

**PROJET : LA SCIENCE AU NUNAVIK, UN APPRENTISSAGE DES
ÉLÈVES DU SECONDAIRE EN LIEN AVEC LEUR TERRITOIRE**

VOLET TÉLÉDÉTECTION

Par :

**Yves Gauthier, Jean-Simon Bédard, Clément Clerc, Charles Gignac,
Monique Bernier**

Institut national de la recherche scientifique
Centre Eau Terre Environnement
490, rue de la Couronne
Québec (Québec) G1K 9A9

Présenté à :

Agence Spatiale Canadienne
Programme de contributions pour la sensibilisation de la jeunesse à l'espace

Rapport de recherche no R-1348

31 mars 2012

Référence :

Gauthier, Y.; Bédard, J. S.; Clerc, C.; Gignac, C., et Bernier, M. La science au Nunavik, un apprentissage des élèves du secondaire en lien avec leur territoire - Volet télédétection. Québec: INRS - Centre Eau Terre Environnement; 24 pages. (INRS - Centre Eau Terre Environnement, rapport de recherche; 1348).

ISBN : 978-2-89146-784-1

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX	v
LISTE DES FIGURES	vii
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	1
2. DESCRIPTION DES ACTIVITÉS RÉALISÉES DE NOVEMBRE 2010 À MARS 2012	3
3. DESCRIPTION DES PRODUITS RÉALISÉS.....	7
3.1 Situation d'Apprentissage et d'Évaluation (SAÉ) : La glace dans ma communauté	7
3.2 Portail Internet <i>Avativut</i>	8
3.3 Activité d'apprentissage en télédétection	10
4. DÉVELOPPEMENTS À VENIR	19
5. BILAN FINANCIER.....	21
6. CONCLUSION	23
7. MEMBRES DE L'ÉQUIPE ET RÔLES.....	25
8. ANNEXES.....	27

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Années d'implantation des SAÉ en fonction des blocs de concepts	8
Tableau 2. État d'avancement des composantes de l'application télédétection	17
Tableau 3. Rapport financier	21
Tableau 4. Sources de financement du projet global « La science au Nunavik »	21

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Photos de l'atelier de Quaqtq	3
Figure 2.	SAÉ Glace – Niveau 3	7
Figure 3.	Page d'accueil du portail Avativut (http://www.cen.ulaval.ca/avativut/)	8
Figure 4.	Exemple d'un formulaire de saisie	9
Figure 5.	Exemple de forum	9
Figure 6.	Page de présentation du module 1	10
Figure 7.	Exemple d'une image prétraitée (Quaqtq, 27 décembre 2009)	12
Figure 8.	Masque de la zone terrestre	13
Figure 9.	Masque de la zone de calcul de proportion de la glace	13
Figure 10.	Extrait d'une image MODIS du 25 décembre 2009. Le carré rouge correspond à la zone couverte par l'image radar prétraitée.	13
Figure 11.	Photo prise à Quaqtq le 26 décembre 2009	14
Figure 12.	Page du choix de l'image	14
Figure 13.	Exemple de l'étape 1, page 1 : Le dénombrement	15
Figure 14.	Exemple de l'étape 2, page 2 : L'entraînement	16
Figure 15.	Exemple de l'étape 3, page 3 : Le seuillage	16
Figure 16.	Exemple de l'étape 5, page 4 : Le calcul de la proportion de glace	17

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Les objectifs du projet global « La science au Nunavik, un apprentissage des élèves du secondaire en lien avec leur territoire » sont de développer et de supporter l'intérêt des professeurs et des étudiants des écoles secondaires du Nunavik pour la science et les changements climatiques, tout en développant et en intégrant des activités concrètes d'apprentissage scientifique (outils didactiques) à un réseau de suivi de l'environnement nordique (support à la science).

Les deux premières activités d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) du projet global ont été développées sur deux thèmes directement reliés à l'environnement et à la culture inuite : 1) Productivité des petits fruits, 2) Suivi de la glace.

Le « Volet télédétection » s'intègre au projet global, mais avec comme but spécifique de développer des activités scientifiques didactiques de niveau secondaire qui utilisent la télédétection pour le suivi de l'environnement du Nunavik face aux changements climatiques. Il propose une série d'activités à double fonction : 1) Un volet didactique, qui initie les jeunes du Nunavik à l'imagerie satellite et à sa manipulation à travers le suivi de la glace dans leur communauté; 2) Un volet monitoring, qui permet aux étudiants d'extraire des informations réelles et actuelles, de les comparer spatialement (entre les écoles du Nunavik) et temporellement (d'une saison ou d'une année à l'autre).

Le financement (Novembre 2010 – Mars 2012) est assuré par le programme Novascience du Ministère du Développement Économique de l'Innovation et de l'Exportation du Québec (MDEIE) et par le programme de contributions pour la sensibilisation de la jeunesse à l'espace de l'Agence Spatiale Canadienne.

Ce rapport fait état des activités découlant du financement de l'Agence Spatiale Canadienne.

2. DESCRIPTION DES ACTIVITÉS RÉALISÉES DE NOVEMBRE 2010 À MARS 2012

- Dans le cadre de ses projets de recherche sur la glace au Nunavik, l'INRS organisait en novembre 2010 à Quaqtuaq, un atelier de savoir traditionnel avec des aînés de trois communautés. À cet événement, et spécifiquement pour le projet ici concerné, nous avons également regroupé des professeurs et des étudiants des communautés de Kuujuaq, Umiujaq et Quaqtuaq. La journée du 23 novembre était entièrement dédiée aux discussions avec les jeunes et leurs professeurs (Figure 1).
- Une première partie de la rencontre a porté sur la perception qu'ont les étudiants des processus de formation et de fonte de la glace dans leur communauté. La discussion a ensuite porté sur la télédétection et sur l'utilisation des images RADARSAT pour le suivi de la glace. Nous avons ensuite sondé les élèves quant au genre d'activités qu'ils aiment faire en classe de science (sorties, laboratoire, cartes et images, manipulation d'instruments, photographie, entrevues, etc.). Puis, le groupe a effectué une visite au site d'une caméra de surveillance des glaces. L'atelier s'est effectué en français et en anglais, avec traduction en Inuktitut.
- En deuxième partie, avec les professeurs, nous avons discuté du programme de sciences, des concepts enseignés et de la forme potentielle d'activités scientifiques en lien avec le suivi de la glace.



