de sol et de couvert végétal. Cette application fait partie de la SAÉ Pergélisol et a été développée en collaboration avec l'Université Laval.

Dans cette phase, l'objectif était d'intégrer à l'application PERMASIM, des scénarios de changements climatiques (Figure 3). Ainsi, en collaboration avec OURANOS, des simulations climatiques des températures de l'air ont été réalisées dans les 13 villages avec présence de pergélisol (ce qui exclut Kuujuarapik) pour les périodes 1995-2015, 2040-2060 et 2080-2099. Puis, en collaboration avec l'Université Laval, la modélisation des températures dans le pergélisol a été faite pour ces nouveaux climats, en fonction du type de sol, du type de végétation, de la profondeur et de la présence d'infrastructures (par exemple, un lit de gravier). Enfin, l'application et l'interface ont été reprogrammées pour intégrer ces nouvelles composantes. Cet outil est actuellement utilisé lors de formations que l'Université Laval (professeur Michel Allard) donne à des municipalités et organismes du Nunavik et du Nunavut.

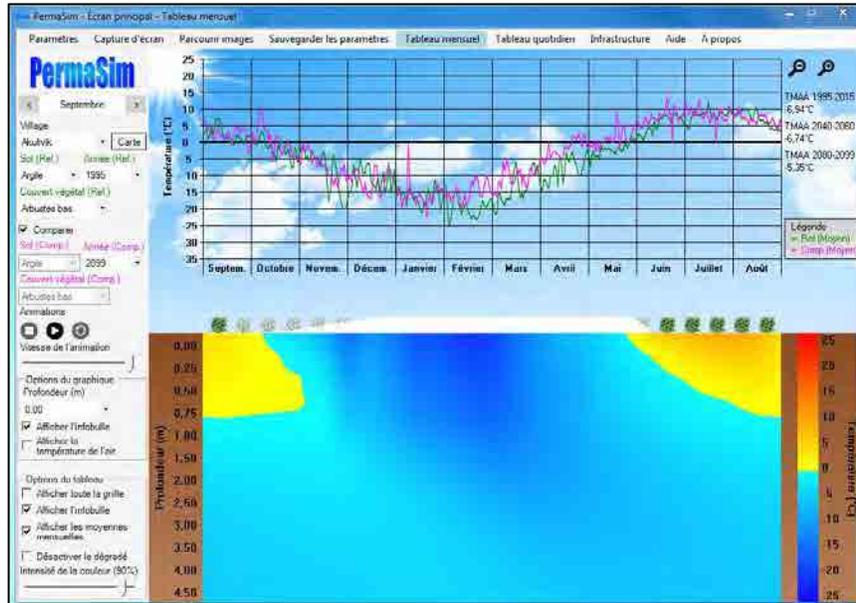


Figure 3: Exemple de sortie de PermaSIM 2

Outil de création de graphiques

L'objectif de ce nouvel outil est de fournir un support à la visualisation et à la comparaison des données récoltées par les élèves. Cet outil a été d'abord développé pour explorer la base de données créée lors de la réalisation de la SAÉ Petits fruits dans les différents villages depuis 2012. Elle a d'abord été validée et structurée.

L'outil de création de graphiques automatisée a donc été programmé pour montrer la productivité des plants échantillonnés (g/m^2) selon l'espèce, le village et l'année. Il permet ainsi de montrer les différences ou les similitudes pour ces mêmes variables. L'outil fait également des liens avec le climat. Il récupère les données climatiques d'Environnement et Changement climatique Canada et permet d'afficher la productivité en fonction du contexte climatique (été chaud, pluvieux, etc...) (Figure 4).

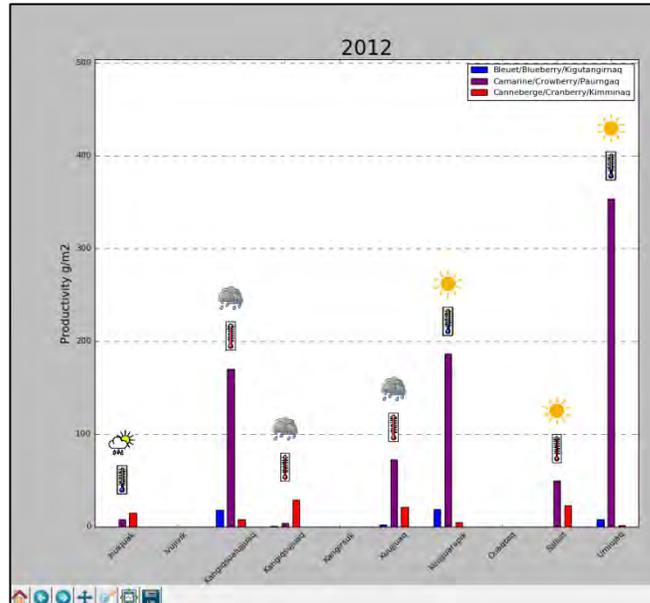


Figure 4: Exemple de sortie de l'outil de création de graphiques

5.4. Continuité (2015-2018)

Dans un souci de pérennité et en regard du contexte évolutif du projet AVATIVUT, plusieurs démarches ont été entreprises.

Affiche promotionnelle du programme AVATIVUT

Cette affiche explicative (Figure 5) a été conçue pour faciliter la promotion, l'explication et la diffusion du programme AVATIVUT auprès des enseignants mais aussi auprès de la Commission scolaire, des communautés ou d'autres intervenants.

Lien entre AVATIVUT et un projet réel de suivi des glaces

Depuis 2015, l'INRS mène un projet de surveillance des glaces autour des infrastructures maritimes de Baie Déception, Salluit et Kangiqsujuaq pour le compte de l'Administration Régionale Kativik et de Mine Raglan (une Compagnie Glencore). Un pont a été établi entre ce projet et AVATIVUT. À chaque année, les enseignants de science réalisent la SAÉ Mission Glacière et lorsque les chercheurs viennent faire des mesures d'épaisseur de glace dans la communauté, une activité est organisée avec les classes de science. Les chercheurs présentent d'abord le projet de suivi des glaces, puis tout le monde se rend sur la glace pour une initiation au forage et au carottage de glace (Figure 6). On retourne ensuite en classe, pour une analyse d'échantillons de glace.

Création de la SAÉ Bleuets

En parallèle au projet, et en collaboration avec l'Institut de Développement Durable des Premières Nations du Québec, l'UQTR a élaboré une version adaptée de la SAÉ Petits Fruits pour les écoles des communautés Atikamekw. Entre autres, le protocole a été adapté pour la mesure de la productivité des bleuets en forêt boréale et pour les références culturelles des Atikamekw.

AVATIVUT

AVATIVUT, which means "Our environment" in Inuktitut, is a series of educational activities allowing Nunavut high school students to better learn about science through hands-on activities connected to their environment and culture. The educational material promotes community involvement and student participation in the field and through classroom activities. Another aim of AVATIVUT is to build a long-term environmental database using the data collected by students.

AVATIVUT, qui signifie « Notre environnement » en Inuktitut, est une série d'activités éducatives qui permet de rendre l'apprentissage des sciences plus intéressant pour les élèves des écoles secondaires du Nunavut grâce à des activités à main à la pâte et connectées à leur environnement et à leur culture. Ce matériel pédagogique encourage l'implication de la communauté et des élèves lors des activités sur le terrain et en classe. AVATIVUT vise également à constituer une base de données environnementales à long terme à partir des données récoltées par les élèves.

AVATIVUT is an innovative program in the with the decolonization of science education movement. It values competencies and abilities both useful in science and Inuit traditional knowledge, such as curiosity, observation and problem solving. AVATIVUT values the holistic and the complementarity between Western science based on local environment, culturally relevant themes, hands-on activities, collaboration between schools and researchers, and Indigenous knowledge involving local knowledge holders, Inuit teachers, land-based traditional activities and the use of Inuit language.

AVATIVUT est un programme novateur s'inscrit dans le mouvement de la décolonisation de l'enseignement des sciences. Il valorise des compétences et des habiletés utiles tant en science qu'en savoir traditionnel, telles la curiosité, l'observation et la résolution de problèmes. AVATIVUT favorise un équilibre et une complémentarité entre la science occidentale d'appuyer sur l'environnement local, des thèmes culturellement pertinents, des activités concrètes, une collaboration entre écoles et les chercheurs, et le savoir autochtone impliquant des détenteurs de savoir locaux, des enseignants Inuit, des activités traditionnelles sur le territoire et l'usage de la langue Inuite.

AVATIVUT





ovtivut@cen.ulaval.ca



<http://www.cen.ulaval.ca/ovtivut/>

Figure 5: Affiche explicative du programme AVATIVUT



Figure 6: Activité AVATIVUT sur la glace avec les classes de science

Communications

Afin d'assurer la diffusion du programme, d'en expliquer le processus de réalisation et d'adaptation et de susciter l'intérêt et la discussion, AVATIVUT a été présenté dans de nombreux forums : ACFAS, Colloque sur la persévérance scolaire, Inuit Studies, Symposium Ouranos, CRAD (ULaval), ArcticNet, etc... Le programme a aussi été présenté aux conseils de bande et aux directions scolaires de différentes nations autochtones (par ex : Atikamekw) et non autochtones (par ex : Commission scolaire du Littoral sur la Basse Côte-Nord).

Nouvelle version des SAÉ pour clientèle externe au Nunavik

Devant l'impasse vis-à-vis de Kativik Ilisarniliriniq, notre équipe s'est associée à l'organisme « La boîte à science » pour développer une version des SAÉ en dehors du canevas de la Commission Scolaire. Les objectifs étant d'adapter le matériel pour qu'il soit exportable à de nouvelles clientèles/régions, de donner une nouvelle signature visuelle propre aux SAÉ AVATIVUT et d'ajouter des éléments permettant la promotion des SAÉ vers ces nouvelles clientèles.

Le mandat spécifique était de :

- Réviser les SAÉ Petits Fruits et Glace pour mieux les cadrer dans le programme de formation de l'école québécoise et permettre leur exportation en dehors du Nunavik
- Préciser les liens avec la progression des apprentissages et ajouter un calendrier de réalisations
- Développer un outil de promotion
- Uniformiser la signature visuelle
- Ajouter des outils d'évaluation

Ce mandat devait toutefois respecter le cadre suivant :

- Conserver l'origine nordique et inuite (contexte et facture visuelle)
- Conserver les particularités du programme Avativut: Savoirs locaux, implication de la communauté, thématiques locales, approche pratique, activités en classe, sur le terrain et en laboratoire, protocoles expérimentaux, lien avec les chercheurs et avec le programme de formation de l'école québécoise (PFEQ), base de données.
- Cadrer les SAÉ dans le contexte des changements climatiques

Ainsi, un nouveau guide de l'enseignant clé en mains, un nouveau cahier de l'élève et une affiche promotionnelle ont été réalisés pour les SAÉ Petits Fruits et Glace, en version française (Figure 7; Figure 8). La transformation de la SAÉ Pergélisol et la version anglaise des documents nécessiteront un budget supplémentaire. La collaboration avec « La boîte à science » a également permis de tenir un « focus group » avec des enseignants de science de la région de Québec, afin de recueillir leurs commentaires et de mieux comprendre quels aspects des SAÉ seraient susceptibles de les intéresser et comment ils pourraient les intégrer dans leur classe.

AVATIVUT

SAÉ IDEALES POUR LE PROFIL STE

AVATIVUT, qui signifie « Notre environnement » en inuktitut, est un programme conçu initialement pour le Nunavik qui a été retravaillé pour s'intégrer aussi bien dans un contexte autochtone que dans un contexte non-autochtone. Ce programme vise à démocratiser la science en utilisant le milieu de l'élève comme environnement d'apprentissage. De plus, ces activités permettront aux enseignants de lier le contenu du programme scolaire avec les éléments présents dans la vie du jeune. Des activités terrain permettront à l'élève de mettre en pratique les connaissances et les habiletés acquises en classe dans la résolution de problèmes concrets.

ADAPTABLE à votre niveau, votre classe, votre communauté ou votre environnement! Parlez-en avec les chercheurs-concepteurs!

avativut@cen.ulaval.ca

LIQTA Université du Québec à Trois-Rivières, INRS, Centre d'études nordiques, OURANO, D.E. SCIENCE

LES PETITS FRUITS

SECONDAIRE 4

L'activité Avativut : Les petits fruits, permet aux élèves de se familiariser avec les changements climatiques et les impacts de ces changements sur leur milieu, notamment sur la végétation. Les élèves seront sensibilisés sur une parcelle de terrain afin d'en déterminer la productivité. Les données collectées permettront de suivre la production ou l'abandon des petits fruits dans le temps et de faire des liens entre les conditions climatiques et la productivité des petits fruits.

THÉMATIQUES ABORDÉES

UNIVERS VIVANT

- Productivité primaire
- Population
- Communauté
- Parasitisme

TERRE ET ESPACE

- Banques
- Effet de serre

Changements climatiques

- Cueillette de fruits
- Mesure de la productivité
- Extrusion d'an ané

www.cen.ulaval.ca/ativut

LIQTA Université du Québec à Trois-Rivières, INRS, Centre d'études nordiques, OURANO, D.E. SCIENCE

AVATIVUT

LES PETITS FRUITS

Guide de l'enseignant

AVATIVUT

LES PETITS FRUITS

Feuille de l'élève

Figure 7: Signature visuelle de la nouvelle SAÉ sur les petits fruits

AVATIVUT

SAÉ IDEALES POUR LE PROFIL STE

AVATIVUT, qui signifie « Notre environnement » en inuktitut, est un programme conçu initialement pour le Nunavik qui a été retravaillé pour s'intégrer aussi bien dans un contexte autochtone que dans un contexte non-autochtone. Ce programme vise à démocratiser la science en utilisant le milieu de l'élève comme environnement d'apprentissage. De plus, ces activités permettront aux enseignants de lier le contenu du programme scolaire avec les éléments présents dans la vie du jeune. Des activités terrain permettront à l'élève de mettre en pratique les connaissances et les habiletés acquises en classe dans la résolution de problèmes concrets.

ADAPTABLE à votre niveau, votre classe, votre communauté ou votre environnement! Parlez-en avec les chercheurs-concepteurs!

ativut@cen.ulaval.ca

INRS, LIQTA Université du Québec à Trois-Rivières, Centre d'études nordiques, OURANO, D.E. SCIENCE

MISSION GLACIALE

SECONDAIRE 3 ET 4

L'activité Avativut : Mission glaciale, permet aux élèves de se familiariser avec les changements climatiques et les impacts de ces changements sur la glace dans leur milieu. Cette activité est une occasion unique de permettre aux élèves d'utiliser la science et les savoirs locaux pour comprendre un phénomène naturel se déroulant dans leur environnement.

THÉMATIQUES ABORDÉES

UNIVERS MATÉRIEL

- États de la matière
- Médiate particulaire
- Masse volumique

TERRE ET ESPACE

- Effet de serre
- Salinité
- Glaciers et banquises

Changements climatiques

- Entrée d'un aliné
- Mesure de la glace
- Périodes d'enlèvement et de fonte

www.cen.ulaval.ca/ativut

INRS, LIQTA Université du Québec à Trois-Rivières, Centre d'études nordiques, OURANO, D.E. SCIENCE

AVATIVUT

MISSION GLACIALE

Guide de l'enseignant

AVATIVUT

MISSION GLACIALE

Feuille de l'élève

Figure 8: Signature visuelle de la nouvelle SAÉ sur la glace

6. Analyse et discussion

Les principaux défis rencontrés :

- Implantation dans le curriculum de S&T et dans la classe
- Appropriation par les enseignants et le milieu
- Adaptation constante à la réalité du milieu
- S'intégrer dans le mouvement d'inuitisation des institutions et des curriculums
- Composer avec le manque de ressources et les mouvements de personnel
- Assurer la pérennité du programme

Le succès du projet AVATIVUT a toujours résidé dans l'étroite collaboration entre les développeurs et la Commission Scolaire. Le produit était constamment adapté aux exigences de la Commission Scolaire et aux commentaires des enseignants, ce qui facilitait son implantation dans le curriculum de Science et technologies. L'étape suivante était d'établir la communication directe avec les enseignants, afin de s'assurer qu'AVATIVUT soit bien compris, bien appliqué, et pertinent au niveau de la classe. C'est ce qu'ont permis de réaliser les ateliers concrets d'AVATIVUT Mobile. À partir de ce moment, les enseignants savaient pourquoi et comment utiliser le matériel des SAÉ, de même que la vision d'AVATIVUT à leur avantage. L'intégration des enseignants Inuit dans les formations venait également faciliter les démarches liées à l'entrevue avec un aîné ou la sortie sur le terrain. En parallèle, les discussions directes avec les utilisateurs permettaient aux développeurs des SAÉ de faire des ajustements, des modifications et des améliorations aux documents et aux outils. AVATIVUT Mobile était la pierre angulaire pour une bonne implantation et pour une pérennité des SAÉ au Nunavik. Ce qui permettrait ensuite de nourrir à plus long terme, une base de données environnementale et communautaire.

Le changement de cap de la Commission scolaire a évidemment chambardé le plan initial. La perception des nouveaux arrivants aux postes décisionnels ne retenait que l'aspect de collectes de données du programme AVATIVUT. Perception incorrecte, considérant tous les efforts investis pour créer des SAÉ pertinentes au niveau pédagogique et au niveau culturel et le nombre encore réduit de données réelles récoltées jusqu'à maintenant. Malheureusement, nous n'avons pas pu défendre notre travail auprès de la Commission Scolaire, cette dernière ayant refusé de nous rencontrer.

Cette communication difficile ne diminue toutefois en rien, la réception positive qu'AVATIVUT a reçue de la part des collaborateurs initiaux de la Commission Scolaire, des enseignants, des élèves, des communautés ou des partenaires. À preuve, le matériel initialement développé est encore utilisé dans l'ensemble de la Commission scolaire. La valeur, la pertinence et l'intérêt des SAÉ AVATIVUT ne sont pas mis en doute. Il était donc naturel de prendre les moyens pour adapter le programme vers de nouvelles clientèles.

7. Conclusion et recommandations

Principales leçons apprises :

- Avoir une capacité d'adaptation aux changements contextuels du milieu avec lequel on travaille
- Initier une implication directe avec des intervenants et collaborateurs inuit dès le début pour favoriser l'engagement du milieu

- Prévoir une implication financière équitable entre les parties pour favoriser la co-construction à tous les niveaux
- Ne pas prendre les partenariats pour acquis.

AVATIVUT s'adresse d'abord aux Premières Nations, de par son lien avec l'environnement, la culture et les savoirs locaux. Mais ce programme peut également être implanté et adapté n'importe où, en autant qu'il y ait présence de petits fruits, de glace ou de gel du sol dans l'environnement immédiat. Pour l'instant, le travail a permis de retravailler les SAÉ pour qu'elles soient plus universelles et qu'elles s'inscrivent mieux dans la progression des apprentissages du ministère, entre autres, dans le volet sur les changements climatiques. Le travail est toutefois en continuelle évolution et le matériel pédagogique ainsi que les protocoles scientifiques devront toujours refléter la réalité spécifique des utilisateurs. Nous soulignons également le fait que les méthodologies de recherche autochtones seront intégrées à ce processus évolutif et collaboratif autant que possible.

8. Références

Commission scolaire des Patriotes, 2006. Les situations d'apprentissage et d'évaluation.

http://www.recitarts.ca/IMG/pdf/SAE_lexique_final_mp-3.pdf

Hébert-Houle, Émilie (2017). Étude de cas du programme AVATIVUT au Nunavik : Décoloniser pour mieux engager les élèves. Mémoire présenté pour l'obtention de la maîtrise en sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières. 160 pages. <http://depot-e.uqtr.ca/8456/>

MELS, 2011. Programme de formation de l'école québécoise : Progression des apprentissages au secondaire, Science et technologie 1er cycle, Science et technologie 2e cycle, Science et technologie de l'environnement.

http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PDA_PFEQ_science-technologie-secondaire_2011.pdf

MELS, 2006. L'évaluation des apprentissages au secondaire, session de formation, hiver 2006.

MELS, 2005. Cadre de référence en évaluation des apprentissages au secondaire, version de consultation, mai 2005.

Morgan, Robert, (2017). Culturally Relevant Pedagogy in Nunavik. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Education (Leadership), Acadia University. 162 pages.

<https://scholar.acadiau.ca/islandora/object/theses:2160>

Annexes

Annexe 1 : SAÉ Les petits fruits (fiche de promotion, guide de l'enseignant, cahier de l'élève)

Annexe 2 : SAÉ Mission Glace (fiche de promotion, guide de l'enseignant, cahier de l'élève)

Annexe 3 : SAÉ Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? (cahier de l'élève, guide de l'enseignant et cartes de référence)

Annexe 4 : Présentations

- Session plénière ICASS (Suède): What is the role of education and education research in advancing understandings of the Arctic?
- Symposium Ouranos (Montréal) : Table ronde: S'impliquer pour s'engager sur la voie de l'adaptation.
- Atelier INTAROS-ELOKA (Québec): Community-Based Monitoring Experience Exchange Workshop: Engaging Indigenous Youth.
- Conférence-midi au CRAD (ULaval) : AVATIVUT : Suivi environnemental et apprentissage des sciences dans les écoles du Nunavik.

AVATIVUT

SAÉ IDÉALES POUR
LE PROFIL STE

AVATIVUT, qui signifie « Notre environnement » en inuktitut, est un programme conçu initialement pour le Nunavik qui a été retravaillé pour s'intégrer aussi bien dans un contexte autochtone que dans un contexte non-autochtone. Ce programme vise à démocratiser la science en utilisant le milieu de l'élève comme environnement d'apprentissage. De plus, ces activités permettront aux enseignants de lier le contenu du programme scolaire avec les éléments présents dans la vie du jeune. Des activités terrain permettront à l'élève de mettre en pratique les connaissances et les habiletés acquises en classe dans la résolution de problèmes concrets.



ADAPTABLE à votre niveau, votre classe, votre communauté ou votre environnement! Parlez-en avec les chercheurs-concepteurs!

avativut@cen.ulaval.ca

LES PETITS FRUITS

SECONDAIRE 4



L'activité *Avativut* : *Les petits fruits* permet à l'élève de se familiariser avec les changements climatiques et les impacts de ces changements dans son milieu, notamment sur la végétation. L'élève devra échantillonner une parcelle de terrain afin d'en déterminer la productivité. Les données colligées permettront de suivre la production des différentes espèces de petits fruits dans le temps et de faire des liens entre les conditions climatiques et la productivité des petits fruits.

THÉMATIQUES ABORDÉES

UNIVERS VIVANT

- Productivité primaire
- Population
- Communauté
- Perturbation



- Changements climatiques
- Cueillette de fruits
- Mesure de la productivité
- Entrevue d'un aîné

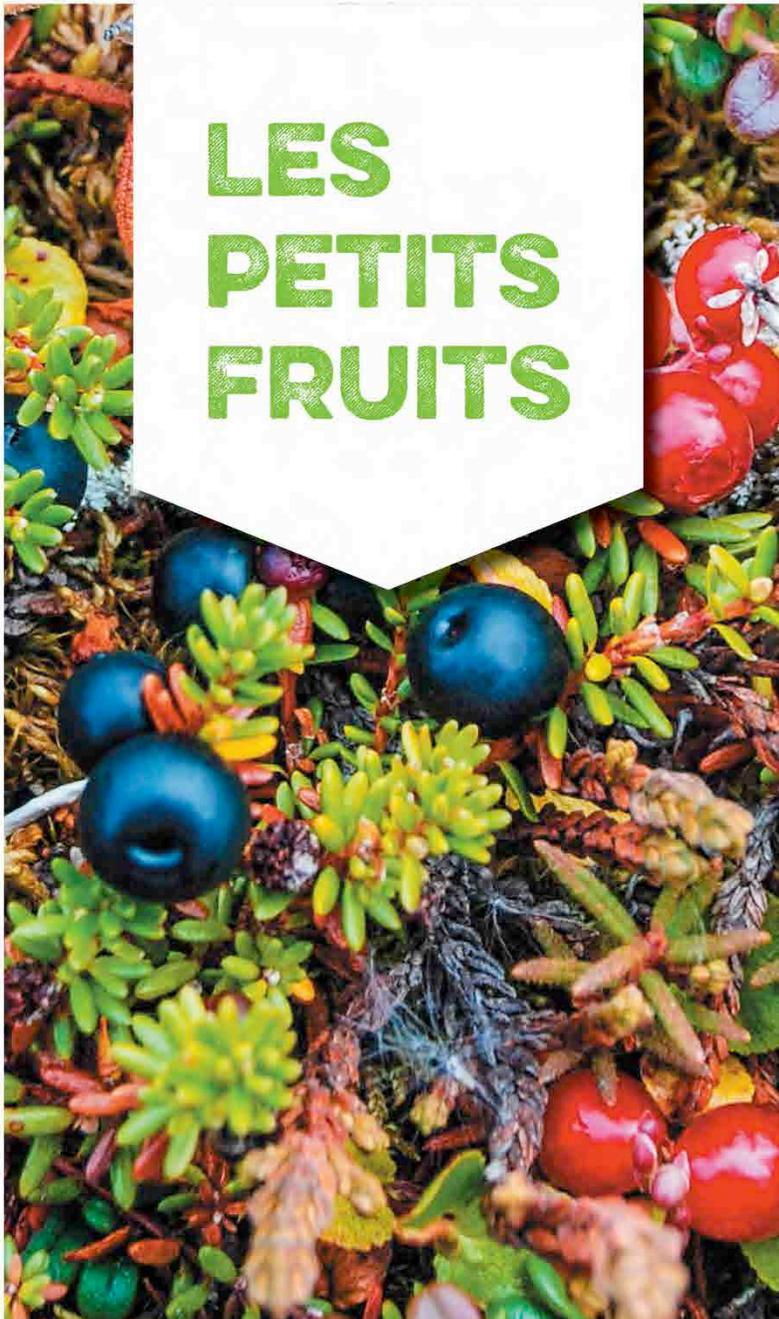
TERRE ET ESPACE

- Biomes
- Effet de serre



www.cen.ulaval.ca/avativut/

AVATIVUT



LES
PETITS
FRUITS

Guide de l'enseignant

AVATIVUT

LES PETITS FRUITS



Résumé du projet Avativut : Les petits fruits

AVATIVUT

AVATIVUT, qui signifie « Notre environnement » en Inuktitut, est une série d'activités éducatives qui permettent un apprentissage concret des sciences pour les élèves du secondaire grâce à des activités où l'élève est en action. La participation active de l'élève tout au long de l'activité lui permettra de s'investir dans ses apprentissages et de faire des liens entre ce qu'il apprend à l'école et la vie quotidienne. Ce matériel pédagogique encourage l'implication de la communauté, en particulier des aînés, lors d'activités sur le territoire et en classe.

AVATIVUT est un programme qui vise à démocratiser la science en utilisant le milieu de l'élève comme environnement d'apprentissage. De plus, ces activités permettront aux enseignants de lier le contenu du programme scolaire avec les éléments présents dans la vie du jeune. Ce processus de facilitation de l'intégration des apprentissages académiques à travers des situations authentiques permettra certainement à l'élève d'avoir un œil différent sur les connaissances et les compétences acquises en classe.

AVATIVUT a été développé initialement pour les jeunes Inuit du Nunavik, en collaboration avec la Commission Scolaire Kativik Ilisarniliriniq. Les trois thématiques originales sont ancrées dans le nord québécois puisqu'elles touchent la surveillance des glaces, la productivité des petits fruits et la dynamique du pergélisol. Les activités proposées valorisent des compétences et des habiletés utiles tant en science qu'en savoir traditionnel, telles la curiosité, l'observation et la résolution de problèmes. AVATIVUT favorise un équilibre et une complémentarité entre la science occidentale et le savoir local. La version qui vous est ici présentée a été retravaillée pour s'intégrer aussi bien dans un contexte autochtone que dans un contexte non-autochtone. Il est également possible de l'adapter encore plus spécifiquement à la réalité de votre niveau, de votre communauté ou de votre environnement, en discutant avec les chercheurs-concepteurs d'AVATIVUT. avativut@cen.ulaval.ca

Les petits fruits

L'activité *Avativut : Les petits fruits* permet aux élèves de se familiariser avec les changements climatiques et les impacts de ces changements dans leur milieu, notamment sur la végétation. Au cours de cette activité, les élèves devront échantillonner une parcelle de terrain afin d'en déterminer la productivité. Les données colligées permettront de suivre la production des différentes espèces de petits fruits dans le temps et de faire des liens entre les conditions climatiques et la productivité des petits fruits, ce qui aidera la communauté à s'adapter face à ces changements. De plus, ces données pourront servir d'argument aux communautés autochtones pour sensibiliser le reste du Québec sur l'impact des changements climatiques sur la faune et la flore, et ce, de façon encore plus marquée dans les régions nordiques.

Pour plus d'informations ou pour toutes questions sur *Avativut : Les petits fruits* vous êtes invités à contacter Mme José Gérin-Lajoie à l'adresse suivante : jose.gerin-lajoie@uqtr.ca.



Présentation du document

Ce document de l'enseignant est construit à la façon d'un scénario d'enseignement. Nous vous y proposons une façon de faire tout au long de l'activité. Il est au choix de l'enseignant de suivre le scénario en totalité ou en partie.

Les SAÉ AVATIVUT sont réalisées en s'appuyant sur le document *La progression des apprentissages au secondaire* en Sciences et technologie du Programme de formation de l'école québécoise.

Des évaluations sont présentées dans ce document. Il est possible pour l'enseignant de faire ces évaluations de façon formative ou de façon sommative. Les évaluations sont construites en lien avec le *Cadre d'évaluation des apprentissages du Programme de formation de l'école québécoise*.

L'enseignant trouvera des Capsules tout au long du document. Ces capsules servent d'enrichissement à la matière. Elles peuvent servir à combler du temps restant à une période (les activités sont conçues pour des périodes de 60 minutes) ou elles peuvent ajouter des éléments d'informations pour les intéressés.

Table des matières

Résumé du projet Avativut : Les petits fruits	v
<i>AVATIVUT</i>	v
<i>Les petits fruits</i>	v
Présentation du document	vi
Calendrier des activités	1
Progression des apprentissages	3
Préparation préalable de l'enseignant	5
Préparation du matériel	6
Séance 1 : Les changements climatiques	9
<i>Mise en situation (15 min)</i>	9
<i>Les changements climatiques; qu'est-ce que c'est? (10 min)</i>	16
<i>Les biomes au Québec (10 min)</i>	17
<i>Les plantes à fruits : distribution, espèce et reproduction (15 min)</i>	20
<i>Description des fruits à l'étude (10 min)</i>	22
Séance 2 : Échantillonnage des petits fruits	25
<i>Populations et communautés (10 min)</i>	25
<i>Introduction sur l'étude de population et vocabulaire scientifique (15 min)</i>	26
<i>Expérience : Détermination de la productivité des petits fruits (75 min)</i>	27
<i>Expérience 2 : Protocole alternatif (60 min)</i>	31
Séance 3 : La productivité des plantes à petits fruits	33
<i>Expérience : Détermination de la productivité des petits fruits, suite (30 min)</i>	33
<i>Recette à base de petits fruits et dégustation (30 min)</i>	36
Séance 4 : L'Entrevue, les petits fruits dans ma région	39
<i>Entrevue collective en classe d'un aîné autochtone ou d'un expert local (60 min)</i>	40
<i>Évaluation 1 : Questions d'entrevue</i>	41
Séance 5 : Compilation des données et conclusions de l'expérience	43
<i>Analyse des résultats obtenus (30 min)</i>	43
<i>Discussion : Ce que les données révèlent sur la variabilité de la productivité entre les espèces, les années et les sites et comment améliorer l'étude (30 min)</i>	43
<i>Évaluation 2 : L'analyse</i>	44



Calendrier des activités

<u>Au préalable par l'enseignant</u>	<u>Séance 1 : Les changements climatiques (60 min)</u>	<u>Séance 2 : Échantillonnage des petits fruits (100 min)</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Lecture du guide - Préparation du matériel - Trouver et inviter un aîné ou un expert local en classe pour la 4^e séance. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en situation : Les changements climatiques chez nous (25 min) - Les biomes au Québec (10 min) - Les plantes à fruits : distribution, espèce et reproduction (15 min) - Description des fruits à l'étude (10 min) 	<ul style="list-style-type: none"> - Populations et communautés (10 min) - Introduction sur l'étude de populations et vocabulaire scientifique (15 min) - Expérience : Détermination de la productivité des petits fruits (75 min)
<u>Séance 3 : La productivité des plantes à petits fruits (60 min)</u>	<u>Séance 4 : L'entrevue : Les petits fruits dans ma région (60 min)</u>	<u>Séance 5 : Compilation des données et conclusion de l'expérience (60 min)</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Expérience : Détermination de la productivité des petits fruits, suite (30 min) - Recette à base de petits fruits et dégustation (30 min) 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevue collective en classe d'un aîné autochtone ou d'un expert local (60 min) <p><i>Évaluation 1</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse des résultats obtenus (30 min) <p><i>Évaluation 2</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Discussion : Ce que les données révèlent sur la variabilité de la productivité entre les espèces, les années et les sites et comment améliorer l'étude (30 min)



Cette activité est une belle occasion de faire une activité de la rentrée avec vos élèves dans un contexte d'école ou de classe. En effet, la cueillette des petits fruits doit se faire au mois d'août ou de septembre, étant donné la fin de la saison de cueillette. Vous pouvez donc réaliser la cueillette lors d'une activité de début d'année et par la suite faire les autres séances d'activités.

Dans un contexte où il n'est pas possible de réaliser l'ensemble des activités prévues au calendrier, il est suggéré de réaliser les Séances 1 et 2. Par la suite, faire l'expérience de la Séance 3. Dans ce contexte, il est fortement recommandé de réaliser l'entrevue de la Séance 4 dans un autre cours. Finalement, faire l'analyse de la Séance 5 pour compléter le projet.



Progression des apprentissages¹

	Univers vivant	Terre et espace	Stratégies et techniques
Séance 1 Les changements climatiques chez nous	<ul style="list-style-type: none"> - Définir la productivité primaire comme étant la quantité de matière organique fabriquée par les végétaux d'un territoire donné (A.1.g.ii) - Expliquer les effets de certains facteurs qui influencent la productivité primaire (A.1.g.ii) 	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire l'effet de serre (A.4.b.i) - Expliquer les conséquences de l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre (A.4.b.ii) - Décrire des facteurs géographiques et climatiques qui influencent la distribution des biomes (A.5.a.i) - Décrire divers biomes terrestres (A.5.b.i) 	
Séance 2 Échantillonnage des petits fruits	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire une population donnée (A.1.e.i) - Décrire l'influence de facteurs biotiques ou abiotiques sur les cycles biologiques d'une population (A.1.e.ii) - Définir une communauté comme étant un ensemble de 		<ul style="list-style-type: none"> - Techniques de collecte d'échantillons ; prélever des échantillons de façon adéquate (B.g.i)

¹ Ce tableau fait référence à la progression des apprentissages tel que décrite par le document *Ministère de l'Éducation, Loisir et du Sport du Québec (2011) Programme de formation de l'école québécoise : Progression des apprentissages au secondaire, Science et technologie 1^{er} cycle, Science et technologie 2^e cycle, Science et technologie de l'environnement.*



	populations qui interagissent entre elles (A.1.e.iv)		
Séance 3 La productivité des plantes à petits fruits	- Évaluer la valeur énergétique et nutritionnelle de divers aliments (D.1.d.i)		
Séance 4 L'entrevue : Les petits fruits dans ma région			- Inventorier le plus grand nombre possible d'informations scientifiques, technologiques et contextuelles éventuellement utiles pour cerner un problème ou prévoir des tendances (A16)
Séance 5 Compilation des données et conclusion de l'expérience	- Définir une perturbation dans une communauté (A.1.f.ii) - Expliquer les effets de certains facteurs perturbants sur l'équilibre écologique (A.1.f.ii)		- Généraliser à partir de plusieurs cas particuliers structurellement semblables (A17) - Élaborer divers scénarios possibles (A18) - Envisager divers points de vue liés aux problématiques scientifiques (A19)



Préparation préalable de l'enseignant

À la quatrième séance, l'enseignant reçoit en classe un aîné ou un expert local. Il faut donc contacter au préalable cette personne afin qu'elle puisse être disponible au moment choisi par l'enseignant. Dans le milieu autochtone, un ou une aîné(e) ayant de bonnes connaissances sur la végétation de la région peut venir partager son expérience sur les plantes à petits fruits. Que ce soit la répartition des plantes à petits fruits dans la région, l'utilisation des différentes parties de la plante, ou la production changeante de fruits dans le temps, l'aîné(e) pourra en apprendre beaucoup aux élèves. Dans les régions du sud du Québec, le savoir traditionnel est moins présent. Il est alors possible pour l'enseignant d'inviter un expert local en classe. Il peut s'agir d'un agriculteur, d'un agronome, d'un chercheur universitaire ou de toute autre personne ayant une expertise appropriée.

Les élèves devront cueillir des petits fruits sur une parcelle de terrain afin d'en déterminer la productivité. Afin de réaliser cette expérience et de collecter des données représentatives qui pourront être utilisées d'une année à l'autre à des fins de comparaison, il faut que l'enseignant choisisse un lieu de prise de données. L'enseignant peut noter les coordonnées GPS de ce lieu ou l'identifier clairement sur une carte géographique. De cette façon, les données prises par les élèves pourront être consultées par les élèves de l'année suivante à des fins de comparaison.

Dans le nord, certaines étendues de terrain sont peu fréquentées et peuvent très bien servir de parcelle d'étude. Il suffit de choisir un endroit où il y a une bonne production de petits fruits et d'y revenir chaque année. Au Nunavik, il y a 44 parcelles permanentes déjà délimitées qui ont été installées dans les 14 villages du Nunavik. Il y a entre 2 et 6 parcelles par village. Les cartes nécessaires pour localiser les parcelles de terrain se retrouvent sur le site du projet Avativut : <http://www.cen.ulaval.ca/avativut/>.

Dans le Sud, s'il n'est pas possible d'avoir un espace de cueillette à l'état sauvage, il est possible de prendre entente avec un producteur local. Si tel est le cas, suivre le protocole expérimental de cueillette alternatif.

Idéalement, prévoir du temps de cueillette libre après la cueillette de fruits expérimentale. Les élèves ne peuvent pas manger les fruits destinés à l'expérience et apprécieront en cueillir pour les manger ou les rapporter à la maison. Aviser les élèves d'apporter un contenant pour leur cueillette personnelle. Si vous faites affaire avec un producteur, les élèves devront sûrement payer leurs fruits personnels. De plus, si vous prévoyez réaliser le *suvalik* en classe, les fruits cueillis en surplus pourront servir pour la réalisation de cette recette. Pour les classes



nordiques, demander l'aide d'une experte locale pour vous aider à confectionner le *sivalik* en classe.

Préparation du matériel

- Préparer des photos de petits fruits qu'on découpe et qu'on colle sur un aimant pour l'activité sur la distribution des plantes à petits fruits de la Séance 1 (p. 19). Les images se trouvent à la page suivante.
- Préparer 5 boîtes décorées avec une fleur d'un des fruits à l'étude et 25 billes (5 couleurs différentes, 5 billes de chaque couleur) pour l'expérience de la Séance 1 à la page 20.
- Préparer le matériel de l'expérience de la Séance 3, page 26.
 - Baguettes en bambou pour les brochettes
 - Corde ou ficelle pour délimiter les quadrats de 25 cm X 25 cm
 - 2 cordes de 20 mètres graduées à tous les mètres
 - Appareil photo
 - 2 dés de 20 faces (ou table de chiffres aléatoires)
 - Crayons marqueurs permanents
 - Grands sacs de plastique à fermeture (de type ziploc) (prévoir un minimum de 25)
 - Petits sacs plastiques à fermeture (de type ziploc) (environ 100)



**LES
PETITS
FRUITS**



Camarine



Chicouté



Canneberge



Amélanche



Argousse



Bleuet



Cassis



Framboise



Fraise



Mûre



Sureau



Camerise



Séance 1 : Les changements climatiques

Mise en situation (15 min)

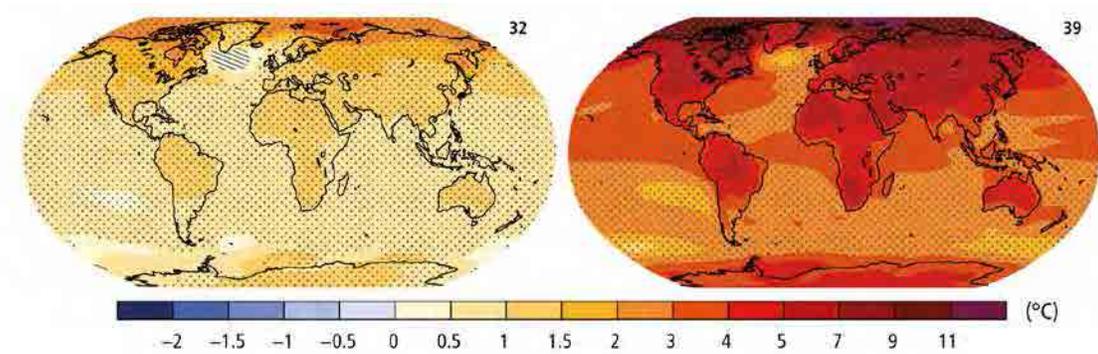
La Terre se réchauffe. Partout dans le monde, les changements climatiques transforment peu à peu notre planète à une vitesse jamais vue dans l'histoire. Ces changements climatiques sont des modifications à long terme dans les conditions météorologiques : les températures moyennes, les vents moyens et d'autres aspects de la météo changent par rapport à ce qui était observé avant. Pour constater les changements climatiques, il faut donc connaître les conditions météorologiques du passé.

Au Québec, les impacts des changements climatiques se font déjà sentir. Plus qu'ailleurs, l'Arctique québécois en subit les conséquences. En effet, le couvert de neige disparaît plus tôt au printemps et se forme plus tard en automne. Selon le GIEC, le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat, l'Océan Arctique pourrait être libre de glaces estivales dès l'été 2037, au lieu d'être en été 2100, comme ils l'avaient d'abord prévu. Alors que la Terre devrait normalement se refroidir suivant les cycles du passé, elle connaîtra plutôt une hausse de température de 0,3 à 0,7°C entre 2016 et 2035².

² Kirtman, B., S.B. Power, J.A. Adedoyin, G.J. Boer, R. Bojariu, I. Camilloni, F.J. Doblas-Reyes, A.M. Fiore, M. Kimoto, G.A. Meehl, M. Prather, A. Sarr, C. Schär, R. Sutton, G.J. van Oldenborgh, G. Vecchi and H.J. Wang, 2013: Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.



