



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA RAPPORT SUR LES RÉSULTATS ET LA LIVRAISON

2019-2020



Canada

Ressources naturelles Canada
Produit d'information générale 123f

Commission géologique du Canada
Rapport sur les résultats et la livraison 2019-2020

Commission géologique du Canada

2020

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre des Ressources naturelles, 2020
Sauf avis contraire, le contenu de ce document peut, sans frais ni autre permission, être reproduit en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit à des fins personnelles ou publiques, mais non à des fins commerciales.

On vous demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet des documents reproduits ainsi que le nom de l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par Ressources naturelles Canada (RNCan) et que la reproduction n'a pas été faite en association avec RNCan ni avec l'appui de RNCan.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites, sauf avec la permission écrite de RNCan. Pour de plus amples renseignements, communiquez avec RNCan à nrcan.copyrightdroitdauteur.nrcan@canada.ca.

Lien permanent : <https://doi.org/10.4095/327221>

La présente publication peut être téléchargée gratuitement à partir de GEOSCAN (<http://geoscan.nrcan.gc.ca/>).



Avant-propos

William E. Logan, le premier directeur de la Commission géologique du Canada (CGC), a présenté son premier rapport sur les progrès annuels au gouvernement du Dominion du Canada en 1843. Cent soixante-dix-sept ans plus tard, l'organisme national de géosciences publiques du Canada perpétue l'héritage de M. Logan en fournissant des données géoscientifiques utiles aux gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux et à l'industrie afin de les aider à prendre des décisions éclairées à propos d'enjeux géologiques qui se rattachent à un large éventail d'activités, notamment la production responsable et durable d'énergie, l'exploration et la mise en valeur des ressources minérales et des eaux souterraines, le développement de l'infrastructure des ressources naturelles ainsi que la sécurité du public.

Cette année, la CGC a contribué à la prospérité économique du Canada en soutenant la souveraineté canadienne, la gestion des terres et la sécurité publique et en favorisant le leadership en matière de politique scientifique. Par exemple, comme cela est décrit dans le présent rapport, des résultats exceptionnels ont été enregistrés en mars 2020 à la fin du cycle de financement des programmes de Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM) et de l'Initiative géoscientifique ciblée (IGC), nos programmes géoscientifiques phares en matière de sciences et technologie (S-T). Une étude publiée cette année par Ernst and Young révèle effectivement que selon les estimations, ces deux programmes ont produit des retombées économiques d'au moins 1,22 milliard de dollars au cours de la dernière décennie, et que chaque dollar injecté par le gouvernement fédéral a occasionné un investissement minimal de 7,30 \$ de la part du secteur privé.

De plus, les travaux de science fondamentale de la CGC ont permis de soutenir la demande présentée à la Commission des limites du plateau continental (CLPC) des Nations Unies en ce qui a trait à l'établissement des limites extérieures du plateau continental canadien dans l'océan Arctique. Notre programme Objectifs de conservation marine a permis d'évaluer le potentiel en ressources pétrolières au large des côtes en s'appuyant sur des données scientifiques, facilitant la prise de décisions relatives à la gestion des terres extracôtières et aidant le Canada à surpasser son engagement international de protéger 10 p.100 de ses zones extracôtières et côtières d'ici 2020. Comme cela est décrit dans le présent rapport, nos programmes liés aux effets cumulatifs, à l'énergie propre, à la gestion des urgences et à l'évaluation des impacts ont soutenu les priorités des gouvernements fédéral, provinciaux, territoriaux et autochtones en matière de politiques, de réglementation et de gestion des terres au Canada.

Alors que nous tournons notre regard vers l'avenir, les activités que nous avons menées à bien en 2019-2020 nous placent dans une position favorable à l'avancement de la prochaine génération de géosciences au Canada. Nos scientifiques et nos analystes visent l'excellence géoscientifique selon les principes véhiculés dans l'initiative de modernisation organisationnelle « Génération 8 » mise en œuvre l'an dernier dans le but de faciliter l'atteinte des objectifs de la CGC, en soutenant l'intégration des données, l'analyse des données

et les technologies numériques, comme l'intelligence artificielle, dans l'ensemble de l'écosystème canadien d'innovation géoscientifique. Nous travaillons en collaboration avec d'autres ministères fédéraux, les provinces et les territoires, les collectivités nordiques et autochtones, l'industrie et le milieu universitaire afin de faire progresser notre programme de recherche scientifique stratégique et de tirer parti des nouveaux horizons qui se profilent dans le domaine des géosciences, notamment par l'entremise du plan scientifique fédéral « TerraCanada » et de l'élaboration d'une stratégie géoscientifique pancanadienne (une mesure clé du Plan canadien pour les minéraux et les métaux). La CGC collabore en outre à des initiatives internationales et à des plans de travail communs qui portent sur les minéraux critiques et qui visent à réunir les intervenants des différents services géologiques à l'échelle mondiale.

Tous les membres de l'équipe de direction de la CGC ont exercé un leadership fort et assuré la gestion de la plus importante direction scientifique et technologique gérée par des DG au sein du Ministère. Nous nous efforçons de favoriser la santé et l'inclusion en milieu de travail, et nous avons témoigné de notre attention et de notre engagement vis-à-vis le personnel en mettant diverses initiatives en œuvre dans les six divisions de la CGC à l'échelle nationale, notamment « Faire de la CGC-Ottawa un meilleur milieu de travail », « Ensemble pour le respect », « L'exercice des couvertures de Kairos à propos de l'histoire autochtone », des excursions visant à développer l'esprit d'équipe et des activités de promotion des femmes en science. Notre engagement à l'égard du personnel a revêtu une importance toute particulière cette année, car à l'instar du pays en entier, la CGC a été confrontée à la pandémie de COVID-19. Nous avons dû accomplir notre travail à la maison, mais nos employés ont continué à accomplir les tâches prioritaires, à fournir un rendement exemplaire et à veiller à ce que les projets clés de RNCan puissent se poursuivre, y compris en ce qui a trait à l'atteinte des objectifs énoncés dans le *Plan stratégique 2018-2023* de la CGC.

Je suis fier du travail accompli par la Commission géologique du Canada cette année, et c'est un honneur pour moi de présenter le *Rapport sur les résultats et la livraison 2019-2020*.

Daniel Lebel, Ph.D.

*Directeur général de la Commission géologique du Canada
Secteur des terres et des minéraux, Ressources naturelles Canada
Ottawa, Canada*

Table des matières

Avant-propos.....	3
Table des matières.....	5
Liste des tableaux.....	7
Liste des figures.....	8
Résumé.....	11
Introduction.....	13
Mandat.....	15
Structure organisationnelle.....	18
Résultats et livraison au sein de la CGC.....	19
Rapport de la CGC au sein du gouvernement du Canada.....	19
Priorités stratégiques de la CGC.....	19
Programmes et services scientifiques de la CGC.....	20
Histoires de réussites de la CGC en matière de sciences et technologie.....	24
Priorité stratégique 1 : Les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada.....	24
Géocartographie de l'énergie et des minéraux.....	24
Programme de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS).....	28
Canada-3D.....	30
Priorité stratégique 2 : Les géosciences pour le développement durable.....	32
Initiative géoscientifique ciblée.....	32
Géosciences environnementales.....	35
Géosciences des eaux souterraines.....	37
Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie.....	39
Objectifs de conservation marine.....	43
Géosciences marines pour la planification spatiale marine.....	44
Service d'évaluation des impacts.....	46
Priorité stratégique 3 : Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada.....	47
Géosciences pour la sécurité publique.....	47
Géosciences des changements climatiques.....	50
Priorité stratégique 4 : Les géosciences pour la société.....	54
Géosciences ouvertes.....	54
Mobilisation des Autochtones.....	54

Priorité stratégique 5 : Nos gens, notre science.....	55
Réseau de laboratoires scientifiques.....	55
Bien-être en milieu de travail.....	56
Collections pour la consultation courante de la CGC-Ottawa.....	56
Initiative Génération 8.....	57
Priorités émergentes.....	57
Innovation numérique.....	58
Annexes.....	59
Annexe I : Aperçu de la structure de rapport de la Commission géologique du Canada.....	60
Cadre de résultats ministériels de Ressources naturelles Canada (RNCan).....	60
Profils d'information sur le rendement du Secteur des terres et des minéraux de Ressources naturelles Canada.....	60
1. Les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada.....	61
2. Les géosciences pour le développement durable des ressources naturelles.....	61
3. Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada.....	62
Priorités stratégiques de la CGC.....	66
Programmes/services, projets et activités scientifiques 2019-2020 de la CGC.....	70
Annexe II : Résumés des programmes de la CGC.....	80
La Commission géologique du Canada : un aperçu.....	81
Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM).....	82
Programme de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS).....	88
Initiative géoscientifique ciblée.....	90
Géosciences environnementales.....	92
Géosciences des eaux souterraines.....	94
Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie.....	96
Objectifs de conservation marine.....	98
Géosciences marines pour la planification spatiale marine.....	99
Service d'évaluation des impacts.....	100
Géosciences pour la sécurité publique.....	101
Géosciences des changements climatiques.....	103
Réseau de géosciences ouvertes.....	105
Réseau de laboratoires scientifiques.....	106
Annexe III : Produits de communication des programmes scientifiques 2019-2020 de la Commission géologique du Canada.....	107

Liste des tableaux

Tableau 1. Équipe de direction de la Commission géologique du Canada (en date du 31 mars 2020).....	17
Tableau 2. Dépenses budgétaires 2019-2020 de la Commission géologique du Canada.....	18
Tableau 3. Structure de rapport sur les résultats et la livraisons de la Commission géologique du Canada.....	20
Tableau 4. Priorités stratégiques 2018-2023 de la Commission géologique du Canada.....	68
Tableau 5. Répertoire 2019-2020 des programmes/services, projets et activités scientifiques de la CGC.....	70

Liste des figures

Figure 1. De 2014 à 2019, les scientifiques de la CGC ont publié des articles avec des coauteurs de 113 pays différents.....	21
Figure 2. Accroissement de l'étendue de la couverture cartographique dans le Nord canadien entre 2008 et 2020 découlant du programme GEM.....	25
Figure 3. Vue aérienne de Rankin Inlet (Nunavut).....	25
Figure 4. Réussite scientifique dans le cadre du projet de la Cordillère de GEM-2 : première comparaison directe de méthodes de datation des failles.....	27
Figure 5. Dépôt de la présentation du Canada sur l'océan Arctique devant les Nations Unies le 23 mai 2019, à New York.....	28
Figure 6. Limites extérieures proposées du plateau continental étendu du Canada dans l'océan Arctique.....	29
Figure 7. Aperçu du portail Web Canada-3D.....	31
Figure 8. En 2019-2020, la compilation de cartes géologiques du substratum rocheux et des formations superficielles a considérablement progressé dans le portail C3D.....	31
Figure 9. Les chercheurs de l'IGC effectuent des travaux sur le terrain dans diverses régions du pays.....	33
Figure 10. Modèle 3D élaboré au moyen de données sismiques.....	35
Figure 11. Modèle 3D élaboré en combinant de multiples ensembles de données provenant du gisement de SMV de Lalor (Manitoba).....	36
Figure 12. Martine Savard, chef du Laboratoire de géochimie des isotopes stables (Delta-Lab) de la Commission géologique du Canada, présente un exposé dans le cadre du premier colloque de l'International Association of GeoChemistry (IAGC). Photographie tirée d'un article préparé par Alexandra Lisovaya et Natalia Karakorskova (en russe) : https://news.tpu.ru/news/2019/07/29/35064/	37
Figure 13. Installation d'un puits d'observation dans l'esker de Vars-Winchester, près de la ville d'Embrun (Ontario).....	38
Figure 14. Modélisation à maille fine par éléments finis des eaux de surface et des eaux souterraines dans le sud de l'Ontario.....	38
Figure 15. Visualisateur de puits 3D pour le prototype du nouveau portail du RIES. L'interface du visualisateur 3D est offerte en anglais seulement.....	39
Figure 16. Photos des activités de recherche géothermique multidisciplinaire réalisées au mont Meager, dans la ceinture volcanique de Garibaldi (C.-B.), afin de élaborer de nouveaux outils qui accroîtront les chances de succès des activités d'exploration et de mise en valeur géothermiques au Canada.....	40
Figure 17. Un chercheur du programme GNSE de la CGC-Québec montre à des élèves autochtones d'écoles secondaires de l'Abitibi et de la Côte-Nord comment mesurer la conductivité thermique d'échantillons de	

roches-réservoirs sédimentaires au moyen d'un scanner infrarouge dans le cadre du projet de géothermie dans les basses terres du Saint-Laurent. Présentée en collaboration avec Services aux Autochtones Canada, l'activité s'est déroulée dans le cadre de l'initiative Découverte des carrières dans la fonction publique fédérale..... 41

Figure 18. En 2019, des travaux sur le terrain menés en collaboration par la CGC et l'Université de Liverpool près de Norman Wells (T.N.-O.) ont permis aux chercheurs de prélever des échantillons de shales noirs remontant au Dévonien moyen-supérieur (de 388 à 375 millions d'années) qui se sont déposés dans un milieu marin de plate-forme continentale et de réaliser des levés spectroscopiques du rayonnement gamma (graphiques de droite sur la photo). Ces activités ont produit des connaissances et des informations essentielles à propos de différents processus du système Terre qui étaient actifs au moment où notre planète a connu une période prolongée (environ 80 millions d'années) « d'effet de serre ». Les chiffres en jaune représentent les élévations (en mètres) au-dessus d'un point de référence donné (0,0 m); les flèches jaunes correspondent à de gros (environ 1,5 m de large) nodules carbonatés; les membres stratigraphiques qui ont été interprétés sont tels qu'indiqués..... 42

Figure 19. Une compilation des connaissances liées aux biomarqueurs dans des shales noirs à l'échelle planétaire de même que de nouvelles données recueillies dans la région de Norman Wells (T.N.-O.) confirment un courant d'idées voulant que les milieux marins de plate-forme continentale en zone photique exempte d'oxygène (euxinique) étaient répandus du Dévonien moyen (il y a 388 millions d'années environ) au Mississippien précoce (il y a 350 millions d'années).....43

Figure 20. Publication d'évaluations qualitatives des ressources accessibles au public sous forme de dossiers publics de la CGC, dans le cadre du programme Objectifs de conservation marine (OCM).....44

Figure 21. Cartographie des fonds marins fondée sur la bathymétrie multifaisceaux, la rétrodiffusion et la géophysique de la proche-surface des fonds marins.....45

Figure 22. Bathymétrie des fonds marins dans le fjord Pangnirtung (Nunavut).....47

Figure 23. Processus d'évaluation des risques et indicateurs couvrant le cycle de la science jusqu'à l'action...48

Figure 24. Des jeunes en apprennent plus au sujet de l'action des vagues en observant la cuve à houle de l'Institut de recherche Aurora lors de la Journée des sciences de Tuktoyaktuk.....49

Figure 25. Partage d'information à propos des activités scientifiques réalisées dans la région lors de la Journée des sciences de Tuktoyaktuk..... 49

Figure 26. Des troncs d'arbres datant du séisme de 1663 sont souvent découverts partiellement enfouis dans les ravins bordant la rivière du Gouffre dans Charlevoix, au Québec.....50

Figure 27. Des troncs d'arbres datant du séisme de 1663 sont souvent découverts partiellement enfouis dans les ravins bordant la rivière du Gouffre dans Charlevoix, au Québec.....51

Figure 28. Réseau d'information sur le pergélisol (RIP)..... 52

Figure 29. Carte de projection des changements du niveau de la mer relatif en 2100.....52

Figure 30. Changements dans la sensibilité des côtes.....52

Figure 31. Changements observés entre 1982 et 2008 dans des zones de terrain glaciaire de la réserve de parc national Nahanni. On peut observer des signes de fragmentation et des situations où les fronts glaciaires ne se rejoignent plus.....53

Figure 32. Plus d'un million d'échantillons ont été triés puis catalogués ou éliminés afin de préparer le déménagement des articles vers une nouvelle installation d'entreposage.....57

Figure 33. Les cinq principaux domaines d'intérêt de l'initiative GÉN8..... 57

Figure 34. Modèle logique utilisé pour le profil d'information sur le rendement du programme Les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada.....63

Figure 35. Modèle logique utilisé pour le profil d'information sur le rendement du programme Géosciences pour le développement durable des ressources naturelles.....64

Figure 36. Modèle logique utilisé pour le profil d'information sur le rendement du programme Géosciences pour assurer la sécurité du Canada.....65



Résumé

Partie intégrante du Secteur des terres et des minéraux de Ressources naturelles Canada (RNCan), la Commission géologique du Canada (CGC) est un organisme national de recherche scientifique et technologique qui offre une expertise, une expérience, des connaissances et des produits géoscientifiques qui font autorité afin d'appuyer la prise de décisions éclairées au sujet des terres et des ressources du Canada.

Le présent *Rapport sur les résultats et la livraison* offre un aperçu de la CGC, de ses résultats et de sa structure de livraison. Il propose également une revue des activités de S-T réalisées en 2019-2020 dans le cadre de quatorze programmes et services scientifiques.

Le présent rapport fait état des contributions de la CGC en lien avec les trois responsabilités essentielles qui figurent dans le mandat de RNCan : 1) Science des ressources naturelles et atténuation des risques; 2) Valorisation novatrice et durable des ressources naturelles; 3) Secteurs des ressources naturelles concurrentiels à l'échelle mondiale.

En 2019-2020, la CGC :

- avait des dépenses budgétaires totalisant 62 millions de dollars;
- employait 439 personnes à plein temps;
- a fait paraître 894 publications.



Introduction

La Commission géologique du Canada (CGC) est l'organisme national d'information et de recherche publiques dans le domaine géoscientifique au Canada. Par son expertise, elle contribue à la mise en valeur durable des ressources minérales, énergétiques et hydriques du Canada, à l'intendance de l'environnement du Canada, à la gestion des aléas naturels de caractère géologique et autres dangers connexes, ainsi qu'à la promotion de l'innovation technologique et au renforcement de la compétitivité des ressources géologiques du Canada.

Créée en 1842, la CGC a su démontrer sa pertinence auprès de nombreuses générations de Canadiens en :

- se penchant sur des enjeux qui sont importants pour les Canadiens;
- réseautant avec les membres de l'écosystème de l'innovation des terres et des minéraux;
- soutenant l'accès aux employés à un environnement d'apprentissage personnalisé tout au long de leur carrière afin que ceux-ci actualisent leur savoir;
- veillant à ce que les employés aient accès aux ressources professionnelles et à la formation dont ils ont besoin pour continuer à faire preuve d'innovation;
- facilitant la création d'une communauté nationale axée sur l'écosystème des terres et des minéraux.

Initialement signé en 1996 et renouvelé en 2002, 2007, 2012 et 2017, l'Accord géoscientifique intergouvernemental (AGI) établit un cadre de coopération et de collaboration entre les services géologiques du gouvernement fédéral et des provinces et territoires dans le but de réduire les chevauchements et les répétitions, de renforcer les synergies entre les administrations en vue de résoudre des problèmes géoscientifiques régionaux et de favoriser une utilisation optimale des ressources.

Partie intégrante du Secteur des terres et des minéraux (STM) de Ressources naturelles Canada (RNCan), la CGC a comme mission de produire de l'information géoscientifique de pointe qui fait autorité en misant sur les priorités essentielles suivantes :

- les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada;
- les géosciences pour le développement durable;
- les géosciences pour assurer la sécurité du Canada.

Les géosciences reposent sur l'étude scientifique de la Terre et de ses nombreux systèmes géologiques naturels. Elles jouent un rôle clé en aidant les responsables de la prise de décisions à trouver des solutions fondées sur des bases scientifiques pour résoudre des problèmes de société complexes, p. ex. :

- découvrir des ressources naturelles, y compris des minéraux, des métaux, des eaux souterraines et des hydrocarbures;
- contribuer à la mise en valeur responsable et durable des ressources naturelles;

- atténuer les pertes attribuables aux aléas naturels (p. ex., séismes, inondations, glissements de terrain, ouragans, tsunamis, éruptions volcaniques) et aux changements climatiques (p. ex., fonte du pergélisol, variation du niveau de la mer);
- comprendre l'incidence des conditions environnementales naturelles de base et des impacts humains sur l'environnement;
- cartographier la masse continentale afin de mieux comprendre les liens et les processus qui relient les zones continentales et extracôtières;
- comprendre l'histoire de notre planète afin que les géoscientifiques puissent mieux prédire l'incidence des événements et processus du passé sur l'avenir.

La plupart des programmes scientifiques de la CGC contribuent à l'élaboration des politiques fédérales ou sont des instruments de politique du gouvernement fédéral. La prestation de services géoscientifiques publics remplit notamment les objectifs ci-après.

1. Soutenir l'économie canadienne.
 - Une étude historique des programmes géoscientifiques publics du Canada estime que chaque dollar investi dans les géosciences publiques a produit des dépenses d'exploration de 5 \$ et la découverte de nouvelles ressources d'une valeur approximative de 125 \$.
 - Confirmant ces constats, une évaluation économique des deux principaux programmes géoscientifiques de RNCan au cours de la dernière décennie (Géocartographie de l'énergie et des minéraux [GEM] [~200 M\$, 2008-2020] et les deux plus récentes phases de l'Initiative géoscientifique ciblée [IGC-4 et IGC-5] [2010-2020]) réalisée par Ernst and Young (janvier 2020) a conclu que ces deux programmes avaient déjà entraîné des retombées économiques d'au moins 1,22 milliard de dollars, et que chaque dollar injecté par le gouvernement fédéral avait occasionné un investissement minimal de 7,30 \$ de la part du secteur privé. Il convient de souligner que ces chiffres sont des estimations minimales, car l'étude n'a pas tenu compte des projections découlant de l'utilisation et de l'incidence à long terme des produits géoscientifiques publics. En outre, jusqu'à maintenant :
 - » les produits générés dans le cadre des programmes GEM et IGC ont été utilisés à diverses fins : identification des zones présentant un potentiel en ressources (22 p. 100); exploration et extraction (26 p. 100); éducation (15 p. 100); sélection de sites (11 p. 100); planification régionale (12 p. 100); autres (15 p. 100).
2. Soutenir la prise de décisions éclairées/reposant sur des fondements scientifiques.
 - Les géosciences publiques réduisent notamment les risques environnementaux associés à la mise en valeur des ressources, produisent des données qui peuvent être utilisées dans le cadre des évaluations environnementales et favorisent le respect des obligations et le bon déroulement des relations à l'échelle internationale grâce à la collaboration scientifique et à la diplomatie des sciences (p. ex., Convention des Nations Unies sur le droit de la mer).
3. Faciliter l'élaboration de normes comme les codes nationaux du bâtiment et de l'infrastructure des transports dans les zones où existent des risques élevés associés aux aléas géologiques, c.-à-d. séismes, sols argileux sensibles à la liquéfaction, fonte du pergélisol, érosion côtière et tsunamis.

En offrant des services de géosciences publiques ciblés, la CGC continue d'aider les secteurs canadiens des terres, des ressources naturelles extracôtières et des domaines connexes (p. ex., exploration minière, exploitation minière et transport) à répondre aux priorités actuelles et à venir du gouvernement fédéral en matière de politique économique, sociale et environnementale.

Le présent document propose un aperçu de haut niveau de la CGC, de ses programmes scientifiques et des liens qui existent entre lesdits programmes et les priorités de RNCan et du STM.

Mandat

La CGC est assujettie à plusieurs obligations en vertu de différentes lois fédérales (p. ex., *Loi sur le ministère des Ressources naturelles* [1994], *Loi sur les levés et l'inventaire des ressources naturelles* [1985], *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* [2012]). Elle fournit également du soutien au ministre des Ressources naturelles ainsi qu'à d'autres ministres concernés afin que ces derniers puissent remplir les objectifs énoncés dans leurs lettres de mandat et dans les priorités horizontales interministérielles, les ententes internationales et les engagements fédéraux en matière de géosciences énoncés dans les budgets du gouvernement fédéral¹.

Les éléments ci-dessous forment l'essentiel du mandat de la CGC :

- « L'étude exhaustive et scientifique de la structure géologique du Canada et de la minéralogie canadienne. » (*Loi sur les levés et l'inventaire des ressources naturelles*, 1985)
- « S'efforce[r] de faire valoir l'utilisation et l'exploitation rationnelles des ressources naturelles du pays et la compétitivité du Canada dans le domaine des produits liés aux ressources naturelles. » (*Loi sur le ministère des Ressources naturelles*, 1994);
- « Respecte[r] le principe du développement durable en ce qui touche les ressources naturelles du pays et celui de leur gestion intégrée. » (*Loi sur le ministère des Ressources naturelles*, 1994); et
- Fournir des renseignements d'expert en vue de soutenir les évaluations environnementales visées par les exigences fédérales en vertu du projet de loi C-69, qui édicte la *Loi sur l'évaluation d'impact* et abroge la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (2012).



