

HAUSSER LA CAPACITÉ DE TÉLÉDÉTECTION POUR LA RECHERCHE SUR LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LE NORD CANADIEN :

contributions de POLAIRE à l'expérience de la NASA sur la vulnérabilité de la région boréale de l'Arctique (ABoVE)



Adam Houben^{1*}, Donald McLennan¹, Scott Goetz², Charles E. Miller³, Peter Griffith⁴, Elizabeth Hoy⁴, et Elisabeth Larson⁴

¹ Sciences et technologie, Savoir polaire Canada, Cambridge Bay, Nunavut, Canada

² École d'informatique, de technologie de l'information et de systèmes cybernétiques, Université de Northern Arizona, Flagstaff, Arizona, États-Unis

³ NASA Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, Californie, États-Unis

⁴ Centre spatial Goddard de la NASA, ceinture de verdure, Maryland, États-Unis

* adam.houben@polar.gc.ca

Résumé

L'expérience de la NASA sur la vulnérabilité de la région boréale de l'Arctique (ABoVE) est une étude de dix ans sur la réaction des écosystèmes aux changements environnementaux en Alaska et dans le nord-ouest du Canada, qui utilise et met à l'essai des technologies de télédétection spatiales et aériennes. Les consultations menées aux étapes de la planification du projet comprenaient un effort concerté de Savoir polaire Canada (POLAIRE) pour étendre le domaine aux paysages de l'Extrême-Arctique. POLAIRE participe maintenant avec la NASA au Groupe de coordination ABoVE, aidant à la coordination de la recherche canadienne, à la gestion des données et à l'acquisition d'images satellites Radarsat-2 avec l'Agence spatiale canadienne (ASC). POLAIRE mène également des études des écosystèmes au campus de la Station canadienne de recherche dans l'Extrême-Arctique (SCREA), l'un des rares sites de l'Extrême-Arctique dans le domaine d'étude. POLAIRE finance également plusieurs projets associés au programme ABoVE, dans plusieurs des groupes de travail thématiques.

La première campagne aérienne d'ABoVE (ACC) s'est terminée en 2017 avec des instruments de télédétection mesurant un ensemble diversifié de variables environnementales. Ces technologies devaient être harmonisées avec les chercheurs sur le terrain pour l'étalonnage et la validation au sol. Au site d'étude de la SCREA, les ensembles d'instruments à réaction AVIRIS-NG et ASCENDS ont étudié le bassin hydrographique Greiner situé dans la zone d'expérimentation et de référence de la SCREA pour la végétation et le CO₂ respectivement.

Des activités d'éducation d'ABoVE ont également été coordonnées dans les collectivités du Nord. Le cours « Earth to Sky » (de la terre au ciel), qui a eu lieu à Yellowknife en avril 2017, a réuni des scientifiques américains et canadiens ainsi que des éducateurs et des représentants des Premières Nations pour qu'ils puissent expliquer comment ils observent, comprennent et interprètent les changements environnementaux. Puis, au cours de la campagne aérienne en mai et août 2017, la NASA et le gouvernement des Territoires du Nord-Ouest (GTNO)

Citation suggérée :

Houben, A., McLennan, D., Goetz, S., Miller, C.E., Griffith, P., Hoy, E., Larson, E. 2018. « Hausser la capacité de télédétection pour la recherche sur les changements climatiques dans le Nord canadien : contributions de POLAIRE à l'expérience de la NASA sur la vulnérabilité de la région boréale de l'Arctique (ABoVE) », *Savoir polaire : Aqhaliat* 2018, *Savoir polaire Canada*, p. 53-62. Identificateur d'objet numérique : 10.35298/pkc.2018.23

ont organisé des journées portes ouvertes à l'aéroport de Yellowknife, où les jeunes et le public ont pu voir plusieurs avions à réaction et des capteurs et recevoir un aperçu des sciences des écosystèmes et de la télédétection.

Introduction et aperçu du programme ABoVE

Savoir polaire Canada (POLAIRE) travaille à l'élaboration d'une forte présence de recherche dans l'Arctique, basée sur le campus de La Station canadienne de recherche dans l'Extrême-Arctique (SCREA) à Cambridge Bay, au Nunavut, afin de servir le Canada et le monde. Sa mission est de faire progresser les connaissances sur l'Arctique dans le but d'améliorer les possibilités économiques, la gérance de l'environnement et la qualité de vie des habitants du Nord et de tous les Canadiens. Pour accomplir cette mission, il faut notamment renforcer les activités de surveillance conçues en vue de fournir des renseignements environnementaux de base importants, en plus de parrainer des recherches visant à combler les lacunes critiques en matière de connaissances.

La NASA met en œuvre le projet Arctic-Boreal Vulnerability Experiment (ABoVE), une étude à grande échelle des réactions des écosystèmes aux changements environnementaux dans l'Arctique et dans les régions boréales du nord-ouest de l'Amérique du Nord (fig. 1) et des répercussions sur les systèmes socioécologiques (above.nasa.gov). Les objectifs scientifiques du programme ABoVE visent à (1) obtenir une meilleure compréhension de la vulnérabilité et de la résilience des écosystèmes arctiques et boréaux aux changements environnementaux dans l'ouest de l'Amérique du Nord, et (2) fournir une base scientifique pour la prise de décisions éclairées afin d'orienter les réponses de la société à l'échelle locale et internationale.