Figure 1. Photos de l'atelier de Quaqtuaq

- Une première rencontre avec la Commission Scolaire Kativik a eu lieu à Montréal au début janvier, afin de développer un partenariat. Le projet y a été présenté et la discussion a porté sur le programme de sciences et technologies, sur les particularités des classes au Nunavik, sur les contraintes et les possibilités quant au projet. Une deuxième rencontre a été fixée au printemps.
- En avril 2011, des rencontres ont débuté entre les partenaires de l'INRS et ceux de l'UQTR afin de concevoir les situations d'apprentissage et d'évaluation (SAE) dans lesquelles vont éventuellement s'intégrer les activités du volet télédétection. Deux thématiques sont couvertes. Les biologistes de l'UQTR conçoivent la SAE sur la productivité des petits fruits de l'Arctique et les spécialistes de l'INRS conçoivent la SAE sur le suivi des glaces du Nunavik. Tous deux, en étroite collaboration avec les spécialistes en didactique des sciences de l'UQTR. Les deux SAE doivent respecter les critères élaborés par la commission scolaire Kativik (CSK) et le gabarit déjà utilisé par celle-ci. Elles doivent être adaptées à une clientèle dont le français est souvent la troisième langue et à des classes multi-niveaux. Les SAE sont donc conçues selon trois niveaux de complexité : 1) Observations, 2) Calculs et interprétation, 3) Mesures et analyses. Elles comprennent un guide de l'enseignant et les cahiers et protocoles pour les élèves. Par l'entremise de ces SAE, les étudiants apprendront des concepts prescrits par le curriculum de science et technologie du secondaire et récolteront des données réelles. Une première version des SAE a été livrée à la commission scolaire à la mi-mai pour validation.
- Du 24 au 27 mai, les partenaires du projet se sont rendus à Kuujuaq et Kangiqsujuaq. Dans un premier temps, ils ont rencontré des professeurs de science pour discuter de la première version des SAE. Dans un deuxième temps, ils ont rencontré les conseillers pédagogiques en sciences de CSK afin de recevoir les commentaires sur les SAE. Enfin, ils ont rencontré le responsable des programmes de sciences dans les écoles du Nunavut afin d'explorer des axes de collaboration.
- De juin à septembre, plusieurs rencontres de travail (INRS-UQTR) ont lieu afin de poursuivre le développement des SAÉ originales.
- De juillet à octobre, les bases d'un portail Web ont été développées en collaboration avec le CEGEP de Sainte-Foy (DEC en informatique – formation continue). Ce portail permet la saisie, la consultation et l'extraction des données récoltées lors des SAÉ, de même que la discussion entre les différentes classes participantes et les échanges avec les scientifiques.
- En septembre, une demande de financement a été déposée au programme PromoScience du CRSNG afin de financer la poursuite du développement de ce portail web. Ces fonds permettraient notamment l'ajout de modules de communication et d'échanges (forums, blogs), d'outils de création de graphiques, d'une section consacrée aux sites d'étude, de formulaires de saisie de données (selon les besoins), d'un module de gestion des photos ainsi que la création de capsules vidéo tournées avec les classes du Nunavik.

Ce programme permettra finalement l'intégration de la SAÉ Télédétection, de même que l'entretien du portail Web, la gestion des communications et la validation des données entrées durant la phase pilote (2012-2013), la phase d'implantation (2013-2014) et la phase de transfert des activités au Nunavut (2014).

- En septembre, nous avons débuté la conception du volet Télédétection proprement dit. Celui-ci s'articule autour de la SAÉ du suivi de la glace. L'activité développée présente d'abord les concepts simples reliés à une image numérique, au pixel, aux niveaux de gris et à l'histogramme, pour mener à la présentation de l'image radar. Elle emmène ensuite l'étudiant vers les concepts de segmentation, de classification et d'étiquetage. Des exercices interactifs permettent de bien assimiler chaque notion et de reproduire les étapes sur une image radar du couvert de glace autour de la communauté. Lorsque la chaîne d'activités est complétée, la superficie couverte de glace est obtenue et transférée à la base de données via le portail Web.
- Le développement informatique est réalisé en parallèle à la conceptualisation. C'est une application Windows développée avec WPF (Windows Presentation Foundation). Nous avons choisi cette technologie pour permettre facilement le passage à Silverlight, une technologie web qui utilise pratiquement le même code que WPF, donc le passage, si jamais l'Internet s'améliore dans le nord, sera plus facile. Mais l'application est également développée dans l'objectif de fonctionner sur un TBI (Tableau blanc interactif) dont la plupart des écoles du Nunavik sont déjà équipées.
- D'octobre à décembre, d'autres rencontres de travail (INRS-UQTR-CSK) ont eu lieu afin de poursuivre le développement de la SAÉ Glace. Une version finale a été déposée à la Commission scolaire en janvier 2012. En octobre, livraison de la première version du portail internet, par le CEGEP de Sainte-Foy (DEC en informatique – formation continue). L'adresse internet est : <http://www.cen.ulaval.ca/avativut/>. Le volet Télédétection s'intégrera éventuellement à ce portail.
- Novembre, la CSK présente sa version adaptée de la SAÉ petits fruits.
- Novembre 2011 à mars 2012, poursuite de la conception pédagogique et graphique, ainsi que du développement informatique de l'activité télédétection.
- Janvier 2012, rencontre avec la Société Avataq pour validation des SAÉ sous l'angle culturel Inuit.
- Janvier 2012, dépôt du rapport final au MDEIE (Novascience).
- Février 2012, rencontre avec le Centre d'Études Nordiques. Entente de collaboration. Le CEN hébergera le portail Internet Avativut, complétera la version actuelle et supportera certains développements futurs. Il pourrait aussi financer une SAÉ sur le pergélisol.

