

# BULLETIN

Volume 34 No.1 / 2020

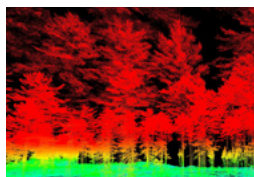


Peinture : Yvan Charette (St-Éloi, QC) 2020. Image : Sentinel 3B OLCI 2019-07-27 - Arcus Inc. 2020.



## IA

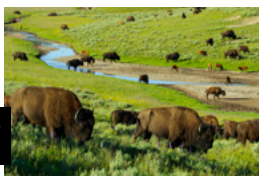
Bathymétrie, apprentissage profond et agriculture



## ECOSYSTEME

Mieux gérer les forêts et les populations animales

LES BISONS PROLIFÈRENT



## CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Tout sur la neige!





# SOMMAIRE

Bulletin L'AQT Vol 34 No.1

## Mot du président

3-4

## Intelligence artificielle

L'intelligence artificielle au service de la bathymétrie satellitaire, 5.

Des nouvelles de GeoImageNet, 6.

Agriculture : l'intelligence artificielle entre dans la lutte au doryphore, 7.

horoma AI s'installe à Magog, 8.

Working towards AI and Earth Observation, 9.

## Changements climatiques

La cartographie par drone révèle l'hétérogénéité spatiale du couvert de neige Arctique, 10.

La diminution de la période d'enneigement a des répercussions multiples au Québec, 11.

Le chaînon manquant, 12.

Pour un après-COVID vert, gare au pendule, 14.

Solutions pour résoudre les problèmes d'érosion côtière, 15.

Une technologie laser pour mieux réagir lors d'inondations à Gatineau, 16.

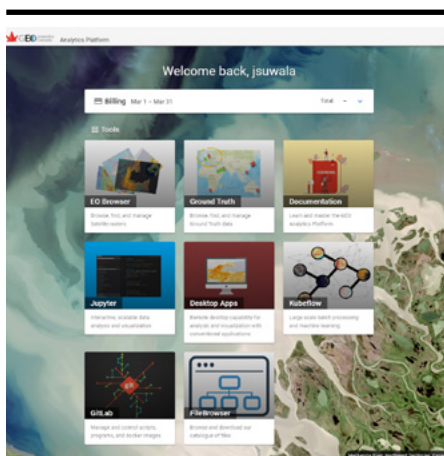
Campagne de terrain du GRIMP : Roger's Pass, Colombie-Britannique, Canada, 16.

Océans : quand le climat fait grimper le niveau des océans, 17.

L'effet des changements climatiques sur les populations de bisons illustré à partir de données MODIS, 19.

Le « Grand Mur Vert » : L'AQT souligne la Journée mondiale de lutte contre la désertification et la sécheresse, 20.

Sentinel-2 et services infonuagiques : nouvelles cartes de l'occupation du sol à 10 m de résolution, 21.



## Données & outils

Nouveaux outils et méthodes géospatiales pour un portrait plus juste du risque d'inondation et de sa mitigation : les recherches en cours au Centre de Recherche en Données et Intelligence Géospatiales de l'Université Laval, 22.

Web Map Tile Service, 23.

GEO Analytics Canada Demonstration Platform for Big Earth Observation Data, 23.

Aller au-delà des images, 25.

Mosaïques d'images Landsat et Sentinel du gouvernement du Québec, 26.

Sentinel-2: mosaïque 2019 pour le Québec, 27.

RADARSAT-1 : plus de 36 000 images disponibles, 28.

DIAS : nouvelles plateformes de services d'accès aux données basées sur le cloud, 29.

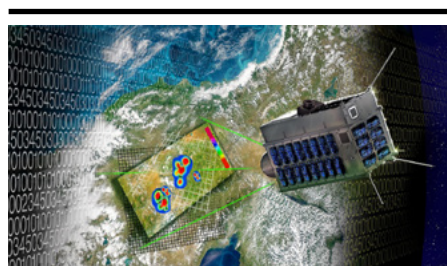
Données prêtes pour l'analyse: webinaire CEOS ARD CEOS ARD, 30.

Interactive Web Mapping with Django and Google Earth Engine, 30.



## Science citoyenne

Nouveau projet de cartographie participative pour les milieux côtiers du Saint-Laurent, 31.



## Missions

Des yeux québécois dans l'espace, 33.

MAIA : une nouvelle mission pour mieux comprendre les liens entre la pollution de l'air et les problèmes de santé, 35.

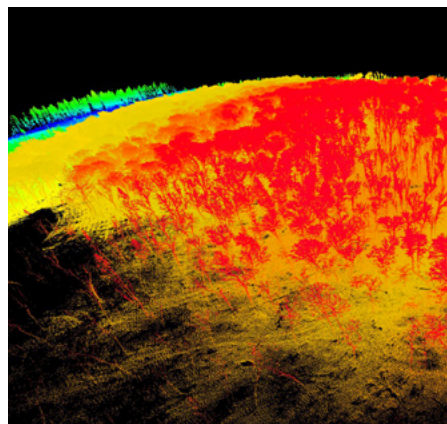
Aeolus : les données sur les vents intégrées aux prévisions météorologiques, 37.

Altius : un nouveau satellite pour surveiller l'ozone, 37.

Recherche d'idées de missions pour Earth Explorer 11, 38.

GEDI : un nouvel outil pour surveiller les forêts et le carbone, page 38.

Worldview Legion, page 39.



## Ecosystème

L'essor du drone lidar en milieu forestier, 40.

Orignaux : cartographie des populations, 41.

Estimation du profil vertical l'humidité du sol à l'aide d'une méthode de couplage entre un modèle hydrologique et des données radars, 42

Serif v.1.0, 43.



## Santé

Santé publique : cartographie thermique et atmosphérique de l'île de Montréal, 45.

Archives Landsat: les espaces verts sont bénéfiques pour la santé mentale, 47.

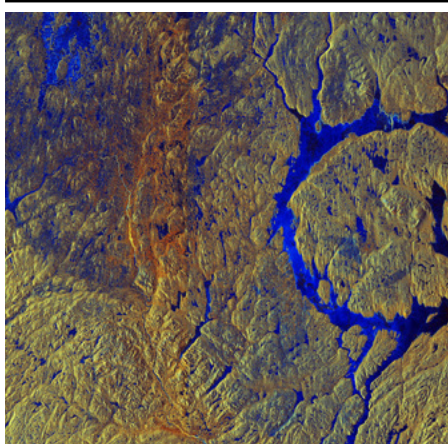
RACE : surveiller les impacts environnementaux et socio-économiques de la COVID-19, 48.





#### Portrait

Journée internationale de la femme : Monique Bernier, une chercheuse investie dans la relève scientifique, 50.



#### Nouvelles

TRE Altamira : InSAR activities in Quebec, 52.  
 Chaire de recherche industrielle sur la valorisation des observations de la Terre, 53.  
 Claire Gosselin récompensée du prix Ferdinand Bonn, 54.  
 Augmenter l'employabilité des professionnels en observation de la Terre, 54.  
 L'imagerie urbaine au service de la mobilité, 56.  
 École d'été en télédétection optique des environnements aquatiques et des habitats côtiers, 58.  
 Fusion entre les arts & la science, 59.  
 L'AQT célèbre le Jour de la Terre, 62.  
 L'Université Laval est championne de la National Geomatics Competition 2020, 64.  
 Vente de MDA à Northern Private Capital, 65.

## Mot du président

Chers membres de la communauté québécoise de télédétection

Vous n'êtes pas sans savoir que nous traversons une période de turbulence avec la COVID-19 qui a pu s'avérer difficile pour plusieurs. Je tiens d'abord à prendre quelques mots afin de souhaiter que chacun d'entre vous soit en bonne santé et dans une bonne situation. Restez assurés que votre Association comprend les défis auxquels vous faites face et que nous vous sommes solidaires. Je me dois également de reconnaître le soutien financier qu'ont apporté nos commanditaires Arctus, Effigis et Hatfield malgré les circonstances difficiles, merci beaucoup!

Cette année, notre éditeur, Guy Aubé, a mis l'épaule à la roue afin de nous préparer un document exceptionnel couvrant des thématiques variées. C'est avec grand plaisir que je vous invite à découvrir les multiples articles de qualité rédigés par nos membres et sympathisants pour cette édition 2020 du Bulletin de L'Association Québécoise de Télédétection (L'AQT).

Parmi les thèmes couverts, notons l'intelligence artificielle, les changements climatiques, la science citoyenne, les nouvelles missions satellitaires, les écosystèmes et la santé. Vaste programme pour une année qui s'est montrée forte en rebondissements et très active au niveau de la recherche et de l'industrie.

**Vous noterez dans les prochains mois que L'AQT entrera dans une phase de renouvellement.** Notre conseil d'administration est présentement à l'œuvre pour la mise en place diverses mesures. Ces dernières permettront d'améliorer l'offre de service pour nos membres, de faciliter le processus d'adhésion et de renouvellement à l'Association, d'organiser des formations et webinaires en français, de faciliter les communications entre l'Association et ses membres et d'encourager le recrutement de la relève. À cet effet, le site web de L'AQT sera bientôt mis à jour et une transition graduelle se fera de l'ancien site vers la nouvelle plateforme.

Vous devriez très prochainement recevoir une invitation à participer à un sondage en ligne qui vous permettra de fournir votre opinion et vos suggestions quant aux activités et services dont vous aimeriez désormais bénéficier via L'AQT. J'espère que vous pourrez prendre quelques minutes de votre précieux temps pour nous fournir vos réponses; ces dernières étant très importantes pour nous aider à redéfinir nos orientations et guider nos projets et activités.

C'est donc avec un enthousiasme renouvelé que je sollicite votre participation à L'AQT et vous encourage à participer activement à ses activités. En ligne avec sa mission, l'Association peut vous aider à mettre en œuvre vos projets, valoriser leurs retombées et vous soutenir dans l'organisation de vos activités. N'hésitez donc pas à nous solliciter.

Bonne lecture!

Charles Gignac, Ph.D.

Président



## President's Message

Dear members of the Quebec remote sensing community

As you know, we are going through a turbulent period with COVID-19 that may have been difficult for many. I would like to begin by saying a few words to wish each of you good health and a good situation. Rest assured that your Association understands the challenges you face and that we stand with you in solidarity. I would also like to acknowledge the financial support provided by our sponsors Arctus, Effigis and Hatfield despite the difficult circumstances, thank you very much!

This year, our editor, Guy Aubé, has put his shoulder to the wheel to prepare an exceptional document covering a variety of themes. It is with great pleasure that I invite you to discover the many quality articles written by our members and supporters for this 2020 edition of the newsletter of the Association Québécoise de Télédétection (L'AQT). Among the themes covered are artificial intelligence, climate change, citizen science, new satellite missions, ecosystems and health. A vast program for a year that has proven to be full of new twists and turns and very active in terms of research and industry.

**You will note in the coming months that the L'AQT will enter a phase of renewal.** Our Board of Directors is actually working to put in place various measures. These measures aim to improve our service offering, facilitate the Association's membership and renewal process, organize training and webinars in French, facilitate communications between the Association and its members, and encourage recruitment of the next generation. To this end, the L'AQT website will soon be updated and a gradual transition will be made from the old site to the new platform.

You should soon receive an invitation to participate in an online survey that will allow you to provide your opinion and suggestions on the activities and services you would like to benefit from through L'AQT in the future. I hope that you will be able to take a few minutes of your precious time to provide us with your answers; as they are very important to help us redefine our orientations and guide our projects and activities.

It is therefore with renewed enthusiasm that I am soliciting your participation in the AQT and encouraging you to actively participate in its activities. In line with our mission, the Association can help you implement your projects, promote their benefits or support you in the organization of your activities, so please do not hesitate to call upon us.

Enjoy your reading!

Charles Gignac, Ph.D.

President

### L'AQT

L'Association québécoise de télédétection  
[www.laqt.org](http://www.laqt.org)

### Conseil d'administration

#### Exécutif 2019-2021

##### Président

Charles Gignac

##### Vice-président

Richard Fournier

##### Trésorière

Mélanie Trudel

#### Membres du C.A

Guy Aubé

Sylvain Leblanc

Yacine Bouroubi

Alexandre Roy

Gabriel Gosselin

Christian Nadeau

Hachem Agili

Samar Ziadi

### Bulletin 2020

ISSN 1716-4915

#### Éditeur

Guy Aubé

#### Cette édition du Bulletin est mise en page par l'équipe de communications et marketing d'Effigis Géo-solutions

Coordination : Stéphanie Lalut

Graphisme : Morgan Berder

**En couverture :** Montage d'une œuvre du peintre  
Yvan Charrette et d'une image d'Ocean and Land  
Color Imager (OLCI) (Fusion entre les arts & la  
science, page 56)

#### Suivez nous sur :

 @AqtOfficiel

 @AssociationQuebecoiseTeledetection





## L'intelligence artificielle au service de la bathymétrie satellitaire

Par Thomas Jaegler<sup>1</sup>, Christian Marchese<sup>1</sup>, Simon Bélanger<sup>1</sup>, Guillaume Morissette<sup>2</sup>, Jean Laflamme<sup>2</sup>, François-Regis Martin-Lauzier<sup>3</sup>, Jean Laporte<sup>3</sup>

Dans le contexte des changements globaux à l'échelle planétaire, les programmes de cartographie côtière constituent une priorité, notamment pour la surveillance de l'érosion, des risques de submersion et la sécurité de la navigation et du transport maritime. À cette fin, il est crucial de disposer de données bathymétriques (relevés détaillés de la profondeur des fonds marins) fiables pour mieux comprendre les dynamiques à l'œuvre en milieu côtier. Or l'acquisition de données bathymétriques est difficile très des côtes en raison des faibles profondeurs et des risques qu'elles génèrent pour la navigation.

Arctus, avec le soutien et l'expertise de sa compagnie sœur ARGANS et en collaboration avec le Centre interdisciplinaire de cartographie des océans (CIDCO) membre du réseau Quebecinnove a obtenu le financement du Ministère de l'Économie et de

l'Innovation (MEI) pour mettre au point une solution qui vise à employer les données satellitaires et les plus récents algorithmes d'intelligence artificielle (AI) pour mieux définir la surveillance des eaux peu profondes.

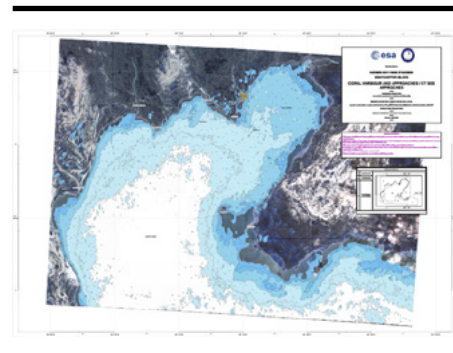
Contrairement aux méthodes traditionnelles (c.-à-d., bathymétrie acoustique et LiDAR), la bathymétrie satellitaire permet, à l'aide des technologies d'observation de la Terre, de produire plus de relevés bathymétriques dans plus d'endroits, en moins de temps, même dans des zones peu ou pas accessibles par les voies maritimes. Les coûts de production au km<sup>2</sup> se situent dans le rapport de 100 :10 :1 pour la bathymétrie acoustique, LiDAR et satellitaire optique, respectivement.

La bathymétrie satellitaire existe depuis la fin des années 1970, suite aux travaux pionniers de l'américain Lyzenga dont la méthode empirique est encore employée aujourd'hui. En raison d'un niveau d'incertitude verticale relativement élevé, les données de bathymétrie satellitaire demeurent sous-utilisées par les services hydrographiques nationaux. Au cours de la dernière décennie, la résolution spatiale, la quantité et la qualité des données satellitaires se sont beaucoup améliorées. De plus, l'utilisation de l'intelligence artificielle, qui jusqu'à récemment était peu utilisée

pour l'estimation de la bathymétrie satellitaire, pourrait fortement contribuer à l'amélioration et à la diffusion des produits issus de l'observation de la Terre.

Dans le cadre de ce projet, Arctus vise à rendre plus précise et plus rapide la préparation des cartes marines en utilisant les données d'observation de la terre assistée par l'intelligence artificielle. L'objectif principal est d'améliorer la bathymétrie satellitaire pour les eaux canadiennes.

<sup>1</sup>Arctus Inc., Rimouski, Canada, <sup>2</sup>CIDCO, Rimouski, Canada, <sup>3</sup>ARGANS, Plymouth, UK.



Carte bathymétrique de la région de Coral Harbour, Baie d'Hudson, CANADA, générée grâce aux données d'observation de la terre. Démonstrateur fournis par ARGANS Ltd. 2019 projet de l'Agence spatiale européenne.



## Des nouvelles de GeoImageNet

Par Yacine Bouroubi et Mickaël Germain,  
U. de Sherbrooke, Samuel Foucher,  
CRIM, Claire Gosselin, Effigis

GeoImageNet (<https://geoimagenet.ca/>) est une plateforme de recherche collaborative qui vise à développer des applications de l'apprentissage profond pour la cartographie de l'occupation du sol et la détection des objets, à partir des images satellites THR. Elle intègre plus de 10 000 km<sup>2</sup> d'images Pléiades 50 cm couvrant la majorité des grandes villes canadiennes ainsi que divers écosystèmes naturels.

Lorsque le projet a été initié en début de 2018, l'idée du projet était très originale. Deux ans plus tard, l'analyse des images satellites à l'aide de diverses architectures d'apprentissage profond est devenue si populaire qu'il est possible de trouver des articles pour presque n'importe quelle application de l'observation de la Terre. En effet, la majorité des publications rapportent des taux de succès jamais égalés auparavant avec les méthodes traditionnelles d'analyse et de traitement des images satellites. Cet engouement pour l'apprentissage profond de la part du milieu de la télédétection rend la plateforme GeoImageNet encore plus pertinente.

La première phase du projet (juill. 2018 – juin 2019) a été consacrée à la réalisation de l'interface générale de la plateforme, à la gestion des accès selon les divers types de comptes d'utilisateur, à la définition des taxonomies des classes d'occupation du sol (environ 50) et des géo-objets (près de 200), ainsi qu'aux outils d'annotation. Au cours de la deuxième phase (juill. 2019 – sept. 2020), l'annotation de plusieurs classes d'objets a été réalisée manuellement ou automatiquement à partir des données vectorielles de CanVec et d'OpenStreetMap. Les taxonomies ont été enrichies suite aux recommandations des utilisateurs industriels (ex. : Effigis) et académiques (ex. : cours de photo-interprétation de l'UdeS).

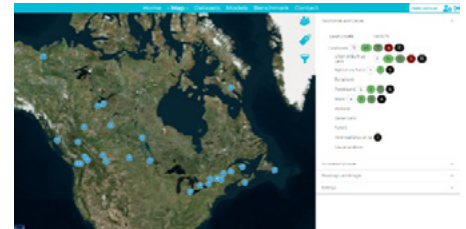
Les images annotées peuvent être récupérées par les utilisateurs afin de servir d'ensembles d'entraînement pour leurs algorithmes. L'intégration de fonctionnalités permettant de télécharger ou de téléverser des architectures CNN est en cours de finalisation.

Le projet GeoImageNet est mené par l'Université de Sherbrooke, en partenariat avec le CRIM et la compagnie Effigis Géo-Solutions. Le Centre canadien de cartographie et d'observation de la Terre (CCCOT) de Ressources Naturelles Canada est aussi un partenaire important du projet. La plateforme est ouverte aux organismes canadiens (universités, centre de recherche, industrie, etc.) qui œuvrent dans le domaine de la télédétection et de l'application de

l'intelligence artificielle dans ce domaine. Ces organismes sont invités à utiliser les développements réalisés et à y contribuer. Vous pouvez écrire à [yacine.bouroubi@usherbrooke.ca](mailto:yacine.bouroubi@usherbrooke.ca) ou cliquer sur « Contact » dans la fenêtre d'accueil <https://geoimagenet.ca/>.

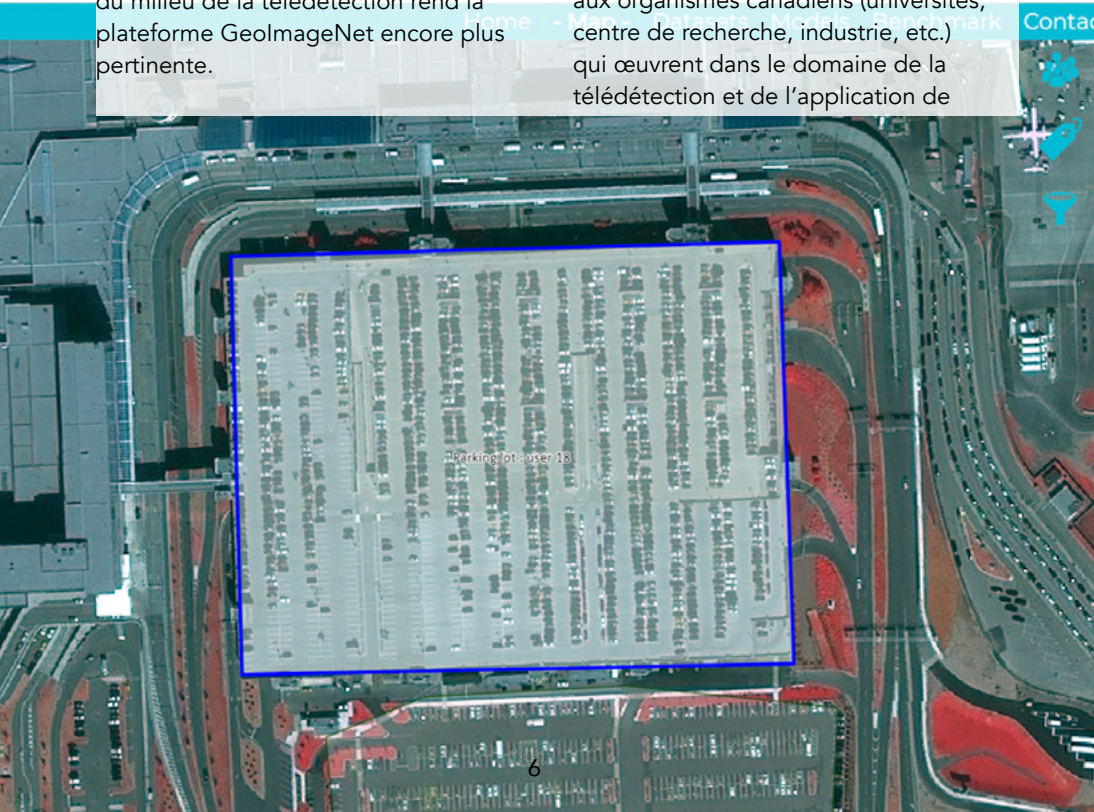
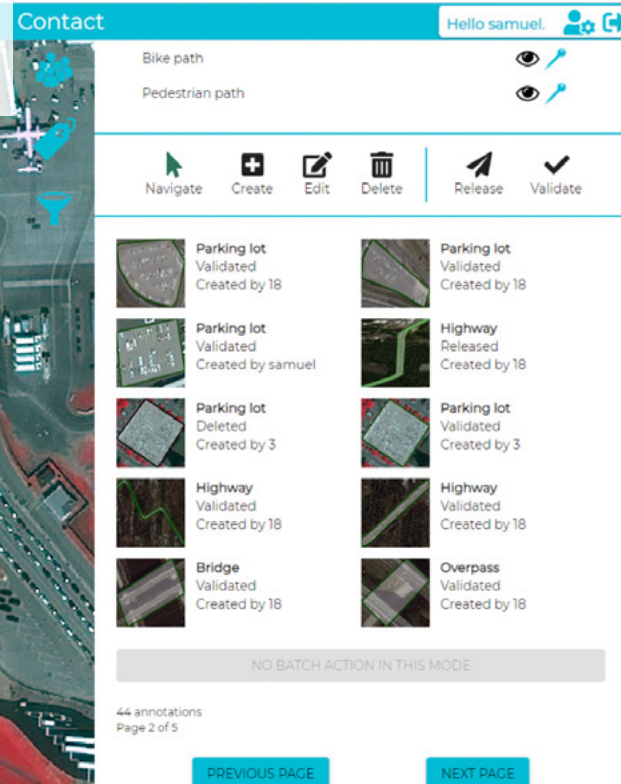


Fenêtre d'accueil de GeoImageNet.



Scènes Pléiades 50 cm intégrées et exemple de taxonomie.

Exemple de la classe d'occupation du sol « parking ».





## Agriculture : l'intelligence artificielle entre dans la lutte au doryphore

Par David Riendeau, journaliste,  
[La Terre.ca](http://LaTerre.ca)

La lutte au doryphore pourrait bientôt connaître un nouveau tournant en faveur des producteurs. Une équipe de chercheurs a développé une technique de dépistage automatique de cet insecte avec un drone et l'intelligence artificielle. Les premiers résultats s'annoncent déjà prometteurs. Les producteurs de pommes de terre le savent : dépister la présence du doryphore peut représenter un travail harassant et coûteux. « Le dépistage conventionnel manque surtout de précision », note Karem Chokmani, professeur au Laboratoire de télédétection environnementale par drone de l'Institut national de recherche scientifique (INRS), qui a partagé le résultat de son expérience avec les participants du colloque sur la pomme de terre tenu en novembre dernier par le Centre de référence en agriculture et en agroalimentaire du Québec (CRAAQ).

« Faute de temps ou d'effectifs, le propriétaire se limite souvent à inspecter les bordures des parcelles, sans avoir un portrait d'ensemble de la situation. Un propriétaire risque de repérer un foyer d'infestation à un stade où l'insecte a déjà causé des ravages importants », ajoute-t-il.

Patates Dolbec a donc mandaté l'équipe du professeur Chokmani dans le but de mettre au point une technique de dépistage automatisé du plus important ravageur de la pomme de terre. Pour y arriver, les chercheurs ont eu l'idée d'avoir recours à la reconnaissance faciale, une technologie déjà implantée sur plusieurs téléphones cellulaires pour identifier leur propriétaire.

**« En partant du principe qu'on peut enseigner à un ordinateur à reconnaître des visages humains, on peut assurément le faire avec des insectes! ».**

Encore fallait-il mettre la théorie en pratique. À l'été 2018, le professeur Chokmani et son équipe ont installé un appareil photo sur un drone pour étudier une parcelle très infestée à Sainte-Anne-de-la-Pérade. Plusieurs tests ont été effectués pour déterminer la vitesse et l'altitude de vol du drone, mais aussi le réglage optimal de l'appareil photo. « Le but était d'obtenir des images en ultra-haute définition de la parcelle dans un délai raisonnable. À une altitude de vol de 15 mètres, chaque pixel correspond à un millimètre sur un plant. Chaque doryphore est représenté à 100 pixels sur l'image. ».

Une fois les images collectées, les chercheurs de l'INRS ont développé un algorithme de détection.

« On montre au système des milliers de petites images avec ou sans doryphore. Le système apprend à les classer, donc à les détecter. L'algorithme s'entraîne de la sorte jusqu'à ce qu'il reconnaisse la structure de l'insecte. On arrive à un taux de succès de détection de 90 % », explique Karem Chokmani. L'application de cette méthode permettrait au producteur d'établir un diagnostic fiable et efficace sur la présence de doryphores dans un champ. Le drone pouvant voler à une vitesse de 15 km/h sans nuire à la résolution de l'image, il est possible de photographier un champ de 10 hectares en une dizaine de minutes pour aboutir à une carte numérique avec densité d'infestation par mètre carré.

Seul hic pour l'instant, l'algorithme met une minute pour traiter chaque image, ce qui est beaucoup trop long. L'équipe de Karem Chokmani travaille actuellement à accélérer le traitement.

**« Notre objectif est qu'un ordinateur de puissance moyenne soit capable de traiter des milliers d'images en quelques minutes ».**

Le chercheur espère que dans les prochaines années, les producteurs de pommes de terre se tourneront vers le dépistage automatique dans la lutte au doryphore.



Référence et crédits : David Riendeau, [La Terre.ca](http://LaTerre.ca).

« Jusqu'à présent, les producteurs n'avaient pas de vue d'ensemble des ravages causés par le doryphore. Pourquoi traiter la totalité du champ si seulement une partie est infestée? L'agriculture de précision requiert des outils qui posent les bons diagnostics ».



Cette photo, prise sur le drone pendant l'un des vols d'essai, montre le degré de précision de l'algorithme de détection. Les carrés verts indiquent les prédictions correctes, tandis que les jaunes et les rouges signalent les omissions et les erreurs. Crédits : INRS.



## horoma<sup>ai</sup> s'installe à Magog

Par David Riendeau, journaliste,  
[La Terre.ca](http://LaTerre.ca)

**M**agog Technopole est heureuse d'accueillir horoma AI, une entreprise qui a développé une expertise unique en télédétection par l'intelligence artificielle (IA), au sein de son pôle d'IA au centre-ville de Magog. horoma AI est un fournisseur qualifié de solutions d'IA pour le gouvernement du Canada. Membre de l'Institut de valorisation des données (IVADO) depuis sa fondation, l'entreprise a pu compter sur une collaboration étroite du groupe de transfert technologique de l'Institut québécois d'intelligence artificielle (Mila) via le Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du Conseil national de recherche du Canada (CNRC).

horoma a développé des algorithmes intelligents dans les domaines de la sécurité publique, de l'agriculture, de la foresterie et de l'environnement. Ces algorithmes dérivés d'apprentissage profond en IA offrent des outils d'aide à la décision précis, rapides et efficaces qui permettent, par exemple, d'extraire les structures de bâtiments humains d'images satellitaires, de caractériser un milieu humide ou d'évaluer la valeur d'une récolte forestière dans un territoire spécifique. « Le choix de Magog n'est pas aléatoire », déclare Yvan Ouellet, PDG et co-fondateur de l'entreprise. « Le milieu de vie exceptionnel qu'offre Magog est un levier très efficace pour le recrutement de jeunes professionnels actifs. De plus, la proximité de différents intervenants clés, dont Magog Technopole et plusieurs autres entreprises et regroupements en agriculture, foresterie et environnement, a pesé lourd dans la balance. »

Le plan de développement de la société compte sur une collaboration étroite avec les institutions locales. À ce titre, des discussions sont déjà en cours avec des groupes de recherche de l'Université de Sherbrooke, des municipalités, ainsi que des regroupements forestiers et agricoles de l'Estrie et de la Montérégie. La

contribution de ces différents organismes appuiera l'avancement de travaux en environnement et en foresterie ainsi que le développement d'outils de détection d'anomalies en agriculture.