On constate un chevauchement important entre les objectifs scientifiques et les domaines géographiques de POLAIRE et de ABoVE; les domaines géographiques comprennent une grande partie du Yukon, des Territoires du Nord-Ouest et du Nunavut dans le nord-ouest du Canada, englobant les paysages boréaux et de toundra. En outre, POLAIRE et ABoVE mettront l'accent sur la surveillance et la recherche nécessaires pour comprendre comment les écosystèmes terrestres et d'eau douce et le pergélisol réagissent aux changements environnementaux et comment ces réactions modifient les services écosystémiques qui sont fournis à la société à l'intérieur et à l'extérieur de cette région. Les activités de recherche

et de surveillance menées dans le cadre de POLAIRE et du programme ABoVE comprendront la collecte, la synthèse et l'analyse de données sur place et de télédétection, ainsi que l'utilisation de modèles pour intégrer et extrapoler efficacement les données d'observation afin de décrire les processus sur de grandes superficies et de communiquer l'information nécessaire aux décideurs et aux intervenants. Ces domaines d'intérêt partagés servent de fondement à la collaboration entre POLAIRE et ABoVE dans la poursuite de leurs objectifs communs.

Les changements écosystémiques se produisent rapidement dans le Nord canadien en raison des changements climatiques — du mouvement vers le nord de la limite forestière à la dégradation du pergélisol et à l'expansion thermokarstique, de l'augmentation des incendies de forêt et de la gravité des brûlures qui

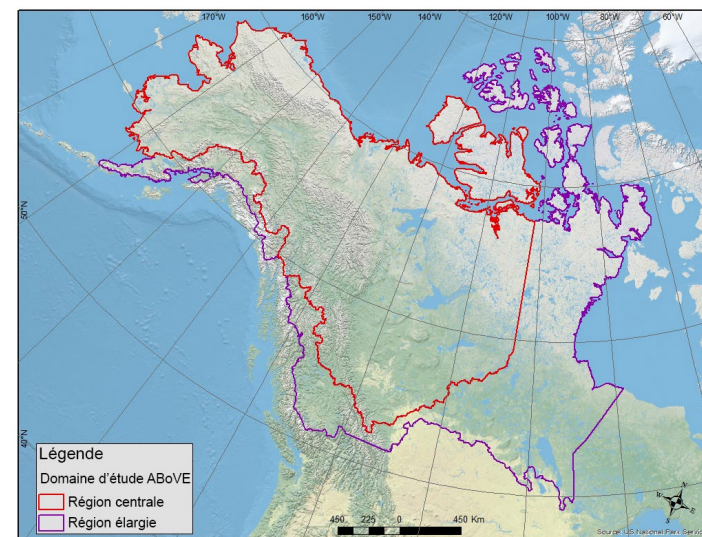


Figure 1 : Le domaine d'étude ABoVE comprend les paysages terrestres de l'Arctique et de la forêt boréale en Alaska et la majeure partie de l'Ouest canadien. La région centrale du domaine d'étude saisit les variations régionales des conditions de surface et atmosphériques, nécessaires pour répondre aux questions et objectifs scientifiques. Il comprend des paysages et des écorégions qui changent rapidement de façons complexes, ainsi que d'autres qui ne changent pas — une combinaison qui permet d'étudier à la fois la vulnérabilité et la résilience. Le domaine d'étude comprend également une région étendue à l'extérieur de la région centrale, ce qui permet des études axées sur un sous-ensemble de changements importants qui ne se produisent pas dans la région centrale (p. ex., éclosions d'insectes et dépérissement des forêts dans le sud de la forêt boréale). La région élargie comprend des secteurs où la recherche porte sur les conditions environnementales considérées comme antérieures à celles de la région centrale. Les études menées dans la région élargie offrent également des possibilités de collaboration avec des recherches existantes ou prévues.

accélèrent les émissions de gaz à effet de serre. Il est fondamentalement exigeant d'observer ces changements dans les environnements éloignés et difficiles du Nord. Par conséquent, l'utilisation de la télédétection est essentielle à la surveillance de la durabilité environnementale, sociale et économique du Nord. Cette technique de télédétection comprend de nouveaux capteurs aéroportés et des satellites en orbite, avec étalonnage et validation simultanés par des chercheurs sur le terrain, afin de répondre à certaines questions concernant le changement climatique sur une période de dix ans et au-delà.

Le présent document décrit également le partenariat avec POLAIRE à l'étape de la planification du programme. Par la suite, une description de la première campagne aéroportée ABoVE (2017) fait état des ressources aériennes, des instruments et des trajectoires de vols effectués dans la sphère de ABoVE. Un résumé des projets et du domaine d'étude de ABoVE appuyé par POLAIRE est ensuite fourni. En collaboration avec la flotte aérienne de la NASA, POLAIRE coordonne également avec l'Agence spatiale canadienne l'attribution et l'acquisition de l'imagerie RADARSAT-2 sur plusieurs années afin d'appuyer davantage l'instrumentation et les études sur le terrain. Cela pourrait mener à un soutien supplémentaire du Polar Space Task Group (Groupe de travail sur l'espace et les pôles) au cours des années suivantes. Enfin, en plus de l'objectif scientifique à grande échelle de ABoVE, un résumé des activités parallèles d'éducation et de sensibilisation et des préoccupations à l'échelle de la collectivité est effectué, de même que des phases à venir du programme.