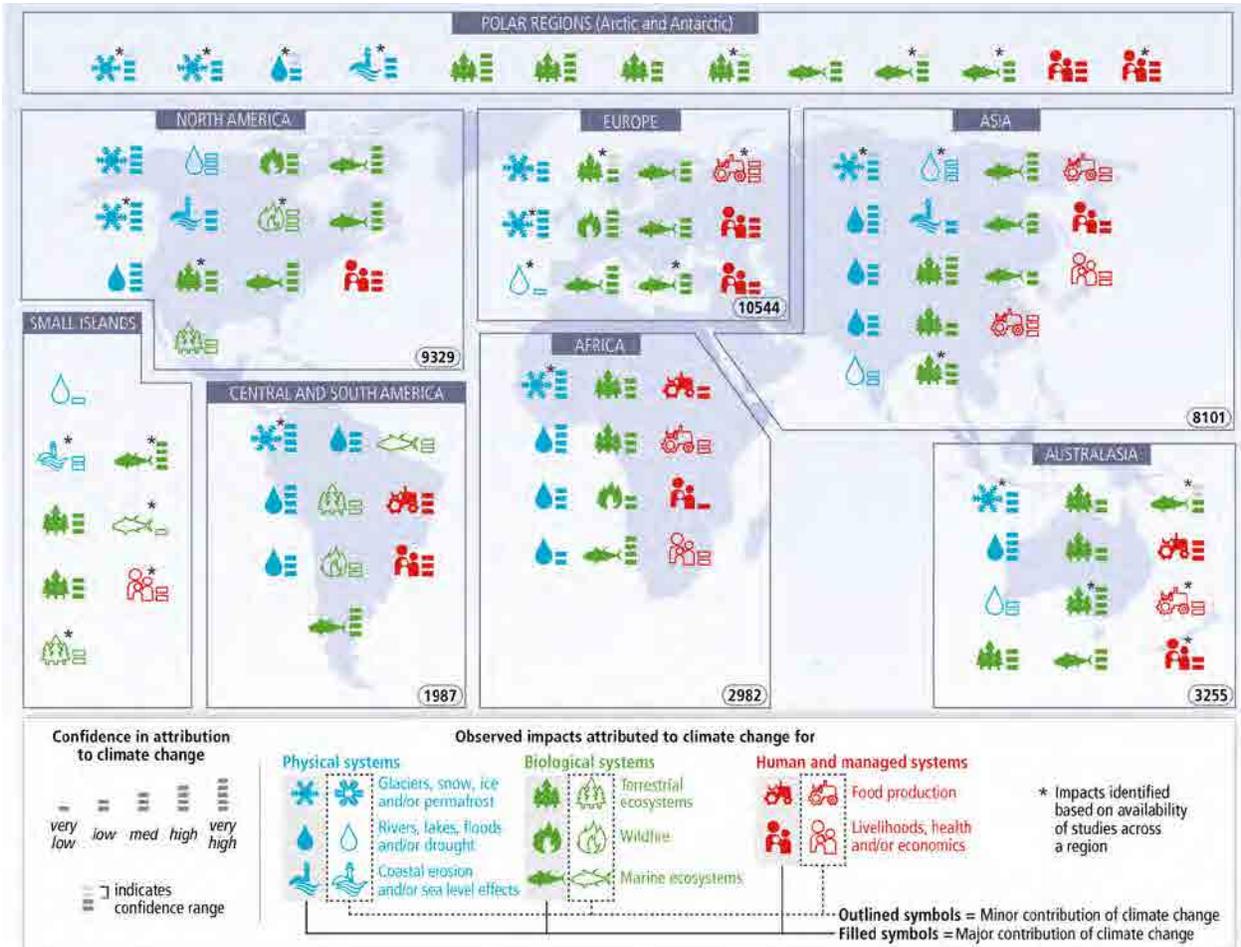
Changements des températures moyennes à la surface de la Terre pour les périodes 1986-2005 à 2081-2100



IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. https://www.c2es.org/content/climate-science-qa/cs_global_temp_projections_v7/



Impacts attribuables aux changements climatiques



IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. http://ar5-syr.ipcc.ch/topic_summary.php



Les Inuits sont particulièrement touchés, car ils vivent dans l'un des endroits au monde où les changements climatiques sont les plus importants et les plus rapides. En fait, le peuple inuit peut déjà observer de nombreux effets du réchauffement climatique sur son environnement immédiat. Les anciens, nommés les *Elders*, perçoivent depuis plusieurs années des anomalies dans l'environnement arctique, telles que des différences dans les migrations des troupeaux de caribous ou par exemple, la fonte prématurée des glaces ou le dégel du pergélisol. *Rien n'est comme avant*, ont-ils affirmé, dans de nombreux reportages. Ces observations sont aussi documentées dans des ouvrages tel le livre *The Caribou Taste Different Now : Inuit Elders Observe Climate Change*³ qu'il pourrait être intéressant de consulter pour les élèves et l'enseignant.

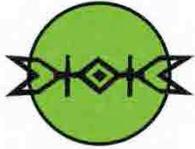
Bref, la Terre telle que nous la connaissons aujourd'hui, subit déjà des transformations, même ici au Québec, et nous devons tous y faire face. Comment serons-nous affectés? Tous les Québécois seront affectés par les changements climatiques, mais pas nécessairement de la même manière. Le Québec est une terre vaste où vivent plusieurs communautés, dont des communautés autochtones, dans des environnements multiples et des latitudes différentes. Nous pouvons dire que le grand peuple québécois est un peuple métis (un Québécois sur deux possède un ancêtre autochtone) étalé sur un vaste territoire diversifié.

Au tableau, projeter la carte du Québec vierge. Demander aux élèves de placer les pictogrammes des différentes nations autochtones au bon endroit. Par la suite, projeter la carte « réponse » du Québec autochtone. Chacune des nations autochtones a ses particularités. Pour en apprendre plus, visitez le <http://www.tourismeautochtone.com>.

Vous pouvez aussi consulter l'Atlas des peuples autochtones du Canada :

<https://atlasdespeuplesautochtonesducanada.ca/>

³ Gérin-Lajoie, J., Cuerrier, A. & Siegwart Collier, L. (2016). *The Caribou Taste Different Now : Inuit Elders Observe Climate Change*. Iqaluit : Nunavut Artic College Media.



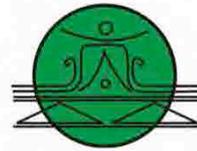
Abénakis



Innus



Algonquins



Malécite



Atikamekw



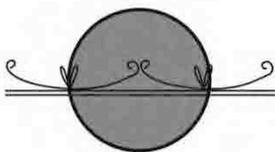
Micmac



Cris



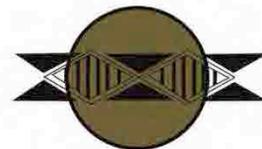
Mohawk



Hurons-Wendat



Inuit



Naskapis



<http://www.tourismeautochtone.com/apprendre/carte/>



La population sur le territoire du Québec possède donc une belle diversité, qui se reflète dans ses savoirs variés : savoirs scientifiques, savoirs traditionnels autochtones, savoirs locaux et savoirs personnels.

Compte tenu de la situation actuelle concernant les changements climatiques, pourquoi ne pas rallier nos forces et travailler tous ensemble à travers l'ensemble du Québec, afin de mieux se connaître entre communautés et valoriser nos différents savoirs? En unissant nos connaissances, nous arriverons à mieux comprendre notre environnement présent et à nous adapter aux changements du climat! Comment se compare notre situation à celle du nord?

Les petits fruits

Le projet qui vous est proposé aujourd'hui est la suite d'un projet déjà démarré dans le nord québécois avec des élèves inuits. Il propose une étude sur la productivité des petits fruits et l'influence des facteurs climatiques. À travers cette activité, vous pourrez vous familiariser avec l'écologie des petits fruits nordiques, documenter les savoirs traditionnels et récolter des données scientifiques sur le terrain afin de déterminer si les changements climatiques affectent la productivité des populations de petits fruits présentes dans votre région.

Cette activité consiste à évaluer la production de petits fruits dans votre environnement et à comparer vos résultats à ceux de vos collègues qui ont fait l'expérience avant vous ou qui la feront après vous. En compilant ainsi les données d'une année à l'autre, vous ferez ce que les scientifiques font pour documenter un phénomène. C'est ce qu'on appelle de la science citoyenne. Vos résultats permettront ainsi de créer une base de données qui vous permettra de constater l'évolution de la productivité des petits fruits d'une année à l'autre et de faire des liens avec les conditions climatiques variables que vous observez dans votre environnement. Comme mentionné plus tôt, les savoirs traditionnels et locaux sont très importants et complémentaires. Cette activité vous permettra aussi de recueillir le témoignage d'un ancien ou d'un expert, car ce savoir peut vous permettre de mieux comprendre vos observations. Du même coup, vous allez compiler ce savoir afin d'assurer sa transmission auprès des autres membres de votre communauté.

Les données ainsi amassées par les élèves pourront être consultées par l'ensemble des élèves impliqués dans le projet et leurs enseignants, mais aussi par des chercheurs qui désirent mieux comprendre comment les conditions climatiques peuvent influencer la production de fruits et suivre l'impact des changements climatiques au Québec.

Présenter le calendrier des activités aux élèves.



Les changements climatiques; qu'est-ce que c'est? (10 min)

Les scientifiques ont observé que l'utilisation de combustibles fossiles, comme le pétrole, dégage une grande quantité de dioxyde de carbone (CO₂). Ce gaz est un gaz à effet de serre. C'est-à-dire que sa présence dans l'atmosphère contribue à emprisonner la chaleur, comme c'est le cas dans une serre. Le dioxyde de carbone est la principale source d'origine humaine des changements climatiques. *L'activité Avativut : Mission glaciale présente avec plus de détail les gaz à effet de serre et leurs effets sur le climat.*

Remue-méninges

En équipe, les élèves identifient des conséquences des changements climatiques dans leur cahier de l'élève.

Réponses attendues/probables :

- Fonte des glaces
- Réchauffement planétaire global
- Augmentation de l'effet de serre
- Risque de disparition de certaines espèces (ours polaire, salamandre sombre du nord, pygargue à tête blanche, etc.)⁴
- Inondations
- Sécheresses
- Plus d'événements climatiques extrêmes (ex. : tornades, ouragans, etc.)
- Déplacements des populations

Le GIEC constate que les changements climatiques sont bien présents : « Le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies voire des millénaires. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, le niveau des mers s'est élevé et les concentrations des gaz à effet de serre ont augmenté »⁵.

⁴ https://www.registrelep-sararegistry.gc.ca/sar/index/default_f.cfm

⁵ GIEC, 2013: Résumé à l'intention des décideurs, *Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [sous la direction de Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York (État de New York), États-Unis d'Amérique.



Pour résumer, les changements climatiques affectent notre climat et notre environnement. L'environnement des plantes est donc affecté lui aussi. Ainsi, nous voulons déterminer si les plantes à petits fruits sont affectées par les changements dans leur environnement, car ces espèces sont importantes dans les écosystèmes nordiques ainsi que pour les populations humaines.

Les biomes au Québec (10 min)

Dans la classe, formez de deux à quatre équipes. Nous ferons une compétition entre les équipes. Au signal, les équipes ont 5 minutes pour identifier le maximum de plantes (arbres, arbustes, fleurs, etc.) qui poussent naturellement dans leur région. Ils doivent identifier la plante en français, en anglais ou en inuktitut pour obtenir un point. Une fois les 5 minutes écoulées, tout le monde dépose son crayon. À tour de rôle, chaque équipe donne ses réponses à voix haute et l'enseignant fait un tableau synthèse puis comptabilise le nombre de points de chaque équipe. L'équipe ayant le plus de points remporte les honneurs!

Pour recenser les réponses possibles, l'enseignant peut consulter l'*Atlas des plantes des villages Nunavik*⁶ ou *Arbres et plantes forestières du Québec et des Maritimes*⁷

CAPSULE

Il est possible de réaliser en classe un tableau des plantes présentes dans la région. Si cela s'applique, on demande aux élèves d'identifier la plante dans les trois langues connues (français, anglais et inuktitut ou autre langue locale).*

⁶ Blondeau, M. et Roy, C. (2011). *Atlas des plantes des villages Nunavik*. Montréal : Éditions Multimondes.

⁷ Leboeuf, M. (2016). *Arbres et plantes forestières du Québec et des Maritimes*. Montréal : Éditions Michel Quintin.



Nom français	Nom anglais	Nom inuktitut	Arbre, arbuste ou plante à fleurs
Bleuet, myrtille	Blueberry, Bog bilberry	Kigutangirnaq	Plante à fleurs
Airelle rouge, canneberge	Mountain cranberry, Redberry, Lingonberry, Partridgeberry	Kimminaq	Plante à fleur
Camarine noire	Crowberry, Blackberry	Paurngaq	Plante à fleurs
Chicouté, plaquebère	Cloudberry, Bakeapple	Arpik	Plante à fleurs
Épinette noire	Black spruce	Napaartuq	Arbre
Mélèze laricin	Larch, Tamarack	Pingi	Arbre

*D'autres réponses sont possibles, consulter un atlas approprié pour les recenser.

Les végétaux présents dans une région sont typiques du **biome** auquel ils appartiennent. Un biome, c'est une région climatique caractérisée par une faune et une flore spécifiques. Les biomes sont influencés par certains facteurs tels : la latitude, l'altitude, la température, les précipitations, le type de sol, la durée et la quantité d'ensoleillement, les vents, etc. En grand groupe, déterminer à quel biome appartient votre région. Au Québec, on retrouve trois biomes :

- *Les forêts boréales.* Elles sont composées essentiellement de conifères, d'un tapis de mousse et de lichens.
- *Les toundras.* Elles sont composées d'herbes, d'arbustes rabougris, de mousses et de lichens.
- *Les forêts tempérées.* Elles sont composées de divers feuillus et de conifères. Elles poussent en strates (ou étages), c'est-à-dire qu'on retrouve une végétation riche au niveau du sol ; des herbes et des arbustes poussent sous les arbres.



BIOMES DU QUÉBEC



 TOUNDRA

 FORÊT BORÉALE

 FORÊT TEMPÉRÉE



Les plantes à fruits : distribution, espèce et reproduction (15 min)

Parmi les plantes que nous avons nommées ensemble, certaines sont des plantes qui produisent des petits fruits (des baies) que nous pouvons cueillir et manger. Dans les régions du nord du Québec, nous nous intéresserons aux plants produisant des bleuets, des chicoutés, des camarines et des canneberges. La distribution des espèces de petits fruits varie d'une région à l'autre du Québec. Nous allons regarder cette distribution ensemble.

Positionner des aimants avec des images d'espèces de fruits sauvages et cultivés sur une carte géographique du Québec :

Chicouté : Côte-Nord / Nunavik

Amélanche : Saguenay-Lac Saint-Jean/Mauricie

Argousier : Producteurs dans les régions du sud du Québec

Camerise : Nunavik / Saguenay Lac Saint-Jean

Cassis : Partout au Québec

Autres : Camarine noire, bleuet, framboise, fraise, mûre, sureau, canneberge.

Ce que nous venons de faire, c'est que nous avons identifié les différentes **espèces** de plantes à fruits du Québec. On définit une espèce comme un ensemble d'individus, ici de plantes, qui possèdent des caractéristiques communes et qui peuvent se reproduire entre eux pour engendrer des individus fertiles. Comment un plant, de bleuets par exemple, peut-il se reproduire? *Les élèves devraient connaître la réponse, il s'agit d'un élément vu au premier cycle du secondaire. Les laisser répondre. On s'attend à ce qu'ils mentionnent la partie mâle (étamines) et la partie femelle de la fleur (pistil) et que la reproduction nécessite la pollinisation, c'est-à-dire que le pollen des étamines doit entrer en contact avec la partie femelle. La pollinisation nécessite donc le transport du pollen par le vent, des insectes ou par d'autres moyens.*



CAPSULE

Expérience : La pollinisation (15 min)

- 5 boîtes décorées avec une fleur d'un des fruits à l'étude
- 25 billes (5 couleurs différentes, 5 billes de chaque couleur)
- Chronomètre

Cette expérience permet de déterminer le rôle des insectes pollinisateurs dans la production de fruits. Avant l'expérience, l'enseignant place cinq boîtes opaques avec un dessin de fleur éparpillées dans la classe. Les boîtes contiennent toutes 5 billes de la même couleur. Identifier les boîtes par la couleur de départ des billes pour que les élèves se souviennent de leur point de départ.

Choisir cinq élèves dans la classe. Chaque élève choisit une fleur, il joue le rôle de l'insecte pollinisateur. Sans regarder dans la boîte, il y plonge la main et pige 2 billes. Ensuite, il change de fleur, dépose ses deux billes dans la boîte et, toujours sans regarder, pige à nouveau deux billes. Ensuite, l'élève change encore de fleur, dépose ses deux billes dans la boîte et pige deux billes. Pour terminer, l'élève va déposer ses deux billes dans sa boîte de départ. Ainsi, chacun des cinq élèves visite trois fleurs; les visites peuvent se faire simultanément. Il n'est pas nécessaire que toutes les fleurs soient visitées, c'est au choix des élèves. Il est important que les élèves commencent et finissent par la même fleur et qu'ils visitent un total de trois fleurs. Les élèves ont une minute chronométrée pour compléter l'activité.

Lorsque la visite des fleurs est terminée, on ouvre les boîtes et on compte le nombre de billes de chaque couleur dans les différentes boîtes. Le résultat idéal recherché est d'avoir une bille de chaque couleur dans chaque boîte, ce qui représente un bon mélange de gènes.

Lorsqu'un insecte pollinisateur recueille du nectar d'une fleur pour se nourrir, une partie du pollen de la fleur colle aux poils de son corps. Lorsque l'insecte se pose sur une autre fleur, une partie du pollen se dépose sur la nouvelle fleur. Plus les insectes pollinisateurs se posent sur les fleurs, plus les fruits que produiront ces dernières seront gros et uniformes. Lorsque les fleurs d'une plante ne sont pas suffisamment pollinisées, les fruits peuvent prendre une forme inhabituelle. La plupart des plantes sont hermaphrodites, c'est-à-dire qu'elles produisent les **gamètes** mâles et les gamètes femelles et peuvent donc se reproduire elles-mêmes. Toutefois, la pollinisation permet un meilleur mélange des gènes. Ce brassage génétique permet d'éviter la



consanguinité et ainsi la dégénérescence de la plante. De plus, un mélange des gènes efficace permet une plus grande diversité et une résistance plus élevée de la plante.

Une recherche réalisée à Baker Lake au Nunavut par Sylvie Ferland lors de ses travaux de maîtrise (UQTR) a permis de démontrer que la présence des insectes pollinisateurs est très importante pour la production de bleuets dans cette région : si les insectes n'ont pas accès aux plants, les plants ne produisent pas de bleuets. L'étudiante mentionne : «Le pic d'émergence des insectes et le pic de floraison des arbustes doivent concorder, pour assurer une bonne pollinisation. Si des changements climatiques venaient à perturber ce synchronisme, la production de bleuets pourrait en être affectée.»⁸

Refaire l'expérience, mais simuler le froid qui empêche les insectes (élèves) de se déplacer rapidement en mettant des obstacles entre les boîtes. Le temps de réalisation étant toujours d'une minute. On peut aussi simuler des conditions favorables à la pollinisation tel un vent léger en donnant plus de temps aux élèves pour réaliser l'expérience ou en rapprochant les boîtes les unes des autres. Laissez aller votre imagination pour faire des simulations avec la pluie, le gel, un été chaud, des plantes envahissantes, etc.!

Description des fruits à l'étude (10 min)

En grand groupe ou en devoir, demander aux élèves d'identifier les fruits présents dans leur région dans l'espace prévu à cette fin dans le cahier de l'élève. Les fruits varient d'une région à une autre.

⁸<http://blogue.uqtr.ca/2014/04/24/travaux-recherche-au-nunavut-les-insectes-pollinisateurs-jouent-role-important-production-bleuets/>



LES PETITS FRUITS

Myrtille – *Vaccinium uliginosum* OU *V. cespitosum*

Autres noms : Bleuet, airelle des marais, airelle bleue, embrune.

Description : Petit arbuste à feuilles caduques à feuilles ovales et à fruits bleuâtres. On les trouve souvent dans des sols acides humides ou dans la toundra.

Usages traditionnels : Les fruits et les feuilles étaient mangés. Les plants étaient utilisés pour traiter divers maux. Les plants séchés servaient aussi de combustible.



Camarine – *Empetrum nigrum*

Autres noms : Camarine noire

Description : Arbuste nain à feuilles persistantes petites et rectangulaires et à fruits noirâtres. On les trouve souvent dans les tourbières ou les fondrières.



Usages traditionnels : Les fruits et les feuilles étaient mangés et utilisés pour faire du thé, alors que les plants entiers étaient étalés sur le sol pour former une couche isolante sous les lits. Utilisées comme plante médicinale pour traiter divers maux. Les plants séchés servaient également de combustible.



Chicouté – *Rubus chamaemorus*

Autres noms : Plaquebrière, ronce des tourbières, ronce petit-mûrier.

Description : Plante rhizomateuse (projette des racines et des pousses à partir de nœuds souterrains) à feuilles relativement grandes et à fruits orange pâle. On la trouve dans la toundra arctique et la forêt boréale.



Usages traditionnels : Les fruits et les feuilles étaient mangés et utilisés pour faire du thé. Utilisées comme plante médicinale pour traiter divers maux. Les feuilles servaient parfois de petites assiettes.

Canneberge – *Vaccinium oxycoccosm* OU *V. vitis-idaea*

Autres noms : Grande airelle rouge d'Amérique du Nord, atoca, ataca.

Description : Arbuste nain à feuilles persistantes petites et triangulaires et à fruits rougeâtres. On les trouve souvent dans les tourbières ou dans les régions froides.

Usages traditionnels : Les fruits et les feuilles étaient mangés. Les plants étaient utilisés pour traiter divers maux. Les feuilles étaient utilisées comme du tabac.





Séance 2 : Échantillonnage des petits fruits

Populations et communautés (10 min)

Débuter la période avec le visionnement de la vidéo *Productivité* disponible sur le site Avativut : <http://www.cen.ulaval.ca/avativut/>.

Pour mieux connaître l'influence du climat sur la **productivité** des plants de petits fruits, nous allons devoir connaître la productivité des différentes espèces de petits fruits de la région d'une année à l'autre. Nous allons donc étudier la **population** de chaque espèce de petits fruits (bleuet, camarine, chicouté et canneberge). En science, lorsqu'on parle d'une population, il s'agit d'un ensemble d'individus qui appartiennent à la même espèce et qui vivent dans un espace commun. Par exemple, on pourrait étudier la population de caribous de la rivière aux Feuilles. Étudier une population permet de suivre l'évolution de l'espèce ; de savoir si l'espèce se porte bien ou si sa survie est en danger. Dans notre cas, nous étudierons la population de bleuets de (région), la population de camarines de (région), la population de chicoutés de (région) et la population de canneberges de (région). *Interroger les élèves sur la façon dont on peut compter le nombre d'individus dans une population ; réponses à main levée.*

Réponses possibles :

- Comptage direct : compter tous les individus de l'espace à l'étude.
- Capture-recapture : on marque certains animaux et on les relâche dans la nature. Lors d'une deuxième capture, on compte le nombre d'animaux marqués par rapport au nombre capturés et on se sert de cette proportion pour estimer la taille de la population.

$$\frac{\text{Nombre moyen d'individus par parcelle}}{\text{Aire d'une parcelle}} = \frac{\text{Taille de la population}}{\text{Aire totale du terrain}}$$

- Abondance relative : compter les individus d'une partie de l'espace et faire un lien de proportionnalité pour l'ensemble du territoire d'intérêt.

$$\frac{\text{Nombre d'animaux marqués et recapturés}}{\text{Nombre total d'animaux capturés la deuxième fois}} = \frac{\text{Nombre d'animaux marqués}}{\text{Taille de la population}}$$

- Etc.



Les populations sont influencées par l'habitat dans lequel elles se trouvent, mais aussi par leur communauté. Une communauté c'est l'ensemble des populations qui habitent un même milieu. Les plants de bleuets, les plants de camarines, les plants de canneberges, les plants de chicoutés, les insectes, les ours, les renards et les oiseaux qui habitent une même plaine forment une communauté. Ces différentes populations vont s'influencer les unes les autres. Comme nous l'avons vu lors de l'expérience de la Séance 1, si la population de mouches diminue, la pollinisation va être moins efficace, ce qui va diminuer la production de petits fruits. Les conditions climatiques et l'environnement vont aussi influencer les populations présentes dans une communauté.

Introduction sur l'étude de population et vocabulaire scientifique (15 min)

Aujourd'hui, nous voulons déterminer la productivité de chacune des espèces de petits fruits que nous étudions. Afin d'arriver à calculer la productivité, nous devons d'abord choisir une parcelle de terrain. Ce « bout » de terrain sera notre référence d'une année à l'autre pour calculer la productivité. Au Nunavik, il y a 44 parcelles permanentes déjà délimitées qui ont été installées dans les 14 villages du Nunavik. Il y a entre 2 et 6 parcelles par village. Les cartes nécessaires pour localiser les parcelles de terrain se retrouvent sur le site du projet Avativut : <http://www.cen.ulaval.ca/avativut/>. *S'assurer que les autres enseignants qui réalisent le projet dans votre école ne vont pas échantillonner la même parcelle ou bien se jumeler avec un autre groupe pour la cueillette de données.* Sur la parcelle de terrain que nous avons choisie, il y a une population de plants de petits fruits. Nous allons donc étudier la productivité de cette population. Allons-nous compter TOUS les fruits qui se trouvent dans notre parcelle de 20 m par 20 m? Bien sûr que non! Nous allons compter une partie de ce qui se trouve dans notre parcelle, c'est-à-dire des **quadrats**. Les quadrats sont des zones de 25 cm x 25 cm ($625 \text{ cm}^2 = 0,0625 \text{ m}^2$) qui sont répartis dans un plan cartésien (axes x et y) subdivisant la parcelle de terrain. Pour bien estimer la productivité des espèces de petits fruits se trouvant dans notre parcelle, nous allons devoir échantillonner au moins 25 quadrats choisis au hasard et qui contiennent des fruits pour que nos données nous permettent de faire une estimation assez juste de la productivité des espèces contenues dans la parcelle. Une fois que nous connaissons la productivité des espèces contenues dans la parcelle de terrain, nous allons pouvoir comparer la productivité de cette année pour chaque espèce de fruits à la productivité des années passées. Ensuite, nous pourrions tenter de déterminer les causes de la variation de la productivité d'une année à l'autre!



Expérience : Détermination de la productivité des petits fruits (75 min)

*Voir aussi le protocole alternatif à la fin de la séance 2.

Détermination des quadrats (En classe)

Matériel

- ⇒ Baguettes en bambou pour les brochettes
- ⇒ Corde ou ficelle pour délimiter les quadrats (25 cm X 25 cm)
- ⇒ 2 cordes de 20 mètres graduées à tous les mètres
- ⇒ Appareil photo
- ⇒ 2 dés de 20 faces (ou table de chiffres aléatoires)
- ⇒ Crayons marqueurs permanents
- ⇒ Grands sacs de plastique à fermeture (de type ziploc) (prévoir un minimum de 25)
- ⇒ Petits sacs de plastique à fermeture (de type ziploc) (environ 100)

1. Regarder les vidéos *Choisir au hasard les quadrats dans la parcelle* et *À quoi servent les quadrats vides* sur le site internet d'Avativut : <http://www.cen.ulaval.ca/Avativut/>.

2. Lancer 2 dés de 20 faces. Utiliser 2 dés de couleurs différentes. Noter les deux nombres donnés par les dés dans le Tableau 1. Ces nombres sont les coordonnées du premier quadrat à échantillonner. Répéter jusqu'à ce que 50 quadrats aient été identifiés pour tout le groupe. (Il est aussi possible d'utiliser une table de chiffres aléatoires.)



Tableau 1 : Identification des quadrats à échantillonner

Numéro du quadrat	Coordonnées (x, y)	Présence de fruits (oui ou non)	Numéro du quadrat	Coordonnées (x, y)	Présence de fruits (oui ou non)
1	(__, __)		26	(__, __)	
2	(__, __)		27	(__, __)	
3	(__, __)		28	(__, __)	
4	(__, __)		29	(__, __)	
5	(__, __)		30	(__, __)	
6	(__, __)		31	(__, __)	
7	(__, __)		32	(__, __)	
8	(__, __)		33	(__, __)	
9	(__, __)		34	(__, __)	
10	(__, __)		35	(__, __)	
11	(__, __)		36	(__, __)	
12	(__, __)		37	(__, __)	
13	(__, __)		38	(__, __)	
14	(__, __)		39	(__, __)	
15	(__, __)		40	(__, __)	
16	(__, __)		41	(__, __)	
17	(__, __)		42	(__, __)	
18	(__, __)		43	(__, __)	
19	(__, __)		44	(__, __)	
20	(__, __)		45	(__, __)	
21	(__, __)		46	(__, __)	
22	(__, __)		47	(__, __)	
23	(__, __)		48	(__, __)	
24	(__, __)		49	(__, __)	
25	(__, __)		50	(__, __)	

3. Chaque équipe de 2 personnes se voit attribuer un ou des quadrats à échantillonner. L'équipe prépare une étiquette d'identification pour son quadrat un utilisant l'étiquette ci-dessous ou en



notant directement les informations sur le sac de plastique avec un crayon marqueur permanent (mieux car le papier risque de s'imbiber du jus des fruits et fausser le poids).

Étiquette d'identification de quadrat	
Quadrat # :	_____
Emplacement :	(____,____)
Date: Jour :	_____ Mois : _____ Année : _____
Groupe :	_____
Équipe :	_____

4. Visionner les vidéos *Repérer et inspecter la parcelle*, *Installer les cordes graduées autour de la parcelle*, *Repérer et installer les quadrats* et *Récolter les petits fruits dans les quadrats*.

5. Avant le départ, chaque équipe prépare un carré de ficelle de 25 cm par 25 cm qui lui permettra de délimiter ses quadrats. On peut faire une boucle à chacun des coins pour pouvoir y insérer les baguettes. On prépare aussi deux cordes de 20 m graduées à tous les mètres. Une corde est identifiée X, pour l'axe des X et l'autre corde est identifiée Y, pour l'axe des Y.

Identification de la parcelle et des quadrats (À l'extérieur)

6. Une fois arrivé à la parcelle, prendre une photo de la parcelle pour le groupe.

7. Attacher les cordes graduées de 20 m sur le poteau identifié (0,0) ; il porte un ruban rouge. S'assurer de placer les cordes à un angle de 90° l'une par rapport à l'autre, dans l'axe des poteaux marquant les 4 coins de la parcelle.

8. En ordre de numéro de quadrat (quadrat 1, quadrat 2 et ainsi de suite), les équipes délimitent un quadrat selon les coordonnées cartésiennes choisies en classe (x, y). Ainsi, l'élève trouve sa coordonnée sur la corde X ou Y. Une fois sa coordonnée trouvée, l'élève marche



perpendiculairement à son axe vers le centre de la parcelle jusqu'à ce qu'il rencontre son coéquipier. L'équipe a trouvé le centre de quadrat et y déploie le petit carré de ficelle de 25 cm par 25 cm et place les broches aux quatre coins pour le maintenir en place.

Échantillonnage des petits fruits (À l'extérieur)

9. L'équipe indique sur la feuille de prise de données si le quadrat contient ou non des fruits. Si le quadrat contient des fruits, l'équipe cueille tous les fruits qui s'y trouvent et les déposent dans le sac identifié avec les coordonnées du quadrat. Chaque espèce est placée dans un sac ziploc différent et tous les sacs d'un même quadrat sont mis ensemble dans un plus grand sac identifié aux coordonnées du quadrat.

10. Mettre les sacs ainsi récoltés au réfrigérateur jusqu'à la prochaine séance (ou congeler s'il s'écoule beaucoup de temps entre les deux activités).





Expérience 2 : Protocole alternatif (60 min)

Il n'est pas possible dans toutes les régions du Québec d'échantillonner une parcelle de terrain sauvage. Bien que le protocole principal soit le protocole à privilégier pour cette expérience, il est aussi possible de réaliser l'expérience dans un milieu plus urbanisé.

À ce moment, la prise de donnée s'effectuera chez un producteur de fruits de votre région. Prendre une entente avec un producteur, qui pourrait aussi être votre expert lors de l'entrevue, afin que la classe aille cueillir les fruits dans une partie de son champ qui n'a pas encore été cueillie.

1. Choisir au hasard 10 à 20 plants de fruits. Il peut s'agir des 10 premiers plants d'une rangée, il peut s'agir de 10 plants déterminés au hasard par le producteur agricole, ou autre. Bien entendu, la sélection des plants dépendra de votre entente avec l'agriculteur. Idéalement on voudrait que les plants soient représentatifs du champ. Donc ni plus ni moins fournis que la moyenne du champ. On voudrait aussi que les plants n'aient pas été cueillis. Dans un monde idéal, les plants seraient répartis équitablement sur toute la surface du champ pour que les données soient vraiment représentatives. Encore une fois, tout dépend de votre entente avec l'agriculteur.

2. Les élèves cueillent tous les fruits se trouvant dans le plant qui leur a été assigné et identifient leur contenant avec le numéro du plant et leurs noms.

3. Au retour en classe, peser chaque contenant de fruit en n'oubliant pas de soustraire la masse du contenant. Reporter l'ensemble des résultats dans le Tableau des résultats.

4. Calculer la productivité moyenne (g/plant) des plants du champ :

$$\text{Productivité moyenne} = \frac{\text{Masse totale de fruits pour tous les plants}}{\text{Nombre de plants cueillis}}$$

5. Saisir les données sur le site <http://www.cen.ulaval.ca/Avativut/>.

6. Utiliser les données de ce site internet pour faire un graphique de la productivité (y) en fonction de l'année (x) au site de collecte. Afin que les données puissent être comparées d'une année à l'autre, il est préférable de cueillir au même endroit (chez le même producteur) d'une année à l'autre.

Passer directement à la recette à base de petits fruits de la Séance 3.



Séance 3 : La productivité des plantes à petits fruits

Expérience : Détermination de la productivité des petits fruits, suite (30 min)

Peser les petits fruits

1. Chaque équipe choisit un sac correspondant à un quadrat.
2. Retirer les échantillons de ce sac, une espèce de fruit à la fois.
3. À l'aide d'une nacelle de pesée, peser individuellement chacune des espèces de fruits cueillis. Reporter les résultats dans le tableau de pesée à l'endroit approprié. Ne pas oublier de calibrer la balance à 0 avec la nacelle vide (*TAR*).

Tableau 2 : Masse des fruits cueillis dans le quadrat (___, ___) sur la parcelle _____

Nom du fruit	Masse pour mon quadrat (g)

4. Pour calculer la masse totale d'une espèce de fruit dans la parcelle d'échantillonnage, additionne la masse de chaque espèce de fruits de tous les quadrats échantillonnés. Demande les masses pesées pour chaque fruit aux autres équipes de la classe afin de faire ce calcul. Utilise le **Tableau 3** pour écrire les données et pour faire ce calcul.



Tableau 3 : Masse totale de chacun des fruits cueillis sur la parcelle pour les 25 quadrats

Quadrat (#)	Masse de (g)	Masse de (g)	Masse de (g)	Masse de (g)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				



19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
Total				

5. Additionner les aires de tous les quadrats échantillonnés dans la parcelle, y compris ceux qui ne contenaient pas de fruits. N'oublie pas que l'aire de chaque quadrat est de 625 cm^2 , soit $0,0625 \text{ m}^2$.



Résultats

6. Pour tous les quadrats de la parcelle d'échantillon, additionne la masse de chaque espèce de fruits. Présenter le résultat en g/m² pour chaque espèce de fruits dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Productivité des espèces de petits fruits de la parcelle

Nom du fruit	Masse totale dans la parcelle (g)	Superficie totale échantillonnée (m ²)	Productivité de la parcelle (g/m ²)

7. Saisir les données sur le site <http://www.cen.ulaval.ca/Avativut/>. Utilise les données de ce site internet pour faire un graphique de la productivité (y) en fonction de l'année (x) à ton site de collecte. Si vous éprouvez des difficultés, vous pouvez communiquer avec les chercheurs de l'UQTR:

Esther.levesque@uqtr.ca

Jose.gerin-lajoie@uqtr.ca

Recette à base de petits fruits et dégustation (30 min)

Dans le nord, un usage traditionnel des petits fruits consiste à intégrer ceux-ci au *sualik*. Il s'agit d'un dessert inuit à base de petits fruits, d'huile et d'œufs de poissons. Bref, une mayonnaise aux petits fruits ! Visionner en classe la vidéo disponible sur le site internet Avativut : <http://www.cen.ulaval.ca/Avativut/> et réaliser la recette en classe. Ou invitez une experte à réaliser le *sualik* en classe. Déguster !



Il serait aussi possible d'inviter les élèves de la classe à apporter une recette d'un plat fait à base de petits fruits. Par la suite, on peut faire une des recettes en classe ou simplement réaliser un livre de recettes contenant l'ensemble des recettes recueillies par les élèves et les rendre disponibles à toute la classe.

CAPSULE

La valeur nutritive des petits fruits (15 min)

Les petits fruits ont des caractéristiques propres qui font en sorte qu'il est intéressant de les intégrer dans une alimentation saine. Par exemple, les bleuets sont d'excellents antioxydants. Le Tableau 5 présente la valeur nutritive de certains petits fruits retrouvés au Québec.

Demander aux élèves de comparer la valeur nutritive des fruits cueillis avec d'autres aliments qu'ils consomment couramment. On peut apporter en classe des étiquettes de produits et comparer les données de ces étiquettes avec celles du Tableau 5.

Par la suite, on peut poser une variété de questions aux élèves. Par exemple : si tu manques de vitamine A, quel est le meilleur aliment à manger? (Attention, il faut comparer les valeurs nutritives avec des quantités comparables!)



Tableau 5 : Valeur nutritive de certains petits fruits⁹

Fruit	Qté (g)	Énergie (kcal)	Énergie (kJ)	Protéine (g)	Glucides (g)	Fer (mg)	Zinc (mg)	Vit. A (UI)	Vit. C (mg)	Vit. B6 (mg)
Bleuets	77	43	179	1	11	0,1	0,1	77	10	0,03
Canneberges	50	25	103	-	6	0,1	0,1	23	7	0,03
Fraises	60	18	75	-	4	0,2	0,1	16	34	0,04
Framboises	65	32	133	1	8	0,4	0,3	84	16	0,04
Groseilles (rouge et blanches)	59	33	139	1	8	0,6	0,1	71	24	0,04
Mûres	76	40	166	1	10	0,4	0,2	126	16	0,04

⁹ Santé Canada (1999). *Valeur nutritive de quelques aliments usuels*. Ontario ; Les Éditions du gouvernement du Canada.



Séance 4 : L'Entrevue, les petits fruits dans ma région

L'entrevue réalisée dans le cadre du projet *Avativut : Les petits fruits* est une occasion parfaite pour mettre en lien des compétences transversales. Afin de bonifier au maximum cette expérience, il serait intéressant pour l'enseignant de science de se jumeler avec d'autres enseignants. Ainsi, il vous est proposé de préparer, dans le cours de science, des questions d'entrevue en lien avec le projet *Les petits fruits*. L'entrevue elle-même pourrait pour sa part être réalisée dans un cours d'univers social et un texte synthèse pourrait être fait dans le cours de français. Au moment de l'entrevue, s'assurer qu'une carte de la région est à la disposition de l'invité pour que cette personne puisse facilement identifier les lieux dont elle parle.

Le but est de démontrer aux élèves qu'il existe un savoir précieux, acquis au fil du temps, par observation, apprentissage et adaptation. Les dépositaires de ce savoir sont souvent nos aînés, de par leur expérience, leur mémoire et leurs témoignages. Mais il existe également des experts locaux, parfois plus jeunes, mais très impliqués dans leur milieu et qui possèdent une expertise et un savoir-faire impressionnants. L'entrevue, c'est une belle occasion de communiquer les savoirs, souvent entre générations et de mettre en relation ces savoirs enseignés par la vie, avec ceux enseignés en classe.

Une entrevue implique souvent des questions auxquelles l'invité répond. Les élèves ont souvent des questions précises, impromptues ou préparées. Par contre, il est également possible que l'entrevue en soit une d'écoute. Un aîné a tellement de choses à raconter et il suffit parfois de se laisser emporter par son témoignage. On place le contexte, on oriente un peu et on laisse aller. Dans plusieurs cultures, c'est une question de respect.

Peu importe la forme, l'entrevue devrait nous permettre d'en apprendre un peu plus sur les lieux, les usages, les changements et les mots, en lien avec notre thématique. Où trouve-t-on des petits fruits dans notre région? Quelles sont les particularités des différents fruits? Quand les cueille-t-on? Qu'est-ce qui a changé au fil du temps? Quels sont les mots qui les décrivent? Quelles sont les conditions favorisant la production de fruits? Quelles étaient les conditions climatiques cette année? Favorables ou non? Quels sont les usages pour chaque espèce ?

Les élèves devront préparer cinq questions pertinentes à poser à l'invité pour mieux connaître les petits fruits. Elles peuvent concerner la reproduction des petits fruits, les types de fruits retrouvés dans la région, les différences entre aujourd'hui et il y a 50 ans, l'impact du milieu sur la production de fruits, etc. Peut-être auront-ils l'occasion de les poser, mais peut-être trouveront-ils simplement les réponses au fil du témoignage de l'invité.



Dans les deux cas, l'enseignant pourra évaluer les élèves sur cet aspect. Qu'est-ce qu'ils ont retenu? Ont-ils trouvé des réponses à leurs questions? Au terme de l'entrevue, il pourra aussi être intéressant de mettre en relation les informations captées par les élèves dans ces témoignages et les concepts scientifiques qui seront abordés en classe.

CAPSULE

Les savoirs traditionnels

Les **savoirs traditionnels** sont un ensemble de connaissances propres à une communauté dans une région donnée et transmises de génération en génération. C'est bien connu, les autochtones ou les Premières Nations, possèdent un lien intime avec la terre. Comme leur mode de vie est près de la nature, ils ont beaucoup d'occasions d'observer les phénomènes naturels, les animaux et les plantes. Ils chassent et cueillent davantage que les communautés non autochtones. Leurs savoirs traditionnels sont moins documentés dans les livres de bibliothèques ou sur Internet que les savoirs scientifiques. Pourtant, leurs savoirs traditionnels sont aussi importants que la science : ils apportent une compréhension importante des situations environnementales locales dans le présent ou dans le passé. Les deux types de savoirs sont complémentaires pour une meilleure compréhension et protection de l'environnement. Dans le cas des changements climatiques, les autochtones, attentifs aux changements qui s'opèrent dans leur environnement, sont souvent une source de savoirs de grande importance.

Entrevue collective en classe d'un aîné autochtone ou d'un expert local (60 min)

Présenter l'invité. S'il s'agit d'un aîné, parler de lui; de son histoire de vie, etc. S'il s'agit d'un expert décrire brièvement son domaine d'expertise. On peut enregistrer l'entrevue si désiré, avec le consentement de la personne invitée qui sera enregistré en début d'entrevue.