« Cette annonce confirme la pertinence du plan directeur de Magog Technopole pour le recrutement d'entreprises de pointe et d'équipes de grands talents à la recherche d'un environnement leur offrant le soutien de ressources de haut niveau favorisant leur accélération et le partage de connaissances tout en bénéficiant d'une qualité de vie incomparable. À cet égard, je salue la vision, l'expertise, le dynamisme et l'engagement de son PDG, Yvan Ouellet qui s'inscrivent parfaitement dans notre modèle d'affaires », exprime André Métras, directeur général de Magog Technopole.



André Métras (directeur général, Magog Technopole) et Yvan Ouellet (PDG et co-fondateur d'horoma AI).  
Crédits : [Magog Technopole](http://MagogTechnopole.com).

## Working towards AI and Earth Observation

Reference: [ESA](#)

Satellites observing and measuring our planet deliver a huge amount of data that not only helps understand how our world is changing, but also benefits society by feeding into a myriad of everyday applications. Taking this to the next level, ESA is exploring how even more could be gained from these valuable data by using artificial intelligence (AI).

While satellite data leads to new scientific discoveries, AI can create pathways to new Earth observation. Satellites provide us with vast quantities of data, over 150 terabytes per day, which is not always processed efficiently. In light of the growing importance of AI, a selected group of scientists and AI experts met at ESA's centre of Earth observation in Italy in to share strategies and goals of its benefits.

***"In the next 10 years with so many new satellites under development, we will need to tackle the issue of extracting information from their observations and making use of it in terms of an ever-growing variety of applications and services," said Pierluigi Silvestrin, Head of ESA's Earth Observation Φ, or Future Systems Department."***

This is where AI is fundamental and offers a crucial opportunity not to be missed to solve these problems." The workshop was held in collaboration with the Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence in Europe (CLAIRE), which comprises of 250 laboratories and research groups, as well as 2700 individual supporters. Its main goal is to strengthen AI research and innovation in Europe.

There are tremendous opportunities that can come from AI research, which is said to have become the driver of innovation, future growth and competitiveness for societies and industries worldwide. AI has great potential in terms of obtaining a detailed understanding of Earth observation, specifically supporting

climate change and other global issues. Steffen Fritz, from the International Institute for Applied Systems Analysis, said, "We can use AI for modelling, as well as also land-use and land-cover information for Sustainable Development Goals."

AI can strengthen advances in research and innovation, which will fundamentally lead to better analysis and forecasts. Furthermore, a new satellite, part of a tandem of two small satellites, will be launched in the summer of this year and features an AI processor that will allow it to make independent decisions regarding image collection.

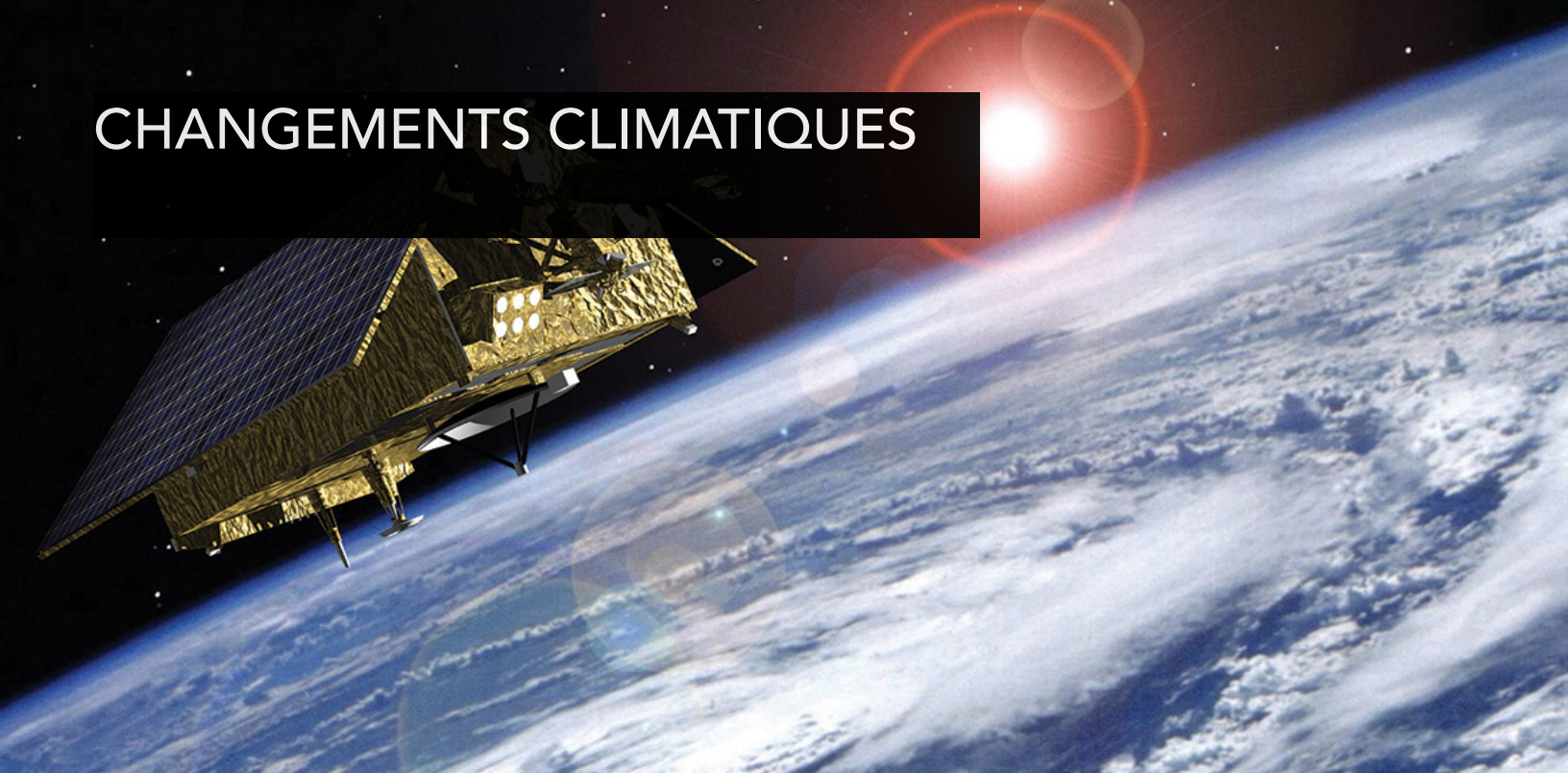
Josef Aschbacher, ESA's Director of Earth Observation Programmes, remarked, "AI is a critical new enabling technology for Europe's Earth observation sector." By strengthening our own AI capabilities, we can strengthen Earth observation – and this is exactly what we are looking into at the moment. This, however, clearly works both ways so that together Earth observation and AI have the potential to harness a wealth of opportunities for downstream businesses."

Together Earth Observation and AI have the potential to harness a wealth of opportunities for downstream businesses. Crédits: ESA.





# CHANGEMENTS CLIMATIQUES



## La cartographie par drone révèle l'hétérogénéité spatiale du couvert de neige Arctique

Par Christophe Kinnard, Département des sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières / Centre d'études nordiques

Le couvert de neige est très hétérogène dans le paysage du Haut Arctique canadien. Les forts vents qui balayent la toundra et la végétation basse favorisent

la redistribution de la neige au sol. Les mouvements du sol en réponse au gel-dégel du pergélisol donne lieu à une microtopographie unique. Les hummocks, des petits monticules formés par le gel du sol, les polygones formés par l'expansion de la glace dans les fissures du sol et les ravins thermokarstiques couvrent la surface de la toundra. L'accumulation préférentielle de la neige dans les dépressions de ces microformes cause des variations microclimatiques et des micro-habitats qui conditionnent fortement la végétation.

Comprendre comment cette microtopographie structure l'écologie de la toundra et la réponse du couvert

de neige au climat représente un défi. Des relevés par drone sont menés sur l'île Bylot dans le Haut Arctique canadien depuis 2017 afin de cartographier l'épaisseur de neige et mieux comprendre son hétérogénéité spatiale (Figure 1). La photogrammétrie des images de drone permet de construire des modèles d'élévation de surface avec et sans neige et d'ainsi inférer l'épaisseur de neige avec une précision de < 5 cm et une résolution de <10 cm. Les cartes d'épaisseur de neige révèlent la forte hétérogénéité spatiale de la neige et permettent de quantifier le stockage de neige dans les micro dépressions et de comprendre l'impact de la neige sur la température du sol et la distribution de la végétation (Figure 2).

Figure 1. Simon Charbonneau décharge les photos du drone à ailes fixes Ebee. Crédit photo : Matthieu Loyer.

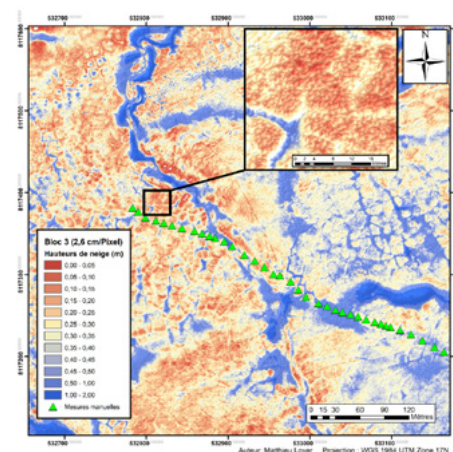


Figure 2. Carte d'épaisseur de neige dérivée par drone.



## La diminution de la période d'enneigement a des répercussions multiples au Québec

Référence et crédits : [Radio-Canada](#)

Des chercheurs québécois s'affairent à accroître les connaissances sur l'effet que la neige a sur nos milieux de vie. Les transformations observées dans les dernières années en raison des changements climatiques permettent déjà de constater des répercussions sur nos écosystèmes, qui pourraient s'accroître.

Une tendance lourde s'observe, selon plusieurs scientifiques québécois. Le nombre de jours dans l'année où il y a de la neige au sol est de moins en moins important, et les épisodes de pluie sur neige se multiplient. Une situation qui a des conséquences notables sur nos écosystèmes.

**« Quand on parle de quantité de neige en épaisseur et en couverture spatiale, la tendance [à la baisse] est claire partout dans le monde. »**

Le professeur au Département de géomatique de l'Université de Sherbrooke, Alexandre Langlois, explique que cette situation est en partie responsable de la mortalité accrue des caribous dans le Nord. La glace, formée lors des épisodes de pluie sur neige, empêche notamment les caribous de s'alimenter, puisqu'elle bloque l'accès à la végétation. « Le caribou Peary a perdu environ 75 %-80 % de sa population en trois générations, et la littérature démontre très bien que les événements extrêmes hivernaux qui sont de plus en plus forts et les événements de pluie sur neige sont une des causes principales de cette diminution », explique M. Langlois.

Le professeur au Département des sciences de l'environnement de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) Alexandre Roy explique que la neige agit normalement comme un « isolant » pour le sol. La diminution de la couverture de neige n'est donc pas sans conséquence. Les glaciers

pourraient fondre plus rapidement, selon M. Langlois. « La neige réfléchit 80 à 95 % de l'énergie solaire. Donc, la neige qui est sur la glace la protège de fondre, explique-t-il. Sans neige, le pergélisol va fondre beaucoup plus rapidement et émettre plus de méthane qui est un gaz à effet de serre excessivement efficace. » Le professeur Alexandre Roy a récemment enclenché une étude afin de mieux comprendre le lien entre la neige et la température du sol dans le nord du Québec « Nous voulons comprendre l'impact entre les changements climatiques sur le couvert nival, puis comment ce couvert nival va se transformer puis avoir un impact sur la température au sol », explique-t-il. Toutefois, plusieurs études récentes montrent déjà que le sol se réchauffe dans le Nord québécois et qu'il est une source d'émission de carbone, même en hiver. Selon M. Roy, l'étude de la neige au Québec a été « négligée ». « Dans plusieurs domaines, on va regarder surtout les phénomènes, les processus dans la saison d'été, mais on va négliger tous les processus qui vont se passer pendant l'hiver, constate-t-il. Le couvert nival a un impact sur l'écologie et sur la climatologie. ».

**« C'est un domaine qui est de plus en plus étudié et on commence à se rendre compte de plus en plus de l'importance de l'aspect hivernal sur les différents processus qu'on voit au Québec. »**

La prévision des périodes d'enneigement et de fonte est essentielle, notamment dans la gestion des barrages hydroélectriques.

Le professeur spécialisé en hydrogéologie forestière de l'Université Laval, Sylvain Jutras, participe à la coordination des activités à la Forêt-Montmorency, où sont testés des dizaines d'instruments pour effectuer la mesure de la neige. Il fait partie des scientifiques qui souhaitent améliorer la performance des appareils pour mesurer la quantité de la neige. « Les incertitudes lorsqu'on mesure la neige amènent une imprécision lorsqu'on essaye de savoir combien d'eau va couler dans nos rivières une fois le printemps venu, et cette incertitude se répercute jusqu'à

notre capacité à prédire les événements de débordement, de crues de nos cours d'eau », explique-t-il.

Les chercheurs comme Alexandre Langlois souhaitent se servir des satellites pour analyser plus fidèlement les quantités de neige. « On veut développer un prochain concept d'émissions satellites qui sera en mesure non seulement de mesurer la couverture spatiale de la neige, mais l'épaisseur et son équivalent en eau », résume-t-il. Selon M. Langlois, les effets des changements climatiques sur la neige, une importante ressource en eau, laissent présager des répercussions majeures au Québec. Il estime toutefois que nos décideurs n'agissent pas en conséquence pour faire face aux changements climatiques. « Il y a une déconnexion entre la gouvernance et le milieu scientifique », déplore-t-il. Pourtant, les conséquences peuvent être dramatiques, comme le problème d'approvisionnement en eau en Californie qui était directement lié à une diminution de la couverture de neige, souligne M. Langlois. « C'est difficile de voir les impacts qui sont tangibles, tant qu'on n'a pas les problèmes à nos portes. » dit-il.

Le chercheur se montre sceptique quant à notre capacité collective à « changer les choses pour vrai ». « Renverser la tendance à stade-ci, je n'y crois plus. Je pense que ça découle d'un conte de fées, mais ça ne veut pas dire qu'il faut complètement lancer la serviette », conclut-il, tout en formulant le souhait que des étudiants formés sur « des questions scientifiques » puissent un jour atteindre les sphères de pouvoir.



Alexandre Langlois, professeur au Département de géomatique de l'Université de Sherbrooke.



## Le chaînon manquant 1/2

Par Prof. Alain Royer,  
Université de Sherbrooke

Depuis plus de 40 ans, les "cryosphéristes" rêvent de cartographier la neige sur toute la Planète. Toutefois, aucune mission satellitaire à ce jour n'a eu comme objectif primaire le suivi du couvert de neige.

Lancé en 1978 par la NASA, le monstre Nimbus 7 (1 tonne!) avec à son bord le capteur SMMR envoie pour la première fois des images extraordinaires en micro-onde passive pour améliorer les prévisions météorologiques. Les « télédétectives » découvrent que ces ondes émises naturellement par le sol sont atténuées par la neige qui le recouvre. Imaginez, ces images reçues presque tous les jours permettent de voir la neige, même à travers les nuages, car les micro-ondes passent au travers. Les premiers "produits neige" sortent 10 ans après. Les pionniers de cette aventure ont été les Finlandais avec Hallikainen (IEEE-TGARS, 1986), les Américains avec Chang (Annals Glaciol., 1987), les Canadiens avec Barry Goodison d'Environnement Canada (IGARSS' 89) et bien d'autres.

Au début, la neige était détectée avec une simple équation: présence de neige  $\approx$  (TB18H – TB37H). Dans le langage des "micro-ondistes", cette équation exprime la différence entre deux mesures de températures de brillance (TB, l'observation satellite), l'une à la fréquence de 18 et l'autre à 37 GHz, les deux étant prises en polarisation Horizontale. Cette équation donne un relativement bon contraste entre présence et absence de neige sur le sol. Et ça marchait!

Mais vous vous doutez bien que l'on n'en est pas resté là. À grand renfort de modèles de transfert radiatif toujours plus sophistiqués, de nombreux chercheurs à travers le monde ont essayé d'extraire de ces observations le fameux SWE (prononcer "Soui"), l'équivalent en eau de la neige, c.-à-d. la masse de neige par mètre carré au sol. La tâche

est ardue ... et toujours pas totalement résolue 42 ans après! c'est quoi le problème?

***L'impasse, c'est la microstructure de la neige. Comment décrire la neige, ces cristaux de glace aux formes infinies qui s'entassent en couches, se compactent, changent de formes et grossissent durant l'hiver.***

Chacune de ces couches diffuse et absorbe le rayonnement micro-onde qui émane du fond et que l'on mesure du satellite ... un vrai cauchemar! Non seulement on ne sait pas modéliser cette microstructure, mais en plus, on ne sait pas la mesurer! Un grand bond en avant a été fait dans les années 2000 avec une définition objective de la taille des grains par leur "surface spécifique", c'est-à-dire la surface totale de l'interface air/cristal par unité de masse (la SSA pour les intimes), un truc de physico-chimiste suggéré par l'équipe de glaciologues de Grenoble (Dominé et Shepson, Science, 2002). En plus, de par sa relation au "rayon optique" des grains, la SSA est mesurable par reflectométrie infrarouge (Warren, Rev. Geophys. Space Phys., 1982; Fily, RSE, 1997). Mais cela n'a pas suffi à régler le problème.

Quand on met la SSA dans les modèles, on n'arrive toujours pas à simuler correctement les mesures satellites (les TB18H, TB37H et autres). Il manque un paramètre de microstructure. À l'Université de Sherbrooke, on l'appelle le "chaînon manquant"! Certains essayent de faire monter la mayonnaise en y ajoutant la cohésion des grains (stickiness) estimée par la conductivité thermique ou la résistance au cisaillement. Pas évident. Les physiciens purs et durs dont Ghislain Picard et Henning Löwe, de Grenoble et Davos respectivement, planchent sur la question depuis 10 ans en modélisant les effets de formes des grains et leur déformation sous l'effet du poids de la neige. Mais la sauce ne prend toujours pas.

En attendant de trouver ce chaînon manquant, nous avons montré qu'on pouvait, en partie, contourner le problème avec un facteur qui corrige la surface spécifique des grains (Roy, IEEE-TGARS, 2013). Même conclusion si on corrige un autre paramètre de

microstructure fréquemment utilisé : la "longueur de corrélation" (Montpetit, IEEE-TGARS, 2013). Bien que les résultats soient meilleurs, ce n'est pas encore terrible, entre 15 et 30 Kelvin d'erreur alors qu'on devrait n'en avoir que 2 à 4 Kelvin. En plus, ce facteur varie avec le type de neige et la fréquence d'observation. Ça va à l'encontre de la théorie, dur pour un physicien d'admettre ça. On a continué à chercher en comparant différents modèles théoriques et en considérant la densité en plus, mais sans solution satisfaisante encore (Royer, RSE, 2017). Céline Vargel, une étudiante au doctorat à l'Université de Sherbrooke, vient de publier une étude approfondie sur un jeu de données unique de par sa taille et la variété des types de neige (boréale, subarctique et arctique). En utilisant le paramètre de microstructure lié à la longueur de corrélation, elle peaufine l'ajustement et les résultats de modélisation sont encore améliorés (Vargel, RSE, 2020)... mais toujours avec un facteur de correction à appliquer.

Le problème du chaînon manquant n'est donc pas résolu! Cependant, la communauté des nivologues ne manque pas d'imagination pour quand-même produire des "belles" bases de données globales satellitaires sur la neige disponibles à tous, comme Globsnow 3, mis en ligne ce mois de mai 2020. Mais s'il n'y pas encore de happy-end à cette histoire, ça s'en vient! Il y a des pistes de solution dans l'air, la suite dans la Série 2...

*Note : Le "on" et le "nous" de cette histoire inclue, à l'Université de Sherbrooke, le Prof. Alexandre Langlois et 4 générations d'étudiants dont Vincent Roy (MSc, 2004), Arnaud Mialon (PhD, 2006), Jacqueline Kohn (PhD, 2011), Florent Dupont (PhD, 2013), Alex Roy (PhD, 2013), Ben Montpetit (MSc, 2010 et PhD, 2015), Olivier St-Jean-Rondeau (MSc, 2018), Fanny Larue (PhD, 2018) et Céline Vargel (PhD en cours, 2020). Je les remercie tous de leur inestimable contribution, ainsi que les collaborateurs du projet, particulièrement Michèle Fily et Ghislain Picard de l'Institut des Géosciences de l'Environnement de Grenoble.*





La microstructure de la neige évolue dans le temps. C'est le métamorphisme des grains de neige qui passent du flocon en étoile (à gauche) vers le givre de profondeur en gobelet (au centre) au grain arrondi en fusion (à droite). La taille de ces grains peut être objectivement définie par leur surface spécifique, respectivement, de gauche à droite, de 120, 12 et 4 m<sup>2</sup> kg<sup>-1</sup>.

Photos : courtoisie de Florent Dominé



L'analyse des grains sur le terrain est capitale pour la compréhension du problème et la validation des images satellites. Ici le Dr. Ludovic Brucker, un collaborateur du projet à la NASA, ancien doctorant de l'Université de Grenoble-Alpes, lors d'une campagne de mesures dans l'Arctique Canadien à Cambridge Bay, Nu, où l'on a en générale 20 cm de neige, mais parfois avec des fosses de 2 m de neige!





## Pour un après-COVID vert, gare au pendule

Référence : [Université de Sherbrooke](#)



**« L'idée a surgi après un courriel de ma banque, suivant l'annonce de la pandémie. Nos placements avaient chuté de 30 %. Et notre conseillère écrivait qu'ils rebondiraient! J'ai trouvé ça optimiste »,** se rappelle Alain Royer, tout sourire. Sa curiosité scientifique piquée, le géophysicien calcule comment s'est traduite, en émissions de CO<sup>2</sup>, la reprise de 8 crises économiques récentes. Alain Royer ne sourit plus.

Ses conclusions : 7 des 8 crises s'accompagnent d'une baisse significative des émissions; elles sont toutes suivies d'un taux de croissance économique rapide... Et, pour 5 des 8 cas, l'impact climatique des émissions de CO<sup>2</sup> est plus important lors de leur rebond que si les activités s'étaient poursuivies « normalement ».



Alain Royer, crédits : U. de Sherbrooke, 2020.

« J'ai été surpris, en décortiquant l'impact climatique réel des crises... L'augmentation de CO<sup>2</sup> atmosphérique est terriblement constante depuis 30 ans : aucune trace de la majorité des crises », explique le professeur au Département de géomatique appliquée. Il espérait manifestement trouver au moins de petits effets positifs à ces crises. Comment expliquer que ces ralentissements ne transparaissent pas? Pour Alain Royer, le coupable est clair : un effet de pendule a suivi les 8 crises économiques survenues depuis 1987. Cet effet est tantôt exacerbé, tantôt minimisé par les capacités de l'environnement à absorber l'afflux de CO<sup>2</sup> généré par l'activité humaine.

Quand l'humanité se réveille après une pause économique, elle relance la machine à vitesse grand V, pour rattraper le temps « perdu ». Et elle le rattrape. Dans 5 cas sur 8, elle court même plus vite que le temps lui-même. Dans les 3 autres cas? « Les émissions augmentent aussi, par la suite, déplore Alain Royer. Juste plus lentement... ».

**Après l'éclatement de la bulle technologique, entre 2000 et 2003, l'indice boursier canadien a perdu 45 %. Et la reprise a été fulgurante : en 2003 et 2004, les émissions de CO<sup>2</sup> dans l'atmosphère ont bondi de plus de 150 %!**

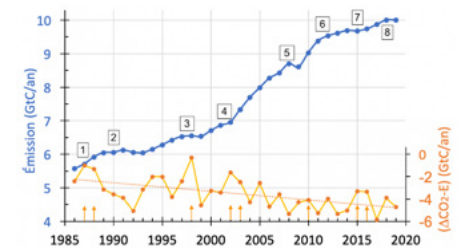
Autre exemple : en 2007 et 2008, la crise des prêts hypothécaires à risque et la crise du crédit causent une récession qui ralentit l'économie canadienne en 2009. L'indice boursier canadien chute alors de 44 %. Et le rebond relatif des émissions est spectaculaire : plus de 200 %, en 2010. La concentration de CO<sup>2</sup> atmosphérique dépend donc beaucoup des êtres humains... mais aussi d'autres êtres vivants.

### Les végétaux dans la balance

Bon an, mal an, les végétaux absorbent du CO<sup>2</sup>, palliant celui émis par les humains et le sol. Or le bilan annuel varie selon les conditions climatiques causées par des phénomènes naturels aux effets et aux interrelations mal connus. Les végétaux, marins comme terrestres, sont la clé de l'absorption du CO<sup>2</sup>. Les algues, le phytoplancton et surtout les

forêts jouent un rôle primordial dans la purification de l'air, par la photosynthèse. Plusieurs paramètres influencent l'ampleur de cette photosynthèse, par laquelle les végétaux transforment le CO<sup>2</sup> en oxygène. Par une année au temps chaud et humide, les feuillages luxuriants absorbent davantage de CO<sup>2</sup> que si la froideur et la sécheresse dominent pendant 12 mois. Certains événements imprévisibles jouent aussi un rôle. Le professeur Royer évoque l'éruption du volcan Pinatubo, aux Philippines, en 1991. Juste après la guerre du golfe persique. Les particules émises par le Pinatubo ont formé un écran entre la planète et le soleil, en plein été, créant des conditions propices à l'absorption de CO<sup>2</sup>.

En bleu, les émissions relatives de CO<sup>2</sup>; en jaune, la capacité d'absorption naturelle de la planète



Alain Royer, crédits : Université de Sherbrooke, 2020.

Le problème est donc complexe... Les émissions augmentent toujours, et toujours plus que ce que la planète arrive à compenser. Bien que sa capacité naturelle à « nettoyer » un peu l'atmosphère du CO<sup>2</sup> résiste, elle faiblit. Les alertes lancées par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, ou GIEC, rappellent d'ailleurs régulièrement que le temps disponible se réduit. On est dans un cercle vicieux qui s'accélère. Dans ce contexte, comment maximiser les chances de vivre un après-COVID vert?

### L'équilibre entre durée et conscience

Le professeur Alain Royer marque un silence avant de répondre à la question. Finalement, il se lance. « Il faut penser sur la durée, dit-il. Et miser sur la conscience. » Les gens se réjouissent parce qu'on voit maintenant l'Himalaya, alors qu'il était caché par la pollution avant. C'est une

excellente nouvelle, pas un miracle. Un système relancé trop vite, dans la même optique qu'avant la crise, anéantira les effets à long terme. Il souligne aussi qu'il s'agit d'événements locaux, ponctuels... rien qui donne un indice pour les effets à l'échelle du globe. Ceci dit, voir à quelle vitesse un impact négatif se résorbe est très enthousiasmant. On l'avait observé en Chine avec les Jeux olympiques de Pékin. L'arrêt des usines pendant quelques semaines avait amélioré la qualité de l'air. Et la conscience? « Avec les mesures de distanciation sociale et la pause dans l'économie, plusieurs ont dû modifier leur mode de vie. Moins de consommation, moins de déplacements, plus de temps... » À la reprise, chacune et chacun doit réfléchir aux changements à conserver à long terme. Ils ne seront pas tous possibles, mais certains,

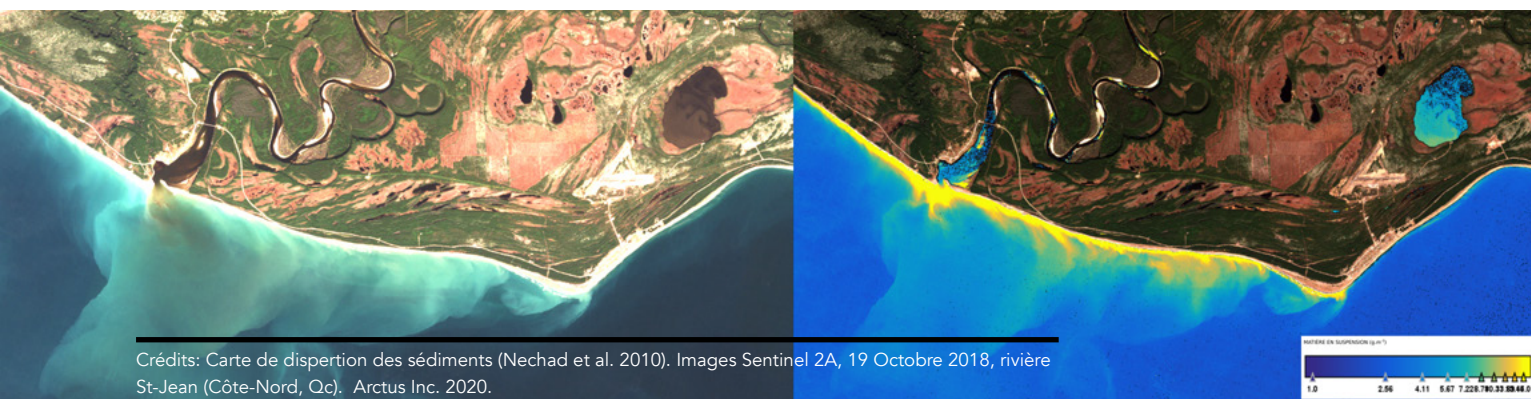
oui. Il faut lutter contre ce qu'on peut changer. Le professeur évoque ses propres recherches, effectuées aux pôles... Certaines se réalisent avec un hélicoptère. Difficile, en effet, d'utiliser vélo ou trottinette sur la banquise. Mais Alain Royer réfléchit déjà aux activités sur lesquelles il a du pouvoir, notamment sa participation à des colloques internationaux.