Consultations NASA-POLAIRE aux étapes de planification du programme ABoVE

Compte tenu du rôle et de la compétence de POLAIRE concernant l'Arctique canadien, un représentant de POLAIRE s'est joint à l'équipe de définition scientifique ABoVE de la NASA, à la demande d'Environnement Canada, pendant que le projet était en cours d'élaboration et de définition. Avec l'ajout d'un autre représentant du Service canadien des forêts, il s'agissait de la composante canadienne de l'équipe ABoVE qui a contribué à l'élaboration du plan d'expériences concises du programme ABoVE de la NASA (disponible à l'adresse <https://above.nasa.gov/acep>) qui a défini la portée géographique du projet, confirmé les objectifs du projet et cerné les questions clés auxquelles le projet répondrait. Un autre élément clé de cette collaboration est la création d'un protocole d'entente (PE) entre la NASA et POLAIRE qui décrit les rôles et les responsabilités des deux

parties dans la mise en œuvre du projet ABoVE au Canada. Dans ce PE, les rôles de POLAIRE consistaient notamment à assurer la coordination des travaux et la liaison avec les collectivités et les gouvernements dans la zone d'étude conjointe au Canada, en veillant à ce que les opérations aériennes soient conformes aux règlements d'exploitation des aéronefs du gouvernement du Canada, en assurant la coordination des observations au sol au Canada, en définissant des approches de gestion des données et en fournissant des fonds aux chercheurs canadiens pour compléter le financement de la NASA. Le PE a été devancé en vue de la réunion ministérielle de la Maison-Blanche en septembre 2016, où la relation NASA-POLAIRE a été citée comme exemple de coopération scientifique positive dans le Nord entre les États-Unis et le Canada.

Campagne aérienne ABoVE 2017

La campagne aérienne ABoVE 2017 fut l'une des expériences scientifiques aériennes les plus vastes et les plus complexes menées par la Division des sciences de la Terre de la NASA. Entre avril et novembre, ABoVE a déployé dix aéronefs qui ont participé à plus de 200 vols scientifiques permettant d'effectuer des relevés sur plus de 4 millions de km² en Alaska et dans le nord-ouest du Canada. De nombreux vols ont été coordonnés avec des mesures au sol le même jour pour établir un lien entre les études de processus et les produits de données géospatiales provenant de capteurs satellites. La campagne ABoVE a permis de recueillir des données couvrant les échelons d'espace et de temps critiques essentiels pour bien comprendre la gradation du domaine d'étude ABoVE et, finalement, l'extrapolation à l'ensemble de l'Arctique, à l'aide de données satellites et de modèles écosystémiques. ABoVE a offert des occasions uniques de valider les données et les produits de données de télédétection satellites et aéroportés pour les écosystèmes des hautes latitudes nordiques. La stratégie scientifique a couplé l'échantillonnage à l'échelle du domaine avec des instruments communément appelés « instruments de base », le radar à synthèse d'ouverture (SAR) de la bande L et la bande P, la spectroscopie par imagerie, la détection et télémétrie par ondes lumineuses (LIDAR) complètes, et les mesures des gaz à l'état de traces dans l'atmosphère (y compris le dioxyde de carbone et le méthane), ainsi que des études dirigées par l'IP à l'aide de SAR en bande Ka et de la fluorescence chlorophyllienne induite par l'énergie solaire. Les cibles d'intérêt comprenaient les sites sur le terrain exploités par l'équipe scientifique ABoVE ainsi que les sites intensifs et/ou à long terme exploités par les partenaires américains et canadiens. Un exemple de configuration d'instrument en vol est donné à la

figure 2 — un appareil de radar à synthèse d'ouverture sur véhicule aérien sans pilote (UAVSAR).

L'un des volets de la campagne aérienne de 2017 a analysé le campus de la SCREA et la région de Cambridge Bay (fig. 3). Cela comprend la série d'instruments ASCENDS (Active Sensing of CO₂ Emissions over Nights, Days, and Seasons) à bord de l'aéronef DC-8 de la NASA et le spectromètre nouvelle génération d'imagerie visible terrestre (AVIRIS-ng) à bord d'un aéronef A200. Le tableau 1 présente un résumé des capteurs/instruments ABoVE, ce qu'ils ont mesuré et les plateformes utilisées pour recueillir les données. La figure 4 présente un ensemble de lignes de vol de la zone expérimentale et de référence de la SCREA montrant l'acquisition de données par le capteur hyperspectral AVIRIS de la NASA.