Expliquer à l'invité le contexte de l'entrevue. Amorcer l'entrevue par une question.

Les élèves notent les informations qu'ils jugent nécessaires pour la suite du projet et peuvent relancer par leurs questions.

À la fin de l'entrevue, ne pas oublier de remercier l'invité.



Évaluation 1 : Questions d'entrevue

Compétence 1 : Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique ¹⁰	5	4	3	2	1	0
	Critère 1 : Représentation adéquate de la situation					
	Les questions formulées démontrent la compréhension de la problématique.					
	Présence de 4 éléments parmi les suivants concernant les petits fruits : 1. Connaissance des espèces étudiées. 2. Connaissance des changements climatiques observés au site d'étude. 3. Connaissance du territoire couvert. 4. Connaissance de la productivité d'une année à l'autre. 5. Connaissance de l'utilisation traditionnelle. 6. Identification sur le terrain.	Les questions formulées démontrent la compréhension de la problématique. Présence de 3 éléments cités au niveau 5.	Les questions formulées démontrent la compréhension partielle de la problématique. Présence de 2 éléments cités au niveau 5.	Les questions formulées démontrent la compréhension partielle de la problématique. Présence de 1 élément cités au niveau 5.	Les questions formulées démontrent une certaine compréhension de la problématique.	Les questions ne sont pas liées à la problématique .

¹⁰ Ministère de l'Éducation, Loisir et du Sport du Québec (2011) Programme de formation de l'école québécoise : Cadres d'évaluation des apprentissages, Science et technologie, Science et technologie de l'environnement, Enseignement secondaire, 2^e cycle.



Séance 5 : Compilation des données et conclusions de l'expérience

Analyse des résultats obtenus (30 min)

Depuis le début du projet *Avativut : Les petits fruits*, nous avons récolté beaucoup de données, des informations sur le climat dans notre communauté, sur les différentes plantes à fruits, sur les savoirs de nos aînés ou d'experts, etc. Il nous reste maintenant à compiler toutes ces informations pour en tirer des conclusions. Rapporte toutes tes données dans le tableau interactif sur le site <http://www.cen.ulaval.ca/avativut>. Il sera alors possible d'obtenir les résultats de productivité des espèces de petits fruits de ta région d'une année à l'autre et de comparer les données de productivité que tu as calculées avec celles calculées par les autres élèves partout au Québec qui réalisent la même activité.

Demander aux élèves de rédiger une analyse et une conclusion à cette expérience. L'analyse doit mentionner les résultats obtenus en comparaison de l'an dernier (ou des autres années) et tenter de donner une explication de cette variation. De plus, les élèves doivent parler de l'influence possible des changements climatiques sur la productivité des petits fruits dans leur milieu.

L'ensemble de cette partie est évaluée.

Discussion : Ce que les données révèlent sur la variabilité de la productivité entre les espèces, les années et les sites et comment améliorer l'étude (30 min)

En groupe, discuter de l'analyse des résultats que les élèves viennent de réaliser. Amener les élèves à réfléchir à leurs résultats en ce qui concerne les facteurs qui peuvent influencer la productivité des plants de petits fruits d'une année à l'autre. C'est une excellente occasion de faire un lien avec les perturbations écologiques vues en classe. Est-ce que la productivité des plants de petits fruits varie à la suite de perturbations naturelles ou d'origine humaine. Parmi les facteurs que vous avez identifiés comme ayant une influence sur la productivité, lesquels sont des perturbations naturelles? Des perturbations d'origine humaine? Nous avons bien sûr parlé des variations météorologiques attribuables ou non aux changements climatiques, mais d'autres facteurs sont importants à considérer dans cette étude. Y a-t-il des troupeaux d'animaux à proximité de la parcelle qui se nourrissent des fruits? D'autres personnes ont-elles cueilli des fruits dans le secteur avant vous? Avez-vous remarqué la présence de plantes sur la parcelle qui pourraient entrer en compétition avec les plants de petits fruits?

Plusieurs facteurs peuvent influencer les résultats que nous avons obtenus.

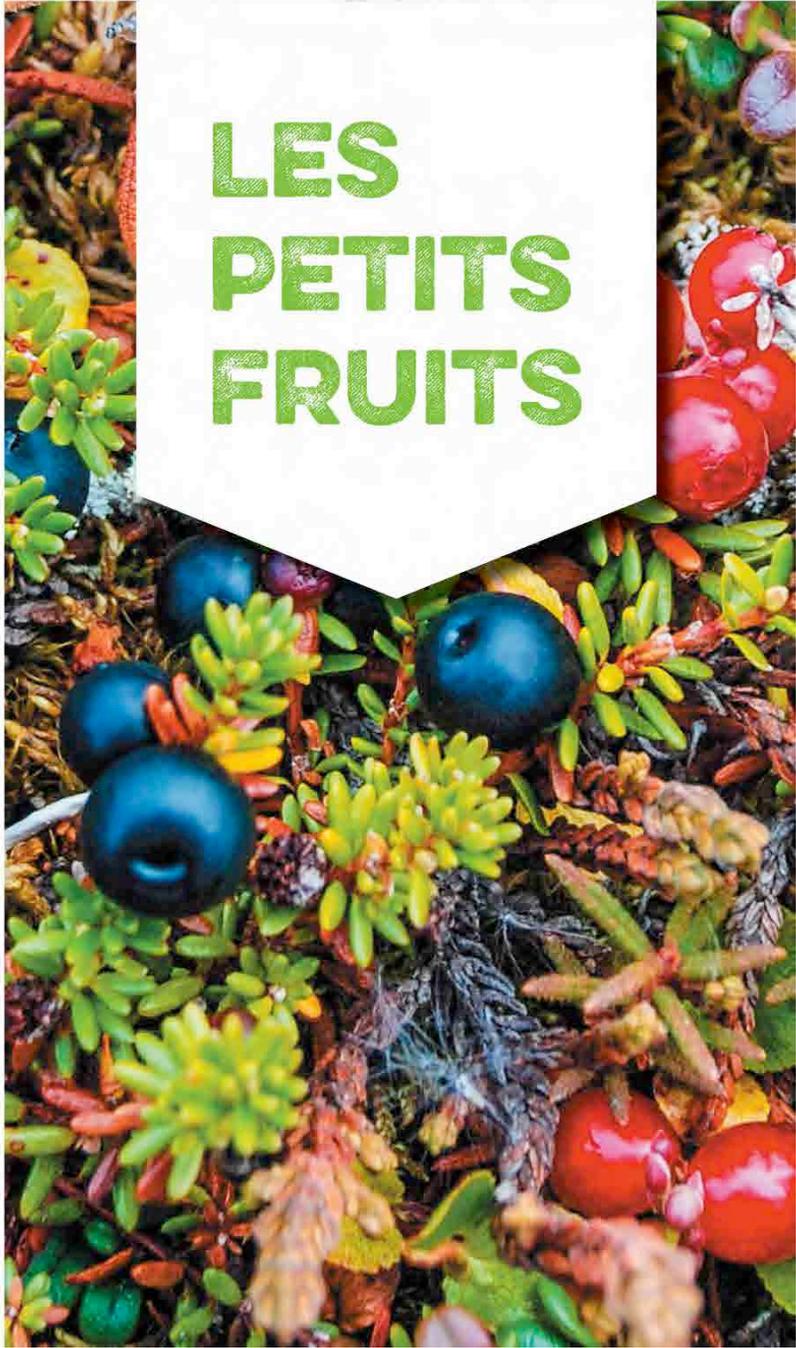
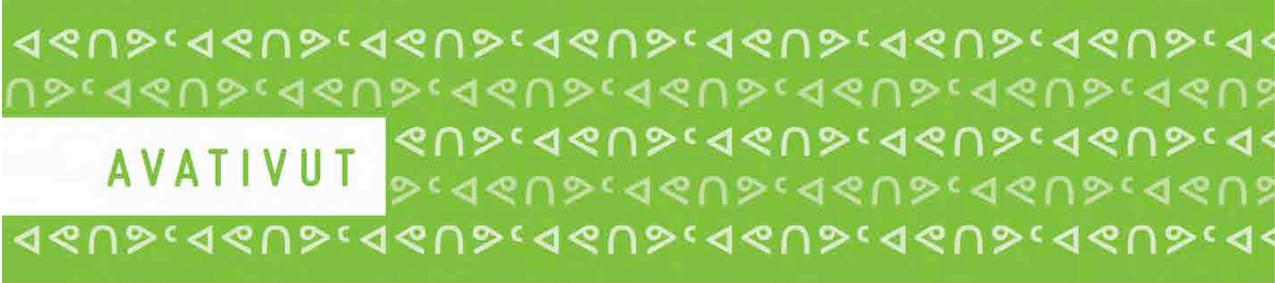
Finalement, comment pourrions-nous améliorer l'activité *Avativut : Les petits fruit* ?



Évaluation 2 : L'analyse

	5	4	3	2	1	0
Compétence 2 : Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques. ¹¹	Critère 3 : Production adéquate d'explications ou de solutions					
	Justification d'explications liées à la problématique en s'appuyant sur des connaissances scientifiques.					
	L'élève constate que la productivité des plants de fruits varie d'une année à l'autre et est en mesure d'établir un lien de cause à effet avec plusieurs éléments explorés au cours de l'activité. L'élève fait des liens entre ses observations et la théorie vue en classe.	L'élève constate que la productivité des plants de fruits varie d'une année à l'autre et est en mesure d'établir un lien de cause à effet avec certains éléments explorés au cours de l'activité. L'élève fait des liens entre ses observations et la théorie vue en classe.	L'élève constate que la productivité des plants de fruits varie d'une année à l'autre et est en mesure d'établir un lien de cause à effet avec certains éléments explorés au cours de l'activité. L'élève ne fait pas de liens entre ses observations et la théorie vue en classe.	L'élève constate que la productivité des plants de fruits varie d'une année à l'autre. Les liens que l'élève tente de faire manquent de logique. L'élève ne fait pas de liens entre ses observations et la théorie vue en classe.	L'élève constate que la productivité des plants de fruits varie d'une année à l'autre. L'élève ne justifie pas ses observations.	L'analyse produite n'est pas pertinente.

¹¹ Ministère de l'Éducation, Loisir et du Sport du Québec (2011) Programme de formation de l'école québécoise : Cadres d'évaluation des apprentissages, Science et technologie, Science et technologie de l'environnement, Enseignement secondaire, 2^e cycle.



Cahier de l'élève

AVATIVUT

LES PETITS FRUITS





Résumé du projet *Avativut* : *Les petits fruits*

AVATIVUT

AVATIVUT, qui signifie « Notre environnement » en Inuktitut, est une série d'activités qui permettent aux élèves du secondaire de faire des sciences de façon concrète, en explorant le milieu qui les entoure. Ces activités te permettront de faire des liens entre les apprentissages que tu fais à l'école et ta vie quotidienne, en utilisant ta curiosité, ton sens de l'observation et ta capacité à résoudre des problèmes.

Les activités AVATIVUT te permettront de faire des apprentissages liés au programme scolaire de science tout en mettant en application tes connaissances d'une problématique qui touche ton milieu : les changements climatiques. Tu auras l'occasion de récolter des données sur le terrain, de produire d'autres données en laboratoire par des prises de mesure et de recueillir les savoirs d'un(e) aîné(e) ou d'un(e) expert(e) local(e). Par la suite, tu pourras partager tes résultats avec d'autres élèves qui réalisent la même activité ou qui l'ont réalisée par le passé et analyser tes résultats en les comparant à ceux des autres.

AVATIVUT te permettra donc de faire de la science citoyenne; c'est-à-dire, d'observer ton milieu pour produire des données scientifiques. Toutes les données récoltées dans le cadre du projet AVATIVUT seront partagées entre les élèves qui réalisent l'activité et leur communauté, ce qui te permettra de suivre l'évolution à travers le temps des impacts liés aux changements climatiques chez toi et ailleurs au Québec.

AVATIVUT a été développé initialement pour les jeunes Inuits du Nunavik, et les trois thématiques originales sont ancrées dans le Nord québécois puisqu'elles touchent la surveillance des glaces, la production de petits fruits et la dynamique du pergélisol, dans un contexte de changements climatiques. AVATIVUT favorise un équilibre entre les savoirs des scientifiques et les savoirs des experts dans ton milieu.

Les petits fruits

L'activité *Avativut : Les petits fruits* te permettra de te familiariser avec les changements climatiques et les impacts de ces changements dans ton milieu, notamment sur la végétation. Au cours de cette activité, tu devras échantillonner une parcelle de terrain afin d'en déterminer la productivité. Les données recueillies permettront de suivre la production des différentes espèces de petits fruits dans le temps et de faire des liens entre les conditions climatiques et la productivité des petits fruits, ce qui aidera la communauté à s'adapter face à ces changements.



De plus, ces données pourront aider les communautés autochtones à sensibiliser le reste du Québec sur les impacts des changements globaux sur notre environnement, notamment sur la faune et la flore, qui sont encore plus marqués dans les régions nordiques.



Calendrier des activités

<u>Séance 1 : Les changements climatiques (60 min)</u>	<u>Séance 2 : Échantillonnage des petits fruits (100 min)</u>	<u>Séance 3 : La productivité des plantes à petits fruits (60 min)</u>	<u>Séance 4 : L'entrevue : Les petits fruits dans ma région (60 min)</u>	<u>Séance 5 : Compilation des données et conclusion de l'expérience (60 min)</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Mise en situation : Les changements climatiques chez nous - Les biomes au Québec - Les plantes à fruits : distribution, espèce et reproduction - Description des fruits à l'étude 	<ul style="list-style-type: none"> - Populations et communautés - Introduction sur l'étude de populations et vocabulaire scientifique - Expérience : Détermination de la productivité des petits fruits 	<ul style="list-style-type: none"> - Expérience : Détermination de la productivité des petits fruits, suite - Recette locale à base de petits fruits et dégustation 	<ul style="list-style-type: none"> - Entrevue collective en classe d'un aîné autochtone ou d'un expert local 	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse des résultats obtenus - Discussion : Ce que les données révèlent sur la variabilité de la productivité entre les espèces, les années et les sites et comment améliorer l'étude



Vocabulaire

Biome : Région climatique caractérisée par une faune et une flore typiques. Les biomes sont influencés par certains facteurs tels que : la latitude, l'altitude, la température, les précipitations, le type de sol, la durée et la quantité d'ensoleillement, les vents, etc.

Changements climatiques : Changements importants et durables dans la distribution statistique des schémas climatiques sur des périodes variant de décennies à des millions d'années.

Communauté : Ensemble des populations qui habitent un même milieu.

Écosystème : L'écosystème est composé d'une communauté et du milieu dans lequel la communauté évolue. Ceci inclut l'ensemble des vivants et des éléments non vivants.

Effet de serre : Phénomène naturel qui permet de retenir une partie de la chaleur qui provient du soleil à l'intérieur de l'atmosphère de la planète. Ce phénomène est augmenté par la présence de « gaz à effet de serre » souvent produits par les activités humaines.

Espèce : Ensemble d'individus, ici de plantes, qui possèdent des caractéristiques communes et qui peuvent se reproduire entre eux pour engendrer des individus fertiles.

Fruit : Partie d'une plante qui sert à la reproduction et qui est parfois comestible.

Population : Ensemble d'individus qui appartiennent à la même espèce et qui vivent dans un espace commun.

Productivité : Mesure de la quantité produite.

Quadrat : Parcelle de terrain carrée ou rectangulaire marquée pour l'étude des végétaux ou des animaux.



Séance 1 : Les changements climatiques

La Terre se réchauffe. Partout dans le monde, les **changements climatiques** transforment peu à peu notre planète à une vitesse jamais vue dans l'histoire. Ces changements climatiques sont des modifications à long terme dans les conditions météorologiques : les températures moyennes, les vents moyens et d'autres aspects de la météo changent par rapport à ce qui était observé avant. Pour constater les changements climatiques, il faut donc connaître les conditions météorologiques du passé.

Les Inuits sont particulièrement touchés, car ils vivent dans l'un des endroits au monde où les changements climatiques sont les plus importants et les plus rapides. En fait, le peuple inuit peut déjà observer de nombreux effets du réchauffement climatique sur son environnement immédiat. Les anciens, nommés les *Elders*, perçoivent depuis plusieurs années des anomalies dans l'environnement arctique, telles que des différences dans les migrations des troupeaux de caribous ou par exemple, la fonte prématurée des glaces ou le dégel du pergélisol. *Rien n'est comme avant*, ont-ils affirmé, dans de nombreux reportages et entrevues.

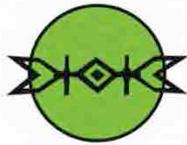
Bref, la Terre telle que nous la connaissons aujourd'hui, subit déjà des transformations, même ici au Québec, et nous devons tous y faire face. Comment serons-nous affectés? Tous les Québécois seront affectés par les changements climatiques, mais pas nécessairement de la même manière. Le Québec est une terre vaste où vivent plusieurs communautés, dont des communautés autochtones, dans des environnements variés et des latitudes différentes. Nous pouvons dire que le grand peuple québécois est un peuple métis (un Québécois sur deux possède un ancêtre autochtone) étalé sur un vaste territoire diversifié.

La population sur le territoire du Québec possède donc une belle diversité, qui se reflète dans ses savoirs multiples : savoirs scientifiques, savoirs traditionnels autochtones, savoirs locaux et savoirs personnels.

Compte tenu de la situation actuelle concernant les changements climatiques, pourquoi ne pas rallier nos forces et travailler tous ensemble à travers l'ensemble du Québec, afin de mieux se connaître entre communautés et valoriser nos différents savoirs? En unissant nos connaissances, nous arriverons à mieux comprendre notre environnement présent et futur, et à mieux nous adapter aux changements! Comment se compare notre situation à celle au Nord?



Connais-tu les différentes nations autochtones présentes au Québec ? Tente de les situer sur la carte du Québec à la page suivante.



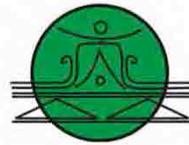
Abénakis



Innus



Algonquins



Malécite



Atikamekw



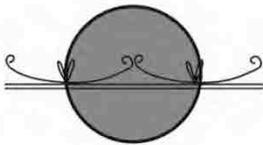
Micmac



Cris



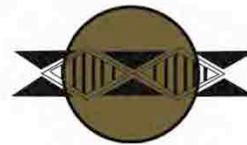
Mohawk



Hurons-Wendat



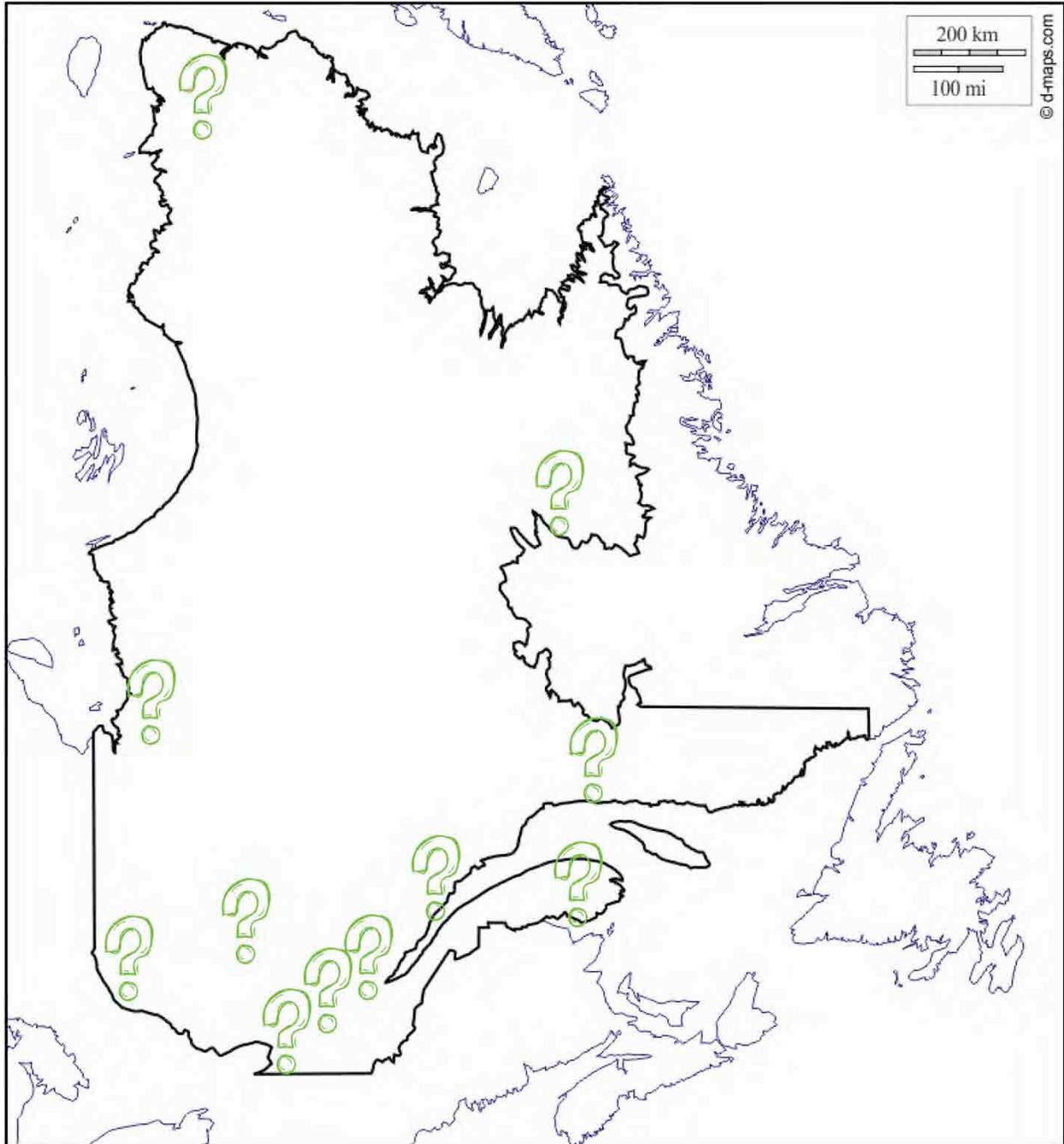
Inuit



Naskapis



LES PETITS FRUITS





Les changements climatiques ; qu'est-ce que c'est ?

Les scientifiques ont observé que l'utilisation de combustibles fossiles, comme le pétrole, dégage une grande quantité de dioxyde de carbone (CO₂). Ce gaz est un gaz à effet de serre. C'est-à-dire que sa présence dans l'atmosphère contribue à emprisonner la chaleur, comme c'est le cas dans une serre. Le dioxyde de carbone est la principale source d'origine humaine des changements climatiques.

Identifie quelques conséquences des changements climatiques. Utilise les observations que tu fais dans ton environnement pour répondre à la question.

Les changements climatiques affectent notre climat et notre environnement. L'environnement des plantes est donc affecté lui aussi. Ainsi, nous voulons déterminer si les plantes à petits fruits sont affectées par les changements dans leur environnement, car ces espèces sont importantes dans les écosystèmes nordiques ainsi que pour les populations humaines.



Les biomes au Québec

Au signal de l'enseignant, ton équipe a 5 minutes pour identifier le maximum de plantes (arbres, arbustes, fleurs, etc.) qui poussent **naturellement** dans ta région. Tu dois identifier la plante dans la langue de ton choix pour obtenir un point. À vos marques, prêts, partez!

Les végétaux présents dans une région sont typiques du **biome** auquel ils appartiennent. Un biome c'est une région climatique caractérisée par une faune et une flore typiques. Les biomes sont influencés par certains facteurs tels que : la latitude, l'altitude, la température, les précipitations, le type de sol, la durée et la quantité d'ensoleillement, les vents, etc. Au Québec, on retrouve trois biomes; à quel biome ta région appartient-elle?

- *Les forêts boréales.* Elles sont composées essentiellement de conifères, d'un tapis de mousse et de lichens.
- *Les toundras.* Elles sont composées d'herbes, d'arbustes rabougris, de mousses et de lichens.
- *Les forêts tempérées.* Elles sont composées de divers feuillus et de conifères. Elles poussent en étages (strates), c'est-à-dire qu'on retrouve une végétation riche au niveau du sol, ainsi que des herbes et des arbustes poussant sous les arbres.

Ma région appartient au biome suivant : _____



BIOMES DU QUÉBEC





Capsule : Les plantes présentes dans ma région

En groupe, identifiez des plantes présentes dans votre région.

Nom français	Nom anglais	Nom dans la langue autochtone locale	Arbre, arbuste, plante à fleurs ou autre



Les plantes à fruits : distribution, espèce et reproduction

Il y a différentes **espèces** de plantes à fruits au Québec. Une espèce c'est un ensemble d'individus, ici de plantes, qui possèdent des caractéristiques communes et qui peuvent se reproduire entre eux pour engendrer des individus fertiles. Peux-tu identifier les différentes espèces de plantes à petits fruits de ta région? À l'échelle du Québec?





Fiche d'identification #1

Nom du fruit : _____

Nom dans la langue autochtone locale : _____

Où retrouve-t-on le fruit dans ma région?

Caractéristiques des feuilles (tu peux faire un dessin ou mettre une photo pour compléter tes explications) :

Caractéristiques des fruits (tu peux faire un dessin ou mettre une photo pour compléter tes explications) :

Utilisations traditionnelles et actuelles du fruit et de la plante :



Fiche d'identification #2

Nom du fruit : _____

Nom dans la langue autochtone locale : _____

Où retrouve-t-on le fruit dans ma région?

Caractéristiques des feuilles (tu peux faire un dessin ou mettre une photo pour compléter tes explications) :

Caractéristiques des fruits (tu peux faire un dessin ou mettre une photo pour compléter tes explications) :

Utilisations traditionnelles et actuelles du fruit et de la plante :



Fiche d'identification #3

Nom du fruit : _____

Nom dans la langue autochtone locale : _____

Où retrouve-t-on le fruit dans ma région ?

Caractéristiques des feuilles (tu peux faire un dessin ou mettre une photo pour compléter tes explications) :

Caractéristiques des fruits (tu peux faire un dessin ou mettre une photo pour compléter tes explications) :

Utilisations traditionnelles et actuelles du fruit et de la plante :



Fiche d'identification #4

Nom du fruit : _____

Nom dans la langue autochtone locale : _____

Où retrouve-t-on le fruit dans ma région?

Caractéristiques des feuilles (tu peux faire un dessin ou mettre une photo pour compléter tes explications) :

Caractéristiques des fruits (tu peux faire un dessin ou mettre une photo pour compléter tes explications) :

Utilisations traditionnelles et actuelles du fruit et de la plante :



Séance 2 : Échantillonnage des petits fruits

Populations et communautés

Pour mieux connaître l'influence du climat sur la **productivité** des plantes à petits fruits, nous allons devoir connaître la productivité des différentes espèces de petits fruits de la région d'une année à l'autre. Nous allons donc étudier la **population** de chaque espèce de petits fruits. En science, lorsqu'on parle d'une population, il s'agit d'un ensemble d'individus qui appartiennent à la même espèce et qui vivent dans un espace commun. Par exemple, on pourrait étudier la population de caribous de la Rivière-aux-Feuilles. Étudier une population permet de suivre l'évolution de l'espèce et de savoir si l'espèce se porte bien ou si sa survie est en danger.

Comment peut-on compter le nombre d'individus d'une population?

Les populations sont influencées par l'habitat dans lequel elles se trouvent, mais aussi par leur **communauté**. Une communauté c'est l'ensemble des populations qui habitent un même milieu. Les plants de bleuets, les plants de camarines, les plants de canneberges, les plants de chicoutés, les insectes, les ours, les renards et les oiseaux qui habitent une même plaine forment une communauté. Ces différentes populations vont s'influencer les unes les autres. Comme nous l'avons vu lors de l'expérience de la Séance 1, si la population de mouches diminue, la pollinisation va être moins efficace, ce qui va diminuer la production de petits fruits. Les conditions climatiques et l'environnement vont aussi influencer les populations présentes dans une communauté et leur productivité.



Expérience : Détermination de la productivité des petits fruits

Nous voulons déterminer la productivité de chacune des espèces de petits fruits que nous étudions. Afin d'arriver à calculer la productivité, nous devons d'abord choisir une parcelle de terrain. Ce « bout » de terrain sera notre référence d'une année à l'autre pour calculer la productivité. Sur la parcelle de terrain que nous avons choisie, il y a une population de plants de petits fruits. Nous allons donc étudier la productivité de cette population. Nous allons compter une partie représentative de ce qui se trouve dans notre parcelle, c'est-à-dire des **quadrats**. Les quadrats sont des zones de 25 cm x 25 cm ($625 \text{ cm}^2 = 0,0625 \text{ m}^2$) qui sont répartis dans un plan cartésien (axes x et y) subdivisant la parcelle de terrain. Pour bien estimer la productivité des espèces de petits fruits se trouvant dans notre parcelle, nous allons devoir échantillonner au moins 25 quadrats choisis au hasard et qui contiennent des fruits pour que nos données nous permettent de faire une estimation assez juste de la productivité des espèces contenues dans l'ensemble de la parcelle. Une fois que nous connaissons la productivité des espèces contenues dans la parcelle de terrain, nous allons pouvoir comparer la productivité de cette année pour chaque espèce de fruits à la productivité des années passées. Ensuite, nous pourrons tenter de déterminer les causes de la variation de la productivité d'une année à l'autre!

Détermination des quadrats (en classe)

Matériel

- ⇒ Baguettes en bambou pour les brochettes
- ⇒ Corde ou ficelle pour délimiter les quadrats (25 cm X 25 cm)
- ⇒ 2 cordes de 20 mètres graduées à tous les mètres
- ⇒ Appareil photo
- ⇒ 2 dés de 20 faces
- ⇒ Crayons marqueurs permanents
- ⇒ Grands sacs de plastique à fermeture
- ⇒ Petits sacs de plastiques à fermeture



1. Pour déterminer les quadrats à échantillonner, lance 2 dés de 20 faces. Utilise 2 dés de couleurs différentes. Note les deux nombres donnés par les dés dans le **Tableau 1**. Ces nombres sont les coordonnées du premier quadrat à échantillonner. Répète jusqu'à ce que 50 quadrats aient été identifiés pour tout le groupe.

Tableau 1 : Identification des quadrats à échantillonner



**LES
PETITS
FRUITS**

Numéro du quadrat	Coordonnées (x, y)	Présence de fruits (oui ou non)	Numéro du quadrat	Coordonnées (x, y)	Présence de fruits (oui ou non)
1	(__, __)		26	(__, __)	
2	(__, __)		27	(__, __)	
3	(__, __)		28	(__, __)	
4	(__, __)		29	(__, __)	
5	(__, __)		30	(__, __)	
6	(__, __)		31	(__, __)	
7	(__, __)		32	(__, __)	
8	(__, __)		33	(__, __)	
9	(__, __)		34	(__, __)	
10	(__, __)		35	(__, __)	
11	(__, __)		36	(__, __)	
12	(__, __)		37	(__, __)	
13	(__, __)		38	(__, __)	
14	(__, __)		39	(__, __)	
15	(__, __)		40	(__, __)	
16	(__, __)		41	(__, __)	
17	(__, __)		42	(__, __)	
18	(__, __)		43	(__, __)	
19	(__, __)		44	(__, __)	
20	(__, __)		45	(__, __)	
21	(__, __)		46	(__, __)	
22	(__, __)		47	(__, __)	
23	(__, __)		48	(__, __)	
24	(__, __)		49	(__, __)	
25	(__, __)		50	(__, __)	



2. Chaque équipe de 2 personnes se voit attribuer un ou des quadrats à échantillonner. L'équipe prépare une étiquette d'identification pour son quadrat un utilisant l'étiquette ci-dessous ou en notant directement les informations sur le sac de plastique avec un crayon marqueur permanent.

Étiquette d'identification de quadrat

Quadrat # : _____

Emplacement : (____,____)

Date: Jour : _____ Mois : _____ Année : _____

Groupe : _____

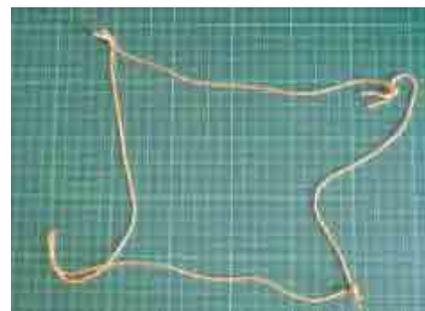
Équipe : _____

3. Avant le départ pour la cueillette, prépare un carré de ficelle de 25 cm par 25 cm qui te permettra de délimiter les quadrats. On peut faire une boucle à chacun des coins pour pouvoir y insérer les baguettes. Deux cordes de 20 m graduées à tous les mètres doivent être préparées pour la classe. Une corde est identifiée X, pour l'axe des X et l'autre corde est identifiée Y, pour l'axe des Y. On peut faire une boucle près du zéro de chaque corde.

Identification de la parcelle et des quadrats (à l'extérieur)

4. Une fois le groupe arrivé à la parcelle, une personne prend une photo de la parcelle pour le groupe.

5. Attacher les cordes graduées de 20 m sur le poteau identifié (0,0) ; il porte un ruban rouge. S'assurer de placer les cordes des axes x et y à un angle de 90° l'une par rapport à l'autre, dans l'axe des poteaux marquant les 4 coins de la parcelle.



8. En ordre de numéro de quadrat (quadrat 1, quadrat 2 et ainsi de suite), les équipes délimitent un quadrat selon les coordonnées cartésiennes choisies en classe



(x, y). Ainsi, tu trouves ta coordonnée sur la corde X ou Y. Une fois ta coordonnée trouvée, tu marches perpendiculairement à l'axe vers le centre de la parcelle jusqu'à ce que tu rencontres ton coéquipier. Vous avez trouvé le centre de quadrat ! Déploie le petit carré de ficelle de 25 cm par 25 cm et place les baguettes aux quatre coins pour le maintenir en place.

Échantillonnage des petits fruits (à l'extérieur)

9. Indique sur la feuille de prise de données si le quadrat contient ou non des fruits. Si le quadrat contient des fruits, cueille tous les fruits qui s'y trouvent en plaçant chaque espèce dans un sac ziploc différent et identifié aux coordonnées du quadrat. Regroupe tous les sacs contenant les différentes espèces d'un même quadrat dans un plus grand sac identifié au quadrat correspondant.

10. Mets les sacs ainsi récoltés au réfrigérateur jusqu'à la prochaine séance.





Séance 3 : La productivité des plantes à petits fruits

Expérience : Détermination de la productivité des petits fruits, suite

Peser les petits fruits

1. Chaque équipe choisit un sac correspondant à un quadrat.
2. Retire les échantillons de ce sac, une espèce de fruit à la fois.
3. À l'aide d'une nacelle de pesée, pèse individuellement les fruits de chacune des espèces que tu as cueillis dans un quadrat. Reporte les résultats dans le **Tableau 2** à l'endroit approprié. N'oublie pas de calibrer la balance à 0 avec la nacelle vide. Répète pour tous les quadrats échantillonnés.

Tableau 2 : Masse des fruits cueillis dans le quadrat (__,__) sur la parcelle _____

Nom du fruit	Masse pour mon quadrat (g)

4. Pour calculer la masse totale d'une espèce de fruit dans la parcelle d'échantillonnage, additionne la masse de chaque espèce de fruits de tous les quadrats échantillonnés. Demande les masses pesées pour chaque fruit aux autres équipes de ta classe afin de faire ce calcul. Utilise le **Tableau 3** pour écrire les données et pour faire le calcul.



Tableau 3 : Masse totale de chacun des fruits cueillis sur la parcelle pour les 25 quadrats

Quadrat (#)	Masse de <hr/> (g)	Masse de <hr/> $\bar{}$ (g)	Masse de <hr/> $\bar{}$ (g)	Masse de <hr/> $\bar{}$ (g)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				



19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
Total				

5. Additionne les aires de **tous les quadrats échantillonnés dans la parcelle, y compris ceux qui ne contenaient pas de fruits**. N'oublie pas que l'aire de chaque quadrat est de 625 cm^2 , soit $0,0625 \text{ m}^2$. Il est très important d'inclure les quadrats visités sans fruit dans le calcul de notre aire d'échantillonnage totale, afin de ne pas surestimer la productivité.



Résultats

6. Présente le résultat en g/m² pour chaque espèce de petits fruits dans le **Tableau 4**.

Tableau 4 : Productivité des espèces de petits fruits de la parcelle

Nom du fruit	Masse totale dans la parcelle (g)	Superficie totale échantillonnée (m ²)	Productivité de la parcelle (g/m ²)

7. Saisis les données sur le site <http://www.cen.ulaval.ca/Avativut/>. Utilise les données de ce site internet pour faire un graphique de la productivité (y) en fonction de l'année (x) à ton site de collecte.



Capsule : La valeur nutritive des petits fruits

Les petits fruits ont des caractéristiques propres qui font en sorte qu'il est intéressant de les intégrer dans une alimentation saine. Par exemple, les bleuets sont d'excellents antioxydants. Le Tableau 5 présente la valeur nutritive de certains petits fruits retrouvés au Québec.

Tableau 5 : Valeur nutritive de certains petits fruits¹

Fruit	Qté (g)	Énergie (kcal)	Énergie (kJ)	Protéine (g)	Glucides (g)	Fer (mg)	Zinc (mg)	Vit. A (UI)	Vit. C (mg)	Vit. B6 (mg)
Bleuets	77	43	179	1	11	0,1	0,1	77	10	0,03
Canneberges	50	25	103	-	6	0,1	0,1	23	7	0,03
Fraises	60	18	75	-	4	0,2	0,1	16	34	0,04
Framboises	65	32	133	1	8	0,4	0,3	84	16	0,04
Groseilles (rouges et blanches)	59	33	139	1	8	0,6	0,1	71	24	0,04
Mûres	76	40	166	1	10	0,4	0,2	126	16	0,04

¹ Santé Canada (1999). *Valeur nutritive de quelques aliments usuels*. Ontario ; Les Éditions du gouvernement du Canada.

AVATIVUT

SAÉ IDÉALES POUR
LE PROFIL STE

AVATIVUT, qui signifie « Notre environnement » en inuktitut, est un programme conçu initialement pour le Nunavik qui a été retravaillé pour s'intégrer aussi bien dans un contexte autochtone que dans un contexte non-autochtone. Ce programme vise à démocratiser la science en utilisant le milieu de l'élève comme environnement d'apprentissage. De plus, ces activités permettront aux enseignants de lier le contenu du programme scolaire avec les éléments présents dans la vie du jeune. Des activités terrain permettront à l'élève de mettre en pratique les connaissances et les habiletés acquises en classe dans la résolution de problèmes concrets.



ADAPTABLE à votre niveau, votre classe, votre communauté ou votre environnement! Parlez-en avec les chercheurs-concepteurs!

avativut@cen.ulaval.ca

INRS
UNIVERSITÉ DE RECHERCHE

UQTR
Université du Québec
à Trois-Rivières

CENTRE D'ÉTUDES NORDIQUES
CEN Centre for Northern Studies

OURANOS

BIT
SCIENCE

MISSION GLACIALE

SECONDAIRE
3 ET 4

L'activité *Avativut : Mission glaciale* permet à l'élève de se familiariser avec les changements climatiques et les impacts de ces changements sur la glace dans son milieu. Cette activité est une occasion unique de permettre à l'élève d'utiliser la science et les savoirs locaux pour comprendre un phénomène naturel se déroulant dans leur environnement.

THÉMATIQUES ABORDÉES

UNIVERS MATÉRIEL

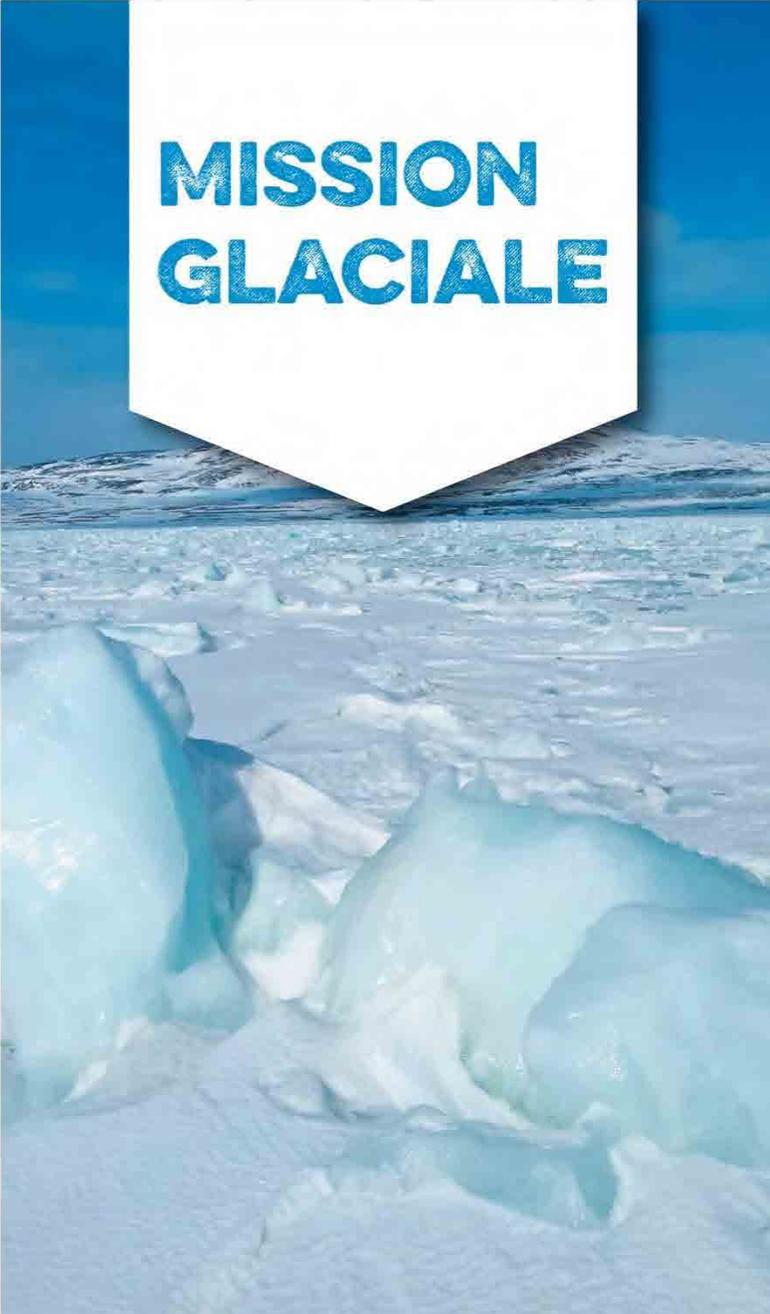
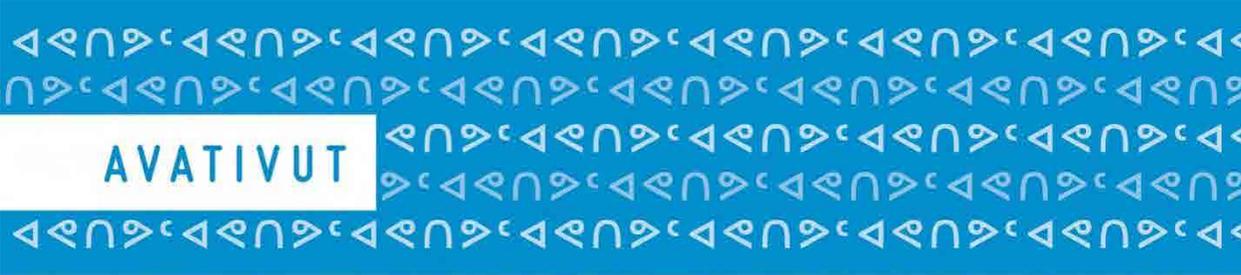
- États de la matière
- Modèle particulaire
- Masse volumique

- Changements climatiques
- Entrevue d'un aîné
- Mesure de la glace
- Périodes d'englacement et de fonte

TERRE ET ESPACE

- Effet de serre
- Salinité
- Glaciers et banquises

www.cen.ulaval.ca/avativut/



Guide de l'enseignant

AVATIVUT

MISSION GLACIALE

INRS
UNIVERSITÉ DE RECHERCHE

UQTR
 Université du Québec
à Trois-Rivières

 **CENTRE D'ÉTUDES NORDIQUES**
CEN Centre for Northern Studies

**OURANOS**

**DIT**
science

© INRS 2019

Crédit photo de la page couverture : Sophie Dufour-Beauséjour

Résumé du projet Avativut : Mission glaciale

AVATIVUT

AVATIVUT, qui signifie « Notre environnement » en Inuktitut, est une série d'activités éducatives qui permettent de rendre un apprentissage concret des sciences pour les élèves du secondaire grâce à des activités où l'élève est en action. La participation active de l'élève tout au long de l'activité lui permettra de s'investir dans ses apprentissages et de faire des liens entre ce qu'il apprend à l'école et la vie quotidienne. Ce matériel pédagogique encourage l'implication de la communauté, en particulier des aînés, lors d'activités sur le territoire et en classe.