#### Le poids de l'économie et du politique

Durée et conscience se transposeraient aussi – idéalement – aux plans économique et politique. « L'argent qu'elles recevront pour la relance est une occasion pour les entreprises : celle d'adopter de nouveaux modes de fonctionnement, en concordance avec les recommandations en matière de développement durable. » D'ailleurs,

si le gouvernement choisissait vraiment une relance verte, toute aide gouvernementale pourrait être assortie d'impératifs liés à l'environnement. Mais le chercheur reste sceptique à cet égard. Les gouvernements devront réagir très vite, alors que les effets se jouent sur la durée... Et le long terme, ce n'est pas une contrainte politique très forte, quand on exerce le pouvoir 4 ans. Le professeur prend ses bouffées d'espoir auprès des pressions citoyennes et des paramètres particuliers du contexte actuel. Que cette crise incomparable serve d'inspiration aux peuples, aux gouvernements... et à la planète.

**Alain Royer**



## Solutions d'observation de la terre pour résoudre les problèmes d'érosion côtière, leurs impacts sur les écosystèmes et les risques pour les infrastructures

Par Thomas Jaegler et Simon Bélanger, Arctus

La plupart des régions côtières du Canada subissent les impacts des changements climatiques, un phénomène qui s'accroîtra encore dans l'avenir. Par exemple, le gel de plus en plus tardif et la rupture précoce

des pieds de glace, qui protégeaient naturellement la côte par le passé, augmentent la vulnérabilité des communautés et des infrastructures dans plusieurs zones côtières. Ces zones abritent aussi certains des écosystèmes les plus productifs de la planète, lesquels produisent des services d'une importance fondamentale pour les économies et les populations qui y vivent.

Afin de résoudre les défis liés à la surveillance des zones côtières dans le contexte du changement climatique, le projet en titre vise à mettre en œuvre un système de surveillance efficace et abordable, capable de fournir des informations satellitaires actualisées sur les changements qui se produisent dans les zones côtières de grande valeur économique et scientifique. Les livrables du projet incluent la cartographie des habitats côtiers végétalisés et des

solides totaux en suspension dérivés de l'imagerie optique, ainsi que la dynamique des glaces côtières et du littoral à partir de l'imagerie SAR comme indicateurs de la vulnérabilité côtière.

Les produits d'OT pourront être utilisés par les agences, institutions et autorités chargées de la surveillance et de la gestion opérationnelles des zones côtières. Dirigé par ARCTUS inc. (Rimouski, QC) en tant que maître d'œuvre, le projet a été inclus dans le portefeuille de projets de l'Agence spatiale canadienne sur les Impacts du Changement Climatique et de la Résilience des Écosystèmes (ICCCE). Il sera développé en étroite collaboration avec Hatfield Consultants (Vancouver, BC), la Chaire de recherche en géoscience côtière de l'Université du Québec à Rimouski et ARGANS Ltd (Plymouth, UK).



## Une technologie laser pour mieux réagir lors d'inondations à Gatineau

-

Référence : [Radio-Canada](#)

La Ville de Gatineau octroie un contrat d'un peu plus de 1 million de dollars à une firme de Québec pour cartographier les zones inondables sur son territoire. Ces données de haute précision seront obtenues à l'aide d'un télédéteur laser (LIDAR). Les images géoréférencées permettront ensuite d'obtenir une cartographie en deux dimensions.

Cette modélisation permettra de représenter de façon très fidèle les cours d'eau et leur comportement lors d'inondations, une aide précieuse selon le maire de Gatineau, Maxime Pedneaud-Jobin. À l'approche de fortes précipitations ou de la hausse du niveau

des cours d'eau, la Municipalité sera mieux préparée à réagir et à informer les citoyens. Avec un outil comme ça, notre marge d'erreur va être de moins en moins grande, soutient le maire.

**« Les données précises au millimètre près – quelles maisons vont être touchées en premier, quand le premier plancher va être touché – pour les services d'urgence, c'est une information extrêmement utile. »**

Cédric Tessier, conseiller et président du comité exécutif

Avec des données en amont, ça va être plus facile de prévoir où l'eau va monter plus rapidement pour que des interventions soient faites, explique le conseiller et vice-président du comité exécutif, Cédric Tessier. Par exemple, les crues printanières de 2017 et de 2019 n'étaient pas identiques. En 2019, le secteur d'Aylmer a été davantage touché.



Le niveau de la rivière des Gatineau a touché de nombreuses maisons dans le secteur d'Aylmer au printemps dernier (archives). Crédits : Radio-Canada.

## Campagne de terrain du GRIMP : Roger's Pass, Colombie-Britannique, Canada

-

Référence : [Université de Sherbrooke](#)

Une campagne de terrain neige alpine du GRIMP a eu lieu l'an dernier dans la vallée de Roger's Pass dans le Parc national des glaciers du Canada en Colombie-Britannique. L'objectif principal de la campagne était de récolter des données in situ pour trois projets de doctorat.

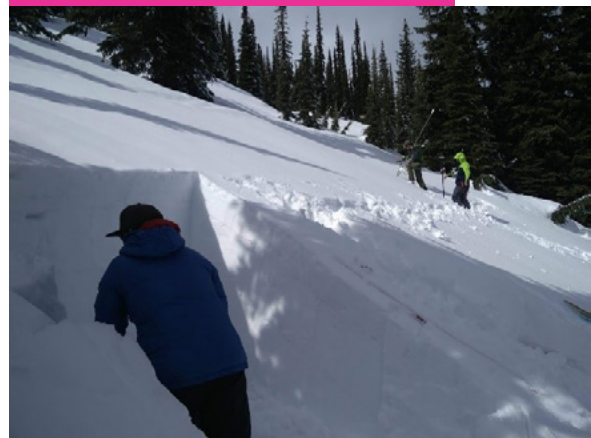
Le premier projet, porté par Francis Meloche et réalisé en cotutelle entre l'Université du Québec à Rimouski et l'Université de Sherbrooke vise à mieux comprendre la variabilité spatiale des couches faibles dans le manteau neigeux en vue d'améliorer la prévision du risque d'avalanche. Pour ce faire, une pente expérimentale a été choisie et des mesures de résistance de la neige ont été réalisées. Les points de mesures sont

géolocalisés précisément à l'aide d'un système GPS différentiel dans le but de pouvoir créer ensuite un modèle 3D de la résistance du manteau neigeux dans la pente étudiée.

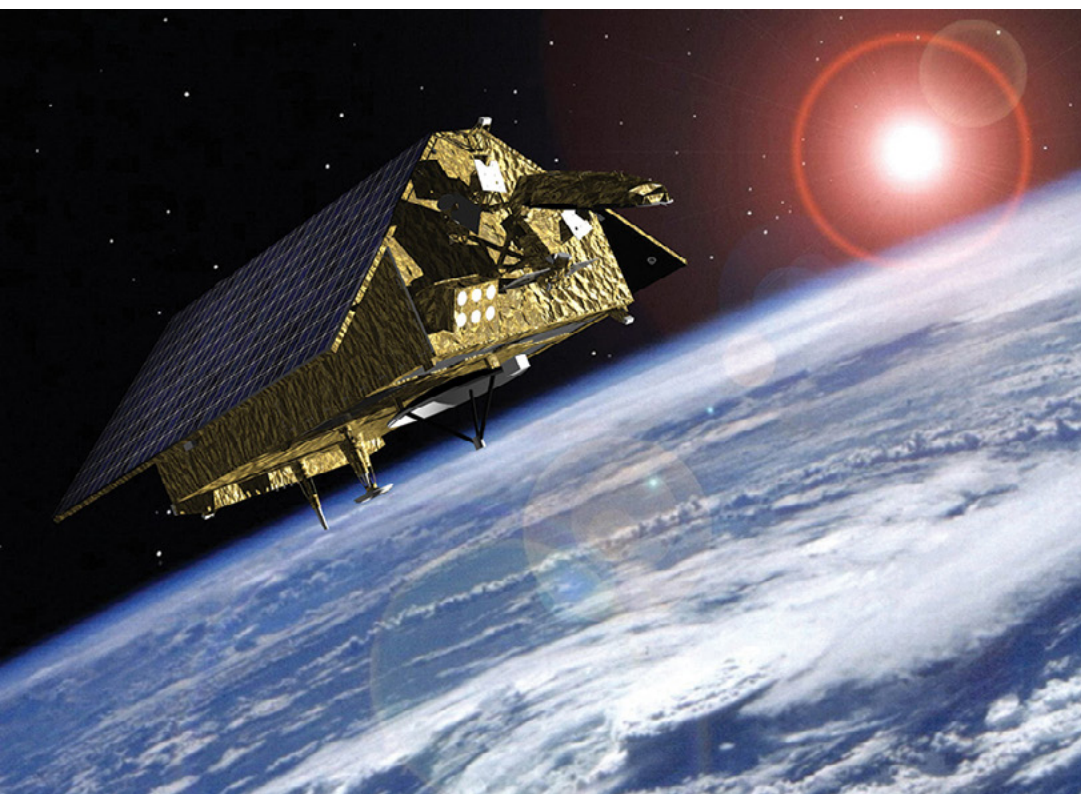
Le second projet, mené par Jean-Benoît Madore et dirigé par le professeur Alexandre Langlois a pour but d'améliorer la modélisation de la percolation de l'eau dans le manteau neigeux. Diverses expériences et relevés sont effectués pour atteindre cet objectif, notamment la mesure du profil vertical de la teneur en eau liquide au sein du manteau neigeux à l'aide de plusieurs instruments dont la physique de mesure est différente.

Enfin, le dernier projet est réalisé par Paul Billecocq et dirigé par le professeur Langlois également. L'objectif principal de ce projet est de contribuer à l'amélioration de la détection de la dynamique de fonte du manteau neigeux à l'échelle d'un massif montagneux. Pour ce faire, la télédétection radar est utilisée et des mesures terrain d'humidité dans le manteau neigeux sont réalisées en synchronisation avec les passages du

satellite. Une des applications principales de ce projet serait de mieux anticiper les cycles d'avalanches humides qui sont particulièrement destructeurs.



Puits de neige et mesure de résistance géolocalisée en arrière-plan. Crédits : U. Sherbrooke.



Sentinel-6 transportera un altimètre radar pour mesurer la topographie des océans. Cette information est essentielle pour la surveillance continue des variations du niveau des mers, un indicateur clé du réchauffement global. Crédits : ESA.

## Océans : quand le climat fait grimper le niveau

Référence et crédits : [CNES](#)

Les océans jouent un rôle primordial dans notre subsistance. Grâce aux données spatiales, nous sommes en mesure de mieux comprendre leur fonctionnement et leur évolution. Et les prévisions annoncées par le dernier rapport du GIEC ne sont pas de très bon augure.

Les chiffres sont éloquentes sur la place des océans sur notre planète et au sein de nos sociétés. Approximativement 70 % de la surface de la Terre est recouverte par l'océan. Plus de 60 % de la population mondiale vit dans la grande zone côtière, ce qui représente 3,8 milliards de personnes résidant à moins de 150 km du rivage, et qui dépendent des ressources alimentaires et

des protéines qu'il fournit. Enfin, l'océan se trouve au cœur du système climatique planétaire puisqu'il absorbe plus de 25 % du CO<sup>2</sup> émis chaque année par l'Homme et fournit 50 % de l'oxygène produit sur Terre. Autant dire que les océans méritent notre attention !

Depuis près de 30 ans, les satellites altimétriques constituent l'un des outils privilégiés pour les observer. Le CNES a développé une expertise mondialement reconnue dans ce domaine avec le lancement de Topex-Poseidon en 1992, suivi des missions Jason et Sentinel. Ces observations par satellite, complémentaires de celles obtenues par marégraphie, offrent 2 avantages majeurs : l'observation quasi globale de l'ensemble du domaine océanique, avec un temps de revisite de quelques jours seulement, et une mesure « absolue » du niveau de la mer (sans contamination par les mouvements verticaux de la croûte terrestre). Les données récoltées, traitées par le CNES, CLS et le LEGOS, et utilisées notamment dans le dernier rapport du GIEC, ont ainsi pu mettre en évidence une hausse globale du niveau des océans depuis 28 ans.

Fruit d'une collaboration internationale de près de 180 scientifiques issus de

plus de 87 pays, le Rapport Spécial sur l'Océan et la Cryosphère, publié en septembre 2019, évalue les processus physiques et les impacts des changements climatiques sur les écosystèmes océaniques, côtiers, polaires et de montagne.

Benoit Meyssignac, chercheur au Laboratoire d'études en géophysique et océanographie spatiales (LEGOS) et au CNES, a participé à la rédaction de ce rapport, qui résume l'ensemble des recherches mondiales sur ce sujet.

**« Depuis 2014, on observe que le niveau de la mer augmente rapidement, de l'ordre de 3,6 mm/an à l'échelle du globe. Il y a deux facteurs à cela : d'un côté, la chaleur augmente en raison du déséquilibre énergétique en haut de l'atmosphère. Les océans absorbent ainsi 90% de l'excédent de chaleur dû aux gaz à effet de serre. Sous l'effet de la dilatation thermique, l'océan plus chaud prend aussi plus de place et fait monter le niveau de la mer. Le deuxième facteur, et celui qui compte le plus dans cette hausse, c'est la fonte des glaciers – calotte polaire et glaciers de montagne – liée à la hausse de la température de l'atmosphère. »**

Par exemple, depuis 2006, les calottes glaciaires de l'Antarctique et du Groenland ont perdu en moyenne 430 milliards de tonnes chaque année.

Dans le rapport du GIEC, 4 scénarios d'émission de gaz à effet de serre (GES) servent de base aux projections sur la hausse du niveau des océans. Ces scénarios donnent un éventail des futurs émissions possibles de gaz à effet de serre.

Dans le cas du scénario 1 et d'une réduction drastique des émissions de GES (en suivant les recommandations de la COP21 par exemple), le niveau des océans monterait de 43 cm d'ici à 2100.

Dans le cas du scénario 4 et d'une situation sans aucune réduction des GES, cette hausse atteindrait 84 cm d'ici à 2100 et potentiellement 1,10 m selon les modèles pessimistes.

**« Mais quel que soit le scénario retenu, le niveau des océans restera élevé pendant des millénaires, »** précise



Benoit Meyssignac. Pourquoi ? Parce que le système climatique a une grande inertie de réponse. « L'océan met des milliers d'années à absorber les GES et la chaleur dûe au déséquilibre radiatif causé par les gaz à effet de serre. Même si on arrêta d'émettre des GES aujourd'hui, l'océan mettrait encore longtemps à absorber le surplus. Et les calottes polaires, elles aussi, sont dans une dynamique très lente ».

Le scientifique va même plus loin : **« même si on enlevait le surplus de GES de l'atmosphère, ce qui est technologiquement impossible aujourd'hui, le système climatique continuerait de répondre sur des milliers d'années à cause des changements enclenchés dans la circulation océanique et dans la cryosphère. »**

Le phénomène est donc irréversible et l'eau va continuer de monter. Mais toutes les simulations montrent qu'il est d'autant moins intense et moins rapide que l'on diminue les émissions de GES. La grande question qui demeure est : dans quelles proportions après 2100 l'eau va t-elle monter ? En effet, au-delà de 2100, les modèles concernant les prévisions d'augmentation sont peu fiables car ils intègrent mal un certain nombre de facteurs aggravants, pour l'instant difficilement quantifiables, comme le comportement de calotte polaire ou le dégel du permafrost.

Dans le dernier rapport du GIEC, les projections liées à la perte de masse de l'Antarctique ont été mises à jour, notamment grâce à l'étude d'un phénomène mieux compris aujourd'hui : le Marine Ice Sheet Instability (l'instabilité des langues de glaces).

**« Il s'agit d'un processus fine échelle entre l'océan et la calotte. L'océan plus chaud va faire fondre les langues de glace de la calotte qui s'érodent et se cassent plus rapidement, accélérant ainsi l'écoulement de la glace dans les bassins Antarctique et dans l'océan. »**

Ce phénomène a pu être pris en compte dans les modélisations des scientifiques. **« Si on part sur un scénario de réduction drastique des émissions de gaz à effet de serre, les effets de**

**ce phénomène se quantifieraient à une hausse de quelques centimètres supplémentaires des océans en 2100. Si on part sur un scénario sans réduction drastique de GES, le Marine Ice Sheet Instability pourrait contribuer à une hausse de plusieurs dizaines de centimètres des océans d'ici 2100. »**

Ces projections pourraient être aggravées par d'autres phénomènes, encore mal compris, non modélisés et sur lesquels il n'y a pas de consensus parmi la communauté scientifique, mais qui pourraient eux aussi accélérer la perte de masse de l'Antarctique. **« Un climat significativement plus chaud ouvrirait la voie à ce type de processus générant de nouvelles instabilités. »**

Parmi ces phénomènes, on peut en citer deux :

- Le Ice Cliff Instability, « qu'on observe au Groenland mais pas encore en Antarctique. Lorsque les langues de glace fondent en surface, l'eau ruisselle et percole à travers la glace. Cette eau regèle en hiver et fait ainsi casser les langues de glace très en amont des glaciers, ce qui accélère leur écoulement vers la mer ».
- La rétroaction de la glace de mer. En fondant, les glaciers de l'Antarctique génèrent de grandes quantités d'eau douce qui viennent s'accumuler à la surface de l'océan (l'eau douce étant moins dense que l'eau salée). « Cette accumulation d'eau douce en surface va « isoler » la partie plus profonde et plus chaude de l'océan. La conséquence directe est que cela augmente la quantité de chaleur amenée par l'océan sous les langues glacières et accélère la fonte sous glaciaire et donc l'écoulement des langues dans la mer. »
- La hausse du niveau des océans a de multiples répercussions, à la fois sur les communautés côtières et les écosystèmes côtiers : érosion des côtes, submersions permanentes et lors des événements extrêmes, perte des mangroves, salinisation des aquifères côtiers, perte de terres cultivables, etc.

- L'une des conséquences notables sera l'augmentation de la fréquence des événements extrêmes de niveau de la mer. Prenons l'exemple de la tempête Xynthia, avec une surcote de ~1,5 m à la Rochelle au moment le plus intense de la tempête. Dans le futur, si le niveau de l'océan augmente d'1m, il suffira d'une petite tempête avec une surcote de 50 cm, qui sont bien plus communes et fréquentes, que des tempêtes comme Xynthia, pour atteindre le même niveau qu'une tempête exceptionnelle. Conclusion : « si on suit le pire scénario en 2100, on aura tous les ans des niveaux extrêmes de la mer, équivalents aux niveaux extrêmes que nous expérimentons aujourd'hui seulement une fois par siècle. »

- Le rapport s'interroge également sur l'exposition et la vulnérabilité des villes côtières. L'élévation du niveau de la mer est une préoccupation majeure pour les zones côtières où vit 27% de la population et où se trouvent la moitié des mégapoles du monde, comme Tokyo, Shanghai, Calcutta, Mumbai, Jakarta, Le Caire, New York, Rio de Janeiro, Buenos Aires, etc. Les nombreuses petites îles de l'océan Pacifique et de l'océan Indien, sont elles aussi en première ligne. Déjà touchées par l'érosion, elles sont menacées par la submersion. C'est notamment le cas des Maldives. Si le niveau des océans montait de plus d'un mètre, elles disparaîtraient complètement.
- « Le rapport pointe les grandes disparités de risques qui existent dans le monde, la capacité à s'adapter des zones côtières habitées étant intrinsèquement liée au niveau de richesse. »

**« Les mégapoles pourront gérer d'ici 2100 tous les scénarios en se protégeant derrière des digues par exemple. A l'inverse, les zones pauvres seront abandonnées, avec potentiellement 140 millions de réfugiés climatiques dans le monde entier »** selon le rapport du GIEC.

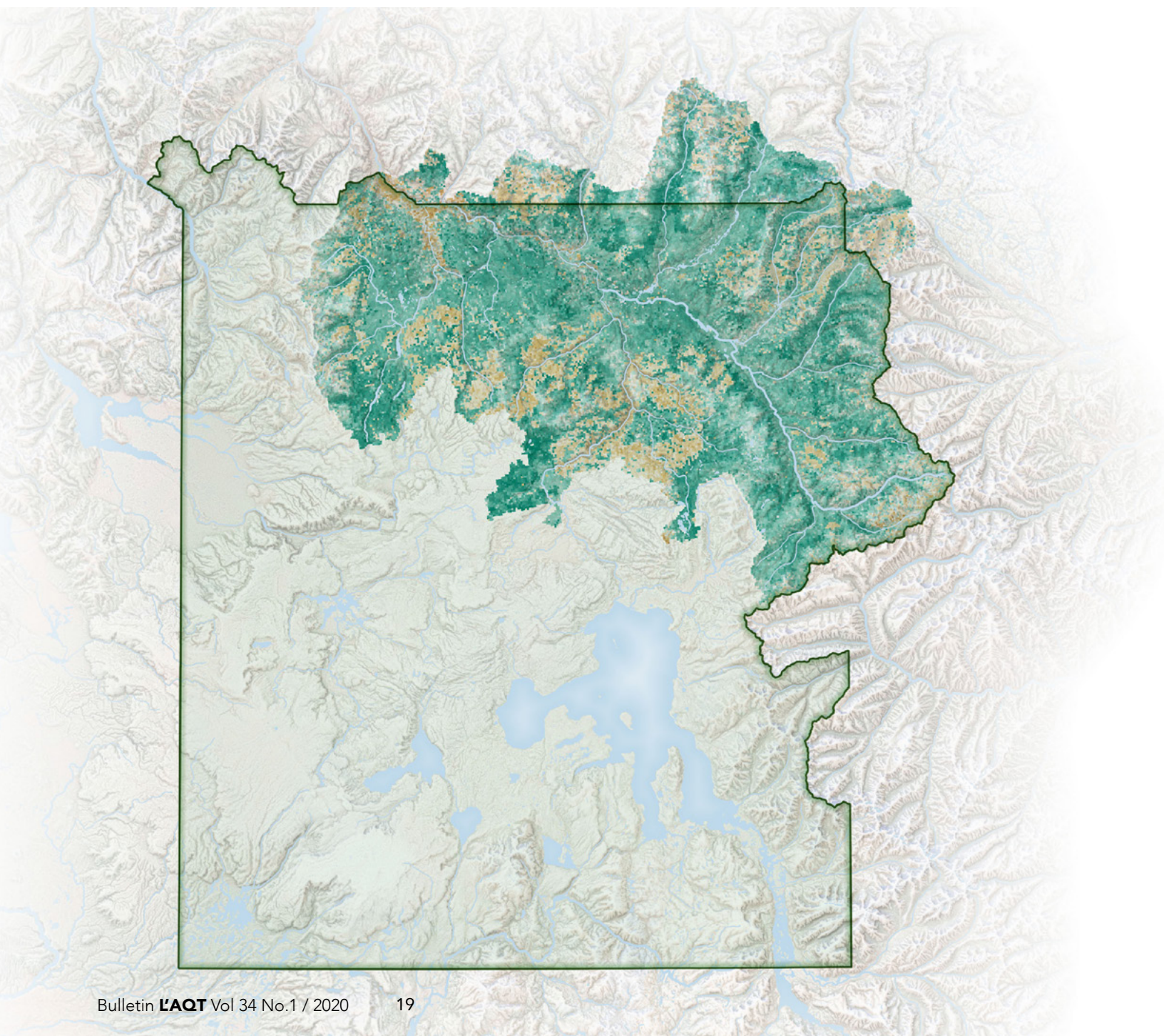


## L'effet des changements climatiques sur les populations de bisons illustré à partir de données MODIS

Référence : NASA

Depuis les dernières décennies, les populations de bisons du Parc national de Yellowstone sont en forte croissance. Cette augmentation est liée à des efforts de conservation, mais aussi due à l'abondance de nourriture pour les animaux. Une nouvelle étude de la NASA vient d'illustrer le lien entre les changements climatiques, la productivité des terres et la prolifération des bisons. Pour en apprendre plus et pour visualiser les cartes réalisées à partir des données MODIS (Aqua & Terra), rendez-vous [ici](#).

Fluctuations des fins de saisons de croissance de végétation entre 2001 et 2017 : Parc national de Yellowstone. Crédits : NASA.





## Le « Grand Mur Vert » : L'AQT souligne la Journée mondiale de lutte contre la désertification et la sécheresse

Par Guy Aubé

Le 17 juin 2020, l'Association Québécoise de Télédétection (L'AQT) soulignait le 26<sup>e</sup> anniversaire de la [Journée mondiale de lutte contre la désertification et la sécheresse](#).

Le terme « désertification » désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les activités humaines et les variations climatiques. Contrairement à l'opinion répandue, la désertification n'est pas la transformation de la terre en désert. La désertification se produit du fait de l'extrême vulnérabilité des écosystèmes des zones sèches à la surexploitation et à l'utilisation inappropriée des terres.

La pauvreté, l'instabilité politique, la déforestation, le surpâturage et des

pratiques d'irrigation inappropriées peuvent entraver la productivité des terres (ONU, 2020). La Journée mondiale de lutte contre la désertification et la sécheresse est célébrée chaque année le 17 juin pour sensibiliser l'opinion publique à cette question et aux efforts à faire au niveau international. Cette journée est une occasion unique de rappeler à chacun que la neutralité en termes de dégradation des terres est possible moyennant un fort engagement de la communauté et une coopération à tous les niveaux (ONU, 2020).

Des actions basées sur une compréhension claire des droits, des retombées positives et des responsabilités d'une bonne gestion des terres peuvent aider à faire face aux retombées de la COVID-19 en s'attaquant à l'un des principaux facteurs environnementaux des épidémies émergentes de maladies infectieuses. Dans le même temps, le renforcement de la résilience de nos systèmes d'alimentation et d'eau peut aider à réduire les effets de la pandémie sur la pauvreté et l'insécurité alimentaire mondiales.

Aujourd'hui, la devise « terre saine = personnes en bonne santé », promue par la Convention sur la lutte contre

la désertification, est plus que jamais d'actualité (ONU, 2020). Un projet des projets ambitieux de lutte contre la désertification est le Grand Mur Vert (« Great Green Wall »). Il vise entre autre à améliorer la qualité de vie dans les régions désertiques de l'Afrique en y plantant une ceinture d'arbres à travers tout le continent. Une fois complété, le « mur » sera la plus large structure vivante de notre planète et traversera 20 pays, du Sénégal au Djibouti. En 2030, cette initiative aura permis de restaurer 100 millions d'hectares de terre dégradée tout en permettant de séquestrer 250 millions de tonnes de carbone en plus de créer 10 millions d'emplois (Great Green Wall, 2020).

Références et crédits: Great Green Wall, Nations Unies, ESA/Copernicus, 2020.

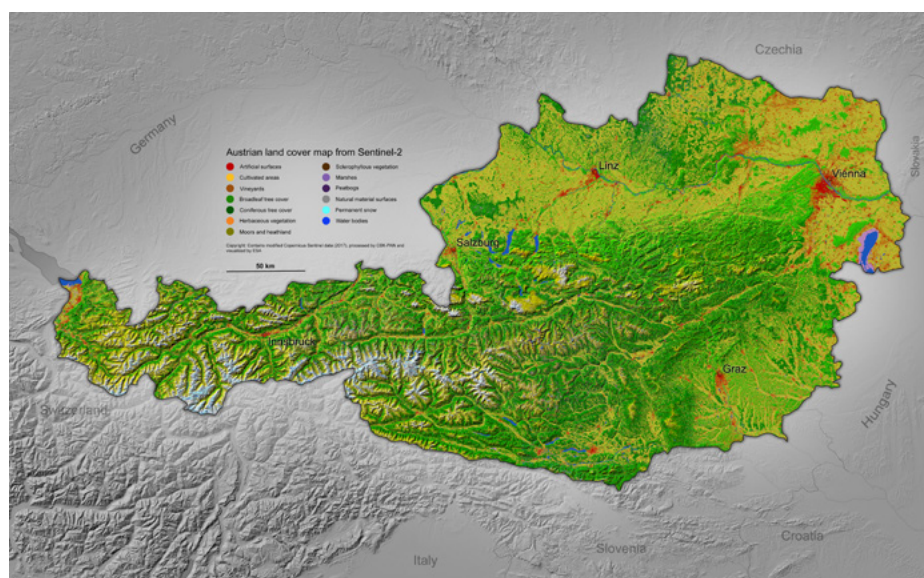
Capturée par Sentinel-2, cette image illustre la frontière entre des régions désertifiées de l'Afrique de l'ouest (Sénégal, Gambie, Guinée-Bissau) qui contraste avec les terres végétalisées. Les signes de dégradation des terres sont visibles : des « îlots » sans végétation autour des villages, des routes et des rivières. La mission Sentinel-2 est principalement utilisée pour la surveillance des terres et de la végétation. Crédits : continent des données Copernicus Sentinel modifiée, traitées par l'ESA, CC BY-SA 3.0 IGO.



## Sentinel-2 et services infonuagiques : nouvelles cartes de l'occupation du sol à 10 m de résolution

Référence : ESA

La cartographie de l'occupation du sol est essentielle pour la surveillance des changements climatiques, mais aussi pour plusieurs autres applications. Grâce à Sentinel-2 et de nouveaux services infonuagiques, de nouvelles cartes sont disponibles à 10 m de résolution pour l'Europe. Pour plus de détails, rendez-vous [ici](#).



Cartographie de l'occupation du sol en Autriche à l'aide de Sentinel-2. Crédits : contient des données Sentinel de Copernicus modifiées et traitées par CBK PAN.



# DONNÉES & OUTILS

## Jupyter

Interactive, scalable data analysis and visualization

## Desktop Apps

Remote desktop capability for analysis and visualization with conventional applications

## Kubeflow

Large scale batch processing and machine learning

## GitLab

Manage and control scripts, programs, and docker images

## FileBrowser

Browse and download our catalogue of files

Mackenzie River, Northwest Territories, Canada

## Nouveaux outils et méthodes géospatiales pour un portrait plus juste du risque d'inondation et de sa mitigation : les recherches en cours au Centre de Recherche en Données et Intelligence Géospatiales de l'Université Laval

Par Sylvie Daniel, Université Laval

La nécessité d'anticiper les risques d'inondation devient de plus en plus importante compte tenu des changements climatiques qui sont à l'origine de précipitations abondantes et de périodes de redoux au milieu de l'hiver. Ces catastrophes naturelles mettent non seulement en danger la vie de milliers de personnes, mais elles ont aussi des répercussions directes sur l'économie et sur la santé des communautés touchées. Dans ce contexte, plusieurs initiatives majeures ont vu récemment le jour au Québec, comme le projet [Info-Crue](#) ou bien encore le Réseau Inondations InterSectoriel du Québec [RIISQ](#). Plusieurs projets de recherche multidisciplinaire en lien avec les inondations sont également menés au Centre de Recherche en Données et Intelligence Géospatiales (CRDIG) de l'Université Laval.