- Février 2012, confirmation du financement du CRSNG (Promoscience) pour le portail Avativut, le choix des sites d'étude et le tournage des capsules vidéo des protocoles scientifiques (47 000\$).
- Février 2012, dépôt d'une demande de financement`au MDEIE pour la phase 2 du projet. Cette phase vise à mettre en place les outils et l'information nécessaires à l'implantation des situations d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) scientifiques qui ont été développées dans la Phase 1. La Commission scolaire Kativik (CSK) s'est engagée à intégrer dans le curriculum de Science et technologie une version adaptée du matériel pédagogique créé dans ce projet, dès l'année scolaire 2012-2013. Au cours de la Phase 2, le projet vise aussi à mettre en place des mécanismes de suivi, d'évaluation, de validation et de soutien pour les enseignants et les élèves. Différentes formes de retour vers les élèves seront aussi développées afin de maintenir leur intérêt pour les sciences environnementales, mais également pour leur expliquer l'utilité des données qu'ils récoltent et le rôle qu'ils jouent dans le suivi environnemental du Nunavik.
- Mars 2012, rencontre INRS, UQTR et CSK pour discussion de l'intégration des SAÉ dans le curriculum dès l'année scolaire 2012-2013. La SAÉ « Petits fruits » sera intégrée dès août 2012 au premier cycle du secondaire. La SAÉ « Glace » sera intégrée au 1er cycle en octobre 2013, avec une phase pilote en octobre 2012.
- Mars 2012, confirmation du financement du MDEIE (Novascience) pour la phase 2 (60 000\$).
- Mars 2012, préparation d'une présentation pour le colloque IPY2012 à Montréal en avril. Le titre: Berries and Ice: What it takes for community-based monitoring to go "Smoothie"!
- Mars 2012, livraison de la première version fonctionnelle de l'activité Télédétection par les consultants en informatique.
- Mars 2012, rédaction du rapport final au programme de contributions pour la sensibilisation de la jeunesse à l'espace de l'Agence Spatiale Canadienne.

3. DESCRIPTION DES PRODUITS RÉALISÉS

3.1 Situation d'Apprentissage et d'Évaluation (SAÉ) : La glace dans ma communauté

Ce produit comprend 3 cahiers de l'élève (Niveau 1 : J'écoute et j'observe; Niveau 2 : Je décris et je calcule; Niveau 3 : Je mesure et j'analyse) (Figure 2), avec les 3 cahiers de l'enseignant correspondants.

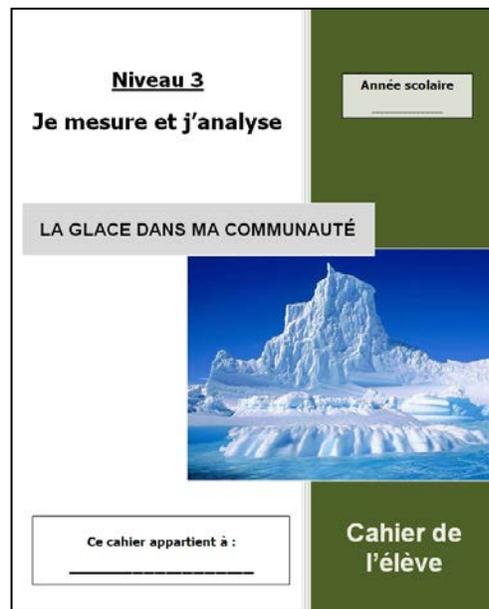


Figure 2. SAÉ Glace – Niveau 3

Pour chaque niveau, on retrouve les éléments suivants :

- Section « Ce que je sais » avec entrevues par les élèves
- Section « Ce que je dois savoir » avec exercices sur tableau blanc interactif
- Section « Ce que je dois faire » avec protocoles scientifiques simples
- Section « Ce que j'ai appris » avec vocabulaire Inuktitut

Le financement de l'ASC a permis de compléter la conception et la rédaction de cette situation d'apprentissage (SAÉ) sur le suivi de la glace au niveau des communautés. La Commission Scolaire Kativik prépare une version adaptée qui sera implantée dans les 14 villages nordiques du Québec, en français et en anglais. Cette version adaptée suit un gabarit personnalisé de la CSK et utilise le tableau blanc interactif (TBI) pour certains exercices.

Les niveaux 1 et 2 s'adresseront aux étudiants de premier cycle du secondaire (Sec. I, II, III) et le niveau 3 s'adressera aux étudiants du 2^{ème} cycle (Sec. IV et V). Au Nunavik, les concepts en science et technologie sont enseignés par blocs thématiques, en rotation aux 3 ans. Les SAÉ seront réalisées lors de blocs spécifiques (Tableau 1).

Tableau 1. Années d’implantation des SAÉ en fonction des blocs de concepts

2012-2013	Bloc C	1 ^{er} cycle	Aucune
	Bloc D	2 ^{ème} cycle	SAÉ Petits fruits, Niv. 3
2013-2014	Bloc A	1^{er} cycle	SAÉ Glace, Niv. 1 et 2 et SAÉ Petits fruits, Niv. 1 et 2
	Bloc E	2 ^{ème} cycle	Aucune
2014-2015	Bloc B	1 ^{er} cycle	Aucune
	Bloc F	2^{ème} cycle	SAÉ Glace, Niv. 3

La SAÉ sur le suivi de la glace vise l’observation des évènements de glace de l’année en cours (ex : dates d’apparition, date de départ), la documentation des évènements de l’année antérieure (entrevues dans la communauté), l’identification des types et formes de glace, la documentation des termes inuit pour la glace, le calcul des superficies englacées, la mesure de l’épaisseur du couvert de glace, la récolte d’échantillons et la mesure en laboratoire de la densité et de la salinité de la glace. Le volet télédétection viendra compléter l’étude de la glace en fournissant une vue plus étendue du couvert de glace autour des communautés.