AVATIVUT est un programme qui vise à démocratiser la science en utilisant le milieu de l'élève comme environnement d'apprentissage. De plus, ces activités permettront aux enseignants de lier le contenu du programme scolaire avec les éléments présents dans la vie du jeune. Ce processus de facilitation de l'intégration des apprentissages académiques à travers des situations authentiques permettra certainement à l'élève d'avoir un œil différent sur les connaissances et les compétences acquises en classe.

AVATIVUT a été développé initialement pour les jeunes Inuit du Nunavik, en collaboration avec la Commission Scolaire Kativik Ilisarniliriniq. Les trois thématiques originales sont ancrées dans le Nord québécois puisqu'elles touchent la surveillance des glaces, la productivité des petits fruits et la dynamique du pergélisol. Les activités proposées valorisent des compétences et des habiletés utiles tant en science qu'en savoir traditionnel, telles la curiosité, l'observation et la résolution de problèmes. AVATIVUT favorise un équilibre et une complémentarité entre la science occidentale et le savoir local. La version qui vous est ici présentée a été retravaillée pour s'intégrer aussi bien dans un contexte autochtone que dans un contexte non-autochtone. Il est également possible de l'adapter encore plus spécifiquement à la réalité de votre classe, de votre communauté ou de votre environnement, en discutant avec les chercheurs-concepteurs d'AVATIVUT.

Mission glaciale

L'activité *Avativut : Mission glaciale* permet aux élèves de se familiariser avec les changements climatiques et les impacts de ces changements sur la glace dans leur milieu. Les élèves auront l'occasion de discuter de l'importance de bien connaître la glace avec un aîné ou un expert. De plus, les élèves sortiront de la classe afin de prendre des mesures réelles d'épaisseur de glace sur un cours d'eau. Cette activité est une occasion unique de permettre aux élèves d'utiliser la science et les savoirs locaux pour comprendre un phénomène naturel se déroulant dans leur environnement. Cette activité est spécialement conçue pour intéresser l'élève à la matière vue en classe en lui permettant d'appliquer les principes théoriques dans une situation authentique.

Pour plus d'informations ou pour toutes questions sur *Avativut : Mission glaciale* vous êtes invités à contacter M. Yves Gauthier à l'adresse suivante : Yves.Gauthier@ete.inrs.ca.

Présentation du document

Ce document de l'enseignant est construit à la façon d'un scénario d'enseignement. Nous vous y proposons une façon de faire tout au long de l'activité. Il est au choix de l'enseignant de suivre le scénario en totalité ou en partie.

Les SAÉ Avativut sont réalisées en s'appuyant sur le document *La progression des apprentissages au secondaire* du Programme de formation de l'école québécoise en Sciences et technologies au secondaire.

Des évaluations sont présentées tout au long du document. Il est possible pour l'enseignant de faire ces évaluations de façon formative, de façon sommative ou de ne pas les faire du tout. Les évaluations sont construites en lien avec le *Cadre d'évaluation des apprentissages du Programme de formation de l'école québécoise*.

L'enseignant trouvera des Capsules tout au long du document. Ces capsules servent d'enrichissement à la matière. Elles peuvent servir à combler du temps restant à une période (les activités sont conçues pour des périodes de 60 minutes) ou elles peuvent ajouter des éléments d'information pour les intéressés.

Table des matières

Résumé du projet Avativut : Mission glaciale	v
Présentation du document	vii
Calendrier des activités	1
Progression des apprentissages	3
Préparation préalable de l'enseignant	5
Préparation du matériel	6
Séance 1 : Les changements climatiques chez nous	7
<i>Mise en situation (15 min)</i>	7
<i>L'effet de serre : Qu'est-ce que c'est ? (10 min)</i>	11
<i>Expérience : L'effet de serre sur l'océan libre de glace et couvert de glace</i>	13
<i>État de la situation au Québec et en Arctique (5 min)</i>	14
<i>Discussion : nos connaissances locales sur la glace (30 min)</i>	16
Séance 2 : L'Entrevue, la glace d'ici par les gens d'ici	21
<i>Entrevue collective en classe d'un aîné autochtone ou d'un expert local (60 min)</i>	22
<i>Grille d'évaluation 1 : Questions d'entrevue</i>	23
Séance 3 : L'englacement et la fonte des glaces	25
<i>Introduction sur le cycle de glace (15 min)</i>	25
<i>Expérience : Prise de données journalières (20 min pour les explications et quelques minutes par jour pour la prise de données)</i>	28
<i>Les caractéristiques de la glace (5 min)</i>	29
<i>Introduction au concept de masse volumique (20 min)</i>	29
Séance 4 : Les caractéristiques de la glace	32
<i>Expérience : Mesure de l'épaisseur de la glace (60 min)</i>	32
Séance 5 : Les caractéristiques de la glace	35
<i>Expérience : Les caractéristiques de la glace (60 min)</i>	35
Séance 6 : Compilation des données et analyse	41
<i>Analyse des résultats obtenus (20 min)</i>	41
<i>Changement climatique et variabilité (15 min)</i>	43
<i>Évaluation 2 : L'analyse (25 min)</i>	43
<i>Grille d'évaluation 2 : L'analyse</i>	46

Calendrier des activités

* Quelques minutes par jour de prise de données en période d'englacement et de fonte

<p><u>Au préalable par l'enseignant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Lecture du guide - Préparation du matériel - Trouver et inviter un aîné ou un expert local en classe pour la 2^e et la 4^e séance. 	<p><u>Séance 1 : Les changements climatiques chez nous (60 min)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Mise en situation (15 min) - L'effet de serre : Qu'est-ce que c'est? (10 min) - État de la situation au Québec et en Arctique (5 min) - Discussion: nos connaissances locales sur la glace (30 min) 	<p><u>Séance 2 : L'entrevue, la glace d'ici par les gens d'ici (60 min)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Entrevue collective en classe d'un aîné ou d'un expert local (60 min) 	
<p><u>Séance 3 : L'englacement et la fonte des glaces (60 min)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Introduction sur le cycle de la glace (15 min) - Expérience : Prise de données journalière*(20 min) -Les caractéristiques de la glace (5 min) - Introduction au concept de masse volumique (20 min) 	<p><u>Séance 4 : Les caractéristiques de la glace (60 min)</u></p> <p>À l'extérieur :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Expérience : Mesure de l'épaisseur de la glace (60 min) 	<p><u>Séance 5 : Les caractéristiques de la glace (suite) (60 min)</u></p> <p>En laboratoire :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Expérience : Les caractéristiques de la glace (60 min) <p>Ce laboratoire peut être évalué si l'enseignant le désire.</p>	<p><u>Séance 6 : Compilation des données et analyse (60 min)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> -Analyse des résultats obtenus (20 min) - Changement climatique et variabilité (15 min) - Évaluation 2 : L'analyse (25 min)



Cette activité peut être utilisée dans un contexte de réinvestissement avec vos élèves. Il vous est donc suggéré d'étaler les différentes séances sur l'année entière et d'utiliser les concepts vus en classe pour compléter les activités du projet *Mission glaciale*. Dans ce cas, voici le calendrier suggéré.

Septembre ou octobre : Séance 1. Préparer les élèves à faire des observations au site de mesure dès que la température passe sous zéro.

Octobre-décembre : Faire des observations journalières pour déterminer la période d'englacement et la date d'englacement.

Lorsque l'occasion se présente (avant la Séance 6) : Séance 2. Réaliser l'entrevue avec un aîné ou un expert. Cette entrevue peut se dérouler dans une autre matière pourvu que les élèves aient préparé leurs questions dans le cours de science.

Janvier-Février : Séance 3. S'assurer de choisir un moment où la glace est suffisamment épaisse pour être sécuritaire avant d'aller y prendre des mesures.

Lorsque l'occasion se présente (avant la Séance 6, entre septembre et février) : Séance 5. Expérimenter au laboratoire les différentes caractéristiques de la glace.

Mars-mai : Faire des observations journalières pour déterminer la période de fonte et la date de fonte.

Mai-juin : Séance 6. Compiler l'ensemble des données récoltées et produire une analyse qui démontre que l'élève a intégré les concepts vus en classe et expérimentés sur le terrain.

Pour des questions de logistique de temps, il est possible d'effectuer la collecte journalière pour l'une des périodes seulement, c'est-à-dire soit à l'automne pour la période d'englacement, soit au printemps pour la période de fonte.

Progression des apprentissages¹

	Terre et espace	Univers matériel	Stratégies
Séance 1 Les changements climatiques chez nous	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire l'effet de serre (A.4.b.i) - Expliquer des conséquences de l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre (A.4.b.ii) 	<ul style="list-style-type: none"> - Comparer l'arrangement des particules dans une substance à l'état solide, liquide ou gazeux (B.2.d.i) - Expliquer un changement d'état à l'aide du modèle particulaire (B.2.d.ii) 	
Séance 2 L'entrevue, la glace d'ici par les gens d'ici			<ul style="list-style-type: none"> - Inventorier le plus grand nombre possible d'informations scientifiques, technologiques et contextuelles éventuellement utiles pour cerner un problème ou prévoir des tendances (A16) - Envisager divers points de vue liés aux problématiques scientifiques (A19)
Séance 3 L'englacement et la fonte des glaces		<ul style="list-style-type: none"> - Expliquer le concept de masse volumique (A.2.c.i) 	
Séances 4 et 5 Les caractéristiques de la glace	<ul style="list-style-type: none"> - Définir la salinité comme étant une mesure de la quantité de sels dissous dans un volume donné (A.3.c.i) 	<ul style="list-style-type: none"> - Déterminer la masse volumique de différentes substances (A.2.c.ii) 	



	- Décrire l'influence de la salinité sur la masse volumique d'une solution (A.3.c.ii)		
Séance 6 Compilation des données et impacts sur la communauté	- Décrire certains impacts liés à la fonte des glaciers ou des banquises (A.3.e.ii)		- Généraliser à partir de plusieurs cas particuliers structurellement semblables (A17)

Préparation préalable de l'enseignant

À la 2^e séance, l'enseignant reçoit en classe un aîné ou un expert local. Il faut donc contacter au préalable cette personne afin qu'elle puisse être disponible au moment choisi par l'enseignant. Dans le milieu autochtone, un ou une aîné(e) ayant de bonnes connaissances sur la glace peut venir en classe partager son expérience. Que ce soit les différentes sortes de glaces, l'épaisseur sécuritaire de la glace pour les différentes activités traditionnelles ou les techniques de mesure de la glace, l'aîné pourra en apprendre beaucoup aux élèves. Dans les régions du sud du Québec, le savoir traditionnel est moins présent, mais les aînés ont quand même beaucoup à partager. Il est toutefois possible pour l'enseignant d'inviter un expert local en classe. Il peut s'agir d'un représentant d'un club de motoneige, d'un pêcheur sur glace, d'un membre de la garde côtière ou de toute autre personne ayant une expertise pertinente au sujet de la formation de la glace. À la 4^e séance, la classe fait une sortie à l'extérieur pour mesurer l'épaisseur de la glace. Demander à l'aîné ou à l'expert d'accompagner la classe afin de s'assurer de la sécurité de l'activité. La glace comporte des risques et il est préférable de vérifier avec une personne d'expérience que la classe n'est pas dangereuse lors de l'expérience. De plus, l'aîné ou l'expert pourra vous fournir une tarière à glace qui vous est nécessaire pour prendre les mesures d'épaisseur de glace. Vérifier avec cette personne à l'avance si elle possède cet instrument. Cette sortie avec l'aîné ou l'expert sera une occasion idéale de poursuivre la discussion entamée en classe.

Les élèves prendront des mesures d'épaisseur de glace et établiront la durée du couvert de glace dans leur région. Afin de réaliser cette expérience et de collecter des données représentatives qui pourront être utilisées d'une année à l'autre à des fins de comparaison, il faut que l'enseignant choisisse un lieu de prise de données. L'enseignant peut noter les coordonnées GPS de ce lieu ou l'identifier clairement sur une carte géographique. De cette façon, les données prises par les élèves pourront être consultées par les élèves de l'année suivante à des fins de comparaison. Idéalement, la prise de donnée pourrait être faite sur un cours d'eau visible de la fenêtre de la classe. Puisque ce n'est pas possible pour toutes les écoles, il peut aussi s'agir d'un cours d'eau à proximité de l'école et accessible pour les élèves.



Préparation du matériel

Pour la séance 5, les élèves auront besoin d'échantillons de glace. Il faut penser préparer ces échantillons d'avance pour qu'ils soient bien gelés. Les instructions pour la préparation des échantillons de glace se trouvent à la Séance 5.

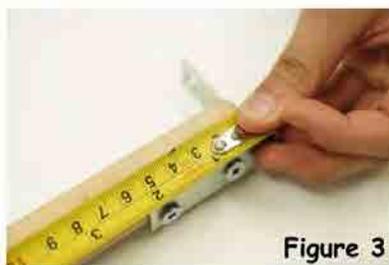
Installer un thermomètre à l'extérieur d'une fenêtre de la classe. (Facultatif)

Fabriquer un bâton de mesure pour l'épaisseur de la glace.

Matériel

- Fer angle de 90°
- Goujon $\frac{3}{4}$ pouce à 1 pouce de diamètre
- Perceuse
- Crayon marqueur
- Crayon de plomb
- Tournevis
- 2 vis
- Ruban à mesurer

1. Visser le fer angle au bout du goujon (Figure 2).
2. À l'aide du ruban à mesurer et du crayon marqueur, identifier d'un trait chaque cm du goujon à partir du bas (où se trouve le fer angle, Figure 4).



Séance 1 : Les changements climatiques chez nous

Mise en situation (15 min)

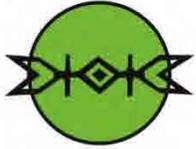
(Débuter l'expérience 1 puisqu'il y a un long temps d'attente)

La Terre se réchauffe. Partout dans le monde, les **changements climatiques** transforment peu à peu notre planète à une vitesse jamais vue dans l'histoire. Ces changements climatiques ce sont des modifications à long terme dans les conditions météorologiques : les températures moyennes, les vents moyens et d'autres aspects de la météo qui changent par rapport à ce qui était observé avant. Pour constater les changements climatiques, il faut donc connaître les conditions météorologiques du passé.

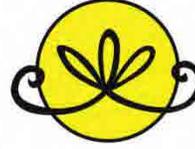
Bref, la Terre telle que nous la connaissons aujourd'hui, subit déjà des transformations, même ici au Québec, et nous devons tous y faire face. Comment serons-nous affectés? Tous les Québécois seront affectés par les changements climatiques, mais pas nécessairement de la même manière. Le Québec est une terre vaste où vivent plusieurs communautés, dont des communautés autochtones, dans des environnements multiples et des latitudes différentes. Nous pouvons dire que le grand peuple québécois est un peuple métis (un Québécois sur deux possède un ancêtre autochtone) étalé sur un vaste territoire diversifié.

Au tableau, projeter la carte du Québec vierge. Demander aux élèves de placer les pictogrammes des différentes nations autochtones au bon endroit. Par la suite, projeter la carte « réponse » du Québec autochtone. Chacune des nations autochtones a ses particularités. Pour en apprendre plus, visitez le <http://www.tourismeautochtone.com>.

MISSION
GLACIALE



Abénakis



Innus



Algonquins



Malécite



Atikamekw



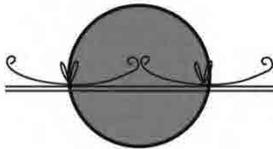
Micmac



Cris



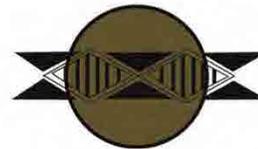
Mohawk



Hurons-Wendat



Inuit



Naskapis



La population sur le territoire du Québec possède donc une belle diversité, qui se reflète dans ses savoirs variés : savoirs scientifiques, savoirs traditionnels autochtones, savoirs locaux et savoirs personnels.

Compte tenu de la situation actuelle concernant les changements climatiques, pourquoi ne pas rallier nos forces et travailler tous ensemble à travers l'ensemble du Québec, afin de mieux se connaître entre communautés et valoriser nos différents savoirs? En unissant nos connaissances, nous arriverons à mieux comprendre notre environnement présent et à nous adapter aux changements du climat! Comme nous l'avons mentionné, nous ne sommes pas tous affectés de la même manière par les changements climatiques, entre autres, parce que le Québec est très vaste, mais aussi parce que certaines régions sont bordées par des cours d'eau, d'autres non ; aussi parce que les régions sont étendues sur différentes latitudes. Comment se compare notre situation à celle du nord?

Le GIEC constate que les changements climatiques sont bien présents : « Le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies voire des millénaires. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, le niveau des mers s'est élevé et les concentrations des gaz à effet de serre ont augmenté. »¹

¹ GIEC, 2013: Résumé de l'intention des décideurs, *Changements climatiques 2013: Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* [sous la direction de Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex et P.M. Midgley]. Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York (État de New York), États-Unis d'Amérique.



MISSION GLACIALE

LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES TOUCHENT LE CANADA ET LE MONDE

QUE FAISONS-NOUS?

LA SCIENCE DE CALIBRE MONDIAL DU GOUVERNEMENT DU CANADA

La science DU CLIMAT Joue UN RÔLE important



HAUSSE DES TEMPÉRATURES PLANÉTAIRES
LES TEMPÉRATURES AU CANADA ONT AUGMENTÉ PLUS RAPIDEMENT QUE LA MOYENNE MONDIALE



FONTE GÉNÉRALISÉE DE LA GLACE DANS LA MER ARCTIQUE



CHANGEMENTS DANS LA CONFIGURATION DES PRÉCIPITATIONS



MODIFICATION DE LA FRÉQUENCE ET DE L'INTENSITÉ DES PHÉNOMÈNES EXTRÊMES
NUITS D'ÉTÉ PLUS CHAUDES



La modélisation du climat canadien améliore les connaissances générales sur le climat et aide à prédire les changements climatiques futurs.
 La science du climat de calibre mondial d'Environnement Canada et de Changement climatique contribue aux efforts internationaux. Les scientifiques mènent des recherches de pointe en surveillance, analyse et modélisation du climat.
 15 stations dans l'ensemble du Canada surveillent les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.
 Mesures continues à grande échelle de la couverture de neige, de l'étendue de la glace de mer, des niveaux d'eau et d'autres variables essentielles du climat.

Les changements climatiques sont l'un des plus grands défis de notre temps et la science climatologique du Canada joue un rôle important. Elle nous aide à mieux comprendre les effets des changements climatiques sur les écosystèmes, les collectivités et l'économie du Canada.

Pour obtenir plus d'information sur les changements climatiques et connaître le rôle du gouvernement du Canada pour s'y attaquer, visitez changementsclimatiques.gc.ca

https://www.canada.ca/content/canadasite/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/faits/_jcr_content/par/img_0_3_0/image.img.jpg/1490981694522.jpg

L'effet de serre : Qu'est-ce que c'est ? (10 min)

Le réchauffement de la planète est comparable à l'effet de serre observé dans une serre où l'on fait pousser des plantes en hiver : dans une serre, les murs transparents permettent à la lumière d'entrer et d'atteindre les plantes, mais empêchent la chaleur produite de ressortir de la serre. Avec le temps, la température augmente à l'intérieur.

Sur la Terre, l'atmosphère agit comme les murs de verre de la serre. Environ 31 % des rayons lumineux du soleil sont réfléchis vers l'espace soit par l'atmosphère, soit par la neige et la glace. De plus, 20% des rayons sont absorbés par l'atmosphère². Le reste des rayons lumineux est transformé en énergie ou en chaleur. C'est ce qui permet à la Terre d'avoir les climats qu'on lui connaît; sans cet effet de serre naturel, la température moyenne serait d'environ -18°C sur Terre!

² <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/effet-serre.html>



Certains gaz présents dans l'atmosphère amplifient l'effet de serre naturel en retenant la chaleur à la surface de la Terre, faisant ainsi augmenter la température terrestre. On appelle ces gaz, des **gaz à effet de serre**. Le gaz à effet de serre naturel le plus abondant est la vapeur d'eau (H_2O). Le dioxyde de carbone (CO_2) est le gaz à effet de serre produit par l'activité humaine le plus important. Le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (N_2O) sont aussi d'autres gaz à effet de serre.



<http://effetdeserre.canalblog.com>

Sur la Terre, plus la température augmente, plus de vapeurs d'eau sont libérées par évaporation dans l'atmosphère et conservent plus de chaleur. La température grimpe donc de plus en plus vite. Avec l'augmentation de la production de gaz à effet de serre tel que le gaz carbonique (CO_2) qui résulte entre autres de la combustion de carburants fossiles (comme l'essence), on risque une augmentation bien plus rapide que ce que les scientifiques avaient anticipé.

En Arctique, lorsque l'eau est recouverte de glace, elle agit comme un miroir et reflète les rayons du Soleil. Mais libre de glace, l'eau de l'Océan Arctique fait le contraire : elle absorbe l'énergie du Soleil! Cette chaleur sera rejetée par la suite dans l'air ambiant, et ce, tout

particulièrement au cours de l'hiver, ce qui modifiera la température de l'air avec les années! Comme l'océan devient un générateur de vapeurs d'eau, l'air ambiant va s'humidifier davantage en arctique, puis l'effet de serre va s'amplifier. C'est un cercle vicieux. Voilà pourquoi la zone arctique connaîtra une hausse de température estimée à 10°C d'ici 2100³.

CAPSULE

Expérience : L'effet de serre sur l'océan libre de glace et couvert de glace

Matériel

- 2 contenants transparents
- 1 couvercle transparent
- De l'eau
- 1 lampe (Il est préférable d'utiliser une lampe infrarouge ou une lampe chauffante pour des résultats plus marqués)
- Des glaçons

1. Remplir les deux contenants d'eau jusqu'à la moitié environ. Dans les deux contenants, déposer quelques glaçons ; la même quantité pour les deux contenants.

2. Mettre le couvercle sur un des deux contenants.

3. Placer les deux contenants sous une lampe pendant 1h00. Demander aux élèves de formuler une hypothèse sur les résultats attendus dans leur cahier de l'élève. (Présenter la mise en situation pendant l'attente.)

4. Après 1 h d'exposition « au Soleil », on compare les deux contenants avec glace, on remarque que la glace a fondu davantage dans le contenant avec couvercle.

La température du contenant avec couvercle s'élève plus rapidement que la température du contenant ouvert, ce qui fait fondre la glace plus rapidement. La vapeur d'eau qui se forme dans le contenant fermé contribue à absorber la chaleur qui est transmise à l'eau. Dans le contenant ouvert, la vapeur d'eau produite est libérée



³ Louis Fortier, ArcticNet



dans l'air, l'eau s'est donc moins réchauffée. De plus, la glace réfléchit une partie des rayons lumineux, protégeant ainsi l'eau d'une augmentation de température.

Le contenant transparent recouvert d'un couvercle agit comme une serre (ou comme l'atmosphère): il permet de laisser passer les rayons lumineux et retient la chaleur. Dans cette expérience les vapeurs d'eau représentent les gaz à effet de serre.

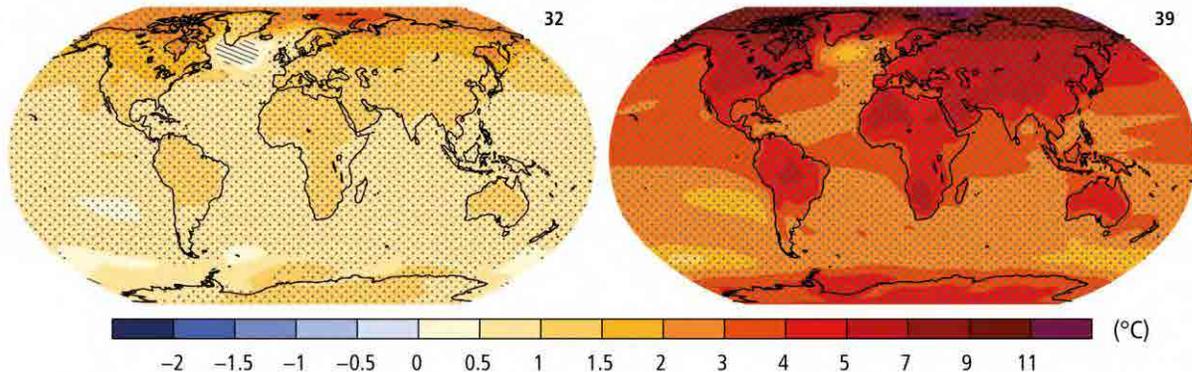
En Arctique, le fait que l'océan n'est pas recouvert de glace pendant une plus longue période fait en sorte que l'eau devient vite plus chaude, puisqu'elle laisse s'échapper des vapeurs d'eau qui auront pour effet d'augmenter l'humidité de l'air, et par le fait même, la température ambiante de l'Arctique.

État de la situation au Québec et en Arctique (5 min)

Au Québec, les impacts des changements climatiques se font déjà sentir. Plus qu'ailleurs, l'Arctique québécois en subit les conséquences. Selon le GIEC, le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat, l'Océan Arctique pourrait être libre de glaces estivales dès l'été 2037, au lieu d'être en été 2100, comme ils l'avaient d'abord prévu. Alors que la Terre devrait normalement se refroidir suivant les cycles du passé, elle connaîtra plutôt une hausse de température de 0,3 à 0,7°C entre 2016 et 2035⁴.

⁴ Kirtman, B., S.B. Power, J.A. Adedoyin, G.J. Boer, R. Bojariu, I. Camilloni, F.J. Doblas-Reyes, A.M. Fiore, M. Kimoto, G.A. Meehl, M. Prather, A. Sarr, C. Schär, R. Sutton, G.J. van Oldenborgh, G. Vecchi and H.J. Wang, 2013: Near-term Climate Change: Projections and Predictability. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Changements des températures moyennes à la surface de la Terre pour les périodes 1986-2005 à 2081-2100



IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. https://www.c2es.org/content/climate-science-qa/cs_global_temp_projections_v7/

Les Inuits sont particulièrement touchés, car ils vivent dans l'un des endroits au monde où les changements climatiques sont les plus importants et les plus rapides. En fait, le peuple inuit peut déjà observer de nombreux effets du réchauffement climatique sur son environnement immédiat. Les anciens, nommés les *Elders*, perçoivent depuis plusieurs années des anomalies dans l'environnement arctique, telles que des différences dans les migrations des troupeaux de caribous ou par exemple, la fonte prématurée des glaces ou le dégel du pergélisol. *Rien n'est comme avant*, ont-ils affirmé, dans de nombreux reportages.

Ces observations sont aussi documentées dans des ouvrages tel le livre *The Caribou Taste Different Now : Inuit Elders Observe Climate Change*⁵ qu'il pourrait être intéressant de consulter pour les élèves et l'enseignant.

Mission glaciale

Le projet qui vous est proposé aujourd'hui est la suite d'un projet déjà démarré dans le Nord québécois avec des élèves inuits. Il propose une étude sur la formation de la glace comme indicateur des changements climatiques. À travers cette activité, vous pourrez documenter les savoirs traditionnels et récolter des données scientifiques sur le terrain afin de déterminer si les

⁵ Gerin-Lajoie, J., Cuerrier, A. & Siegwart Collier, L. (2016). *The Caribou Taste Different Now : Inuit Elders Observe Climate*. Iqaluit : Nunavut Artic College Media.



changements observés dans les conditions climatiques affectent la formation de la glace dans votre environnement.

Cette activité consiste à évaluer la formation de la glace dans votre environnement et de comparer vos résultats à ceux de vos collègues qui ont fait l'expérience avant vous ou qui la feront après vous. En compilant ainsi les données d'une année à l'autre, vous ferez ce que les scientifiques font pour documenter un phénomène. C'est ce qu'on appelle de la science citoyenne. Vos résultats permettront ainsi de créer une base de données qui vous permettra de constater l'évolution de la formation de la glace et des types de glace d'une année à l'autre et de faire des liens avec les modifications du climat que vous observez dans votre environnement. Ces données vous permettront aussi d'adapter vos habitudes (pêches, déplacements sur la glace, etc.) à la glace et à ses changements dans le temps. Comme mentionné plus tôt, les savoirs traditionnels sont très importants. Cette activité vous permettra aussi de recueillir le témoignage d'un ancien ou d'un expert, car ce savoir peut vous permettre de mieux comprendre vos observations. Du même coup, vous allez compiler ce savoir afin d'assurer sa transmission auprès d'autre membre de votre communauté.

Les données ainsi amassées par les élèves pourront être consultées par l'ensemble des élèves impliqués dans le projet et leurs enseignants, mais aussi par des chercheurs qui désirent mieux comprendre comment les conditions climatiques peuvent influencer la formation de la glace et suivre l'impact des changements climatiques dans l'Arctique.

Présenter le calendrier des activités aux élèves.

Discussion : nos connaissances locales sur la glace (30 min)

Tel que mentionné plus tôt, la glace, et aussi la neige, présentes à la surface de la Terre, permettent de réfléchir les rayons lumineux vers l'espace ce qui contribue à modérer le climat⁶. La présence d'eau gelée, sous forme de neige ou de glace empêche donc une certaine partie de l'énergie du Soleil d'être transformée en chaleur à la surface de la Terre. En Arctique, si l'océan n'est pas recouvert de glace, cela fait en sorte que l'eau devient vite plus chaude, puisqu'elle laisse s'échapper des vapeurs d'eau qui auront pour effet d'augmenter l'humidité de l'air, et par le fait même, la température ambiante de l'Arctique. Au niveau du climat, la présence de glace en Arctique est donc très importante. Ceci est sans compter l'importance capitale de la glace pour les habitants du Nord et pour les animaux. Les Inuit s'en servent pour voyager et

⁶ <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/recherche-donnees/tendances-variabilite-climatiques/recherche-neige-glace.html>



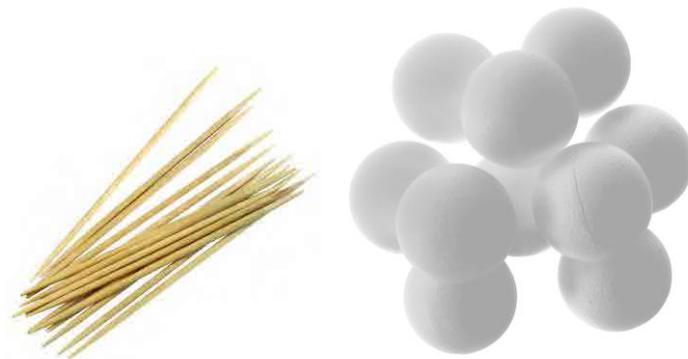
pour accéder à de nouveaux territoires de chasse. Les animaux aussi s'en servent pour se déplacer ou pour chasser, mais également, comme dans le cas des phoques, pour mettre bas et élever leurs petits.

Qu'en est-il de l'utilité de la glace pour vous? En équipe, les élèves doivent identifier de quelles façons le couvert de glace des cours d'eau leur est utile.

Réponses possibles :

- Pêche sur glace
- Patinage extérieur
- Motoneige (loisir ou déplacements)
- Transport (Dans certaines régions la glace permet de se rendre à certains endroits qui ne sont pas accessibles à d'autres périodes de l'année. Pour les régions du sud du Québec, on peut donner l'exemple de l'île d'Orléans qui a longtemps été isolée de Québec l'été, mais accessible l'hiver en carriole grâce à la glace présente sur le fleuve.)
- Protège les poissons du froid
- Sans glace, le niveau de la mer va monter ce qui peut mettre en danger les villes côtières. La glace arctique permet donc d'habiter une plus grande superficie terrestre.

Puisque le couvert de glace est important, il est bien de le connaître, de connaître ses caractéristiques et de les mesurer. C'est ce que nous ferons dans *Mission glaciale* !

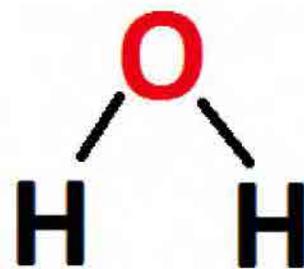
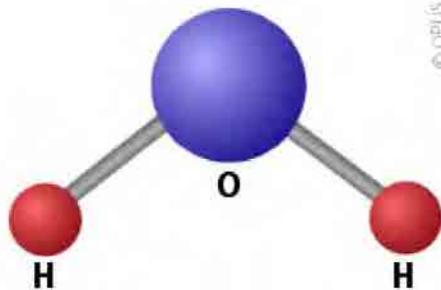


Avant d'aller plus loin, commençons par nous poser la question : *qu'est-ce que de la glace*? Si le matériel est disponible, distribuer aux élèves (individuellement ou en équipe) quelques boules de styromousse et quelques cure-dents. Demander aux élèves d'expliquer ce qu'est la glace à l'aide de ce matériel. On demande donc aux élèves quelles sont leurs conceptions spontanées d'un sujet scientifique. Si le matériel nécessaire n'est pas disponible, on peut simplement

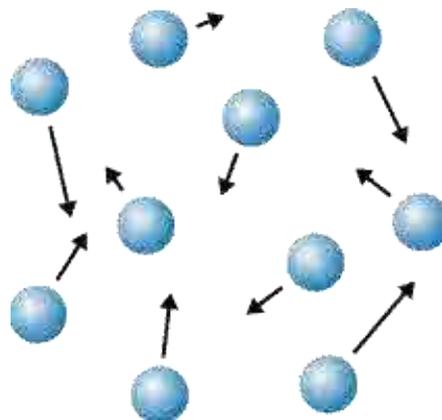


demander aux élèves de dessiner de la glace à l'aide de lignes droites d'environ 5 cm et de cercles. Une fois les créations des élèves réalisées, les élèves expliquent ce qu'ils ont fait au reste de la classe. Certaines explications peuvent être farfelues, mais d'autres pourraient bien se rapprocher d'une explication impliquant le modèle particulaire. Utiliser les réponses des élèves pour expliquer les changements de phase de l'eau. Expliquer les concepts suivants :

- La **molécule** d'eau (H_2O) est composée de 2 **atomes** d'hydrogène et d'un atome d'oxygène liées entre-elles par des **liaisons covalentes**. (Fabriquer la molécule avec les boules de styromousse et les cure-dents).



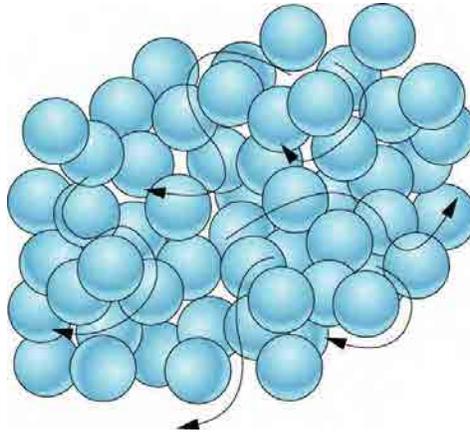
- Lorsque l'eau est à l'état gazeux, les molécules d'eau sont très espacées les unes des autres, elles bougent beaucoup et sont donc désordonnées. (On peut faire la démonstration avec plusieurs molécules d'eau dans un grand contenant qu'on brasse vigoureusement. Sinon, une excellente façon de démontrer ce principe est d'utiliser les élèves de la classe. À l'état gazeux, ils prennent beaucoup de place dans la classe et peuvent se déplacer librement rapidement.)



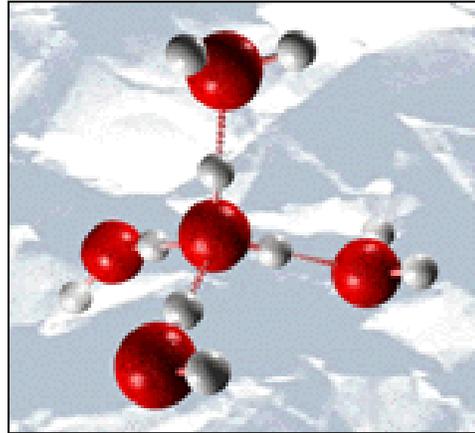
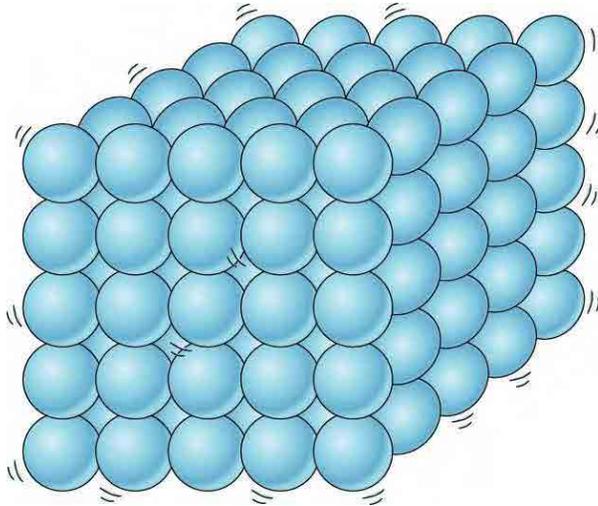
- Lorsque l'eau est à l'état liquide, les molécules d'eau sont relativement près les unes des autres, elles ont moins d'espace pour bouger. Elles sont peu ordonnées.

(Encore une fois, on peut faire la démonstration avec plusieurs molécules d'eau dans un grand contenant. Sinon, les élèves circulent dans une partie restreinte de la classe, ce qui limite leurs déplacements.)

•



- Lorsque l'eau est à l'état solide, en glace, les molécules d'eau sont près les unes des autres, elles sont reliées par de liens faibles (qui peuvent se briser relativement facilement). Elles sont très ordonnées. (Encore une fois, on peut faire la démonstration avec plusieurs molécules d'eau dans un grand contenant en les disposant comme l'image ci-dessous tel un casse-tête. Sinon, les élèves se donnent la main ce qui limite leurs déplacements.)



Pour mieux comprendre, il est possible de consulter les animations réalisées par le musée canadien de la nature sur la molécule d'eau dans tous ses états.

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

<https://www.youtube.com/watch?v=lr3OBb13mDY>

Demander aux élèves de dessiner les différents arrangements des **particules** d'eau dans leur cahier de l'élève.

Séance 2 : L'Entrevue, la glace d'ici par les gens d'ici

L'entrevue réalisée dans le cadre du projet *Avativut : Mission glaciale* est une occasion parfaite pour mettre en lien des compétences transversales. Afin de bonifier au maximum cette expérience, il serait intéressant pour l'enseignant de science de se jumeler avec d'autres enseignants. Ainsi, il vous est proposé de préparer, dans le cours de science, des questions d'entrevue en lien avec le projet Mission glaciale. L'entrevue elle-même pourrait pour sa part être réalisée dans un cours d'univers social et un texte synthèse pourrait être fait dans le cours de français. Au moment de l'entrevue, s'assurer qu'une carte de la région est à la disposition de l'invité pour que cette personne puisse facilement identifier les lieux dont elle parle.

Le but est de démontrer aux élèves qu'il existe un savoir précieux, acquis au fil du temps, par observation, apprentissage et adaptation. Les dépositaires de ce savoir sont souvent nos aînés, de par leur expérience, leur mémoire et leurs témoignages. Mais il existe également des experts locaux, parfois plus jeunes, mais très impliqués dans leur milieu et qui possèdent une expertise et un savoir-faire impressionnants. L'entrevue, c'est une opportunité de communiquer le savoir, souvent entre générations et de mettre en relation ce savoir enseigné par la vie, avec le savoir enseigné en classe.

Une entrevue implique souvent des questions auxquelles l'invité(e) répond. Les élèves ont souvent des questions précises, impromptues ou préparées. Par contre, il est également possible que l'entrevue en soit une d'écoute. Un aîné a tellement de choses à raconter et il suffit parfois de se laisser emporter par son témoignage. On place le contexte, on oriente un peu et on laisse aller. Dans plusieurs cultures, c'est une question de respect.

Peu importe la forme, l'entrevue devrait nous permettre d'en apprendre un peu plus sur les lieux, les usages, les changements et les mots, en lien avec notre thématique. **Où trouve-t-on de la glace dans notre région? Quel impact a-t-elle dans notre société? Comment s'y adapte-t-on? Qu'est-ce qui a changé au fil du temps? Quels sont les mots qui la décrivent sous ses formes diverses?**

Les élèves devront préparer cinq questions pertinentes à poser à l'invité pour mieux connaître la glace. Elles peuvent concerner les processus d'englacement et de fonte, les types de glace, les différences entre aujourd'hui et il y a 50 ans, les façons de « lire » la glace pour savoir si elle est sécuritaire, les instruments de mesure de la glace, les activités reliées à la glace, etc. Peut-être auront-ils l'occasion de les poser, mais peut-être trouveront-ils simplement les réponses au fil du témoignage de l'invité.

Dans les deux cas, l'enseignant pourra évaluer les élèves sur cet aspect. Qu'est-ce qu'ils ont retenu? Ont-ils trouvé des réponses? Suite à l'entrevue, il pourra aussi être intéressant de mettre en relation les informations captées par les élèves dans ces témoignages et les concepts



scientifiques qui seront abordés en classe. Par exemple, si l'invité parle de la couleur ou de la portance de la glace, on pourra faire le lien avec le concept de densité.