Ainsi, le projet [ORACLE-2](#) repose sur l'utilisation des plus récentes technologies géomatiques (ex. LIDAR mobile, drone) et le développement de méthodes géospatiales pour supporter la production d'un portrait du risque lié

aux inondations. Il vise principalement à fournir une connaissance exhaustive sur les bâtiments en zone inondable mais également à délimiter ces dernières de façon plus rapide et précise afin de mieux soutenir la prise de décision dans tous les aspects de la gestion du risque. La production d'un portrait du risque lié aux inondations passe aussi par une meilleure caractérisation des zones littorales et côtières où les données sont souvent manquantes et difficiles à obtenir. A cet effet, une collaboration a été amorcée entre le CRDIG et les enseignants-chercheurs de l'ENSTA Bretagne (France), membres de l'équipe PRASYS du Lab-STICC. Cette recherche, financée par le programme de thèse doctorale en cotutelle de l'Institut France-Québec Maritime (IFQM), cible une meilleure prise en compte des images multi et hyper-spectrales pour mieux comprendre et mieux décrire la zone littorale. Elle s'inscrit dans les travaux émergents de bathymétrie dérivée des satellites (i.e. satellite derived bathymetry).

Le CRDIG développe de nouveaux outils pour obtenir un portrait plus juste du risque d'inondation et de sa mitigation. Crédits : U. Laval.





## Web Map Tile Service (WMTS) : imagerie continue du gouvernement du Québec

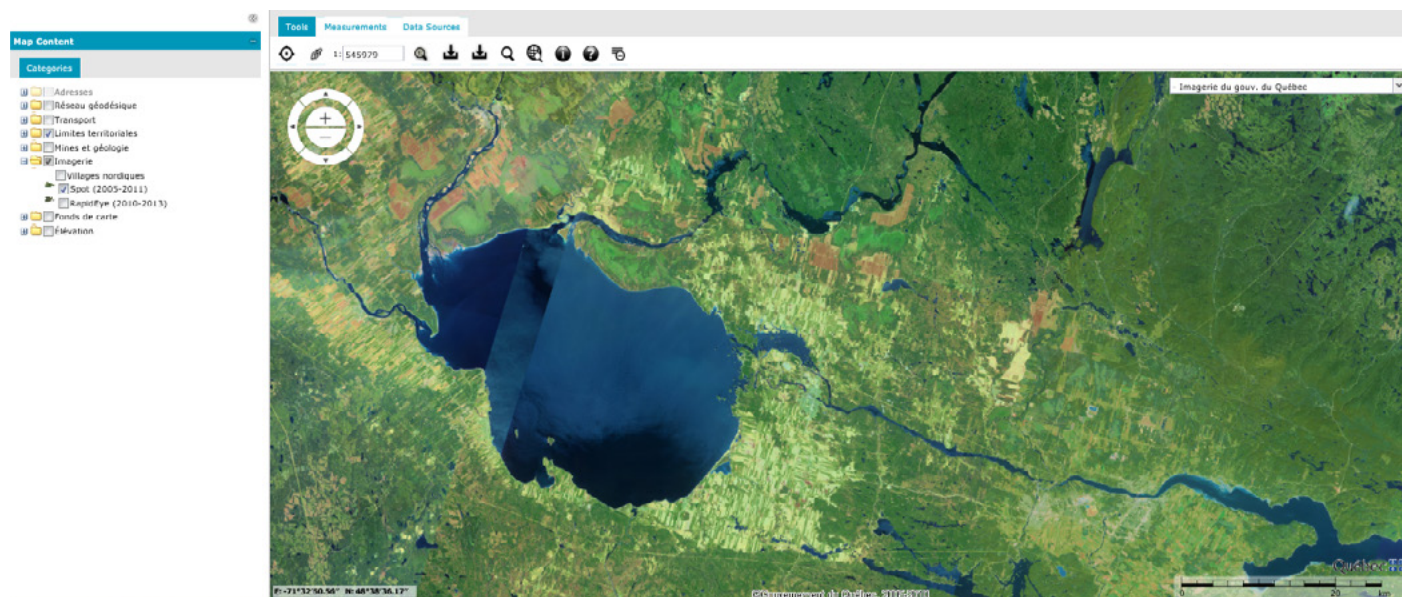
Crédits : Gouvernement du Québec

Le service web tuilé (« Web Map Tile Service », WMTS) est une référence en imagerie au gouvernement du Québec.

Il est principalement composé d'images aéroportées acquises lors des activités de partenariats et de l'inventaire écoforestier des dernières années. L'imagerie satellitaire RapidEye 2010 à 2013 est affichée jusqu'à l'échelle 1 : 150 000 et l'imagerie Blue Marble est disponible à l'échelle mondiale. Le service Web couvre presque la totalité du territoire au sud du 52° parallèle, avec une superficie de 600 000 km<sup>2</sup>. L'imagerie continue est accessible uniquement en visualisation dans les cartes interactives du gouvernement du Québec, et l'adresse

du service (URL) n'est pas diffusée publiquement et ne peut être utilisée. La Direction générale de l'information géospatiale du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles gère cette initiative. Plus de détails [ici](#).

Exemple d'interface du WMTS illustrant la couverture Spot dans la région de Saguenay-Lac-Saint-Jean. Crédits : Gouvernement du Québec.



## GEO Analytics Canada Demonstration Platform for Big Earth Observation Data

Par Andy Dean, Jason Suwala et Jean-Simon Michaud, Hatfield Consultants

Dans le cadre du programme Solutions Innovatrices Canada de l'organisme fédéral Innovation, Sciences et Développement économique Canada, Hatfield a développé [GEO Analytics Canada](#) en réponse à un « défi d'innovation » de l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC).

L'ASPC surveille les risques associés aux maladies transmises par les tiques et les moustiques au Canada. Les données d'observation de la Terre par

satellite (OT) peuvent être utilisées pour estimer et surveiller les déterminants environnementaux et climatiques de ces maladies. Cependant, **les données d'OT par satellite sont désormais trop volumineuses pour être analysées à l'aide des outils d'analyse sur ordinateurs personnels.**

GEO Analytics Canada utilise des systèmes de stockage et d'informatique en nuage extensible qui peuvent stocker et analyser les données d'OT par satellite couvrant une grande partie de la masse continentale canadienne.

Notre approche de conception et de mise en œuvre de la plateforme de démonstration *GEO Analytics Canada* intègre les éléments suivants:

1. **Amener l'utilisateur aux données** – Afin de réaliser des analyses de données géospatiales de haute performance, il est essentiel d'amener

l'utilisateur aux données et d'éviter le téléchargement dans la mesure du possible.

2. **Réseau ouvert et collaboratif** – Notre plateforme est conçue pour faire partie d'un réseau de services de données et de services informatiques, interopérant sur des connexions Internet à large bande passante. Ce modèle réduit la nécessité pour une seule organisation d'assumer la responsabilité de l'ensemble des infrastructures, permettant à chacune de se concentrer sur ses points forts et de maximiser un budget limité. Nous voulons collaborer avec d'autres acteurs du secteur, alors que nous développons des plateformes géospatiales interreliées basées sur les services d'informatique en nuage.



### 3. Indépendant du fournisseur

**d'infrastructure** – Tous les outils et systèmes sont conçus pour être indépendants du fournisseur d'infrastructure et peuvent être installés sur une grande variété de fournisseurs de services infonuagiques. Cela permet de poursuivre des architectures hybrides et multinuages qui exploitent les dépôts de données préexistants, permettant par exemple l'apprentissage automatique distribué (distributed machine learning) avec calcul effectué à proximité des dépôts de données d'OT préexistants.

### 4. Soutenir la science ouverte

Tous les outils et systèmes de la plateforme de démonstration respectent les principes de la science ouverte: « ouverture, transparence, contrôle et traçabilité des résultats, accès à un grand volume de données complexes et disponibilité des outils de source ouverte mis au point par la collectivité ».

### 5. Axée sur le Canada

La plateforme **Geo Analytics Canada** conserve entièrement ses données au Canada et utilise des ressources informatiques canadiennes. Cela supporte les organisations canadiennes qui sont tenues de respecter les lois canadiennes sur la confidentialité qui exigent que les données soient conservées au Canada.

La plateforme de démonstration comprend des systèmes personnalisés entièrement intégrés qui sont construits à même les systèmes de stockage et de calcul basés sur le nuage et qui permettent la visualisation et l'analyse des données d'OT sans la nécessité de télécharger les données. La plateforme comprend des systèmes d'authentification, de sécurité et de gestion des utilisateurs, d'interrogation, de découverte, d'ingestion et de prétraitement des données d'OT, en plus d'un environnement extensible d'analyse de données basé sur *Jupyter-Lab*, un dépôt de code source privé et un registre docker, des environnements de bureau Ubuntu sur demande dans un navigateur, un système de navigateur de fichiers et

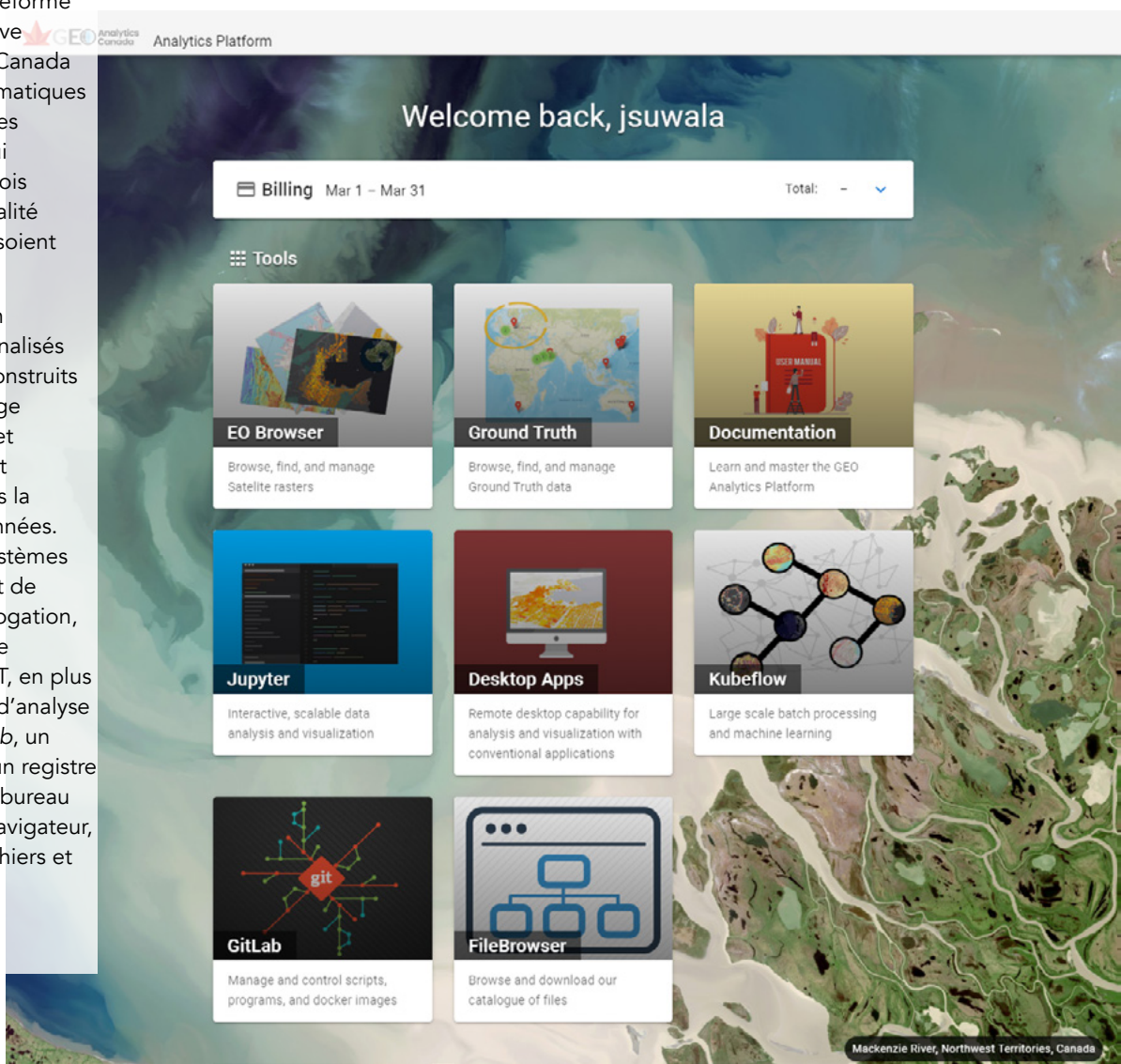
un système de gestion des données de vérité terrain.

Les tests ont confirmé la validité technique du système, incluant l'analyse haute performance de longues séries chronologiques d'ensembles de données d'OT de MODIS, Landsat 8 et Sentinel-2.

La solution d'Hatfield a atteint le niveau de maturité technologique 4<sup>1</sup>. Le développement futur de cette solution vise à augmenter les bénéfices pour le Canada et à faire progresser le niveau de maturité technologique en intégrant des capacités d'intelligence artificielle (IA), de l'apprentissage automatique distribué, des architectures multinuage et de « système de systèmes », et des ensembles de données in situ distribués utilisés pour l'apprentissage profond (*deep learning*)

<sup>1</sup>Innovation Canada, Niveaux de maturité technologique, <https://www.ic.gc.ca/eic/site/080.nsf/fra/00002.html>

Plateforme Geo Analytics Canada





# LEADER EN SOLUTIONS GÉOSPATIALES NOVATRICES

© MAXAR, capteur : Worldview-3, 30 cm, Montréal, Canada, 02-08-2019

**effigis**   
GEO SOLUTIONS

Plus de 200 satellites qui travaillent pour vous

## Aller au-delà des images

Par Christian Nadeau,  
Effigis Géo-Solutions

L'accès grandissant à une multitude de bases de données offre des possibilités pertinentes et inédites pour mieux comprendre et gérer de grands espaces géographiques. Comme revendeur d'images satellites, Effigis se spécialise dans l'analyse d'images et autres données géospatiales pour créer des produits à haute valeur ajoutée. Par exemple, nos nouveaux produits ImperOne et ImperPlus permettent de déterminer quelles sont les surfaces imperméables sur le territoire d'une municipalité, afin de mieux gérer les eaux pluviales et protéger l'environnement. Dans le secteur de la simulation visuelle (VisSim), nous offrons une variété de

prises de vues détaillées, allant de la détection des arbres, à l'application de masques pour les plans d'eau ou encore à la création de scènes hivernales précises. Notre équipe se forme continuellement pour offrir des services et une expertise dépassant les attentes.

### Surveillance forestière

Les feux de forêt qui démarrent chaque printemps exigent une surveillance efficace afin de déployer efficacement les effectifs au sol ou aériens afin d'assurer la sécurité des populations et des écosystèmes, sur l'ensemble du territoire canadien. Nous sommes très fiers d'être un fournisseur du gouvernement du Québec pour la détection automatique et le suivi des feux de forêt. Notre surveillance par satellite permet de cartographier les points chauds 24/24h.

### Appuyer l'éducation

Cette année, grâce au soutien de Mitacs, nous démarrons une nouvelle collaboration avec Yacine Bouroubi, professeur du département de géomatique appliquée de l'Université de Sherbrooke. Cinq étudiants de la maîtrise et du doctorat qui travaillent sur des projets d'intelligence artificielle en observation de la Terre seront accompagnés dans leur cheminement académique et professionnel.



## Mosaïques d'images Landsat et Sentinel du gouvernement du Québec

naturelles à travers le territoire et le temps. Ces mosaïques sont principalement utilisées pour appuyer la planification, le suivi et l'aménagement du territoire. La résolution des mosaïques va de 10 à 30 mètres. Plus de détails [ici](#).

-  
Crédits : Gouvernement du Québec

Les mosaïques d'images satellitaires sont des produits conçus en combinant plusieurs tuiles adjacentes d'images satellite du capteur Landsat ou Sentinel. La couverture des mosaïques varie selon les années d'acquisition, allant du Québec méridional à l'ensemble du Québec. Ces mosaïques sont conçues pour identifier des classes d'occupation du sol, notamment les milieux forestiers, les milieux agricoles, les milieux humides et les milieux modifiés par l'homme. Elles offrent également une vue d'ensemble sur les différentes perturbations naturelles qui surviennent sur le territoire. Au final, elles offrent un suivi facile de l'évolution du couvert forestier et des perturbations

---

Exemple de mosaïque disponible pour le secteur forestier. Crédits : Gouvernement du Québec.







Mosaïque Sentinel-2 du Québec. Crédits : Groupe SF, ESA.

## Sentinel-2 : mosaïque 2019 pour le Québec

Crédits : Groupe SF, ESA

Le Groupe Système Forêt offre un accès à une mosaïque d'images 2019 de Sentinel-2 acquise sur le territoire du Québec via son site web. Cette mosaïque contient plus de 380 images traitées. Les scènes ont été captées de juin à septembre 2019. Avec une résolution de 10 mètres,

il est possible de délimiter les perturbations récentes sur les images (ex : coupes, feux de forêts, épidémies d'insectes, chablis). Pour plus de détails et avoir un aperçu des différents découpages et tarifs qu'offre le Groupe SF, rendez-vous [ici](#).



## RADARSAT-1 : plus de 36 000 images disponibles

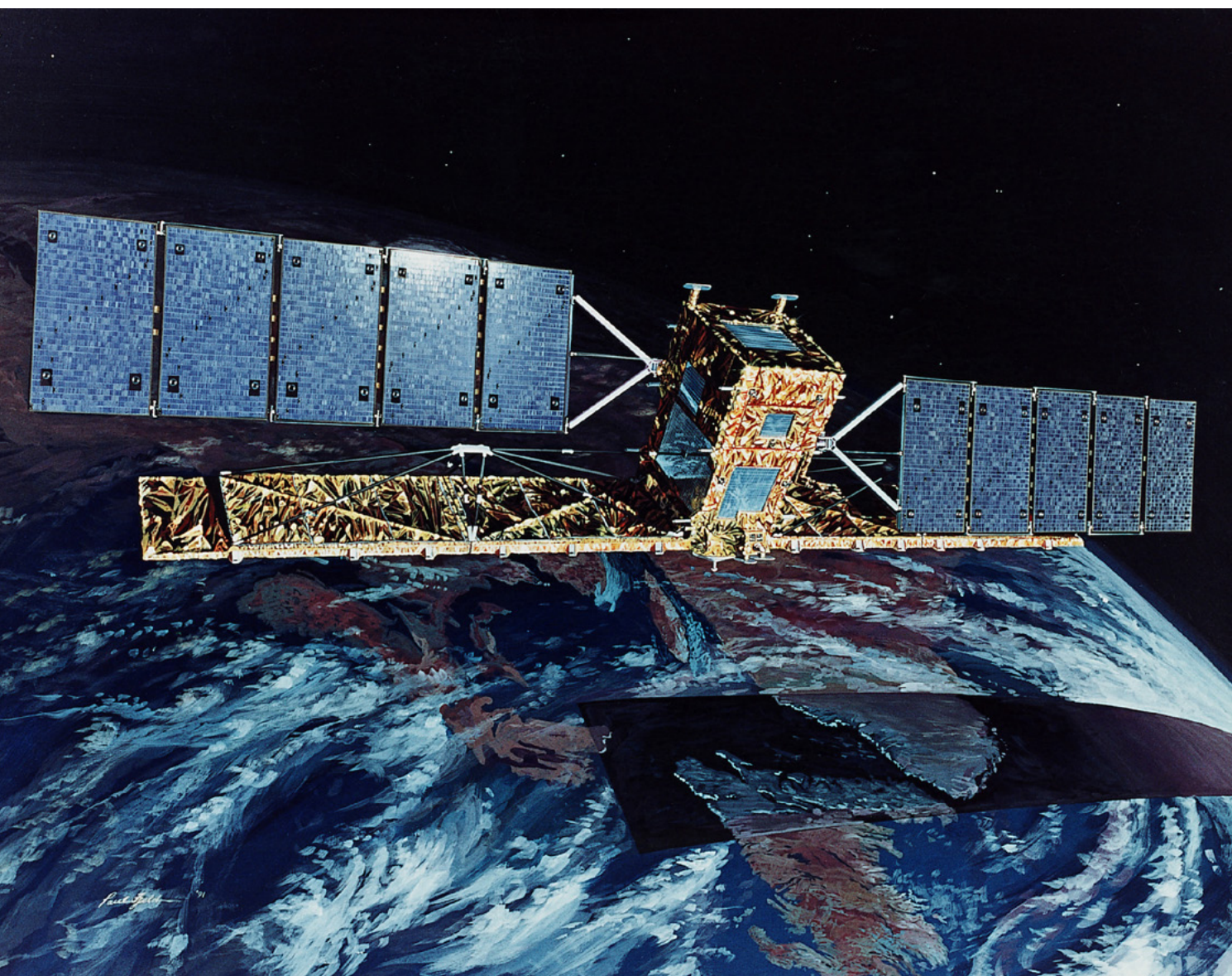
Par Julie Claveau, Christine Giguère et Catherine Casgrain, Agence spatiale canadienne.

En mars 2019, l'Agence spatiale canadienne (ASC) et le Centre canadien de la cartographie et de l'observation de la Terre ont ouvert au public plus de 36 000 images de RADARSAT-1, ceci dans l'esprit de la [Stratégie spatiale pour le Canada](#). Ces images sont disponibles gratuitement et peuvent être téléchargées depuis le Système de données d'observation de la Terre (SGDOT) du gouvernement du Canada.

La mission RADARSAT-1 a été un succès avec 18 ans de vie, de 1995 à 2013. Les données acquises ont été largement utilisées pendant la mission par le gouvernement du Canada. Aujourd'hui, les données ont toujours une valeur considérable pour la recherche scientifique et pour le développement de l'expertise en science des données. L'ASC souhaite encourager les chercheurs, l'industrie et les Canadiens à développer des applications innovantes avec ces données; des applications qui amélioreront la vie sur Terre et permettront de mieux connaître les enjeux qui touchent notre planète. C'est pourquoi l'ASC explore actuellement différentes options pour potentiellement ouvrir plus de données RADARSAT-1 au public.

Pour plus d'information, rendez-vous [ici](#).

Radarsat-1. Crédits : Agence spatiale canadienne.



## DIAS

CREODIAS

WWW.CREODIAS.EU

sobloo

WWW.SOBL00.EU

mundi  
WEB SERVICES

WWW.MUNDIWEBSERVICES.COM

ONDA

WWW.ONDA-DIAS.EU

WEKEO

WWW.WEKEO.EU

## DIAS : nouvelles plateformes de services d'accès aux données basées sur le cloud

Référence : [ESA](#)

Pour faciliter et normaliser l'accès aux données, la Commission européenne a financé le déploiement de cinq plateformes basées sur le cloud offrant un accès centralisé aux données et informations Copernicus, ainsi qu'aux outils de traitement.

Ces plates-formes sont connues sous le nom de DIAS, ou services d'accès aux données et à l'information. Les cinq plateformes en ligne DIAS permettent aux utilisateurs de découvrir, manipuler, traiter et télécharger des données et

des informations Copernicus. Toutes les plateformes DIAS fournissent un accès aux données de Copernicus Sentinel, ainsi qu'aux produits d'information issus des six services opérationnels de Copernicus, ainsi qu'aux outils basés sur le cloud (open source et/ou basés sur un paiement à l'utilisation). Chacune des cinq plateformes concurrentes fournit également un accès à d'autres satellites commerciaux ou à des ensembles de données autres que spatiales ainsi qu'à des offres premium en termes de support ou de priorité.

Grâce à un point d'accès unique pour l'ensemble des données et informations Copernicus, DIAS permet aux utilisateurs de développer et d'héberger leurs propres applications dans le cloud, tout en éliminant la nécessité de télécharger des fichiers volumineux depuis plusieurs points d'accès et de les traiter localement.

La grande majorité des données et des informations fournies par l'infrastructure spatiale Copernicus et les services Copernicus sont mises gratuitement à la disposition de tout citoyen et de toute organisation dans le monde. Copernicus met à disposition des connaissances, mais tout commence par les données.

Deux points d'accès principaux aux données satellitaires de Copernicus sont gérés par l'ASE:

### Copernicus Open Access Hub

Connu auparavant sous le nom de Sentinels Scientific Data Hub, le portail permet d'accéder aux données Sentinel via deux types d'interfaces différents : une interface graphique interactive et des API. Les deux interfaces permettent aux utilisateurs de définir différents paramètres (zone géographique, heure, type de produit, etc.) pour affiner leur recherche dans les archives de produits.



Le portail donnera également accès aux données produites par les futures missions Sentinel lorsqu'elles seront disponibles.

### Copernicus Space Component Data Access (CSCDA)

Le portail permet d'accéder aux missions contributives fournies à Copernicus selon des conditions commerciales. Par conséquent, conformément aux droits de licence, le droit d'accès et de téléchargement de ces données est réservé aux autorités publiques, aux projets européens et aux services Copernicus.

Deux points d'accès aux données

satellitaires Copernicus sont gérés par EUMETSAT:

### EUMETCast

Toutes les données environnementales, quel que soit leur format, peuvent être diffusées par EUMETCast. La plateforme fournit plus de 380 collections de produits différentes, y compris les propres données satellitaires d'EUMETSAT, les données marines et atmosphériques de Copernicus et une large gamme de produits tiers.

### Copernicus Online Data Access (CODA)

Le service Web Sentinel-3 CODA (Copernicus Online Data Access) offre un accès gratuit et ouvert aux produits

Sentinel-3 grâce à 12 mois glissants d'historiques avec accès aux données marines de niveau 1 et de niveau 2 dans différents modes de latence (quasiment en temps réel, temps limité critique, temps non critique). L'accès est fourni soit par l'interface utilisateur CODA, soit par les API CODA. L'interface utilisateur et les API permettent aux utilisateurs de définir différents paramètres (zone géographique, temps, type de produit, etc.) pour affiner leur recherche dans l'archive des produits. Au cas où les utilisateurs auraient besoin de données datant de plus d'un an, il est possible d'utiliser le Centre de données d'EUMETSAT.



## Données prêtes pour l'analyse: webinaire CEOS ARD

-

Référence : CEOS, 2020

Les « données prêtes pour l'analyse » (« Analysis Ready Data - ARD ») est un domaine d'intérêt depuis quelques

années. Cependant, la compréhension et la définition de cette appellation fluctue à travers les groupes d'utilisateurs et fournisseurs de données. Le Committee on Earth Observation Satellite (CEOS) Land Surface Imaging Virtual Constellation (LSI-VC) s'est penché sur une définition, spécifiquement pour les données « CEOS Analysis Ready Data for Land (CARD4L) » afin de mieux organiser les jeux de données en liens avec ses

spécifications. Le webinaire CEOS ARD a eu lieu le 1er juillet 2020. Les CARD4L sont des données satellites traitées avec un minimum de requis et organisées dans un format permettant une analyse immédiate avec un effort minimal de l'utilisateur. Ces données respectent aussi les principes d'interopérabilité, autant avec le facteur temps qu'avec d'autres jeux de données. Pour plus de détails sur les ARD, rendez-vous [ici](#). CEOS travaille maintenant avec ses nouvelles spécifications, avec une vision de rendre de nouveaux jeux de données disponibles au côté des produits traditionnels. Le webinaire est organisé par CEOS et a pour but de renforcer le dialogue entre CEOS et la communauté sur le sujet des ARD. [Visionnez l'enregistrement complet du webinaire ici.](#)

Django is a fully-featured Python web framework that can build complex web applications. Crédits: Google Earth Engine, Bikesh Bade.

## Interactive Web Mapping with Django and Google Earth Engine

-

Crédits : Google Earth Engine, Bikesh Bade

There are several ways to use Google Earth Engine (GEE) and each one has its advantages and disadvantages.

In this example, GEE is used for web mapping with python Django. Django is a fully-featured Python web framework that can be used to build complex web applications. There are endless web development frameworks out there, so why should you learn Django over any of the others? First of all, it's written in Python, one of the most readable and beginner-friendly programming languages out there. The second reason GEE engine provides the Python API. More information [here](#).





Vue de l'embouchure de la rivière Pentecôte (crédit : Radio-Canada, 2020).

## Nouveau projet de cartographie participative pour les milieux côtiers du Saint-Laurent

Crédits et référence : [Radio-Canada](#)

Quatre comités de zones d'intervention prioritaire (ZIP) de l'Est-du-Québec collaboreront à un projet de cartographie participative des milieux côtiers, menée par une équipe de chercheurs du Centre de géomatique du Québec, de l'Université du Québec à Rimouski, et de l'Université du Québec à Chicoutimi entre autres. En tout, 200 000 \$ sur deux ans sont octroyés au projet par le programme Odyssée Saint-Laurent du Réseau Québec maritime.

Gabriel Joyal, chercheur en géomatique du Centre de géomatique du Québec, explique que le Comité ZIP de l'Estuaire basé à Rimouski, le Comité ZIP de la Rive Nord à Baie-Comeau, le Comité ZIP Côte-Nord du Golfe à Sept-Îles, ainsi que le Comité ZIP Saguenay-Charlevoix à Baie-Saint-Paul et Chicoutimi, ont exprimé des besoins en termes d'acquisitions de données sur les milieux côtiers. Des ateliers seront tenus prochainement pour connaître précisément ces besoins, qu'ils soient

de l'ordre biophysique comme pour l'érosion côtière, ou de l'ordre culturel. « Les protocoles vont être adaptés aux réalités des citoyens et des réalités territoriales des comités ZIP. On veut développer des protocoles par et pour les comités ZIP. » L'objectif est d'utiliser des outils géomatiques pour faciliter leur travail, et leur permettre à terme d'assurer une meilleure gestion de ces milieux.