La CGC produit des connaissances et des outils géoscientifiques en vue d'accomplir le mandat qui lui a été confié par le gouvernement. Ce travail se poursuit sans relâche en raison de la nécessité de trouver de nouvelles ressources (p. ex., minéraux critiques, métaux et minéraux pour un avenir énergétique sobre en carbone), des nombreuses utilisations et applications des connaissances géologiques (p. ex., compréhension des aléas et des risques, changements climatiques, eaux souterraines) et de l'évolution des priorités fédérales (p. ex., savoir autochtone, effets cumulatifs, nouvelle infrastructure pour la mise en valeur des ressources naturelles).

La mission de la CGC consiste à fournir des connaissances géoscientifiques qui font autorité afin d'éclairer l'intendance des terres continentales et extracôtières du Canada, de soutenir la mise en valeur responsable des ressources pour les générations à venir et de protéger les Canadiens contre les aléas naturels et les risques qui s'y rattachent.

¹ Par exemple, des fonds ont été affectés aux initiatives ci-après dans différents budgets : programme Géocartographie de l'énergie et des minéraux (Budget 2013); Initiative géoscientifique ciblée – 5 (Budget 2015); Cadre pancanadien sur les changements climatiques (Budget 2017); Loi sur l'évaluation d'impact (recherche sur les effets cumulatifs et l'évaluation des impacts) (Budget 2018); Convention des Nations Unies sur le droit de la mer et Stratégie de sécurité civile pour le Canada (Budget 2019).

Tableau 1. Équipe de direction de la Commission géologique du Canada (en date du 31 mars 2020)

Directeur général	Division de la CGC	Directeur	Programme/service	Contact provincial/territorial	Contact international
Daniel Lebel	Division du Pacifique : Sidney et Vancouver, Colombie-Britannique	Sonia Talwar	Géosciences pour la sécurité publique	Colombie-Britannique	Asie, Amérique latine
	Division de Calgary : Calgary, Alberta	Sonya Dehler	Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie; Objectifs de conservation marine	Alberta, Saskatchewan	Inde, Russie
	Division du Nord du Canada : Ottawa, Ontario, et Bureau géoscientifique Canada-Nunavut, Iqaluit, Nunavut	Linda Richard	Géocartographie de l'énergie et des minéraux; Service d'évaluation des impacts; Géosciences ouvertes; Canada-3D	Nunavut, Territoires du Nord-Ouest, Yukon	Afrique
	Division du Centre du Canada : Ottawa, Ontario	Geneviève Marquis	Initiative géoscientifique ciblée; Réseau de laboratoires scientifiques	Ontario, Manitoba	Australie, États-Unis, Chine
	Division de Québec : Québec, Québec	Andrée Bolduc	Géosciences des eaux souterraines; Géosciences environnementales	Québec, Nouveau-Brunswick	Europe
	Division de l'Atlantique : Dartmouth, Nouvelle-Écosse	Stephen Locke	Géosciences des changements climatiques; Géosciences marines pour la planification spatiale marine	Nouvelle-Écosse, Île-du-Prince-Édouard, Terre-Neuve-et-Labrador	Initiatives océaniques, Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), Groupe d'experts intergouvernementaux sur l'évolution du climat (GIEC)
	Convention des Nations Unies sur le droit de la mer : Dartmouth, Nouvelle-Écosse	Mary-Lynn Dickson	Programme de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS)		Pays de l'A5 : Danemark, Norvège, Russie et États-Unis; Comité directeur de l'initiative de cartographie du fond des Grands Lacs des É.-U.; Initiative GEBCO-Seabed 2030

Structure organisationnelle

La CGC est gérée par un directeur général qui exerce un leadership global sur tous les dossiers de l'organisation. Six divisions régionales se partagent des responsabilités à l'échelle du Canada en ce qui concerne la prestation des programmes et la liaison avec les provinces et les territoires. De plus, un bureau géré par un directeur a comme mission d'aider le Canada à remplir ses engagements en lien avec la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer et le Bureau géoscientifique Canada-Nunavut (BGCN) (tableau 1).

En 2019-2020, les dépenses budgétaires de la CGC se sont élevées à 62 millions de dollars (tableau 2). L'organisation employait 439 « équivalents temps plein » (ETP), répartis comme suit : 360 (82 p. 100) employés nommés pour une période indéterminée (permanents), 50 (11 p. 100) employés nommés pour une période déterminée, et 20 (5 p. 100) employés occasionnels (cumulant 90 jours de travail). La CGC emploie également 39 étudiants (neuf ETP, ou 2 p. 100 de l'effectif) dans le cadre d'une approche ciblée pour la formation de personnel hautement qualifié. Enfin, la CGC a l'honneur d'accueillir 32 chercheurs émérites qui ont déjà œuvré pour l'organisation et qui, entre autres, continuent d'agir comme mentors auprès des scientifiques de la CGC et de travailler sur les projets entrepris alors qu'ils exerçaient toujours la fonction de scientifique au sein de la CGC.

Tableau 2. Dépenses budgétaires 2019-2020 de la Commission géologique du Canada

CGC 2018-2019	Services votés (\$)	Budget temporaire (\$)	Total (\$)
CRÉDIT 1 – Salaires	38 355 224,18	5 667 452,43	44 022 676,61
CRÉDIT 1 – Fonctionnement et entretien (F et E)	2 801 569,70	11 815 417,14	14 616 986,84
CRÉDIT 5 – Immobilisations majeures	316 532,89	1 844 487,35	2 161 020,24
CRÉDIT 10 – Subventions	18 797,03	1 032 233,00	1 051 030,03
Total de tous les crédits	41 492 123,80	20 359 589,92	61 851 713,72

Résultats et livraison au sein de la CGC

Rapport de la CGC au sein du gouvernement du Canada

La *Politique sur les résultats* du gouvernement du Canada favorise une vision axée sur les résultats, aide le gouvernement à suivre et documenter les progrès, mesure l'efficacité et facilite l'alignement des ressources et des priorités. L'organisation des processus et des outils qui régissent les résultats et la livraison au sein de la CGC est la suivante (du niveau le plus général au niveau le plus détaillé, tableau 3) :

- Cadre ministériel des résultats (CMR) de Ressources naturelles Canada (annexe I);
- Profils d'information sur le rendement (PIR) du Secteur des terres et des minéraux de Ressources naturelles Canada (annexe I);
- Priorités stratégiques de la CGC (annexe I);
- Programmes et services scientifiques de la CGC (annexe II).

Pour plus d'information sur les résultats et les ressources humaines et financières liés au *Plan ministériel 2019-2020*, voir [l'InfoBase du GdC](#).

Priorités stratégiques de la CGC

Le *Plan stratégique* de la CGC énonce cinq priorités clés qui guideront les programmes et les services au cours de la période 2018-2023, en plus de présenter les initiatives connexes qui favoriseront la mise en œuvre des dites priorités. Les priorités clés sont :

1. les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada;
2. les géosciences pour le développement durable;

3. les géosciences pour assurer la sécurité du Canada;
4. les géosciences pour la société;
5. nos gens, notre science.

Les priorités 1, 2 et 3 sont liées aux principales contributions scientifiques se rattachant aux priorités stratégiques de Ressources naturelles Canada. Elles sont axées sur la production de nouvelles connaissances géoscientifiques et cadrent avec les priorités du CMR et des PIR du STM. Par ailleurs, les priorités 4 et 5 décrivent des objectifs organisationnels et opérationnels qui favorisent le maintien des capacités et la création d'un milieu de travail sain, des conditions essentielles à l'accomplissement d'un travail efficace et pertinent.

Dans le tableau 3, les colonnes de droite s'intègrent aux colonnes de gauche selon un ordre hiérarchique (de la CGC au STM à RNCAN). Les colonnes les plus foncées représentent les structures hiérarchiques réelles, tandis que les colonnes plus pâles illustrent les structures globales. Des contributions sont apportées à des structures hiérarchiques de plus haut niveau par l'entremise de certaines des structures globales. Des renseignements additionnels à propos du CMR de RNCAN peuvent être trouvés [en ligne](#).

La CGC offre une contribution scientifique dans le cadre de quatorze programmes, initiatives et services, qui pilotent tous leurs propres projets et activités (tableau 5; annexe II). Par l'entremise de ses programmes et services, la CGC interagit avec les collectivités autochtones et facilite la prise de décisions au sein des collectivités.

Tableau 3. Structure de rapport sur les résultats et la livraisons de la Commission géologique du Canada

Responsabilité fondamentale du CRM de RNCan	Programme du CRM de RNCan	PIR du STM	Projets des PIR du STM	Priorité stratégique (PS) de la CGC	Programmes et services scientifiques de la CGC
Science des ressources naturelles et atténuation des risques	Connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada	Des connaissances géologiques de la masse continentale et des régions extracôtières du Canada	Géocartographie de l'énergie et des minéraux Programme du plateau continental étendu du Canada	PS-1 : Les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada	Programme Géocartographie de l'énergie et des minéraux Programme de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS)
	Les géosciences pour le développement durable	Les géosciences à l'appui du développement durable	Études et évaluations environnementales Géosciences des eaux souterraines Initiative géoscientifique ciblée Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie	PS-2 : Les géosciences pour le développement durable	Service d'évaluation des impacts Programme Géosciences environnementales Programme Géosciences des eaux souterraines Initiative géoscientifique ciblée Programme Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie Programme Objectifs de conservation marine Programme Géosciences marines pour la planification spatiale marine
	Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada	Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada	Géorisques et sécurité publique	PS-3 : Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada	Programme Géosciences des changements climatiques Programme Géosciences pour la sécurité publique
				PS-4 : Les géosciences pour la société	Géosciences ouvertes
				PS-5 : Nos gens, notre science	Réseau de laboratoires scientifiques

Programmes et services scientifiques de la CGC

La CGC élabore des produits scientifiques et technologiques ainsi que d'autres outils d'information géoscientifique afin de soutenir les politiques gouvernementales, les décisions en matière de réglementation et la mise en œuvre des politiques. À l'instar d'autres instruments de politique, les S-T sont utilisées à des fins qui sont aussi variées que les politiques elles-mêmes. Ainsi, au fil des ans, les

contributions scientifiques et technologiques de la CGC ont servi à :

- soutenir le développement économique;
- soutenir l'établissement de règlements et de politiques;
- démontrer la conformité à des accords internationaux;
- élaborer des normes nationales et internationales;
- offrir des produits et des services qui servent l'intérêt public;

- soutenir des initiatives de santé et de bien-être publics pour la sécurité civile et nationale, et favoriser la protection de l'environnement;
- produire des connaissances et des technologies visant à anticiper les priorités nationales et à leur donner suite rapidement;
- soutenir la diplomatie nationale et internationale;
- affirmer la souveraineté nationale;
- soutenir le renforcement de la nation;
- répondre à des obligations nationales et internationales;
- encourager les changements de comportement;
- assurer que les politiques internationales soient fondées sur des principes scientifiques.

La CGC réalise ses activités de S-T en collaborant notamment avec des chercheurs canadiens et étrangers. Par exemple, au cours des cinq dernières années, les scientifiques de la CGC ont publié des articles évalués par des pairs en collaboration avec des coauteurs de 113 pays différents (figure 1).

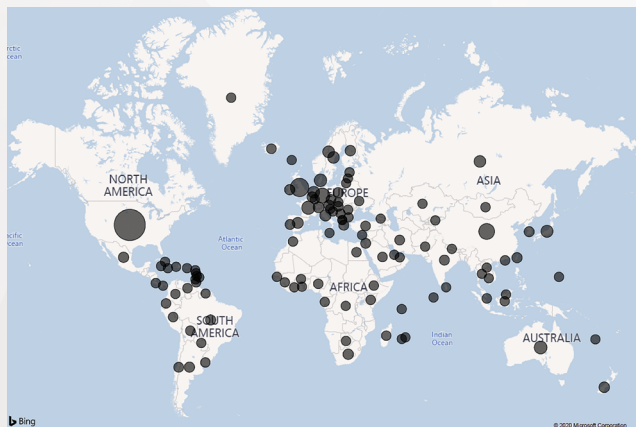


Figure 1. De 2014 à 2019, les scientifiques de la CGC ont publié des articles avec des coauteurs de 113 pays différents.

Programme de recherche et de développement énergétiques

Le Bureau de recherche et de développement énergétiques (BRDE) est l'organisme de coordination des activités de recherche-développement (R-D) du gouvernement du Canada dans le domaine énergétique. Treize

ministères et organismes fédéraux reçoivent du financement du BRDE dans le but de réaliser des activités de R-D et des démonstrations de technologies. Le BRDE est responsable de sept programmes, y compris le Programme de recherche et de développement énergétiques (PRDE). La CGC collabore avec le PRDE depuis les années 1970 afin de créer des produits scientifiques qui contribuent à assurer un avenir énergétique durable pour le Canada, dans l'intérêt supérieur de notre économie et de notre environnement.

La CGC a obtenu des fonds pour huit nouveaux projets en 2019-2020 grâce au financement additionnel pour les S-T que le gouvernement a injecté dans le BRDE afin que le PRDE soit actualisé. Ces projets répondent à une variété de priorités stratégiques associées à l'efficacité énergétique et à l'énergie propre.

Faits saillants des activités menées en 2019-2020 :

- Analyse de l'occurrence et de la répartition du sulfure d'hydrogène (H_2S) dans la Formation de Montney du Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien (BSOC) afin de mieux comprendre les facteurs structuraux et biologiques qui régissent la présence du H_2S et d'étudier les processus diagénétiques qui participent à la production du H_2S . Les travaux ont notamment été effectués en collaboration avec la Commission géologique de l'Alberta, la Oil and Gas Commission de la C.-B. et les groupes de sismologie et de géomicrobiologie de l'Université de Calgary. Les constatations préliminaires ont été publiées.
- Lancement d'une nouvelle étude visant à mieux comprendre l'interaction entre le dioxyde de carbone (CO_2) et la roche dans des conditions de réservoir, dans une optique de récupération assistée des hydrocarbures grâce à l'injection de CO_2 . Un flux de travaux est en cours d'élaboration afin d'observer le flux du CO_2 à des pressions et des températures de réservoir. Des résultats préliminaires ont récemment été publiés à propos des shales et des mudrocks du bassin de Williston.

- Collaboration avec le Centre canadien de cartographie et d'observation de la Terre (CCCOT) et différents partenaires de la C.-B. et d'autres régions en vue d'utiliser les données InSAR du nouveau satellite de la mission de la Constellation RadarSat pour la surveillance de la stabilité des pentes près de Valemount, en C.-B., dans le cadre d'études portant sur les aléas géologiques en lien avec les pipelines.
- Publication, au début de 2020, des résultats d'une étude pluriannuelle (entreprise lors du cycle précédent du PRDE et menée en collaboration avec des chercheurs de l'Université Simon Fraser, la Commission géologique du Yukon, l'Université de Northern British Columbia, l'United States Geological Survey et l'Utah State University) portant sur l'activité sismique passée de la faille de Denali le long de la route de l'Alaska, dans le sud-ouest du Yukon.

- Poursuite des études environnementales et de l'examen des aléas géologiques dans la mer de Beaufort en s'appuyant sur les travaux financés lors du précédent cycle du PRDE, lors desquels des activités répétées de cartographie par balayage multifaisceaux et géophysique ont révélé que la bordure de la plate-forme continentale est instable et que des parties du plancher océanique se sont effondrées et dégradées au cours des quatre années d'observation. Les activités se poursuivront afin d'évaluer des entités actives des fonds marins pouvant être liées à la dégradation du pergélisol et à la migration de fluides et de gaz du sous-sol marin vers la surface et qui peuvent être associées à des facteurs environnementaux comme le flux de méthane dans l'atmosphère, le rejet de contaminants (p. ex., mercure) dans le milieu marin et le cycle du carbone. Dans le cadre du projet, des initiatives ont été menées



- en collaboration avec des organismes internationaux, le Service hydrographique du Canada et la Division des sciences océaniques de Pêches et Océans Canada.
- Des échantillons d'eau de reflux et d'eau de formation ont été prélevés au cours d'une période de six mois suite à des activités de fracturation hydraulique effectuées dans un puits de la Formation de Duvernay, dans le BSOC. Des analyses de laboratoire sont en cours afin d'établir la composition géochimique de ces échantillons.
- Étude de faisabilité sur la production hybride d'énergie géothermique intitulée *Transforming Tight Oil and Unconventional Gas (TOUG) Resources into Renewable Geothermal Energy: A Feasibility Study within the Western Canada Sedimentary Basin* (Transformation du pétrole de réservoir peu perméable et du gaz non classique en énergie géothermique renouvelable : Étude de faisabilité dans le Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien).
- Lancement d'un nouveau projet hybride de ressources géothermiques pour évaluer la faisabilité de la production de ressources géothermiques en utilisant le réseau existant de puits horizontaux utilisés pour la fracturation hydraulique dans une zone de gaz de shale, de manière à favoriser la transition entre la production classique de pétrole et de gaz et la production d'énergie à plus faibles émissions de CO₂. Le stade initial consiste à collecter des données et à créer des modèles de transfert de chaleur pour le réseau de puits horizontaux.
- Utilisation de l'exploration de données et de l'apprentissage automatique (machine) pour révéler les relations complexes entre les paramètres opérationnels et géologiques et le rendement des puits, et ce en vue d'optimiser les activités, de maximiser l'extraction des ressources et d'atténuer l'incidence de l'exploitation des ressources sur l'environnement.
- Publication récente d'un article scientifique décrivant l'utilisation de méthodes géochimiques avancées pour distinguer les sources naturelles et anthropiques d'acides naphthéniques dans les eaux souterraines qui se trouvent à proximité des bassins de résidus d'exploitation de sables pétrolifères.

- Les données serviront de fondement pour des études de modélisation ayant pour but de mieux comprendre les impacts environnementaux.

L'information scientifique produite par la CGC est publique et diffusée par l'entremise de [GEOSCAN](#), une base de données bibliographiques du gouvernement du Canada, et de divers médias sociaux (annexe III).

Histoires de réussites de la CGC en matière de sciences et technologie

Les histoires de réussites scientifiques et technologiques décrites ci-après se sont produites en 2019-2020. Elles correspondent aux priorités stratégiques de la CGC (annexe I) et illustrent, à certains égards, la contribution scientifique et technologique que la CGC apporte aux objectifs du gouvernement du Canada en matière de politiques. L'annexe II offre un aperçu de haut niveau des quatorze programmes et services de la CGC.

Priorité stratégique 1 : Les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada

Trois programmes de S-T de la CGC sont visés par la priorité stratégique 1 :

- Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM);
- Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS);
- Canada-3D.

Géocartographie de l'énergie et des minéraux

Créé en 2008 afin de moderniser et d'actualiser les connaissances géologiques à propos du Nord canadien, le programme Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM) de RNCan a achevé sa deuxième phase le 31 mars 2020. En 2019-2020, le programme a notamment permis de créer la

carte numérique du Nord canadien répondant aux exigences minimales modernes (figure 2) et de développer un réseau géoscientifique exhaustif pour le Nord, qui pourra être consulté par l'entremise d'un portail Web. Les connaissances et les données produites dans le cadre du programme GEM ont aidé les gouvernements, les collectivités et les industries du Nord à prendre des décisions éclairées à propos de l'exploration minérale, de l'infrastructure et de l'utilisation des terres, favorisant ainsi le développement durable et la prospérité économique du Nord.

Groupe consultatif des gens du Nord pour le programme GEM

Tout au long de la première et de la deuxième phase du programme GEM, les rétroactions du Groupe consultatif des gens du Nord (GCGN), dont les membres représentent la diversité du Nord, ont été mises à profit. Réunissant des représentants d'organismes de développement socioéconomique autochtones, du secteur privé et des gouvernements territoriaux, le GCGN fournit des conseils essentiels qui aident le programme à :

- surmonter des défis propres au Nord en ce qui concerne la mise en œuvre et la prestation des activités, faire en sorte que les résidents du Nord aient plus facilement accès à des emplois, à de la formation et à des possibilités dans le cadre du programme, et communiquer plus efficacement avec les résidents du Nord;
- privilégier les approches qui optimisent la valeur des connaissances produites dans le cadre du programme afin que les responsables

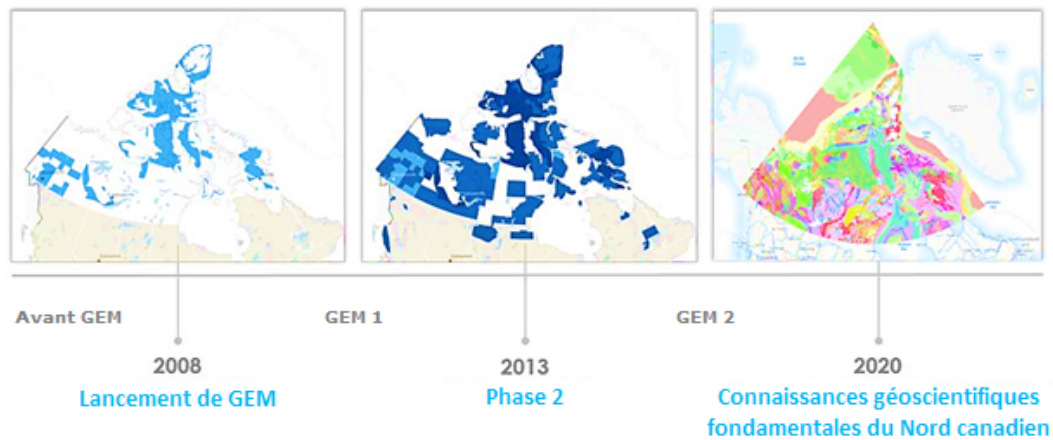


Figure 2. Accroissement de l'étendue de la couverture cartographique dans le Nord canadien entre 2008 et 2020 découlant du programme GEM.

locaux puissent accéder plus aisément aux données géoscientifiques et aux produits de connaissances à valeur ajoutée qui facilitent la prise de décisions éclairées à propos de la mise en valeur des ressources et de l'utilisation des terres;

- maintenir la communication avec les résidents du Nord de manière à ce que le programme ait une incidence optimale sur la prospérité et la prise de décisions dans le Nord, tout en misant sur des pratiques qui permettent de mobiliser les résidents et les collectivités autochtones du Nord;
- optimiser la participation des résidents et des collectivités autochtones du Nord ainsi que les avantages que ceux-ci retirent du programme en ciblant les initiatives, les outils, les produits, les stratégies de mobilisation et les possibilités de collaboration les plus appropriés pour les collectivités, les différents ordres de gouvernement, l'industrie et les autres intervenants.

Séances de partage des résultats de recherche du programme GEM dans les collectivités

Des représentants du programme GEM se sont rendus dans les collectivités et ont organisé des séances d'information avant, pendant et après les activités de recherche afin d'informer les collectivités



Figure 3. Vue aérienne de Rankin Inlet (Nunavut)

et de leur donner la possibilité de participer à la recherche. En 2019-2020, les résultats finaux de la recherche ont été présentés aux collectivités pour qu'elles puissent les utiliser comme elles le souhaitent. Vingt-sept collectivités ont été visitées en 2019-2020 seulement, y compris : Atlin (C.-B.), Dawson (Yukon), Paulatuk (T.N.-O.) ainsi que Pond Inlet (île de Baffin), Nain (Nunatsiavut) et Baker Lake, dans la baie d'Hudson (Nunavut). Des produits de communication adaptés aux besoins des collectivités ont été élaborés, et les documents ont notamment été traduits en tenant compte des langues et dialectes en usage.