CAPSULE

Les savoirs traditionnels

Les **savoirs traditionnels** sont un ensemble de connaissances propres à une communauté dans une région donnée et transmises de génération en génération. C'est bien connu, les autochtones ou les Premières Nations, possèdent un lien intime avec la terre. Comme leur mode de vie est près de la nature, ils ont beaucoup d'occasions d'observer les phénomènes naturels, les animaux et les plantes. Ils chassent et cueillent davantage que les communautés non autochtones. Leurs savoirs traditionnels sont moins documentés dans les livres de bibliothèques ou sur Internet, que les savoirs scientifiques. Pourtant, leurs savoirs traditionnels sont aussi importants que la science : ils apportent une compréhension importante des situations environnementales locales dans le présent ou dans le passé. Les deux types de savoirs peuvent être unis pour une meilleure compréhension et protection de l'environnement. Dans le cas des changements climatiques, les autochtones, attentifs aux changements qui s'opèrent dans leur environnement, sont souvent une source de savoirs de grande importance.

Entrevue collective en classe d'un aîné autochtone ou d'un expert local (60 min)

Présenter l'invité. S'il s'agit d'un aîné, parler de lui ; de son histoire de vie, etc. S'il s'agit d'un expert décrire brièvement son domaine d'expertise.

Expliquer à l'invité le contexte de l'entrevue.

Amorcer l'entrevue par une question.

Les élèves notent les informations qu'ils jugent nécessaires pour la suite du projet et peuvent relancer par leurs questions.

À la fin de l'entrevue, ne pas oublier de remercier l'invité.

Grille d'évaluation 1 : Questions d'entrevue

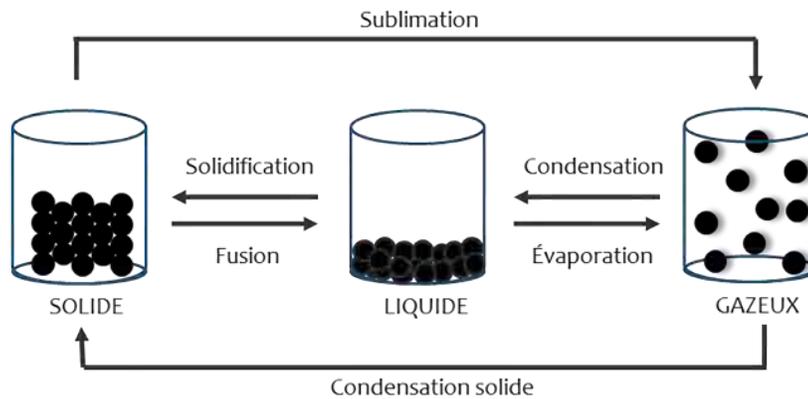
Compétence 1 : Chercher des réponses ou des solutions à des problèmes d'ordre scientifique ou technologique ⁷	5	4	3	2	1	0
	Critère 1 : Représentation adéquate de la situation					
	Les questions formulées démontrent la compréhension de la problématique.					
	Présence de 4 éléments des éléments ci-dessous. Les questions permettent de comprendre les aspects suivants concernant la glace : 1. La localisation des plans de glace. 2. Les changements climatiques observés au site d'étude. 3. Les changements à travers le temps. 4. Les impacts sociaux et économiques de la présence de glace. 5. La sécurité. 6. L'adaptation à la glace.	Les questions formulées démontrent la compréhension de la problématique. Présence de 3 éléments cités au niveau 5.	Les questions formulées démontrent la compréhension partielle de la problématique. Présence de 2 éléments cités au niveau 5.	Les questions formulées démontrent la compréhension partielle de la problématique. Présence de 1 élément cité au niveau 5.	Les questions formulées démontrent une certaine compréhension de la problématique.	Les questions ne sont pas liées à la problématique.

⁷ Ministère de l'Éducation, Loisir et du Sport du Québec (2011) Programme de formation de l'école québécoise : Cadres d'évaluation des apprentissages, Science et technologie, Science et technologie de l'environnement, Enseignement secondaire, 2^e cycle.

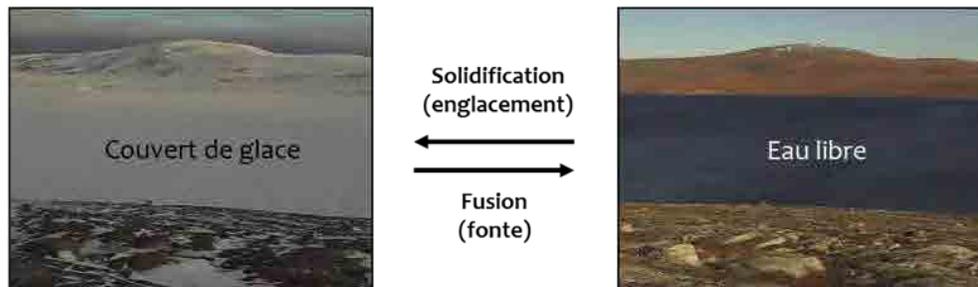
Séance 3 : L'englacement et la fonte des glaces

Introduction sur le cycle de glace (15 min)

Tu as déjà vu en classe, les différents états de la matière...



C'est le temps de les observer sur le territoire!



L'**englacement** est la période entre la première apparition de glace et l'établissement d'un couvert de glace complet (100 %) qui durera tout l'hiver. La date d'englacement est la journée où ce couvert de glace complet est observé.

Remplace les photos dans l'ordre chronologique de l'englacement à Umiujaq et indique avec la lettre, laquelle représenterait la « date d'englacement ».



Ordre : B, C, E, A, D

Date d'englacement : D



Avec le froid, la glace s'épaissit. Puis, sous l'effet des vents, des courants et des marées, il arrive que la glace se brise ou s'empile. Elle change de forme et de dimension. C'est la **déformation**.



La **période de fonte** est la période entre le début de la fonte de la neige qui recouvre la glace et la disparition totale de la glace. On appelle « **date de fonte** », le premier jour où le plan d'eau est complètement libre de glace.

La **durée** du couvert de glace est le nombre de jours entre la date d'englacement et la date de fonte.

Le cycle de la glace est un excellent indicateur de changement climatique. Un englacement plus tardif et une durée du couvert de glace plus courte peuvent être, sur le long terme, des signes de réchauffement climatique. D'où l'importance de l'étudier année après année. Le cycle de la glace est également important pour les espèces animales, comme les poissons qui vivent sous la glace ou les phoques qui élèvent leurs petits sur la glace. Également, il détermine le cycle de nombreuses activités humaines, comme la navigation, les déplacements en motoneige sur nos lacs et rivières, la pêche sur glace, etc.

L'entrevue réalisée en classe a déjà permis d'amasser des informations sur les changements observés par le passé. Nous allons maintenant réaliser nos propres observations afin de construire un calendrier de glace. Ce calendrier permettra de mieux connaître, d'une année à l'autre, la variation du cycle de glace.



Expérience : Prise de données journalières (20 min pour les explications et quelques minutes par jour pour la prise de données)

Matériel

- Thermomètre extérieur (facultatif)
- Cahier de l'élève
- Calendrier
- Un crayon bleu, un crayon jaune et un crayon rouge

Objectif de l'observation : Connaître la date d'englacement, la date de fonte et la durée de la saison de glace cette année.

À l'automne⁸

1. Déterminer une zone d'observation de la glace. Ce lieu doit idéalement être vu de la fenêtre de la classe, du terrain de l'école, ou d'un endroit où passent les élèves chaque jour. Puis, déterminer le champ d'observation, c'est-à-dire les limites de la zone d'observation (ex. : la portion de rivière que l'on aperçoit entre la maison rouge et le rocher).
2. Chaque jour, on observe la température de l'air. Vous pouvez placer un thermomètre à l'extérieur de votre fenêtre de classe ou consulter les données [météo](#) sur Internet.
3. Dès que la température de l'air passe régulièrement sous le point de congélation, noter chaque matin, dans le calendrier, la température de l'air. Surveiller l'eau autour de la communauté.
4. Dès que la glace apparaît, débiter les observations journalières dans la zone d'observation des glaces choisie.
5. Dans le calendrier, encadrer **en bleu les jours où on observe de l'eau seulement**, **en jaune lorsqu'il y a présence d'eau et de glace** et **en rouge lorsqu'il y a présence d'un couvert de glace seulement**.
6. Lorsque le couvert de glace est complet, poursuivre les observations pendant encore une semaine ou deux. Il arrive en effet que le couvert de glace se forme une journée puis se défasse peu après sous l'effet des vents ou des courants. On prend ensuite une pause jusqu'au printemps.

⁸ La SAÉ pourrait être fait soit pour la période d'englacement, soit pour la période de fonte ou encore pour les deux périodes selon le temps dont l'enseignant dispose pour l'activité.



Au printemps

7. Dès que la température de l'air passe régulièrement au-dessus du point de congélation, noter chaque matin dans le calendrier, la température de l'air. Surveiller la glace.
8. Lorsque la neige sur la glace est fondue et que des zones d'eau apparaissent, recommencer à noter vos observations chaque jour, dans le calendrier. Encadrer **en bleu les jours où on observe de l'eau seulement**, **en jaune lorsqu'il y a présence d'eau et de glace** et **en rouge lorsqu'il y a présence d'un couvert de glace seulement**.
9. Lorsqu'il n'y a plus de glace au point d'observation, vous avez la date de fonte, même s'il arrive que la glace quitte et revienne sous l'effet des vents ou des courants.

Conserver le calendrier établi. Nous l'utiliserons pour les analyses, ainsi que pour comparer les données de cette année à d'autres données lors de la 6^e séance.

Les caractéristiques de la glace (5 min)

La glace n'est pas uniforme ou ennuyante. Il en existe différentes sortes et sous différentes formes. Selon qu'elle se soit formée en eau douce ou en eau salée, en eau calme ou en eau turbulente, la glace présentera des caractéristiques particulières. Par exemple, certaines caractéristiques de la glace détermineront si elle est sécuritaire pour s'y déplacer. Dans ce cas, l'épaisseur de la glace est un paramètre important, mais il n'est pas le seul. La masse volumique en est un autre essentiel.

Introduction au concept de masse volumique (20 min)

Il serait intéressant que les élèves aient déjà vu le concept de masse volumique en classe. Ils pourront ainsi faire des liens entre les concepts vus en classe et la situation qui est présentée ici. En d'autres mots, ils pourront mettre en application les concepts qu'ils ont vus afin de mieux les intégrer.

La masse volumique d'un corps est la quantité de matière qu'il possède par rapport à l'espace qu'il occupe.

$$\rho = m / v$$

ρ = masse volumique (g/mL ou g/cm³)

m = masse (g)



$v = \text{volume (mL ou cm}^3\text{)}$

La glace flotte sur l'eau, car la masse volumique de la glace est moins importante que celle de l'eau liquide : la même masse d'eau occupe un volume supérieur dans la glace, ce qui abaisse la masse en cm^3 de glace et donc sa masse volumique. Faire un retour sur le modèle particulaire. Les molécules d'eau à l'état liquide occupent un certain espace. Lorsque l'eau gèle (solidification), les molécules d'eau se réarrangent et ce nouvel arrangement prend plus d'espace pour la même quantité de molécules. Ainsi, l'eau prend de l'expansion en se solidifiant, ce qui diminue sa masse volumique. On peut penser à ce qui se passe lorsqu'on met une bouteille d'eau au congélateur. Si la bouteille d'eau est pleine au moment de la placer au congélateur, une fois gelée, elle sera gonflée ou même, elle aura éclaté ! Cette propriété, qui est caractéristique de l'eau (normalement un solide est plus dense qu'un liquide, c'est-à-dire que la masse du solide est plus élevée que celle du liquide), permet à la glace de flotter. Ceci permet aux poissons de passer l'hiver dans l'eau sous la glace à l'abri du grand froid. Pensez-y; si la masse volumique de la glace était plus élevée que celle de l'eau, la glace coulerait et les étendues d'eau seraient complètement gelées en hiver provoquant ainsi la mort de la vie sous-marine. La nature est si bien faite!

Attention! Il ne faut pas confondre la masse volumique et la **densité**. La densité est un rapport entre la masse volumique d'une substance et la masse volumique d'une substance de référence, soit l'eau pour les liquides et les solides et l'air pour les gaz. La densité n'a pas d'unité puisqu'il s'agit d'un rapport. Par contre, dans notre cas, la masse volumique de la substance de référence est 1, donc la masse volumique est égale à la densité. Nous utiliserons donc les deux appellations pour la suite.

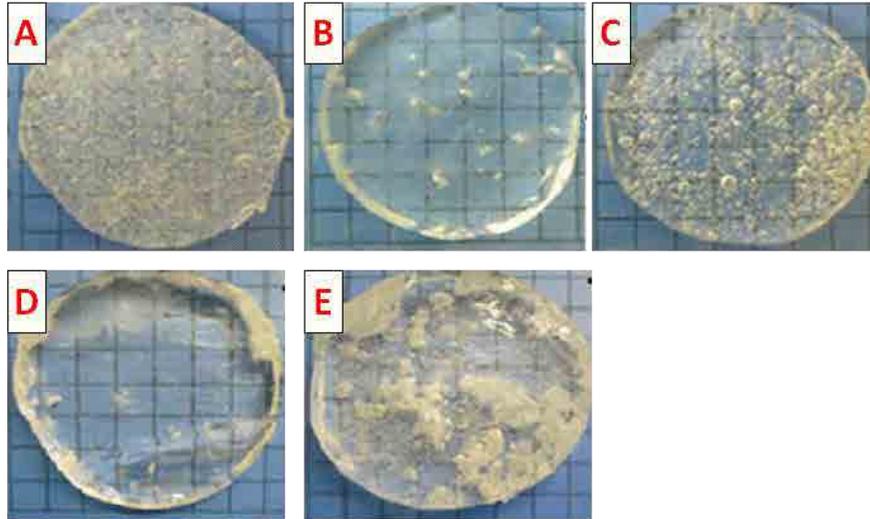
Pour aller plus loin, il est possible de consulter les vidéos Alloprof :

<https://www.youtube.com/watch?v=dq0iyywt0YU>

https://www.youtube.com/watch?v=H0_p3BiQIAU

Nous savons déjà comment calculer la masse volumique de la glace. Par contre, la glace qui se trouve sur un cours d'eau n'est pas nécessairement pure. Dans une eau agitée, de nombreuses bulles d'air peuvent rester emprisonnées dans le solide. Certaines particules de sable ou de terre peuvent aussi rester prises dans la glace. L'eau de mer, quant à elle, contient du sel qui sera également pris dans la glace sous forme de saumure. Ces substances vont modifier la masse volumique et ainsi la résistance de la glace.

Voici des échantillons de glace. On y voit très bien les bulles d'air en blanc, par opposition à la glace transparente. Peux-tu mettre les photos dans l'ordre, de la glace moins dense à la glace plus dense?



Réponse : $A < C < E < B < D$

Une glace remplie de bulles d'air paraît blanche. Ce sont les bulles d'air qui diffusent la lumière. Elle sera moins dense et moins solide qu'une glace sans bulle d'air, qui paraît noire. En fait, elle paraît noire parce qu'elle est transparente et que l'on voit plutôt le fond de l'eau. Pour te déplacer sur un couvert de glace noire, quelle est l'épaisseur de glace minimale recommandée?

10 cm à pied

12 à 15 cm en motoneige

30 cm en voiture

Attention! Lorsque tu te déplaces sur la glace, ses caractéristiques (épaisseur, masse volumique, couleur, salinité et solidité) peuvent changer très rapidement d'un endroit à l'autre. Qu'est-ce qui cause ces changements locaux?

- Profondeur de l'eau
- Mouvements de l'eau (Marée, courants, remous)
- Température de l'eau (apport d'eau plus chaude provenant d'un affluent, d'un réseau pluvial ou industriel, etc.)



Séance 4 : Les caractéristiques de la glace

Expérience : Mesure de l'épaisseur de la glace (60 min)

Cette activité doit se faire uniquement en présence d'un expert local, qui peut s'assurer d'abord de la sécurité du lieu et qui dispose d'une tarière à glace. L'idéal est d'organiser le tout avec l'invité de l'entrevue.

Comme nous l'avons vu à la séance 3, certaines caractéristiques de la glace sont importantes pour déterminer si la glace est sécuritaire. La première est l'épaisseur.

Avant de s'aventurer sur la glace, assurez-vous que les élèves sont habillés en conséquence et passez en revue les règles de sécurité avec l'invité.

Une fois sur la glace, suivez le protocole de mesure de l'épaisseur.

Note : La neige agit comme un isolant. Plus elle est épaisse et isolante, moins la glace épaissira.

Matériel

- Une tarière à glace
- Un bâton à mesurer la glace
- Une pelle
- Le cahier de l'élève
- Un GPS

Avant toute chose, s'assurer auprès des membres de la communauté ou d'un expert que la glace au site de mesure est sécuritaire.

Objectif : Mesurer l'épaisseur de la glace.

Se rendre au point de mesure de la glace après s'être assuré que la glace y est sécuritaire.

1. Au point de mesure choisie, mesurez l'épaisseur de la neige et notez-la dans le Tableau 1 dans le cahier de l'élève.
2. Dégager la neige avec une pelle, puis creuser un trou avec une tarière à glace jusqu'à l'eau libre.
3. Insérer le bâton à mesurer dans le trou, la partie de l'équerre en bas.



4. Une fois le bâton descendu, collez-le sur le bord du trou et remontez-le jusqu'à ce que l'équerre bloque sous la glace.
5. Lire la mesure à la surface de la glace. C'est l'épaisseur de la glace au point #1. Noter l'épaisseur dans le Tableau 1 dans le cahier de l'élève.
6. Au total, faire des mesures sur 4 points d'échantillonnage comme les 4 coins d'un carré séparés chacun d'environ 2 mètres. Si vous avez un GPS, noter les coordonnées du centre du carré. Sinon, indiquez l'endroit approximatif sur un croquis ou une carte.
7. Au retour en classe, calculer la moyenne des quatre mesures d'épaisseur de glace. Et pour chaque point, comparer l'épaisseur de glace avec l'épaisseur de neige.

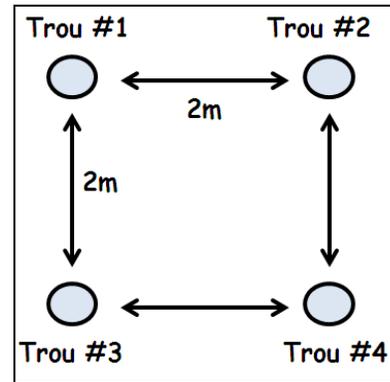


Tableau 1 : Mesures de l'épaisseur de la glace

Trou	Coordonnée	Épaisseur de la neige (cm)	Épaisseur de la glace (cm)
#1			
#2			
#3			
#4			

Moyenne de l'épaisseur de la glace = (Trou #1 + Trou #2 + Trou #3 + Trou #4) / 4

Moyenne (cm) = _____

Séance 5 : Les caractéristiques de la glace

Expérience : Les caractéristiques de la glace (60 min)

Préparation des échantillons de glace avant le laboratoire

Dans un bac à gros glaçons ou idéalement dans de petits contenants individuels d'au moins 80 ml, verser soit :

- 75 ml d'eau distillée (donnera une glace pure)
- 75 ml d'eau du robinet (donnera une glace assez transparente – glace de lac)
- 25 ml d'eau du robinet et 50 ml d'eau pétillante (donnera une glace blanche – glace de rivière)
- 75 ml d'eau du robinet avec 2,6 g de sel, pour obtenir la salinité moyenne de la mer, soit 35g de sel par kg d'eau (1L) (glace de mer).

Préparer plusieurs échantillons. Mettre au congélateur.

Matériel (par équipe)

- 3 inconnus (A, B et C), 2 échantillons de chaque inconnu.
- 2 échantillons de glace d'eau distillée
- Balance
- 2 Bêchers de 250 ml
- Cahier de l'élève
- Eau distillée
- 2 pipettes
- Colorant alimentaire
- Réfractomètre de salinité (Salinity refractometer, environ 30\$ sur Amazon)
- Boîte de Pétri
- Lampe de poche
- Marteau



Objectif : Identifier le type de glace à partir de certaines de ses propriétés.

Masse volumique (cette mesure est plus précise avec de gros échantillons)

1. Mettre 100 ml d'eau froide du robinet dans le bécher de 250 ml. Noter le volume exact.
2. Poser l'échantillon de glace sur la balance et noter rapidement la masse en grammes. Si possible mettre au réfrigérateur les plateaux de balances au préalable pour qu'ils soient froids au moment de la prise de mesure.
3. Introduire le morceau de glace dans le bécher et l'immerger doucement dans l'eau en poussant avec la pointe d'un crayon. Lorsque le morceau de glace est complètement recouvert d'eau, noter rapidement le nouveau volume correspondant, avant que la glace ne fonde. Jeter le reste de l'échantillon.
4. Faire la différence entre les deux mesures de volume lues sur le bécher pour obtenir le volume du morceau de glace.
5. Calculer la masse volumique du morceau de glace en divisant la masse par le volume.

Transparence

Une autre façon de savoir si la glace est dense ou si elle ne l'est pas est d'observer sa transparence. Plus la glace est transparente, moins elle contient d'air et plus elle est dense. Au contraire, si la glace contient beaucoup d'air, elle paraît blanche et elle est moins dense.

6. Dépose un nouvel échantillon dans une boîte de Pétri. Fait passer le rayon lumineux de la lampe à travers l'échantillon. Observe la quantité de lumière qui traverse l'échantillon et inscrit dans le Tableau 2 le degré de transparence (du plus transparent au moins transparent).
7. Laisse fondre légèrement l'échantillon afin de récolter quelques gouttes d'eau que tu conserveras à part pour le test de salinité.

Porosité

Une glace est poreuse lorsqu'elle contient des espaces vides, comme une éponge, qui peuvent être remplis par des liquides ou des gaz. La glace de mer est poreuse, car elle contient plein de petits canaux créés par le sel qui s'échappe par le bas.

8. Verse quelques gouttes de colorant sur l'échantillon de glace. Si le colorant pénètre, la glace est poreuse. Si le colorant coule en surface ou autour, la glace n'est pas poreuse.



La dureté

Plus il y a d'air dans la glace, moins elle est solide. La glace la plus transparente est habituellement la plus solide. Il en faut seulement 10 cm pour supporter le poids d'un adulte.

9. **Mettre des lunettes de sécurité ou une visière !** Utilise un marteau ou un poids que tu laisses tomber sur ton échantillon de glace. Lequel se détruit facilement et lequel est le plus résistant? Est-ce qu'il s'effrite ou se casse en gros morceaux ? Note tes observations dans le Tableau 2.

Salinité

Quand l'eau de mer gèle, elle emprisonne des petites poches d'eau salée à l'intérieur (saumure). Cette saumure descend tranquillement vers le bas au cours de l'hiver pour s'échapper dans l'eau. Alors souvent, le dessus de la glace est moins salé que le bas! De plus, l'eau salée a un point de fusion plus bas que l'eau pure. Il doit donc faire plus froid pour que l'eau salée gèle. C'est d'ailleurs pour cette raison que l'on étend du sel en hiver sur les routes glacées.



10. Déposer une goutte d'eau distillée sur le lecteur du réfractomètre à salinité et assurez-vous que la lecture est à 0 ppt. Essuyer délicatement la goutte d'eau avec un chiffon doux. Noter que 100 ppt est équivalent à 10 % de contenu en sel. La salinité moyenne des océans est de 35 g/L ou 3,5 % (35 ppt). L'eau est dite douce lorsque sa salinité est inférieure à 1g/L. Voir : <http://doc.lerm.fr/salinite-leau-mer/>
11. Avec une pipette, prélever une goutte de la fonte des échantillons conservée précédemment. Déposez-la sur le lecteur du réfractomètre à salinité. Effectuez la lecture de la salinité et notez cette mesure dans le Tableau 2. Essayez.
12. En terminant, nettoyez le lecteur du réfractomètre avec une nouvelle goutte d'eau distillée et essayez.

Note : Si un réfractomètre à salinité n'est pas disponible, la langue peut très bien détecter le sel !

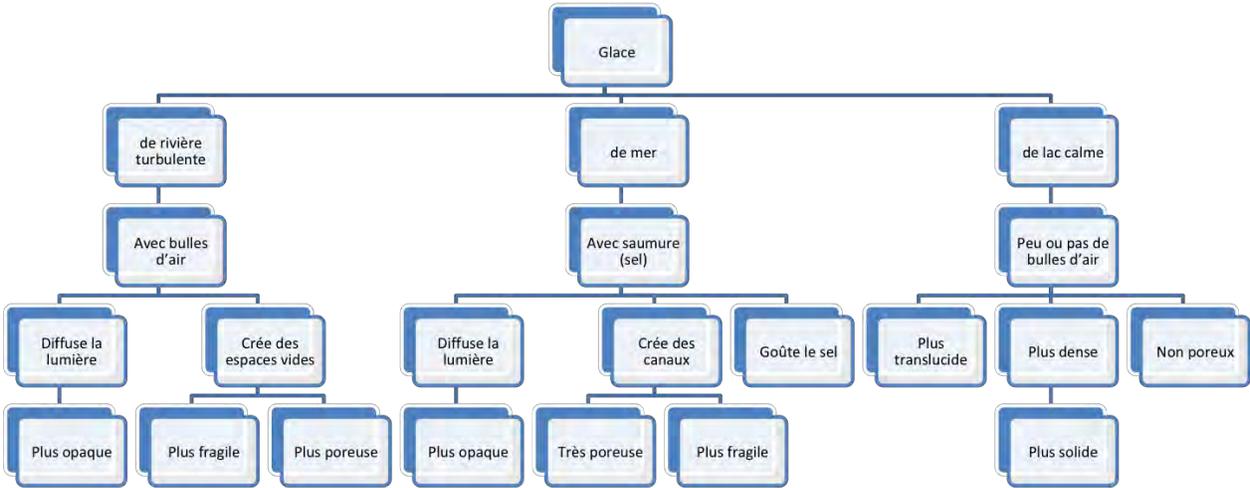
Inscrire les résultats dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Identification des caractéristiques de la glace.

Test	Échantillon			
	A	B	C	Eau distillée
Masse volumique				
Transparence				
Porosité				
Dureté				
Salinité				



Aide-toi de l'organigramme ci-dessous pour identifier à quel type de glace chaque échantillon appartient.



Type de glace.

Échantillon A : _____

Échantillon B : _____

Échantillon C : _____



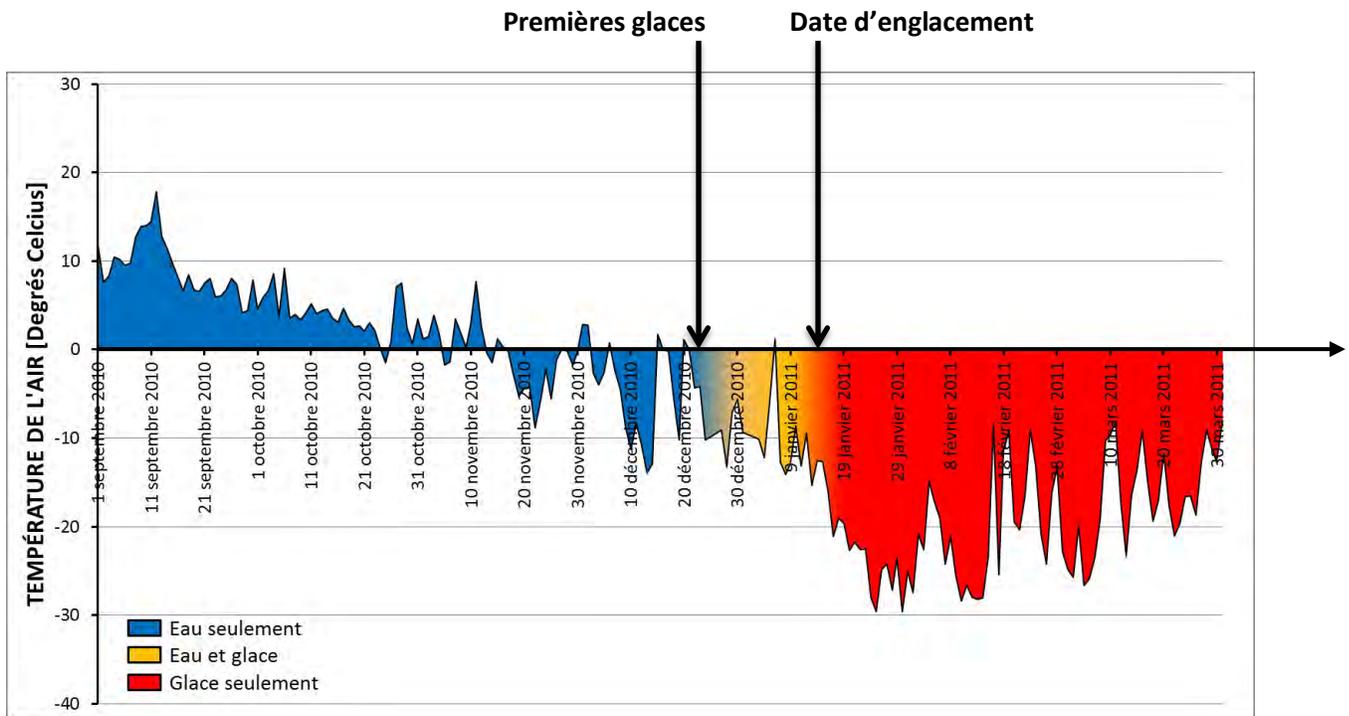
Séance 6 : Compilation des données et analyse

Analyse des résultats obtenus (20 min)

Cette partie peut se faire en équipes.

Depuis le début du projet *Avativut : Mission glaciale*, nous avons récolté des informations sur les saisons de glace, sur les types de glace et leurs caractéristiques, et sur la glace dans notre communauté. Il nous reste maintenant à compiler toutes ces informations pour en tirer des conclusions.

Au cours de cette activité, vous avez créé un calendrier où chaque jour, vous avez noté la température de l'air et les conditions de glace (bleu, jaune ou rouge). Sur le gabarit fourni dans le cahier de l'élève, les élèves doivent réaliser un graphique qui montre l'englacement ou la fonte (séparer la classe en 2 groupes) en fonction de la température de l'air, comme sur l'exemple suivant.





Les élèves ont vu que la date d'englacement est la date où le couvert de glace est enfin complet et pour une longue période. Nous savons aussi que la date de fonte est la première date où l'eau est libre de glace. De plus, nous savons que la durée du couvert de glace, c'est le nombre de jours entre la date d'englacement et la date de fonte.

Donc, en utilisant le calendrier réalisé, demander aux élèves de répondre aux questions suivantes dans le cahier de l'élève :

Quelle est la date d'englacement cette année dans ta communauté? _____

Quelle est la date de fonte cette année dans ta communauté? _____

Quelle est la durée de la saison de glace cette année dans ta communauté? _____

Comparez les réponses de la classe et déterminez les dates qui font consensus. **Vous pouvez envoyer vos réponses finales à : avativut@cen.ulaval.ca**. N'oubliez pas d'indiquer le nom de la communauté, le nom de l'école, le niveau de la classe, le nom du professeur et une description précise ou la coordonnée géographique de la zone observée. En envoyant vos données, celles-ci seront placées sur le site www.cen.ulaval.ca/avativut/ et pourront être consultées par vous et par tous les élèves qui réalisent le projet dans la province. Ceci vous permettra de comparer vos données à celle du passé à votre zone d'observation ou de comparer votre situation cette année à celle d'autres endroits.

Pour mieux comprendre la relation entre la température de l'air et la présence de glace, l'élève peut aussi répondre aux questions suivantes à partir de son graphique :

Combien de jours y a-t-il entre le moment où la température se maintient au-dessous de 0°C et la première apparition de glace? _____

Combien de jours y a-t-il entre le moment où la température se maintient au-dessus de 0°C et la disparition de la glace? _____

Pourquoi ces délais?

L'eau doit d'abord se refroidir, avant que de la glace ne puisse se former.

La neige doit d'abord fondre pour que la radiation solaire réchauffe suffisamment la glace pour la faire fondre et la rendre fragile, afin qu'elle se détache.



Changement climatique et variabilité (15 min)

Les observations que vous avez effectuées cette année permettent de constater la variabilité de la glace dans votre communauté, sur une saison.

Si vous pouvez comparer vos observations avec celles effectuées au même endroit dans les années passées, vous pourrez constater la **variabilité annuelle** de la glace.

Si vous pouvez comparer vos observations sur une longue période de temps, vous pourrez étudier le **changement climatique**.

Enfin, si vous pouvez comparer vos observations avec celles effectuées dans d'autres communautés, vous pourrez aussi constater la **variabilité spatiale** de la glace.

Consultez le site <http://www.cen.ulaval.ca/avativut> pour voir les données AVATIVUT existantes.

Sur le gabarit fourni dans le cahier de l'élève, l'élève peut réaliser un histogramme de la **variabilité annuelle** de la durée de la saison de glace dans une communauté à partir des données disponibles sur le site Avativut.

Évaluation 2 : L'analyse (25 min)

Demander aux élèves de rédiger une analyse à cette expérience. Cette analyse permet de faire un retour sur l'entrevue et sur la journée de mesures sur la glace. Selon les commentaires de l'aîné ou de l'expert (Séances 2 et 4), quels sont les changements observés depuis quelques années par rapport à la glace dans la communauté? L'élève doit tenter de donner une explication aux variations observées et mesurées lors des prises de mesures.

Cette partie est évaluée.



CAPSULE

Discussion : Ce que les données révèlent sur les changements climatiques (15 min)

Quels sont les impacts des changements climatiques?

En utilisant les connaissances acquises tout au long de l'activité, l'élève associera ces éléments climatiques avec leur conséquence :

- Réchauffement de l'air
- Refroidissement de l'air
- Diminution des précipitations de neige
- Augmentation des précipitations de neige
- Réchauffement de l'eau
- Refroidissement de l'eau
- Diminution des vents
- Augmentation des vents

Glacé moins épaisse	Glacé plus épaisse
Réchauffement de l'air	Refroidissement de l'air
Augmentation des précipitations de neige	Diminution des précipitations de neige
Réchauffement de l'eau	Refroidissement de l'eau
Augmentation des vents	Diminution des vents

En groupe, discuter de l'analyse des résultats que les élèves viennent de réaliser. Amener les élèves à réfléchir à leurs résultats en ce qui concerne la durée de la période d'englacement, la sécurité sur la glace, les activités qu'on fait sur la glace et comment ces activités peuvent changer si la glace change. Vous pouvez faire des liens avec la fonte des glaciers et des banquises, un concept qui a été vu en classe.

Conclure l'activité par la mise en place d'actions concrètes dans la communauté pour s'adapter aux changements de la glace d'une année à l'autre. Peut-on prévoir les changements dans la durée d'englacement à l'aide de l'étude que nous venons de réaliser? Peut-on trouver des alternatives à nos activités sur la glace si la période d'englacement raccourcit d'une année à



l'autre? Et finalement, comment peut-on diminuer notre impact environnemental pour limiter au maximum les changements climatiques causés par l'humain.

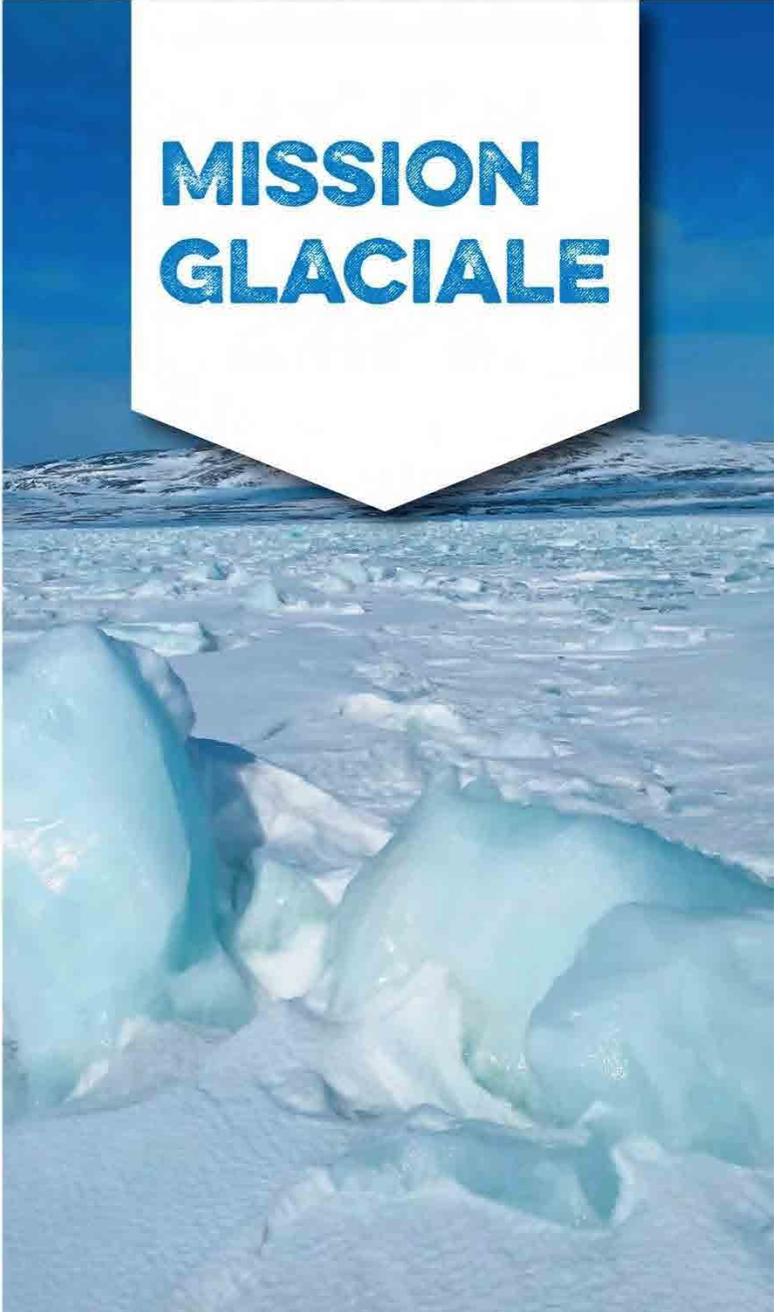
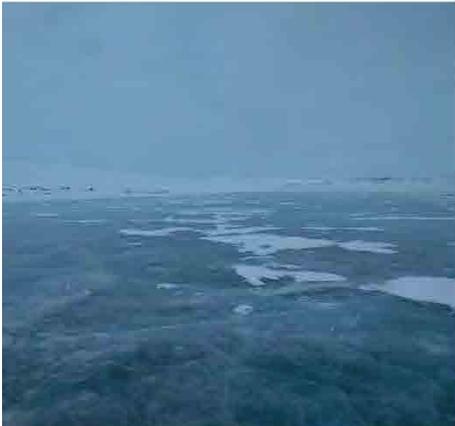
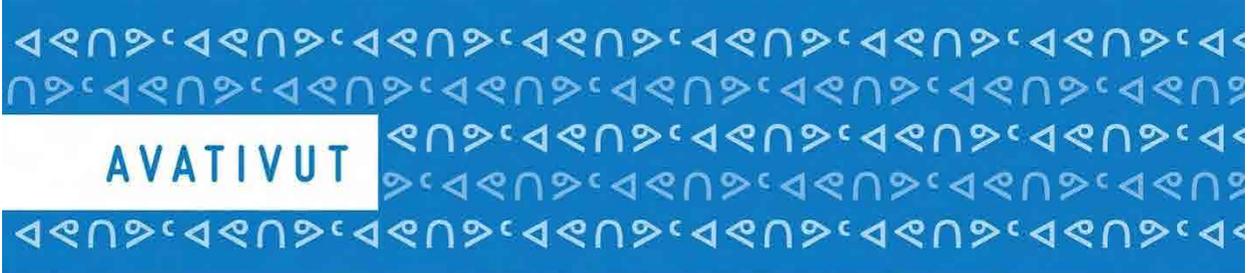
**L'élève discutera enfin de ses impressions sur l'activité AVATIVUT : *Mission glaciale*.
Comment pourrions-nous l'améliorer?**



Grille d'évaluation 2 : L'analyse

Compétence 2 : Mettre à profit ses connaissances scientifiques et technologiques. ⁹	5	4	3	2	1	0
	Critère 3 : Production adéquate d'explications ou de solutions					
	Justification d'explications liées à la problématique en s'appuyant sur des connaissances scientifiques.					
	L'élève constate que les caractéristiques de la glace varient d'un endroit à un autre et d'une année à l'autre. L'élève est capable d'expliquer ce phénomène scientifique en s'appuyant sur une bonne connaissance du sujet. L'élève fait des liens entre ses observations et la théorie vue en classe.	L'élève constate que les caractéristiques de la glace varient d'un endroit à un autre et d'une année à l'autre. L'élève est capable d'expliquer ce phénomène scientifique en s'appuyant sur certains aspects appris au cours de l'activité. L'élève fait des liens entre ses observations et la théorie vue en classe.	L'élève constate que les caractéristiques de la glace varient d'un endroit à un autre et d'une année à l'autre. L'élève est capable d'expliquer ce phénomène scientifique en s'appuyant sur certains aspects appris au cours de l'activité. L'élève ne fait pas de liens entre ses observations et la théorie vue en classe.	L'élève constate que les caractéristiques de la glace varient d'un endroit à un autre et d'une année à l'autre. L'élève tente d'expliquer ce phénomène scientifique en s'appuyant sur certains aspects appris au cours de l'activité. L'élève ne fait pas de liens entre ses observations et la théorie vue en classe.	L'élève constate que les caractéristiques de la glace varient d'un endroit à un autre et d'une année à l'autre. L'élève ne justifie pas ces observations.	L'analyse produite n'est pas pertinente.

⁹ Ministère de l'Éducation, Loisir et du Sport du Québec (2011) Programme de formation de l'école québécoise : Cadres d'évaluation des apprentissages, Science et technologie, Science et technologie de l'environnement, Enseignement secondaire, 2^e cycle.



Cahier de l'élève

AVATIVUT

MISSION GLACIALE

INRS
UNIVERSITÉ DE RECHERCHE

UQTR
 Université du Québec
à Trois-Rivières

 **CENTRE D'ÉTUDES NORDIQUES**
CEN Centre for Northern Studies

**OURANOS**

**DIT**
science

© INRS 2019

Crédit photo de la page couverture : Sophie Dufour-Beauséjour



Résumé du projet *Avativut : Mission glaciale*

AVATIVUT

AVATIVUT, qui signifie « Notre environnement » en Inuktitut, est une série d'activités qui permettent aux élèves du secondaire de faire des sciences de façon concrète, en explorant le milieu qui les entoure. Ces activités te permettront de faire des liens entre les apprentissages que tu fais à l'école et ta vie quotidienne.