**« La force du projet, c'est l'idée de la science participative. On va essayer de développer des nouveaux outils cartographiques précis, notamment en géomatique, dans lesquels on va être capables de mieux représenter le territoire. C'est d'utiliser la carte comme moyen de communication, que la carte soit un lieu d'échange sur les réalités, les enjeux, les perceptions. »**

Les résultats pourraient être présentés, par exemple, sous forme de chaîne YouTube pour expliquer les façons de faire à ceux qui veulent participer à la cartographie du territoire. La pandémie actuelle force l'annulation des assemblées citoyennes que l'équipe voulait tenir dans le cadre de ce projet. Des alternatives en ligne sont actuellement étudiées. Le rôle des citoyens n'en sera pas moyen important, selon Gabriel Joyal. Ce qu'on veut en fait, c'est d'aller chercher le plus d'informations possible de leur part.

C'est d'utiliser ces cartes-là qu'on va produire [...] pour essayer d'identifier des perceptions ou des enjeux que les citoyens vivent sur le territoire, pour essayer de les transposer sur la carte. Plusieurs projets financés par Odyssée Saint-Laurent se retrouvent d'ailleurs dans cette situation. Il y en a qui ne peuvent pas aller sur le terrain, [d'autres] qui ne peuvent pas recruter de nouveaux étudiants. Il y en a qui ne peuvent juste pas accéder à leur laboratoire. Donc oui, ça a des impacts, souligne Erwann Fabroulet, responsable du programme Odyssée Saint-Laurent.

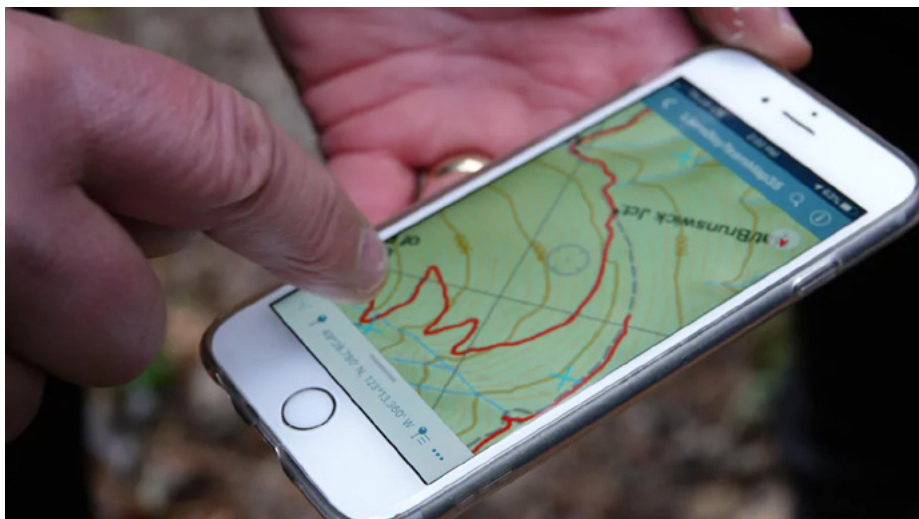
Cette cartographie participative fait partie des huit projets de recherche intersectoriels financés dans la troisième vague d'Odyssée Saint-Laurent. Celle-ci représente un investissement total de près de 1,9 million de dollars. Les projets financés touchent des domaines aussi diversifiés que le développement d'un logiciel de pilotage intelligent, ou la réduction des impacts acoustiques de la navigation sur le béluga du Saint-Laurent.

**« Pour que la recherche soit pertinente et que les retombées soient efficaces, il faut que le partenariat soit réel. [...] Tout le monde est vraiment partie prenante de la recherche. »**

Erwann Fabroulet, responsable du programme de recherche Odyssée Saint-Laurent



Les outils géomatiques, tels que les GPS, ne sont utiles que s'ils sont combinés aux bons outils, selon Gabriel Joyal. Un autre volet permettra à une équipe de chercheurs d'utiliser le bateau de recherche Coriolis, propriété de l'UQAR-Université du Québec à Rimouski, afin de poursuivre leurs recherches sur la zone sismique de Charlevoix-Kamouraska.



Les outils géomatiques, tels que les GPS, ne sont utiles que s'ils sont combinés aux bons outils, selon Gabriel Joyal (crédit : Radio-Canada, 2020).

## GHGSat : Des yeux québécois dans l'espace

Référence : [La Presse](#)

Les affaires de l'entreprise GHGSat semblent sur le point de décoller. La PME montréalaise spécialisée en télédétection des gaz à effet de serre se prépare à lancer en 2020 deux nouveaux microsattellites, respectivement baptisés Iris et Hugo.

Comme Claire, le prototype mis en orbite par la jeune pousse en 2016, ils pèseront chacun une quinzaine de kilogrammes et auront à peine la taille d'un four à micro-ondes. Équipés d'une caméra infrarouge, ils évalueront à leur tour l'absorption de la lumière à des endroits précis pour détecter la présence de méthane ou de CO<sup>2</sup> et quantifier leur concentration.

Avec Claire, qui a déjà permis d'examiner plus de 1 million de kilomètres carrés, « on a appris de nos erreurs », assure Émilie Hamel, gestionnaire de programmes chez GHGSat, responsable de l'ensemble des étapes de la conception des satellites. Iris, dont les tests au sol se sont terminés en juillet dernier, devrait se révéler sept fois plus puissant. Des correctifs ont été apportés à l'instrument afin d'éliminer une grande

partie des reflets de lumière, qui risquait de générer du « bruit » dans les données enregistrées.

Quant à Hugo, qui devrait décoller quelques mois plus tard, l'entreprise affirme qu'il sera deux fois plus puissant qu'Iris. Son capteur optique, développé en collaboration avec l'entreprise ABB, promet d'offrir des images avec une résolution quatre fois plus détaillée.

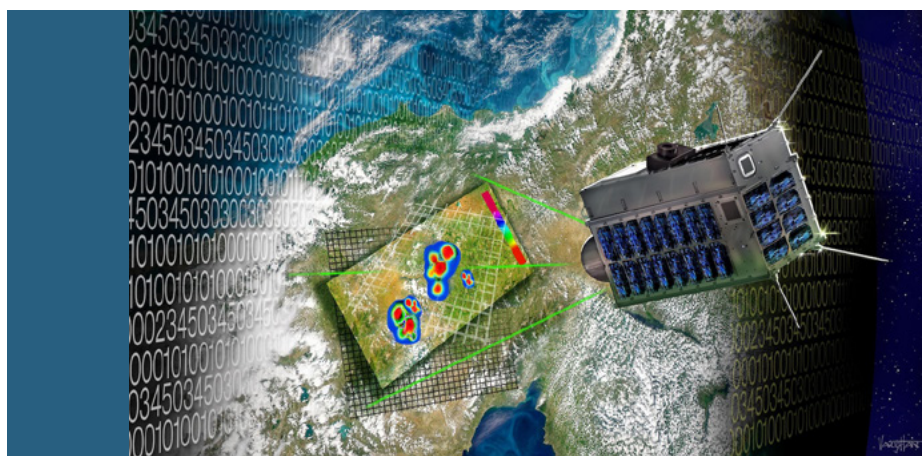
La PME espère aussi mettre en service un nouvel instrument aéroporté en novembre prochain, afin d'enrichir les analyses de mesures plus près du sol.

**« On voit cela comme une technologie complémentaire à nos satellites, qui permettra à nos clients de vraiment trouver toutes leurs émissions possibles »,** indique Émilie Hamel.

Technologies du développement durable

Canada (TDDC), qui avait financé à hauteur de 2 millions de dollars la création de Claire en 2014, a accordé à la PME une nouvelle somme de 3,3 millions en août dernier. Cette fois, c'est pour un projet visant à détecter des fuites plus rapidement et à un moindre coût qu'au moyen de caméras d'imagerie optique du gaz dans la région pétrolière de Montney, en Colombie-Britannique. « Cela va nous permettre de faire une démonstration de toutes nos technologies en même temps », se réjouit Stéphane Germain, président de

Équipés d'une caméra infrarouge, les microsattellites de GHGSat évalueront l'absorption de la lumière à des endroits précis pour détecter la présence de méthane ou de CO<sup>2</sup> et quantifier leur concentration. Crédits : GHGSat, La presse canadienne.





GHGSat.

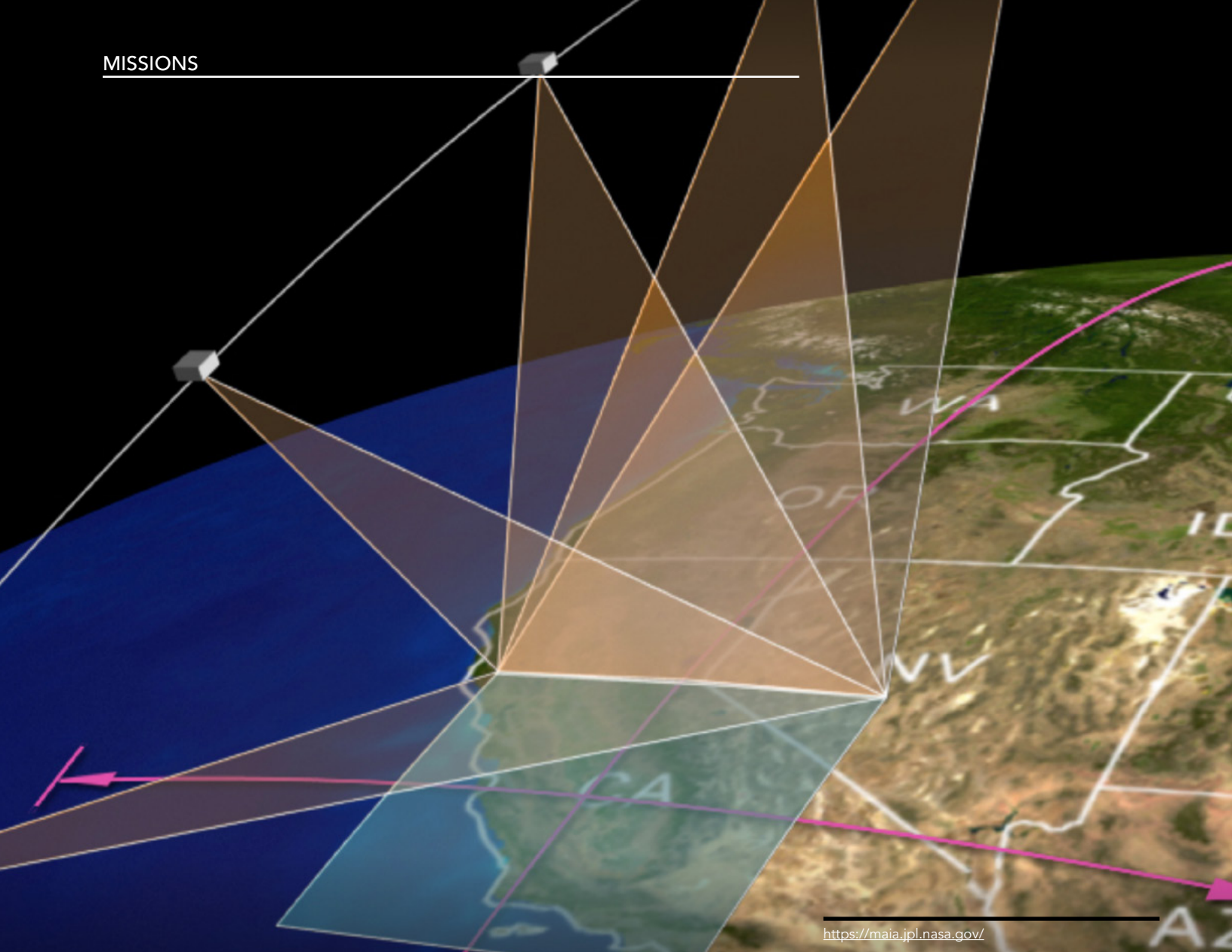
L'entrepreneur a fondé l'entreprise en 2011, après l'annonce d'un système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre (GES). Puisque les entreprises seraient amenées à réduire leur empreinte carbone, il voyait dès lors le potentiel de développer une technologie capable d'observer depuis l'espace ces émissions à une échelle locale. Le 23 septembre dernier, la multinationale Shell a signé une entente-cadre avec la PME. « **Elle nous permet de commencer avec elle à petite échelle, sur quelques sites, puis ultimement de pouvoir mesurer des milliers de ses sites à travers le monde** », explique Stéphane Germain.

Outre les pétrolières, GHGSat cible aussi les producteurs d'électricité, les sites d'enfouissement, les mines de charbon et les agriculteurs. Elle envisage de faire affaire avec les gouvernements qui souhaiteraient vérifier les répercussions

réelles sur leur territoire de leurs politiques en matière de GES.

Quant aux scientifiques, Stéphane Germain espère qu'ils se familiariseront avec les données produites par ses satellites. D'ailleurs, 5 % des capacités d'Iris seront accordés gratuitement aux usagers de l'Agence spatiale canadienne et de l'Agence spatiale européenne à des fins de recherche.

Une fois ses trois satellites en orbite autour de la Terre, GHGSat continuera de perfectionner à Montréal ses algorithmes d'intelligence artificielle pour mieux analyser les données transmises. « **La promesse la plus importante pour nous de l'IA, c'est de réaliser des prédictions des endroits les plus à risque de générer des émissions de GES** », souligne Stéphane Germain.



## MAIA : une nouvelle mission pour mieux comprendre les liens entre la pollution de l'air et les problèmes de santé

Par Guy Aubé

Dans le cadre du programme *Earth System Science Pathfinder*, le Jet Propulsion Laboratory de la NASA met en œuvre la mission d'observation de la Terre MAIA (*Multi-Angle Imager for Aerosols*). Cette mission permettra de réaliser des mesures radiométriques et polarimétriques afin de mieux combler les besoins en information suivants : taille, composition et quantité

des particules fines de la pollution de l'air. Les mesures réalisées à l'aide des données MAIA pourront être fusionnées aux données épidémiologiques et démographiques de la population afin de mieux comprendre les liens entre les polluants et aérosols et les problèmes de santé et maladies cardio-respiratoires.

**La mission vise à répondre à trois questions :** (1) quelles sont les particules fines pouvant être dangereuses sur une courte période (une journée à des semaines)? Des concentrations de particules fines élevées sont reliées aux crises d'asthme, à une augmentation des admissions dans les hôpitaux et à une mortalité prématurée; (2) quelles sont les particules pouvant être dangereuses durant la grossesse? Des concentrations de particules fines sont liées à des problèmes de haute pression



## MISSIONS

durant la grossesse et à des problèmes de poids chez les nouveaux nés; (3) quelles sont les particules dangereuses sur une longue période (multi-années). L'exposition chronique à la pollution de l'air est reliée à des maladies cardio-respiratoires et à certains cancers.

MAIA surveillera plus particulièrement des zones urbaines ciblées (*Primary Target Areas - PTAs*) où des épidémiologistes étudieront les impacts des particules fines sur la santé humaine.

La sélection des PTAs tient compte éléments suivants: une population significative, la disponibilité des dossiers de santé, les caractéristiques de la pollution de l'air, la disponibilité des données terrestres de pollution de l'air, la couverture nuageuse et une localisation permettant une observation fréquente. Des zones urbaines secondaires (*Secondary Target Areas – STAs*), dont la ville de Toronto au Canada, seront aussi observées et des sites de calibration

et validation des données et produits MAIA sont prévus. La mission observera aussi les feux de forêts, les éruptions volcaniques et autres événements pouvant dégrader la qualité de l'air. Le lancement est prévu pour 2022. Pour plus de détails, rendez-vous [ici](#).

Les zones urbaines ciblées pour les mesures de qualité de l'air, de calibration et de validation des données MAIA. Crédits : NASA.



### Primary Target Areas

- USA-LosAngeles
- USA-Atlanta
- USA-Boston
- ESP-Barcelona
- ITA-Rome
- ZAF-Johannesburg
- ISR-TelAviv
- ETH-AddisAbaba
- IND-Delhi
- CHN-Beijing
- TWN-Taipei

### Secondary Target Areas

- USA-Hilo
- PAC-OceanStCu
- USA-SanFrancisco
- USA-Phoenix
- USA-Denver
- MEX-MexicoCity
- CAN-Toronto
- PER-Lima
- CHL-Santiago
- BRA-SãoPaulo
- SEN-Dakar
- ATL-OceanStCu
- NGA-Lagos
- ZAF-CapeTown
- SRB-Belgrade
- KWT-KuwaitCity
- IND-Chennai
- BGD-Dhaka
- VNM-Hanoi
- MNG-Ulaanbaatar
- KOR-Seoul
- AUS-Sydney

### Calibration/Validation Target Areas

- USA-RailroadValley
- LBY-Libya4
- NAM-Gobabeb

## Aeolus : les données sur les vents intégrées aux prévisions météorologiques

Références et crédits : ECMWF, ESA, Wikipedia.

ADM-Aeolus (abréviation de Atmospheric Dynamics Mission + Éole, dieu du vent, en latin) est un satellite d'observation de la dynamique

de l'atmosphère terrestre mis en œuvre par l'ESA. ADM-Aeolus, qui circule sur une orbite héliosynchrone à 320 km d'altitude, doit fournir des profils du vent entre le sol et 30 km d'altitude. Ceux-ci seront utilisés pour améliorer les modèles de prévisions météorologiques qui, dans ce domaine, disposent d'informations très parcellaires en particulier pour les vents en altitude. Les météorologistes espèrent une amélioration des prévisions « moyen terme » qui pourrait atteindre 15 % aux latitudes tropicales. Pour collecter ces données, le satellite aura

à son bord un lidar utilisant un laser ultraviolet, baptisé Aladin, qui mesure par effet Doppler le déplacement des particules et des molécules dans les différentes strates de l'atmosphère. Depuis le 2018, Aeolus collecte des profils des vents. Après plusieurs mois et de multiples tests et validations, les données et informations sont depuis janvier 2020 intégrées dans les prévisions météorologiques. Pour en apprendre plus sur Aeolus, rendez-vous [ici](#).



ADM-Aeolus collecte des profils des vents qui sont intégrés depuis le 9 janvier 2020 dans les prévisions météorologiques. Crédits : ECMWF.

## Altius : un nouveau satellite pour surveiller l'ozone

Référence : [ESA](#).

L'Agence spatiale européenne vient d'octroyer un contrat de 75 millions d'euros à QinetiQ pour construire le satellite Altius. Cette nouvelle mission qui sera lancée en 2023 permettra entre autre de livrer des profils de concentration d'ozone stratosphérique en haute résolution. Altius (*Atmospheric Limb Tracker for Investigation of the Upcoming Stratosphere*) repose sur la série des satellites PROBA développés par la Belgique. Pour en apprendre plus, rendez-vous [ici](#).



Altius sera lancée en 2023 et livrera des profils de concentration d'ozone à haute résolution. Crédits : ESA.

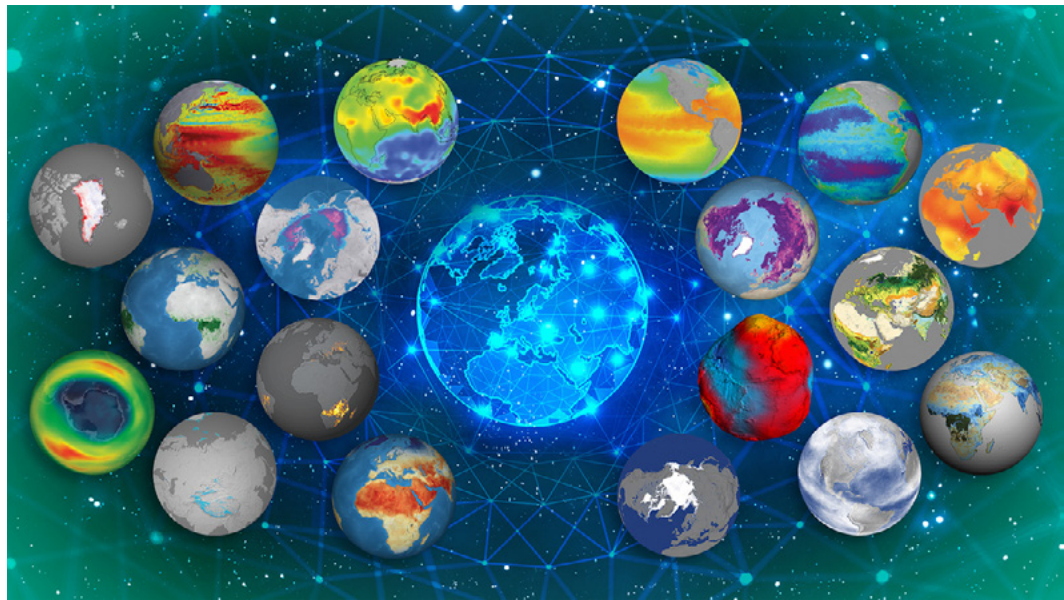


## Recherche d'idées de missions pour Earth Explorer 11

-

Crédits : [ESA](#)

L'Agence spatiale européenne (ESA) est à la recherche d'idées de missions pour Earth Explorer 11, dont lesancements sont prévus en 2031-2032. Pour plus d'informations, rendez-vous [ici](#). Pour soumettre une proposition, une lettre d'intention doit être reçue avant le 18 septembre 2020. La date limite de la soumission finale est le 4 décembre 2020.



L'ESA est à la recherche d'idées de missions pour Earth Explorer 11.

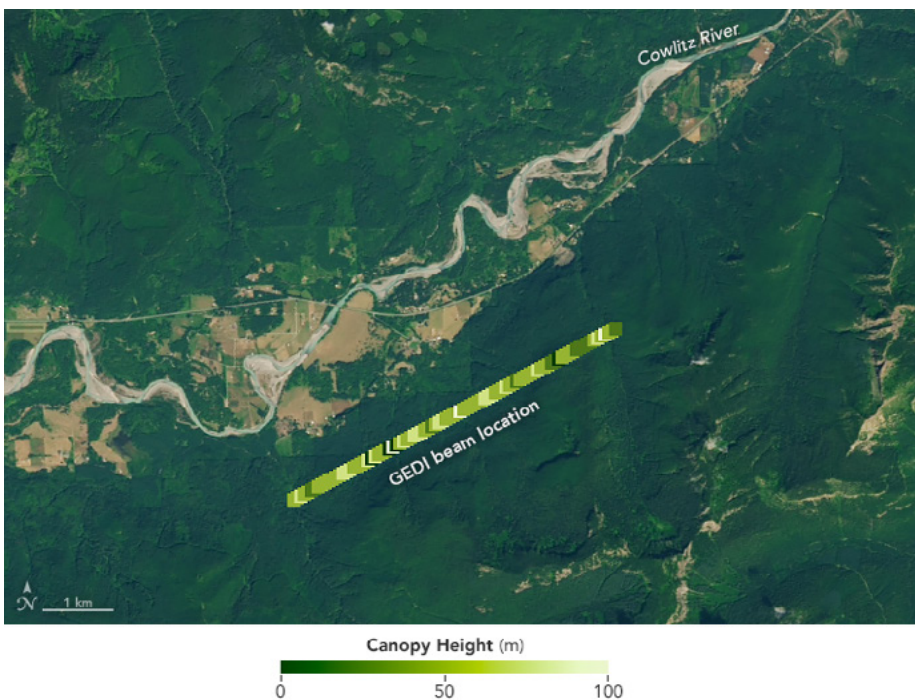
## GEDI : un nouvel outil pour surveiller les forêts et le carbone

-

Référence : [NASA](#)

La quantité de carbone stockée dans les forêts et ses fluctuations suite à une déforestation et une repousse

est une des étapes les moins bien comprise du cycle du carbone. Un nouvel outil nommé « GEDI » vient de livrer ses premiers résultats pour la mesure du carbone d'origine forestière. GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation LIDAR) est une mission de la NASA qui permet de mesurer comment la déforestation contribue aux variations du CO<sup>2</sup> dans l'atmosphère. Pour en savoir plus, rendez-vous [ici](#).



GEDI permettra de surveiller les forêts, d'estimer les variations de carbone à travers le temps. La modélisation des données GEDI favorisera une meilleure compréhension de la biodiversité à l'échelle planétaire.

## Worldview Legion

Crédits : Maxar

**W**orldview Legion est la prochaine évolution en observation de la Terre de Maxar. Worldview Legion est une nouvelle flotte de satellites de haute performance qui permettra des observations des changements rapides jusqu'à 15 fois par jour à une résolution allant jusqu'à 30 cm. Le lancement aura lieu en 2021. Les nombreuses revisites quotidiennes ouvriront la voie à de nouvelles analyses, applications et solutions dans divers secteurs : connectivité globale, désastres, environnement durable, navigation, sécurité nationale. Plus de détails [ici](#)

Worldview Legion s'intégrera à la constellation de satellites de Maxar : Worldview-1, GeoEye-1, Worldview-2, Worldview-3. Crédits : Maxar.



# ECOSYSTEME

Nuage de points de drone lidar acquis en forêt résineuse

1

## L'essor du drone lidar en milieu forestier

Par Bastien Vandendaele, étudiant de doctorat, Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke.

**A**u cours de la dernière décennie, de nombreux avancements technologiques tels que ceux proposés sur les drones et le lidar permettent la mise en place de révolutions technologiques. Nous voici désormais à l'amorce d'une quatrième révolution industrielle, caractérisée par l'automatisation intelligente, la numérisation et la communication en temps réelle. **Le secteur forestier ne fait pas exception à la règle et doit également s'adapter pour tirer profit des nouvelles avancées technologiques.**

Alors que l'utilisation de drones ne cesse de d'augmenter, les capteurs lidar (détection et télémétrie par ondes lumineuses) sont de plus en plus accessibles et s'avèrent déjà incontournables dans le domaine forestier. Les avantages des drones combinés à ceux de la technologie lidar soulèvent un grand intérêt pour la gestion sylvicole et l'étude des écosystèmes. Ils peuvent notamment servir au support de l'inventaire forestier ou des activités de récolte, à la gestion des routes et des réseaux

hydrographiques, au développement de modèle de croissances ou encore à l'inspection des parcelles en régénération.

Il est désormais temps de faire évoluer les pratiques d'inventaire traditionnelles basées sur la mesure de simples attributs tel le diamètre ou la hauteur des arbres vers des inventaires 3D réalisés à l'aide d'outils et de logiciels spécialisés. Ce type d'innovation permettra d'améliorer la quantification des ressources ligneuses en intégrant des attributs structuraux complexes à mesurer sur le terrain, tel que le défilement de la tige, le volume du houppier, la quantité totale de biomasse ou de surface foliaire. A l'heure actuelle de nombreux développements algorithmiques et logistiques sont encore à fournir avant de pouvoir exploiter pleinement ce nouveau type de données 3D. Cependant, au vu de leur potentiel, l'usage d'un lidar monté sur drone risque bien de devenir le nouvel outil forestier à rajouter dans son coffre à outil technologique!

Images fournies dans le cadre du projet de doctorat de Bastien Vandendaele, Université de Sherbrooke & Université de Liège – Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique) – Projet en collaboration avec FPInnovations et l'Institut de Recherche sur les Feuillus Nordiques (NB) et financé par le projet [NSERC AWARE](#).

2

Nuage de points de drone lidar acquis en forêt feuillue



## Orignaux : cartographie des populations

Crédits : NASA

Une équipe de chercheurs de l'Europe, de la Russie et des États-Unis vont utiliser des données d'observation de la Terre (OT) et des modèles informatisés pour identifier les habitats et populations d'orignaux en Russie. En théorie, l'abondance de la végétation devrait être un des facteurs clés permettant d'identifier les zones ou les populations

d'orignaux sont les plus abondantes. Cependant, les chercheurs se demandent si c'est plutôt la santé de la végétation qui est le meilleur indicateur pour prédire et identifier les populations les plus abondantes. **À l'aide de données MODIS (Terra & Aqua), il est possible d'identifier trois paramètres liés à la santé des végétation : la productivité de végétation, la productivité de végétation minimale et la productivité de végétation saisonnière.** Ce type de modélisation à l'aide des données d'OT sera utile pour la gestion des habitats, des terres et des forêts. Plus de détails [ici](#).



L'utilisation des données de végétation pourrait permettre une meilleure compréhension des dynamiques des populations d'orignaux. Crédits : NASA.



## Estimation du profil vertical l'humidité du sol à l'aide d'une méthode de couplage entre un modèle hydrologique et des données radars

Par Samar Ziadi,  
Université de Sherbrooke.

Les données sur l'humidité du sol sont essentielles pour comprendre les cycles de l'eau, de l'énergie et du carbone du système terrestre. En agriculture, la distribution spatio-temporelle de l'humidité du sol est d'une importance majeure dans le développement des stratégies agricoles et dans la gestion des terres agricoles. Les mesures de l'humidité du sol dans la zone racinaire peuvent être utilisées comme un indice de prévision du rendement de culture et comme une alerte précoce en cas d'inondation, de sécheresse ou de saturation du sol. En effet, les terres agricoles gorgées ou saturées d'eau affectent la rentabilité des cultures, elles rendent les terres incultivables et peuvent entraîner un

rabougrissement du système racinaire. **L'objectif principal de ce travail est de développer une méthode de détermination du profil vertical de l'humidité du sol en zone agricole afin de nous renseigner sur la saturation en eau des sols en surface et sur une certaine profondeur.**

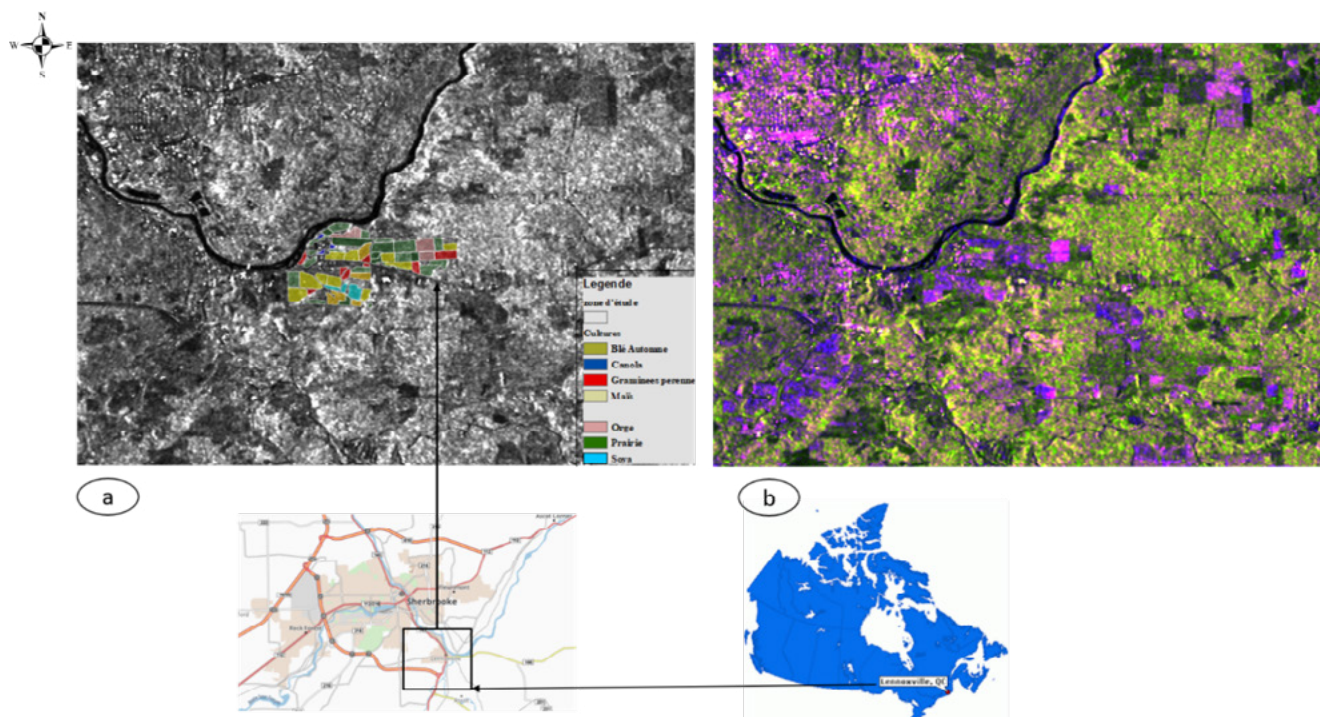
De cet objectif principal découle trois objectifs spécifiques : comprendre l'influence de l'humidité superficielle sur le profil d'humidité en profondeur selon les variations de la texture des sols et des paramètres climatiques; coupler un modèle hydrologique et un modèle utilisant des données RSO pour améliorer la simulation du profil vertical de l'humidité du sol; évaluer la méthode de couplage, ainsi que son applicabilité à l'identification de zones agricoles potentiellement saturées en eau.