3.2 Portail Internet *Avativut*

Le portail *Avativut* (signifie *notre environnement*, en Inuktitut) a été développé pour permettre la saisie, la consultation et l’extraction des données récoltées lors des SAÉ (Figure 3).



Figure 3. Page d’accueil du portail Avativut (<http://www.cen.ulaval.ca/avativut/>)

La base de données ainsi créée devient un système de suivi environnemental en continu et à long terme. Au cours de la SAÉ, les étudiants récoltent des observations et effectuent des mesures sur la glace. Le portail leur permet de sauvegarder les résultats de leur travail. Des formulaires de saisie sont spécifiques à chaque activité de la SAÉ (Figure 4).

La science au **Nunavik.**
un apprentissage des élèves du secondaire
en lien avec leur territoire

Glace - Observation de la glace

Site d'observation :

Date d'observation :

Heure de l'observation : :

Qui a fait l'observation ? Prénom Nom

Qui a rempli le formulaire ? Prénom Nom

Observation :

Figure 4. Exemple d'un formulaire de saisie

Le portail favorisera également la communication entre les classes participantes ainsi qu'entre les élèves et les scientifiques. Les scientifiques peuvent ainsi suivre l'avancement des activités, valider les données entrées, fournir de l'aide, répondre aux questions, apporter des éléments nouveaux, poser des questions, etc. (Figure 5).

La science au **Nunavik.**
un apprentissage des élèves du secondaire
en lien avec leur territoire

Forum de questions - Réponses à une question

Classe : toto

Village : Salluit

Date : 04/04/2012

Sujet : Observation de la glace

Objet : date d'englacement

Question : Pourquoi y a t'il un endroit dans la rivière qui ne gèle jamais?

Réponses :

jgerinlajoie (Administrateur) 4/4/2012

Bonjour toto C'est à cause de la configuration des berges et du fond de la rivière ainsi que du courant. L'eau à cet endroit est aussi saumâtre.

Figure 5. Exemple de forum

Le portail contiendra aussi la description détaillée de chaque site d'étude ainsi que des capsules vidéos de tous les protocoles scientifiques afin qu'ils soient bien assimilés par la classe et qu'ils puissent être consultés en tout temps. Ces développements se feront en 2012.

Un guide de l'utilisateur a été créé afin de faciliter les modifications nécessaires à la mise à jour du portail. C'est le Centre d'Études Nordiques (CEN) qui héberge, entretient et supporte les développements futurs du portail Avativut.

3.3 Activité d'apprentissage en télédétection

Le produit principal du volet Télédétection du projet est une application pédagogique sur le traitement d'une image radar satellite pour la cartographie du couvert de glace. Dès le départ du projet, nous souhaitons que l'application soit une application Internet. Toutefois les contraintes actuelles d'accès à l'Internet dans les écoles du Nunavik nous ont fait pencher pour une application de bureau Windows utilisant le langage de programmation Windows Presentation Foundation (WPF). Ce langage permet grâce à ses interfaces développées en XML, d'être facilement converti en une application Internet sous Silverlight. L'application est conçue afin d'être utilisée sur un tableau interactif, c'est-à-dire qu'elle est facilement utilisable avec un écran tactile.

Situation d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) sur la télédétection et le traitement d'images satellites :

Dans le cadre de ce projet, un premier module a été développé.

Module 1 : Le suivi de la glace par télédétection radar (Figure 6)

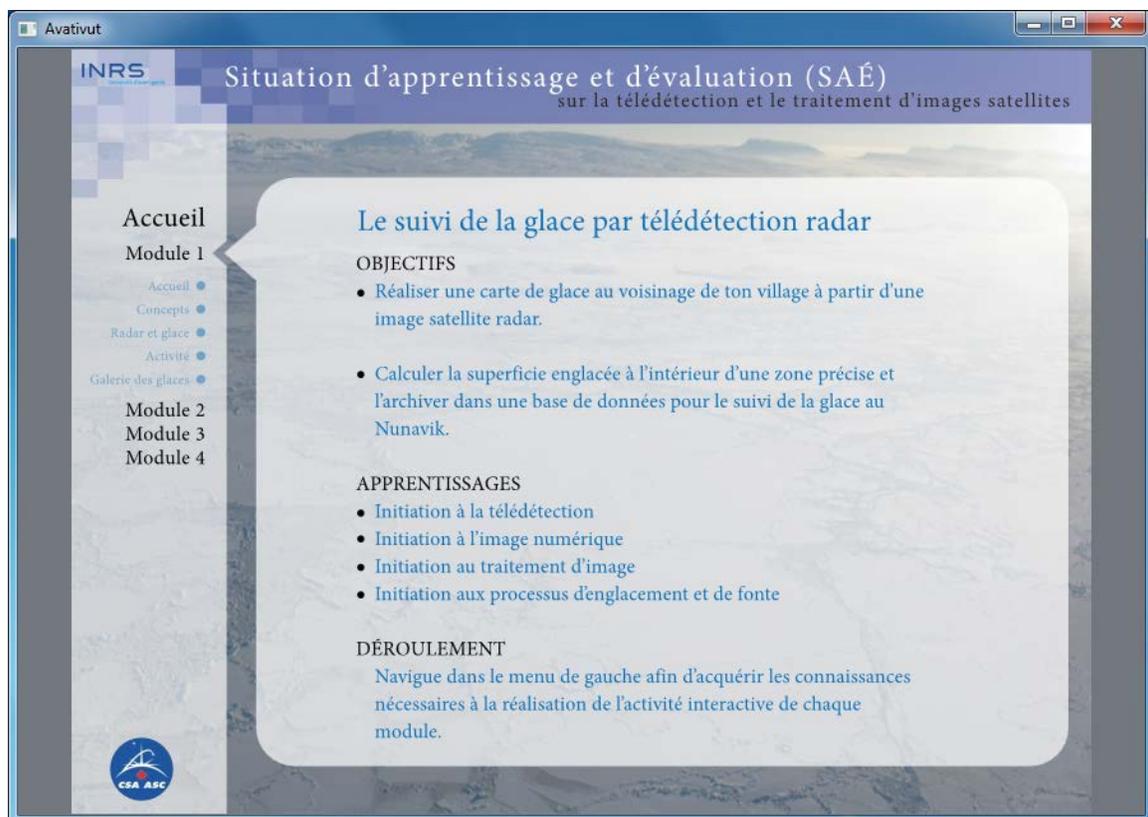


Figure 6. Page de présentation du module 1

Objectifs du module 1 :