Cette initiative stratégique a produit des résultats qui serviront de références lors des prochains projets réalisés dans le Nord. Ces missions témoignent de la volonté de bâtir des relations avec les dirigeants des collectivités et les personnes qui utilisent les terres tout en favorisant l'établissement de liens de confiance avec les organismes qui représentent les intérêts locaux.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Réalisations scientifiques dans le cadre du programme GEM

Entre 2008 et 2020, les phases 1 et 2 du programme GEM ont produit les résultats ci-après :

- publication de plus de 400 cartes;
- synthèse en ligne des connaissances géoscientifiques relatives au Nord par l'entremise du portail interactif Canada-3D;
- présentation de plus de 450 activités de mobilisation dans 65 collectivités nordiques et autochtones;
- participation de plus de 500 étudiants et de plus de 25 boursiers postdoctoraux;
- articles géoscientifiques publiés dans des revues internationales et évalués par les pairs (~2000 publications);
- rapport sur le programme de subvention (~50 subventions);
- publication de cinq bulletins de synthèse

Subventions aux universités

En complément des recherches effectuées par RNCAN, le programme GEM a versé des subventions

totalisant près de 3 millions de dollars à des universitaires canadiens réputés entre 2013 et 2020 (193 000 \$ en 2019-2020) afin de soutenir la production de connaissances et d'outils qui permettent de mieux comprendre la géologie du Nord.

Renforcement des capacités

De 2013 à 2020, le programme GEM a investi près d'un million de dollars (180 000 \$ en 2019-2020) dans des organismes autochtones du Nord afin de créer des outils et des approches qui facilitent l'utilisation des connaissances et des données du programme, la fusion entre ces connaissances et le savoir local et traditionnel (pour les résidents du Nord, par les résidents du Nord) et le renforcement des capacités à l'échelle du Nord canadien.

Réalisations scientifiques en 2019-2020 : Résumé

- Poursuite de l'avancement des connaissances géologiques à propos de zones sous-explorées du Nord canadien.
- Identification d'entités géologiques laissant présager un potentiel minéral dans la région de Mackenzie (kimberlites, gîtes de sulfures dans des roches carbonatées), de même que dans les régions de la Stikinie et de la Cordillère.
- Réalisation d'une cartographie à haute résolution des formes de terrain glaciaires, utile pour comprendre les trajets de transport des minéraux et guider l'exploration minérale de surface dans les terrains difficiles.
- Découverte d'eaux acides dans deux importantes rivières du nord des T.N.-O., ce qui pourrait avoir une incidence sur les espèces sauvages locales et les populations autochtones qui les consomment.
- Uniformisation et intégration des données géoscientifiques existantes au sujet du Nord dans un dépôt central, de manière à faciliter leur diffusion auprès du public.

Réalisations scientifiques en 2019-2020 : Informations détaillées

- Les scientifiques du programme GEM ont découvert qu'il y avait de fortes possibilités qu'il existe d'autres gîtes de sulfures dans des roches carbonatées sous l'épaisse couverture de débris glaciaires entre Hay

- River et Fort Providence.
- Les scientifiques du programme GEM ont découvert de nouvelles possibilités d'existence de kimberlites, non apparentées à celles du plateau Horn et situées considérablement en amont glaciaire des kimberlites de Fort Simpson.
 - Cartographie de reconnaissance dans l'est des monts Mackenzie indiquant que certaines formations s'étendent beaucoup plus loin à l'est que ce qui avait auparavant été établi. Cette découverte pourrait avoir des conséquences sur le plan économique.
 - Dans la région de la Stikinie, l'élaboration d'un nouveau cadre de référence a permis de se départir en grande partie des anciennes définitions des terranes de la Cordillère et de zones de suture inadéquatement définies. Les terranes redéfinis présentent une stratigraphie, des caractéristiques géochimiques et un potentiel minéral prévisibles et cohérents à l'échelle régionale.
 - Dans la Cordillère, une première tentative de comparaison directe entre la datation K-Ar de l'argile de boue de faille et la datation U-Pb de la calcite de miroir de faille à l'échelle internationale a révélé une correspondance étroite entre les deux méthodes et permis d'identifier un épisode de glissement le long de failles non reconnu auparavant. La méthode de datation U-Pb de la calcite offre des possibilités intéressantes pour cette application et un large éventail d'autres projets (figure 4).
 - La paléodynamique glaciaire de la région du Keewatin, où se situait le plus important dôme de glace de l'Inlandsis laurentidien, est celle qui est la moins bien encadrée en raison de l'interprétation fragmentaire de la géomorphologie glaciaire. Les scientifiques du programme GEM ont utilisé l'imagerie à haute résolution (2 m [ArcticDEM] et 15 m [Landsat 8]) pour cartographier un nombre sans précédent de formes de terrain glaciaires et identifier des systèmes de paysages glaciaires cohérents.
 - Découverte d'eaux très acides (pH de -1,44) dans le nord des T.N.-O., ce qui pourrait avoir une incidence sur les espèces sauvages locales et les populations autochtones qui les consomment. Des études de suivi sont nécessaires afin d'analyser la charge potentielle en métaux toxiques de deux importantes rivières (Horton, Anderson).
 - Uniformisation et intégration des données géoscientifiques existantes au sujet du Nord (dont des données anciennes



Figure 4. Réussite scientifique dans le cadre du projet de la Cordillère de GEM-2 : première comparaison directe de méthodes de datation des failles.

et d'autres précédant la création du programme GEM) dans un dépôt central. À ce jour, les données de plus de 94 000 stations ont été numérisées.

Programme de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS)

Le Canada a ratifié la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS) en 2003, et en tant que partie à ce traité, il a l'obligation juridique de définir son plateau continental au-delà de 200 milles marins en présentant des demandes, en effectuant des présentations formelles et en interagissant avec la Commission des limites du plateau continental tout au long du processus d'examen.

En plus de définir avec précision les limites extérieures de leur plateau continental, conformément aux critères énoncés à l'article 76 de la Convention, les états côtiers doivent fournir des données scientifiques rigoureuses et des arguments solides qui confirment que leur plateau

continental s'étend au-delà de 200 milles marins et constitue une composante et un prolongement naturels de leur masse continentale. Les deux présentations du Canada (océan Atlantique, 2013, et océan Arctique, 2019) couvrent une zone de 2,4 millions de kilomètres carrés de plancher océanique et de son sous-sol, la plus importante superficie jamais étudiée par les Nations Unies en vertu de l'UNCLOS. Les limites extérieures reconnues par la communauté internationale deviendront éventuellement notre dernière frontière sur les cartes, assurant au Canada des droits souverains sur les ressources biologiques et non biologiques du plancher océanique et de son sous-sol.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Présentation sur l'océan Arctique

Le 23 mai 2019, le Canada a officiellement déposé sa présentation de 2 100 pages sur l'océan Arctique devant la Division des affaires maritimes et du droit de la mer des Nations Unies à New York (figure 5). Suite au dépôt de cette présentation, et de celle qui concernait l'océan Atlantique en 2013,



Figure 5. Dépôt de la présentation du Canada sur l'océan Arctique devant les Nations Unies le 23 mai 2019, à New York.

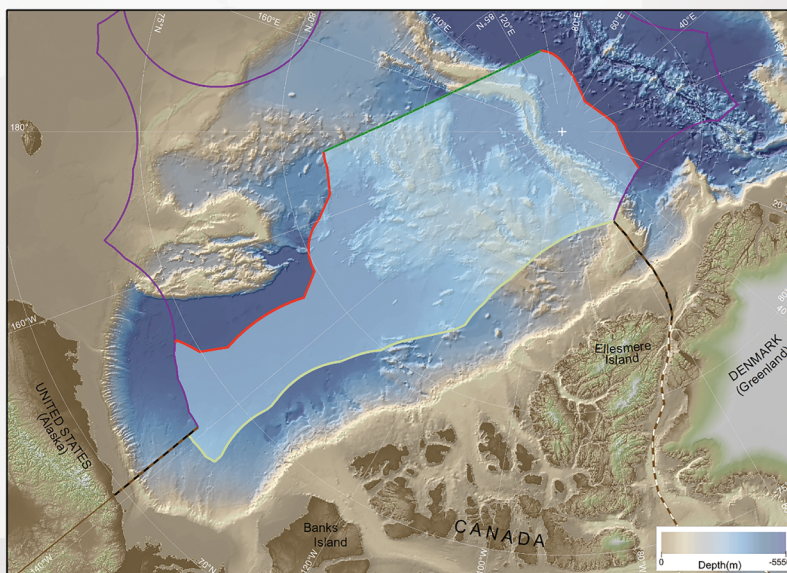


Figure 6. Limites extérieures proposées du plateau continental étendu du Canada dans l’océan Arctique.

le Canada a rempli son obligation de définir son plateau continental au-delà de sa zone économique exclusive de 200 milles marins (figure 6). Pour plus d’information, consulter la [Présentation sur le plateau continental du Canada dans l’océan Arctique](#).

Dix années (2006-2016) ont été nécessaires afin de procéder à la planification exhaustive et aux levés qui ont permis de recueillir les données bathymétriques, géophysiques et géologiques requises pour définir les limites extérieures du plateau continental. Les travaux ont souvent été réalisés dans des conditions difficiles et complexes, notamment sur les étendues de glace pérenne du centre de l’océan Arctique, à proximité du pôle Nord et le long de l’archipel canadien de l’Arctique. Les équipes scientifiques

de la Commission géologique du Canada (CGC) et du Service hydrographique du Canada (SHC) et l’équipe juridique d’Affaires mondiales Canada ont néanmoins poursuivi leurs activités avec ténacité et ont préparé une présentation qui s’appuie sur des données scientifiques, des preuves et des arguments juridiques solides.

La coopération internationale est un volet important du programme et fait partie des principales contributions scientifiques du Canada dans le cadre des Rencontres ministérielles sur les sciences de l’Arctique. Les géoscientifiques de la CGC continuent de collaborer avec leurs collègues du Danemark, de la Norvège, de la Russie et des États-Unis sur les questions scientifiques qui se rattachent à

la définition du plateau continental dans l'océan Arctique, y compris en effectuant des présentations et en participant à des discussions bilatérales lors d'une rencontre annuelle réunissant ces cinq pays de l'Arctique.

Obtention du prix ministériel Impact en 2019

L'équipe de la CGC a reçu un prix ministériel Impact dans la catégorie « Leadership et innovation » en septembre 2019 en reconnaissance de sa contribution à la présentation du Canada sur l'océan Arctique.

Quelles sont les prochaines étapes dans le cadre du programme de l'UNCLOS?

En juin 2019, le prolongement sur cinq ans du financement accordé au programme de l'UNCLOS a été approuvé par le Conseil du Trésor et le ministère des Finances.

Suite à l'achèvement de la phase de préparation de la présentation, le programme de l'UNCLOS

met désormais l'accent sur la publication et la diffusion des résultats auprès de la communauté scientifique internationale, les interactions avec les autres pays de l'Arctique concernant les enjeux scientifiques qui se rapportent à la définition du plateau continental dans l'océan Arctique, ainsi que l'élaboration de la présentation officielle du dossier canadien devant les 21 membres de la Commission des limites du plateau continental au siège des Nations Unies à New York en 2021.

géologie de surface et de subsurface du Canada qui vise à mieux comprendre les structures géologiques et les processus dynamiques du sous-sol. C3D est toutefois bien plus qu'une série de cartes. Il s'agit d'un outil qui rassemble des connaissances géologiques de pointe et qui permet de visualiser et de consulter des données tridimensionnelles à propos de la géologie des formations superficielles et du substratum rocheux de même que de l'information au sujet du manteau terrestre. La CGC s'efforce de rendre C3D accessible au public en ligne et de faire en sorte qu'il puisse être téléchargé gratuitement et librement. Essentiellement, C3D crée une synthèse de la géologie du Canada en plus de fournir un point d'accès en ligne pour consulter ces données. Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Les synthèses du programme GEM, y compris la cartographie des formations superficielles et du substratum rocheux, sont utilisées dans le cadre d'un projet pilote qui mènera à la création d'un portail Web C3D pour la diffusion des connaissances géologiques relatives au Nord. Ce portail interactif permettra de découvrir les paysages vastes et variés du Canada grâce à une modélisation 3D détaillée de la géologie du sous-sol du Canada. Le portail Web C3D publiera notamment les plus récentes compilations nationales de données géologiques et de surface à divers niveaux de résolution, et toutes les publications (p. ex., cartes géologiques et rapports scientifiques) seront accessibles au public en ligne et pourront être téléchargées gratuitement et librement.

Canada-3D

Les connaissances géoscientifiques de base revêtent une importance de premier plan pour la gestion globale de la masse continentale du pays et la prise de décisions liées à la mise en valeur des ressources naturelles. En collaboration avec des partenaires nationaux et internationaux, les scientifiques de la CGC élaborent la prochaine génération d'outils de modélisation géologique 3D et explorent de nouvelles approches en matière de visualisation de données. Les résultats sont regroupés dans Canada-3D (C3D), une compilation nationale de la



Figure 7. Aperçu du portail Web Canada-3D.

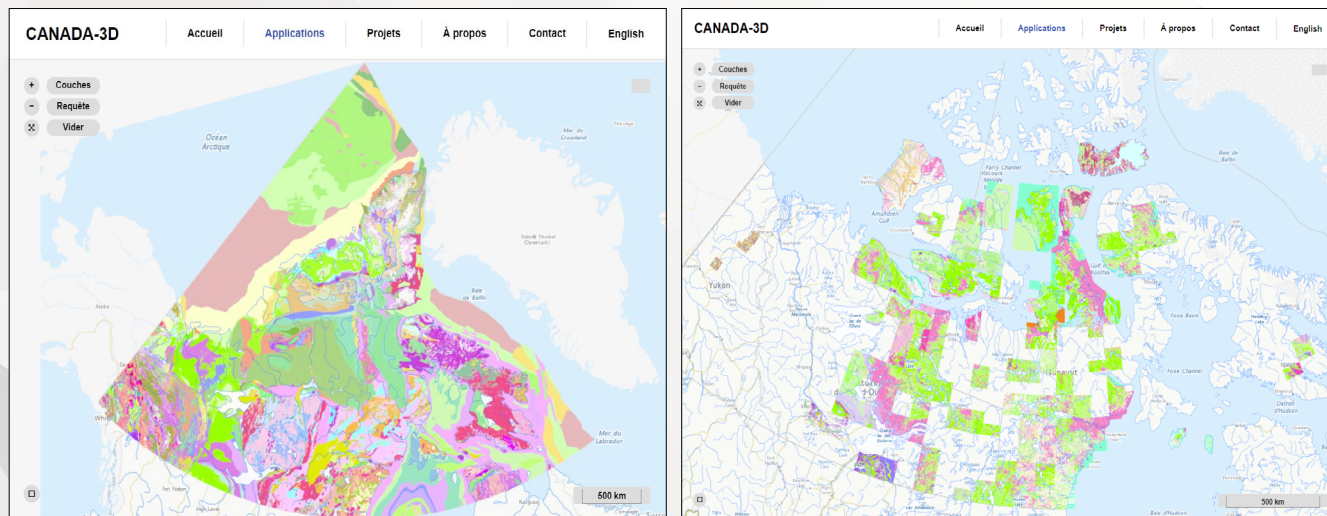


Figure 8. En 2019-2020, la compilation de cartes géologiques du substratum rocheux et des formations superficielles a considérablement progressé dans le portail C3D.

Priorité stratégique 2 : Les géosciences pour le développement durable

Sept programmes de S-T de la CGC sont visés par la priorité stratégique 2 :

- Initiative géoscientifique ciblée;
- Géosciences environnementales;
- Géosciences des eaux souterraines;
- Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie;
- Objectifs de conservation marine;
- Géosciences marines pour la planification spatiale marine;
- Service d'évaluation des impacts.

Engagements de la CGC en ce qui concerne la conservation des terres et du milieu marin :

- évaluation des ressources en hydrocarbures extracôtières en appui à l'objectif du Canada de protéger 10 p. 100 de ses zones extracôtières d'ici 2020;
- élaboration de nouvelles cartes et analyse de la géologie des fonds marins et des processus actifs sur les fonds marins de manière à promouvoir une planification spatiale marine fondée sur des données probantes et les évaluations environnementales régionales;
- fourniture d'énoncés d'impact environnemental fondés sur des connaissances géoscientifiques pour soutenir l'aménagement du territoire et une mise en valeur des ressources respectueuse de l'environnement, tant sur terre que dans les eaux côtières et extracôtières

Initiative géoscientifique ciblée

Les réserves en métaux du Canada sont à la baisse depuis des décennies. Des activités d'exploration doivent être menées à des profondeurs accrues afin de trouver de nouvelles ressources et de compenser la rareté croissante des découvertes en surface. Créée en 2000, l'Initiative géoscientifique ciblée (IGC) est un programme fédéral de collaboration géoscientifique qui offre des connaissances et des techniques novatrices à l'industrie dans le but de

mieux cibler les gîtes minéraux en profondeur. En se fondant sur une approche liée aux systèmes minéralisateurs, le programme de recherche thématique de l'IGC produit des données et des connaissances géoscientifiques à propos des principaux systèmes minéralisateurs de différentes régions du Canada.

L'IGC contribue à la réalisation de l'objectif ministériel de soutien au développement économique des ressources naturelles en produisant une vaste gamme de connaissances géoscientifiques publiques et de méthodes de pointe qui stimulent les investissements et l'innovation dans l'industrie canadienne de l'exploration minérale. Au cours de la dernière décennie, l'IGC a notamment donné lieu à : plus de 1 000 publications axées sur les connaissances géoscientifiques publiques; plus de 75 collaborations avec l'industrie; plus de 500 présentations scientifiques à l'intention du public et des intervenants; la formation de plus de 150 étudiants; l'octroi de 48 subventions à des établissements universitaires canadiens.

La cinquième phase de l'IGC (IGC-5) a pris fin le 31 mars 2020. Les recherches effectuées durant cette période étaient axées sur la compréhension des processus géologiques conduisant à la minéralisation ainsi que sur la modélisation 3D de structures géologiques en profondeur pour localiser d'éventuels gisements métallifères. Les exemples ci-dessous illustrent les progrès accomplis dans le cadre du programme.

- Les recherches de l'IGC ont été fortement utilisées par l'industrie, comme le confirment les 33 déclarations écrites adressées à l'IGC-5. En 2019-2020, l'IGC-5 a reçu deux nouvelles déclarations de l'industrie et fait paraître 45 publications géoscientifiques.
- Les chercheurs de l'IGC-5 ont rédigé plus de 540 publications géoscientifiques publiques qui ont été téléchargées à plus de 10 700 reprises jusqu'à maintenant.
- Deux scientifiques de l'IGC ont également reçu des prix prestigieux après avoir apporté une contribution notable dans leur domaine de recherche.
- De plus, l'IGC-5 a soutenu l'établissement d'un important accord de mise en œuvre avec Geoscience Australia dans le but de promouvoir la collaboration en matière de recherche sur la modélisation géologique,

y compris en ce qui a trait aux minéraux critiques. Signé en mars 2020, cet accord permettra à la CGC d'accroître ses activités de collaboration à l'échelle internationale.

- Au début de 2020, l'IGC-5 a organisé un atelier sur la recherche financée par les subventions qui a connu beaucoup de succès, de même qu'un atelier conjoint de l'IGC et du programme Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM) réunissant des scientifiques de la CGC, des chercheurs universitaires et des représentants de l'industrie qui ont discuté des résultats et des réalisations scientifiques de l'IGC-5. Les activités de diffusion des connaissances se poursuivront, notamment par l'entremise de la publication des volumes de synthèse de l'IGC-5 et du volume sur les recherches financées par les subventions de l'IGC-5, qui offriront un aperçu des principales avancées scientifiques découlant du programme.
- Au cours de la dernière année, une étude d'Ernst & Young visant à mesurer la valeur des

géosciences produites par les programmes GEM et de l'IGC a également démontré l'importance des recherches de l'IGC pour l'industrie minière canadienne. L'étude indiquait notamment que chaque dollar investi dans les programmes de géosciences minérales de la CGC génère un investissement minimal de 7,30 \$ de la part du secteur privé.

- L'IGC-5 a aussi fait l'objet d'une évaluation ministérielle en 2019-2020. La version finale de cette évaluation a été complétée en mars 2020. Les résultats de l'étude sur la valeur et de l'évaluation du programme orienteront le choix des secteurs de recherche sur lesquels la CGC mettra l'accent dans l'avenir.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Le plus récent district minier aurifère du Canada

Les nouvelles connaissances géoscientifiques publiques produites par l'IGC ont contribué à



Figure 9. Les chercheurs de l'IGC effectuent des travaux sur le terrain dans diverses régions du pays.

l'expansion du plus récent district minier aurifère du Canada dans la région de Kivalliq, au Nunavut. La société Mines Agnico Eagle Limitée a lancé la production à la mine Meadowbank en 2010, puis dans le district de Meliadine en 2019. L'exploitation des gisements d'Amaruq devrait débuter à la fin de 2019. Les modèles qui avaient antérieurement été utilisés pour prédire la taille, la forme et la teneur des gisements dans ce district supposaient que la zone minéralisée suivait les plis des roches hôtes constituées de formations de fer rubanées; cependant, la faible récupération de l'or a amené les géologues miniers à s'interroger sur la validité de ce modèle.

Optimisation du potentiel du plus récent district minier aurifère du Canada

Les recherches menées par l'entremise du programme GEM ont contribué à l'établissement du district minier aurifère de la région de Kivalliq, au Nunavut. Par la suite, les nouvelles connaissances géoscientifiques publiques produites par l'IGC ont joué un rôle dans l'expansion du district. Les modèles qui avaient antérieurement été utilisés pour prédire la taille, la forme et la teneur des gisements dans ce district supposaient que la zone minéralisée suivait les plis des roches hôtes constituées de formations de fer rubanées; cependant, la faible récupération de l'or a amené les géologues miniers à s'interroger sur la validité de ce modèle. Les travaux de cartographie structurale et de géochronologie effectués par des scientifiques de l'IGC, des étudiants et des collaborateurs ont révélé que la distribution de l'or dans le district est régie par un arrangement complexe de failles et de plis dont la formation s'est déroulée sur des millions d'années alors que les roches étaient soumises à des variations de température et de pression. Grâce à cette découverte, les critères de recherche utilisés pour localiser les nouveaux gisements ont été améliorés, favorisant ainsi l'expansion du district minier de la région de Kivalliq et l'accroissement de la qualité des modèles d'exploration employés à l'échelle internationale pour la recherche de gisements aurifères dans des roches hôtes constituées de formations de fer rubanées.

Nouveau modèle pour le dépôt de la chromite dans le « Cercle de feu »

Découvert en 2007, le « Cercle de feu » du nord de l'Ontario est l'un des plus récents districts

au Canada. La succession de roches intrusives mafiques ou ultramafiques de ce district renferme des accumulations de chrome magmatique de classe mondiale, des quantités considérables de nickel-cuivre-éléments du groupe du platine, ainsi qu'une minéralisation de fer-titane-vanadium qui pourrait présenter un intérêt sur le plan économique. Dans l'avenir, la production de chrome dans la région du « Cercle de feu » pourrait permettre au Canada de devenir l'un des cinq plus importants producteurs au monde. Davantage de connaissances scientifiques doivent toutefois être acquises à propos des origines de ces substances utiles afin de soutenir l'exploration.

En étroite collaboration avec les sociétés d'exploration minérale et d'exploitation minière, l'équipe de recherche de l'IGC-5 a élaboré un nouveau modèle qui s'applique à la formation des gîtes de chromite dans la région. En analysant les textures et la géochimie des roches présentes dans les carottes de forage et en comparant les gîtes du « Cercle de feu » à d'autres importants gisements à l'échelle internationale, l'équipe de recherche de l'IGC a conclu que les épaisses couches de minéralisation de chromite s'étaient probablement formées suite à une fusion partielle des roches environnantes et à leur mélange avec des magmas ayant des compositions chimiques particulières.

Changer l'approche des sociétés d'exploration

En 2012, deux grands gisements d'uranium à haute teneur ont été découverts dans les roches du socle rocheux du corridor du lac Patterson, à la bordure sud-ouest du bassin d'Athabasca, en Saskatchewan. On savait peu de choses sur la formation de ces nouveaux gisements découverts en profondeur à l'extérieur du bassin, où l'uranium se trouve habituellement, et sur les raisons de leur formation.

À la suite de cette découverte, les chercheurs de l'IGC-5 ont travaillé en collaboration avec des géologues et des étudiants des services géologiques de la Saskatchewan et de l'Alberta, huit partenaires de l'industrie et des collaborateurs de trois universités afin d'actualiser la géologie régionale, les cadres structuraux-tectoniques et le modèle de gîte minéral du corridor du lac Patterson, en Saskatchewan. Les premiers résultats révèlent que des différences notables dans la genèse du minerai d'uranium nécessitent une modification du modèle d'exploration qui est actuellement utilisé dans les bassins protérozoïques, tant au Canada qu'à l'étranger.