La zone d'étude choisie est un site agricole situé à Lennoxville (Sud de Québec, Canada). Ce site est principalement constitué de petits champs agricoles pastoraux ainsi que des champs de plusieurs cultures (Maïs, Soja, blé, etc.). L'approche la plus précise pour l'estimation l'humidité du sol est celle de la méthode gravimétrique. Cependant, ces méthodes se révèlent coûteuses, laborieuses et difficiles à mettre en œuvre sur de grands espaces et pendant

une longue durée. Dans ce projet de recherche, l'approche proposée est basée sur l'utilisation des données radar et un modèle de forêt aléatoire (RF) pour estimer l'humidité du sol en surface.

Ensuite, ce modèle de RF sera couplé au modèle hydrodynamique, Hydrus, pour simuler l'humidité du sol en surface et en profil. Un schéma d'assimilation unidimensionnelle de l'humidité du sol sera développé en se basant soit sur le filtre d'ensemble Kalman (EnKF) soit sur l'algorithme génétique (GA). Dans ce schéma d'assimilation, l'humidité du sol sera le point de couplage entre le modèle hydrologique Hydrus et le modèle de RF. Les résultats de ce travail permettront d'élaborer une carte d'humidité du sol et, par la suite d'identifier les sols agricoles saturés d'eau.

(a) Zone d'étude sur un fond d'image sentinel-1A en polarisation VH (Date : 2019 /06/21). (b) Composition colorée : image sentinel-1 (polarisation VV (en rouge), VH (en vert), VV/VH (en bleu)).  
Crédits : Samar Ziadi.





## Serif v.1.0 - un outil de segmentation des rivières en faciès hydromorphologiques et pour le calcul d'un indice de qualité d'habitat pour le saumon atlantique (*Salmo salar*)

Charles Gignac, Ph.D., Stagiaire postdoctoral et Normand E. Bergeron, Ph.D., Professeur - INRS-ETE, Québec.

Nous œuvrons actuellement à la réalisation d'un mandat octroyé par le Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP) qui a comme objectif principal la

Notre approche combine des analyses sur les orthophotographies RGB et du proche-infrarouge acquises lors du dernier inventaire écoforestier du MFFP, des extractions et traitements de données LiDAR ainsi que des éléments d'analyse spatiale. Tous les traitements sont réalisés sous Python (avec les

utilisons un modèle (Snyder et al., 2013) liant la largeur de la bande active du cours d'eau (m), le débit de crue Q2 en récurrence 2 ans (m<sup>3</sup>/s) et la pente locale de la surface de l'eau (m/m).

**La profondeur de l'eau** (Figure 2) est un autre paramètre important pris en compte dans nos analyses. Pour l'obtenir, nous utilisons un modèle liant les valeurs numériques et la profondeur en fonction de paramètres hydrauliques via la méthode HAB-1 tirée de « Remote sensing of stream depths with hydraulically assisted bathymetry (HAB) models » (Fonstad & Marcus, 2005). Pour assurer une concordance et une continuité spatiale entre les différentes orthophotos couvrant une rivière, une procédure de "matching" radiométrique est réalisée entre chaque paire d'orthophotos adjacentes, et ce, de manière progressive (avec le package rio-hist : <https://github.com/mapbox/rio-hist>).

Aux deux variables clés que sont la profondeur et la granulométrie, nous avons combiné d'autres variables comme la sinuosité de la ligne centrale d'écoulement, la sinuosité du lit de la rivière, l'asymétrie des profondeurs d'un transect (c-à-d. le ratio profondeur moyenne des parties gauches et droites d'un transect), les largeurs des parties en eau et actives du transect et la pente locale pour ajuster un modèle de classification par forêt d'arbres aléatoires (classification "Random Forest") visant à identifier la classe de faciès (pour en savoir plus sur les divers types de faciès, consultez Malavoi et Souchon, 2002).



caractérisation de la qualité de l'habitat du saumon atlantique (*Salmo salar*) grâce aux outils et méthodes de la télédétection et de la géomatique. Nos travaux portent sur le développement de protocoles et d'algorithmes permettant de caractériser, avec la meilleure précision possible, différents paramètres permettant de déterminer un indice de qualité de l'habitat (IQH) pour les saumons.

packages : PyQGIS, [Rasterio](#), [Whitebox Tools](#), [GeoPandas](#), [Fiona](#), [Shapely](#)). Au final, il nous est possible de discerner eau, bancs et graviers ainsi que les sections forestières sur les orthophotos et d'estimer une pente locale, pour une série de sections transversales, délimitées tout au long de l'écoulement de la rivière (Figure 1).

Parmi ces paramètres importants, notons la **granulométrie moyenne (D50) du substrat**. Pour la déterminer, nous

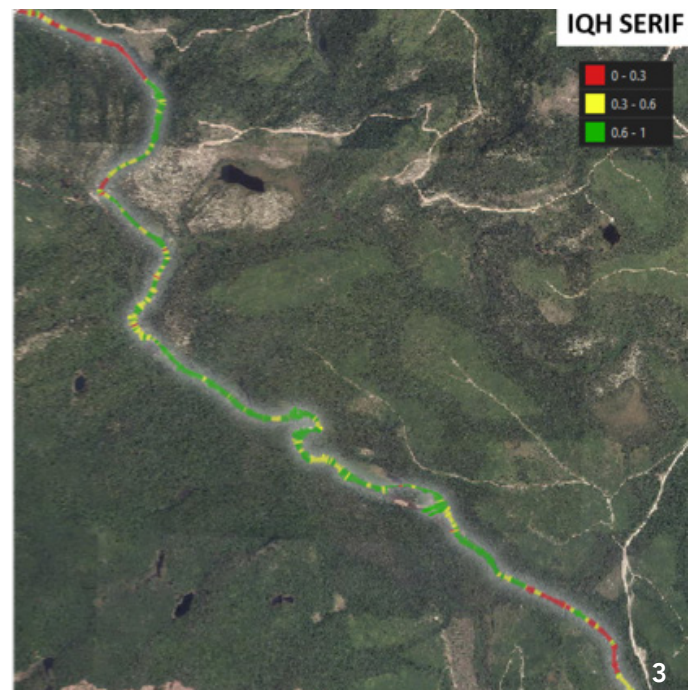
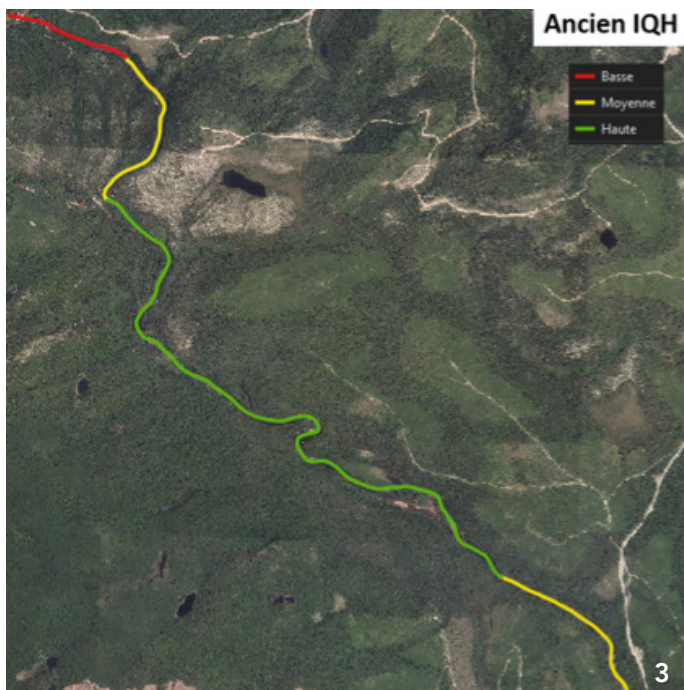
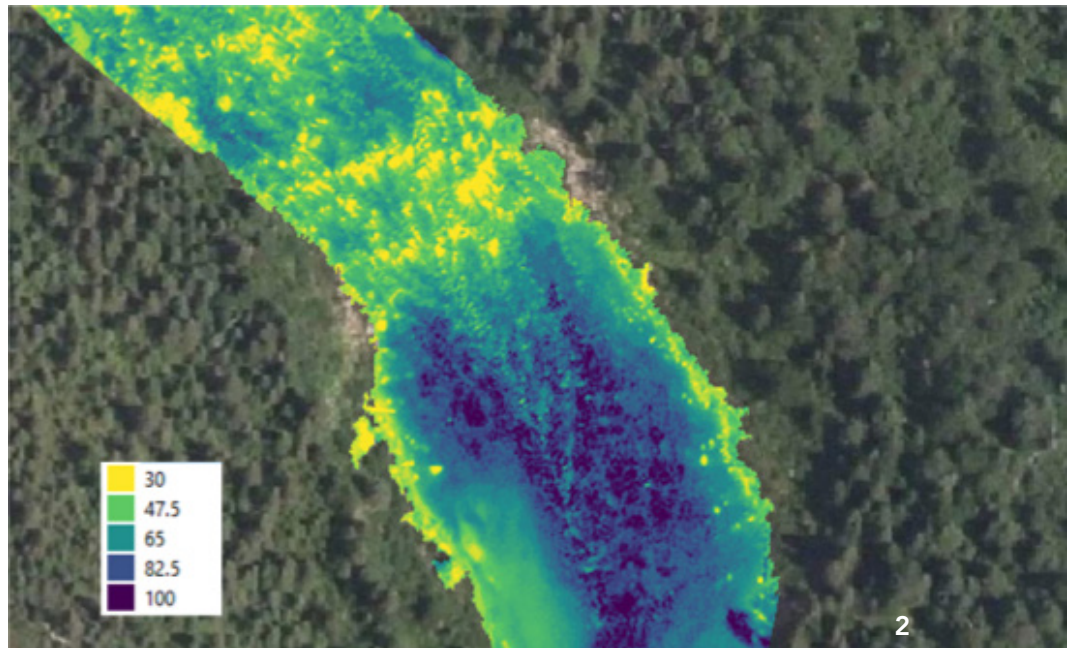


décrivant le mieux chaque transect. Ce modèle a été calibré en utilisant des données de calibration/validation photo-interprétées, transect par transect, par un géomorphologue fluvial expert et par la suite appliqué à huit (8) rivières à saumons du Québec méridional (Côte-Nord et Gaspésie), soit la Sainte-Marguerite, la Escoumins, la Trinité, la Matane, la Matapédia, la Saint-Jean, la York et la Dartmouth.

En parallèle à ces traitements, une trentaine d'expert(e)s nationaux et internationaux ont été sondés afin d'établir le lien entre le type de faciès ( $F_{\text{faciès}}$ ), sa granulométrie ( $F_{\text{granulométrie}}$ ) et la qualité d'habitat pour les saumons à différents stades de croissance (0+, 1+, 2+ et adultes). Les résultats obtenus pendant le sondage ont permis de pondérer les faciès classifiés et, en concordance avec des informations portant sur l'indice de croissance thermique ( $F_{\text{croissance}}$ ) de la rivière et la largeur ( $F_{\text{largeur}}$ ) de chaque transect, de pouvoir calculer un IQH pour chaque combinaison âge/saison en fonction de l'équation suivante :

$$\text{IQH} = \frac{(F_{\text{granulométrie}} + F_{\text{largeur}} + F_{\text{faciès}})}{3} * F_{\text{croissance}}$$

Il en résulte un jeu de données qui, couvrant les huit (8) rivières ci-haut citées à un intervalle constant de 3m, **permet de caractériser chacun des transects et d'en évaluer la qualité d'habitat pour le saumon** (Figure 3). Nous espérons que, mis en perspective avec les anciennes méthodes reposant principalement sur la photo-interprétation, l'approche SERIF permettra une gestion et une protection efficace et facilitée des populations de saumon atlantique.





## Santé publique : cartographie thermique et atmosphérique de l'île de Montréal

Référence : [UQAM](#)

Depuis une dizaine d'années, les problèmes de pollution de l'air et de chaleur extrême s'accroissent dans plusieurs grandes villes à travers le monde, avec des répercussions négatives sur la santé des populations. Ces enjeux sont au centre d'une recherche menée par le professeur du Département de géographie Yves Baudouin et son collègue François Cavayas, de l'Université de Montréal.

« Les liens entre santé et environnement physique sont particulièrement étroits quand on parle de développement d'îlots de chaleur, de concentration de microparticules dans l'air et de lieux propices à la propagation de maladies infectieuses, souligne Yves Baudouin. Sous l'effet du réchauffement global, ces problèmes deviennent de plus en plus aigus : fréquence et intensité accrues des vagues de chaleur et migration vers les pays du Nord d'insectes qui agissent comme des vecteurs de transmission de maladies. Nous avons donc ciblé ces trois aspects des environnements physiques, qui nécessitent la surveillance

et l'intervention des services publics. »

Amorcée en 2016, l'étude bénéficie de la collaboration et du soutien financier de la Ville de Montréal, de l'Agence spatiale du Canada, de l'Agence de la santé publique du Canada ainsi que d'Environnement et Changement climatique Canada.

Les données recueillies grâce à la télédétection seront utilisées dans le cadre de modèles de simulation pour étudier l'impact de scénarios d'aménagement sur l'environnement thermique et atmosphérique. Quelles devraient être la disposition, la répartition et la densité du couvert végétal afin d'abaisser les températures durant les périodes de grande chaleur? Dans quels quartiers faudrait-il planter des arbres pour avoir des impacts optimaux? Quels matériaux de construction faut-il privilégier? « En modélisant les territoires à l'étude, il sera possible de répondre plus adéquatement aux besoins exprimés par les autorités municipales », soutient Yves Baudouin.

**« Les liens entre santé et environnement physique sont particulièrement étroits quand on parle de développement d'îlots de chaleur, de concentration de microparticules dans l'air et de lieux propices à la propagation de maladies infectieuses. »**

### Cartographier les risques

Au moyen de données de télédétection issues d'images satellitaires et aéroportées, les deux chercheurs visent à établir la cartographie thermique et atmosphérique de l'île de Montréal. « En 2012, nous avons développé un projet pilote afin de travailler avec des images aéroportées de très haute résolution, encore plus précises que les images satellitaires, note Yves Baudouin. Les images aéroportées permettent, par exemple, de mieux comprendre le comportement thermique des matériaux de construction. Par ailleurs, nous avons installé des senseurs thermiques à divers endroits dans la ville, notamment sur des toits d'édifices, dans le but d'effectuer régulièrement des relevés de température. »

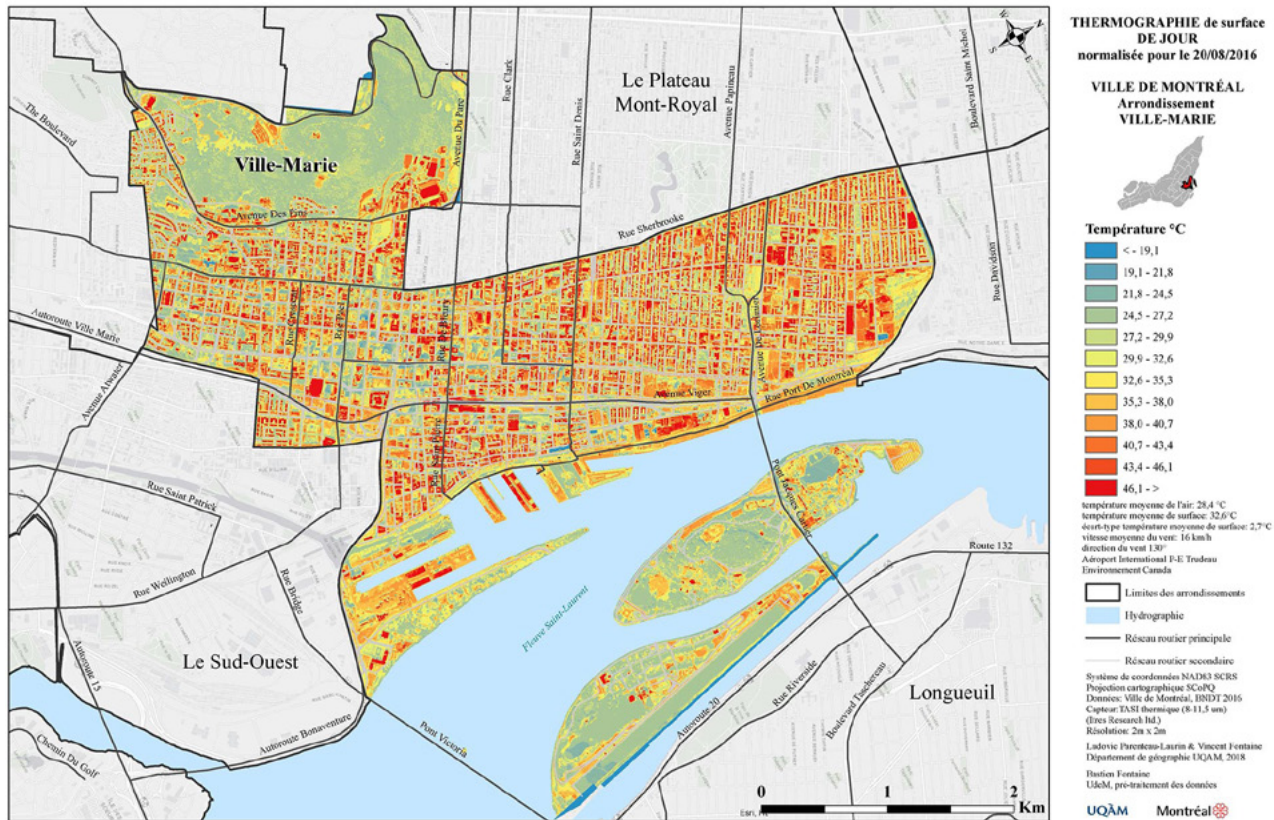
Il s'agit d'informations pertinentes pour la santé publique, dit le professeur, parce qu'elles permettent de repérer les sites où les risques d'exposition à la chaleur accablante et aux maladies sont les plus élevés, tout en identifiant les populations les plus vulnérables. « Ces informations, couplées à des données climatiques ainsi qu'à des données provenant de stations terrestres de mesure de la qualité de l'air peuvent servir de base à la création de systèmes de surveillance de l'environnement tant thermique qu'atmosphérique. »



## Îlots de chaleur

Plusieurs îlots de chaleur, où la température peut s'élever de 5 à 12° C au-dessus de la moyenne environnante, existent à Montréal. On en trouve à

le chercheur. Par contre, les toitures non végétalisées, avec des revêtements de type bitumineux, peuvent atteindre des températures supérieures à 50°C en plein soleil.



l'échelle d'un quartier, comme dans le Quartier des spectacles, ou encore d'un quadrilatère. Plusieurs facteurs favorisent leur formation: densité de population, circulation automobile, concentration de bâtiments industriels et commerciaux, absence d'arbres et de végétation, type de matériaux utilisés pour la construction des édifices et pour le revêtement des sols.

Avec plus de 80 % du territoire montréalais minéralisé, les îlots de chaleur ont progressé depuis une quinzaine d'années, affirme Yves Baudouin. « Le béton, le ciment et l'asphalte sont tous des matériaux imperméables à l'eau, qui absorbent la chaleur durant le jour et la restituent dans l'air la nuit venue. » La couleur des matériaux joue aussi un rôle important. « Des façades claires réfléchissent davantage la lumière et permettent de réduire la température de surface », note

La morphologie urbaine (orientation et espacement des bâtiments) n'est pas à négliger non plus. « Dans le centre et dans l'ouest de Montréal, observe Yves Baudouin, la concentration de hautes tours à bureaux et à condos ainsi que les rues étroites peuvent nuire à la bonne ventilation, car elles créent un effet de canyon qui emprisonne la chaleur et empêche l'air de circuler. »

« On impose des toits blancs ou verts sur des édifices, ce qui est fort bien, mais on autorise en même temps la mise en place de terrains de soccer en gazon synthétique, où la température est de 5 à 7 degrés plus élevée que sur les terrains en gazon naturel, sans parler des émanations de poussière de caoutchouc. Dans certains quartiers, les terrains en gazon artificiel sont même comptabilisés parmi les espaces verts ! »

Thermographie de surface de jour : arrondissement Ville-Marie à Montréal. Crédits : Yves Baudouin / UQAM

## Des microparticules nocives

Les chercheurs s'intéressent également aux microparticules, appelées PM 2.5, qui sont des poussières fines en suspension dans l'air. Si petites soient-elles, ces particules ne sont pas inoffensives. « Elles produisent un impact nocif sur la qualité de l'air et, par ricochet, sur la santé, souligne le professeur. Elles pénètrent dans les voies respiratoires des personnes exposées, provoquant toux, essoufflement, maux de gorge ou de tête. Les microparticules peuvent aussi avoir des effets à long terme: aggravation de l'asthme, bronchites chroniques, diminution de la fonction respiratoire, cancer du poumon, maladies cardiaques. Elles sont davantage

concentrées dans les zones minéralisées, les plus dégradées thermiquement, où la circulation routière est particulièrement dense. »

Dans le cadre du troisième volet de la recherche, les chercheurs aborderont l'impact de la dégradation thermique sur la prolifération d'insectes porteurs de maladies infectieuses, une thématique qui intéresse particulièrement Santé Canada.

### Des interventions plus cohérentes

Le professeur croit que les arrondissements doivent faire preuve de plus de cohérence dans leurs interventions. « On impose des toits blancs ou verts sur des édifices, ce qui est fort bien, mais on autorise en même temps la mise en place de terrains de soccer en gazon synthétique, où la température est de 5 à 7 degrés plus élevée que sur les terrains en gazon naturel, sans parler des émanations de poussière de caoutchouc. Dans certains quartiers, les terrains en gazon artificiel sont même comptabilisés parmi les espaces verts ! »

### Les toits blancs de l'UQAM

Près de trois terrains de football, soit 15 819 m<sup>2</sup>, c'est la superficie de toits blancs que possède l'UQAM. Ces toits, qui recouvrent les pavillons Judith-Jasmin et Hubert-Aquin, réfléchissent la majorité des rayons du soleil et abaissent de plusieurs degrés la température des bâtiments. Contrairement aux toitures traditionnelles faites de bitume et de gravier noir, les toits blancs de l'UQAM contribuent ainsi à la diminution des îlots de chaleur urbains tout en augmentant l'efficacité énergétique des bâtiments. Couverts d'une membrane de bitume d'élastomère recouverte d'une fine couche d'ardoise, ils ont une durée de vie d'environ 20 ans.

Le Pavillon des sciences biologiques est doté pour sa part d'un toit réfléchissant, lequel augmente également la réflectivité des rayons solaires. Sa surface est de 3 116 m<sup>2</sup>. Les trois pavillons représentent 34,4 % des toits des bâtiments de l'UQAM.

Une stratégie urbaine de végétalisation permettrait de pallier la dégradation thermique. Cela suppose que la végétation soit disposée ou densifiée

dans de nombreux espaces, comme le long des axes de transport (platebandes de rues, ruelles, lignes ferroviaires), sur les terrains publics (parcs, terrains municipaux et gouvernementaux, cours d'école) et sur les terrains privés (pourtours de bâtiments résidentiels, commerciaux et industriels). La végétation participe, en outre, à une bonne gestion des eaux pluviales et à une meilleure qualité de l'air.

« Les citoyens peuvent aussi faire en sorte, individuellement, que des choses s'améliorent ou empirent dans l'espace qui est le leur, souligne Yves Baudouin. On peut choisir, par exemple, d'asphalter sa cour arrière ou on peut, au contraire, planter quelques arbres, faire pousser de l'herbe et des vignes et ainsi créer une oasis de fraîcheur. »

Le professeur et son collègue en sont actuellement à l'étape de l'analyse des données. « Nous croyons que la procédure que nous avons développée pour Montréal pourra être appliquée éventuellement dans d'autres villes canadiennes », indique Yves Baudouin.

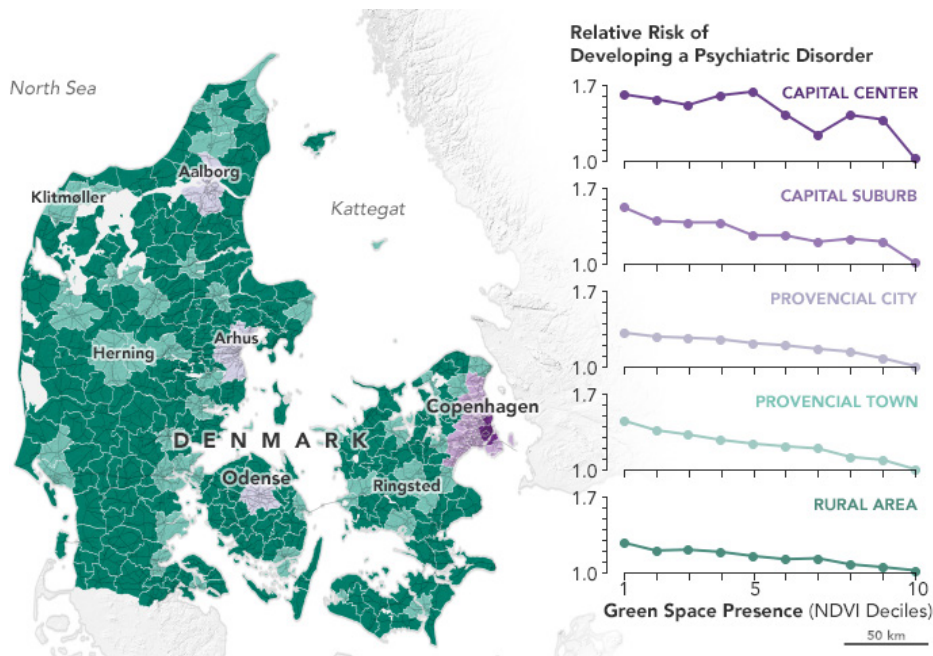
**Yves Baudouin.**

## Archives Landsat : les espaces verts sont bénéfiques pour la santé mentale

Crédits : [NASA](#)

Des chercheurs de l'Université d'Aarhus au Danemark viennent de publier une étude qui illustre les bienfaits de l'exposition des enfants aux espaces verts (parcs, forêts, terres agricoles, etc.) et la diminution des risques de développer des troubles de santé mentale. Cette étude pourrait avoir des impacts sur les futures activités de planification urbaine en vue de réduire les troubles de dépression, d'anxiété et d'abus de substance. Cette étude est basée en partie sur les archives Landsat et a été publiée dans les « *Proceedings of the National Academy of Sciences* ».

Le risque relatif de développer un désordre psychologique fluctue entre les zones urbaines et les campagnes au Danemark entre 1985 et 2013.  
Crédits : NASA





## RACE : surveiller les impacts environnementaux et socio-économiques de la COVID-19

Référence : [ESA](#)

La pandémie de coronavirus constitue un défi sans précédent, aux sévères conséquences sociétales et socio-économiques. Afin de jeter un nouvel éclairage sur ces changements, l'ESA et la Commission européenne ont travaillé en étroite collaboration pour créer le tableau de bord RACE (Rapid Action Coronavirus Earth observation) - l'observation de la Terre au service d'une action rapide contre le coronavirus. La plateforme, qui a été dévoilée le 5 juin 2020 lors d'un événement en ligne, utilise les données provenant des satellites d'observation de la Terre pour mesurer l'impact du confinement lié au coronavirus et surveiller la reprise post-confinement. Le 25 juin, la NASA et la JAXA ont rejoint l'initiative (eodashboard.org).

Le tableau de bord permet de surveiller des paramètres environnementaux clés, comme les changements de la qualité de l'air ou de l'eau ainsi que les activités économiques et humaines, notamment l'industrie, la navigation, la construction, le trafic et la productivité agricole.

Une des fonctionnalités de la plateforme permet **le suivi de la pollution de l'air au niveau mondial**. Grâce aux données collectées par le satellite Sentinel-5P du programme Copernicus, la carte affiche la moyenne des concentrations en dioxyde d'azote au-dessus des principales villes et régions du monde entier.

Le tableau de bord RACE montre également **comment l'intelligence artificielle peut être utilisée pour surveiller les indicateurs de l'économie**.