De plus, la NASA prévoit retourner au Canada et en Alaska en 2018 avec deux des instruments déployés dans le cadre de la campagne aérienne de 2017. Le plan théorique à compter de la rédaction du présent texte est de mener des vols AVIRIS-nouvelle génération au milieu de l'été 2018 et 2019, et des vols SAR en bande L à la fin d'août 2018

et 2019. De manière provisoire, il est prévu que AVIRIS-nouvelle génération survole Fairbanks et Barrow, en Alaska; les plaines d'Old Crow, au Yukon; et le delta du Mackenzie, dans les Territoires du Nord-Ouest. Le SAR en bande L répétera les lignes de vol de la campagne de 2017 dans le but d'établir des séries chronologiques pluriannuelles pour les enquêtes scientifiques susmentionnées, et il est provisoirement prévu de survoler les sites de recherche et de surveillance de l'écosystème boréal (BERMS) en Saskatchewan, des sites accessibles par la route près de Yellowknife, Whitehorse, Kluane Lake et Inuvik, ainsi qu'un sous-ensemble de sites en Alaska qui présentent le plus grand intérêt pour le Groupe de travail SAR. Les lignes aériennes fictives, sous réserve de modifications, seront affichées à mesure que la planification progresse (disponible à <https://above.nasa.gov/airborne 2017.html>).

Tableau 1 : Instruments et aéronefs utilisés lors de la campagne aérienne ABoVE de 2017.

Instrument	Description	Catégorie d'instruments	Mesures	Aéronef
AirMOSS	Observatoire de micro-onde aéroporté de sous-canopée et de sous-surface	SAR en bande P	Mesure des vols répétés déformations du sol, de la glace, du sol humide	G-III
UAVSAR	Radar à synthèse d'ouverture sur véhicule aérien sans pilote	SAR en bande L/P	Mesure des vols répétés déformations de l'imagerie du sol, de la glace, du sol humide	C-20A
AirSWOT	Topographie des surfaces d'eau océaniques et continentales	Radar (KaSPAR)	Topographie des eaux de surface et des océans	B200
ASCENDS	Sensibilisation active aux émissions de CO ₂ pendant la nuit, le jour et les saisons	CO ₂ Gaz sondeurs	Gaz (carbone) : changements dans les sources/puits de carbone terrestres	DC-8
ATM-C	Carbone atmosphérique	CO ₂ , CH ₄ , CO	Gaz (carbone)	Mooney
AVIRIS (NG)	Spectromètre imageur aérien visible/infrarouge (nouvelle génération)	Spectromètre	Imagerie de la végétation et de l'atmosphère : signal élevé : imagerie sonore solaire	B200
CFIS	Spectromètre imageur de la fluorescence chlorophyllienne	Spectromètre	Végétation : fluorescence d'origine solaire	DHC6
LVIS	Capteur de sol, de végétation et de glace	Lidar	Topographie de surface et couverture végétale	B200T