Une exploration en profondeur à la mine New Afton grâce à une nouvelle technologie

Étant donné que les systèmes porphyriques n'ont pas fait l'objet d'une imagerie complète de haut en bas, la compréhension de leur architecture comporte des lacunes. À la mine de cuivre-or New Afton en Colombie-Britannique, les chercheurs de l'IGC et le personnel de New Gold Inc., l'exploitant de la mine, ont terminé l'une des premières applications de détection acoustique répartie – profilage sismique vertical pour l'exploration minière. L'étude avait pour but de dresser le portrait de la structure géologique de ce gisement porphyrique à minéralisation de cuivre-or sous la surface, à une profondeur supérieure à celle qui peut généralement être atteinte avec d'autres méthodes.

L'exploitation a débuté en 2002 à la mine New Afton, ce qui a permis de recueillir des données sismiques en utilisant les puits forés sous la fosse à ciel ouvert, maintenant abandonnée, de la mine. Faisant preuve d'innovation, l'équipe de l'IGC a utilisé un câble à fibres optiques plutôt que des géophones classiques afin de recueillir des données sismiques de grande qualité sur le site. Les données sismiques ont permis de créer des modèles 3D qui offrent une vue sans précédent de la structure de l'ensemble du gisement et des relations de celui-ci avec les roches environnantes, ce qui fournit des indices sur la façon dont la minéralisation se présente (figure 10). Les résultats de cette recherche de pointe pourront être mis à profit dans l'avenir pour soutenir les activités d'exploration visant les gîtes porphyriques et les opérations minières dans les gisements de ce type.

L'innovation crée de nouvelles possibilités pour la localisation des gîtes de sulfures massifs volcanogènes (SMV)

En combinant des données sismiques 3D et les propriétés physiques des roches provenant de carottes de forage, la géochimie et la minéralogie du gisement de SMV de Lalor, au Manitoba (figure 11), les chercheurs de l'IGC ont constaté que les données sismiques permettaient de détecter les minéraux sulfurés et les voies de migration des fluides minéralisateurs qui ont autrefois acheminé les métaux jusqu'au gisement, sous le plancher océanique. Il s'agit d'une découverte remarquable compte tenu des multiples phénomènes géologiques qui ont considérablement déformé et recristallisé le

gisement de SMV de Lalor à des époques ultérieures. Cette méthodologie novatrice offre de nouvelles possibilités à l'industrie, qui pourrait cibler des gîtes de SMV à des profondeurs plus importantes.

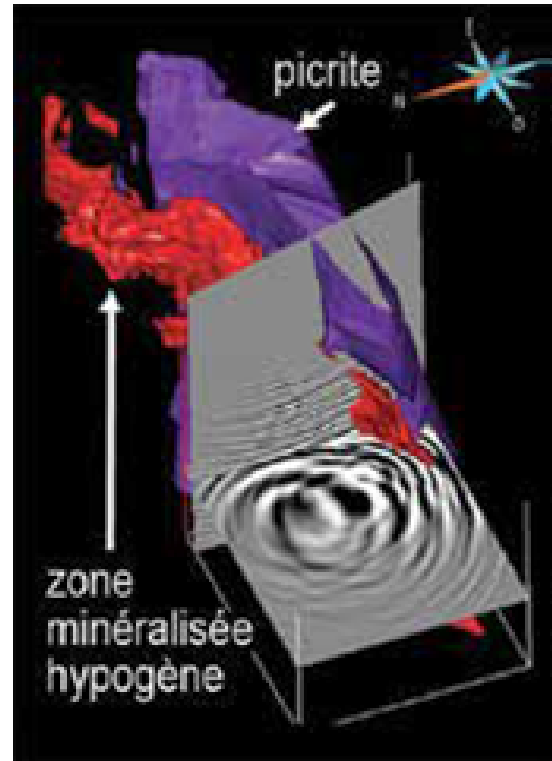


Figure 10. Modèle 3D élaboré au moyen de données sismiques.

Géosciences environnementales

Le programme Géosciences environnementales (GE) a pour but de différencier les effets de la mise en valeur des ressources naturelles de ceux des processus naturels, et aussi d'élaborer de nouvelles approches pour appuyer l'utilisation et le développement durables des ressources naturelles du Canada par la prise de décisions éclairées.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Renouvellement du programme

Suite à la mise en œuvre d'un processus rigoureux et transparent (consultation et atelier visant à explorer de nouveaux thèmes, appel de lettres d'intention, appel de propositions avec évaluation par les pairs)

pour le choix de nouveaux projets de recherche, la version finale de la prochaine phase du programme GE (2019-2024) est maintenant établie. Huit projets ont été sélectionnés et ont obtenu du financement. Quatre des projets de la phase précédente se poursuivront également grâce à un apport considérable de fonds externes.

Présentations publiques

Le 21 mai 2019, les chercheurs du programme GE ont présenté les progrès scientifiques accomplis entre 2014 et 2019, et les chercheurs dont les projets ont été approuvés pour le cycle 2019-2024 du programme GE ont décrit leurs hypothèses et les recherches qu'ils dirigeront. Ces présentations peuvent être consultées dans GEOSCAN :

- Présentations publiques du 21 mai 2019 : programme Géosciences environnementales, état actuel des projets de recherche (phase 2014-2019)
- Présentations publiques du 21 mai 2019 : programme Géosciences environnementales, état actuel des projets de recherche pour le cycle de programme 2019-2024, YouTube

Efficacité accrue pour la réglementation et la surveillance environnementales

La Oil and Gas Commission de la C.-B. (BCOGC) indique que le projet sur la sismicité induite du programme GE lui a permis de créer l'outil SeisComp, un système automatisé de recensement et de distribution des événements sismiques qui permet à la BCOGC de recevoir des notifications en quelques minutes. L'information peut donc être transmise aux responsables des urgences avant que ceux-ci reçoivent des appels, et l'industrie peut être placée en mode d'intervention. La BCOGC mentionne que cet outil est d'une grande utilité

Contribution à une initiative clé des Nations Unies

Le Rapport technique de base de l'Évaluation du mercure au niveau mondial de 2018 du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) a été publié en septembre 2019. Le programme GE a contribué de façon notable à la réalisation de cette évaluation du PNUE, qui présente les plus récentes données disponibles à propos des émissions atmosphériques, des rejets dans l'eau et du transport du mercure dans les environnements atmosphérique et aquatique dans une perspective mondiale.

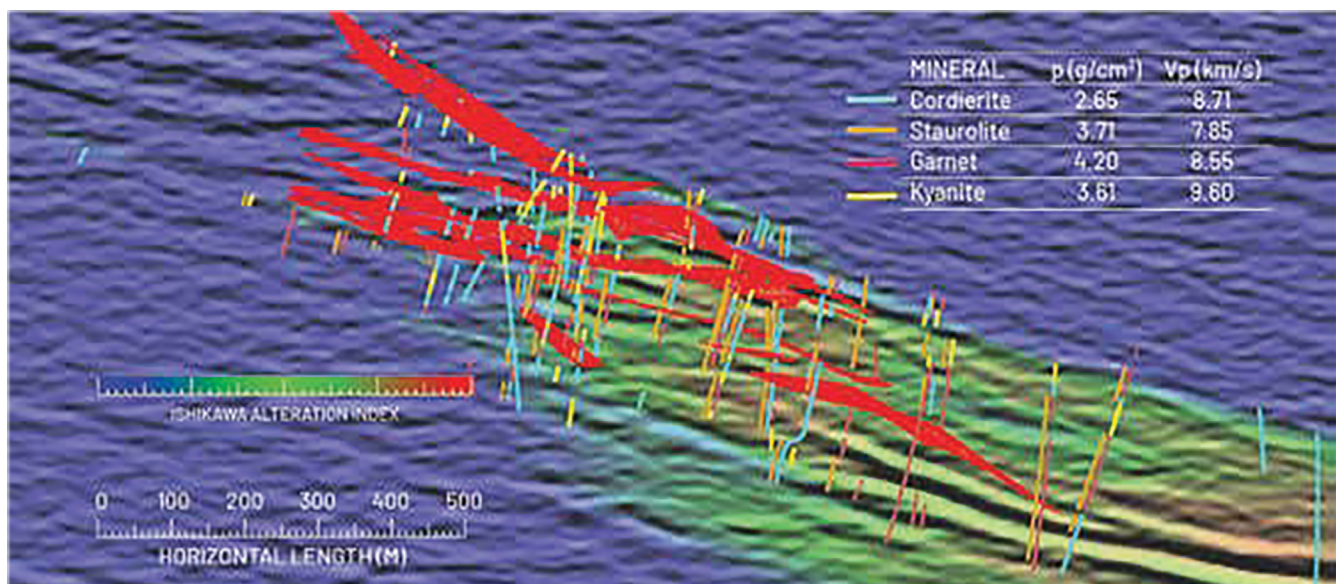


Figure 11. Modèle 3D élaboré en combinant de multiples ensembles de données provenant du gisement de SMV de Lalor (Manitoba).

Reconnaissance internationale

Martine Savard, Ph. D. et chef du Laboratoire de géochimie des isotopes stables (Delta-Lab) de la Commission géologique du Canada à Québec, a présenté une conférence plénière intitulée « Learn How Growth Ring Isotopy in the Boreal Forest Reflects the Impact of Atmospheric Nitrogen Emissions » lors du premier colloque de l'International Association of GeoChemistry (IAGC), qui regroupait les congrès internationaux des sections AIG (Applied Isotope Geochemistry) et Water Rock Interaction (WRI). Le colloque s'est déroulé à l'École polytechnique de l'Université de Tomsk, en Sibérie (figure 12).

Géosciences des eaux souterraines

L'objectif du programme Géosciences des eaux souterraines (GES) est de mieux comprendre

la distribution, la quantité et la dynamique de l'écoulement des eaux souterraines dans des modèles intégrés de gestion durable des eaux.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Le 15 janvier 2020, des partenaires fédéraux, provinciaux et territoriaux ont lancé le Dialogue national sur les eaux souterraines (DNES). Cette discussion se déroulera à tous les deux mois environ et portera sur les histoires de réussites, les lacunes en matière de recherche et le renforcement de la collaboration à l'échelle nationale. Le nouveau DNES remplacera l'Atelier national sur les eaux souterraines, qui se tenait approximativement à tous les cinq ans.

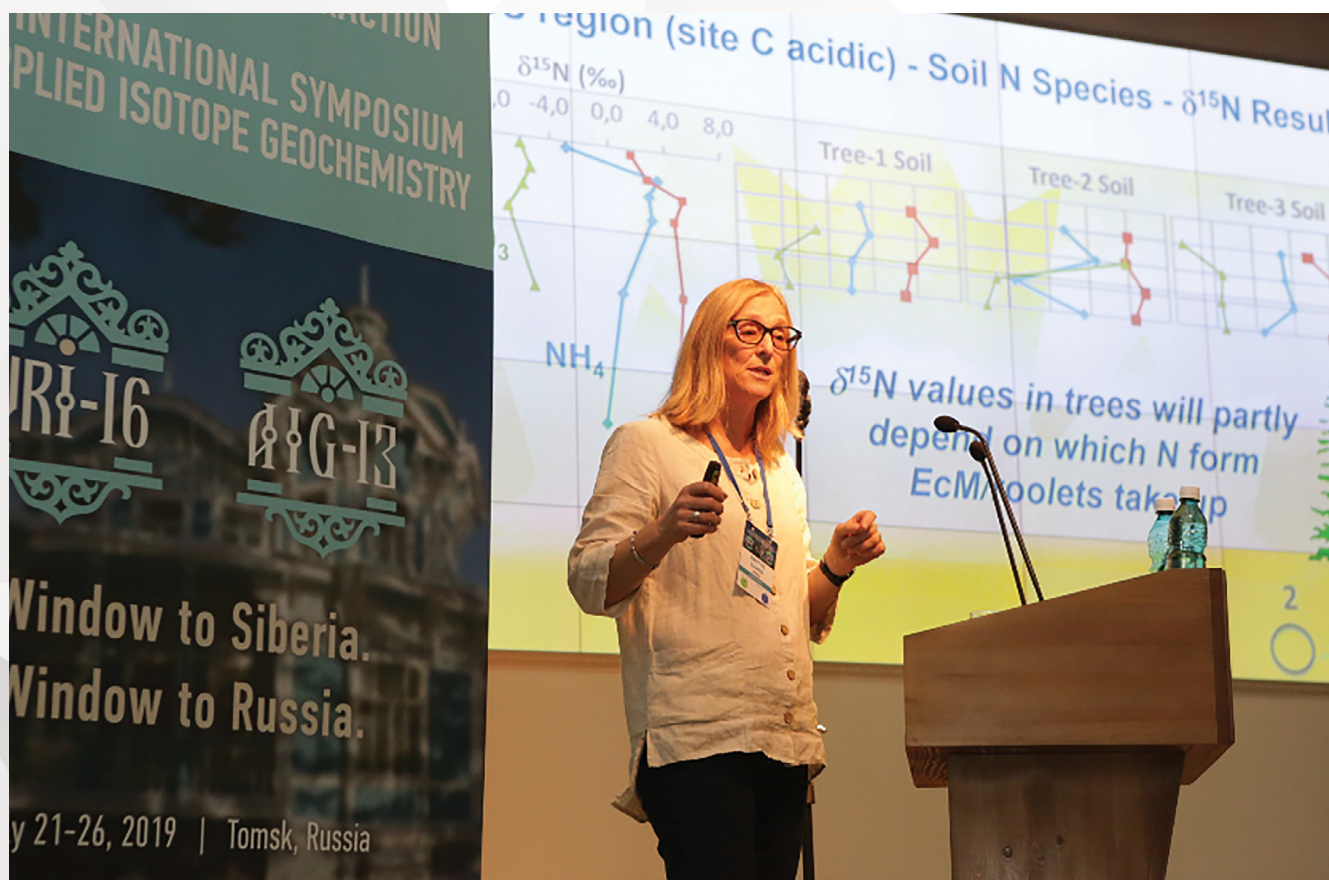


Figure 12. Martine Savard, chef du Laboratoire de géochimie des isotopes stables (Delta-Lab) de la Commission géologique du Canada, présente un exposé dans le cadre du premier colloque de l'International Association of GeoChemistry (IAGC). Photographie tirée d'un article préparé par Alexandra Lisovaya et Natalia Karakorskova (en russe) : <https://news.tpu.ru/news/2019/07/29/35064/>.



Figure 13. Installation d'un puits d'observation dans l'esker de Vars-Winchester, près de la ville d'Embrun (Ontario).

Cadre pour une gestion durable des eaux souterraines

Un modèle géologique 3D a été créé en collaboration avec nos partenaires de la Commission géologique de l'Ontario (CGO) afin de faciliter l'élaboration de modèles numériques couplés des eaux souterraines et des eaux de surface pour le sud de l'Ontario. Les deux modèles ont été publiés et sont accessibles au public. Le modèle des eaux souterraines est actuellement utilisé parallèlement à un système de soutien à la prise de décisions créé par le secteur privé. Ce système fournit des informations en ligne à propos des prévisions hydriques pour le sud de l'Ontario (onze bassins hydrographiques).

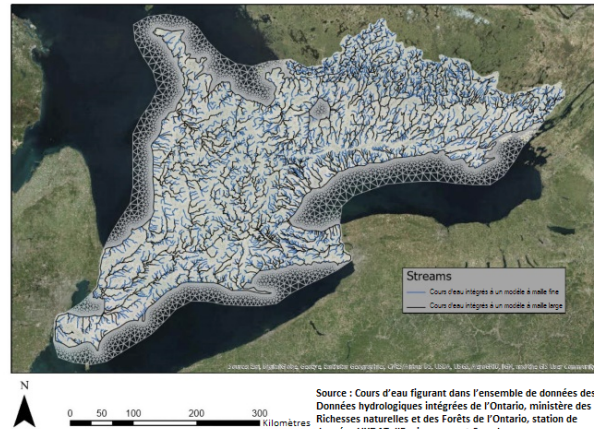


Figure 4: Modélisation à maille fine par éléments finis (MEF) intégrant les cours d'eau de troisième ordre et plus (selon la classification Strahler) de l'ensemble de données des Données hydrologiques intégrées de l'Ontario. La MEF contient environ 133 000 nœuds par feuille.

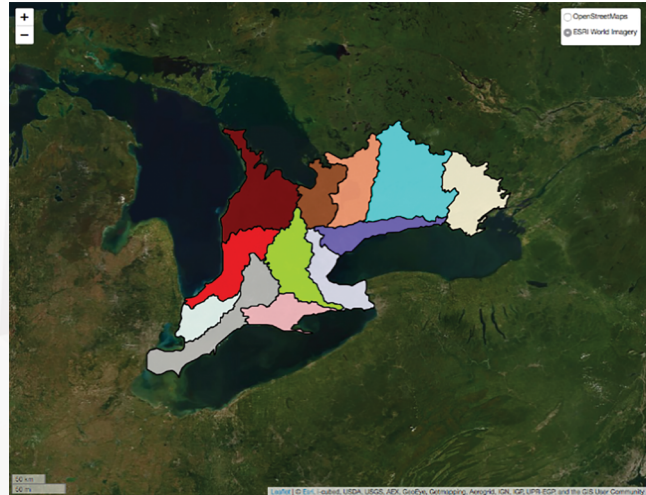


Figure 14. Modélisation à maille fine par éléments finis des eaux de surface et des eaux souterraines dans le sud de l'Ontario.

Réseau d'information sur les eaux souterraines (RIES)

- D'importants progrès ont été accomplis en ce qui concerne l'infrastructure technique de données couplées Canada – États-Unis et le Plan d'action scientifique pancanadien sur les changements climatiques du gouvernement fédéral.
- Les scientifiques qui participent au projet du RIES ont tenu une réunion sur les normes géoscientifiques internationales en juin 2019, sous l'égide de l'Open Geospatial Consortium (OGC), en plus de présenter un atelier international sur les données liées (OGC SELFIE) à Québec en juillet 2019.

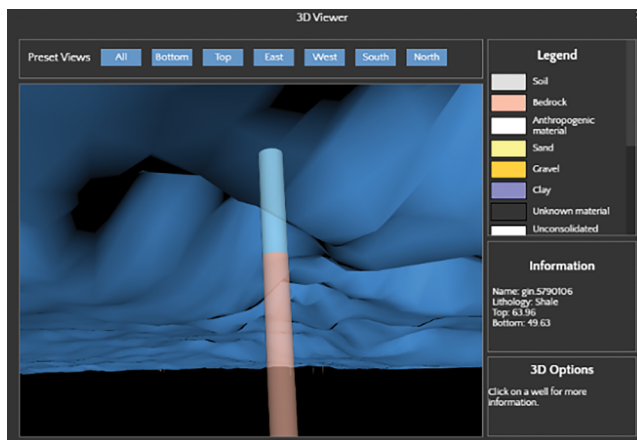


Figure 15. Visualisateur de puits 3D pour le prototype du nouveau portail du RIES. L'interface du visualisateur 3D est offerte en anglais seulement.

Plans scientifiques pour les Grands Lacs

Le programme GES a eu une incidence clé lors de l'élaboration des plans scientifiques qui concernent les Grands Lacs, tout particulièrement en ce qui a trait aux accords ci-après :

- *Accord Canada-Ontario (ACO)*, annexe 8 – « Qualité des eaux souterraines »;
- « Priorités des parties quant aux activités scientifiques et aux actions », aux termes de l'*Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs (AQEGL)* (Commission mixte internationale [CMI]).

Dans les deux cas, il devient impératif d'élaborer des modèles régionaux intégrés qui s'appliquent à l'écoulement des eaux souterraines et de surface dans le bassin des Grands Lacs, non seulement pour le Canada et l'Ontario, mais aussi pour les États-Unis. Afin de souligner l'importance des eaux souterraines dans le processus de gestion des ressources hydriques du bassin des Grands Lacs, une séance plénière intitulée « Approaching the 50th Anniversary of the GLWQA: a panel discussion focused on groundwater science in the Great Lakes » a été présentée en février 2020 dans le cadre de l'activité portes ouvertes sur les géosciences des eaux souterraines à l'échelle régionale dans le sud de l'Ontario. Les scientifiques et les intervenants ont discuté de la nécessité d'établir un modèle régional intégré d'écoulement des eaux de surface et des eaux souterraines qui couvre l'ensemble du bassin.

Le programme GES a entamé un nouveau cycle de recherche de cinq ans (2019-2024). Un appel de propositions a été lancé durant la dernière année du cycle précédent afin de trouver de nouveaux projets de recherche. Deux nouveaux projets ont été retenus, et deux projets ayant débuté lors du cycle précédent ont été autorisés à poursuivre leurs activités.

Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie

L'objectif du programme Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie (GNSE) est d'appuyer les stratégies de transition vers une économie future sobre en carbone grâce à la recherche et au développement en matière d'énergie propre et à la promotion de ressources énergétiques non émettrices ou à faibles émissions en utilisant les progrès dans la compréhension fondamentale du sous-sol des masses continentales du Canada.

Les partenariats et les collaborations de recherche sont essentiels à la réussite du programme de la CGC. Par exemple, les collaborations du programme GNSE ont permis d'augmenter le financement de 1,59 million de dollars, ce qui permettra d'augmenter le budget de 225 000 \$ par année. Cela permettra au programme d'élargir sa portée dans de nouveaux domaines novateurs et stimulants comme l'infonuagique, l'apprentissage automatique et l'intelligence artificielle (IA), une base de connaissances nationale accrue pour l'exploitation de l'énergie géothermique et la cartographie novatrice de l'énergie extracôtière grâce à un partenariat avec la province de la Nouvelle-Écosse. Les collaborations permettent également aux chercheurs du programme GNSE d'avoir accès à un plus grand éventail d'installations de laboratoire de pointe et à de l'équipement scientifique hautement spécialisé qui se trouve dans d'autres installations de recherche.

Le programme génère de réelles possibilités dans le cadre de projets avec des partenaires universitaires, en s'appuyant

sur des protocoles d'entente. La formation de personnel hautement qualifié (PHQ) et le partage des capacités des laboratoires contribuent grandement à l'exécution de travaux scientifiques novateurs et se poursuivront tout au long des trois années restantes du programme.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Énergie géothermique

Le programme GNSE évalue le potentiel géothermique dans trois régions clés et établit des partenariats fructueux avec les Premières Nations, les organismes non gouvernementaux, l'industrie et les universités. Le projet géothermique de Garibaldi a généré des collaborations avec 34 chercheurs de sept établissements dans le but d'étudier la géoscience géothermique de la ceinture volcanique de Garibaldi, en Colombie-Britannique. Durant l'été 2019 (375 jours-personnes sur le terrain), les équipes de recherche ont installé un réseau temporaire (deux mois) de 59 capteurs sismiques à trois composantes ainsi qu'un câble à capteurs acoustiques répartis, puis ont pris des mesures à 107 sites magnétotelluriques, 79 stations gravimétriques et 903 stations d'observation géologique et structurale.



Figure 16. Photos des activités de recherche géothermique multidisciplinaire réalisées au mont Meager, dans la ceinture volcanique de Garibaldi (C.-B.), afin de élaborer de nouveaux outils qui accroîtront les chances de succès des activités d'exploration et de mise en valeur géothermiques au Canada.

De plus, des algorithmes d'intelligence artificielle (IA) reposant sur la vision par ordinateur ont été utilisés dans le but d'extraire les entités linéaires en fonction des épisodes tectoniques régionaux et des épisodes volcaniques locaux dans la ceinture volcanique de Garibaldi. De nombreux pavés d'image provenant de la même zone ont été employés pour produire des résultats statistiquement significatifs. En combinaison avec les nouvelles données géophysiques et l'analyse des observations de terrain, l'interprétation géologique s'appuyant sur les images de Landsat 8 permet de mieux comprendre les ressources géothermiques du complexe volcanique de Mount Meager et leurs caractéristiques. Le modèle de ressources géothermiques en cours d'élaboration servira d'analogie pour les activités d'exploration et d'évaluation des ressources géothermiques réalisées dans d'autres complexes volcaniques de la ceinture volcanique de Garibaldi.

Dans le cadre du projet de géothermie régionale, des collaborations ont été établies avec la Commission géologique du Yukon et la Commission géologique des Territoires du Nord-Ouest (CGTNO) dans le but de réaliser des études géothermiques, un projet de doctorat a été entrepris sur le contrôle par des fractures de la circulation des fluides dans les profondeurs de la croûte continentale, et un rapport préliminaire sur les besoins en chauffage collectif a été produit pour les bassins sédimentaires chauds. Dans le cadre du projet de géothermie dans les basses terres du Saint-Laurent, une collaboration avec M. Jean-Sébastien Marcil et Ressources Utica a permis au programme GNSE d'accéder à des données de l'industrie (à propos des activités de pompage de saumures effectuées pendant plusieurs années) qui n'avaient pas été partagées jusqu'à maintenant. Il s'agit d'informations précieuses qui permettront de caractériser les unités ciblées avec plus d'efficacité et, par conséquent, d'étalonner le modèle numérique avec plus de précision pour obtenir des résultats réalistes et représentatifs. En s'appuyant sur cette recherche, le programme GNSE élabore des modèles de flux thermique reposant sur des ensembles de données inédits fournis par l'industrie afin d'accroître les chances de succès des activités d'exploration et d'exploitation géothermiques dans la région.