- Réaliser une carte du couvert de glace autour de chaque village à partir d'une image satellite radar.
- Calculer la superficie englacée à l'intérieur d'une zone précise et l'archiver dans une base de données pour le suivi de la glace au Nunavik (portail Avativut).

Les composantes du module 1 :

- Concepts de base en télédétection
- Radar et glace
- Activité principale (interactive)
- Galerie des cartes de glace créées par les élèves.

Les concepts de base en télédétection:

Cette section explique certains concepts de base nécessaires à la réalisation de l'activité interactive :

- L'image numérique
- La matrice et les pixels
- Les niveaux de gris
- L'histogramme
- La segmentation et la classification
- Les classes
- Le seuillage
- Le radar

Radar et glace :

Cette section offre une explication de l'interaction entre le radar et la glace, une explication des principaux processus d'englacement et de fonte (incluant les types et formes de glace), ainsi que certaines clés d'interprétation utiles pour la réalisation de l'activité interactive.

L'activité interactive :

L'activité porte sur la segmentation d'une image radar, dans le but de créer une carte du couvert de glace. Elle nécessite donc en entrée, une image radar.

Préparation :

Les images RADARSAT-2 utilisées pour le développement et les tests de l'application ont été acquises par l'Agence Spatiale Canadienne dans le cadre d'un projet de suivi des infrastructures maritimes du Nunavik (Type : Projet conjoint Environnement Canada – INRS). Toute image qui sera utilisée lors de l'implantation de l'activité devra être acquise spécifiquement en ce sens. Il

serait alors possible de mettre en place des ententes entre l'Agence spatiale et par exemple, Affaires Autochtones et Développement du Nord Canada, pour la fourniture des images. Cela équivaut à 28 images de façon annuelle ou biannuelle.

Considérant la taille et la nature des images radar, celles qui seront utilisées par les élèves devront avoir été prétraitées spécifiquement pour l'application. Actuellement, l'INRS effectue cette tâche et a automatisé la procédure. La liste de ces prétraitements est la suivante :

1. Orthorectification
2. Découpage (clipping) selon une zone préétablie d'environ 1000 x 1000.
3. Ré-échantillonnage à 10m
4. Filtre moyen 3x3
5. Transformation de l'image en 8 bits (256 niveaux de gris)
6. Rehaussement
7. Exportation en format Tiff (environ 1 Mb)

L'image couvre donc environ 10 km par 10 km (Figure 7). Avec cette image, on fournit à l'application, un fichier texte comprenant la date de l'image et le nom du village, ainsi qu'un fichier masque de la zone terrestre (Figure 8) et de la zone qui servira au calcul de la proportion de glace (Figure 9). On y ajoute également lorsque disponible, une section d'une image MODIS de la région (Figure 10) et une photo locale (Figure 11).

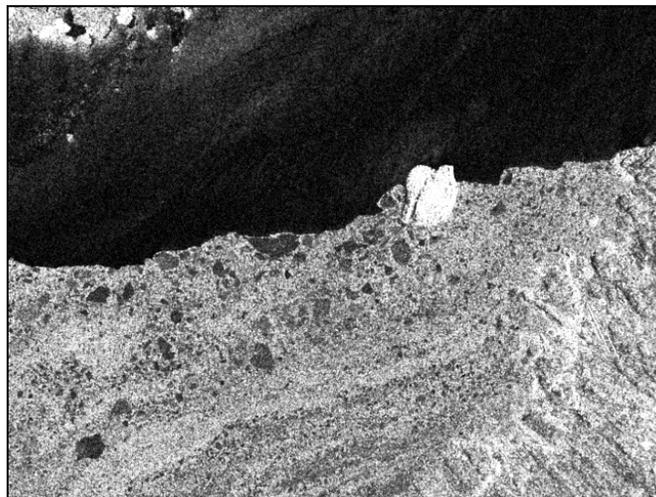


Figure 7. Exemple d'une image prétraitée (Quaqtaq, 27 décembre 2009)