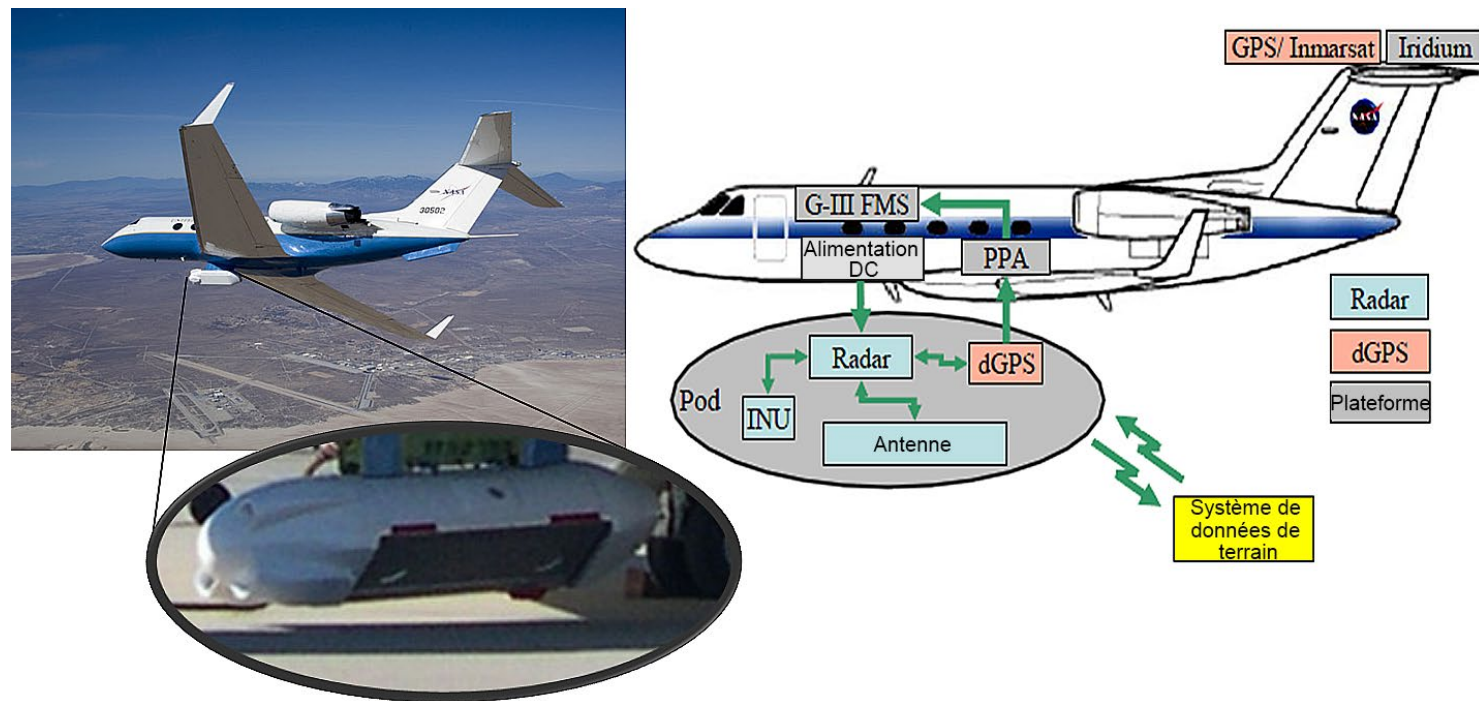


Figure 2 : Photos et vues schématiques d'un instrument aéroporté, UAVSAR dans cet exemple (Lee et coll. 2007).



Figure 3 : Des lacs productifs sont visibles dans le paysage entourant Cambridge Bay, au Nunavut, par imagerie AVIRIS-ng, le 2 août 2017.

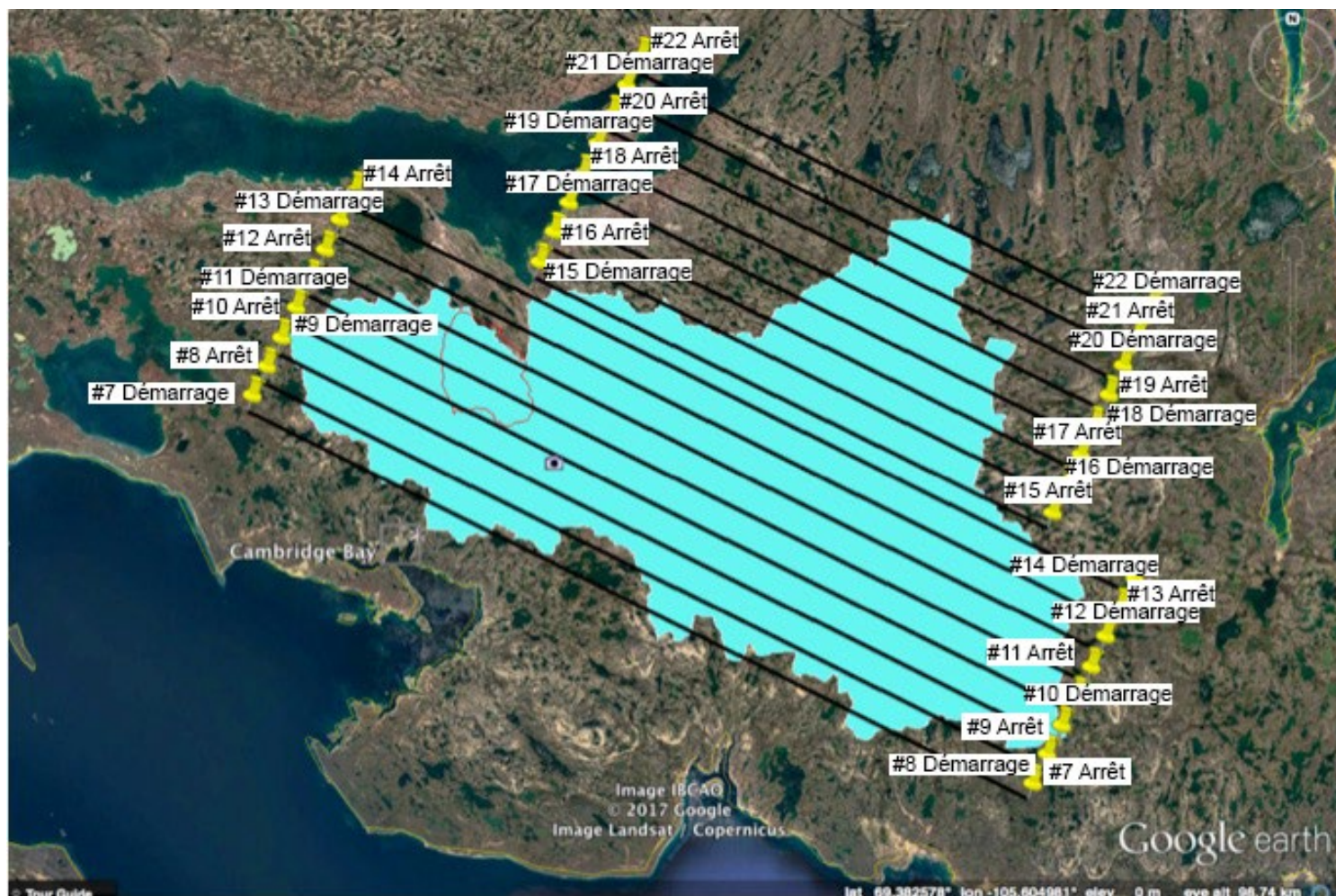


Figure 4 : Un ensemble de lignes de vol AVIRIS 2017 (en noir) au-dessus d'une zone expérimentale et de référence de la SCREA et du bassin hydrographique Greiner (couleur de remblai turquoise).