Figure 17. Un chercheur du programme GNSE de la CGC-Québec montre à des élèves autochtones d'écoles secondaires de l'Abitibi et de la Côte-Nord comment mesurer la conductivité thermique d'échantillons de roches-réservoirs sédimentaires au moyen d'un scanner infrarouge dans le cadre du projet de géothermie dans les basses terres du Saint-Laurent. Présentée en collaboration avec Services aux Autochtones Canada, l'activité s'est déroulée dans le cadre de l'initiative Découverte des carrières dans la fonction publique fédérale.

Ressources en énergie propre

La collaboration avec le Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM) se poursuit en ce qui a trait au potentiel en gaz de shale du bassin de Liard (C.-B.), et des ateliers scientifiques ont été présentés à Banff (juin 2019) et en Corée (octobre 2019). Le travail de terrain mené en collaboration avec l'Université de Liverpool dans la région de Norman Wells (T.N.-O.) a pris fin et les résultats permettent de mieux comprendre l'âge et la stratigraphie des principales ressources en hydrocarbures de la région. L'Université Stanford s'est également montrée intéressée à collaborer avec les géoscientifiques de la CGC-Calgary dans cette région.

Une méthodologie axée sur l'IA et l'apprentissage automatique est en cours d'élaboration pour faciliter l'étude de la nanoporosité et d'autres applications visant à caractériser les ressources encaissées dans les shales avec plus d'efficacité. De telles

méthodes pavent la voie à l'utilisation de processus inédits et novateurs pour recueillir de l'information géoscientifique de base qui mènera à une meilleure compréhension de l'écoulement des fluides, notamment en ce qui concerne la migration du sulfure d'hydrogène (H_2S), la séquestration du dioxyde de carbone (CO_2) et/ou la récupération assistée des hydrocarbures, ainsi que l'écoulement des fluides géothermiques dans les séquences sédimentaires.

Des collaborations avec le Department of Energy (DOE) des États-Unis, par l'entremise de l'Energy and Environment Research Centre (EERC) de l'Université du North Dakota, l'Hebrew University (Israël), la China University of Petroleum, l'Université de l'Utah, l'Université Oklahoma State, l'Université Western Cape (Afrique du Sud) et CanmetÉNERGIE (Devon, Alberta) offrent un accès à des laboratoires internationaux et permettent de faire progresser l'utilisation de l'IA et de l'apprentissage automatique dans un contexte géoscientifique et/ou de créer et de raffiner des méthodes de laboratoire pour les ressources énergétiques du Canada. En outre, le financement demandé a été accordé par le BRDE, ce qui a donné lieu à une augmentation considérable de l'effectif se consacrant à la recherche sur les énergies propres.

Innovation et énergies renouvelables

Le programme GNSE a développé des collaborations avec des organisations de différents pays dans le but de faciliter l'élaboration de nouvelles méthodes. Des partenariats ont été établis avec l'Université de Calgary et la Chinese University of Petroleum (CUP), et un nouveau protocole d'entente a été signé avec l'Université de l'Alberta pour faciliter les activités de R-D. L'équipe du programme GNSE a organisé des ateliers et étudié la possibilité de collaborer avec la Commission géologique de l'Alberta, en plus de pleinement mettre à profit le soutien apporté par la Commission géologique de la Saskatchewan pour la recherche sur la nanoporosité. Dans le domaine de la géochimie organique, les contributions et les collaborations du programme ont été formellement reconnues par l'Université de l'Utah, l'Université Oklahoma State, l'Université Western Cape (Afrique du Sud) et l'Hebrew University (Israël). De plus, une collaboration entre le Canada et la Chine soulève de nouvelles perspectives en ce qui a trait à l'amélioration de l'efficacité et de l'efficience de l'évaluation des ressources énergétiques du Canada.

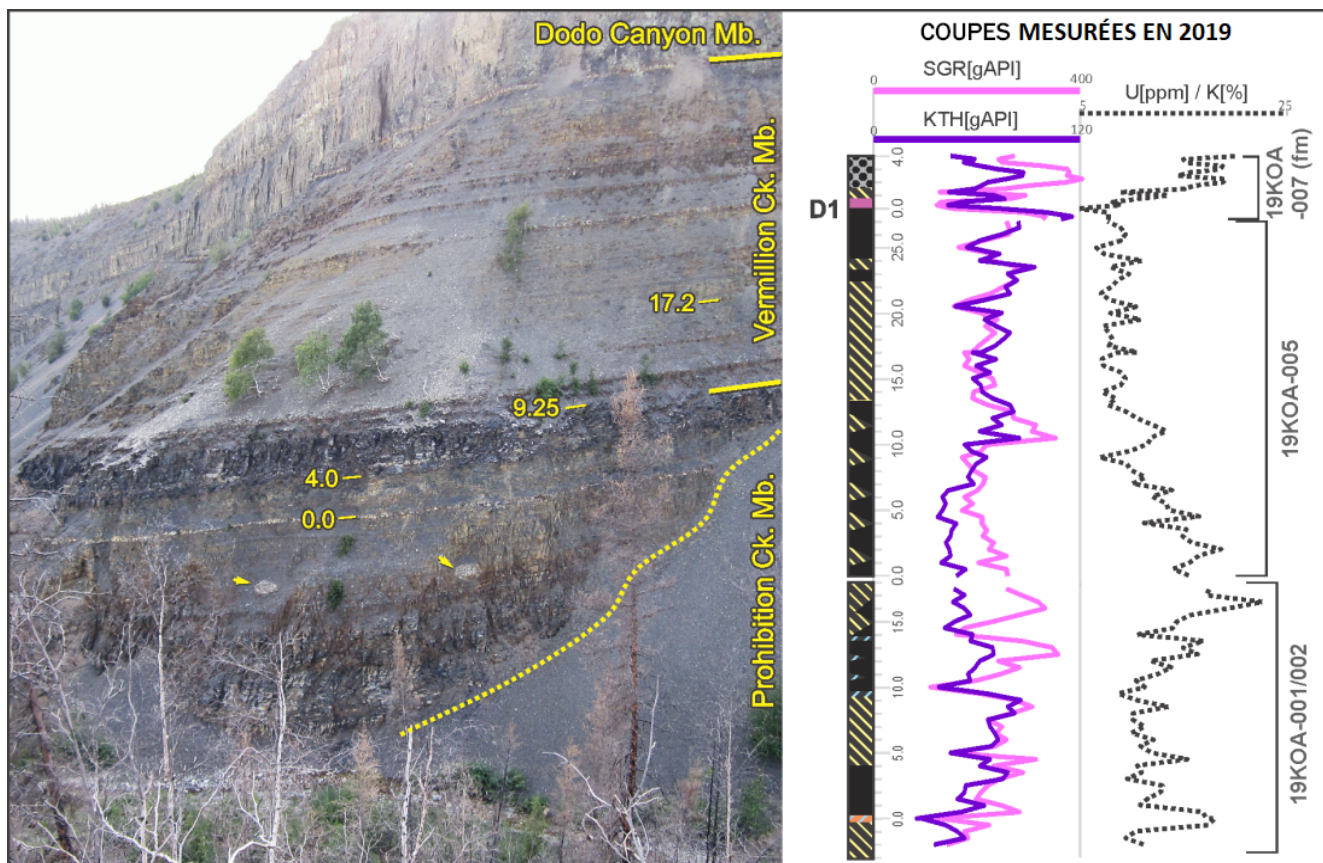


Figure 18. En 2019, des travaux sur le terrain menés en collaboration par la CGC et l'Université de Liverpool près de Norman Wells (T.N.-O.) ont permis aux chercheurs de prélever des échantillons de shales noirs remontant au Dévonien moyen-supérieur (de 388 à 375 millions d'années) qui se sont déposés dans un milieu marin de plate-forme continentale et de réaliser des levés spectroscopiques du rayonnement gamma (graphiques de droite sur la photo). Ces activités ont produit des connaissances et des informations essentielles à propos de différents processus du système Terre qui étaient actifs au moment où notre planète a connu une période prolongée (environ 80 millions d'années) « d'effet de serre ». Les chiffres en jaune représentent les élévations (en mètres) au-dessus d'un point de référence donné (0,0 m); les flèches jaunes correspondent à de gros (environ 1,5 m de large) nodules carbonatés; les membres stratigraphiques qui ont été interprétés sont tels qu'indiqués.

Des techniques de résonance magnétique nucléaire (RMN) sont utilisées pour distinguer les réponses des divers composés organiques et inorganiques d'hydrogène dans les shales et pour estimer la quantité de pétrole mobile par rapport à celle de pétrole adsorbé. Ces techniques présentent des avantages par rapport aux méthodes classiques de pyrolyse programmée (p. ex., Rock-Eval) parce que l'obtention des résultats ne passe pas par la destruction des échantillons. Elles permettent aussi d'analyser un plus grand nombre d'échantillons de manière à accroître la représentativité de

l'échantillonnage de la ressource. Cette nouvelle méthode contribuera à augmenter la précision des évaluations prédictives liées aux réserves de pétrole et de gaz du Canada et à optimiser les voies de production pour ces ressources.

Le projet de géothermie hybride est le premier en son genre. Dans le cadre de cette étude, les chercheurs se penchent sur l'utilisation de différentes ressources énergétiques dans une zone donnée considérée comme un tout. Une approche intégrée est employée afin que l'extraction des ressources s'appuie sur

une récupération rentable et optimisée ayant une incidence minimale sur l'environnement. La solution technologique mise de l'avant est unique, car elle fait appel à l'énergie potentielle du gaz naturel comprimé pour induire la production d'énergie. L'utilisation du flux de gaz de puits abandonnés est également envisagée pour le chauffage de l'eau, ce qui améliorerait l'efficacité de la production d'énergie thermique. Enfin, des puits de forage horizontaux abandonnés servent de réseau pour l'échange thermique souterrain, ce qui réduit les dépenses en capital associées à la mise en valeur des ressources géothermiques.

Objectifs de conservation marine

Le programme Objectifs de conservation marine (OCM) fournit des estimations reposant sur des données probantes du potentiel en ressources pétrolières extracôtières pour éclairer les décisions

relatives à l'objectif du Canada de protéger dix pour cent de ses zones extracôtières d'ici 2020. La CGC a la responsabilité de réaliser des évaluations de ressources dans les zones ciblées par le ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO) et l'Agence Parcs Canada (APC). La CGC travaille en étroite collaboration avec la Division de la gestion des hydrocarbures extracôtiers (DGHE) du Secteur de l'énergie, qui a la responsabilité d'évaluer le potentiel économique en hydrocarbures dans les zones extracôtières du Canada.

Le programme OCM prend fin le 31 mars 2020, mais la CGC s'attend à recevoir des demandes d'évaluation additionnelles pour les ressources étant donné que le Canada s'est fixé un nouvel objectif de conservation de 25 p. 100 d'ici 2025.

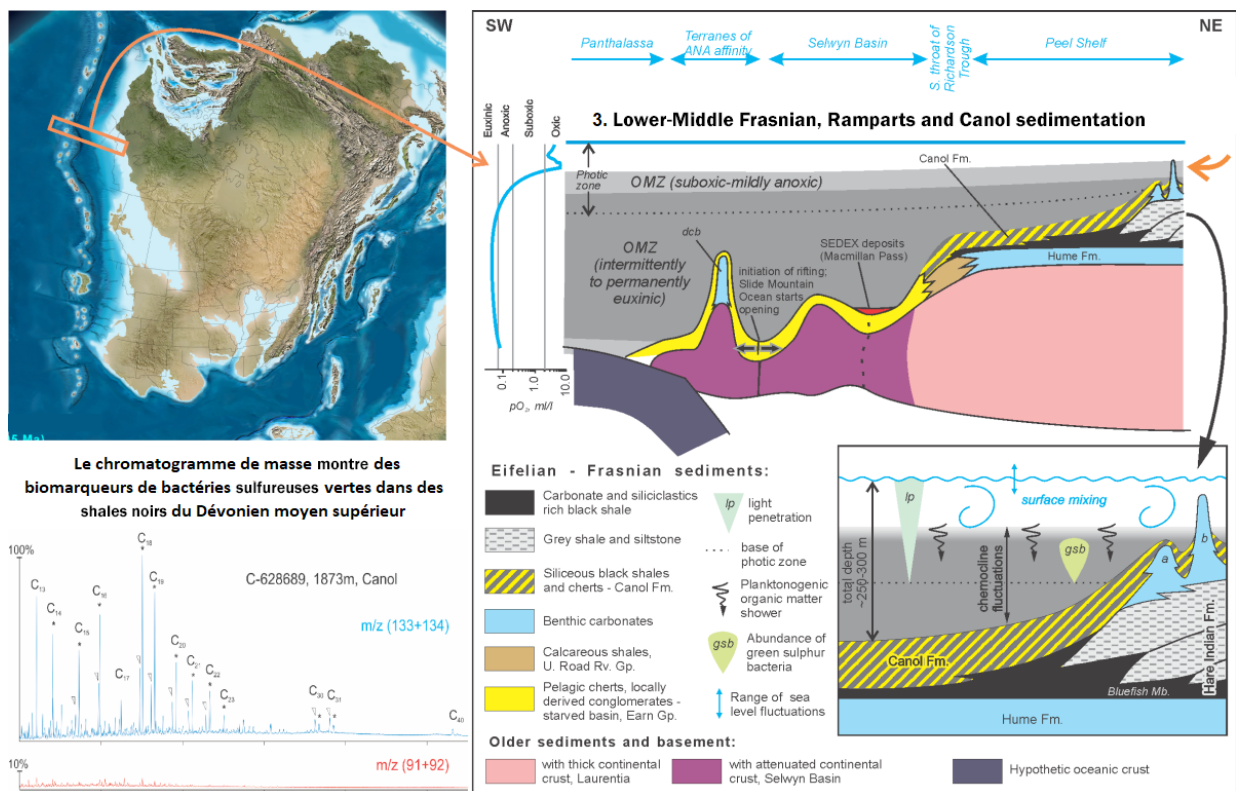


Figure 19. Une compilation des connaissances liées aux biomarqueurs dans des shales noirs à l'échelle planétaire de même que de nouvelles données recueillies dans la région de Norman Wells (T.N.-O.) confirment un courant d'idées voulant que les milieux marins de plate-forme continentale en zone photique exempte d'oxygène (euxinique) étaient répandus du Dévonien moyen (il y a 388 millions d'années environ) au Mississippien précoce (il y a 350 millions d'années).

Les rapports et les cartes géoscientifiques de la CGC sont des outils importants et essentiels dans le contexte de la conservation marine au Canada, tant pour les responsables de la prise de décisions du MPO et de l'APC que pour les gouvernements provinciaux et territoriaux, les peuples autochtones et les collectivités locales. Les nouveaux produits créés par la CGC en 2019 comprennent des évaluations des ressources de la zone extracôtière du Labrador et du sud du golfe du Saint-Laurent. De plus, les conseils de la CGC concernant le potentiel pétrolier ont joué un rôle clé dans l'approbation finale de la zone de protection marine (ZPM) de Tuvaijuittuq par la Qikiqtani Inuit Association, le gouvernement du Nunavut et le gouvernement du Canada.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Carte de chaleur de l'évaluation des ressources

L'équipe des Objectifs de conservation marine (OCM) a cartographié des zones à potentiel en hydrocarbures faible, moyen ou élevé pour soutenir la prise de décisions du gouvernement fédéral. L'équipe a élaboré des outils, des cartes et des rapports à l'intention des décideurs ayant des connaissances géoscientifiques variées. Les cartes de chaleur élaborées par l'équipe du programme OCM illustrent clairement le potentiel global en hydrocarbures d'une région (figure 20). Elles ont été présentées à d'autres ministères, à des organisations non gouvernementales, à des Premières Nations et à des groupes communautaires.

L'équipe du programme OCM a évalué de vastes régions, fournissant ainsi un contexte et des options de planification, et augmentant la valeur du travail de la CGC. Les évaluations terminées sont accessibles au public afin que les produits de la CGC pour la prise de décisions soient accessibles et transparents.

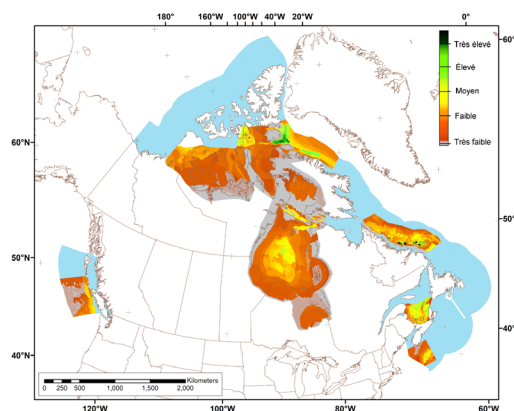


Figure 20. Publication d'évaluations qualitatives des ressources accessibles au public sous forme de dossiers publics de la CGC, dans le cadre du programme Objectifs de conservation marine (OCM).

Géosciences marines pour la planification spatiale marine

Le programme Géosciences marines pour la planification spatiale marine (GMPSM) de la CGC élabore de nouvelles cartes et analyses de la géologie des fonds marins et des processus actifs sur les fonds marins pour éclairer la planification de l'espace marin fondée sur des données probantes et des évaluations environnementales régionales. Le programme GMPSM fait partie des initiatives déployées par le ministère des Pêches et des Océans du Canada (MPO), qui souhaite créer des plans marins spatiaux et des atlas pour quatre des treize grandes zones extracôtières qui représentent les biorégions du Canada selon la définition du MPO. Les activités de géosciences marines de la CGC soutiennent également les processus d'évaluations environnementales régionales et d'évaluation des effets cumulatifs. Le programme GMPSM produit de nouvelles cartes de la géologie des fonds marins des zones extracôtières de la Colombie-Britannique (mer des Salish et nord de la côte du Pacifique) et de l'Atlantique (Terre-Neuve-et-Labrador et Nouvelle-Écosse) qui seront téléversées dans la Plateforme géospatiale fédérale et accessibles par l'entremise de l'infrastructure de données spatiales marines. Dans l'ensemble, la CGC élaborera des produits livrables géoscientifiques du milieu marin à l'échelle biorégionale (morphologie, géologie et stabilité des fonds marins), de même que des

évaluations plus ciblées pour éclairer des objectifs précis de planification spatiale marine dans les zones extracôtières de l'Atlantique et du Pacifique.

Recherche concertée

Huit projets de recherche concertée ont été mis en œuvre afin de favoriser l'atteinte des objectifs du programme GMPSM; tous ces projets contribuent à l'obtention de fonds, d'expertise, de plates-formes ou de données (cinq projets en collaboration avec le ministère des Pêches et Océans du Canada, un avec la Division de l'énergie renouvelable et électrique [DERE] de RNCAN, un avec la Nouvelle-Écosse et un avec le Nunavut). En coopération avec CanmetÉNERGIE et la DERE, le programme GMPSM a évalué les conditions des fonds marins en vue de tout éventuel projet d'énergie éolienne en mer dans les Maritimes. Avec le concours du MPO, le programme GMPSM a formellement établi des groupes de travail pour la côte Ouest et la côte Est afin de s'assurer que les futures activités de planification spatiale marine s'appuient sur des données géoscientifiques judicieuses et de qualité.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Nouvelles données géoscientifiques pour éclairer les décisions relatives à l'utilisation des fonds marins

De nouvelles données ont été recueillies à propos des fonds marins des quatre biorégions gérées par le programme GMPSM (lidar bathymétrique dans la mer des Salish, levés des fonds marins du nord de la côte du Pacifique, et bathymétrie multifaisceaux dans les zones extracôtières de la Nouvelle-Écosse et le long de la limite plate-forme continentale/talus continental du nord-est de Terre-Neuve). Il convient de souligner que le programme GMPSM a collaboré avec le MPO et la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) de États-Unis dans le but d'acquérir des données couvrant plus de 20 000 km² de fonds marins dans des zones extracôtières de la Nouvelle-Écosse où l'on envisage d'appliquer des mesures de conservation.

Géosciences prédictives pour prévoir la répartition d'habitats benthiques uniques

Le programme GMPSM s'est appuyé sur les géosciences prédictives afin de déceler la répartition d'habitats benthiques qui présentent des caractéristiques uniques à distance. L'étendue, la morphologie et la situation de l'habitat d'un récif d'éponge siliceuse au large de la côte de la Colombie-Britannique ont été cartographiées en utilisant la bathymétrie multifaisceaux, la rétrodiffusion et la géophysique de la proche surface des fonds marins (figure 21). Le MPO n'avait jusqu'à pas d'information sur l'étendue du récif; des levés vidéo ont subséquemment confirmé la présence de ces habitats et les dommages causés par le chalutage de fond.

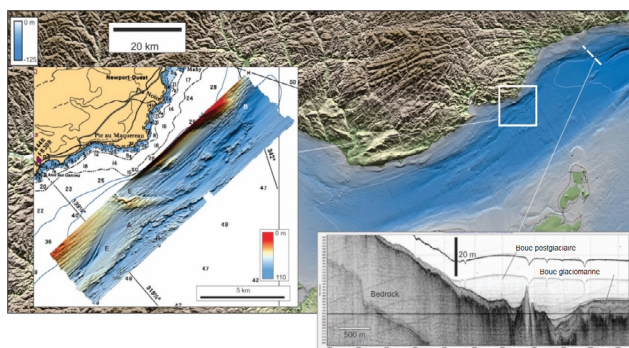


Figure 21. Cartographie des fonds marins fondée sur la bathymétrie multifaisceaux, la rétrodiffusion et la géophysique de la proche surface des fonds marins.

En 2019-2020, le programme GMPSM a conclu huit accords de recherche concertée dans le but d'obtenir des fonds, de l'expertise, des plates-formes ou des données, comme l'illustrent les exemples ci-après.

- Collecte de nouvelles données lidar bathymétriques en collaboration avec le Service hydrographique du Canada (SHC) afin d'atténuer les risques d'inondations dues aux grandes marées et aux tsunamis dans le delta du Fraser.
- Réalisation de levés conjoints avec le SHC pendant plus de deux mois pour évaluer la géologie des fonds marins dans une zone de protection marine et des aires de conservation du sébaste (figure 21).

- Cartographie de plus de 13 000 km² de fonds marins.
- Géomorphologie et habitats benthiques sur la plate-forme continentale et le talus continental du nord-est de Terre-Neuve pour promouvoir la prise de décisions fondées sur des données probantes concernant l'utilisation des fonds marins (énergie, pêches).
- Collecte de données couvrant plus de 20 000 km² de fonds marins dans la zone extracôtière de la Nouvelle-Écosse dans le cadre d'une collaboration scientifique avec le MPO et la NOAA.
- Collaboration entre le programme GMPSM, CanmetÉNERGIE et la Division de l'énergie renouvelable et électrique (DERE) afin de décrire les conditions de fondation des fonds marins en vue de la réalisation éventuelle de projets d'énergies renouvelables dans les régions extracôtières des Maritimes. Le rapport du programme GMPSM offre un résumé de la composition, de la morphologie, de la stabilité et des propriétés géotechniques des fonds marins en s'appuyant sur des données existantes (figure 21). Les informations figurant dans le rapport devraient être utiles pour les gouvernements et les entreprises qui envisagent de réaliser des projets d'énergies renouvelables en milieu marin.
- Essais sur le terrain en eaux libres effectués par le personnel de la CGC afin de prouver que les véhicules sous-marins autonomes en eau profonde et peu profonde peuvent répondre aux besoins scientifiques du programme GMPSM.

La CGC fournit des conseils à propos des conditions des fonds marins peu profonds des zones extracôtières de l'est du Canada en s'appuyant sur des ensembles de données exhaustifs mais discontinus. Dans un rapport à paraître, la CGC divise les régions côtières des Maritimes en 23 zones, dont les fonds marins présentent tous des conditions qui leur sont propres. Le rapport de la CGC décrit, lorsque cela s'avère possible, le type et l'épaisseur des sédiments de subsurface au moyen de vignettes de levés multifaisceaux qui illustrent

toute la complexité des fonds marins et de données sismiques existantes.