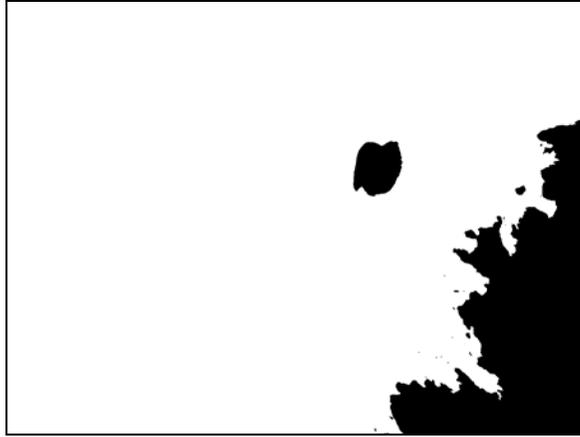


Figure 8. Masque de la zone terrestre



Figure 9. Masque de la zone de calcul de proportion de la glace

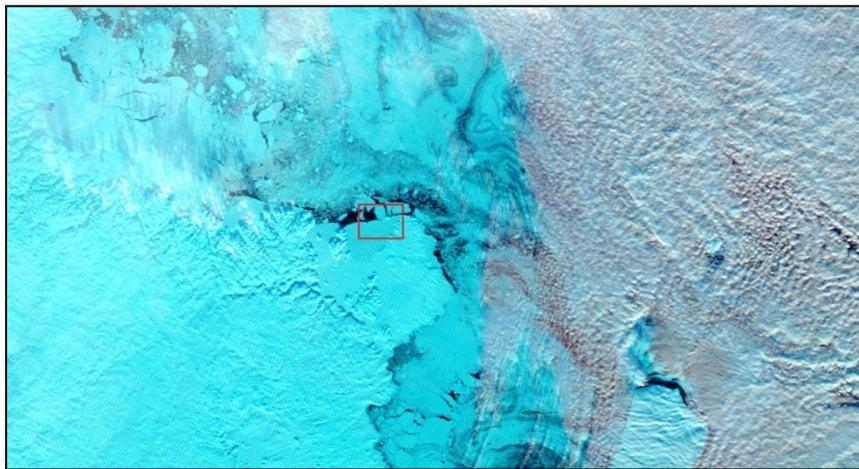


Figure 10. Extrait d'une image MODIS du 25 décembre 2009. Le carré rouge correspond à la zone couverte par l'image radar prétraitée.



Figure 11. Photo prise à Quaqtaq le 26 décembre 2009

Déroulement de l'activité :

L'élève choisit d'abord la région d'étude (son village) et sélectionne l'image sur laquelle il veut travailler (Figure 12).

Figure 12. Page du choix de l'image

Puis, il aura à effectuer différentes étapes de traitement d'image :

1. Le repérage des éléments principaux et le dénombrement des niveaux de gris
2. La création de sites d'entraînement
3. Le seuillage des classes
4. L'étiquetage des classes
5. Le calcul des statistiques
6. L'habillage d'une carte

À chaque étape, on offre d'abord à l'élève une page théorique, expliquant le travail à faire, illustré sur une photo d'un Inukshuk (Figure 13). On propose ensuite à l'élève une page interactive pour qu'il se pratique sur une photo d'un iceberg (Figure 14). Puis, on offre à l'élève, une autre page théorique où l'on précise les particularités de la tâche sur une image radar (Figure 15). Enfin, la quatrième page est celle où l'élève réalise la tâche sur sa propre image radar (Figure 16). L'élève peut en tout temps, revenir aux sections sur les concepts ou les clés d'interprétation. À la fin de l'activité, l'élève aura créé une carte de glace autour de son village et calculé la superficie englacée dans le secteur d'étude. La carte et la superficie seront ensuite sauvegardées sur le portail Avativut.

The screenshot shows a web browser window titled 'Avativut'. The main content area is titled 'Situation d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ) sur la télédétection et le traitement d'images satellites'. Below this, it says 'Activité glace' and 'La segmentation' with the subtitle 'LE DÉNOMBREMENT'. A progress bar shows 'Étape 1 - Étape 2 - Étape 3 - Étape 4 - Étape 5 - Étape 6', with 'Étape 1' highlighted. The central part of the page features a photograph of an Inukshuk on a snowy landscape. Three red circles with numbers 1, 2, and 3 are placed on the image, with lines pointing to them from a legend on the right. The legend lists: 1 Niveau de gris 1 (ciel), 2 Niveau de gris 2 (pierres), and 3 Niveau de gris 3 (neige). Below the legend is a navigation bar with a left arrow, '1 SUR 4', and a right arrow. The left sidebar contains a navigation menu with 'Accueil', 'Module 1', 'Module 2', 'Module 3', and 'Module 4'. Under 'Module 1', there are links for 'Accueil', 'Concepts', 'Radar et glace', 'Activité', and 'Galerie des glaces'. The INRS logo is in the top left, and the CSA ASC logo is in the bottom left.