Projets et activités du programme ABoVE dirigés ou appuyés par POLAIRE

Environ le quart des quelque 600 chercheurs du programme ABoVE proviennent d'organisations canadiennes. La recherche est orientée de manière fonctionnelle par des groupes de travail axés sur des domaines scientifiques comme l'hydrologie et le pergélisol, la dynamique de la végétation, les perturbations causées par les incendies, la dynamique du carbone, les services fauniques et écosystémiques, la modélisation et la science aéroportée. POLAIRE héberge l'un des sites d'étude de l'Extrême-Arctique dans la zone expérimentale et de référence de la SCREA, le tout orchestré à partir du campus de la SCREA (69.121119° N., -105.042189° O). Les études portent notamment sur les écosystèmes allant des parcelles submétriques à la cartographie locale des bassins hydrographiques jusqu'à la région de Kitikmeot, à des fins de surveillance. En août 2017, le campus de la SCREA et la ville de Cambridge Bay ont été témoins de l'arrivée de la première campagne aérienne ABoVE visant à mesurer

les émissions atmosphériques de dioxyde de carbone, et à saisir de l'imagerie hyperspectrale par AVIRIS pour évaluer les caractéristiques de la végétation.

Plusieurs chercheurs de POLAIRE participent également directement au programme ABoVE, et POLAIRE appuie les projets de recherche par l'entremise de son programme de subventions et de contributions (fig. 5). La première catégorie propre au programme ABoVE a été créée lors du dernier appel de propositions POLAIRE (cycle 2017-2019), dans lequel quatre projets englobant la végétation, l'hydrologie, les rétroactions sur le pergélisol et/ou les réponses aux changements climatiques ont été sélectionnés. Plusieurs autres projets financés au cours des cycles de financement actuels ou antérieurs de POLAIRE sont également pertinents pour le programme ABoVE (tableau 2).



Figure 5 : Chercheurs sur les sites de l'Extrême-Arctique; paysages contrastants — alpins (gauche), plateau de la toundra (droite); station de surveillance éolienne et solaire (centre) pour le projet CAT-TRAIN de l'Arctic Research Foundation, financé par POLAIRE.

Tableau 2 : Projets soutenus par POLAIRE liés au programme ABoVE (disponible à l'adresse <https://www.canada.ca/en/polar-knowledge/advancingpolarknowledge.html>).

Chercheur principal; organisation	Chercheur principal; organisation	Région d'étude
Asselin; Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue	Répercussions des changements climatiques sur les risques d'incendie de forêt dans les forêts boréales des Territoires du Nord-Ouest	Collectivités des T.N.-O.
*Calmels; Collège du Yukon	Cartographie de la vulnérabilité du pergélisol dans le territoire traditionnel des Gwitchin Vuntut : répercussions des changements climatiques sur les paysages et l'hydrologie	Old Crow, Territoire du Yukon
Stantec et Fraser; RNCan	Surveillance des arbustes dans l'Arctique canadien à l'aide de mesures à plusieurs échelles à partir de cartes de terrain, véhicule aérien sans pilote (UAV), d'enquêtes et télédétection par satellite	Régions du Nunavut et des Territoires du Nord-Ouest
*Humphreys; Université Carleton	Améliorer les projections du Canada sur les changements climatiques en intégrant les rétroactions sur les arbustes de l'Arctique	Station de recherche sur les écosystèmes de la toundra du lac Daring, T.N.-O.
*Langlois; Université du Québec de Sherbrooke	Développement d'un réseau de surveillance de la cryosphère à plusieurs échelles pour la région de Kitikmeot et les Territoires du Nord-Ouest au moyen de la modélisation et de la télédétection	Nunavut (Cambridge Bay, Gjoa Haven, Kugluktuk, région de Kitikmeot)
Marsh; Université Wilfrid Laurier	Surveillance de la cryosphère, de la végétation et de l'eau douce dans l'ouest de l'Arctique canadien	Territoires du Nord-Ouest
Marshall; Université de Calgary	Surveillance de la cryosphère et du climat	Station de recherche du lac Kluane, Territoire du Yukon
*Quinton; Université Wilfrid Laurier	Consortium pour les écosystèmes du pergélisol en transition (CPET)	Ruisseau Scotty et ruisseau Suhm, T.N.-O.
Rautio; Université du Québec à Chicoutimi	Santé de l'écosystème des eaux douces de l'Arctique	Cambridge Bay, Nunavut

Chercheur principal; Organisation	Titre du projet	Région d'étude
Sharam; Environnement La gestion des ressources	Quels mécanismes orientent le choix de l'habitat du caribou? Une approche de sélection des ressources à l'aide des connaissances traditionnelles, de la télédétection et de relevés sur le terrain	Nunavut, NWT (Hope Bay, Back River, Ekati, Courageous Lake)
Réservoir; Université de l'Alberta	Incendies dans l'Arctique : Les effets interactifs du paysage, de l'hydrologie et du pergélisol	Ruisseaux Spence, Notawokha, Scotty, Boundary et Baker; Territoires du Nord-Ouest
Zhang; Ressources naturelles Canada	Cartographie et surveillance des conditions de la surface du sol et du pergélisol le long du corridor routier entre Inuvik et Tuktoyaktuk (ITH) à l'aide de données satellites et de modélisation axée sur les processus	Corridor routier Inuvik-Tuktoyaktuk, T.N.-O.