Service d'évaluation des impacts

Le Service d'évaluation des impacts (EI) de la CGC, auparavant connu sous le nom de Service d'évaluations environnementales (EE), soutient l'aménagement du territoire et la mise en valeur des ressources respectueuse de l'environnement, tant sur terre que dans nos eaux côtières et extracôtières. La CGC est l'organisme responsable de l'évaluation géoscientifique dans les études d'impact environnemental (EIE). En 2019-2020, la CGC a fourni une expertise géoscientifique pour 40 projets d'EE. Les secteurs comprennent l'exploitation minière (35 p. 100), le pétrole et le gaz (27 p. 100), les infrastructures linéaires et marines (20 p. 100), des secteurs variés (15 p. 100) et le nucléaire (3 p. 100).

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

- L'équipe de l'EI de la CGC a participé aux audiences de commissions d'examen qui se sont penchées sur deux projets : le Terminal 2 de Roberts Bank (C.-B.) et le pôle logistique de Milton (Ontario). Toutes les préoccupations soulevées seront abordées dans les rapports des commissions.
- Cette année, l'équipe de l'EI de la CGC a formulé des recommandations à propos des aléas géologiques associés à d'éventuels projets de mise en valeur du potentiel pétrolier et gazier dans le Nord. Ces recommandations figurent dans le rapport final de la Commission du Nunavut chargée de l'examen des répercussions (CNER) pour l'évaluation environnementale stratégique (EES) de la baie de Baffin et le détroit de Davis, qui a été publié en juillet 2019.
- Les commentaires sur les enjeux relatifs aux eaux souterraines que l'équipe de l'EI a présentés lors des audiences de la Commission chargée d'examiner le projet de mine de sables bitumineux Frontier de Teck Resources Limited, en Alberta, ont éclairé les engagements du promoteur vis-à-vis la réduction de l'incidence sur l'environnement.

Priorité stratégique 3 : Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada

Deux programmes de S-T de la CGC sont visés par la priorité stratégique 3 :

- Géosciences pour la sécurité publique;
- Géosciences des changements climatiques.

Géosciences pour la sécurité publique

Le programme Géosciences pour la sécurité publique (GSP) produit des connaissances et des outils novateurs afin de soutenir les décisions liées à la gestion des urgences, au développement, à la planification et à la réglementation qui visent à accroître la résilience et à réduire les risques qui se rattachent aux séismes, aux glissements de terrain terrestres et sous-marins, aux volcans, aux tsunamis et à la météorologie spatiale.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Contributions à l'évaluation environnementale stratégique régionale de la baie de Baffin

Avec le soutien de Relations Couronne-Autochtones et Affaires du Nord Canada (RCAANC), le programme GSP élabore un cadre d'évaluation des aléas géologiques marins pour l'évaluation environnementale stratégique régionale de la baie de Baffin. Ce cadre informera les décisions concernant l'infrastructure sur les fonds marins et l'exploitation des ressources marines. Certaines collectivités de la région ont rapporté que des vagues avaient eu des répercussions sur l'île, et les travaux du programme GSP visent à comprendre les causes de ce phénomène. De nouveaux glissements de terrain sous-marins et terrestres ont été caractérisés, de même que les effets de l'affouillement produit par les glaces de mer.

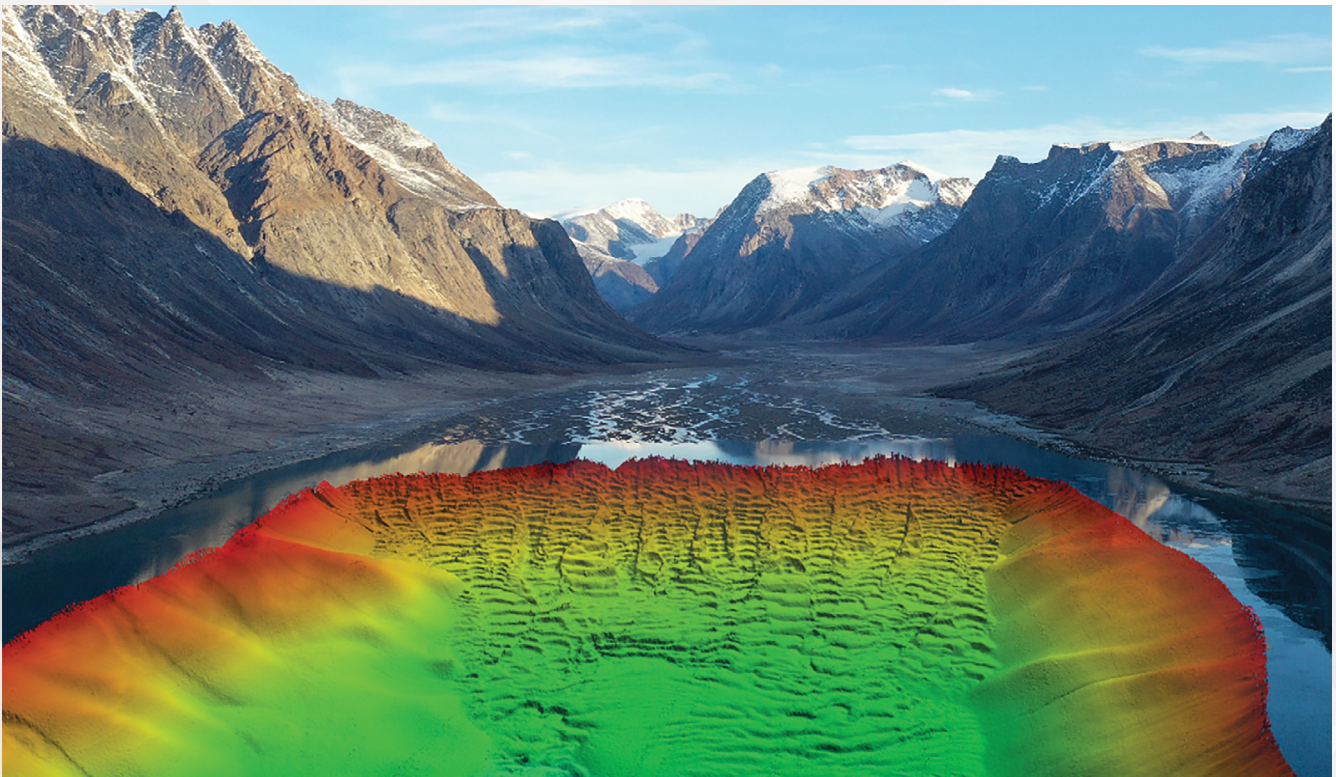


Figure 22. Bathymétrie des fonds marins dans le fjord Pangnirtung (Nunavut).

Nouveau financement pour l'évaluation des risques associés aux aléas géologiques

Suite à l'approbation des propositions adressées au Programme canadien pour la sûreté et la sécurité de Recherche et développement pour la défense Canada, le programme GSP a obtenu du financement dans le cadre du Budget 2019, en vertu de la Stratégie de sécurité civile, dans le but d'élaborer un Cadre national d'évaluation des risques sismiques. Le programme GSP collaborera à des activités de réduction des risques de catastrophe liés aux aléas côtiers et travaillera sur des études de cas régionales portant sur une planification globale de réduction des risques de catastrophes naturelles aux échelles locale et régionale. Cette initiative permettra de produire des profils de risque sismique à l'échelle locale pour le Canada, en plus de favoriser la prise de décisions reposant sur des données probantes pour la réduction des risques sismiques.

En 2019-2020, le projet a donné lieu à la création d'un comité directeur formé de représentants de Sécurité

publique Canada, de Recherche et développement pour la défense Canada, du ministère des Finances, de l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques, de l'Institut canadien des urbanistes, de l'Assemblée des Premières Nations, du Ralliement national des Métis et du Bureau d'assurance du Canada. Le comité directeur orientera les travaux afin de s'assurer que ceux-ci répondent aux besoins des utilisateurs.

Un atelier animé par des experts de la fondation Global Earthquake Model a été présenté à London (Ontario). L'activité visait à former des spécialistes afin qu'ils puissent utiliser le logiciel de modélisation des aléas et des risques sismiques OpenQuake. Plus de 100 intervenants du secteur privé, du milieu universitaire et de tous les ordres de gouvernement ont participé à l'atelier. Le personnel affecté au projet a également collaboré avec des représentants du gouvernement de la Colombie-Britannique afin d'établir des lignes directrices pour le renforcement parasismique à l'intention des ingénieurs, ce qui devrait faciliter l'évaluation des bâtiments vulnérables.

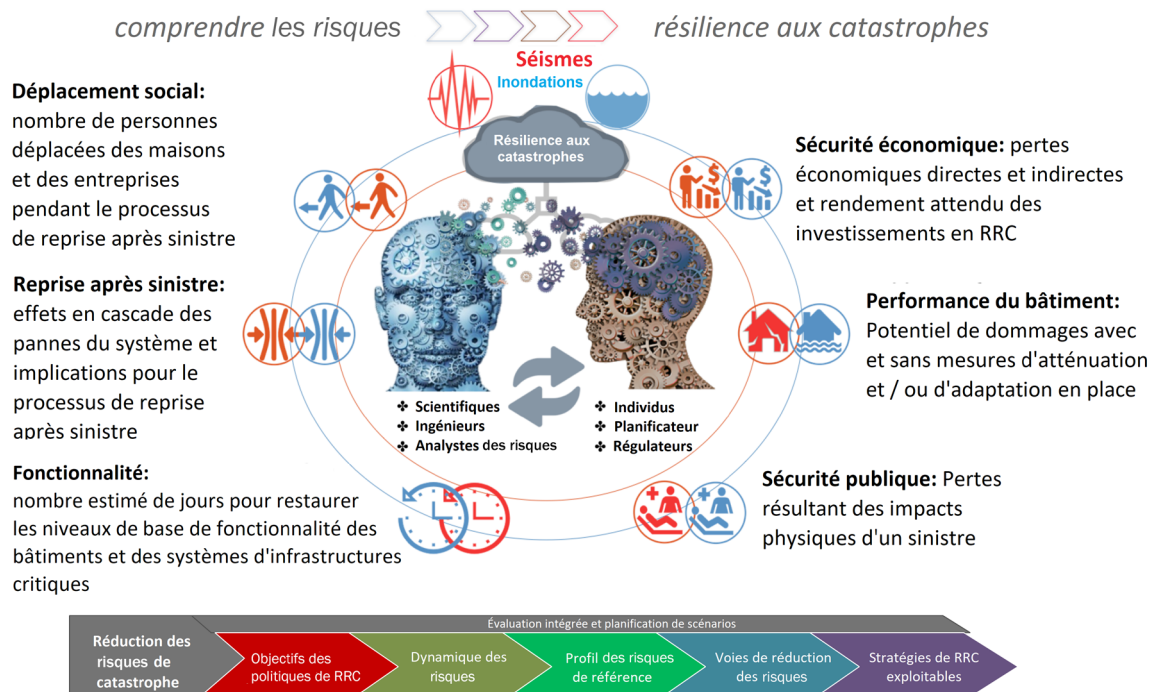


Figure 23. Processus d'évaluation des risques et indicateurs couvrant le cycle de la science jusqu'à l'action.

Journée des sciences de Tuktoyaktuk

Au début du mois d'août, dans les Territoires du Nord-Ouest, le hameau de Tuktoyaktuk, où habitent les Siglit d'Inuvialuit, a organisé une Journée des sciences. Plus de 200 personnes y ont pris part afin d'en apprendre davantage au sujet des recherches menées dans l'Arctique de l'Ouest, y compris des scientifiques, des partenaires fédéraux et territoriaux, des universitaires et des membres de la collectivité. Des scientifiques du programme GSP ont contribué à l'organisation de l'événement, auquel des représentants de la CGC, du Programme du plateau continental polaire (PPCP) et des Levés géodésiques du Canada ont participé pour partager les connaissances scientifiques et les résultats des programmes de RNCan qui sont liés à la région de l'Arctique de l'Ouest.

La Journée des sciences avait comme objectif d'amener la recherche au sein de la collectivité et d'encourager les chercheurs et les gestionnaires scientifiques à écouter les suggestions des membres de la collectivité à propos des façons dont la science peut répondre plus adéquatement aux besoins des résidents du Nord.



Figure 24. Des jeunes en apprennent plus au sujet de l'action des vagues en observant la cuve à houle de l'Institut de recherche Aurora lors de la Journée des sciences de Tuktoyaktuk.



Figure 25. Partage d'information à propos des activités scientifiques réalisées dans la région lors de la Journée des sciences de Tuktoyaktuk.

Utilisation de la météorologie spatiale pour favoriser la résilience de l'infrastructure

Le système mondial de navigation par satellite (GNSS) et les communications radio à haute fréquence (HF) sont importantes pour les aéronefs qui survolent le pôle Nord, mais elles peuvent être affectées par des perturbations spatio-météorologiques. C'est pourquoi l'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) a introduit de nouvelles exigences pour les opérations aériennes. RNCan est l'un des centres qui ont été choisis pour fournir des services de météorologie spatiale. Les chercheurs de RNCan ont établi un lien entre l'activité géomagnétique et les scintillations du GNSS (qui perturbent la réception des signaux), et les résultats de leurs travaux servent à élaborer des prévisions des effets de la météorologie spatiale sur le GNSS.

Projet d'évaluation des aléas sismiques : Mieux comprendre les aléas sismiques au Canada

Au Québec, d'importants partenariats avec le ministère des Transports et la Société de gestion des déchets nucléaires ont produit de nouvelles informations à propos de l'histoire sismique (données paléosismologiques) du sud-est du Canada. Certaines de ces activités sont résumées dans un [article](#) du cybermagazine *La science, tout simplement* de RNCan. Les recherches s'étendent maintenant dans le Nord canadien, où des stations sismiques

additionnelles ont été déployées et où de nouvelles données GPS ont été recueillies (ces initiatives sont aussi mentionnées dans *La science, tout simplement*). Dans l'Ouest canadien, un partenariat clé avec le ministère de la Défense nationale (MDN) pour la cartographie haute définition des failles extracôtières permet d'évaluer les risques et les vulnérabilités propres à différentes bases du MDN en Colombie-Britannique avec davantage de précision et de prioriser les mesures d'atténuation. Les évaluations des aléas volcaniques dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique sont mises à jour au moyen d'un nouveau logiciel créé par les partenaires du U.S. Geological Survey, ce qui permettra de prioriser les activités de recherche et de surveillance associées aux aléas volcaniques.



Figure 26. Des troncs d'arbres datant du séisme de 1663 sont souvent découverts partiellement enfouis dans les ravins bordant la rivière du Gouffre dans Charlevoix, au Québec.

Quoi de neuf?

- Études sur de nouvelles sources potentielles de tremblements de terre qui entraîneront des changements considérables dans le modèle des aléas sismiques (zone de subduction de la mer de Beaufort).
- Création d'une base de données sur les failles actives (la plupart des failles actives du Canada ne sont pas connues, mais beaucoup d'entre elles l'ont été de l'autre côté de la frontière aux États-Unis), en s'appuyant sur des données GNSS, InSAR et lidar, de même que sur des données

sismiques, structurales et sur le régime des contraintes.

- Application de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique à la recherche sur la météo spatiale.
- Évaluation de zones potentielles de déclenchement et de méthodes d'étude pour les glissements de terrain causés par les séismes et l'affouillement par la glace.
- Élaboration d'une évaluation de deuxième ordre de l'aléa tsunami au Canada, et recherche sur les aléas et les risques associés aux tsunamis en collaboration avec des partenaires.
- Collaboration avec un groupe multilatéral pour l'évaluation des aléas et des risques volcaniques.
- Application d'une approche multialéa et d'effets en cascade aux recherches sur les aléas et les risques.
- Prise en considération systématique des effets des changements climatiques lors de l'évaluation des aléas et des risques (glissements de terrain, inondations et aléas côtiers).
- Collaboration avec des collectivités autochtones afin d'intégrer les connaissances scientifiques et le savoir autochtone dans les processus décisionnels qui visent à atténuer les risques.
- Contributions scientifiques de premier plan dans le cadre des ateliers sur le profil national des risques.
- Nouvelles interprétations du volcan Kitasu, en Colombie-Britannique.
- Nouvel article dans un numéro spécial de la Geological Society (Royaume-Uni) (Subaqueous Mass Movements and their Consequences: Assessing geohazards, environmental implications and economic significance of subaqueous landslides).

Géosciences des changements climatiques

Le programme Géosciences des changements climatiques (GCC) vise à mieux comprendre les impacts géologiques des changements climatiques au Canada en matière d'aménagement du territoire

et de réglementation gouvernementale pour aider les collectivités à risque à s'adapter. Les activités de recherche du programme fournissent de l'information et des données de pointe dans les domaines des aléas, de l'atténuation et de la résilience liés aux changements climatiques. Par l'entremise du programme GCC, la CGC mène des études géologiques sur des aspects comme le pergélisol, l'érosion côtière, la hausse du niveau de la mer, les phénomènes météorologiques extrêmes et la fonte des glaciers afin de mieux comprendre les impacts des changements climatiques et de l'adaptation aux changements climatiques sur la masse continentale du Canada.

Collaboration dans le domaine de la recherche

En collaboration avec les gouvernements territoriaux, les travaux liés à l'élaboration de protocoles de cartographie (à partir des données d'observation de la Terre) ont permis de mieux comprendre comment les dangers liés au pergélisol et l'instabilité du relief ont influencé la prise de décisions concernant l'entretien des corridors de transport comme la route Inuvik-Tuktoyaktut et la route de Dempster dans les Territoires du Nord-Ouest et au Yukon.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Projet Appuyer l'adaptation dans les régions pergélisolées (AARP) : La science du pergélisol au service du développement des collectivités et de l'infrastructure du Nord canadien

Le Nord du Canada est riche en ressources naturelles largement sous-explorées et non développées. Le développement durable de ces ressources pourrait contribuer à l'économie du Nord, mais il faut une infrastructure résiliente aux conditions du pergélisol. Le projet AARP fait progresser nos connaissances sur le pergélisol. Grâce à une nouvelle approche visant à améliorer la carte nationale du pergélisol, on dispose de meilleures données sur les conditions de la glace de sol pour la planification des infrastructures, l'utilisation des terres et l'adaptation aux changements climatiques.

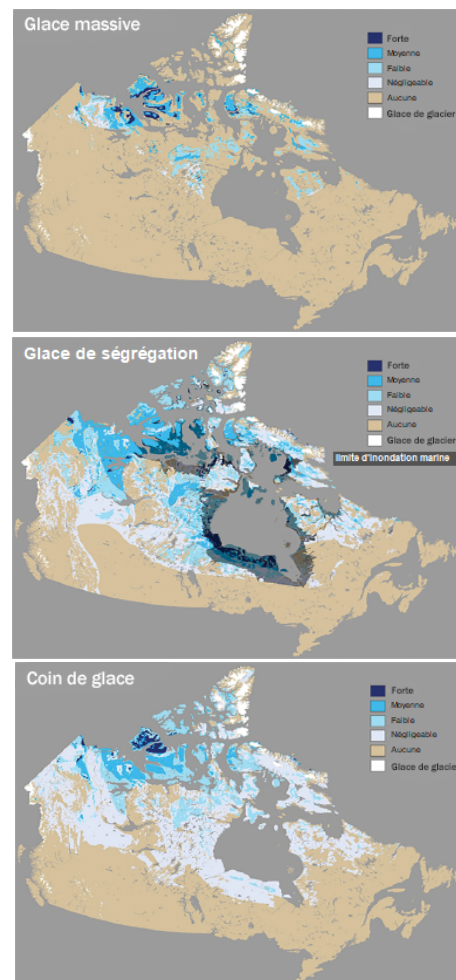


Figure 27. Nouvelles cartes de la glace de sol au Canada créées grâce à une approche de modélisation paléogéographique.

Le Réseau d'information sur le pergélisol (RIP), un portail Web public, est maintenant accessible aux intervenants pour la planification des infrastructures et de l'adaptation (figure 28). Des modèles, méthodologies et protocoles de cartographie mis au point récemment améliorent la modélisation régionale de la sensibilité des paysages. Les modèles montrent comment le paysage nordique du Canada (les principaux corridors de transport du Nord sont dignes de mention) réagira au réchauffement climatique. La recherche du projet AARP comprend également la combinaison des connaissances locales avec des études scientifiques sur le terrain et des données d'observation de la Terre pour améliorer les connaissances sur l'état du pergélisol dans les

collectivités nordiques. Ce partage d'information se traduit par de meilleurs produits de connaissances et de meilleures stratégies de réduction des risques liés aux changements climatiques.

Réseau d'information sur le pergélisol

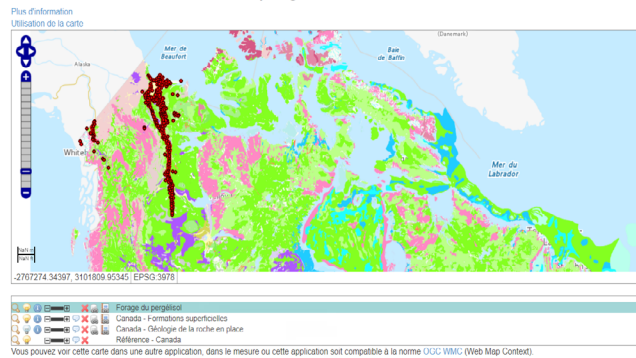


Figure 28. Réseau d'information sur le pergélisol (RIP).

Projet Appuyer l'adaptation dans les régions côtières (AARC) : Comprendre la sensibilité des régions côtières du Canada aux changements climatiques

Une partie importante de la population et de l'infrastructure du Canada est située le long de ses côtes marines. La connaissance de la sensibilité actuelle et prévue des côtes contribue à une meilleure compréhension des impacts des changements climatiques sur les côtes du Canada. Pour avoir une bonne compréhension des impacts le long des côtes, il faut recueillir de l'information à propos du niveau prévu de la mer et de la sensibilité des côtes. Les projections du niveau de la mer aident à dresser un portrait des inondations futures et à évaluer les risques pour les infrastructures et les populations. Les scientifiques des Levés géodésiques du Canada de RNCAN et du programme GCC se sont associés pour créer une grille nationale de vitesse de déplacement de la croûte terrestre, ce qui permettra de générer des projections du niveau de la mer relatif pour toutes les régions côtières. Aujourd'hui, 485 cartes nationales et régionales des changements relatifs prévus du niveau de la mer au XXI^e siècle sont disponibles pour la planification municipale et provinciale.

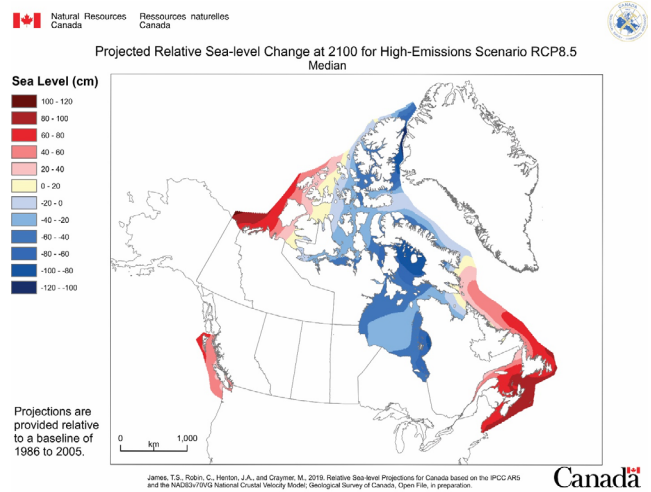


Figure 29. Carte de projection des changements du niveau de la mer relatif en 2100.

À l'aide d'une technique statistique novatrice, des indices dérivés de sensibilité des côtes à l'échelle nationale font partie de la récente publication de [CanCoast](#), une base de données nationale sur les côtes en ligne. Les côtes du nord du pays comptent parmi les régions du monde qui changent le plus rapidement. Les scientifiques de RNCAN surveillent la région écosensible de la mer de Beaufort afin de mieux comprendre les changements causés par le climat. L'amélioration des connaissances aide les décideurs à élaborer des stratégies d'adaptation efficaces pour les infrastructures et les collectivités existantes et proposées.