Figure 13. Exemple de l'étape 1, page 1 : Le dénombrement



Figure 14. Exemple de l'étape 2, page 2 : L'entraînement

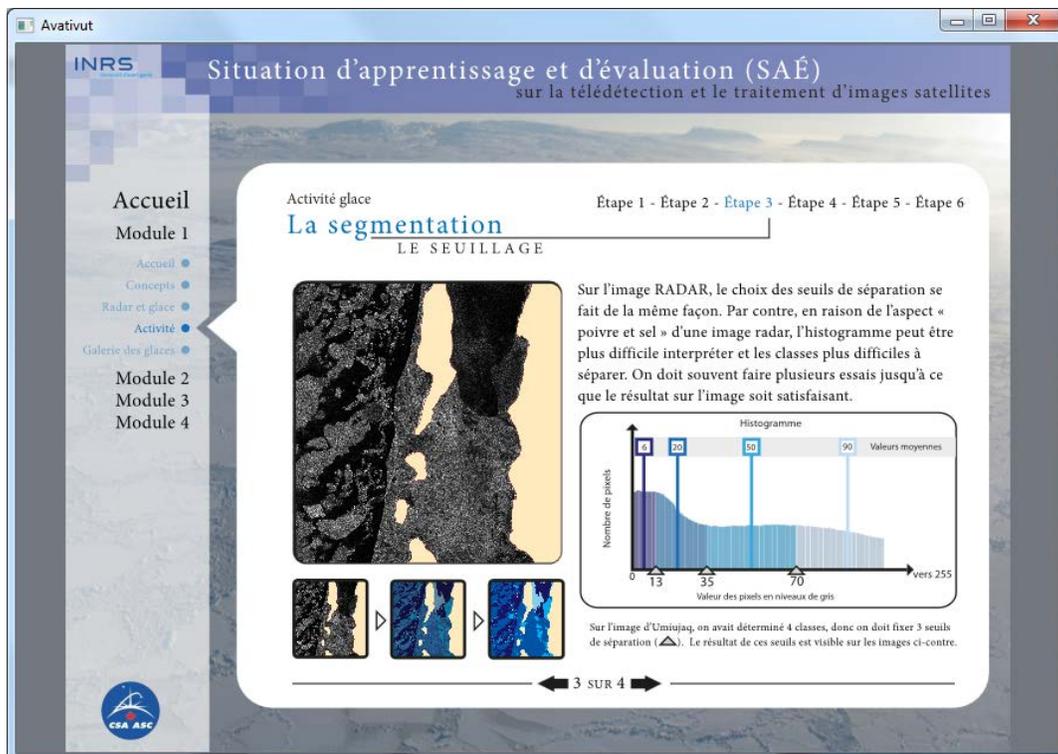


Figure 15. Exemple de l'étape 3, page 3 : Le seuillage

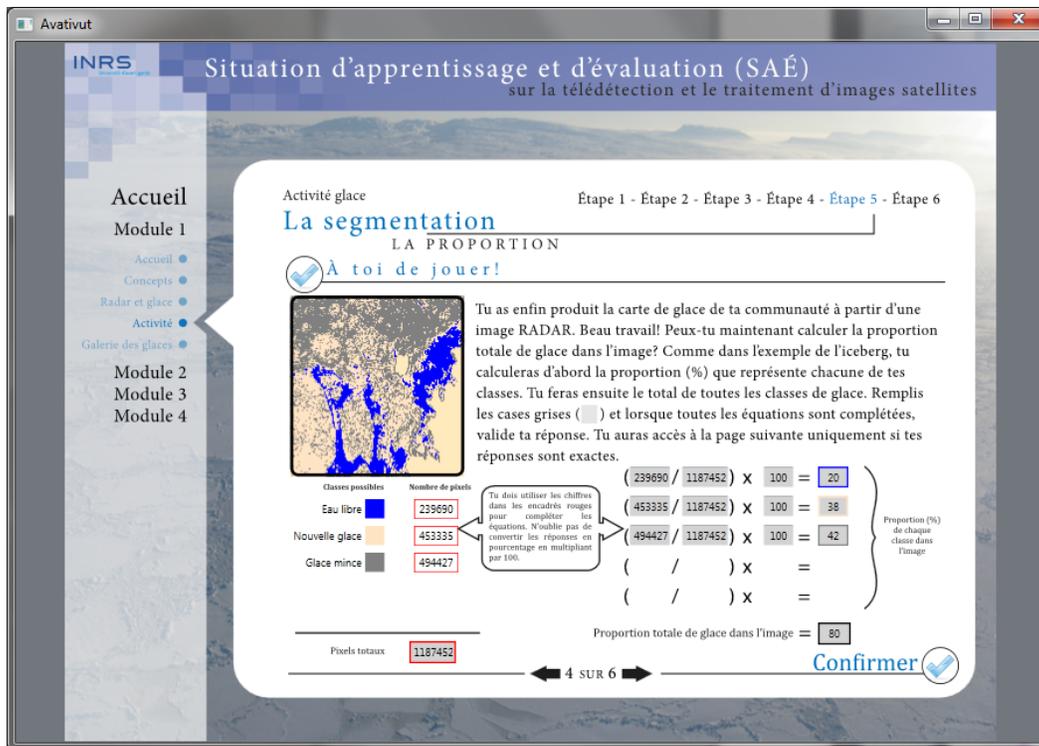


Figure 16. Exemple de l'étape 5, page 4 : Le calcul de la proportion de glace

État du développement de l'application télédétection:

Une version préliminaire de l'application a été complétée. Le Tableau 2 décrit l'état d'avancement de chacune des composantes.

Tableau 2. État d'avancement des composantes de l'application télédétection

Composantes		État d'avancement
Concepts de base	Conception	Version 1 complétée
	Intégration à l'application	En cours
Radar et glace	Conception	En cours
	Intégration à l'application	À venir
Activité interactive	Conception	Version 1 complétée
	Intégration à l'application	Version 1 fonctionnelle
Galerie	Conception	Version 1 complétée
	Intégration à l'application	À venir

La première version opérationnelle a été réalisée de façon à présenter la faisabilité technique du projet. De nombreux ajustements seront apportés pour la version 2.

Une grande attention a été portée à la vitesse et à la fluidité d'utilisation de l'application. Il est très important que l'application réponde rapidement, surtout dans un environnement tactile.

Des solutions ont aussi été explorées pour le téléchargement de nouvelles images avec la technologie BITS. Cette technologie permet le téléchargement de fichier et arrière-plan et ce, même si l'application est fermée par la suite.

Pour le moment nous avons utilisé la résolution minimale, c'est-à-dire 800x600, mais un contrôle permet la mise à l'échelle de l'application pour l'utilisation de toutes les résolutions disponibles. WPF répond parfaitement aux exigences du projet et de plus, la facilité avec laquelle il serait possible de déployer l'application sur Internet sans perdre l'interactivité est un atout majeur.

4. DÉVELOPPEMENTS À VENIR

Complétion, ajustements et rodage du module 1

Tel que présenté précédemment, il reste à compléter l'intégration des sections de formation à l'application XML. Puis, il sera nécessaire de procéder à une nouvelle révision du texte de toute l'application. Également, une phase de rodage permettra d'ajuster, de modifier ou de corriger certains irritants de l'application. Enfin, une version anglaise devra être produite.

Rédaction du document SAÉ

La rédaction du cahier de l'élève et du cahier de l'enseignant permettra d'intégrer le module 1 à l'intérieur d'une SAÉ proprement dite. Ainsi, comme dans la SAÉ Glace, on retrouvera dans ces documents une liste de vocabulaire spécifique, quelques concepts de base, des exercices simples, le protocole de réalisation, du vocabulaire Inuktitut et surtout, une démarche de validation, reliant les résultats de l'activité Télédétection avec les observations de la SAÉ Glace.

Ententes et protocoles

Les ententes et protocoles pour la commande, la livraison et le prétraitement des images, deux fois par an (pendant l'englacement et la fonte) devront être établis.

Implantation en classe

Les ententes avec la Commission Scolaire Kativik pour l'implantation en classe devront être prises.