* Projet financé dans la catégorie ABoVE de POLAIRE dans le cadre de l'appel de propositions ouvertes 2017

Coordination spatiale avec l'Agence spatiale canadienne

POLAIRE et la NASA collaborent avec l'Agence spatiale canadienne, et indirectement avec le Groupe de travail sur l'espace polaire de l'Organisation météorologique mondiale, afin d'acquérir des images satellites pour les sites de terrain ABoVE, comme PALSAR-2, RADARSAT-2, Sentinel-1 et Terra SAR-X. En 2017, l'Agence spatiale canadienne a recueilli plus de 500 bandes de données RADARSAT-2 (fig. 6) permettant d'appuyer la recherche sur le terrain. Les acquisitions ont obtenu un taux de succès de 66 % en raison de priorités nationales concurrentes et de conflits d'attributions. RADARSAT-2 utilise un radar à synthèse d'ouverture (RSO) en bande C, qui peut être utilisé pour mesurer la topographie des paysages à haute résolution. Cette imagerie est particulièrement importante pour les terrains plats (p. ex., la zone expérimentale et de référence de la SCREA), où il est souvent difficile de différencier les bassins hydrographiques, même à l'aide des connaissances locales. Plus de 60 chercheurs de ABoVE prévoient utiliser les données de RADARSAT-2 pour cartographier les variables environnementales telles que l'humidité du sol, le pergélisol et les conditions de la couche active, l'humidité de surface, l'intensité du feu, la rugosité de la surface et les caractéristiques de la végétation. Dans certains cas, ces images seront utilisées conjointement avec les images aériennes recueillies par la campagne ABoVE de 2017, alors que dans d'autres cas, les images seront utilisées parallèlement aux données de terrain recueillies à l'appui de ABoVE. Grâce à l'utilisation

de ces données, les chercheurs étudient les taux de dégradation du pergélisol, les changements dans les inondations, la subsidence saisonnière et le tassement dû au dégel, la réaction des niveaux des lacs aux changements des conditions du pergélisol et la détection de la végétation inondée, tout cela pour mieux comprendre la vulnérabilité et la résilience des écosystèmes arctiques et boréaux aux changements environnementaux.

Les activités actuelles prévoient l'acquisition d'images supplémentaires de RADARSAT-2 cet été (2018) afin de fournir des acquisitions répétées pour la plupart des sites d'étude, l'inclusion de sites qui n'ont pas pu être acquis en 2017, et de nouveaux sites à mesure que les questions de recherche évoluent.

Préoccupations pour la collectivité

En mai 2016, la NASA et POLAIRE ont coparrainé un atelier conjoint avec l'aide et le parrainage du gouvernement des Territoires du Nord-Ouest. Plus de 100 représentants des collectivités des Premières nations, des gouvernements fédéral et territoriaux, des universités, de l'industrie et des ONG ont participé à l'atelier. Les objectifs de cet atelier étaient de déterminer les principaux besoins et les principales questions en matière de gestion et de recherche, d'échanger de l'information sur la recherche et la surveillance en cours et planifiées, de solliciter des commentaires sur le plan de recherche et de surveillance intégré de POLAIRE, d'examiner et de discuter des pratiques exemplaires pour mobiliser et inclure les collectivités et les détenteurs de connaissances autochtones dans les activités