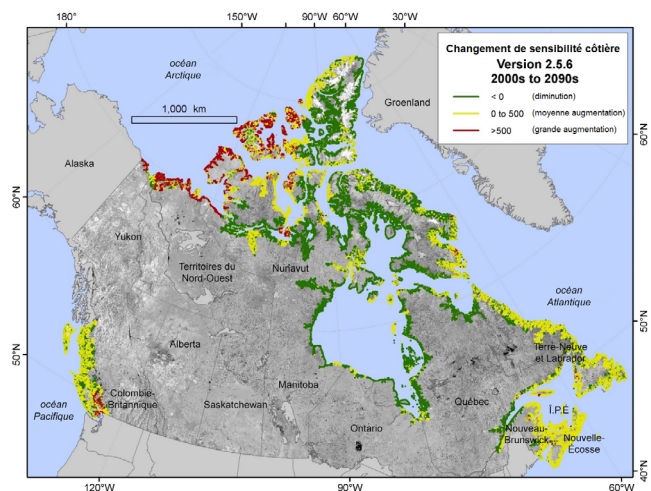


Figure 30. Changements dans la sensibilité des côtes.

Événements extrêmes – Faire progresser l'adaptation aux changements climatiques grâce à l'évaluation des risques de sécheresse pour l'industrie hydroélectrique (EE) : Les géosciences à l'appui de l'avancement de l'adaptation aux changements climatiques à partir des sécheresses passées

Tous les secteurs de l'économie canadienne sont touchés par les changements climatiques, y compris le secteur de l'énergie. Pour évaluer les effets possibles des changements climatiques sur les régimes hydrologiques futurs, l'industrie hydroélectrique utilise les données disponibles pour simuler la variabilité hydroclimatique et estimer les risques de sécheresse futurs. Malheureusement, les données climatiques existantes couvrent une très courte période, ce qui rend les prévisions peu fiables. Pour combler ce manque de données, les chercheurs du programme GCC utilisent l'analyse isotopique de vieux arbres pour reconstituer les conditions hydrologiques des deux derniers siècles. La première reconstitution hydroclimatique fondée sur les compositions isotopiques de l'est du Labrador [publiée récemment](#). Une deuxième campagne sur le terrain menée dans le nord du Manitoba devrait permettre d'améliorer les reconstitutions hydroclimatiques. Une meilleure compréhension de l'évolution de ces régimes hydrologiques servira à prévoir les effets possibles des changements climatiques, avec les avantages prévus pour l'industrie hydroélectrique canadienne.

Projet Bilan de masse des glaciers (BMG) : Mesurer les glaciers du Canada pour mieux comprendre les causes et les conséquences des changements rapides dans les environnements nordiques

En tant que nation circumpolaire, le Canada a pris des engagements internationaux afin de mieux comprendre les causes et les conséquences des changements rapides dans l'environnement arctique. Le Canada possède la plus grande superficie de glace de glacier (environ 200 000 km²) après le Groenland et l'Antarctique; approximativement 75 p. 100 des glaciers et calottes glaciaires du Canada se trouvent dans l'Arctique. La surveillance des glaciers du Canada est essentielle pour évaluer les changements des glaciers dans le monde et pour éclairer les décisions sur l'adaptation dans l'Arctique, où les changements sont les plus rapides.

La recherche actuelle est axée sur le développement et l'application de techniques de télédétection et de modélisation pour évaluer les configurations à grande échelle des changements des glaciers. Les observations systématiques à long terme des changements des glaciers révèlent que les [glaciers du Canada](#) sont le troisième plus important facteur de hausse du niveau de la mer dans l'hémisphère Nord. Une recherche menée en collaboration avec l'Université de l'Alberta et le hameau de Grise Fiord, au Nunavut, permettra de mieux comprendre l'impact de la fonte accrue des glaciers sur les écosystèmes marins de l'Arctique et sur les peuples autochtones qui en tirent leur subsistance. Un nouveau modèle empirique de bilan de masse des glaciers, le tout premier jamais élaboré pour les montagnes Rocheuses et la partie sud des chaînons intérieurs du Canada, constitue une contribution précieuse aux études sur la disponibilité de l'eau dans l'Ouest canadien.

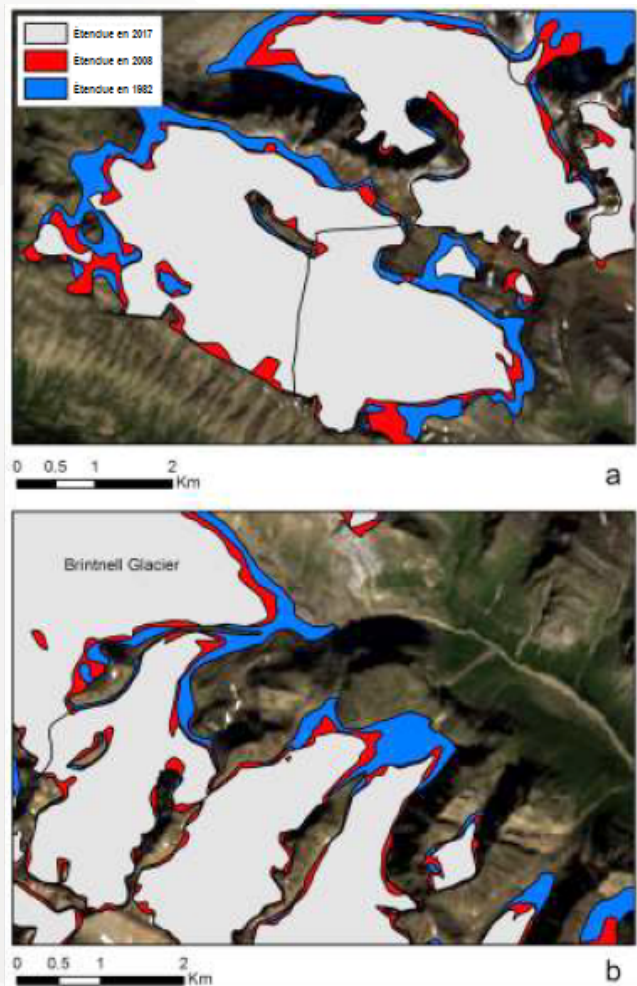


Figure 31. Changements observés entre 1982 et 2008 dans des zones de terrain glaciaire de la réserve de parc national Nahanni. On peut observer des signes de fragmentation et des situations où les fronts glaciaires ne se rejoignent plus.

Les recherches scientifiques du programme GCC utilisées dans le cadre de l'évaluation nationale des changements climatiques de 2019

Les scientifiques de la CGC sont sur le point de comprendre les effets des changements climatiques sur le niveau de la mer, le pergélisol et les glaciers du Canada. Leurs travaux ont contribué à la publication d'Environnement et Changement climatique Canada, le *Rapport sur le climat changeant du Canada 2019 (RCCC 2019)*, qui propose un aperçu du comment et du pourquoi des changements climatiques au Canada et des projections pour l'avenir. Les scientifiques du programme GCC ont fourni des projections des changements relatifs du niveau de la mer sur l'ensemble des côtes du Canada, ont rendu compte du bilan de masse des glaciers à partir d'observations sur le terrain et par satellite, et ont fourni les températures du sol et les tendances dans les régions à pergélisol du Canada. Les répercussions de ces changements, comme l'augmentation prévue des phénomènes d'élévation extrême des niveaux d'eau, où l'on prévoit une hausse du niveau relatif de la mer, et les effets sur l'infrastructure, où le pergélisol se réchauffe et dégèle, aideront à éclairer la prise de décisions en matière d'adaptation et à sensibiliser davantage le public aux changements climatiques au Canada.

Priorité stratégique 4 : Les géosciences pour la société

Géosciences ouvertes

Le programme Géosciences ouvertes (GO) veille à ce que les données et l'information géoscientifiques du gouvernement fédéral puissent être trouvées, soient accessibles et soient réutilisables. Elles traitent du « comment » plutôt que de la nature de la science de la CGC. Un élément important de la mise en œuvre de la science ouverte consiste à continuer de veiller à ce que des systèmes d'information soient en place et maintenus pour produire, stocker, gérer et diffuser

les données, les publications, les collections et les connaissances de la CGC. Pour y contribuer, des mesures sont actuellement en cours d'élaboration pour moderniser les outils de gestion et de diffusion des publications.

Les Canadiens s'attendent à ce que leur gouvernement soit ouvert, transparent et responsable. Ils souhaitent en outre que ce dernier produise des résultats tangibles et significatifs de manière équitable, efficace et responsable. Cela se traduit par :

- des services simples et facilement accessibles et utilisables;
- des services qui sont essentiellement axés sur les utilisateurs;
- des données qui sont partagées et réutilisées au besoin;
- des services numériques sans faille.

Lorsque les Canadiens sont en mesure de consulter et d'utiliser des informations et des données ouvertes, des possibilités économiques sont créées et la confiance et la mobilisation vis-à-vis les activités du gouvernement s'accroissent.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Lancement de l'Outil de gestion des publications, un nouveau système interne qui permet de gérer le flux de publications scientifiques et techniques de la CGC, y compris des cartes et des articles publiés dans des revues scientifiques externes.

Mobilisation des Autochtones

La CGC est présente sur le terrain à l'échelle du pays, tant dans les milieux terrestres que marins, afin d'effectuer des recherches scientifiques qui permettent de mieux comprendre la richesse minérale, les risques naturels, les eaux souterraines, l'énergie et le climat changeant du Canada. Ces activités se déroulent souvent à proximité de collectivités autochtones, particulièrement dans le Nord, mais aussi dans d'autres régions du Canada, et sont fréquemment mises en œuvre avec la collaboration de celles-ci. Par exemple, au fil des ans, le programme Géocartographie de l'énergie et des minéraux a réalisé des travaux sur le terrain qui ont eu

une incidence sur près de 65 collectivités autochtones ou qui ont été réalisés non loin de ces dernières.

La CGC interagit souvent directement avec les groupes autochtones et collabore avec les collectivités afin d'accroître la compréhension commune des terres. Cette collaboration s'effectue parfois par l'entremise d'organismes comme le Groupe consultatif des gens du Nord (GCGN), des associations de chasseurs et de trappeurs et des conseils de gestion du gibier.

- Les programmes Géosciences des changements climatiques et Géosciences pour la sécurité publique de la CGC collaborent avec le hameau de Tuktoyaktuk, dans les Territoires du Nord-Ouest, afin que les découvertes liées aux sciences côtières puissent être communiquées et présentées plus clairement aux membres de la collectivité.
- Le programme Géosciences pour la sécurité publique de la CGC collabore avec la Première Nation de Semiahmoo, dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique, afin de bâtir une connaissance commune des aléas côtiers et d'établir des stratégies d'atténuation adaptées à ces aléas.
- Des représentants du programme GEM sont retournés dans de nombreuses collectivités nordiques en 2019-2020 afin de présenter les résultats des recherches menées lors des années passées. Ces activités sont une occasion de prendre conscience du savoir traditionnel et du point de vue des Autochtones, comme le souhaitent les collectivités.
- En collaboration avec Parcs Canada, le programme Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie de la CGC a intégré le savoir traditionnel du peuple Haida dans une étude de recherche qui a contribué à l'établissement du modèle conceptuel du système thermique de l'île Hotspring, dans l'archipel Haida Gwaii en Colombie-Britannique, ainsi qu'à la compréhension de l'incidence des phénomènes sismiques sur l'écoulement des eaux souterraines dans la croûte inférieure.
- Le programme Géosciences environnementales de la CGC a collaboré avec des groupes autochtones afin d'intégrer le savoir traditionnel dans les recherches de manière efficace. Cette collaboration a donné lieu à la corédaction de publications avec différentes collectivités autochtones,

comme le document *Changement continu et réchauffement progressif : résumé des connaissances culturelles consignées de l'Alliance des Métis de North Slave sur les changements climatiques et environnementaux* (2017).

- En s'appuyant sur les expériences vécues dans le cadre du programme Géosciences environnementales, des documents d'orientation et des publications axées sur l'utilisation du savoir traditionnel ont été créés, y compris le document *Introduction aux études sur les connaissances traditionnelles à l'appui des outils géoscientifiques pour l'évaluation des mines de métaux dans le nord du Canada* (Galloway, 2018).

La réconciliation avec les Autochtones est un élément clé qui est expressément mentionné dans le *Plan stratégique 2018-2023* de la CGC. Depuis sa création, la CGC a collaboré à de nombreuses reprises avec des collectivités autochtones, tout particulièrement dans les régions éloignées du Canada. Compte tenu de son histoire, des liens qu'elle est parvenue à établir et de sa portée, la CGC est en mesure de contribuer de façon significative à l'avancement de la réconciliation. En 2019-2020, des efforts ont été déployés dans le but d'examiner les collaborations et les relations existantes et de définir les avenues qui pourraient être empruntées pour travailler encore plus efficacement avec les groupes autochtones. Cette approche s'appuie sur la coordination et le soutien et vise à codévelopper davantage de projets en misant sur le savoir traditionnel et les connaissances géoscientifiques pour optimiser l'aménagement du territoire, la gestion et la prise de décisions.

Priorité stratégique 5 : Nos gens, notre science

Réseau de laboratoires scientifiques

Le Réseau de laboratoires scientifiques (RLS) assure un leadership novateur en laboratoire pour tous les programmes de la CGC et accroît l'efficacité, la connectivité et l'efficience des laboratoires de la CGC.

Le programme a donné lieu à plusieurs succès, qui sont décrits ci-dessous.

Les scientifiques des laboratoires ont développé de nouvelles techniques d'analyse grâce à ColdBlock, une nouvelle technologie géochimique canadienne qui permet une digestion plus rapide des matières solides et produit des résultats plus précis et fiables. Cette technologie présente une utilité dans tous les domaines de la géochimie et de la recherche en laboratoire.

Les scientifiques des laboratoires ont élaboré un cadre d'étalonnage de la température pour les analyses des isotopes lourds agglomérés reposant sur la précipitation de cristaux synthétiques de calcite. Les isotopes lourds agglomérés fournissent des renseignements de première importance à propos de la température des paléosystèmes de fluides et peuvent être utilisés dans le cadre d'un large éventail de recherches géologiques, y compris les études d'analyse de bassin, de la diagénèse, des paléoclimats et des gisements métallifères.

Les scientifiques des laboratoires ont développé une méthode directe afin de distinguer les matières organiques associées aux eaux de traitement des sables pétrolifères (ETSP) de celles qui se trouvent naturellement dans les eaux souterraines des sables pétrolifères de la Formation de McMurray. Ces progrès contribuent à l'avancée de l'analyse d'investigation environnementale des contaminants organiques dans la région des sables pétrolifères au Canada.

Des données de géochimie organique ont été intégrées à la modélisation thermodynamique de la composition des hydrocarbures dans les roches afin de combiner la géochimie et le génie chimique/génie des réservoirs et d'accroître l'efficacité de l'extraction des hydrocarbures.

Bien-être en milieu de travail

La CGC contribue aux priorités du gouvernement du Canada en matière de santé mentale et de bien-être en milieu de travail par l'entremise de plusieurs initiatives. Chacune des divisions de la CGC pilote sa propre initiative, et des initiatives horizontales sont également mises en œuvre à l'échelle de l'organisation et du pays. Deux initiatives horizontales clés ont été mises de l'avant en 2019-2020 : « Ensemble pour le respect » et « L'importance du mentorat ».

Ensemble pour le respect (EPR) : L'initiative EPR mise sur un plan en huit points pour améliorer le milieu de travail. Elle repose sur l'établissement d'une culture axée sur les relations respectueuses entre les

secteurs, les échelons hiérarchiques, les genres et les nationalités. Nous travaillons ensemble afin que les relations de travail soient saines, et dans cette optique, nous nous appuyons sur le respect mutuel et la courtoisie pour que le bien-être et la santé mentale soient des aspects essentiels dans notre milieu de travail. Dirigée par les employés et la direction, l'initiative EPR laisse une large place au dialogue et participe notamment à la réalisation des objectifs décrits ci-après.

- Objectif à court terme : Amélioration des pratiques exemplaires en matière de leadership et accroissement de la mobilisation grâce à une culture de la reconnaissance des réalisations, qu'il s'agisse d'un simple « Merci! » ou d'un prix Logan Or (la plus importante marque de reconnaissance qui peut être décernée à un employé ou à une équipe de la CGC). Les prix Logan ont été créés en 2017 afin de souligner le 175^e anniversaire de la CGC. Ils sont remis chaque année à une personne ou à une équipe dans chacune des divisions.
- Objectif à moyen terme : Création d'un meilleur milieu de travail et accroissement de la sensibilisation aux enjeux de santé mentale pour favoriser la mobilisation et l'innovation.
- Objectif à long terme : Saines relations dans le milieu de travail grâce au respect et à la reconnaissance, ce qui contribue à l'accroissement de la diversité culturelle, du rendement et de la mobilisation de l'organisation.

L'importance du mentorat : Dans le cadre de cette initiative, des mentors et des mentorés sont jumelés afin de promouvoir les partenariats, l'apprentissage, le perfectionnement personnel et l'avancement professionnel.

Collections pour la consultation courante de la CGC-Ottawa

En 2019-2020, de nombreuses activités de tri et de préparation ont dû être menées à bien en vue du transfert des collections d'échantillons de roches pour la consultation courante de la CGC-Ottawa de l'entrepôt du pré Tunney vers de nouvelles installations.

Plus d'un million d'échantillons ont été triés puis catalogués ou éliminés (figure 32). En plus de participer au tri des échantillons, l'équipe a activement pris part à la conception de l'installation d'entreposage.



Figure 32. Plus d'un million d'échantillons ont été triés puis catalogués ou éliminés afin de préparer le déménagement des articles vers une nouvelle installation d'entreposage.

Initiative Génération 8

Les activités géoscientifiques de la CGC relèvent de facteurs géographiques, économiques, sociaux, environnementaux et politiques et de besoins nationaux en constante évolution. Depuis sa création en 1842, la CGC a connu sept grandes périodes d'évolution (générations) qui ont façonné l'avancement des connaissances géoscientifiques et l'évolution des technologies, des modèles et des méthodes scientifiques. Alors qu'elle entre de plain-pied dans la huitième génération, qui est caractérisée par l'ascension rapide des nouvelles technologies numériques, la CGC reconnaît qu'il est nécessaire de suivre le rythme des changements qui touchent les approches, les idées, les clients, le personnel et l'infrastructure. En s'appuyant sur les rétroactions des

intervenants, l'initiative Génération 8 (GÉN8) vise à assurer le maintien de la pertinence des activités scientifiques de la CGC grâce à :

- l'accroissement du bien-fondé et de l'incidence des politiques scientifiques;
- l'établissement de partenariats et de collaborations stratégiques;
- la satisfaction des besoins d'utilisateurs ciblés;
- l'habilitation du personnel (innovation, perfectionnement et renouvellement);
- l'adoption de nouvelles approches, méthodes et idées;
- l'efficacité des systèmes et de l'infrastructure;
- l'amélioration des communications, tant internes qu'externes.

La transformation des besoins sociaux et des technologies modifie la façon dont nous percevons le monde et interagissons avec lui. Ces changements permettent à la CGC de continuer à se réinventer et de maintenir sa pertinence auprès de générations successives de Canadiens.

Secteurs d'intervention de Génération 8



Figure 33. Les cinq principaux domaines d'intérêt de l'initiative GÉN8.

Priorités émergentes

Les nouveaux défis qui sont dictés par les priorités fédérales changeantes telles que les minéraux critiques, l'amélioration des relations fédérale-provinciales-territoriales et l'innovation technologique obligent la CGC à poursuivre son évolution. La CGC doit s'adapter afin de répondre aux besoins et aux attentes de ses clients, intervenants et partenaires. Au cours des dernières années, la CGC a entamé une transition vers la numérisation des géosciences et la mise en valeur des environnements de collaboration.

Innovation numérique

Afin d'être en mesure de donner suite aux priorités en constante évolution du gouvernement fédéral dans le domaine scientifique, la CGC a recours aux technologies numériques dans le cadre de diverses études géoscientifiques prédictives. Les facteurs qui guident actuellement le choix des politiques comprennent notamment :

- la nécessité de découvrir de nouvelles ressources (p. ex., minéraux critiques, minéraux et métaux pour un avenir sobre en carbone);
- la hausse des coûts associés aux aléas naturels (p. ex., glissements de terrain, changements climatiques);
- l'avancement des technologies permettant de voir et de comprendre le monde avec un regard nouveau;
- la nécessité de disposer de conseils stratégiques éclairés en matière de géosciences afin d'appuyer les politiques scientifiques.

La CGC établit des normes internationales en matière d'adoption de la numérisation et de technologies perturbatrices dans le secteur des terres et des minéraux. La CGC a intégré des tendances de recherche de pointe comme l'utilisation de mégadonnées, l'analyse de données, la réalité augmentée et l'apprentissage automatique, y compris l'intelligence artificielle, dans de nombreux domaines comme la modélisation en 3D de la géologie, des eaux souterraines et du pétrole et du gaz.

L'intégration des observations géoscientifiques au sol et depuis l'espace et des modèles de recherche aux nouvelles technologies numériques puissantes révolutionne l'écosystème d'innovation des terres et des minéraux. L'interface des sciences de la Terre et des technologies numériques permet de réaliser de nouvelles prédictions avec une exactitude accrue, y compris en ce qui a trait à : l'estimation des ressources minérales par l'entremise des réseaux neuronaux; la réalité virtuelle au service de la cartographie 3/4D; la prise en considération de la théorie des jeux et des comportements humains dans l'évaluation des risques associés aux aléas géologiques; le déclenchement et le fonctionnement

de systèmes d'alerte rapide en cas de séisme sans intervention humaine pour protéger les personnes et l'infrastructure. Ces types d'approches fondées sur les systèmes continueront vraisemblablement de soutenir et d'accélérer le développement durable. Le succès passera toutefois par l'adoption d'approches de coopération à l'échelle de l'organisation, car les défis à surmonter sont énormes. Il faudra notamment trouver des solutions pour réduire la complexité et le coût des architectures de système, faire tomber les barrières entre les disciplines, établir des partenariats qui vont au-delà des limites traditionnelles de l'organisation et prendre des mesures délibérées afin de combler le fossé entre la recherche et l'innovation.

Annexes



Annexe I : Aperçu de la structure de rapport de la Commission géologique du Canada

Cadre de résultats ministériels de Ressources naturelles Canada (RNCAN)

RNCAN produit ses résultats en lien avec les trois responsabilités essentielles du Cadre de résultats ministériels (CRM) : 1) Sciences des ressources naturelles et atténuation des risques; 2) Valorisation novatrice et durable des ressources naturelles; et 3) Secteurs des ressources naturelles concurrentiels à l'échelle mondiale.

Tous les travaux de la CGC relèvent de la responsabilité essentielle 1 (RE-1) du CRM de RNCAN : Sciences des ressources naturelles et atténuation des risques. L'objectif de la RE-1 est de diriger des travaux de science fondamentale et partager le savoir-faire en matière de gestion des ressources naturelles du Canada, réduire les répercussions des changements climatiques et atténuer les risques posés par les désastres naturels et les explosifs. Le CRM, sous la RE-1, prévoit de donner aux Canadiens un accès à des produits scientifiques et techniques de pointe sur la gestion des ressources naturelles et qui peuvent être utilisés pour éclairer leurs décisions.

Au sein du CRM, les programmes du STM qui englobent les programmes de la CGC sont : les connaissances géologiques des terres continentales

et extracôtières du Canada; les géosciences pour le développement durable; et les géosciences pour assurer la sécurité du Canada.

Pour de plus amples renseignements, consultez : https://www.rncan.gc.ca/nrcan/transparency/reporting-accountability/plans-performance-reports/plan-ministeriel-2019-2020/21772?_ga=2.20563633.866810761.1606765160-711975754.1547568022

Profils d'information sur le rendement du Secteur des terres et des minéraux de Ressources naturelles Canada

RNCAN compte onze secteurs et bureaux, dont le Secteur des terres et des minéraux (STM). Le STM regroupe sept directions, y compris la CGC. Conformément au Cadre ministériel des résultats (CMR), le STM s'appuie sur onze profils d'information sur le rendement (PIR). Les PIR sont des outils de gestion qui permettent aux gestionnaires d'organiser et de coordonner les informations sur le rendement qui se rattachent à leurs programmes. Les PIR sont des documents évolutifs qui facilitent la collecte de données pour la surveillance, la prise de décisions courantes liées aux programmes et aux politiques, les évaluations, les examens et les autres activités des programmes. À tous les ans, la CGC produit des

rapports au sujet des PIR du STM.

Au sein de la structure de programme du STM, les programmes scientifiques de la CGC doivent établir des rapports en vertu des trois PIR ci-après :

- les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada;
- les géosciences pour le développement durable;
- les géosciences pour assurer la sécurité du Canada.