Le Directeur de l'observation de la Terre à l'ESA, Josef Aschbacher, a présenté deux exemples qui démontrent qu'il est possible de surveiller aussi bien la modification du volume de production

de voitures chez un manufacturier allemand que le trafic aérien à l'aéroport de Barcelone en combinant intelligence artificielle et données issues de satellites commerciaux.

« Les données uniques issues du spatial sont essentielles pour appuyer la gestion de la crise pendant la pandémie de coronavirus. En vertu de cela, je suis heureux d'annoncer la collaboration entre l'ESA et l'Union européenne dans le but d'apporter un soutien à l'Europe, à la fois maintenant et pendant le redémarrage économique. » Josef Aschbacher, ESA.

**« L'Europe possède des capacités d'observation de la Terre de classe mondiale et nous sommes heureux de les mettre à disposition des citoyens européens et du monde entier. Le programme Copernicus et les programmes d'observation de la Terre de l'ESA sont source de vastes avantages économiques et sociétaux. Le tableau de bord RACE montre comment les données issues de l'observation de la Terre peuvent illustrer à la fois les changements socio-économiques et environnementaux dans tous les pays européens et les États membres de l'ESA. »**

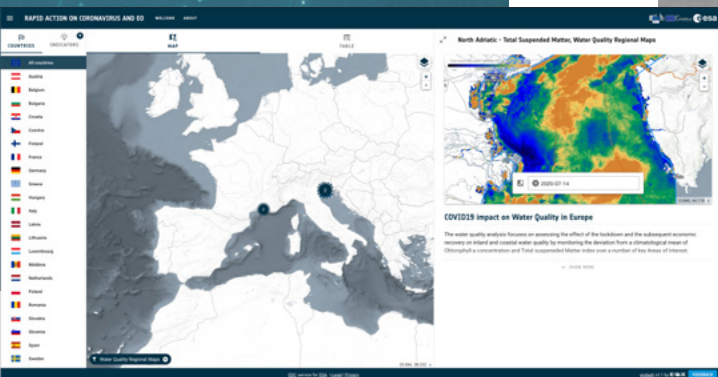
Josef Aschbacher continue : « Pendant les mois à venir, le tableau de bord RACE va être étendu pour surveiller des sites supplémentaires en Europe ; il sera également enrichi de nouvelles données fournies par les satellites Sentinelle du programme Copernicus et par des missions tierces. »

Pierre Delsaux, Directeur général adjoint à la Commission européenne à la Direction générale pour l'Industrie de Défense et l'Espace, ajoute : « L'outil que nous avons lancé aujourd'hui prouve l'important potentiel du programme spatial de l'Union européenne, sa polyvalence et sa contribution à notre ambition d'une Europe verte, résistante et moderne. Le secteur spatial est un secteur stratégique pour l'Union européenne, tant pour notre résilience que pour notre autonomie stratégique. RACE montre le rôle que le programme spatial de l'Union européenne peut jouer pour une reprise européenne durable à long terme. »



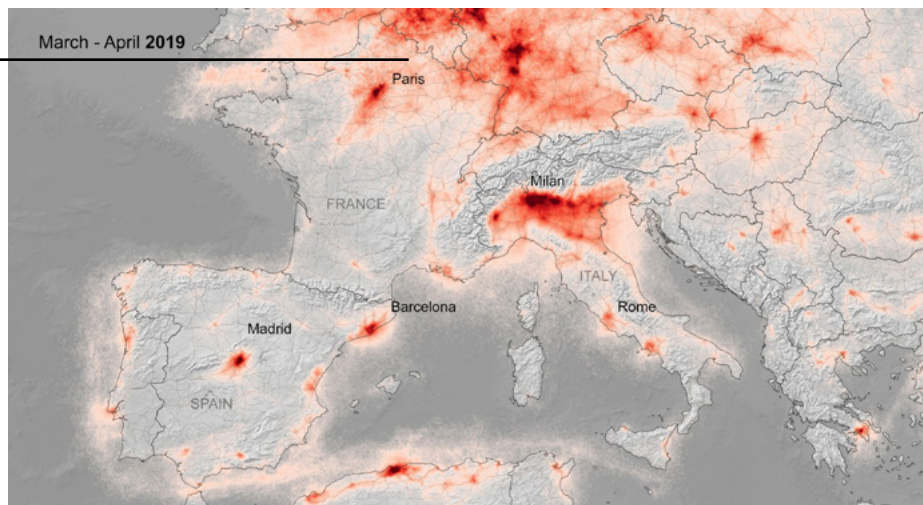
Le tableau de bord RACE n'inclut pas seulement des données issues des satellites Sentinelle de Copernicus ou des missions tierces de l'ESA, la NASA et JAXA, mais également des contributions de la Aerospacelab, Airbus, BIRA-IASB, CLEOS, CNR ISMAR, EarthPulse, ECMWF, EMSA, EOX, Euro Data Cube, GMV, ICEEYE, KNMI, KSAT, Mundi Web Services, Planetek Hellas, RHEA, SERCO, S&T, S5P PAL, SEN4CAP, Sen4Stat, Sinergise, SISTEMA, SPACEKNOW, SRON, UCLouvain, l'Université de Brême et de Vodafone. Accédez au tableau de bord RACE [ici](#).



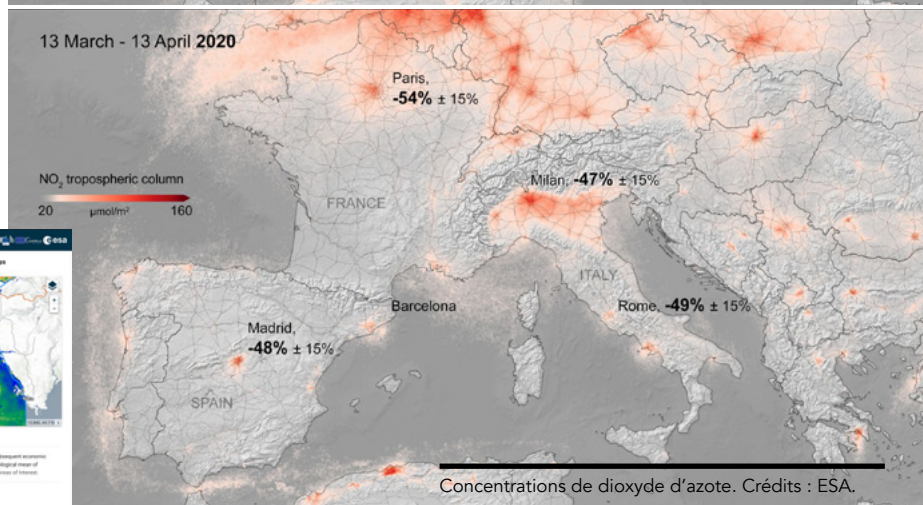


Exemple de produit sur la qualité de l'eau dans le tableau de bord. Crédits : ESA, NASA, JAXA.

March - April 2019



13 March - 13 April 2020



Concentrations de dioxyde d'azote. Crédits : ESA.

Une grande variété de données, incluant des données « nocturnes » de la mission Suomi NPP (NASA-NOAA), permettent de suivre les changements globaux et locaux de la pandémie COVID-19. L'image ci-bas montre l'activité nocturne dans la baie de San Francisco. Crédits : NASA.







## Journée internationale de la femme

### Monique Bernier, une chercheuse investie dans la relève scientifique

Pour la Journée internationale de la femme, le 8 mars 2020, l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) a échangé avec la professeure Monique Bernier, qui a mené une carrière de plus de 25 ans à l'INRS. Une carrière pour laquelle elle a reçu, en décembre dernier, le Prix Planète 2019 - Carrière d'excellence en recherche lors des célébrations des 50 ans de l'institution.

Entretien avec une femme, mais avant tout une chercheuse passionnée, qui s'est beaucoup investie pour former la relève scientifique.

**En 1993, vous êtes la première femme à devenir professeure à l'INRS à Québec. Comment avez-vous contribué à l'égalité des genres dans votre milieu de travail ?**

**Monique Bernier :** J'ai commencé comme professeure au Centre Eau de l'INRS, à travers le programme de professeure-boursière du Conseil de

recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) qui visait à aider les femmes à entreprendre une carrière académique dans le domaine du génie. Le directeur de l'époque était content d'avoir une femme dans l'équipe. Il disait que ça changeait la dynamique de l'assemblée professorale.

Dans mon équipe de recherche, j'ai eu autant de femmes que d'hommes. J'ai pu former des jeunes femmes très dynamiques. L'une d'entre elles est même devenue la première chercheuse en télédétection à l'Institut de recherche d'Hydro-Québec.

**Vous êtes engagée auprès de vos étudiantes et étudiants. Quelle est l'importance du mentorat auprès des femmes, surtout auprès des jeunes femmes qui entament une carrière en sciences ?**

**M. B. :** Quand une personne commence sa carrière ou poursuit ses études au

niveau supérieur, c'est essentiel d'avoir un mentor, que l'on soit une femme ou un homme. J'ai organisé plusieurs congrès avec l'objectif d'aider les étudiantes et étudiants à rencontrer des mentors.

Pour moi, c'est extrêmement important d'encourager mes étudiantes. J'ai toujours été ouverte et disponible pour parler avec elles de leurs recherches, mais aussi de leur vie personnelle et de leurs ambitions.

Je me souviens qu'une de mes étudiantes, qui allait commencer son doctorat en janvier, m'a annoncé au début du mois de décembre qu'elle était enceinte, et ce, avant même de l'avoir dit à ses parents. Elle m'a demandé si elle pouvait tout de même le commencer. Je lui ai dit oui. Finalement, elle a eu ses trois enfants durant son doctorat. Tout un défi, mais elle a réussi ! Je l'ai beaucoup encouragée.

Dans la nouvelle génération, les femmes sont de plus en plus nombreuses en télédétection. Je pense que les congés de paternité et de maternité d'aujourd'hui aident beaucoup pour étudier plus longtemps. Ça permet de concilier les longues études et la vie de famille.

**Avez-vous bénéficié d'un tel mentorat ?**

**M. B. :** J'ai eu plusieurs mentors durant ma carrière en recherche. Le premier était professeur à l'Université de Sherbrooke, un des pionniers de la télédétection, le professeur Ferdinand Bonn. J'étais sa première diplômée en télédétection au département de géographie. Il m'a aidée à rédiger mon premier article et à décrocher mon premier emploi au Centre canadien de télédétection (CCT) à la suite de l'obtention de ma maîtrise. Au CCT, j'ai pu côtoyer Susan Till, une femme qui était cheffe de section et qui avait du leadership. Même si elle n'a pas joué officiellement un rôle de mentor pour moi, elle m'a beaucoup influencée. Elle m'a montré qu'une carrière en recherche pour une femme, c'est possible !

Grâce à mon professeur de maîtrise, j'ai eu l'occasion de rencontrer une chercheuse américaine, Anne Kahle, lors d'un congrès. Elle a vu que j'étais passionnée et m'a conseillé de poursuivre au doctorat pour faire de la recherche. Ça m'a marquée. Quatre ans plus tard, j'ai eu l'occasion de faire mon doctorat dans le domaine de la télédétection radar. Durant mes études, je me suis mariée et j'ai fondé une famille.

**Quel regard portez-vous sur votre carrière de scientifique, en tant que femme ?**

**M. B. :** Durant ma carrière, je n'ai pas vraiment eu d'obstacles en étant une femme en recherche sur le plan des subventions ou des publications. Il y a de plus en plus de sensibilisation à ce sujet. Le CRSNG a même une politique pour empêcher la discrimination et combattre les préjugés.

Je suis très satisfaite de mon parcours. J'ai eu de belles possibilités et beaucoup de plaisir à travailler avec mes collègues. J'ai l'impression d'avoir fait une différence pour la relève. Plusieurs de mes étudiantes sont devenues professeures et chercheuses et j'en suis très fière.

**À propos de la professeure Monique Bernier**

Les recherches de la professeure Monique Bernier visent le développement d'applications de la télédétection radar en hydrologie et glaciologie pour, entre autres le suivi des effets des changements climatiques sur les milieux nordiques. Ses travaux ont permis de développer des technologies qui aident à prévoir les inondations causées par les embâcles. Son travail lui a notamment valu la Médaille d'Or Larry Morley de la Société canadienne de télédétection en reconnaissance de sa contribution exceptionnelle à son domaine.

Référence : [INRS](#).



## TRE Altamira : InSAR activities in Quebec

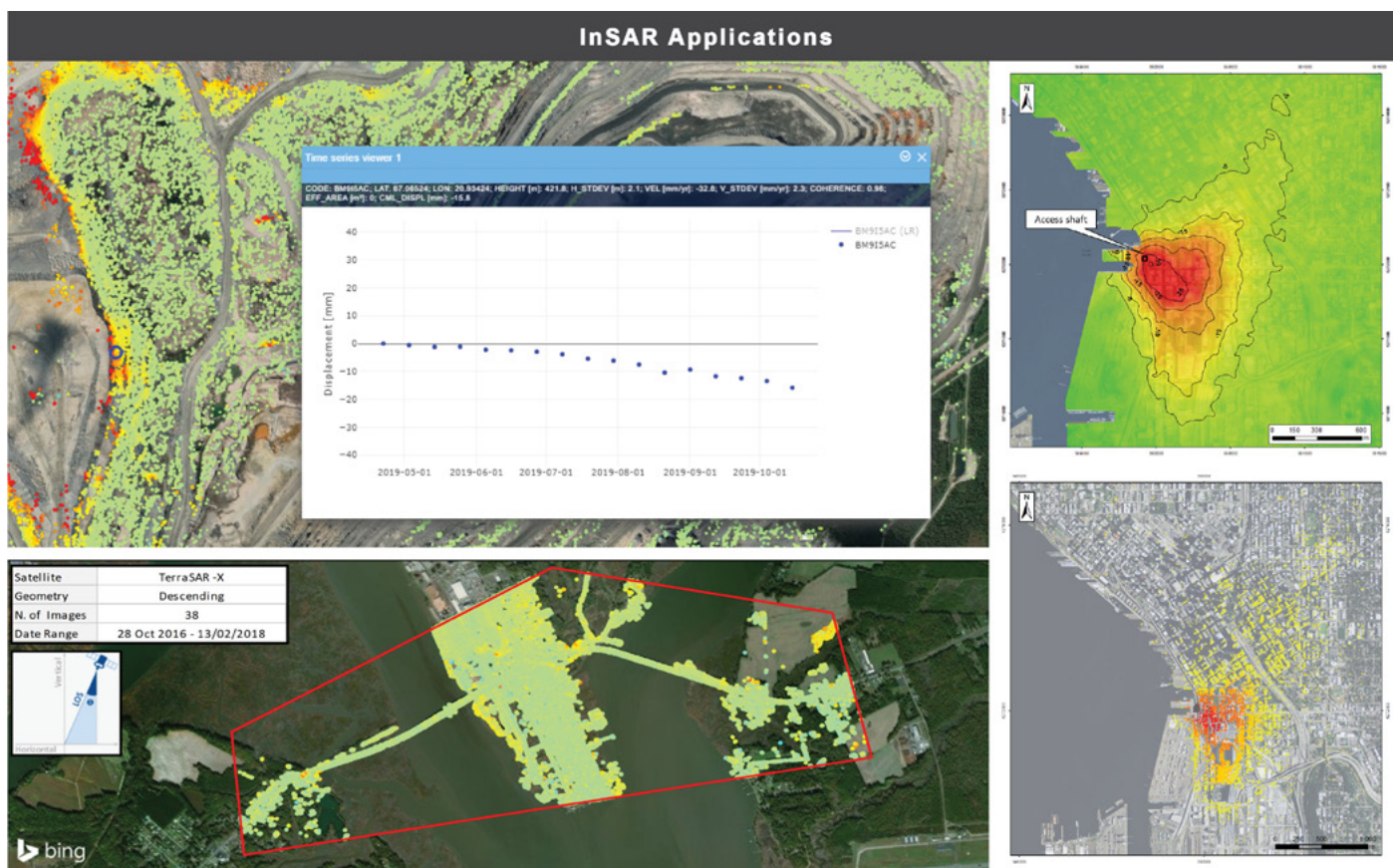
By Kerry Lalonde, TRE Altamira.

TRE Altamira is actively expanding the use of InSAR derived ground

displacement measurements in a number of sectors of the Quebec market. **InSAR is an innovative technology that uses radar satellite data to map ground displacement from space.** The greatest activity is in the mining sector where a number of mining companies in the Val-d'Or region are actively using

InSAR to monitor mine sites remotely. Mines in care and maintenance during the COVID epidemic are looking at technologies that can reduce their ground crew's presence while still actively monitoring conditions at the mine.

TRE Altamira InSAR applications. Crédits : TRE Altamira.



InSAR, with its ability to remotely detect small movements on tailings dams and slopes, is ideal in that context. New developments in satellite data are also providing new ways to monitor critical infrastructures such as bridges. TRE has developed the capability to use very high resolution (sub 1m) Satellite data to identify more than 1million movement points on a typical bridge. This high density of points combined with mm level precision allows seasonal variations to be accurately monitored and abnormal

movement isolated. In major cities, InSAR is being used to map ground movements associated with tunneling projects on buildings above tunnel bores, allowing engineers to ensure that any movement is within specification, allowing timely identification of problem areas and mitigating associated risks.

## Chaire de recherche industrielle sur la valorisation des observations de la Terre

Par Mélanie Trudel,  
Université de Sherbrooke.

La Chaire de recherche industrielle sur la valorisation des observations de la Terre de l'Université de Sherbrooke, créée en 2017, est heureuse d'annoncer que les deux premiers étudiants de

la chaire ont récemment terminé leur programme de maîtrise de recherche. Il s'agit de Sébastien Langlois et de Vincent Tremblay. Le titre du mémoire de Sébastien est « **Détermination de la plus-value de la télédétection pour le suivi des niveaux d'eau et du bilan hydrique : Application au réservoir Eastmain-1** ». Dans son travail, Sébastien a simulé des images de la future mission satellitaire imageur SWOT (Surface Water and Ocean Topography) et a démontré que l'emploi de ces images permettrait de reconstituer les apports aux réservoirs avec une qualité comparable aux approches usuelles basées sur les mesures limnimétriques.

Le projet de Vincent a pour titre « **Étude comparative de la performance de données d'humidité du sol in situ et satellitaire pour la prévision hydrologique** ». Dans son projet, Vincent a utilisé des images du satellite Sentinel-1 pour y extraire de l'information sur l'humidité du sol en surface. Cette information a été utilisée pour mettre à jour l'humidité du sol d'un modèle hydrologique de deux bassins versants en Estrie. Les résultats ont montré une amélioration dans la prévision des débits par rapport à la prévision hydrologique sans mise à jour de l'état d'humidité du sol. Information : <https://hydrologie.recherche.usherbrooke.ca/>.





## Claire Gosselin récompensée du prix Ferdinand Bonn

Référence : [Effigis Géo-Solutions](#)

À l'occasion du colloque annuel de l'Association québécoise de télédétection (AQT) tenu à l'Université Bishop's l'an dernier, le prix Ferdinand Bonn a été remis à Claire Gosselin, gestionnaire Recherche et développement – Observation de la Terre chez Effigis, en reconnaissance de sa contribution aux activités de l'association et à l'avancée de la télédétection au Québec. Claire œuvre dans les domaines de la télédétection et de la géomatique depuis plus de 30 ans. Après avoir brillamment occupé

un poste de spécialiste en application des technologies spatiales aux Nations Unies à Bangkok durant cinq ans, elle a contribué à l'expansion du marché de la géomatique en Asie du Sud-Est pour des entreprises canadiennes durant près d'une dizaine d'années. Claire s'est jointe à Effigis en 2008, où elle se consacre à la gestion des projets de R & D pour des organisations telles que la Banque mondiale. Le prix Ferdinand Bonn est décerné périodiquement par l'AQT en l'honneur de Ferdinand Bonn, auteur du premier précis de télédétection en français et fondateur du Centre d'applications et de recherches en télédétection. Depuis 1985, Claire est la deuxième femme dans ce secteur au Québec, et la deuxième représentante d'Effigis après [Pierre Vincent](#), anciennement Vice-président exécutif, à avoir reçu cette mention honorifique.



Claire Gosselin, Gestionnaire, Recherche et développement – Observation de la Terre chez Effigis

## Augmenter l'employabilité des professionnels en observation de la Terre

Référence : [Université de Sherbrooke](#)

1,65 M\$ pour une équipe de recherche du Centre d'applications et de recherches en télédétection (CARTEL) de l'Université de Sherbrooke

L'accès aux données est aujourd'hui plus facile que jamais et plusieurs disciplines en profitent largement. On peut penser à la télédétection qui permet de capter des images par les nombreux satellites qui sont en orbite autour de la Terre, mais également des images acquises avec les drones ou les avions, ce qui offre une manne d'informations aux chercheurs et chercheuses. Ces données d'observation de la Terre nous renseignent sur l'état de notre environnement, sur le climat, les ressources naturelles, etc.

Malheureusement, un manque criant de ressources compétentes pouvant analyser et traiter ces données se fait sentir dans le domaine. C'est pourquoi une équipe de recherche de la Faculté des lettres et sciences humaines,

menée par le professeur en géomatique appliquée de l'Université de Sherbrooke Kalifa Goïta, a mis sur pied le projet De l'observation de la Terre à distance aux services d'information décisionnelle (DOTS).

**« La technologie se démocratise, les satellites deviennent de plus en plus petits et génèrent chaque jour des quantités phénoménales de données. Mais cela amène un défi important : pour exploiter le plein potentiel des données, il faut du personnel hautement qualifié bien formé et prêt à l'emploi. D'où la motivation du projet. »** indique Kalifa Goïta, professeur en géomatique à l'Université de Sherbrooke et chercheur principal du projet.

Le projet pourra compter sur l'appui du Programme de formation orienté vers la nouveauté, la collaboration et l'expérience en recherche (FONCER) du Conseil de recherches en sciences naturelles et génie Canada (CRSNG), qui vient d'attribuer une généreuse subvention de 1,65 million de dollars à l'équipe de recherche de l'Université de Sherbrooke et ses partenaires de l'Université du Nouveau-Brunswick, l'Université Laval, le Centre de recherche informatique de Montréal (CRIM),

l'Institut national de la recherche scientifique (INRS) et l'Université de Calgary.

**« Les relations privilégiées avec nos nombreux partenaires en recherche engendrent une diffusion de l'expertise et des retombées concrètes dans un environnement bénéfique à nos étudiantes et nos étudiants. En arrimant notre recherche aux besoins en matière d'innovation de nos partenaires, nous bonifierons le marché de l'emploi avec des spécialistes ayant une vision globale de la discipline »**

indique Jean-Pierre Perreault, vice-recteur à la recherche et aux études supérieures

L'expertise du Centre d'applications et de recherche en télédétection de l'UdeS (CARTEL) sera au centre du projet, alors qu'il en assurera le leadership. Le chercheur principal et cinq cochercheurs (parmi 10 cochercheurs au total) proviennent du CARTEL.

Mentionnons également que plusieurs compagnies du secteur privé participeront au projet. Effigis Géo-Solutions, MDA Corporation et CGI ont accompagné le groupe de recherche tout au long du processus et ont fourni des lettres d'appui fort pertinentes.

**« Ce projet rejoint parfaitement le second axe de notre planification stratégique facultaire. Il permettra de stimuler la recherche et d'unir nos forces à celles de nos partenaires et collaborateurs. Cette initiative contribuera à faire valoir l'excellence de nos étudiantes et étudiants et à reconnaître leur contribution sur le plan de la recherche. »** indique Pre Anick Lessard, doyenne de la Faculté des lettres et sciences humaines, Université de Sherbrooke.

Le projet DOTS visera à améliorer l'employabilité des étudiants formés dans le domaine de l'observation de la Terre (télédétection) à l'Université de Sherbrooke et dans d'autres universités canadiennes. Pour le professeur Goïta, l'objectif est d'enrichir la formation actuelle des étudiants sur les plans scientifique et technique, mais surtout de les préparer pour l'emploi.

#### Stages en milieu pratique et bourses

Cette préparation reposera sur deux piliers : les stages en milieu pratique et les ateliers de formation sur les compétences professionnelles. Le maillage avec le secteur d'emploi est donc essentiel pour réaliser ces objectifs. Plusieurs acteurs clés du milieu sont déjà partie prenante du projet.

**« Ils offriront des stages aux étudiants, participeront aux ateliers et apporteront ainsi une dimension et une vision pratiques comme jamais auparavant. Ces différentes entreprises permettront de préparer les étudiants à l'emploi avant même qu'ils ne terminent leurs études »,** mentionne le professeur Goïta.

Le projet permettra de renforcer les compétences professionnelles de plus de 180 étudiants et offrira 80 stages en milieu pratique. Le projet soutiendra principalement des étudiants de cycles supérieurs dans le secteur de l'observation de la Terre en sciences naturelles et génie, mais également quelques étudiants de cycles supérieurs en dehors du secteur sciences et génie. Dans le même ordre, le projet prévoit soutenir des étudiants du 1<sup>er</sup> cycle dans le but de les inciter à entreprendre des

études supérieures en observation de la Terre.

**« Le projet offrira plusieurs bourses principalement aux 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> cycles recherche en télédétection, mais également au niveau postdoctoral. Ces bourses de recherche seront appariées par les directeurs de recherche des étudiants. Le projet offrira aussi différentes bourses pour la participation des étudiants aux stages en milieux pratiques et aux ateliers »,** précise le chercheur en géomatique.

Le projet débutera en septembre 2020 par l'organisation et la planification de ses différentes composantes (modules de formation, ateliers, etc.). Les stages commenceront à partir de la 2<sup>e</sup> année. Des ateliers spécifiques seront organisés chaque année, jusqu'à la 6<sup>e</sup> et dernière année.



Le professeur en géomatique appliquée de l'Université de Sherbrooke Kalifa Goïta dirigera le projet *De l'observation de la Terre à distance aux services d'information décisionnelle (DOTS)*. Photo : Université de Sherbrooke.



## L'imagerie urbaine au service de la mobilité

Référence : [Université de Sherbrooke](#)

Lorsque Rémi Tavon a entamé son baccalauréat en écologie il y a 5 ans, il ne pensait pas qu'il ferait un petit détour par la géomatique pour ses études de 2<sup>e</sup> cycle. Pourtant, celui qui est présentement à la maîtrise en sciences géographiques vient tout juste de remporter le concours de vulgarisation de l'Acfas pour un sujet en lien avec l'imagerie urbaine comme celle proposée par Google Maps et l'aménagement des infrastructures des villes. La preuve qu'il maîtrise bien son nouveau domaine!

### De l'écologie à la géomatique

D'emblée, le biologiste de formation mentionne qu'il n'a pas fait une croix sur son passé, mais que sa nouvelle discipline lui permet d'aller chercher un tout autre bagage. « Je crois que

les connaissances des deux domaines sont transférables. Je considère la possibilité de revenir à l'écologie pour un projet de recherche qui intégrerait mes connaissances fraîchement acquises en intelligence artificielle. D'un autre côté, j'aime beaucoup aborder des problématiques humaines, comme celles explorées dans le cadre de ma maîtrise en géomatique qui sont liées à l'accessibilité universelle. »

Et dans le domaine de la géomatique, Rémi Tavon n'a pas chômé. **Il s'est notamment intéressé à l'utilisation des méthodes récentes en apprentissage profond et en intelligence artificielle afin d'améliorer la planification de trajets (comme ceux créés par Google Maps) pour des personnes en fauteuil roulant.** Grâce à l'intégration de l'intelligence artificielle, au traitement d'images automatique et à la géomatique, l'étudiant a pu élaborer un outil qui permet de mettre en évidence les tronçons de trottoirs problématiques pour le passage des fauteuils roulants.

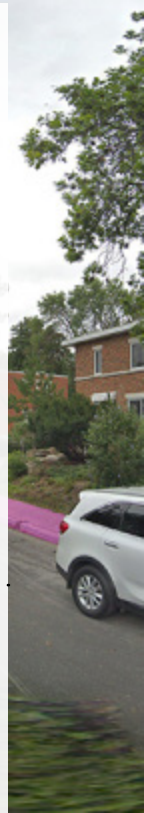
Les résultats sont encore mitigés, mais le potentiel de l'outil est grand.

« Comme mon sujet est très peu étudié, ma maîtrise est, en quelque sorte, un travail de débroussaillage pour de futurs projets. Les résultats sont intéressants, mais pourraient l'être davantage. Je souhaite que les villes voient l'utilité de faire l'acquisition d'images comme Google Street View sur l'ensemble de leur réseau routier. Cela serait peu coûteux et pourrait déboucher sur des solutions technologiques très intéressantes, notamment en matière d'accessibilité universelle. Ces données pourraient évidemment servir pour des projets comme le mien. »

### La vulgarisation comme promotion de la recherche

Des tonnes de recherches et d'articles scientifiques sont publiés chaque année. Malheureusement, bien peu se rendent jusqu'au grand public ou aux décideurs municipaux comme le souhaiterait Rémi Tavon. C'est ce qui l'a encouragé à se

Rémi Tavon a remporté le concours de vulgarisation de l'Acfas pour un sujet en lien avec l'imagerie urbaine de Google Maps et l'aménagement des infrastructures des villes.





lancer dans la vulgarisation et à participer au concours de l'Acfas.

Pourquoi faire de la recherche si seulement une poignée de personne s'informeront de ce que nous faisons? La vulgarisation est une clé pour atteindre un plus grand public et réfléchir collectivement aux orientations que nous souhaitons prendre en recherche.

**« J'aime beaucoup expliquer ce que je fais à des gens qui n'ont jamais touché au traitement d'images et à l'apprentissage profond. La vulgarisation est un défi énorme pour des chercheurs comme moi : non seulement il faut expliquer nos travaux à un large public qui ne comprend pas toujours les termes techniques, mais il faut également se faire comprendre et susciter la curiosité et l'intérêt de nos destinataires. C'est un défi qui m'attire énormément! »**

Le jeune chercheur ne sait pas ce que l'avenir de la recherche et de la vulgarisation lui réserve. Cependant, un enjeu l'inquiète tout particulièrement et touche autant l'écologie que la géomatique : celui de l'environnement.