Les activités AVATIVUT te permettront de faire des apprentissages liés au programme scolaire de science tout en mettant en application ces connaissances dans la résolution d'une problématique qui touche ton milieu : les changements climatiques. Tu auras l'occasion de récolter des données sur le terrain, de produire d'autres données en laboratoire par des prises de mesure et de récolter des informations d'un aîné ou d'un expert local. Par la suite, tu pourras partager tes résultats avec d'autres élèves qui réalisent la même activité ou qui l'ont réalisée par le passé et analyser tes résultats en les comparant à ceux des autres.

AVATIVUT te permettra donc de faire de la science citoyenne; c'est-à-dire, d'utiliser les connaissances de ton milieu pour produire des données scientifiques. Toutes les données récoltées dans le cadre du projet AVATIVUT seront partagées entre les élèves qui réalisent l'activité et leur communauté, ce qui te permettra de suivre l'évolution à travers le temps des impacts reliés aux changements climatiques chez toi et ailleurs au Québec.

Mission glaciale

L'activité *Avativut : Mission glaciale* te permettra de te familiariser avec les changements climatiques et les impacts de ces changements sur la glace dans ton milieu. Dans cette étude, tu utiliseras la formation de la glace comme indicateur des changements climatiques. Tu auras l'occasion de discuter de l'importance de bien connaître la glace avec un aîné ou un expert avant de te rendre sur le terrain prendre des mesures réelles d'épaisseur de glace sur un cours d'eau. De plus, tu détermineras la durée de la saison de glace de cette année et tu identifieras les caractéristiques d'échantillons de glace de différentes origines. Les données que tu récolteras sur la glace te permettront de mieux la connaître et ainsi d'adapter tes habitudes aux variations de la glace d'une année l'autre et d'un cours d'eau à l'autre.

Calendrier des activités

<u>Séance 1 : Les changements climatiques chez nous</u>	<u>Séance 2 : L'entrevue, la glace d'ici par les gens d'ici</u>	<u>Séance 3 : L'englacement et la fonte des glaces</u>	<u>Séance 4 : Les caractéristiques de la glace</u>	<u>Séance 5 : Les caractéristiques de la glace (suite)</u>	<u>Séance 6 : Compilation des données et analyse</u>
<ul style="list-style-type: none"> - Mise en situation - L'effet de serre : Qu'est-ce que c'est? - État de la situation au Québec et en Arctique - Discussion: nos connaissances locales sur la glace 	<ul style="list-style-type: none"> -Entrevue collective en classe d'un aîné ou d'un expert local 	<ul style="list-style-type: none"> -Introduction sur le cycle de la glace - Expérience : Prise de données journalière -Les caractéristiques de la glace - Introduction au concept de masse volumique 	<ul style="list-style-type: none"> À l'extérieur : - Expérience : Mesure de l'épaisseur de la glace 	<ul style="list-style-type: none"> En laboratoire : - Expérience : Les caractéristiques de la glace 	<ul style="list-style-type: none"> -Analyse des résultats obtenus - Changement climatique et variabilité - Évaluation : L'analyse

Vocabulaire

Atome : C'est la plus petite particule en laquelle un élément peut être divisé.

Changements climatiques : Changements importants et durables dans la distribution statistique des schémas climatiques sur des périodes variant de décennies à des millions d'années.

Couvert de glace : Plaque de glace qui recouvre un plan d'eau

Date de fonte : Premier jour où le plan d'eau est complètement libre de glace.

Déformation de la glace : Changement de forme de la glace.

Densité : Rapport entre la masse volumique d'une substance et la masse volumique d'une substance de référence

Durée : Temps que dure un phénomène, une situation ou un objet.

Effet de serre : Phénomène naturel qui permet de retenir une partie de la chaleur qui provient du Soleil à l'intérieur de l'atmosphère de la planète. Ce phénomène est augmenté par la présence de « gaz à effet de serre » souvent produit par l'activité humaine.

Englacement : Apparition du couvert de glace.

Gaz à effet de serre : Gaz qui emprisonnent de façon temporaire la chaleur du Soleil, ce qui permet de réchauffer l'air et le sol.

Liaison covalente : Liaison qui implique le partage d'électrons entre deux atomes.

Molécule : Groupe d'au moins deux atomes identiques ou différents, unis ensemble par des liens chimiques.

Période de fonte : Période entre le début de la fonte de la neige qui recouvre la glace et la disparition complète de la glace.

Salinité : Concentration en sel.



Pour plus de définitions, tu peux consulter les sites suivants :

- Le glossaire de glace : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/previsions-observations-glaces/conditions-glaces-plus-recentes/glossaire.html>
- Le cycle de la glace de mer : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/previsions-observations-glaces/publications/cycle-mer/chapitre-1.html>

Séance 1 : Les changements climatiques chez nous

La Terre se réchauffe. Partout dans le monde, les **changements climatiques** transforment peu à peu notre planète à une vitesse jamais vue dans l'histoire. Ces changements climatiques sont des modifications à long terme dans les conditions météorologiques : les températures moyennes, les vents moyens et d'autres aspects de la météo changent par rapport à ce qui était observé avant. Pour constater les changements climatiques, il faut donc connaître les conditions météorologiques du passé.

Les Inuits sont particulièrement touchés, car ils vivent dans l'un des endroits au monde où les changements climatiques sont les plus importants et les plus rapides. En fait, le peuple inuit peut déjà observer de nombreux effets du réchauffement climatique sur son environnement immédiat. Les anciens, nommés les *Elders*, perçoivent depuis plusieurs années des anomalies dans l'environnement arctique, telles que des différences dans les migrations des troupeaux de caribous ou par exemple, la fonte prématurée des glaces ou le dégel du pergélisol. *Rien n'est comme avant*, ont-ils affirmé, dans de nombreux reportages.

Bref, la Terre telle que nous la connaissons aujourd'hui, subit déjà des transformations, même ici au Québec, et nous devons tous y faire face. Comment serons-nous affectés? Tous les Québécois seront affectés par les changements climatiques, mais pas nécessairement de la même manière. Le Québec est une terre vaste où vivent plusieurs communautés, dont des communautés autochtones, dans des environnements multiples et des latitudes différentes. Nous pouvons dire que le grand peuple québécois est un peuple métis (un Québécois sur deux possède un ancêtre autochtone) étalé sur un vaste territoire diversifié.

La population sur le territoire du Québec possède donc une belle diversité, qui se reflète dans ses savoirs variés : savoirs scientifiques, savoirs traditionnels autochtones, savoirs locaux et savoirs personnels.

Compte tenu de la situation actuelle concernant les changements climatiques, pourquoi ne pas rallier nos forces et travailler tous ensemble à travers l'ensemble du Québec, afin de mieux se connaître entre communautés et valoriser nos différents savoirs? En unissant nos connaissances, nous arriverons à mieux comprendre notre environnement présent et à nous adapter aux changements du climat! La *Mission glaciale* te permettra aussi de comparer ta situation à celle du nord.



Connais-tu les différentes nations autochtones présentes au Québec? Tente de les situer sur la carte du Québec à la page suivante.



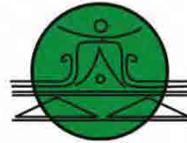
Abénakis



Innus



Algonquins



Malécite



Atikamekw



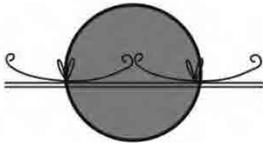
Micmac



Cris



Mohawk



Hurons-Wendat

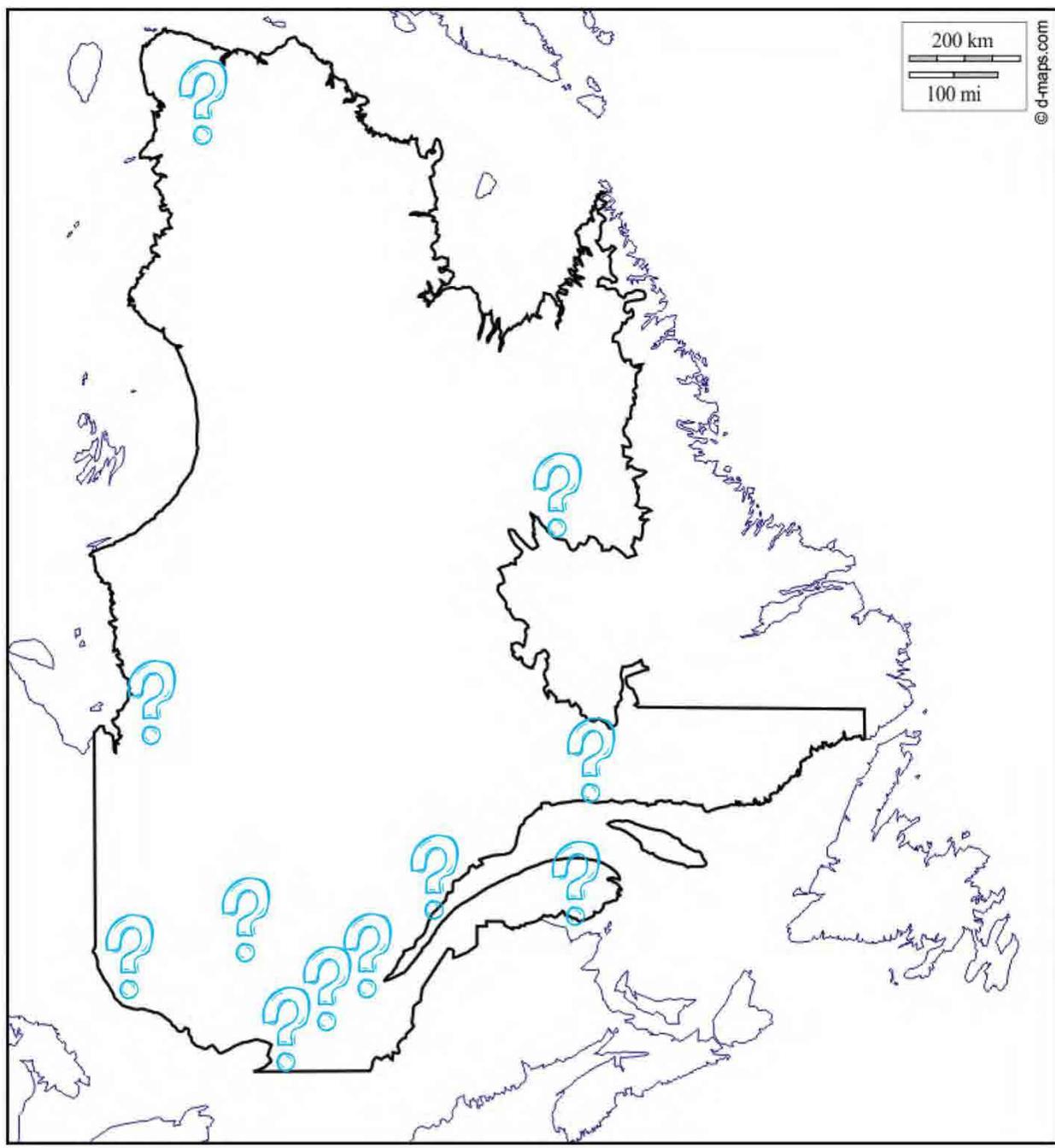


Inuit



Naskapis

MISSION GLACIALE





L'effet de serre : Qu'est-ce que c'est?

Le réchauffement de la planète est comparable à l'**effet de serre** observé dans une serre où l'on fait pousser des plantes : dans une serre, les murs transparents permettent à la lumière d'entrer et d'atteindre les plantes, mais empêchent la chaleur produite de ressortir de la serre. Avec le temps, la température augmente à l'intérieur.

Sur la Terre, l'atmosphère agit comme les murs de verre de la serre. Environ 31 % des rayons lumineux du soleil sont réfléchis vers l'espace soit par l'atmosphère, soit par la neige et la glace. Aussi, 20 % des rayons sont absorbés par l'atmosphère¹. Le reste des rayons lumineux est transformé en énergie ou en chaleur. C'est ce qui permet à la Terre d'avoir les climats qu'on lui connaît; sans cet effet de serre naturel, la température moyenne serait d'environ -18°C sur Terre!

Certains gaz présents dans l'atmosphère amplifient l'effet de serre naturel en retenant la chaleur à la surface de la Terre, faisant ainsi augmenter la température terrestre. On appelle ces gaz, des **gaz à effet de serre**. Le gaz à effet de serre naturel le plus abondant est la vapeur d'eau (H₂O). Le dioxyde de carbone (CO₂) est le gaz à effet de serre produit par l'activité humaine le plus important. Le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O) sont aussi d'autres gaz à effet de serre.



<http://effetdeserre.canalblog.com>

¹ <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/effet-serre.html>



Sur la Terre, plus la température augmente, plus de vapeurs d'eau sont libérées par évaporation dans l'atmosphère et conservent plus de chaleur. La température grimpe donc de plus en plus vite. En Arctique, lorsque l'eau est recouverte de glace, elle agit comme un miroir et reflète les rayons du Soleil, mais libre de glace, l'eau de l'Océan Arctique fait le contraire : elle absorbe l'énergie du Soleil! Cette chaleur sera rejetée par la suite dans l'air ambiant, et ce, tout particulièrement au cours de l'hiver, ce qui modifiera la température de l'air avec les années!



Nos connaissances locales sur la glace

Au niveau du climat, la présence de glace en Arctique est très importante. Ceci est sans compter l'importance capitale de la glace pour les habitants du nord et pour les animaux. Les Inuit s'en servent pour voyager et pour accéder à de nouveaux territoires de chasse. Les animaux aussi s'en servent pour se déplacer ou pour chasser, mais également, comme dans le cas des phoques, pour mettre bas et élever leurs petits.

Quelle est l'utilité de la glace pour toi dans ton milieu de vie?

Puisque le couvert de glace est important, il est bien de l'observer, de connaître ses caractéristiques et de les mesurer. C'est ce que nous ferons dans *Mission glaciale*!

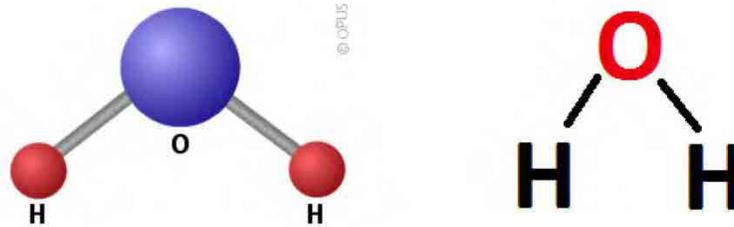




Avant d'aller plus loin, commençons par nous poser la question : *qu'est-ce que de la glace?* La glace est composée d'eau à l'état solide. Utilise l'espace ci-dessous pour dessiner des molécules d'eau à l'état liquide.



La **molécule** d'eau (H_2O) est composée de 2 **atomes** d'hydrogène et d'un atome d'oxygène liés entre eux par des **liens covalents**.



- Lorsque l'eau est à l'état gazeux, les molécules d'eau sont très espacées les unes des autres, elles bougent beaucoup et sont donc désordonnées. Dessine les molécules d'eau à l'état gazeux.

- Lorsque l'eau est à l'état liquide, les molécules d'eau sont relativement près les unes des autres, elles ont moins d'espace pour bouger. Elles sont peu ordonnées. Dessine les molécules d'eau à l'état liquide.



- Lorsque l'eau est à l'état solide, en glace, les molécules d'eau sont près les unes des autres, elles sont reliées par de liens faibles (qui peuvent se briser relativement facilement). Elles sont très ordonnées. Dessine les molécules d'eau à l'état solide.

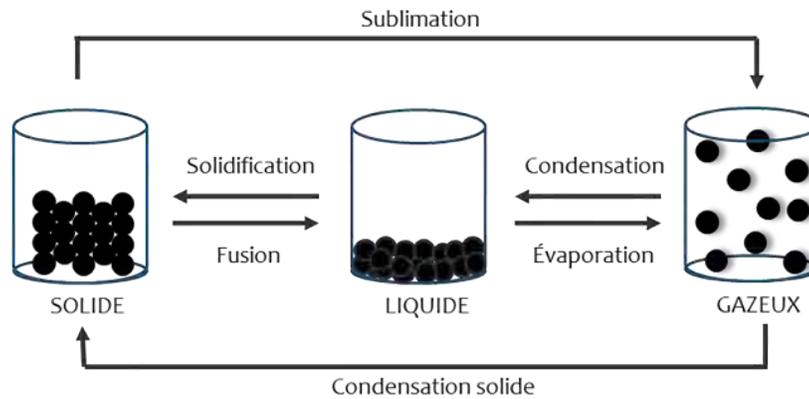
Pour mieux comprendre, il est possible de consulter les animations réalisées par le musée canadien de la nature sur la molécule d'eau dans tous ses états.

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

<https://www.youtube.com/watch?v=lr3OBb13mDY>

Séance 3 : L'englacement et la fonte des glaces

Tu as déjà vu en classe, les différents états de la matière...



C'est le temps de les observer sur le territoire!



Solidification
(englacement)

Fusion
(fonte)





L'englacement est la période entre la première apparition de glace et l'établissement d'un couvert de glace complet (100%) qui durera tout l'hiver. La date d'englacement est la journée où ce couvert de glace complet est observé.

Replace les photos dans l'ordre chronologique de l'englacement à Umiujaq (Nunavik, Québec) et indique avec la lettre, laquelle représenterait la « date d'englacement ».



Ordre : _____

Date d'englacement : _____



Avec le froid, la glace s'épaissit. Puis, sous l'effet des vents, des courants et des marées, il arrive que la glace se brise ou s'empile. Elle change de forme et de dimension. C'est la **déformation**.



La **période de fonte** est la période entre le début de la fonte de la neige qui recouvre la glace et la disparition totale de la glace. On appelle « **date de fonte** », le premier jour où le plan d'eau est complètement libre de glace.

La **durée** du couvert de glace est le nombre de jours entre la date d'englacement et la date de fonte.

Le cycle de la glace est un excellent indicateur de changement climatique. Un englacement plus tardif et une durée du couvert de glace plus courte peuvent être, sur le long terme, des signes de réchauffement climatique. D'où l'importance de l'étudier année après année. Le cycle de la glace est également important pour les espèces animales, comme les poissons qui vivent sous la glace ou les phoques qui élèvent leurs petits sur la glace. Également, il détermine le cycle de nombreuses activités humaines, comme la navigation, les déplacements en motoneige sur nos lacs et rivières, la pêche sur glace, etc.

L'entrevue réalisée en classe a déjà permis d'amasser des informations sur les changements observés par le passé. Nous allons maintenant réaliser nos propres observations afin de construire un calendrier de glace. Ce calendrier permettra de mieux connaître, d'une année à l'autre, la variation du cycle de glace.



Expérience : Prise de données journalières

Matériel

- Thermomètre extérieur (facultatif)
- Cahier de l'élève
- Calendrier
- Un crayon bleu, un crayon jaune et un crayon rouge

Objectif de l'observation : Connaître la date d'englacement, la date de fonte et la durée de la saison de glace cette année.

À l'automne

1. L'enseignant désignera une zone d'observation de la glace sur un cours d'eau. Note où se situe cette zone d'observation de la glace.

2. Chaque jour, observe la température de l'air. Vous pouvez placer un thermomètre à l'extérieur de votre fenêtre de classe ou consulter les données [météo](#) sur internet.
3. Dès que la température de l'air passe régulièrement sous le point de congélation, note chaque matin, dans le calendrier, la température de l'air. Surveille l'eau autour de la communauté!
4. Dès que la glace apparaît, débute les observations journalières dans la zone d'observation des glaces choisie.
5. Dans le calendrier, encadre **en bleu les jours où on observe de l'eau seulement**, **en jaune lorsqu'il y a présence d'eau et de glace** et **en rouge lorsqu'il y a présence d'un couvert de glace seulement**.
6. Lorsque le couvert de glace est complet, poursuis tes observations pendant encore une semaine ou deux. Il arrive en effet que le couvert de glace se forme une journée puis se défasse peu après sous l'effet des vents ou des courants. Prends ensuite une pause jusqu'au printemps.



Au printemps

7. Dès que la température de l'air passe régulièrement au-dessus du point de congélation, note chaque matin dans le calendrier, la température de l'air. Surveille la glace!
8. Lorsque la neige sur la glace est fondue et que des zones d'eau apparaissent, recommence chaque jour à noter tes observations dans le calendrier. Encadre **en bleu les jours où on observe de l'eau seulement**, **en jaune lorsqu'il y a présence d'eau et de glace** et **en rouge lorsqu'il y a présence d'un couvert de glace seulement**.
9. Lorsqu'il n'y a plus de glace au point d'observation, tu as la date de fonte, même s'il arrive que la glace quitte et revienne sous l'effet des vents ou des courants.

Conserve le calendrier établi. Tu l'utiliseras pour les analyses, ainsi que pour comparer les données de cette année à d'autres données lors de la 6^e séance.



**MISSION
GLACIALE**

Englacement - Automne

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						

Fonte - Printemps

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi	Samedi	Dimanche
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						
<input type="checkbox"/>						



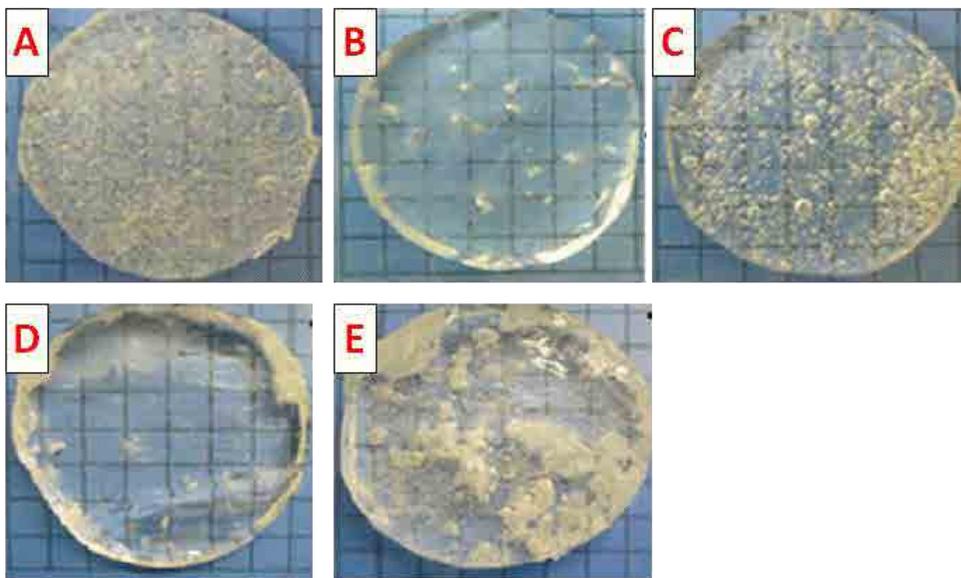
Les caractéristiques de la glace

La glace n'est pas uniforme ou ennuyante. Il en existe différentes sortes et elle se présente sous différentes formes. Selon qu'elle se soit formée en eau douce ou en eau salée, en eau calme ou en eau turbulente, la glace présentera des caractéristiques particulières. Par exemple, certaines caractéristiques de la glace détermineront si elle est sécuritaire pour s'y déplacer. Dans ce cas, l'épaisseur de la glace est un paramètre important, mais il n'est pas le seul. La masse volumique en est un autre essentiel.

La masse volumique

Tu as vu en classe comment calculer la masse volumique d'un objet. Tu es donc capable de calculer la masse volumique de la glace. Par contre, la glace qui se trouve sur un cours d'eau n'est pas nécessairement pure. Dans une eau agitée, de nombreuses bulles d'air peuvent rester emprisonnées dans le solide. Certaines particules de sable ou de terre peuvent aussi rester prises dans la glace. L'eau de mer, quant à elle, contient du sel qui sera également pris dans la glace sous forme de saumure. Ces substances vont modifier la masse volumique et ainsi la résistance de la glace.

Voici des échantillons de glace. On y voit très bien les bulles d'air en blanc, par opposition à la glace transparente. Peux-tu mettre les photos dans l'ordre, de la glace moins dense à la glace plus dense?



Réponse : _____



Une glace remplie de bulles d'air paraît blanche. Ce sont les bulles d'air qui diffusent la lumière. Elle sera moins dense et moins solide qu'une glace sans bulle d'air, qui paraît noire. En fait, elle paraît noire parce qu'elle est transparente et que l'on voit plutôt le fond de l'eau. Pour te déplacer sur un couvert de glace noire, quelle est l'épaisseur de glace minimale recommandée?

À pied? _____

En motoneige? _____

En voiture? _____



Attention! Lorsque tu te déplaces sur la glace, ses caractéristiques (épaisseur, masse volumique, couleur, salinité et solidité) peuvent changer très rapidement d'un endroit à l'autre. Qu'est-ce qui cause ces changements locaux?

Séance 4 : Les caractéristiques de la glace

Comme nous l'avons vu à la Séance 3, certaines caractéristiques de la glace sont importantes pour déterminer si la glace est sécuritaire. La première est l'épaisseur.

Avant de s'aventurer sur la glace, assure-toi d'être habillé en conséquence et de connaître les règles de sécurité dictées par ton enseignant ou par l'invité qui accompagne ton groupe.

Expérience : Mesure de l'épaisseur de la glace

Note : La neige agit comme un isolant. Plus elle est épaisse et isolante, moins la glace épaissira.

Matériel

- Une tarière à glace
- Un bâton à mesurer la glace
- Une pelle
- Le cahier de l'élève
- Un GPS

Avant toute chose, s'assurer auprès des membres de la communauté ou d'un expert que la glace au site de mesure est sécuritaire.

Objectif : Mesurer l'épaisseur de la glace.

Rends-toi au point de mesure de la glace après t'être assuré que la glace y est sécuritaire.

1. Au point de mesure choisie, mesure l'épaisseur de la neige et note-là dans le Tableau 1.
2. Dégage la neige avec une pelle, puis creuse un trou avec une tarière à glace jusqu'à l'eau libre.
3. Insère le bâton à mesurer dans le trou, la partie de l'équerre en bas.





4. Une fois le bâton descendu, colle-le sur le bord du trou et remonte-le jusqu'à ce que l'équerre bloque sous la glace.
5. Lis la mesure à la surface de la glace. C'est l'épaisseur de la glace au point #1. Note l'épaisseur dans le Tableau 1.
6. Au total, fais des mesures sur 4 points d'échantillonnage comme les 4 coins d'un carré séparés chacun d'environ 2 mètres. Si tu as un GPS, note les coordonnées du centre du carré. Sinon, indique l'endroit approximatif sur un croquis ou une carte.
7. Au retour en classe, calcule la moyenne des quatre mesures d'épaisseur de glace. Et pour chaque point, compare l'épaisseur de glace avec l'épaisseur de neige.

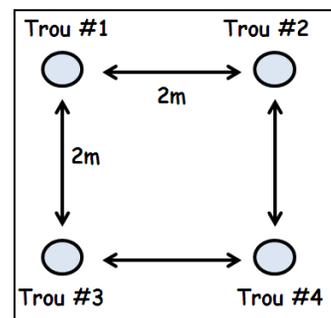


Tableau 1 : Mesures de l'épaisseur de la glace

Trou	Coordonnée	Épaisseur de la neige (cm)	Épaisseur de la glace (cm)
#1			
#2			
#3			
#4			

Moyenne de l'épaisseur de la glace = (Trou #1 + Trou #2 + Trou #3 + Trou #4) / 4

Moyenne (cm) = _____

Séance 5 : Les caractéristiques de la glace

Expérience : Les caractéristiques de la glace

Matériel

- 3 inconnus (A, B et C), 2 échantillons de chaque inconnu.
- 2 échantillons de glace d'eau distillée
- Balance
- 2 Bêchers de 250 mL
- Cahier de l'élève
- Eau distillée
- 2 pipettes
- Colorant alimentaire
- Réfractomètre de salinité (Salinity refractometer)
- Boite de Pétri
- Lampe de poche
- Marteau

Objectif : Identifier le type de glace à partir de certaines de ses propriétés.

Masse volumique (cette mesure est plus précise avec de gros échantillons)

1. Mets 100 ml d'eau froide du robinet dans le bécher de 250 ml. Note le volume exact.

Volume d'eau dans le bécher : _____

2. Pose l'échantillon de glace sur la balance et note rapidement la masse en grammes. Si possible, mets au réfrigérateur les plateaux de balances au préalable pour qu'ils soient froids au moment de la prise de mesure.

Échantillon A : _____

Échantillon B : _____



**MISSION
GLACIALE**

Échantillon C : _____

Échantillon d'eau distillée (ED) : _____

3. Introduis le morceau de glace dans le bécher et immerge doucement dans l'eau en poussant avec la pointe d'un crayon. Lorsque le morceau de glace est complètement recouvert d'eau, note rapidement le nouveau volume correspondant, avant que la glace ne fonde. Par la suite, jette ton échantillon s'il en reste.

Échantillon A : _____

Échantillon B : _____

Échantillon C : _____

Échantillon ED : _____

4. Fais la différence entre les deux mesures de volume lues sur le bécher pour obtenir le volume du morceau de glace.

Volume final – Volume initial = Volume du bloc de glace

Échantillon A : _____ - _____ = _____

Échantillon B : _____ - _____ = _____

Échantillon C : _____ - _____ = _____

Échantillon ED: _____ - _____ = _____

5. Calcule la masse volumique du morceau de glace en divisant la masse par le volume. Inscris ton résultat dans le Tableau 2.

Échantillon A : _____ / _____ = _____

Échantillon B : _____ / _____ = _____

Échantillon C : _____ / _____ = _____

Échantillon ED: _____ / _____ = _____



Transparence

Une autre façon de savoir si la glace est dense ou si elle ne l'est pas est d'observer sa transparence. Plus la glace est transparente, moins elle contient d'air et plus elle est dense. Au contraire, si la glace contient beaucoup d'air, elle paraît blanche et elle est moins dense.

6. Dépose un nouvel échantillon de glace dans une boîte de Petri. Fais passer le rayon lumineux de la lampe à travers l'échantillon. Observe la quantité de lumière qui traverse et inscris dans le Tableau 2 le degré de transparence (du plus transparent au moins transparent).
7. Laisse fondre légèrement l'échantillon afin de récolter quelques gouttes d'eau que tu conserveras à part pour le test de salinité.

Porosité

Une glace est poreuse lorsqu'elle contient des espaces vides, comme une éponge, qui peuvent être remplis par des liquides ou des gaz. La glace de mer est poreuse, car elle contient plein de petits canaux créés par le sel qui s'échappe par le bas.

8. Verse quelques gouttes de colorant sur l'échantillon de glace. Si le colorant pénètre, la glace est poreuse. Si le colorant coule en surface ou autour, la glace n'est pas poreuse. Inscris tes résultats dans le Tableau 2.





La dureté

Plus il y a d'air dans la glace, moins elle est solide. La glace la plus transparente est habituellement la plus solide. Il en faut seulement 10 cm pour supporter le poids d'un adulte.

9. **Mets des lunettes de sécurité ou une visière!** Utilise un marteau ou un poids que tu laisses tomber sur ton échantillon de glace. Lequel se détruit facilement et lequel est le plus résistant? Est-ce qu'il s'effrite ou casse en gros morceaux? Note tes observations dans le Tableau 2.

Salinité

Quand l'eau de mer gèle, elle emprisonne des petites poches d'eau salée à l'intérieur (saumure). Cette saumure descend tranquillement vers le bas au cours de l'hiver pour s'échapper dans l'eau. Alors souvent, le dessus de la glace est moins salé que le bas! De plus, l'eau salée a un point de fusion plus bas que l'eau pure. Il doit donc faire plus froid pour que l'eau salée gèle. C'est d'ailleurs pour cette raison que l'on étend du sel en hiver sur les routes glacées.

10. Dépose une goutte d'eau distillée sur le lecteur du réfractomètre à salinité et assure-toi que la lecture est à 0 ppt. Essuie délicatement la goutte d'eau avec un chiffon doux.
11. Avec une pipette, prélève une goutte de la fonte de tes échantillons, que tu as conservés précédemment. Dépose-là sur le lecteur du réfractomètre à salinité. Effectue la lecture de la salinité et note-là dans le Tableau 2. Essuie.
12. En terminant, nettoie le lecteur du réfractomètre à salinité avec une nouvelle goutte d'eau distillée et essuie.

Note : Si tu n'as pas de réfractomètre, ta langue est un bon détecteur de sel!

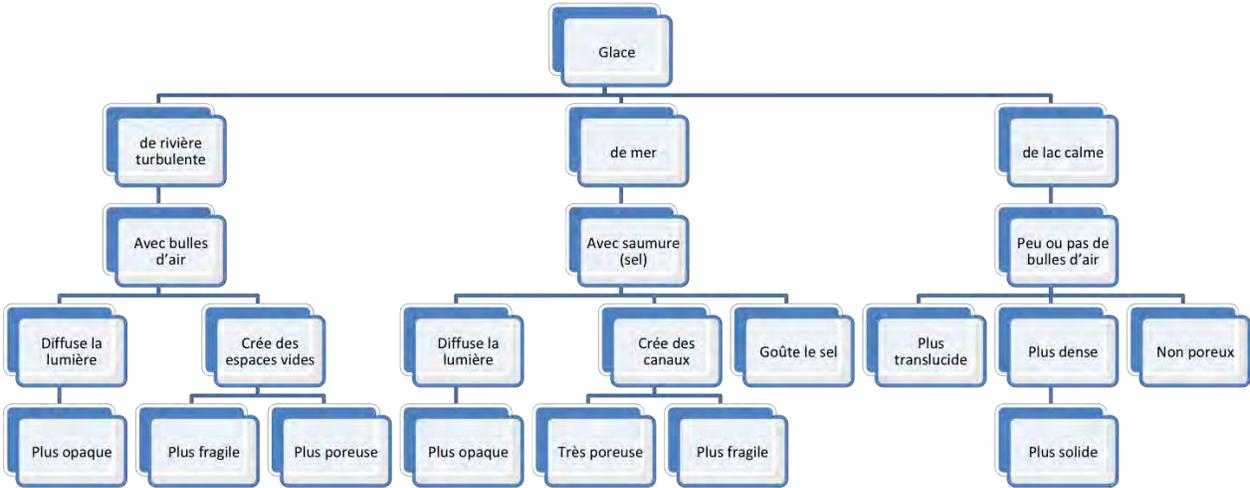


Tableau 2 : Identification des caractéristiques de la glace.

Test	Échantillon			
	A	B	C	Eau distillée (ED)
Masse volumique				
Transparence				
Porosité				
Dureté				
Salinité				



Aide-toi de l'organigramme ci-dessous pour identifier à quel type de glace chaque échantillon appartient.



Type de glace.

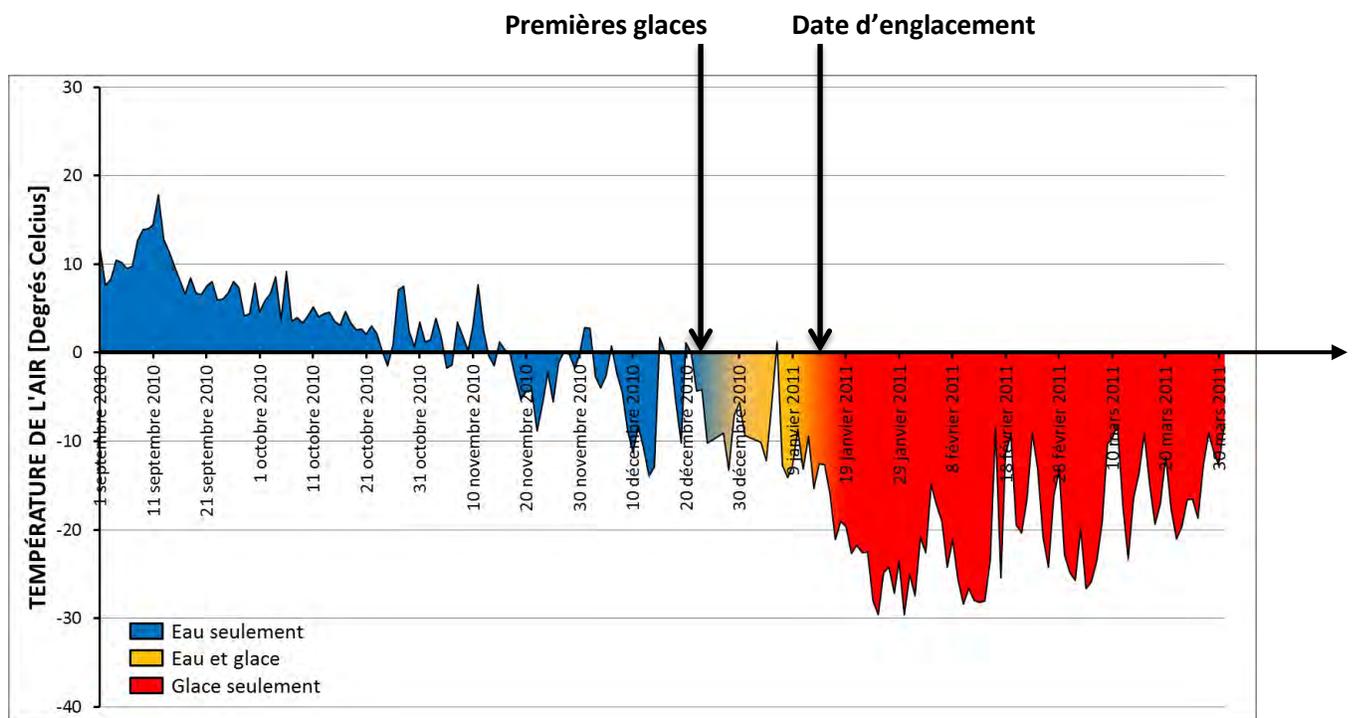
Échantillon A : _____

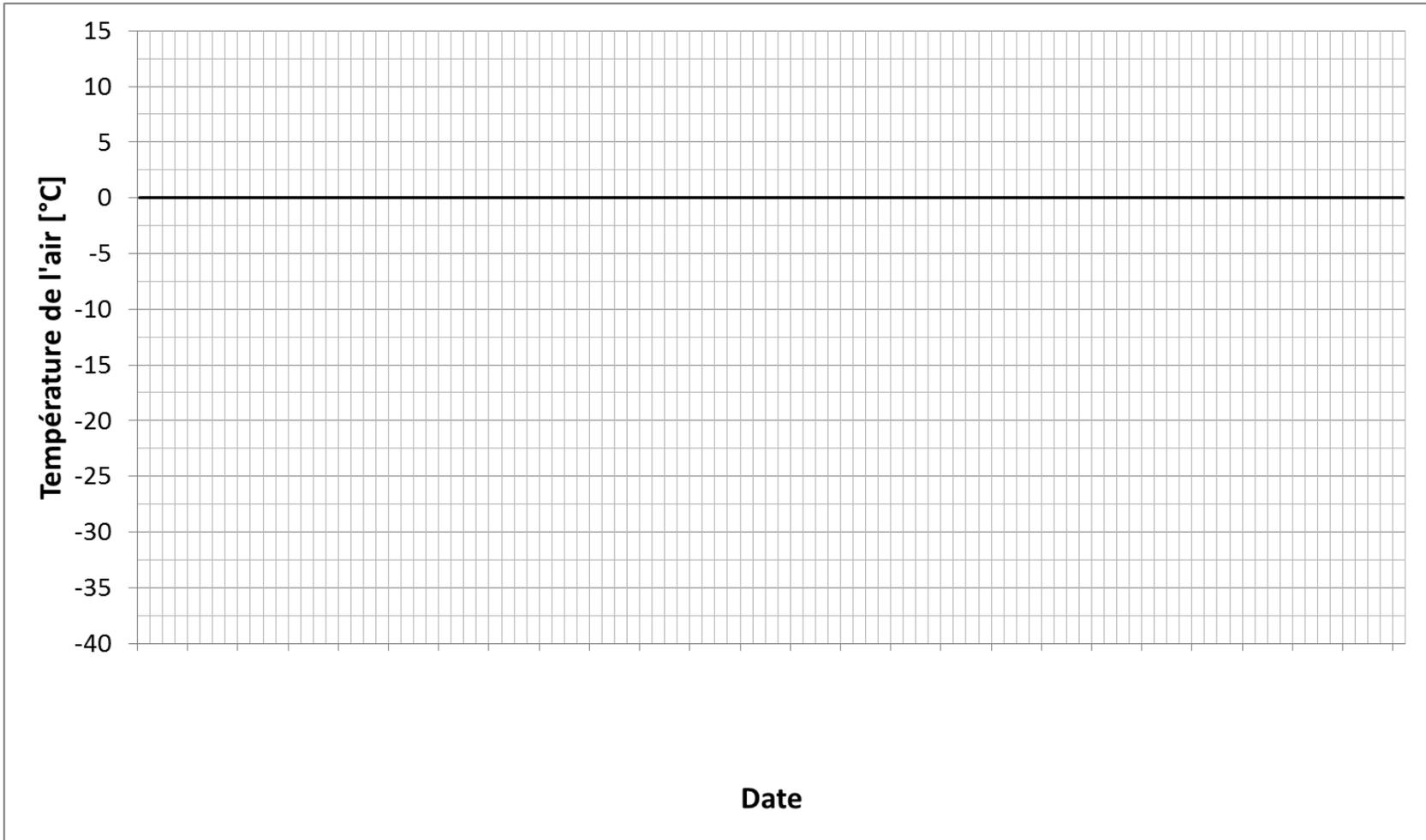
Échantillon B : _____

Échantillon C : _____

Séance 6 : Compilation des données et analyse

Au cours de cette activité, tu as créé un calendrier où chaque jour, tu as noté la température de l'air et les conditions de glace (bleu, jaune ou rouge). Sur le gabarit de la page suivante, réalise un graphique qui montre l'englacement ou la fonte en fonction de la température de l'air. Inspire-toi de l'exemple suivant.







Tu te souviens que la date d'englacement est la date où le couvert de glace est enfin complet et pour une longue période. Tu sais aussi que la date de fonte est la première date où l'eau est libre de glace. De plus, tu sais que la durée du couvert de glace, c'est le nombre de jours entre la date d'englacement et la date de fonte.

Donc, en utilisant ton calendrier, réponds aux questions suivantes :

Quelle est la date d'englacement cette année dans ta communauté? _____

Quelle est la date de fonte cette année dans ta communauté? _____

Quelle est la durée de la saison de glace cette année dans ta communauté? _____

Compare tes réponses avec celles de la classe.

Tu peux envoyer les réponses finales de ta classe à : avativut@cen.ulaval.ca. N'oublie pas d'indiquer le nom de ta communauté, le nom de ton école, le niveau de ta classe, le nom de ton professeur et une description précise ou la coordonnée géographique de la zone observée. En envoyant tes données, celles-ci seront placées sur le site www.cen.ulaval.ca/avativut/ et pourront être consultées par ta classe et par tous les élèves qui réalisent le projet dans la province. Ceci te permettra de comparer tes données à celle du passé dans ta zone d'observation ou de comparer ta situation cette année à celle d'autres endroits.