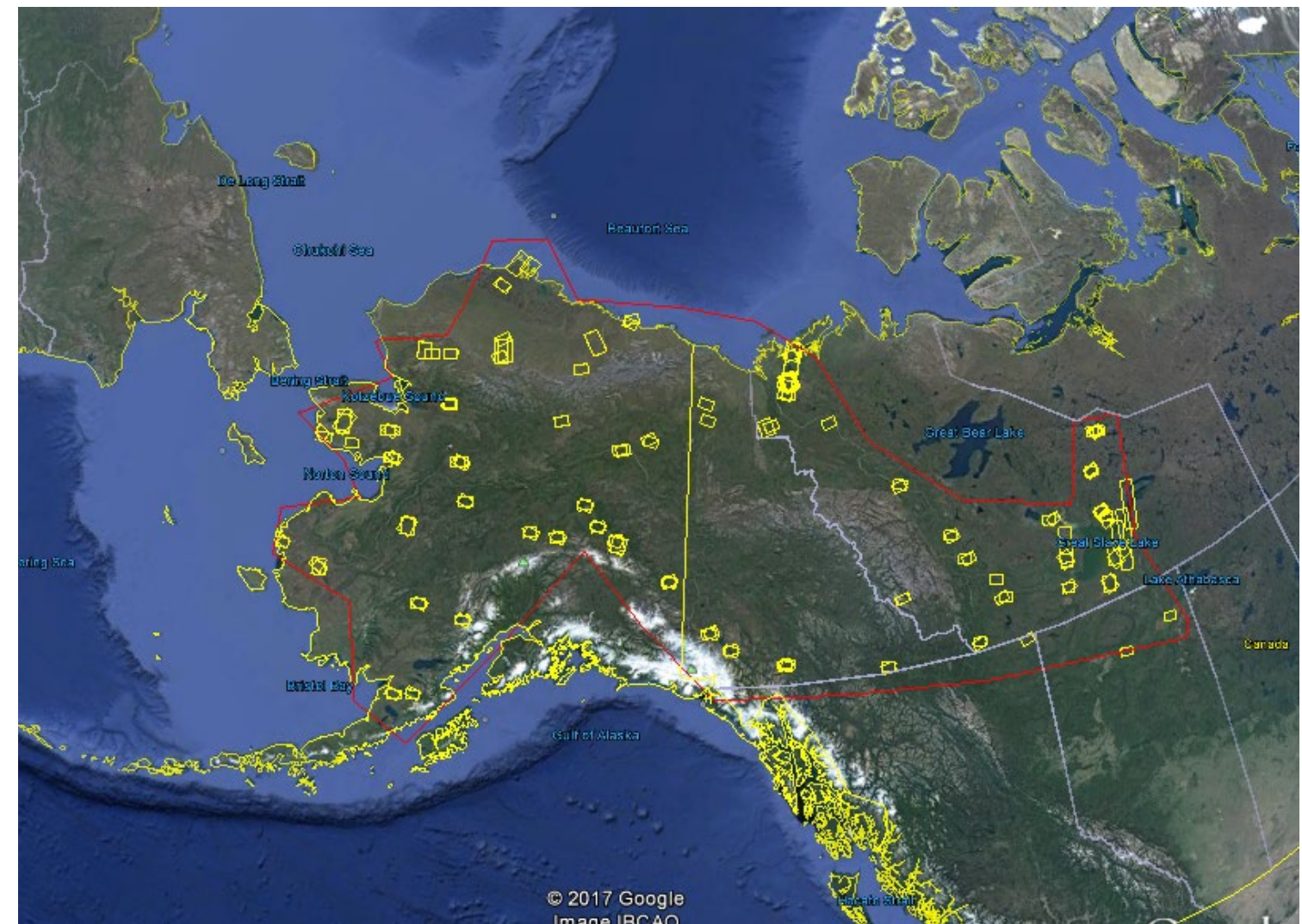


Figure 6 : Acquisition d'images RADARSAT-2 au moyen du domaine ABoVE pour 2017.

de recherche et de surveillance, et d'explorer les possibilités de collaboration pour répondre aux questions ciblées. L'atelier a été perçu par les participants locaux comme une étape importante pour faire avancer le projet au Canada. Le compte-rendu de l'atelier a été publié dans un rapport disponible auprès de POLAIRE (disponible à [https://above.nasa.gov/implementation-plan/ETS april2017.html](https://above.nasa.gov/implementation-plan/ETS%20april2017.html)).

Après l'atelier de Yellowknife en mai 2016, des consultations ont eu lieu avec la plupart des groupes des Premières Nations compris dans le programme ABoVE dans les Territoires du Nord-Ouest. Ces discussions et ces réunions ont été accueillies comme une manifestation de respect envers les groupes des Premières Nations, une meilleure compréhension de leurs besoins et de leurs préoccupations, et l'amorce de la planification d'un soutien futur au moyen d'activités de surveillance communautaire.

Résumé et phases à venir de POLAIRE et du programme ABoVE

Les résultats de cette vaste expérience historique seront utilisés dans le cadre d'efforts de modélisation informatique connexes pour aider à surveiller et à prédire les scénarios futurs dans divers écosystèmes de l'Arctique, des forêts boréales du Bas-Arctique aux plateaux de la toundra de l'Extrême-Arctique. Le développement de la technologie au moyen du programme ABoVE permettra une plus grande couverture géographique des vastes paysages éloignés de l'Arctique pour la surveillance et l'étude à venir. Des partenariats nouveaux et évolutifs entre la NASA, POLAIRE et les nombreuses organisations connexes mèneront à une plus grande exploitation des ressources limitées pour mener de tels travaux dans l'Arctique.

Remerciements

Nous remercions l'Agence spatiale canadienne de son soutien pour avoir fourni des images RADARSAT-2 aux chercheurs de ABoVE et coordonné les ressources satellites connexes avec le Groupe de travail sur l'espace polaire de l'Organisation météorologique mondiale.

Références

Lee, J.A., Stoves, B.K., and Lin, V. 2007. C-20A/GIII precision autopilot development in support of NASA's UAVSAR program. In Proceedings of the NASA Science Technology Conference 2007, Adelphi, Md., 19–21 June 2007. Dryden Flight Research Center, Report DFRC-658, 2007. 4 pp. Available from http://esto.nasa.gov/conferences/nstc2007/papers/Lee_James_B4P3_NSTC-07-0013.pdf.

Miller, C., Griffith, P., Goetz, S., Hoy, E.E., Pinto, N., McCubbin, I., and Margolis, H. 2018. An overview of ABoVE airborne campaign data acquisitions and science opportunities. Environmental Research Letters, In review.

NASA ABoVE Airborne Science. 2017. Available from https://above.nasa.gov/airborne_2017.html.

NASA ABoVE Concise Experiment Plan. 2014. Available from <https://above.nasa.gov/acep.html>.

NASA ABoVE Earth to Sky Course. 2017. Available from https://above.nasa.gov/implementation_plan/ETS_april2017.html.

POLAR Research and Projects. Available from <https://www.canada.ca/en/polar-knowledge/advancingpolarknowledge.html>.