Nouveaux modules

Dans une deuxième phase, de nouveaux modules pourront être développés. Le module 2 traiterait par exemple d'images optiques et d'indice de végétation (dans le contexte de la productivité des petits fruits).

5. BILAN FINANCIER

Tableau 3. Rapport financier

ÉTAT DES REVENUS & DÉPENSES
POUR LA PÉRIODE DU 1^{er} AVRIL 2011 AU 31 MARS 2012

<i>Organisme</i> Agence Spatiale Canadienne	<i>Viréf.</i>	<i>N/réf.</i> 12231701
<i>Titre du projet</i> La science au Nunavik, un apprentissage des élèves du secondaire en lien avec leur territoire - volet télédétection.		
<i>Bénéficiaire</i> Monique Bernier		
FONDS DISPONIBLES POUR L'ANNÉE EN COURS		
Solde de l'année précédente		1 785,45 \$-
Subvention pour la période		50 969,93 \$
Total des fonds disponible pour la période		49 184,48 \$
DÉPENSES POUR L'ANNÉE EN COURS		
1) Salaires et avantages sociaux	38 700,32 \$	
2) Bourses 1er cycle	0,00 \$	
3) Frais de voyages	906,88 \$	
4) Fournitures et matériel	921,01 \$	
5) Allocations de séjour	0,00 \$	
6) Services professionnels	2 566,48 \$	
7) Services contractuels	0,00 \$	
8) Services publics	0,00 \$	
9) Entretien et réparations	0,00 \$	
10) Appareils et outillage	0,00 \$	
11) Recouvrement de coûts	0,00 \$	
12) Autres dépenses	6 089,79 \$	
Total des dépenses pour la période		49 184,48 \$
SOLDE		
A-B		0,00 \$

Note : « Autres dépenses » représentent les frais d'administration

Tableau 4. Sources de financement du projet global « La science au Nunavik »

	2010-2011	2012	2013	2014
MDEIE - Novascience	70 000\$	60 000\$	50 000\$ (à confirmer)	
ASC	59 448\$			
CRSNG - Promoscience		47 300\$	17 600\$	17 600\$
Centre d'Études Nordiques		16 560\$		

6. CONCLUSION

Le livrable principal attendu pour ce projet était :

- 1) Un volet didactique, qui initie les jeunes du Nunavik à l'imagerie satellite et à sa manipulation dans une application concrète et locale, (ex : la glace et les changements climatiques);
- 2) Un volet monitoring, qui permet aux étudiants d'extraire des informations réelles et actuelles, de les comparer spatialement (entre les écoles du Nunavik) et temporellement (d'une saison ou d'une année à l'autre).

Les produits livrés répondent à ces attentes, tant par l'application XML interactive que par la SAÉ Glace et le portail Avativut. Il s'agit toutefois d'une version fonctionnelle mais préliminaire.

Les produits livrés respectent aussi les attentes spécifiques suivantes :

- Création d'exercices sur l'interprétation de l'image ainsi que sur la détection et l'observation des changements tout en reliant l'activité aux conditions vécues sur le terrain par les étudiants.
- Permettre aux élèves de comprendre le processus de classification d'une image et de participer à la création d'une carte de glace.
- Pouvoir imprimer la carte et se rendre sur le terrain pour en faire la validation. Ajouter des photos prises aux mêmes dates, par des caméras fixes.
- Développer des outils permettant de calculer différentes statistiques sur l'image ou la carte de glace et de comparer la situation entre les villages participants, d'une année à l'autre, mais aussi, au cours d'une même saison.
- Les activités du volet télédétection seraient directement liées aux autres activités pédagogiques (SAÉ Glace).

Ce dernier point sera développé lors de la rédaction du cahier de l'élève et du cahier de l'enseignant.

Quant à la clientèle éventuellement touchée, elle correspond d'abord à l'ensemble des élèves du secondaire de la CSK (Nov. 2010) soit 1279 élèves (588 au secteur français, 691 au secteur anglais) puisque la version finale serait disponible dans les deux langues. Toutefois, il est clair que l'application peut être utilisée directement ou facilement adaptée par n'importe quelle école au Canada.

7. MEMBRES DE L'ÉQUIPE ET RÔLES

Gestion de projet et validation scientifique des activités télédétection

Dr. Monique Bernier, INRS Centre Eau Terre Environnement
Professeure en télédétection appliquée au suivi de la ressource en eau
Co-Directrice du Centre d'études Nordiques (CEN)

Coordination du projet et développement des activités

Yves Gauthier, INRS Centre Eau Terre Environnement
Spécialiste en télédétection, coordonnateur de recherche

Clément Clerc, INRS Centre Eau Terre Environnement
Assistant de recherche – Environnements nordiques

José Gérin-Lajoie, UQTR
Professionnelle de recherche pour les projets liés aux communautés de l'Arctique canadien

Jean-Simon Bédard, INRS, Centre Eau Terre Environnement
Stagiaire de premier cycle en géomatique et télédétection

Charles Gignac, INRS, Centre Eau Terre Environnement
Étudiant à la maîtrise en télédétection des glaces

Développement informatique et site web

Numlock Informatique (Alain Royer et Philippe Boucher)

Luc Cournoyer, Centre d'Études Nordiques

Israel Auclair, Sara Bolduc, Charles Simard et Audrey Verreault
Étudiants, DEC en informatique – formation continue, CEGEP de Ste-Foy

Validation didactique, culturelle et éthique des activités télédétection

Dr. Ghislain Samson, UQTR
Spécialiste en didactique des Sciences et technologie au secondaire

M. Dave McMullen, Commission Scolaire Kativik (CSK)

Institut culturel Avataq

8. ANNEXES

- SAÉ : Le suivi de la glace dans ma communauté (Cahiers de l'élève Niveaux 1, 2, 3, Cahiers de l'enseignants correspondants) (sur DVD)
- Application XML préliminaire et section formation (sur DVD)