Pour mieux comprendre la relation entre la température de l'air et la présence de glace, tu peux aussi répondre aux questions suivantes à partir de ton graphique :

Combien de jours y a-t-il entre le moment où la température se maintient au-dessous de 0°C et la première apparition de glace? _____

Combien de jours y a-t-il entre le moment où la température se maintient au-dessus de 0°C et la disparition de la glace? _____

Pourquoi ces délais?



Changement climatique et variabilité

Les observations que tu as effectuées cette année te permettent de constater la variabilité de la glace dans ta communauté, sur une saison.

Si tu peux comparer tes observations avec celles effectuées au même endroit dans les années passées, tu pourras constater la **variabilité annuelle** de la glace.

Si tu peux comparer ces observations sur une longue période de temps, tu pourras étudier le **changement climatique**.

Enfin, si tu peux comparer tes observations avec celles effectuées dans d'autres communautés, tu pourras aussi constater la **variabilité spatiale** de la glace.

Consulte le site <http://www.cen.ulaval.ca/avativut> pour voir les données AVATIVUT existantes.

Tu peux réaliser un histogramme de la **variabilité annuelle** de la durée de la saison de glace dans une communauté à partir des données disponibles sur le site Avativut.



Variabilité annuelle de la durée de la saison de glace





Utilise les connaissances que tu as acquises tout au long de l'activité pour mettre ces éléments climatiques dans la bonne colonne des conséquences :

- Réchauffement de l'air
- Refroidissement de l'air
- Diminution des précipitations de neige
- Augmentation des précipitations de neige
- Réchauffement de l'eau
- Refroidissement de l'eau
- Diminution des vents
- Augmentation des vents

Glacé moins épaisse	Glacé plus épaisse

Quelles sont tes impressions sur l'activité AVATIVUT : Mission glaciale?

RÉFLÉCHIS - FAIS ÉQUIPE - PRÉSENTE

- ♦ Lis les questions de cette page et pense aux réponses que tu pourrais donner.
- ♦ Discute de tes réponses avec un coéquipier. Chacun doit avoir le temps de donner son opinion.
- ♦ Présentez votre travail au groupe.

1. Qu'est-ce que le pergélisol?

2. Que sais-tu sur la présence du pergélisol au Nunavik?

3. Qu'est-ce que la couche active du pergélisol? Quels facteurs pourraient modifier la couche active?

4. La couche active du pergélisol est-elle toujours la même chaque année?

Handwritten response area for question 4, consisting of a rounded rectangle with three horizontal dashed lines.

5. Selon toi, quelle est l'influence de la couche active sur les routes et les immeubles au Nunavik?

Handwritten response area for question 5, consisting of a rounded rectangle with three horizontal dashed lines.

6. À quelle température l'eau gèle-t-elle? Selon toi, quel effet cela a-t-il sur la couche active?

Handwritten response area for question 6, consisting of a rounded rectangle with three horizontal dashed lines.

7. Quelle est la différence entre chaleur et température?

Handwritten response area for question 7, consisting of a rounded rectangle with three horizontal dashed lines.

COINS (2 x 4)

- ♦ Ton enseignant a accroché plusieurs affiches dans la salle de classe.
- ♦ Rends-toi à une affiche et écris le plus d'information que tu sais sur le monde/concept/illustration.
- ♦ Au signal de l'enseignant, passe à l'affiche suivante.
- ♦ Continue ainsi pour toutes les affiches.

Mots pour l'activité des coins :

PERGÉLISOL

COUCHE
ACTIVE

TEMPÉRATURE

COUVERTURE
DE NEIGE

PERGÉLISOL

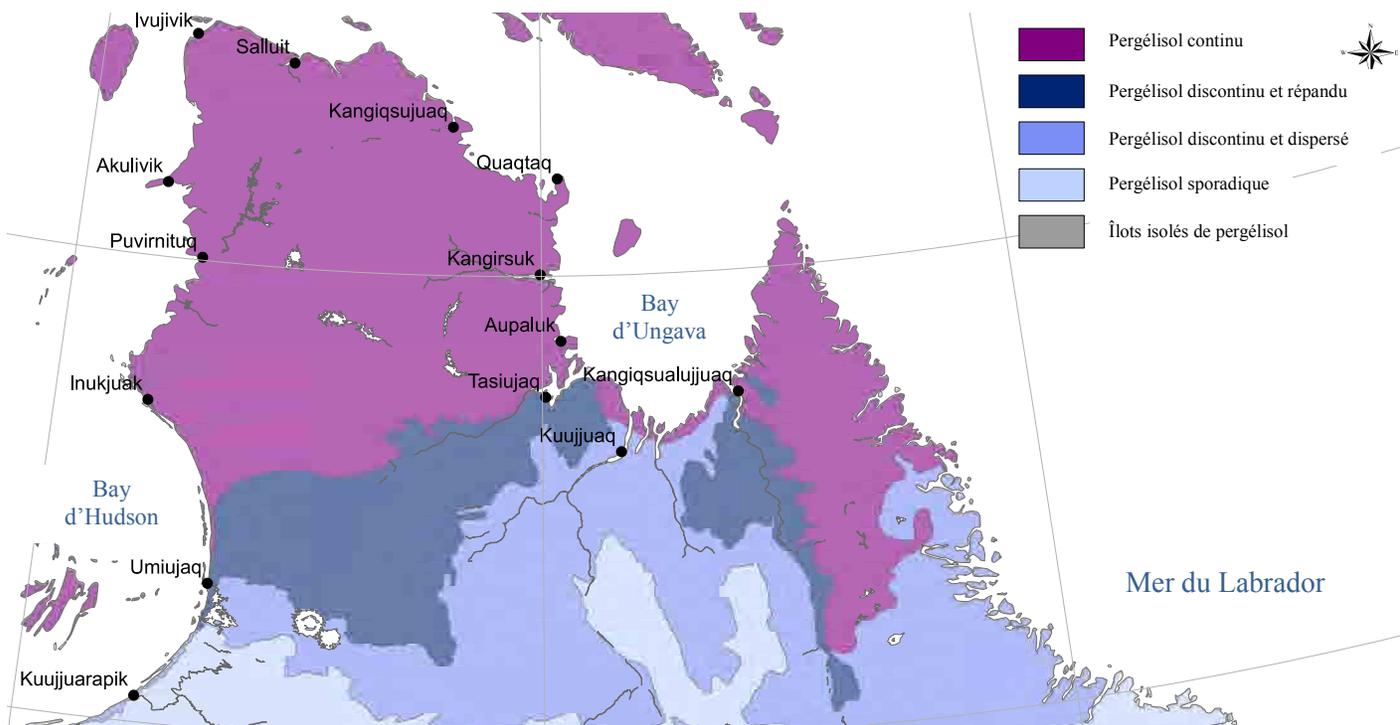
Le pergélisol est la couche de sol qui demeure constamment gelée durant au moins 2 années consécutives. On trouve différents types de pergélisol au Nunavik.

_____ , c'est quand le sol ne reste pas gelé en permanence sur une période d'au moins 2 années consécutives. On trouve ce type de pergélisol autour de Kuujjuarapik.

_____ se trouve dans des régions où des zones de sol non gelé séparent des zones de pergélisol. On trouve souvent ce type de pergélisol près de la limite des arbres à Umiujaq, à Tasiujaq, à Kuujjuaq et à Kangiqsualujjuaq.

_____ survient quand le sol est gelé en permanence. On trouve ce type de pergélisol dans d'autres villages comme Akulivik, Ivujivik et Salluit.

Types de pergélisol au Nunavik



FACTEURS QUI AFFECTENT LE PERGÉLISOL

Le pergélisol est affecté par différents facteurs comme _____, _____, _____ et _____.

1. TYPES DE SOLS

Il existe de nombreux types de sols différents. Ton enseignant te donnera différents échantillons de sols. Dessine chaque type de sol et décris ces caractéristiques (p. ex. texture, couleur, taille des particules, poids, etc.).

Type de sol	Dessin	Caractéristiques
Roc		
Sable/gravier		
Till		
Argile		
Tourbe		



Le tableau ci-dessous donne les propriétés de chaque type de sol que tu as observé.

Type de sol	Photo	Origine	Teneur en eau	Conductivité thermique*
Roc		Croûte terrestre	0	+++
Sable/gravier		Érosion par le vent et l'eau	+	++
Till		Dépôts des glaciers	Variable selon le % d'argile	Variable
Argile		Dépôts marins	++	+
Tourbe		Accumulation de matière végétale en décomposition	+++	

*La **conductivité thermique** est la vitesse à laquelle la chaleur peut voyager dans une substance. C'est la quantité de chaleur qui traverse une zone définie en un temps précis. Une conductivité élevée indique que la chaleur voyage rapidement dans la substance. Une conductivité basse indique que la chaleur ne voyage pas facilement dans la substance.

Les arbustes sont des végétaux ayant des tiges en bois qui sont de tailles et de formes variées. On peut les classer selon leur hauteur.

Type d'arbuste	Photo	Hauteur (m)	Exemples
Arbuste nain		< 0,2	Bleuet Camarine Canneberge Chicouté Saule (certaines espèces)
			
Arbuste		0,2 - 0,5	Bouleau nain Saule (certaines espèces) +
Arbrisseau		≥ 0,5	Aulne Bouleau Saule (certaines espèces)

Référence : Myers-Smith et al. 2014.

SIGNES DE PERGÉLISOL

Le pergélisol est partout autour de nous. On trouve différentes conditions de sol et de glace dans différents _____.

1. Palses

Vois-tu le monticule foncé dans la photo? C'est une palse.

Le sol a été soulevé par la glace souterraine. C'est ce qu'on appelle un soulèvement par le gel.



On trouve les palses dans des sols de types tourbe et argile.

On trouvera des lentilles de glace dans les palses. Une lentille de glace se forme quand l'eau est emprisonnée dans un petit espace ou une fissure. Quand elle gèle, elle gonfle et sépare le sol ou le roc.

Tourbe



Argile



2. Polygones à fente de glace

Peux-tu voir les lignes dans le sol sur la photo? Ce sont des polygones à fente de glace.

En hiver, le froid fait rétrécir et fendre le sol dur et gelé.
Au printemps, l'eau envahit ces fentes.

Le cycle se répète quand l'hiver revient!

La glace qu'on trouve ici forme des coins de glace.
Un coin de glace est une fente dans le sol formée par un morceau de glace mince qui s'enfonce sur plusieurs mètres dans le sol.



3. Ostioles à centre soulevé

Les ostioles sont de petits monticules arrondis soulevés par le gel.



On trouve des ostioles à centre soulevé dans des sols argileux.

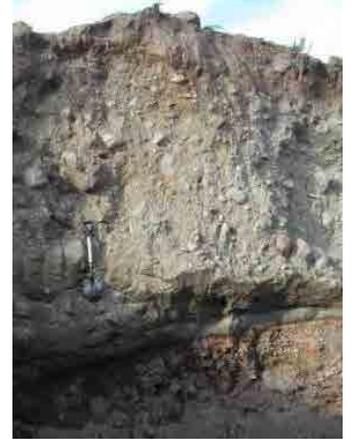


On trouve des lentilles de glace dans des ostioles à centre soulevé.



4. Ostioles à bourrelet

On trouve les ostioles à bourrelet dans le till.



On trouvera des lentilles de glace et de la glace interstitielle dans des ostioles à bourrelet.

La glace interstitielle est la glace qui se trouve dans les petits espaces entre les minuscules particules du sol.

5. Butte à noyau de glace

Les buttes à noyau de glace se trouvent dans la couche active du pergélisol. Elles sont formées par la pression exercée dans les couches profondes du pergélisol pendant l'hiver.

On trouve de la glace intrusive dans des buttes à noyau de glace. Cette glace se forme quand l'eau qui gèle est enfoncée dans le sol ou les roches sous l'effet de la pression.



6. Sols striés

Un sol strié se forme dans un endroit où les cycles de gel et de dégel créent une légère pente sur le terrain. Quand les sédiments fins sont très humides, la gravité les tire lentement vers le bas de la pente, ce qui donne un aspect strié.



On trouve le sol strié dans le till.

7. Lobes de gélifluxion

La gélifluxion est le lent mouvement de la couche de sol très humide dégelée située sur une couche de terre gelée.



On trouve des lentilles de glace et de la glace interstitielle dans des lobes de gélifluxion.

On trouve des lobes de gélifluxion dans le till.



8. Hummocks



Un hummock est un monticule de glace soulevée dans un champ de glace.

Les hummocks sont formés par une pression inégale qui s'exerce lentement sur la glace compactée dans le sol.

On trouve de la glace interstitielle dans des hummocks.

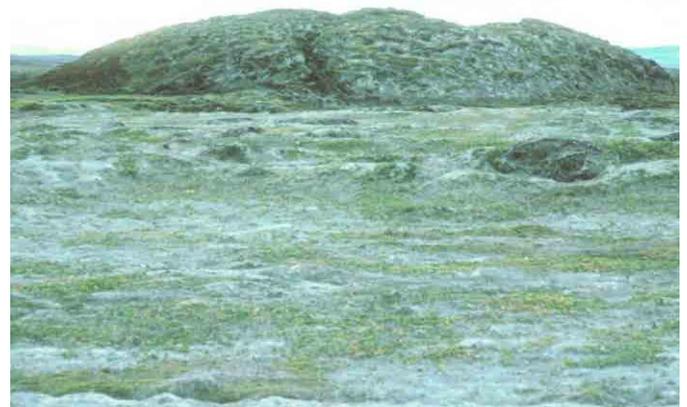
On trouve des hummocks dans le till.



8. Pingos

Un pingo est une grosse butte de glace couverte de terre.

Un pingo peut avoir une hauteur de 70 m et un diamètre de 600 m.



On trouve de la glace intrusive dans les pingos.

9. Bloc d'éjection

Les blocs d'éjection commencent par des fissures dans le lit rocheux.

L'eau pénètre dans les fissures et gèle en formant des lentilles de glace.

Les lentilles de glace poussent vers le haut en gelant, fissurant le roc de plus en plus.

On trouve des blocs d'éjection dans le roc fractionné (fissuré).



Méthode expérimentale

- ♦ J'observe.
- ♦ Je formule une question de recherche.
- ♦ Je définis les variables.
- ♦ J'expérimente.
- ♦ Je collecte les données.
- ♦ J'analyse les résultats et je les présente.

J'observe :

Au cours de l'année, la température de l'air varie avec les saisons.
La température de l'air varie aussi d'une année à l'autre.

Je formule une question de recherche :

« Quel effet la température de l'air a-t-elle sur le gel dans le sol? »

« Quel effet le type de sol a-t-il sur le gel dans le sol? »

« Quel effet les végétaux ont-ils sur la température du sol? »

« Quel effet la couverture de neige a-t-elle sur la température du sol? »

« Pouvons-nous réduire les impacts des changements climatiques sur les infrastructures (immeubles, routes, etc.)? »

Je définis les variables :

J'observerai quatre variables :

1. Température de l'air
2. Type de sol
3. Végétaux
4. Couverture de neige

Variable indépendante :

Variable dépendante :

Constantes :

Pour obtenir des réponses à nos questions de recherche, nous utiliserons six techniques différentes :



1. Interview



2. Observation



3. Description



4. Échantillon



5. Mesures



6. Analyse



INTERVIEW

J'expérimente :

Démarche :

1. Regarde la vidéo sur la façon de mener une interview.
2. Invite une ou plusieurs personnes âgées du village dans la classe pour l'interview. Ou fais l'entrevue à la maison avec tes parents ou tes grands-parents.
3. À l'aide du questionnaire que tu trouveras dans les prochaines pages, pose chaque question à la personne âgée.
4. Écris ses réponses sur le questionnaire.
5. Sur la carte géologique de surface, note l'emplacement de chaque relief du sol identifié par la personne âgée.
6. Si tu as un enregistreur, utilise-le pour pouvoir écouter l'interview par la suite et t'assurer que l'information que tu as notée est exacte.
7. Compare tes notes avec celles d'autres élèves. Avec tout le groupe, remplissez un nouveau questionnaire, en utilisant les réponses les plus fréquentes.
8. Transfère tes données du questionnaire au portail Internet d'AVATIVUT : <http://www.cen.ulaval.ca/avativut/>



Activité de réflexion

1. Qu'as-tu appris sur le pergélisol pendant ton interview avec la personne?

2. En quoi les connaissances de la personne sur le pergélisol étaient-elles différentes de tes propres connaissances?

3. Pourquoi t'a-t-on demandé d'interviewer une personne âgée plutôt qu'un ami, ton frère ou ta sœur?

4. D'après ton interview, quel rôle jouent l'expérience et les connaissances traditionnelles des personnes âgées dans les études scientifiques, selon toi?

Je collecte les données (résultats) :

SABLE		
Temps de dégel depuis le début (h)	Dessin	Observations
0		

TERRE NOIRE		
Temps de dégel depuis le début (h)	Dessin	Observations
0		

C1 Cr3

5	4	3	2	1	0
----------	----------	----------	----------	----------	----------

1. Qu'est-il arrivé à la maison quand le sable a dégelé?
Explique ta réponse.

2. Qu'est-il arrivé à la maison quand la terre noire a dégelé?
Explique ta réponse.

3. Pourquoi le dégel du sable et de la terre noire n'a-t-il pas eu le même effet sur les maisons?

C1 Cr4

5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---

4. Que te disent les résultats de ton expérience sur l'impact qu'a le type de sol sur les infrastructures?

C2 Cr3

5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---



DYNAMIQUE DU PERGÉLISOL

J'expérimente :

Démarche :

EXPÉRIENCE A

1. Sélectionne ton village, le sable (type de sol) et les arbustes (bas) (type de végétation).
2. Active l'option Comparer.
3. Sélectionne sable et arbustes hauts dans la section Comparer.
4. Règle la profondeur du sol à 0 m (surface).
5. Désactive l'option Afficher la température de l'air.
6. Observe l'effet de la hauteur des arbustes sur la température du sol pendant l'hiver et l'été.
7. Compare les différences lorsque tu sélectionnes les profondeurs de sol suivantes : 0,5 m, 2 m, et 5 m.
8. Sauvegarde ou imprime tes résultats.



EXPÉRIENCE

EXPÉRIENCE B

1. Sélectionne ton village, un type de sol et arbustes bas (type de végétation).
2. Active l'option Comparer.
3. Sélectionne les mêmes options sauf pour le type de sol, dans la section Comparer.
4. Compare les différences lorsque tu sélectionnes les profondeurs de sol suivantes : 0,5 m, 2 m, et 5 m.
5. Sauvegarde ou imprime tes résultats.

EXPÉRIENCE C

1. Sélectionne ton village, un type de sol et aucune végétation.
2. Active l'option Comparer.
3. Dans la section Comparer, sélectionne le même type de sol et Lichen comme couvert végétal.
4. Compare les différences lorsque tu sélectionnes les profondeurs de sol suivantes : 0 m, 0,5 m, 1 m, 2 m et 5 m.
5. Répète l'exercice en comparant avec d'autres types de couvert végétal (ex : arbustes bas, arbustes hauts).
6. Sauvegarde ou imprime tes résultats.

EXPÉRIENCE D

1. Sélectionne ton village.
2. Sélectionne Argile comme type de sol.
3. Sélectionne Aucun comme type de couvert végétal.
4. Désactive l'option Comparer.
5. Désactive l'option Afficher la température de l'air.
6. Règle la profondeur du sol à 5 m.
7. Enregistre l'image de la simulation sur le bureau en la nommant argile.png.
8. Répète les étapes 1 à 6 pour chaque type de sol en enregistrant et en nommant chaque image selon le type de sol.
9. Utilise les 5 images pour comparer l'évolution de la couche active dans différentes conditions de sol.

Je collecte les données (résultats) :

1. Quel effet la hauteur de la végétation a-t-elle sur la température du sol?

--	--	--	--	--	--	--	--

C1 Cr4 5 4 3 2 1 0

2. Quel effet le type de sol a-t-il sur la température du sol?

--	--	--	--	--	--	--	--

3. Quel effet le type de végétation a-t-il sur la température du sol?

--	--	--	--	--	--	--	--

4. Selon toi, quel facteur a le plus gros impact sur la température du sol? Justifie ta réponse.

--	--	--	--	--	--	--	--

C2 Cr4 5 4 3 2 1 0

Questions de révision

1. Qu'est-ce que la couche active du pergélisol?

Four horizontal dashed lines for writing the answer to question 1.

2. Explique pourquoi la couche active du pergélisol est différente chaque année.

Four horizontal dashed lines for writing the answer to question 2.

C2 Cr2

5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---

3. Quels sont les trois principaux facteurs qui ont un effet sur la couche active du pergélisol?

Four horizontal dashed lines for writing the answer to question 3.

C2 Cr3

5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---

4. Nomme chaque type de sol.





C2 Cr3

5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---

5. Indique si chacune des conditions suivantes ferait geler ou dégeler la couche active du pergélisol.

Condition	Gel ou dégel
Hausse de la température de l'air	
Moins de neige	
Arbustes plus hauts	
Baisse de la température de l'air	
Arbustes plus petits	
Plus de neige	

C2 Cr2

5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---

6. Donne au moins 6 exemples de signes de changement dans le pergélisol.

Four horizontal dashed lines for writing.

C2 Cr3

5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---

7. Décris un signe de changement dans le pergélisol que tu as observé dans ton village.

Four horizontal dashed lines for writing.

8. Décris l'effet que pourrait avoir le dégel du pergélisol sur la vie au Nunavik.

Four horizontal dashed lines for writing.

C2 Cr2

5	4	3	2	1	0
---	---	---	---	---	---



TEMPÉRATURE DU SOL

J'expérimente :

Démarche :

1. Lis la présentation PowerPoint intitulée HOBOWare Protocol illustré. Assure-toi de bien comprendre les étapes avant de continuer!
2. Trouve le site de l'expérience sur le portail Internet Avativut.
3. Rends-toi à la parcelle de terrain qui fait l'objet d'une surveillance dans ton village où le bâtons à neige a été installé.
4. Cherche le capteur de données au pied des bâtons à neige, à 5 cm sous la surface du sol.
5. Suis les instructions pour télécharger les données.
6. Remplace la pile et l'absorbeur d'humidité.
7. Programme le capteur de données. Vérifie que le voyant DEL du capteur de données clignote.

Remets le capteur de données à l'endroit où tu l'as trouvé.





OBSERVER LE PERGÉLISOL

J'expérimente :

Démarche :

1. Examine la carte géologique de surface de ton village. Cherche les différents reliefs liés au pergélisol autour de ton village.
2. Promène-toi autour de ton village et trouve les reliefs indiqués sur la carte.
3. Prend une photo des reliefs que tu observe.
4. Pendant ta promenade, cherche des signes de changement climatique dans le pergélisol. Note comment le dégel du pergélisol affecte les infrastructures. Note les coordonnées GPS de chaque signe de dégel du pergélisol que tu vois et décris l'endroit dans ton tableau d'observations.
5. Discute de tes conclusions et des photos avec ta classe lorsque tu reviens.



LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Organigramme de *Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle?*

**4.1 Le pergélisol,
ça fond ou ça
dégèle?**

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Aperçu

Dans cette activité, élaborée en collaboration avec la Commission scolaire Kativik, l'Institut national de recherche scientifique, l'Université du Québec à Trois-Rivières, l'Université Laval et le Centre nordique, les élèves agissent à titre de chercheurs juniors, étudiant le pergélisol et recueillant des données sur le pergélisol dans leur village.

Dans cette activité, les élèves acquerront des notions sur le pergélisol et les facteurs qui ont un effet sur lui. De plus, ils découvriront les différents reliefs liés au pergélisol et auront la chance de les observer autour de leur village. Ils acquerront également des notions sur les impacts des changements climatiques sur le pergélisol et apprendront comment reconnaître les impacts des changements du pergélisol sur les infrastructures de leur village. Finalement, ils intervieweront des personnes âgées pour obtenir de l'information sur le passé et se rendront à une station de recherche pour recueillir des données sur la température du sol au cours de la dernière année. Les élèves (et les enseignants) devront entrer leurs données dans le site Web du projet Avativut, à <http://www.cen.ulaval.ca/avativut/>. Les données qui doivent être téléversées dans le portail sont indiquées dans le cahier de l'élève.

Matière : Science et technologie

Niveau : Bloc C

Monde(s)

Le Monde matériel

Compétences disciplinaires

Compétences

Critères

C1. Cherche des réponses ou des solutions à des problèmes scientifiques ou technologiques.

Cr.1. Représentation congrue de la situation
Cr.3. Mise en œuvre appropriée de la marche à suivre
Cr.4. Élaboration de conclusions, d'explications ou de solutions pertinentes

C2. Exploite au maximum ses connaissances en science et technologie.

Cr. 2. Utilisation correcte des notions, des lois, des modèles et des théories scientifiques et technologiques
Cr. 3. Élaboration d'explications ou de solutions pertinentes
Cr. 4. Justification adéquate des explications, des solutions, des décisions ou des opinions

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Connaissances préalables : Science				Connaissances préalables : Mathématiques	
<ul style="list-style-type: none"> États de la matière 		<ul style="list-style-type: none"> Points de fusion/congélation de l'eau 		<ul style="list-style-type: none"> Aucune 	
Liens avec les mathématiques		<ul style="list-style-type: none"> S.O. 			
Vocabulaire				Matériel requis (par équipe)	
<ul style="list-style-type: none"> Argile Bloc d'éjection Butte à noyau de glace Changements climatiques Coins de glace Conductivité thermique 	<ul style="list-style-type: none"> Couche active Glace interstitielle Glace intrusive Hummock Infrastructure Lentille de glace Limon 	<ul style="list-style-type: none"> Lobes de gélifluxion Ostiole à bourrelet Ostiole à centre soulevé Palsa Pergélisol Pergélisol continu Pergélisol discontinu Pingo 	<ul style="list-style-type: none"> Polygone à fente de glace Relief Roc Roc fractionné Sable Sol strié Soulèvement par le gel Till Tourbe 	<ul style="list-style-type: none"> Terre noire (500 mL) Caméra Ordinateur avec logiciel PermaSim installé Personne âgée Cubes de glace GPS (si possible) Carte des reliefs autour du village Photos de reliefs liés au pergélisol Verres de plastique (500 mL) x 2 Pâte à modeler Sable (500 mL) Tableau intelligent Enregistreur de la parole (si possible) Eau 	<p>Pour l'expérience sur la température du sol (un seul ensemble par groupe) :</p> <ul style="list-style-type: none"> Pile Ordinateur avec logiciel HOBOWare Pro installé Capteur de données Absorbeur d'humidité Câble de téléchargement PowerPoint HOBO Protocol Pince à bec long Tournevis étoile Pelle ou truelle
Durée					
<ul style="list-style-type: none"> 16 périodes de 45 minutes 					
Étapes		MUR DE VOCABULAIRE (20 minutes) LA SITUATION (25 minutes) QUE SAIS-TU? (45 minutes)			

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

NOTES (90 minutes)

J'OBSERVE, JE FORMULE UNE QUESTION DE RECHERCHE, JE DÉFINIS LES VARIABLES (20 minutes)

J'EXPÉRIMENTE (25 minutes)

JE COLLECTE LES DONNÉES (RÉSULTATS) (65 minutes)

ACTIVITÉ DE RÉFLEXION (25 minutes)

J'EXPÉRIMENTE (30 minutes)

JE COLLECTE LES DONNÉES (RÉSULTATS) (40 minutes)

ANALYSE (20 minutes)

J'EXPÉRIMENTE (15 minutes)

JE COLLECTE LES DONNÉES (RÉSULTATS) (55 minutes)

ANALYSE (20 minutes)

J'EXPÉRIMENTE (50 minutes)

JE COLLECTE LES DONNÉES (RÉSULTATS) (15 minutes)

J'ANALYSE LES RÉSULTATS ET JE LES PRÉSENTE (25 minutes)

QUESTIONS DE RÉVISION (45 minutes)

APPROFONDISSEMENT (90 minutes)

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Ressources			
Documents	Vidéos		Autres
Aucun	Aucune		Aucun
Manuel Eureka		Manuel d'observatoire	
A	B	A	B
311 – 313	307 – 309	Sans objet	Sans objet
Facile Learning	AUCUN		
Lectures facultatives / Ressources supplémentaires	<ul style="list-style-type: none"> Divers manuels scolaires scientifiques 		
Liens	Wikipédia : https://en.wikipedia.org/wiki/Permafrost https://fr.wikipedia.org/wiki/Pergélisol		
Évaluation	<ul style="list-style-type: none"> Une rubrique d'évaluation se trouve à la fin du présent manuel. Une fiche d'évaluation additionnelle s'y trouve également, laquelle comprend une section d'évaluation de l'élève. 		
Activité précédente :	Étiquettes décollées	Activité suivante :	Évaporation

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?



Argile
Bloc d'éjection
Butte à noyau de glace
Changements climatiques
Coin de glace
Conductivité thermique
Couche active
Glace interstitielle
Glace intrusive
Hummock
Infrastructure
Lentille de glace
Limon
Lobes de gélifluxion
Ostiole à bourrelet
Ostiole à centre soulevé
Palsa
Pergélisol
Pergélisol continu
Pergélisol discontinu
Pingo
Polygone à fente de glace
Relief
Roc
Roc fractionné
Sable
Sol strié
Soulèvement par le gel
Till
Tourbe

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 2

Section : Mur de vocabulaire

Durée : 20 minutes

Stratégie d'enseignement :

Il y a beaucoup de nouveaux termes en science et technologie. Chaque cahier comprendra une liste de ces mots importants. Il est possible que les élèves connaissent déjà certains de ces mots et ignorent la signification des autres. La connaissance de ce vocabulaire peut être un facteur clé dans l'aptitude d'un élève à comprendre un nouveau concept.

Étant apprenants en langue seconde, vos élèves auront un vocabulaire qui ne sera probablement pas aussi étendu que le vôtre. De plus, certains des termes de science et de technologie n'existent pas en Inuktitut. Il faut tenir compte qu'il faut répéter de 10 à 20 fois un nouveau mot pour qu'il entre dans notre vocabulaire.

Le mur de vocabulaire et les jeux d'association peuvent grandement aider les élèves à retenir les mots de vocabulaire. Les documents « **Mur de vocabulaire** » et « **Mathulaire** », que l'on trouve dans le portail pédagogique, contiennent de nombreux jeux de vocabulaire.

La présentation du vocabulaire aux élèves peut prendre différentes formes. Par exemple, vous pouvez lire chaque mot et sa définition. Bien que cette méthode demande beaucoup de temps, elle pourrait permettre aux élèves de mieux comprendre les nouveaux mots.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Mur de vocabulaire

Argile
Bloc d'éjection
Butte à noyau de glace
Changements climatiques
Coin de glace
Conductivité thermique
Couche active
Glace interstitielle
Glace intrusive
Hummock
Infrastructure
Lentille de glace
Limon
Lobes de gélifluxion
Ostiole à bourrelet
Ostiole à centre soulevé
Palsa
Pergélisol
Pergélisol continu
Pergélisol discontinu
Pingo
Polygone à fente de glace
Relief
Roc
Roc fractionné
Sable
Sol strié
Soulèvement par le gel
Till
Tourbe

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Définitions des mots de vocabulaire :

Argile : Type de sol formé par des dépôts marins.

Bloc d'éjection : Rocher soulevé qui se forme quand il y a des fissures horizontales et verticales dans le lit rocheux. L'eau pénètre dans ces fissures et des lentilles de glace commencent à se former. La présence de lentilles de glace fait monter le rocher fissuré.

Butte à noyau de glace : Butte dans la couche active du pergélisol formée par la pression en profondeur dans les couches de pergélisol.

Changements climatiques : Changements qui surviennent dans le climat quand les caractères du temps à long terme sont modifiés.

Coin de glace : Fente dans le sol formée par un morceau de glace mince qui s'enfoncé plusieurs mètres dans le sol.

Conductivité thermique : Vitesse à laquelle la chaleur voyage dans une substance. Elle s'exprime en quantité de chaleur qui traverse une zone définie en un temps précis. Plus la valeur est élevée, plus la substance transmet la chaleur. Plus la valeur est basse, plus la substance est isolante.

Couche active : Couche du pergélisol qui gèle et dégèle au cours de l'année.

Glace interstitielle : Glace qui se trouve dans les interstices du sol et du roc.

Glace intrusive : Glace qui se forme quand l'eau est injectée sous pression dans le sol ou le roc.

Hummock : Monticule de glace rond qui s'élève au-dessus du niveau d'un champ de glace. Causé par une pression inégale exercée lentement sur la glace.

Infrastructure : Structure physique ou organisationnelle nécessaire au fonctionnement de la société, comme les routes, les immeubles, les ponts, etc.

Lentille de glace : Glace qui se forme quand l'eau s'accumule dans un petit espace ou une fissure puis gèle et sépare le sol.

Limon : Sable fin, argile ou autre matière transporté par l'eau courant et qui se dépose en sédiment.

Lobe de géelifluxion : Lent mouvement d'une couche de sol dégelé saturé d'eau sur une couche de sol gelé.

Ostiole à bourrelet : Soulèvement de boue causé par le gel.

Ostiole à centre soulevé : Soulèvement de boue qui est causé par le gel.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Palsa : Monticule bas souvent ovale résultant d'un soulèvement par le gel.

Pergélisol : Sol qui demeure gelé pendant au moins deux années consécutives.

Pergélisol continu : Sol qui est entièrement gelé en permanence.

Pergélisol discontinu : Sol où des zones dégélées séparent des zones de pergélisol.

Pingo : Gros monticule de glace couverte de terre pouvant atteindre une hauteur de 70 m et un diamètre de 600 m.

Polygone à fente de glace : Relief en forme de polygone qui est le résultat du gel et du dégel. Quand le sol est froid, il devient friable et se contracte. Au printemps, l'eau fondue remplit les fissures.

Relief : Caractéristique de la surface du sol qui fait partie du terrain.

Roc : Roches dans le nord du Québec qui font partie de la croûte terrestre.

Roc fractionné :

Sable : Type de sol qui résulte de l'érosion de la roche par l'eau et le vent.

Sol strié : Pente légère du sol causée par les cycles répétés de gel et de dégel. Lorsque les sédiments fins sont gorgés d'eau, la gravité leur fait descendre la pente.

Soulèvement par le gel : Gonflement du sol pendant le gel, causé par la glace qui pousse vers la surface du sol.

Till : Sol déposé par les glaciers et qui est composé de sable, de limon, d'argile, de gravier et de blocs rocheux.

Tourbe : Type de sol formé de matière organique qui s'accumule sur une longue période.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

LA SITUATION

LA SITUATION

Au Nunavik, la recherche sur le pergélisol a commencé quand le ministère des Transports du Québec a commencé à construire de nouveaux aéroports entre 1987 et 1992.



Des études à la mine Raglan indiquent que le pergélisol descend aussi profondément que 640 m!



La recherche tourne autour de trois questions :

- Quel effet la température de l'air a-t-elle sur le pergélisol?
- Quels sont les effets des changements climatiques sur la couche active? (La couche active est le sol qui gèle et dégèle chaque année.)
- Quel effet la neige a-t-elle sur la température du sol?

Pour obtenir ces renseignements, les chercheurs utilisent des instruments de mesure, des forages, des données provenant de stations météorologiques et les connaissances des experts de la région.

Le projet AVATIVUT demande l'aide des jeunes du Nunavik pour observer le pergélisol et recueillir des données dans leurs villages!



Cette recherche est menée en collaboration avec
1) l'Université du Québec à Trois-Rivières,
2) l'Université Laval,
3) l'Institut national de recherche scientifique et
4) le Centre nordique.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 4

Section : La situation

Durée : 25 minutes

Stratégie d'enseignement :

Prenez quelques minutes pour lire la situation aux élèves ou la lire en groupe « en chœur ». Les élèves doivent savoir ce qu'ils devront faire pendant cette activité.

Commencez en demandant aux élèves de penser au pergélisol autour de leur village. Qu'est-ce que le pergélisol? Que savent-ils sur le pergélisol dans leur village? Ont-ils remarqué des changements survenus dans le sol depuis qu'ils sont nés? Où observent-ils des signes de pergélisol?

Demandez aux élèves de faire un remue-méninges sur les facteurs qui affectent le pergélisol. Ont-ils remarqué des changements dans le climat depuis qu'ils sont nés (précipitations, température, etc.)? Ont-ils remarqué des changements sur leur terre depuis qu'ils sont nés (nouveaux reliefs, sol qui s'enfonce, etc.)?

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

On a demandé à ton groupe de participer à cette étude à long terme dans ton village. Comme chercheur junior, tu apprendras des notions sur le pergélisol, feras des observations sur le pergélisol autour de ton village et mesureras la température du sol. Tu utiliseras un simulateur interactif pour mieux comprendre le pergélisol. À la fin de cette activité, tu seras un expert du pergélisol!

L'information que tu recueilleras aidera les scientifiques à mieux comprendre l'effet du temps et du climat sur la couche active du pergélisol et l'effet des changements de la couche active sur les routes et les immeubles dans ton village.



Pour en savoir plus sur le projet AVATIVUT, consulte le site Web suivant :

Portail Web du projet : <http://www.cen.ulaval.ca/avativut/>

WWW

1. Dans tes propres mots, écris ce qu'on te demande de faire.

Je dois apprendre sur le pergélisol, faire des observations sur le pergélisol dans mon village et mesurer la température du sol dans mon village.

C1 Cr1 5 4 3 2 1 0

2. De quelle information auras-tu besoin pour répondre aux questions de recherche?

Les réponses varieront.

Pour répondre aux questions de recherche, j'aurai besoin d'information sur la température de l'air, les quantités de précipitation, la température du sol, etc.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 5

LA SITUATION

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Évaluation

		5	4	3	2	1	Observable
C1	Cr.1. Représentation congrue de la situation						
	<p>L'élève formule le problème dans ses propres mots.</p> <p><i>La situation, question 1, p. 5)</i></p>	<p>L'élève décrit bien ce qu'il doit faire. La description est claire, complète et élaborée.</p>	<p>L'élève décrit bien ce qu'il doit faire. La description est plutôt claire et exacte.</p>	<p>L'élève décrit bien ce qu'il doit faire. La description est plus ou moins claire et exacte.</p>	<p>L'élève décrit bien ce qu'il doit faire. La description est plutôt nébuleuse et inexacte.</p>	<p>L'élève est incapable de décrire ce qu'il doit faire.</p>	<p>Traces</p>

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

QUE SAIS-TU?

RÉFLÉCHIS - FAIS ÉQUIPE - PRÉSENTE

- Lis les questions de cette page et pense aux réponses que tu pourrais donner.
- Discute de tes réponses avec un coéquipier. Chacun doit avoir le temps de donner son opinion.
- Présentez votre travail au groupe.

1. Qu'est-ce que le pergélisol?

Le pergélisol est du sol, du roc ou des sédiments qui sont gelés pendant au moins 2 années consécutives.

2. Que sais-tu sur la présence du pergélisol au Nunavik?

Les villages du Nunavik sont sur différents types de pergélisol. Les villages plus au nord sont sur un pergélisol continu, les villages situés près de la limite des arbres sont sur un pergélisol discontinu et les villages très au sud comme Kuujuarapik ne sont pas sur un pergélisol.

3. Qu'est-ce que la couche active du pergélisol? Quels facteurs pourraient modifier la couche active?

La couche active est la couche qui gèle et dégèle chaque année.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 6

Section : Réfléchis, Fais équipe, Partage

Durée : 45 minutes

Stratégie d'enseignement :

Les élèves devraient bien connaître le format *Réfléchis, Fais équipe, Partage*.

Formez les équipes. Souvenez-vous que vous devez garder le contrôle sur la formation des équipes. Les équipes peuvent être les mêmes que lors de l'expérience précédente.

Laissez les équipes discuter de leurs réponses pendant plusieurs minutes avant de les écrire. Essayez de respecter un temps limite strict. Il est important d'indiquer aux élèves le temps qui leur reste. Il est très facile pour eux d'étirer le temps requis.

N'oubliez pas de circuler dans la salle de classe pendant cette étape. Au besoin, vous pouvez poser des questions à une équipe pour orienter sa réflexion.

Les équipes peuvent présenter leurs réponses au groupe.

Remarque : Toutes les réponses de la section Réfléchis-Fais équipe-Présente varieront.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

4. La couche active du pergélisol est-elle toujours la même chaque année?

Non, la couche active peut changer d'année en année, en fonction d'un certain nombre de facteurs, comme la couverture de neige, la végétation, la température, etc.

5. Selon toi, quelle est l'influence de la couche active sur les routes et les immeubles au Nunavik?

Les modifications de la couche active peuvent modifier le sol. Le sol peut s'enfoncer ou changer de forme. Un enfoncement peut endommager les immeubles et d'autres infrastructures comme les pistes d'atterrissage d'aéroports.

6. À quelle température l'eau gèle-t-elle? Selon toi, quel effet cela a-t-il sur la couche active?

L'eau gèle à 0 °C. Le gel et le dégel de l'eau a un effet sur le gel et le dégel de la couche active. Si la température est au-dessus de 0 °C, l'eau ne gèlera pas et la couche active dégelera. Si la température est sous 0 °C, l'eau gèlera et la couche active gèlera.

7. Quelle est la différence entre chaleur et température?

La chaleur est une forme d'énergie qui passe d'une substance chaude à une substance froide. La quantité de mouvement dans une molécule est le résultat de sa quantité de chaleur. La température est une mesure du mouvement moyen des molécules.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 7

QUE SAIS-TU?

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

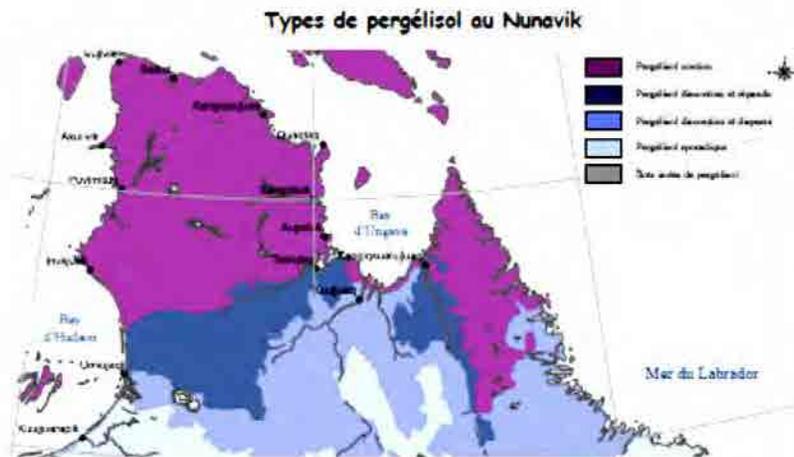
PERGÉLISOL

Le pergélisol est la couche de sol qui demeure constamment gelée durant au moins 2 années consécutives. On trouve différents types de pergélisol au Nunavik.

L'absence de pergélisol, c'est quand le sol ne reste pas gelé en permanence sur une période d'au moins 2 années consécutives. On trouve ce type de pergélisol autour de Kuujjuarapik.