**« Je me demande si les villes du Québec, autant les grands centres urbains que les villes en région, ont tous les outils pour s'adapter aux changements engendrés par le dérèglement climatique actuel. Sinon, c'est le temps que ça bouge! Quels outils les aideraient? Comment pourraient-elles assurer une plus grande résilience face à ces changements? »**

C'est là une vaste question, mais selon le géomaticien, la vulgarisation pourrait rendre les résultats de recherche plus accessibles et ouvrir à plus de gens la porte au monde souvent très hermétique de la recherche. Rémi Tavon est d'avis que plus il y aura de gens qui auront la curiosité de lire les résultats de recherche et de s'y intéresser, plus l'action de faire de la recherche sera valorisée et sensibilisera les gens à poser des actions concrètes afin de s'assurer un futur meilleur.

Grâce à l'intégration de l'intelligence artificielle, au traitement d'images automatique et à la géomatique, l'étudiant a pu mettre en place un outil qui permet de mettre en évidence les tronçons de trottoirs problématiques pour le passage des fauteuils roulants.

Crédits : U. de Sherbrooke.



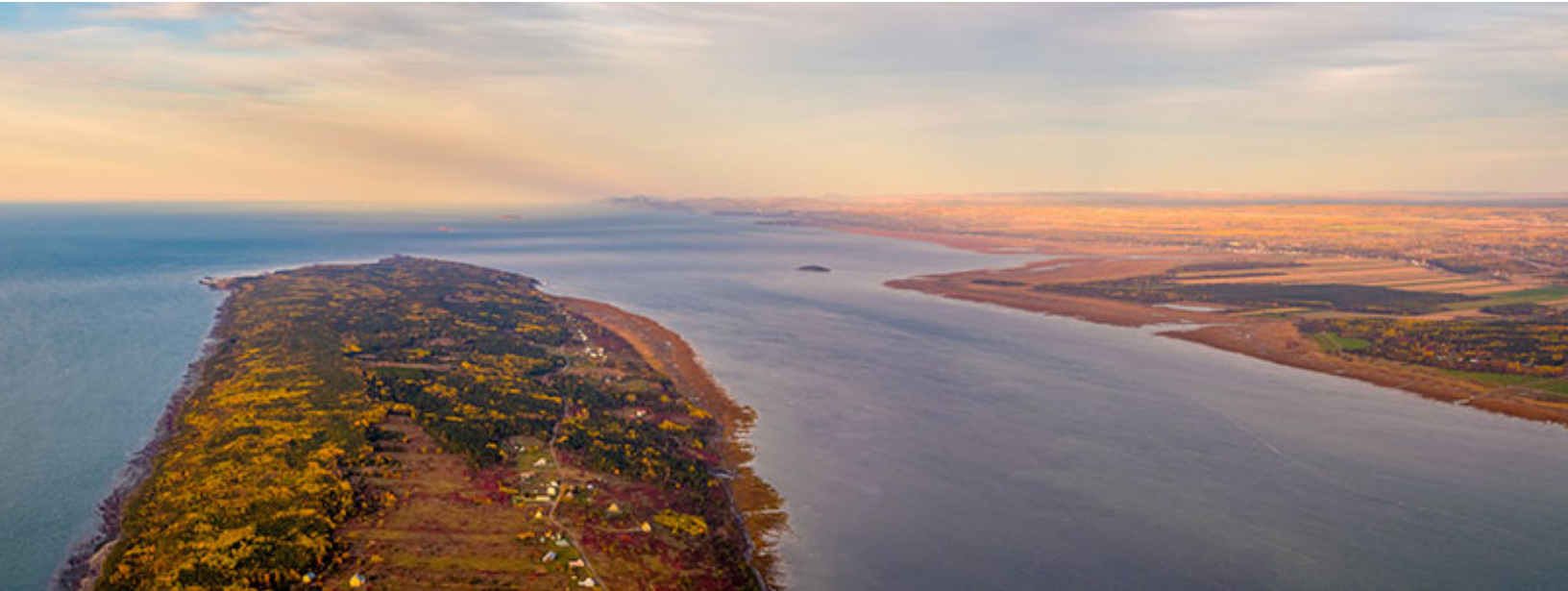
## École d'été en télédétection optique des environnements aquatiques et des habitats côtiers

Nouvelle université d'été à LUQAR :  
9-20 août 2020, Ile Verte.

excursions sur le terrain seront organisés. Il comprendra une formation spécialisée en optique aquatique avec le logiciel Hydrolight.

Le cours fera intervenir plusieurs spécialistes de plusieurs disciplines (optique marine, télédétection, géographie, écologie), enrichissant l'expérience des étudiants. Pour agrémenter le cours, des visites des principaux attraits touristiques de l'île

l'Ile Verte (crédits : UQAR)



L'École d'été en télédétection optique des environnements aquatiques et des habitats côtiers est un cours de deuxième cycle en géographie s'adressant aux étudiants universitaires de cycles supérieurs (maîtrise et doctorat) qui s'intéressent à la télédétection optique des environnements aquatiques et des habitats côtiers, incluant les herbiers et les macro-algues.

Le cours mettra l'accent sur les eaux optiquement complexes et peu profond retrouvés en milieux côtier et lacustre. À l'aube du lancement des missions satellitaires hyperspectrales, une attention spéciale sera mise sur les techniques de télédétection hyperspectrale et leurs avantages par rapport aux méthodes multispectrales plus classiques.

Les étudiants seront également sensibilisés à l'importance de la télédétection dans le contexte du suivi des écosystèmes aquatiques. Des travaux pratiques en laboratoire et des

seront proposés (le phare, le musée du squelette, école Michaud).

### Thématiques abordées par le cours

- Fondements théoriques de l'interaction entre la lumière et le milieu aquatique
- Modélisation de la lumière dans les environnements aquatiques (optiquement profond et peu profond) – Introduction au modèle Hydrolight
- Techniques d'inversion en télédétection multispectrale et hyperspectrale (colonne d'eau, bathymétrie, type de fond)
- Télédétection des herbiers et des macro-algues
- Acquisition et traitement de données optiques in situ en milieux aquatiques et sur le littoral
- Acquisition et traitement de données hyperspectrales (aéroportées et satellitaires) pour la caractérisation des eaux et des habitats littoraux

- Écologie et biogéochimie des écosystèmes côtiers et littoraux
- Gestion et conservation des écosystèmes côtiers et littoraux

### Site d'études

- L'Île Verte est située dans la région du Bas-Saint-Laurent, à un peu plus de 200 km à l'est de la Ville de Québec, à la limite entre l'estuaire fluvial et l'estuaire maritime du Saint-Laurent, et en face du majestueux Fjord du Saguenay.
- Ainsi au nord, l'Île fait face au **Parc marin du Saguenay-Saint-Laurent** où les mammifères marins (rorquals, bélugas, phoque) viennent se reproduire. Étant situé à proximité d'une portion particulièrement périlleuse pour la voie de navigation maritime, le **Phare de l'Île Verte**, âgé de plus de 200 ans, est le plus ancien du Saint-Laurent et constitue un attrait touristique de premier plan au Bas-Saint-Laurent.

- L'île occupe un site également reconnu pour son immense **marais maritime** qui jouit d'une biodiversité exceptionnelle. L'herbier de zostère marine au sud l'Île Verte, autrefois utilisé comme une ressource naturelle dans l'industrie de la construction et du rembourrage, est en pleine expansion et ce après avoir pratiquement disparu en 1933 à la suite d'une épidémie qui ravagea 90% des herbiers des

côtes de l'Atlantique américaines et européennes (phénomène connu en anglais sous le nom de *wasting disease*).

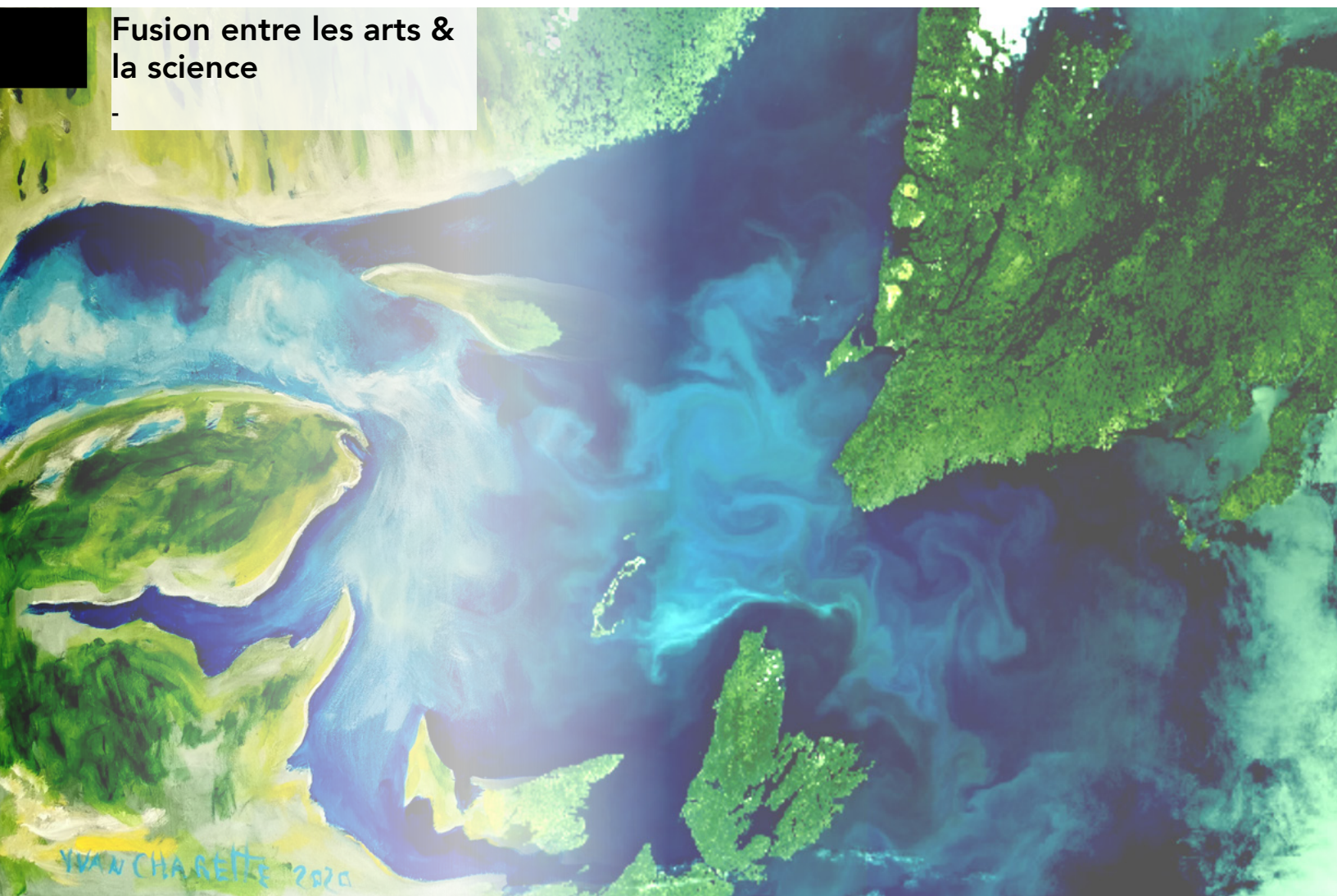
- Paysages maritimes et agroforestiers totalement préservés du développement moderne, l'Île Verte vous apparaîtra comme figée dans le temps.

#### Équipe d'enseignement

- [Simon Bélanger](#), UQAR (responsable)

- Curtis Mobley, Sequoia Scientific, Inc.
- John Hedley, Numerical Optics
- George Fournier, DRDC
- Yannick Huot, U. Sherbrooke
- Fanny Noisette, UQAR/ISMER
- Rakesh Kumar Singh, UQAR
- Christian Nozais, UQAR\*
- Mathieu Cusson, UQAC\*
- Clémence Goyens, RBINS\*
- M Gabriela Ifimov, NRC
- Référence : [UQAR](#).

## Fusion entre les arts & la science



Par Simon Bélanger et Thomas Jaegler, Arctus inc.

Les capteurs satellitaires conçus pour mesurer la couleur de l'océan permettent de documenter des efflorescences de micro-algues marines, le phytoplancton, qui se développe dans la zone éclairée à la surface de la mer.

Certaines espèces de phytoplancton ont une signature spectrale typique qui permettent de les distinguer facilement des autres. L'image en page couverture de ce bulletin a été acquise le 27 Juillet 2019 par l'Ocean and Land Color Imager (OLCI), un capteur à bord du satellite Sentinel-3B de l'Agence Spatiale Européenne. Elle montre l'étendue

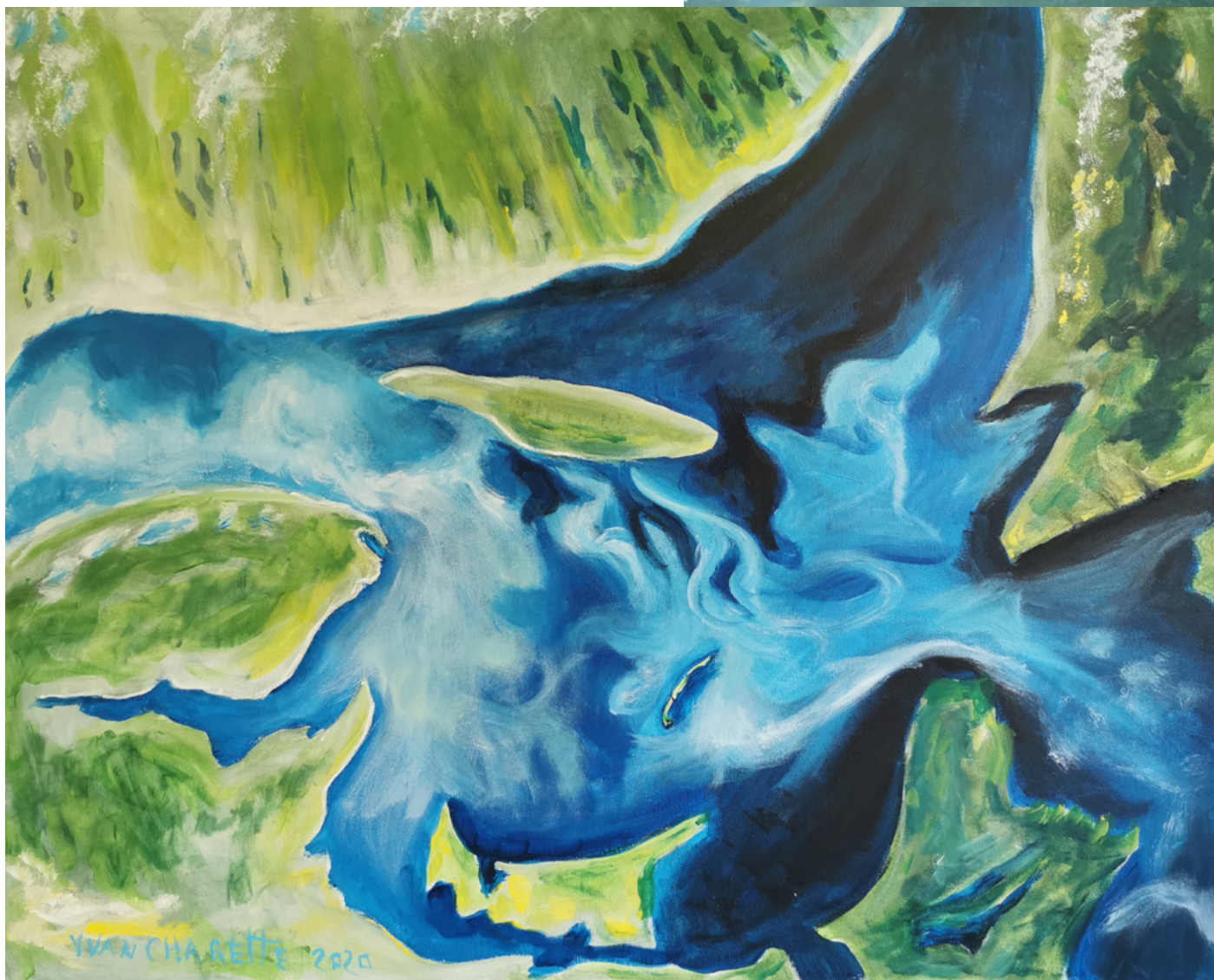


d'une importante efflorescence de coccolithophores dans le golfe du Saint-Laurent. Cette micro-algue, encapsulée dans un exosquelette de carbonate de calcium nommé coccolithe, forme de larges efflorescences en fin d'été dans les milieux tempérés, subpolaires et polaires quand les eaux sont stratifiées et pauvres en nutriments. Les eaux apparaissent en apparence bleue-turquoises en raison de la diffusion non-sélective (blanche) causée par les coccolithes.

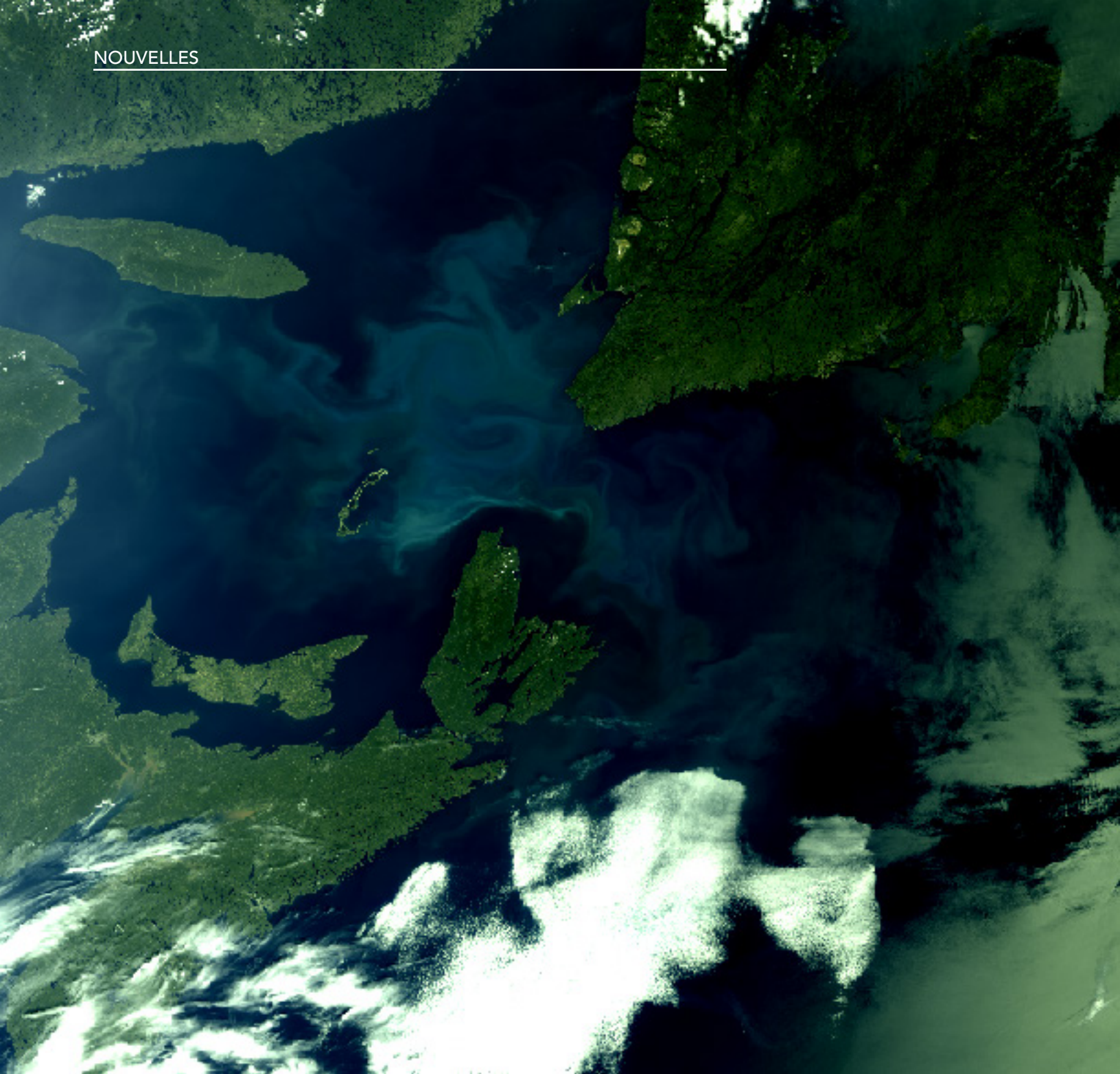
Cette image a inspiré un artiste du Bas-St-Laurent pour la création d'une toile originale. Les deux images ont été fusionnées pour montrer la fusion entre l'art et la science.

---

Crédits : peinture : Yvan Charette (St-Éloi, QC) 2020







---

images : Sentinel 3B OLCI 2019-07-27 - Arctus Inc.  
2020.

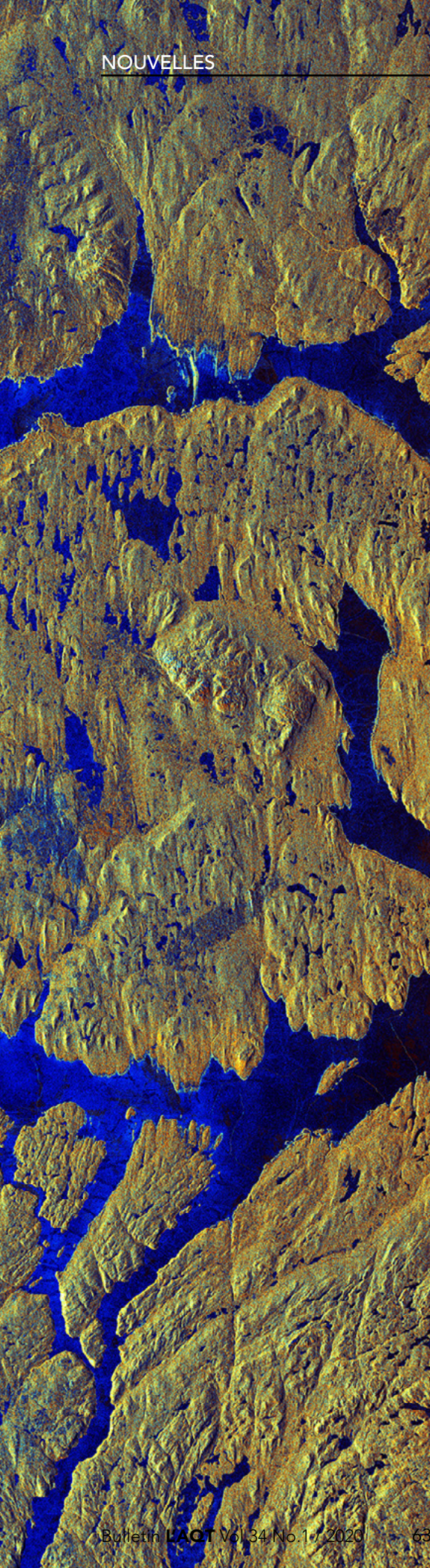


## L'AQT célèbre le Jour de la Terre

Crédits : ESA

L'AQT a célébré la Journée de la Terre le 22 avril en diffusant un court film réalisé par l'ESA, le physicien Stephen Hawking et le musicien Vangelis. Un message d'espoir pour notre planète Terre et ses écosystèmes en changement qui pourrait se résumer ainsi : « **En travaillant tous ensemble, nous pouvons surmonter cette crise climatique et autres défis de l'humanité** ». Pour visionner « **Nous pouvons y arriver / It can be done** », rendez-vous [ici](#).





Surnommé « l'œil du Québec », le cratère Manicouagan est l'emblème de la Réserve mondiale de la biosphère Manicouagan-Uapishka. C'est un cratère météoritique qui a été inondé par l'édification du barrage Daniel-Johnson sur la rivière Manicouagan. Situé sur la Côte-Nord au Québec, le réservoir a une superficie de 2000 km<sup>2</sup> et une profondeur moyenne de 73 mètres. L'île René-Levasseur, au centre, est née lors du remplissage du réservoir. L'âge estimé de l'impact est de +-214 millions d'année (Trias). Cette image a été acquise par Sentinel-1A (crédits: ESA).





## Une entreprise emblématique de technologie spatiale revient sous contrôle canadien après la clôture de la vente de MDA à Northern Private Capital

Référence : [MDA](#)

La transaction de vente de MDA par Maxar Technologies (NYSE : MAXR) (TSX : MAXR) à un consortium dirigé par la société d'investissement Northern Private Capital (NPC), basée à Toronto, a été officiellement conclue aujourd'hui, le 8 avril. Cette transaction marque le retour de MDA sous contrôle canadien à titre de société privée et indépendante dont le siège social se trouve au Canada.

Fondée en 1969, MDA est le plus grand concepteur et fabricant de technologies spatiales au Canada, avec plus de 1 900 employés à l'échelle du pays. Grâce à une collaboration et à un partenariat efficaces avec le gouvernement du Canada qui s'étendent sur plusieurs décennies, MDA a livré des technologies emblématiques et de pointe telles que la robotique spatiale du Canadarm pour le programme américain de la navette spatiale et la Station spatiale internationale ainsi que trois générations de satellites d'observation de la Terre RADARSAT pour le gouvernement canadien. NPC, dirigée par John Risley et Andrew Lapham, a nommé Mike Greenley au poste de président-directeur

général de MDA. Mike Greenley, PDG de MDA, a déclaré : **« Je suis très fier de diriger MDA à un moment aussi crucial de l'histoire de cette grande entreprise ». « Il est inspirant d'être associé à des chefs d'entreprise canadiens aussi éminents qui partagent la vision de faire de MDA une puissance mondiale ». « MDA est une véritable réussite canadienne, avec un potentiel de croissance mondiale résultant de ses technologies de pointe dans de multiples segments du secteur spatial en pleine croissance »**, a déclaré John Risley.

**« Nous sommes prêts à faire des affaires », a ajouté M. Greenley. « À titre d'entreprise spatiale avec un grand drapeau canadien sur notre sac à dos et des décennies d'expérience dans le secteur de l'espace à construire des systèmes spatiaux uniques en leur genre, notre capacité de partenariat et de collaboration sera inégalée ».**

Le consortium dirigé par la NPC a acquis toutes les opérations de MDA au Canada et au Royaume-Uni. La valeur de la transaction s'élevait à 1 milliard de

dollars canadiens et a été financée par une combinaison de capitaux propres et d'emprunts. Les capitaux propres ont été fournis par NPC et certains de ses associés commanditaires, ainsi que par plusieurs investisseurs de premier plan, dont le Fonds de solidarité FTQ, Jim Balsillie, Bulldog Capital Partners, Albion River, Nicola Wealth et Senvest Capital, en plus des fonds gérés par Senvest Management. NPC a été conseillée dans le cadre de cette transaction par la Banque de Montréal et la Banque Scotia. La Banque Scotia et la Banque de Montréal ont également dirigé le financement de la dette de premier rang, et PointNorth Capital et Canso Investment Counsel ont fourni la dette subordonnée.



## L'Université Laval est championne de la National Geomatics Competition 2020

Crédits : Université Laval

La National Geomatics Competition (NGC) 2020 avait lieu à la fin février à Waterloo en Ontario. L'Université Laval a terminé au premier rang, devant l'U. of New Brunswick et l'U. of Calgary. Les équipes de l'U. Laval étaient composées de Daniel Déry, Camilia Gagnon et Adrien Duruisseau (équipe gagnante) et de Simon Fournier-Boulanger, Anne-Julie Thibodeau et Maxime Lamer. Félicitations à nos deux équipes pour tous leurs efforts! Les 14 équipes de trois participants ont d'abord reçu le cas à résoudre : «Bringing Light Rail Transit to the city of Guelph». Chaque équipe avait 5 heures pour **proposer une procédure complète dans le but de déterminer la route optimale du tramway, d'évaluer les impacts et les risques du projet et de planifier le redéveloppement à long terme de la ville de Guelph**. Un résumé de 2 pages ainsi qu'une présentation de 5 minutes devaient être réalisés. La York University a remporté le « **Prix Innovation** », la McMaster University le « **Prix du Développement durable** » et l'U. de Waterloo le « **Prix du public** ».

Les champions : Daniel Déry, Camilia Gagnon et Adrien Duruisseau.







**ARCTUS**  
est une entreprise canadienne de R&D basée à Rimouski, au cœur de la Technopole maritime du Québec, spécialisée dans l'observation de la Terre par satellite et le développement d'applications et de services de surveillance des environnements aquatiques.

**DÉVELOPPEMENT D'ALGORITHMES ET D'APPLICATIONS**  
Analyse scientifique et développement d'algorithmes pour le traitement de données satellitaires ; application au suivi des environnements aquatiques continentaux, côtiers et océaniques.

**R&D ET DÉMONSTRATION**  
Travaux de R&D et de démonstration technologique par du personnel scientifique hautement qualifié en océanographie biologique, géographie physique, géomatique et télédétection.

**CONTRÔLE QUALITÉ ET VALIDATION**  
Évaluation et validation de la qualité et de la précision de produits satellitaires opérationnels produit par les agences (réflectance marine, chlorophylle-a, etc.).

**SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE**  
Surveillance par satellite et analyse d'images en temps quasi-réel pour la cartographie et la détection de changements de la composition de l'eau dans les écosystèmes aquatiques et les habitats côtiers.

**SERVICES PROFESSIONNELS**  
Préparation de revues scientifiques rigoureuses et rédaction technique en appui à la prise de décision quant à l'utilisation des technologies d'observation de la Terre pour le suivi des environnements aquatiques.

 **ARCTUS**

**WWW.ARCTUS.CA**  
+1 581 246 7448 [info@arctus.ca](mailto:info@arctus.ca)



# Hatfield

*Consultant en environnement fournissant des solutions innovatrices pour la gestion durable des écosystèmes et le soutien des communautés.*

Solutions géomatiques :

- Application de technologies satellitaires optique et radar et de nuages de points 3D dérivés à partir de LiDAR aérien et drone
- Gestion et analyse des mégadonnées géospatiales (apprentissage machine, IA, séries chronologiques)
- Collecte de données mobiles et outils de visualisation sur le Web, et revendeur d'images satellites



Bureaux au Canada : Vancouver, Fort McMurray, Calgary, Fort St. John, Campbell River et Terrace.

Bureaux à l'international : Indonésie et Botswana.

Courriel : [hcp@hatfieldgroup.com](mailto:hcp@hatfieldgroup.com)

[www.hatfieldgroup.com](http://www.hatfieldgroup.com)