Le pergélisol discontinu se trouve dans des régions où des zones de sol non gelé séparent des zones de pergélisol. On trouve souvent ce type de pergélisol près de la limite des arbres à Umiujaq, à Tasiujaq, à Kuujjuaq et à Kangiqsualujjuaq.

Le pergélisol continu survient quand le sol est gelé en permanence. On trouve ce type de pergélisol dans d'autres villages comme Akulivik, Ivujivik et Salluit.



Le pergélisol, ça fond ou ça dégele? - Page 9

NOTES

Section : Notes

Durée : 90 minutes

Stratégie d'enseignement :

La section *Notes* donnera aux élèves de l'information sur le pergélisol. Les élèves apprendront sur les différents types de pergélisol, les types de sols, les facteurs qui affectent le pergélisol et les reliefs liés au pergélisol.

Pour en savoir plus, consultez les documents suivants :

- Glossaire_SAE_Pergelisol
- Landforms_EN

Pour avoir une version plus grande de la carte suivante, consulter le document suivant :

- PermafrostSpatialDistribution_EN

Notez qu'il existe une grande variété de ressources en ligne pour illustrer les différents types de reliefs. L'animation suivante en est un exemple; elle montre la formation de coins de glace.

http://www.wiley.com/college/strahler/0471238007/animations/ch15_animations/animation2.html

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

NOTES

FACTEURS QUI AFFECTENT LE PERGÉLISOL

Le pergélisol est affecté par différents facteurs comme type de sol, végétation, couverture de neige et température de l'air.

1. TYPES DE SOLS

Il existe de nombreux types de sols différents. Ton enseignant te donnera différents échantillons de sols. Dessine chaque type de sol et décris ces caractéristiques (p. ex. texture, couleur, taille des particules, poids, etc.).

Type de sol	Dessin	Caractéristiques
Roc		Les réponses varieront en fonction des échantillons de roches
Sable/gravier		Brun clair ; texture fine; petits grains; le poids varie mais plus léger que le till et plus lourd que la tourbe.
Till		Gris clair; varié texture rugueuse; grains divers - certains grands; poids plus lourd que le sable, l'argile et la tourbe.
Argile		Gris clair; très fine, texture poudreuse; très petits grains; le poids varie mais plus lourd que la tourbe.
Tourbe		Brun foncé; varié texture moyenne; les grains petits à moyens; le poids varie mais plus claire que toutes les autres.



Le pergélisol, ça fond ou ça dégele? - Page 10

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Le tableau ci-dessous donne les propriétés de chaque type de sol que tu as observé.

Type de sol	Photo	Origine	Teneur en eau	Conductivité thermique*
Roc		Croûte terrestre	0	+++
Sable/gravier		Érosion par le vent et l'eau	+	++
Till		Dépôts des glaciers	Variable selon le % d'argile	Variable
Argile		Dépôts marins	++	+
Tourbe		Accumulation de matière végétale en décomposition	+++	

*La conductivité thermique est la vitesse à laquelle la chaleur peut voyager dans une substance. C'est la quantité de chaleur qui traverse une zone définie en un temps précis. Une conductivité élevée indique que la chaleur voyage rapidement dans la substance. Une conductivité basse indique que la chaleur ne voyage pas facilement dans la substance.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 11

NOTES

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

NOTES

2. TYPES DE VÉGÉTATION

La végétation (les végétaux) joue un rôle important dans la formation du pergélisol.

Les différents types de végétaux ont un effet sur l'épaisseur de la neige. L'épaisseur de la neige a un effet sur la température du sol qui se trouve dessous, ce qui a un effet sur la couche active du pergélisol.



Pense comment un igloo te garde au chaud en hiver!

La neige a un effet isolant (réchauffant).

La hauteur des végétaux est importante parce que plus les végétaux sont hauts, plus la neige s'y amasse. Par exemple, les arbustes dans la toundra piègent la neige et l'empêchent d'être emportée par le vent. Ainsi, la neige est plus épaisse près des arbustes et garde le sol chaud en dessous.



Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 12

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Les arbustes sont des végétaux ayant des tiges en bois qui sont de tailles et de formes variées. On peut les classer selon leur hauteur.

Type d'arbuste	Photo	Hauteur (m)	Exemples
Arbuste nain		< 0,2	Bleuet Camarine Canneberge Chicouté Saule (certaines espèces)
			
Arbuste		0,2 - 0,5	Bouleau nain Saule (certaines espèces) +
Arbrisseau		≥ 0,5	Aulne Bouleau Saule (certaines espèces)

Référence : Myers-Smith et al. 2014.

NOTES

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

NOTES

SIGNES DE PERGÉLISOL

Le pergélisol est partout autour de nous. On trouve différentes conditions de sol et de glace dans différents reliefs.

1. Palses

Vois-tu le monticule foncé dans la photo? C'est une palse.

Le sol a été soulevé par la glace souterraine. C'est ce qu'on appelle un soulèvement par le gel.



On trouve les palses dans des sols de types tourbe et argile.

On trouvera des lentilles de glace dans les palses. Une lentille de glace se forme quand l'eau est emprisonnée dans un petit espace ou une fissure. Quand elle gèle, elle gonfle et sépare le sol ou le roc.

Tourbe



Argile



Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

2. Polygones à fente de glace

Peux-tu voir les lignes dans le sol sur la photo? Ce sont des polygones à fente de glace.

En hiver, le froid fait rétrécir et fendre le sol dur et gelé. Au printemps, l'eau envahit ces fentes.

Le cycle se répète quand l'hiver revient!

La glace qu'on trouve ici forme des coins de glace. Un coin de glace est une fente dans le sol formée par un morceau de glace mince qui s'enfonce sur plusieurs mètres dans le sol.



3. Ostioles à centre soulevé

Les ostioles sont de petits monticules arrondis soulevés par le gel.



On trouve des ostioles à centre soulevé dans des sols argileux.



On trouve des lentilles de glace dans des ostioles à centre soulevé.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 15

NOTES

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

NOTES



4. Ostioles à bourrelet

On trouve les ostioles à bourrelet dans le till.

On trouvera des lentilles de glace et de la glace interstitielle dans des ostioles à bourrelet. La glace interstitielle est la glace qui se trouve dans les petits espaces entre les minuscules particules du sol.



5. Butte à noyau de glace

Les buttes à noyau de glace se trouvent dans la couche active du pergélisol. Elles sont formées par la pression exercée dans les couches profondes du pergélisol pendant l'hiver.

On trouve de la glace intrusive dans des buttes à noyau de glace. Cette glace se forme quand l'eau qui gèle est enfoncée dans le sol ou les roches sous l'effet de la pression.



Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 16

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

6. Sols striés

Un sol strié se forme dans un endroit où les cycles de gel et de dégel créent une légère pente sur le terrain. Quand les sédiments fins sont très humides, la gravité les tire lentement vers le bas de la pente, ce qui donne un aspect strié.



On trouve le sol strié dans le till.

7. Lobes de gélifluxion

La gélifluxion est le lent mouvement de la couche de sol très humide dégelée située sur une couche de terre gelée.



On trouve des lentilles de glace et de la glace interstitielle dans des lobes de gélifluxion.

On trouve des lobes de gélifluxion dans le till.



NOTES

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

NOTES

8. Hummocks



Un hummock est un monticule de glace soulevée dans un champ de glace.

Les hummocks sont formés par une pression inégale qui s'exerce lentement sur la glace compactée dans le sol.

On trouve de la glace interstitielle dans des hummocks.

On trouve des hummocks dans le till.



8. Pingos

Un pingo est une grosse butte de glace couverte de terre.

Un pingo peut avoir une hauteur de 70 m et un diamètre de 600 m.



On trouve de la glace intrusive dans les pingos.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégele? - Page 18

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

9. Bloc d'éjection

Les blocs d'éjection commencent par des fissures dans le lit rocheux.

L'eau pénètre dans les fissures et gèle en formant des lentilles de glace.

Les lentilles de glace poussent vers le haut en gelant, fissurant le roc de plus en plus.

On trouve des blocs d'éjection dans le roc fractionné (fissuré).



NOTES

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

NOTES

CHANGEMENTS CLIMATIQUES

1. Quels signes de changements climatiques vois-tu au Nunavik?

Les réponses varieront.

2. Selon toi, quels sont les effets des changements climatiques sur le pergélisol au Nunavik?

Les réponses varieront.



Dégradation du pergélisol

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 20

Voir la page précédente.

Remarque : Le documentaire Qapirangajuq Indigenous Knowledge and Climate Change est une ressource pouvant être utile aux élèves dans cette section. Vous le trouverez dans Dropbox dans le dossier de Pergélisol.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Méthode expérimentale

- J'observe.
- Je formule une question de recherche.
- Je définis les variables.
- J'expérimente.
- Je collecte les données.
- J'analyse les résultats et je les présente.

J'observe :

Au cours de l'année, la température de l'air varie avec les saisons.
La température de l'air varie aussi d'une année à l'autre.

Je formule une question de recherche :

- « Quel effet la température de l'air a-t-elle sur le gel dans le sol? »
- « Quel effet le type de sol a-t-il sur le gel dans le sol? »
- « Quel effet les végétaux ont-ils sur la température du sol? »
- « Quel effet la couverture de neige a-t-elle sur la température du sol? »
- « Pouvons-nous réduire les impacts des changements climatiques sur les infrastructures (immeubles, routes, etc.)? »

Le pergélisol, ça fond ou ça dégele? - Page 11

EXPÉRIENCE

Section : Expérience – J'observe, Je formule une question de recherche et Je définis les variables

Durée : 20 minutes

Stratégie d'enseignement :

J'OBSERVE (5 minutes)

Lisez la section « *J'observe* » aux élèves ou demandez au groupe de la lire ensemble (en chœur). Il est important que les élèves entendent ou lisent les instructions au moins deux fois.

JE FORMULE UNE QUESTION DE RECHERCHE (5 minutes)

Lisez ou demandez à un élève de lire à voix haute les questions de la section « *Je formule une question de recherche* ».

JE DÉFINIS LES VARIABLES (5 minutes)

Lisez ou demandez à un élève de lire à voix haute la phrase « *Je définis les variables* ».

Demandez aux élèves de nommer les variables. Expliquez-leur la différence entre variable indépendante et variable dépendante et expliquez-leur ce qu'est une constante.

- **Variable indépendante** : Le facteur que le chercheur contrôle ou modifie.
- **Variable dépendante** : Les résultats, l'information que le chercheur espère observer.
- **Constantes** : Les facteurs qui doivent demeurer les mêmes durant une expérience pour que celle-ci soit juste et qu'UNE seule variable change pour donner des résultats valides.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

EXPÉRIENCE

Je définis les variables :

J'observerai quatre variables :

1. Température de l'air
2. Type de sol
3. Végétaux
4. Couverture de neige

Variable indépendante : Température de l'air, type de sol, végétation et couverture de neige

Variable dépendante : Profondeur de la couche active

Constantes : Village

Lieu

Pour obtenir des réponses à nos questions de recherche, nous utiliserons six techniques différentes :



1. Interview



2. Observation



3. Description



4. Échantillon



5. Mesures



6. Analyse

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?



INTERVIEW

J'expérimente :

Démarche :

1. Regarde la vidéo sur la façon de mener une interview.
2. Invite une ou plusieurs personnes âgées du village dans la classe pour l'interview. Ou fais l'entrevue à la maison avec tes parents ou tes grands-parents.
3. À l'aide du questionnaire que tu trouveras dans les prochaines pages, pose chaque question à la personne âgée.
4. Écris ses réponses sur le questionnaire.
5. Sur la carte géologique de surface, note l'emplacement de chaque relief du sol identifié par la personne âgée.
6. Si tu as un enregistreur, utilise-le pour pouvoir écouter l'interview par la suite et t'assurer que l'information que tu as notée est exacte.
7. Compare tes notes avec celles d'autres élèves. Avec tout le groupe, remplissez un nouveau questionnaire, en utilisant les réponses les plus fréquentes.
8. Transfère tes données du questionnaire au portail Internet d'AVATIVUT : <http://www.cen.ulaval.ca/avativut/>



Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 23

EXPÉRIENCE

Section : Expérience – J'expérimente

Durée : 25 minutes

Stratégie d'enseignement :

Demandez aux élèves de lire les instructions pour eux-mêmes avant de les passer en revue en groupe. Il y a plusieurs façons de faire lire les instructions aux élèves. Utilisez la méthode la plus efficace pour vos élèves ou votre groupe. Assurez-vous que les élèves ont lu TOUTES les instructions avant de commencer à rassembler le matériel.

Certains élèves pourraient avoir de la difficulté à suivre les instructions quand celles-ci se trouvent toutes sur une seule page. Pour ces élèves, vous pouvez fabriquer des cartes qui contiennent une étape à la fois. Quand les élèves ont lu une carte, ils la retournent et lisent la suivante.

Pendant ce temps, demandez aux élèves de lire tout le questionnaire qu'ils présenteront à la personne âgée de leur choix. Passez bien en revue chaque section du questionnaire. Assurez-vous que les élèves comprennent exactement le sujet de chaque question et les réponses possibles.

Accès au portail Avativut :

Nom d'utilisateur : Your school name_en ou nom de votre école_fr

Mot de passe : avati

Exemple : École Nuvviti

Nom d'utilisateur : Nuvviti_en ou Nuvviti_fr

Mot de passe : avati

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

ACTIVITÉ DE RÉFLEXION

Activité de réflexion

1. Qu'as-tu appris sur le pergélisol pendant ton interview avec la personne?

Les réponses varieront.

2. En quoi les connaissances de la personne sur le pergélisol étaient-elles différentes de tes propres connaissances?

Les réponses varieront.

3. Pourquoi t'a-t-on demandé d'interviewer une personne âgée plutôt qu'un ami, ton frère ou ta sœur?

Les réponses varieront.

4. D'après ton interview, quel rôle jouent l'expérience et les connaissances traditionnelles des personnes âgées dans les études scientifiques, selon toi?

Les réponses varieront.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 28

Section : Activité de réflexion

Durée : 25 minutes

Stratégie d'enseignement :

Cette activité de réflexion permet aux élèves d'évaluer leur interview et le rôle des connaissances traditionnelles des personnes âgées dans les études scientifiques et d'y réfléchir.

Cette section peut être réalisée en classe ou comme devoir.

Si elle est réalisée en classe, plusieurs élèves pourraient présenter leurs réponses au groupe.

Évaluation

**UNE ÉVALUATION REPOSANT SUR LES COMPÉTENCES SE
TROUVE À LA FIN DE CETTE SECTION.**

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Évaluation

		5	4	3	2	1	Observable
C1	Cr.3. Mise en œuvre appropriée de la marche à suivre						
	L'élève respecte les règles de sécurité. <i>(J'expérimente, p. 29)</i>	L'élève respecte toutes les règles de sécurité sans intervention de l'enseignant.	L'élève respecte toutes les règles de sécurité avec une intervention de l'enseignant.	L'enseignant doit intervenir à l'occasion (2 fois) pour que l'élève respecte les règles de sécurité.	L'enseignant doit intervenir fréquemment (3 fois ou plus) pour que l'élève respecte les règles de sécurité.	Même avec l'intervention de l'enseignant, l'élève ne respecte pas les règles de sécurité.	Notes de l'enseignant

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

EXPÉRIENCE

Je collecte les données (résultats) :

SABLE		
Temps de dégel depuis le début (h)	Dessin	Observations
0		La maison est encore intacte. Elle reste sur le sable.
3		
5		La maison est encore intacte. Elle reste sur le sable. On peut voir un peu d'eau fondue.
8		
24		La maison est encore intacte. Elle s'est un peu enfoncée dans le sable et elle est entourée d'eau.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 30

Section : Expérience – Je collecte les données (résultats)

Durée : 40 minutes

Stratégie d'enseignement :

Les élèves doivent écrire les observations appropriées aux bons endroits.

Vous trouverez une rubrique d'évaluation à la page 67.

Les échantillons doivent être retirés du congélateur dès le début de la journée de classe. Les élèves doivent faire des observations aux heures 0, 3, 5 et 8. Le matin suivant, soit après environ 24 heures, les élèves doivent faire une observation finale.

Évaluation

UNE ÉVALUATION REPOSANT SUR LES COMPÉTENCES SE
TROUVE À LA FIN DE CETTE SECTION.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

TERRE NOIRE		
Temps de dégel depuis le début (h)	Dessin	Observations
0		La maison est encore intacte. Elle reste sur la terre noire.
3		
5		La maison est encore intacte. Elle reste sur la terre noire. On peut voir un peu d'eau fondue. Le sol commence à bouger.
8		La maison est encore intacte. Elle reste sur la terre noire. On peut voir de l'eau fondue et la couche inférieure du sol commence à se mélanger avec l'eau pour former de la boue.
24		La maison s'est complètement enfoncée dans la terre noire, qui s'est mélangée avec l'eau pour former de la boue.

C1 Cr3 5 4 3 2 1 0

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 31

EXPÉRIENCE

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Évaluation

		5	4	3	2	1	Observable
C1	Cr. 3. Mise en œuvre appropriée de la marche à suivre						
	L'élève fait des observations utiles. <i>(Je collecte les données [résultats] p. 30 – 31)</i>	Les diagrammes sont soignés, exacts et bien étiquetés. L'élève écrit des observations additionnelles qui sont claires, exactes et minutieuses.	Les diagrammes sont soignés, plutôt exacts et bien étiquetés. L'élève écrit des observations additionnelles qui sont plutôt claires et exactes.	Les diagrammes sont plus ou moins soignés, exacts et bien étiquetés. L'élève écrit des observations additionnelles qui sont plus ou moins claires et exactes.	Les diagrammes sont plutôt bâclés, inexacts et mal étiquetés. L'élève écrit des observations additionnelles qui sont plutôt nébuleuses et inexactes.	Les diagrammes sont bâclés, inexacts et mal étiquetés. L'élève écrit des observations additionnelles qui sont nébuleuses et inexactes.	Traces

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

ANALYSE

1. Qu'est-il arrivé à la maison quand le sable a dégelé?

Explique ta réponse.

La maison est restée intacte. Elle s'est un peu enfoncée dans le sable et elle était entourée d'eau.

2. Qu'est-il arrivé à la maison quand la terre noire a dégelé?

Explique ta réponse.

La maison s'est enfoncée dans la terre noire.

3. Pourquoi le dégel du sable et de la terre noire n'a-t-il pas eu le même effet sur les maisons?

Les différents types de sols se comportent différemment quand ils interagissent avec l'eau pendant les cycles de gel et de dégel.

C1 Cr4 5 4 3 2 1 0

4. Que te disent les résultats de ton expérience sur l'impact qu'a le type de sol sur les infrastructures?

Mes résultats me disent que les différents types de sols auront des impacts différents sur les infrastructures. Cela signifie que différents types de sols sont plus susceptibles de faire enfoncer/fissurer/soulever les immeubles quand le pergélisol dégel.

C2 Cr3 5 4 3 2 1 0

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 32

Section : J'analyse les résultats et je les présente

Durée : 20 minutes

Stratégie d'enseignement :

Les élèves doivent accomplir cette section seuls.

Une fois qu'ils ont colligé leurs données et dessiné leurs observations, ils peuvent utiliser les résultats pour répondre aux questions.

Cette section peut être réalisée en classe ou comme devoir.

Si elle est réalisée en classe, plusieurs élèves peuvent présenter leurs réponses au groupe.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Évaluation

		5	4	3	2	1	Observable
C1	Cr.4. Élaboration de conclusions, d'explications ou de solutions pertinentes						
	L'élève tire des conclusions. <i>(Analyse, question 3, p. 32)</i>	L'élève explique correctement pourquoi le sable et la terre noire donnent des résultats différents. L'explication est claire, complète et réfléchie.	L'élève explique pourquoi le sable et la terre noire donnent des résultats différents. L'explication est plutôt claire et bonne.	L'élève explique pourquoi le sable et la terre noire donnent des résultats différents. L'explication est plus ou moins claire et bonne.	L'élève explique pourquoi le sable et la terre noire donnent des résultats différents. L'explication est plutôt nébuleuse et erronée.	L'élève est incapable d'expliquer pourquoi le sable et la terre noire donnent des résultats différents.	Traces
C2	Cr.3. Élaboration d'explications ou de solutions pertinentes						
	L'élève formule des explications ou des solutions exactes, utiles et complètes. <i>(Analyse, question 4, p. 32)</i>	L'élève décrit correctement la relation entre les résultats de l'expérience et l'effet du type de sol sur les infrastructures. L'explication est claire, complète et réfléchie.	L'élève décrit la relation entre les résultats de l'expérience et l'effet du type de sol sur les infrastructures. L'explication est plutôt claire et bonne.	L'élève décrit la relation entre les résultats de l'expérience et l'effet du type de sol sur les infrastructures. L'explication est plus ou moins claire et bonne.	L'élève décrit la relation entre les résultats de l'expérience et l'effet du type de sol sur les infrastructures. L'explication est plutôt nébuleuse et erronée.	L'élève est incapable de décrire la relation entre les résultats de l'expérience et l'effet du type de sol sur les infrastructures.	Traces

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?



DYNAMIQUE DU PERGÉLISOL

J'expérimente :

Démarche :

EXPÉRIENCE A

1. Sélectionne ton village, le sable (type de sol) et les arbustes (bas) (type de végétation).
2. Active l'option Comparer.
3. Sélectionne sable et arbustes hauts dans la section Comparer.
4. Règle la profondeur du sol à 0 m (surface).
5. Désactive l'option Afficher la température de l'air.
6. Observe l'effet de la hauteur des arbustes sur la température du sol pendant l'hiver et l'été.
7. Compare les différences lorsque tu sélectionnes les profondeurs de sol suivantes : 0,5 m, 2 m, et 5 m.
8. Sauvegarde ou imprime tes résultats.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 33



EXPÉRIENCE

Section : Expérience – J'expérimente

Durée : 50 minutes

Stratégie d'enseignement :

Vous pouvez choisir de mener cette expérience en groupe ou en petites équipes si vous avez accès à plusieurs ordinateurs dans lesquels vous pouvez installer le logiciel PermaSim. Menez chacune des expériences et demandez aux élèves de sauvegarder et/ou d'imprimer leurs résultats. Ces expériences sont conçues pour montrer aux élèves les effets des différentes conditions de sol, d'air et de végétation sur le pergélisol.

Remarque : Vous trouverez les fichiers d'installation de PermaSim dans le clé mémoire fournie pour vous.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

EXPÉRIENCE

EXPÉRIENCE B

1. Sélectionne ton village, un type de sol et arbustes bas (type de végétation).
2. Active l'option Comparer.
3. Sélectionne les mêmes options sauf pour le type de sol, dans la section Comparer.
4. Compare les différences lorsque tu sélectionnes les profondeurs de sol suivantes : 0,5 m, 2 m, et 5 m.
5. Sauvegarde ou imprime tes résultats.

EXPÉRIENCE C

1. Sélectionne ton village, un type de sol et aucune végétation.
2. Active l'option Comparer.
3. Dans la section Comparer, sélectionne le même type de sol et Lichen comme couvert végétal.
4. Compare les différences lorsque tu sélectionnes les profondeurs de sol suivantes : 0 m, 0,5 m, 1 m, 2 m et 5 m.
5. Répète l'exercice en comparant avec d'autres types de couvert végétal (ex : arbustes bas, arbustes hauts).
6. Sauvegarde ou imprime tes résultats.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégele? - Page 34

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

EXPÉRIENCE D

1. Sélectionne ton village.
2. Sélectionne Argile comme type de sol.
3. Sélectionne Aucun comme type de couvert végétal.
4. Désactive l'option Comparer.
5. Désactive l'option Afficher la température de l'air.
6. Règle la profondeur du sol à 5 m.
7. Enregistre l'image de la simulation sur le bureau en la nommant argile.png.
8. Répète les étapes 1 à 6 pour chaque type de sol en enregistrant et en nommant chaque image selon le type de sol.
9. Utilise les 5 images pour comparer l'évolution de la couche active dans différentes conditions de sol.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégele? - Page 35

EXPÉRIENCE

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

EXPÉRIENCE

Je collecte les données (résultats) :



Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 36

Section : Expérience – Je collecte les données (résultats)

Durée : 15 minutes

Stratégie d'enseignement :

Les élèves doivent écrire les observations appropriées aux bons endroits. S'ils impriment des résultats des simulations, ils peuvent les coller ici.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

1. Quel effet la hauteur de la végétation a-t-elle sur la température du sol?

Le plus grand de la végétation, le plus chaud le sol reste en hiver. Grand hauteur de la plante a un effet modérateur sur la température du sol.

C1 Cr4 5 4 3 2 1 0

2. Quel effet le type de sol a-t-il sur la température du sol?

L'argile et le tourbe restent gelé à une profondeur d'environ 1,5 m, mais l'argile se réchauffe plus vite que la tourbe. Le till reste gelé à une profondeur d'environ 2,75 m. Sable reste gelé à un peu plus de 3 m. Les roches ne restent pas gelé.

3. Quel effet le type de végétation a-t-il sur la température du sol?

Lichen n'a pas d'impact de la température du sol beaucoup, mais les arbustes constituent un facteur supérieur isolante.

4. Selon toi, quel facteur a le plus gros impact sur la température du sol? Justifie ta réponse.

Les réponses varieront. Acceptez toutes les réponses qui sont raisonnables, bien appuyées par les résultats de l'expérience et bien justifiées.

C2 Cr4 5 4 3 2 1 0

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 37

ANALYSE

Section : J'analyse les résultats et je les présente

Durée : 25 minutes

Stratégie d'enseignement :

Les élèves doivent accomplir cette section seuls.

Une fois qu'ils ont colligé leurs données et dessiné leurs observations, ils peuvent utiliser les résultats pour répondre aux questions.

Cette section peut être réalisée en classe ou comme devoir.

Si elle est réalisée en classe, plusieurs élèves pourraient présenter leurs réponses au groupe.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Évaluation

		5	4	3	2	1	Observable
C1	Cr.4. Élaboration de conclusions, d'explications ou de solutions pertinentes						
	L'élève tire des conclusions. <i>(Analyse, question 1, p. 43)</i>	L'élève décrit correctement l'effet qu'a la hauteur de la végétation sur la température du sol. L'explication est claire, complète et réfléchie.	L'élève décrit correctement l'effet qu'a la hauteur de la végétation sur la température du sol. L'explication est plutôt claire et bonne.	L'élève décrit correctement l'effet qu'a la hauteur de la végétation sur la température du sol. L'explication est plus ou moins claire et bonne.	L'élève décrit correctement l'effet qu'a la hauteur de la végétation sur la température du sol. L'explication est plutôt nébuleuse et erronée.	L'élève est incapable de décrire l'effet qu'a la hauteur de la végétation sur la température du sol.	Traces
C2	Cr.4. Justification adéquate des explications, des solutions, des décisions ou des opinions						
	L'élève justifie ses explications. <i>(Analyse, question 4, p. 43)</i>	L'élève choisit un facteur raisonnable et justifie sa réponse. La justification est claire, complète et réfléchie.	L'élève choisit un facteur raisonnable et justifie sa réponse. La justification est plutôt claire et raisonnable.	L'élève choisit un facteur raisonnable et justifie sa réponse. La justification est plus ou moins claire et raisonnable.	L'élève choisit un facteur raisonnable et justifie sa réponse. La justification est plutôt nébuleuse et invraisemblable.	L'élève choisit un facteur raisonnable, mais est incapable de justifier sa réponse.	Traces

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Questions de révision

1. Qu'est-ce que la couche active du pergélisol?

La couche active du pergélisol est la couche de sol qui gèle et dégèle chaque année.

2. Explique pourquoi la couche active du pergélisol est différente chaque année.

La couche active du pergélisol est la couche qui gèle et dégèle chaque année. Plusieurs facteurs peuvent avoir un effet sur la couche active, comme la température de l'air, la température du sol, la végétation et la couverture de neige. La couche active dépendra de ces facteurs et de leur variation d'année en année.

C2 Cr2 5 4 3 2 1 0

3. Quels sont les trois principaux facteurs qui ont un effet sur la couche active du pergélisol?

Les principaux facteurs qui ont un effet sur la couche active sont la température de l'air, la température du sol, la végétation et la couverture de neige.

C2 Cr3 5 4 3 2 1 0

Section : Questions de révision

Durée : 45 minutes

Stratégie d'enseignement :

Ces questions de révision sont conçues pour permettre aux élèves de démontrer les connaissances qu'ils ont acquises dans ce cahier.

Cette section peut être réalisée en classe ou comme devoir.

Si elle est réalisée en classe, plusieurs élèves pourraient présenter leurs réponses au groupe.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Évaluation

		5	4	3	2	1	Observable
C2	Cr.2. Justification adéquate des explications, des solutions, des décisions ou des opinions						
	L'élève détermine les concepts qu'il doit comprendre. <i>(Analyse, question 2, p. 44)</i>	L'élève explique correctement pourquoi la couche active du pergélisol varie d'année en année. L'explication est claire, complète et réfléchie.	L'élève explique correctement pourquoi la couche active du pergélisol varie d'année en année. L'explication est plutôt claire et bonne.	L'élève explique correctement pourquoi la couche active du pergélisol varie d'année en année. L'explication est plus ou moins claire et bonne.	L'élève explique correctement pourquoi la couche active du pergélisol varie d'année en année. L'explication est plutôt nébuleuse et erronée.	L'élève est incapable d'expliquer pourquoi la couche active du pergélisol varie d'année en année.	Traces
	Cr.3. Élaboration d'explications ou de solutions pertinentes						
L'élève formule des explications ou des solutions exactes, utiles et complètes. <i>(Analyse, question 3, p. 44)</i>	L'élève nomme correctement les quatre principaux facteurs qui ont un effet sur la couche active du pergélisol.	L'élève nomme correctement trois principaux facteurs qui ont un effet sur la couche active du pergélisol.	L'élève nomme correctement deux principaux facteurs qui ont un effet sur la couche active du pergélisol.	L'élève nomme correctement un principal facteur qui a un effet sur la couche active du pergélisol.	L'élève est incapable de nommer un des principaux facteurs ayant un effet sur la couche active du pergélisol.	Traces	

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

4. Nomme chaque type de sol.



Tourbe



Roc



Argile



Till



Sable

C2 Cr3 5 4 3 2 1 0

5. Indique si chacune des conditions suivantes ferait geler ou dégeler la couche active du pergélisol.

Condition	Gel ou dégel
Hausse de la température de l'air	Dégel
Moins de neige	Gel
Arbustes plus hauts	Gel
Baisse de la température de l'air	Gel
Arbustes plus petits	Dégel
Plus de neige	Dégel

C2 Cr2 5 4 3 2 1 0

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 39

QUESTIONS DE RÉVISION

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Évaluation

		5	4	3	2	1	Observable
C2	Cr.3. Élaboration d'explications ou de solutions pertinentes						
	L'élève formule des explications ou des solutions exactes, utiles et complètes. <i>(Analyse, question 4, p. 45)</i>	L'élève identifie correctement les 5 types de sols.	L'élève identifie correctement 4 types de sols.	L'élève identifie correctement 3 types de sols.	L'élève identifie correctement 1 ou 2 types de sols.	L'élève est incapable de bien identifier un type de sol.	Traces
	Cr.2. Justification adéquate des explications, des solutions, des décisions ou des opinions						
	L'élève détermine les concepts qu'il doit comprendre. <i>(Analyse, question 5, p.45)</i>	L'élève détermine correctement l'effet des 6 conditions.	L'élève détermine correctement l'effet de 4 ou 5 conditions.	L'élève détermine correctement l'effet de 3 conditions.	L'élève détermine correctement l'effet de 1 ou 2 conditions.	L'élève est incapable de bien déterminer l'effet d'aucune des conditions.	Traces

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

QUESTIONS DE RÉVISION

6. Donne au moins 6 exemples de signes de changement dans le pergélisol.

Routes défoncées, fissures dans les fondations des maisons, pistes d'atterrissage endommagées, glissements de terrain, enfoncement des immeubles, formation de ravins, assèchement des étangs, etc.

C2 Cr3 5 4 3 2 1 0

7. Décris un signe de changement dans le pergélisol que tu as observé dans ton village.

Les réponses varieront.

8. Décris l'effet que pourrait avoir le dégel du pergélisol sur la vie au Nunavik.

Les réponses varieront. Acceptez toutes les réponses raisonnables qui sont bien appuyées.

C2 Cr2 5 4 3 2 1 0

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 40

Voir la page précédente.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Évaluation

		5	4	3	2	1	Observable
C2	Cr.3. Élaboration d'explications ou de solutions pertinentes						
	L'élève formule des explications ou des solutions exactes, utiles et complètes. <i>(Analyse, question 4, p. 45)</i>	L'élève nomme correctement 6 exemples de signes de changements dans le pergélisol.	L'élève nomme correctement 4 ou 5 exemples de signes de changements dans le pergélisol.	L'élève nomme correctement 3 exemples de signes de changements dans le pergélisol.	L'élève nomme correctement 1 ou 2 exemples de signes de changements dans le pergélisol.	L'élève est incapable de nommer des exemples de signes de changements dans le pergélisol.	Traces
	Cr.2. Justification adéquate des explications, des solutions, des décisions ou des opinions						
	L'élève détermine les concepts qu'il doit comprendre. <i>(Analyse, question 5, p. 45)</i>	L'élève décrit l'effet que pourrait avoir le dégel du pergélisol sur la vie au Nunavik. L'explication est claire, complète et réfléchie.	L'élève décrit l'effet que pourrait avoir le dégel du pergélisol sur la vie au Nunavik. L'explication est plutôt claire et raisonnable.	L'élève décrit l'effet que pourrait avoir le dégel du pergélisol sur la vie au Nunavik. L'explication est plus ou moins claire et raisonnable.	L'élève a de la difficulté à décrire l'effet que pourrait avoir le dégel du pergélisol sur la vie au Nunavik. L'explication est plutôt nébuleuse et invraisemblable.	L'élève est incapable de décrire l'effet que pourrait avoir le dégel du pergélisol sur la vie au Nunavik.	Traces

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?



TEMPÉRATURE DU SOL

J'expérimente :

Démarche :

1. Lis la présentation PowerPoint intitulée HOBO Protocol illustré. Assure-toi de bien comprendre les étapes avant de continuer!
2. Trouve le site de l'expérience sur le portail Internet Avativut.
3. Rends-toi à la parcelle de terrain qui fait l'objet d'une surveillance dans ton village où le bâtons à neige a été installé.
4. Cherche le capteur de données au pied des bâtons à neige, à 5 cm sous la surface du sol.
5. Suis les instructions pour télécharger les données.
6. Remplace la pile et l'absorbant d'humidité.
7. Programme le capteur de données. Vérifie que le voyant DEL du capteur de données clignote.

Remets le capteur de données à l'endroit où tu l'as trouvé.

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 41



APPROFONDISSEMENT

Section : Approfondissement

Durée : 90 minutes

Stratégie d'enseignement :

Vous pouvez réaliser cette activité facultative selon les contraintes de temps et le niveau de confiance de vos élèves. Examinez l'activité et la présentation PowerPoint HOBO Protocol pour déterminer si vous pouvez ou non réaliser cette activité avec vos élèves au niveau où ils sont.

Dans le cadre de cette activité, les élèves doivent recueillir des données sur la température du sol d'une parcelle de terrain faisant l'objet d'un suivi. Trouvez votre parcelle de terrain dans le portail Avativut, déterrez le capteur puis suivez les instructions sur la présentation PowerPoint HOBO Protocol pour télécharger les données. Remplacez le capteur de données quand vous avez terminé.

Vous pouvez également trouver l'emplacement des bâtons à neige dans le dossier 4.1 – Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle – Sites des bâtons à neige.

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?



OBSERVER LE PERGÉLISOL

J'expérimente :

Démarche :

1. Examine la carte géologique de surface de ton village. Cherche les différents reliefs liés au pergélisol autour de ton village.
2. Promène-toi autour de ton village et trouve les reliefs indiqués sur la carte.
3. Prend une photo des reliefs que tu observe.
4. Pendant ta promenade, cherche des signes de changement climatique dans le pergélisol. Note comment le dégel du pergélisol affecte les infrastructures. Note les coordonnées GPS de chaque signe de dégel du pergélisol que tu vois et décris l'endroit dans ton tableau d'observations.
5. Discute de tes conclusions et des photos avec ta classe lorsque tu reviens.



Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle? - Page 42

Section : Expérience – J'expérimente

Durée : 15 minutes

Stratégie d'enseignement :

Cette expérience donne l'occasion aux élèves d'examiner les reliefs liés au pergélisol autour de leur village. Avant d'aller sur le terrain, demandez aux élèves d'examiner la carte géologique de surface pour y trouver les différents reliefs. Assurez-vous que les élèves connaissent bien les types de reliefs qu'ils chercheront.

Dans la mesure du possible, demandez aux élèves de photographier les reliefs.

Remarque : À Kuujjuarapik, vous devrez adapter cette activité, car il n'y a pas de pergélisol. Une option est d'inviter les personnes âgées que vos élèves ont interviewées pour guider vos élèves lors d'une promenade dans les terres et parler des changements qu'ils ont observés dans les terres et le climat depuis leur naissance. Les élèves pourraient noter les lieux dont les personnes âgées parlent et décrire les changements. De là, les élèves pourraient consigner ces changements dans un dossier qu'ils pourraient mettre à jour en vieillissant.

ÉVALUATION

**CETTE SECTION NE COMPORTE AUCUNE ÉVALUATION
BASÉE SUR LES COMPÉTENCES.**

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

AUTRES CRITÈRES D'ÉVALUATION (ne reposant pas sur les compétences)

		5	4	3	2	1	Observable
AUTRE	Évaluation non basée sur les compétences						
	L'élève utilise le vocabulaire approprié.	Il choisit soigneusement un vocabulaire qui surpasse les attentes.	Tout le vocabulaire utilisé est approprié.	La plupart du vocabulaire est approprié.	Une partie du vocabulaire utilisé est approprié.	Rien n'est écrit et le vocabulaire utilisé n'est pas approprié.	Notes de l'enseignant et traces
	L'élève travaille en équipe.	La participation de l'élève est essentielle au fonctionnement de l'équipe. Il s'assure que tous les membres de l'équipe contribuent.	Il contribue de façon positive au fonctionnement de l'équipe.	La participation de l'élève est considérée comme fonctionnelle et adéquate.	La participation de l'élève est limitée et forcée.	L'élève refuse de communiquer ou de travailler en équipe.	Notes de l'enseignant

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Fiche de calcul de la note individuelle Élève : _____

Source	Compétence	Critère	Note					
Page 5, La situation, question 1	1	1	5	4	3	2	1	0
Page 29, Expérience, sécurité	1	3	5	4	3	2	1	0
Page 31, Expérience, résultats	1	3	5	4	3	2	1	0
Page 32, Analyse, question 3	1	4	5	4	3	2	1	0
Page 32, Analyse, question 4	2	3	5	4	3	2	1	0
Page 33, Expérience, sécurité	1	3	5	4	3	2	1	0
Page 37, Expérience, résultats	1	3	5	4	3	2	1	0
Page 38, Analyse, question 3	1	4	5	4	3	2	1	0
Page 38, Analyse, question 4	2	2	5	4	3	2	1	0
Page 43, Analyse, question 1	1	4	5	4	3	2	1	0
Page 43, Analyse, question 4	2	4	5	4	3	2	1	0
Page 44, Questions de révision, question 1	2	2	5	4	3	2	1	0
Page 44, Questions de révision, question 3	2	3	5	4	3	2	1	0
Page 45, Questions de révision, question 4	2	3	5	4	3	2	1	0
Page 45, Questions de révision, question 5	2	2	5	4	3	2	1	0
Page 46, Questions de révision, question 6	2	3	5	4	3	2	1	0
Page 46, Questions de révision, question 8	2	2	5	4	3	2	1	0
Moyenne (à 0,5 près)			C1	/5	C2	/5		
Conversion en %			C1	%	C2	%		

Calcul de la note finale	%	/100	Pondération	Sous-total
Compétence 1			X 0,40	
Compétence 2			X 0,40	
Connaissances essentielles			X 0,20	
Note finale pour l'activité				%

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Fiche de calcul de la note individuelle de l'élève

Élève : _____

	Note /5 (options 0 1 2 3 4 5)							
	Compétence 1				Compétence 2			
	Cr 1	Cr 2	Cr 3	Cr 4	Cr 1	Cr 2	Cr 3	Cr 4
Source								
Page 5, La situation, question 1								
Page 29, Expérience, sécurité								
Page 31, Expérience, résultats								
Page 32, Analyse, question 3								
Page 32, Analyse, question 4								
Page 33, Expérience, sécurité								
Page 37, Expérience, résultats								
Page 38, Analyse, question 3								
Page 38, Analyse, question 4								
Page 43, Analyse, question 1								
Page 43, Analyse, question 4								
Page 44, Questions de révision, question 1								
Page 44, Questions de révision, question 3								
Page 45, Questions de révision, question 4								
Page 45, Questions de révision, question 5								
Page 46, Questions de révision, question 6								
Page 46, Questions de révision, question 8								
Moyenne (à 0,5 près)								
Jugement (à 0,5 près)								
Jugement sur la compétence 1								
Conversion en %	%							
Jugement sur la compétence 2								
Conversion en %	%							

Calcul de la note finale	%	/100	Pondération	Sous-total
Compétence 1			X 0,40	
Compétence 2			X 0,40	
Connaissances essentielles			X 0,20	
Note finale pour l'activité				%

LE PERGÉLISOL, ÇA FOND OU ÇA DÉGÈLE?

Barème de correction

Tableau de conversion

Compétence 1 Cherche des réponses ou des solutions à des problèmes scientifiques ou technologiques.			40 %
Cr1	Représentation congrue de la situation	25 %	
Cr2	Conception d'une marche à suivre adaptée à la situation	25 %	
Cr3	Mise en œuvre appropriée de la marche à suivre	25 %	
Cr4	Élaboration d'explications, de conclusions ou de solutions adéquates	25 %	
Total		100 %	
Compétence 2 Exploite au maximum ses connaissances en science et technologie.			40 %
Cr1	Formulation de questions appropriées	25 %	
Cr2	Utilisation correcte des notions, des lois, des modèles et des théories scientifiques et technologiques	25 %	
Cr3	Élaboration d'explications ou de solutions pertinentes	25 %	
Cr4	Explications et justifications suffisantes de solutions ou de décisions	25 %	
Total		100 %	
Connaissances essentielles			20 %
CE	Connaissances essentielles		
Total		100 %	

Plus	Note	%
0	0	0 %
1	1	20 %
1+	1,5	30 %
2	2	40 %
2+	2,5	50 %
3	3	60 %
3+	3,5	70 %
4	4	80 %
4+	4,5	87 %
5	5	96 %
5+	5,5	100 %

Étapes + Examen final

É1	Première étape	20 %
É2	Deuxième étape	30 %
É3	Troisième étape	30 %
EX	Examen final	20 %
Total		100%

Nom: _____
Date: _____



BLOC C - 5.1

Le pergélisol, ça fond ou ça dégèle?

CARTES DE RÉFÉRENCE