1. Les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada

Par l'entremise de ce PIR, RNCan produit des données et des connaissances géoscientifiques pour cartographier le cadre géologique régional des terres continentales et extracôtières du Canada (voir le modèle logique à la figure 34). RNCan fournit de l'information sur le nouveau potentiel en minéraux et en hydrocarbures afin d'aider d'autres secteurs et ministères avec les évaluations, les méthodologies et les données relatives aux ressources stratégiques pour prendre des décisions fondées sur des données probantes. RNCan accroît également la disponibilité et l'utilisation des données géoscientifiques et des produits de connaissances en élaborant des analyses

à valeur ajoutée et en adaptant l'information à des publics plus vastes. RNCan a acquis et interprété des données géophysiques qui ont servi de base à une présentation officielle définissant les limites extérieures du plateau continental étendu au-delà de 200 milles marins dans les océans Atlantique et Arctique dans le cadre des obligations du Canada en vertu de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer. La reconnaissance internationale de ce nouveau territoire extracôtier donnera au Canada des droits de souveraineté sur les ressources naturelles du fond marin et de son sous-sol.

2. Les géosciences pour le développement durable des ressources naturelles

Ce PIR crée de nouvelles connaissances géoscientifiques à l'appui du développement durable des ressources en terres, en minéraux, en énergie et en eau du Canada (voir le modèle logique à la figure 35). Les connaissances géoscientifiques éclairent les décisions relatives à l'utilisation des terres, comme les zones marines protégées, les géosciences préalables à l'exploration afin que les entreprises puissent découvrir efficacement de nouvelles ressources minérales et de nouvelles ressources énergétiques à faible empreinte



eaux souterraines afin que les sites de ressources puissent être aménagés et restaurés efficacement après leur exploitation. L'intégration des résultats de ces études permettra d'accroître l'efficacité du soutien des collectivités tributaires de l'exploitation minière et de l'énergie, tout en veillant à ce que ces aménagements aient le moins de répercussions possible sur l'environnement et les eaux souterraines. RNCan et le STM fournissent des conseils d'expert aux ministères, aux organismes de réglementation et à l'industrie pour éclairer les politiques de réglementation, les pratiques de l'industrie et les évaluations environnementales qui contribuent à la prise de décisions en matière d'utilisation durable des terres et de gestion des eaux souterraines. En définitive, cela permet d'améliorer la compétitivité du Canada à l'échelle mondiale et de soutenir le développement durable des collectivités canadiennes tributaires de l'exploitation minière.

3. Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada

Dans le cadre de ce programme, des activités de surveillance, de recherche et de planification sont mises en œuvre afin de contrer divers aléas naturels et dangers d'origine humaine, y compris les tremblements de terre, les tsunamis, les glissements de terrain et les répercussions liées aux changements climatiques, aux tempêtes géomagnétiques et aux incidents radiologiques et nucléaires (voir le modèle logique à la figure 36). En fournissant de l'information sur les aléas, RNCan aide d'autres ordres de gouvernement, y compris des organismes gouvernementaux internationaux, le secteur privé et les organisations professionnelles à prévenir et à atténuer les catastrophes naturelles et à élaborer des stratégies de préparation, d'intervention et de rétablissement pour faire face à de tels événements. De la même façon, les intervenants peuvent utiliser l'information géoscientifique pour atténuer les risques posés par les changements climatiques pour les collectivités et l'infrastructure situées dans les zones vulnérables.

Figure 34. Modèle logique utilisé pour le profil d'information sur le rendement du programme Les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada.

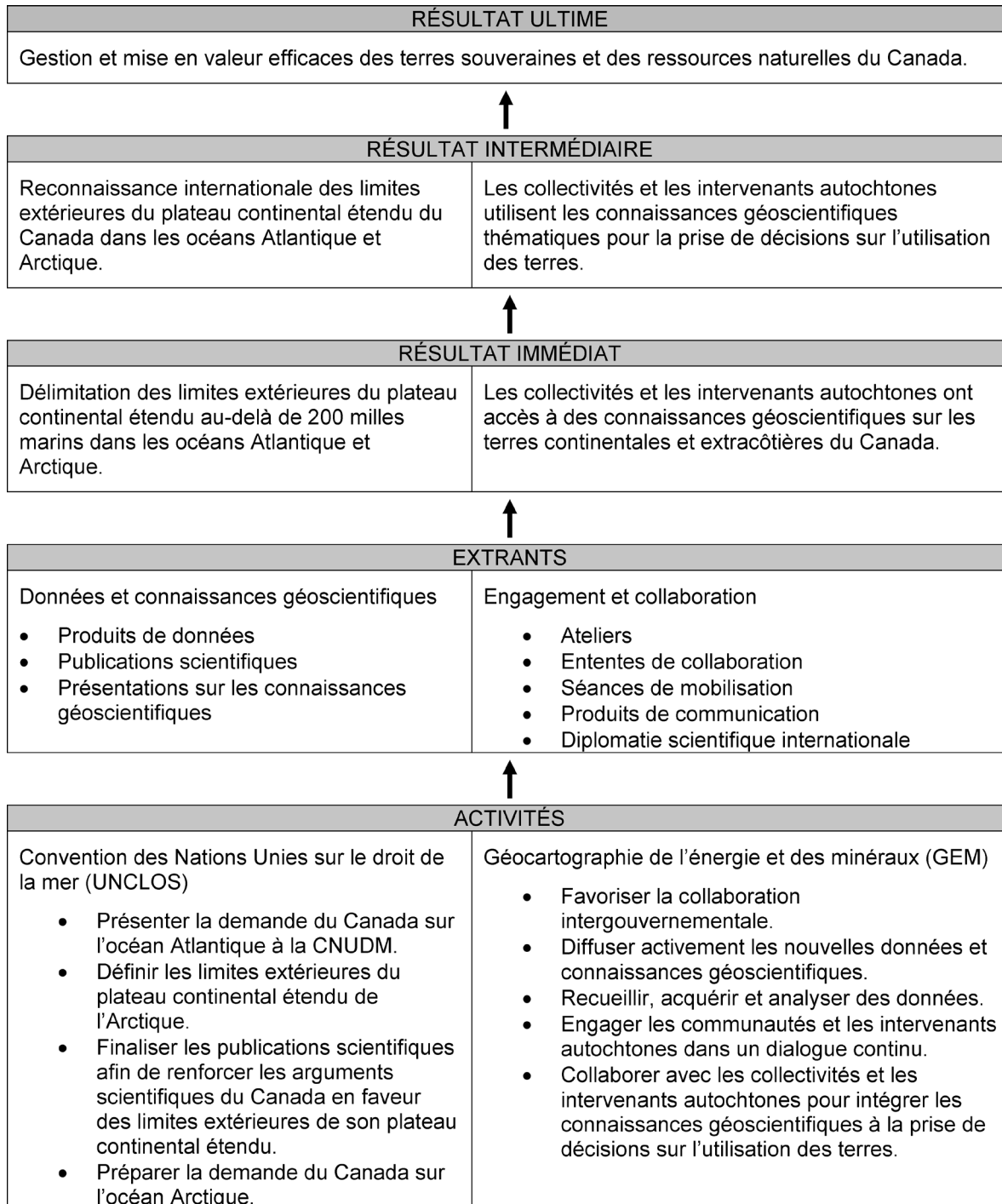


Figure 35. Modèle logique utilisé pour le profil d'information sur le rendement du programme Géosciences pour le développement durable des ressources naturelles.

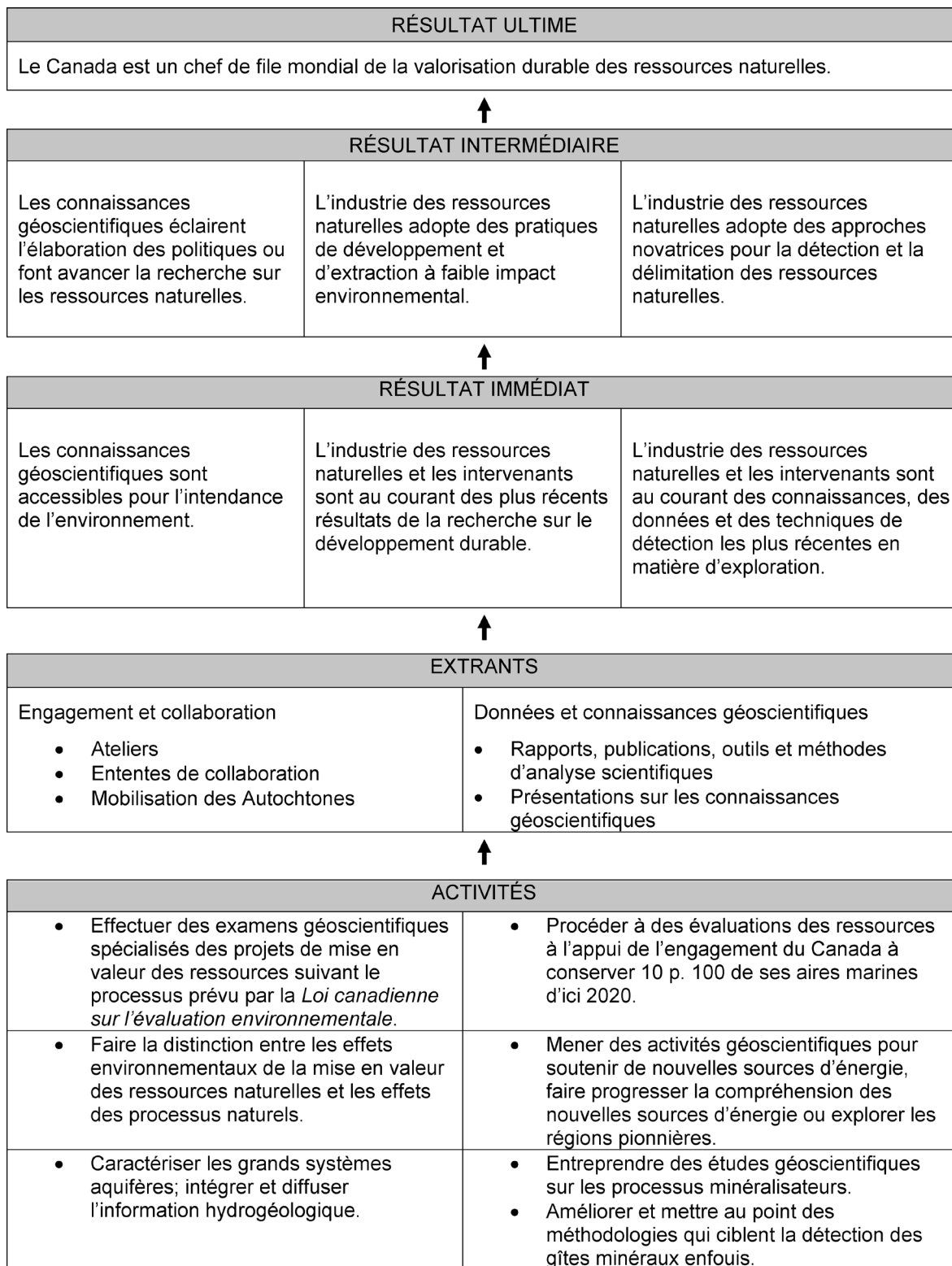
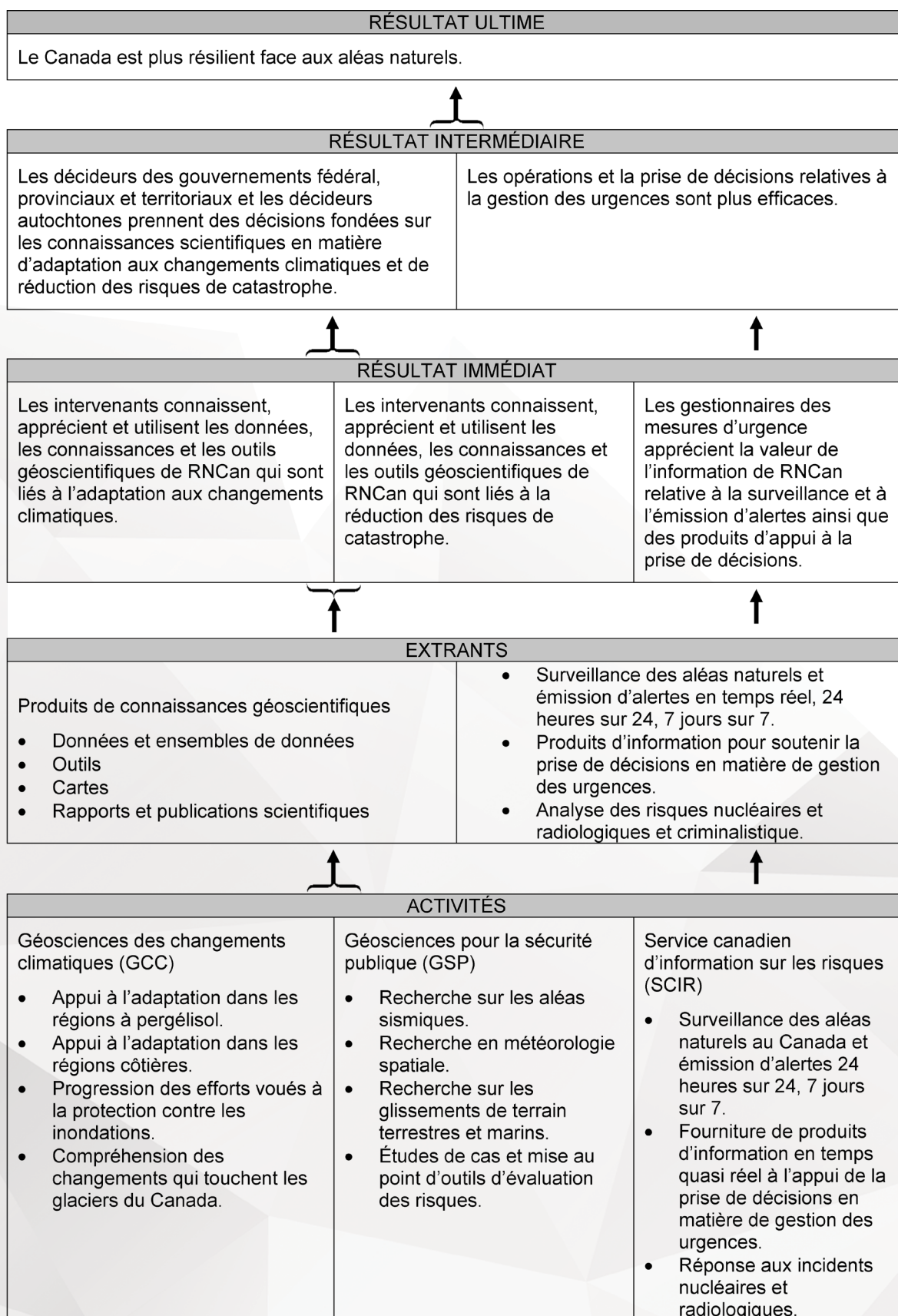


Figure 36. Modèle logique utilisé pour le profil d'information sur le rendement du programme Géosciences pour assurer la sécurité du Canada.



Priorités stratégiques de la CGC

La CGC fournit au Canada une base de connaissances géoscientifiques complète qui contribue au développement économique, à la sécurité publique et à la protection de l'environnement par l'acquisition, l'interprétation et la diffusion d'information géoscientifique concernant la masse continentale du Canada, y compris les zones extracôtières. Grâce à ses programmes et activités, la CGC collabore avec les communautés autochtones, intègre le savoir traditionnel à la science occidentale et soutient la prise de décisions par les communautés.

Afin d'orienter ses programmes et activités, le Plan stratégique de la CGC définit les priorités clés pour 2018 à 2023 et les objectifs connexes pour appuyer leur mise en œuvre (tableau 4). Les priorités 1, 2 et 3 sont liées aux principales contributions scientifiques se rattachant aux priorités stratégiques de RNCan. Elles sont axées sur la production de nouvelles connaissances géoscientifiques et cadrent avec les priorités du CMR et des PIR du STM. Par ailleurs, les priorités 4 et 5 décrivent des objectifs organisationnels et opérationnels qui favorisent le maintien des capacités et la création d'un milieu de travail sain, des conditions essentielles à l'accomplissement d'un travail efficace et pertinent. Le tableau 5 présente les directeurs et le gestionnaire de programme associés à chaque élément.





Tableau 4. Priorités stratégiques 2018-2023 de la Commission géologique du Canada

Priorité stratégique	Objectifs de la priorité stratégique (PS)
<p>Priorité stratégique 1 : Les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada</p>	<p>PS-1-1 : Quand le programme GEM-2 prendra fin en 2020, nous publierons de nouvelles connaissances sur la géologie du Canada dans les régions pionnières des terres continentales et extracôtières de l'Arctique. Ces connaissances fourniront aux décideurs des renseignements essentiels pour s'assurer que la gestion future des terres et des ressources dans le Nord est guidée par des données scientifiques probantes.</p>
	<p>PS-1-2 : Grâce à notre contribution à l'achèvement de la présentation du Canada à l'UNCLOS pour l'Arctique en 2019, nous aurons terminé la délimitation des limites extérieures du plateau continental étendu du Canada, ce qui favorisera la reconnaissance internationale de la dernière frontière du Canada.</p>
	<p>PS-1-3 : Nous mettrons en œuvre de nouveaux programmes, y compris un programme pour donner suite au cadre stratégique pour l'Arctique, ainsi que des outils et des méthodes pour découvrir, modéliser, visualiser et interpréter la géologie des terres du Canada en trois dimensions. Dans les domaines continentaux et extracôtiers, nous intégrerons la cartographie classique de la surface terrestre et du fond marin aux levés géophysiques et aux données d'observation du sous-sol. Ces travaux nous aideront à élaborer des modèles 3D du cadre géologique du Canada et à mieux comprendre les processus terrestres.</p>
<p>Priorité stratégique 2 : Les géosciences pour le développement durable</p>	<p>PS-2-1 : Nous élaborerons de nouveaux modèles de gîtes minéraux en effectuant des recherches sur l'évolution des processus géologiques dans les systèmes minéralisateurs au fil du temps. Nous soutiendrons également l'innovation technologique au sein de l'industrie de l'exploration, dans le but combiné de stimuler la découverte de nouveaux gisements souterrains.</p>
	<p>PS-2-2 : Nous ferons progresser la recherche afin de combiner les connaissances sur les aquifères et leurs liens avec les systèmes d'eau de surface pour élaborer des modèles intégrés de systèmes d'eau qui permettront aux provinces et aux territoires d'assurer une gestion saine et globale de l'eau.</p>
	<p>PS-2-3 : Nous continuerons d'offrir des services géoscientifiques faisant autorité, y compris la recherche sur les effets cumulatifs, à l'appui de l'aménagement du territoire et d'une mise en valeur écologique des ressources, tant sur terre que dans nos eaux côtières et extracôtières.</p>
	<p>PS-2-4 : Pour faciliter le développement de sources d'énergie à faibles émissions de carbone, nous appuierons l'industrie naissante de la géothermie et d'autres industries d'énergie renouvelable afin d'évaluer le potentiel en ressources, d'améliorer la récupération d'énergie et de soutenir les évaluations environnementales.</p>
	<p>PS-2-5 : Nous élaborerons une méthodologie pour mieux caractériser les ressources contenues dans des shales et transférer les connaissances à l'industrie, aux organismes de réglementation et aux autres intervenants.</p>
<p>Priorité stratégique 3 : Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada</p>	<p>PS-3-1 : Nous élaborerons des modèles avancés des aléas pour les tremblements de terre, les tsunamis, les glissements de terrain et la météorologie spatiale afin d'appuyer la mise à jour régulière des codes du bâtiment et des plans d'urgence.</p>
	<p>PS-3-2 : Nous évaluerons les impacts des changements climatiques sur le cycle de l'eau, le pergélisol, l'érosion côtière et les inondations pour permettre la planification de collectivités et d'infrastructures résilientes.</p>
	<p>PS-3-3 : Nous continuerons de travailler avec le Service canadien d'information sur les risques et Ocean Networks Canada pour construire un système d'alerte rapide en cas de tremblements de terre dans le sud de la Colombie-Britannique.</p>
	<p>PS-3-4 : Nous intégrerons nos données géoscientifiques à l'analyse socioéconomique et aux données d'ingénierie afin de bien comprendre les risques liés aux aléas naturels et aux changements climatiques pour les infrastructures essentielles et les centres urbains.</p>
	<p>PS-3-5 : Nous mettrons l'accent sur le transfert de cette connaissance des aléas et des risques à un vaste éventail d'intervenants, y compris les provinces et les territoires, les associations professionnelles et l'industrie de l'assurance, pour appuyer les mesures qui permettront de réduire l'exposition du Canada aux catastrophes naturelles et aux changements climatiques.</p>

Priorité stratégique	Objectifs de la priorité stratégique (PS)
Priorité stratégique 4 : Les géosciences pour la société	<p>PS-4-1 : Nous établirons une structure de gouvernance pour gérer l'information géoscientifique au moyen de pratiques exemplaires et de processus fondés sur des normes reconnues. Grâce à cette approche, nous documenterons, stockerons et gérerons les données de la CGC. Nous veillerons à disposer d'une infrastructure de données robuste et moderne qui assurera la durabilité et qui fonctionnera efficacement avec des outils externes tels que la Plateforme géospatiale fédérale et l'initiative des Données ouvertes. L'infrastructure facilitera également la découverte et la diffusion de nos données.</p>
	<p>PS-4-2 : Dans l'esprit de l'initiative de la Science ouverte du Canada, nous établirons un processus moderne de publication qui intègre les principes de la Science ouverte et qui répond aux besoins des clients. Nous collaborerons avec les services géologiques provinciaux et territoriaux pour synthétiser les connaissances et les données géoscientifiques du Canada et créer des portails Web ouverts et dynamiques pour partager l'information géoscientifique.</p>
	<p>PS-4-3 : Nous élaborerons une approche en matière d'aménagement du territoire qui sera éclairée par les géosciences en amorçant un dialogue et en établissant des relations avec nos homologues fédéraux, provinciaux et territoriaux, les groupes autochtones et les organisations professionnelles non gouvernementales. À l'aide de projets pilotes, nous établirons un cadre méthodologique pour fournir des données géoscientifiques multidisciplinaires accessibles afin d'éclairer l'aménagement du territoire.</p>
	<p>PS-4-4 : Nous nous appuyerons sur notre engagement passé pour faciliter et orienter nos relations avec les communautés autochtones en nous fondant sur la reconnaissance du savoir traditionnel, le respect et la coopération. Compte tenu des besoins cernés par les communautés autochtones, nous mettrons l'accent en particulier sur la collaboration avec plusieurs de ces communautés pour élaborer conjointement des projets prototypes en utilisant les connaissances traditionnelles et géoscientifiques pour l'aménagement du territoire, la gestion et la prise de décisions. En collaboration avec les provinces, les territoires, les universités et les associations professionnelles, nous examinerons des façons de renforcer les capacités géoscientifiques au sein des communautés autochtones afin d'améliorer l'intégration des connaissances géoscientifiques dans la prise de décisions des communautés en matière de gestion des terres.</p>
Priorité stratégique 5 : Nos gens, notre science	<p>PS-5-1 : Nous appuyerons et perfectionnerons de façon proactive une main-d'œuvre résiliente, hautement performante et diversifiée, compétente dans les domaines émergents et traditionnels de la recherche géoscientifique, en encourageant les compétences de pointe et l'apprentissage continu. Nous moderniserons notre effectif et reconnaitrons les efforts continus de notre personnel pour faire progresser les géosciences publiques au Canada.</p>
	<p>PS-5-2 : Nous favoriserons un milieu de travail moderne qui concilie une infrastructure scientifique solide et un milieu de travail sain; nous offrirons des laboratoires, des collections et des installations de calibre mondial; et nous donnerons aux employés la possibilité de contribuer de façon significative au développement du Canada.</p>
	<p>PS-5-3 : Nous dirigerons et ferons progresser le programme de recherche géoscientifique au Canada et à l'échelle internationale en faisant avancer un programme de recherche scientifique qui fait preuve de leadership scientifique et technique, remet en question les paradigmes et fait une différence pour la société canadienne.</p>
	<p>PS-5-4 : Nous servirons de centre de recherche géoscientifique au Canada en collaborant avec d'autres ministères fédéraux, d'autres ordres de gouvernement, des universités, le secteur privé et des instituts de recherche internationaux.</p>

Programmes/services, projets et activités scientifiques 2019-2020 de la CGC

Tableau 5. Répertoire 2019-2020 des programmes/services, projets et activités scientifiques de la CGC

Tableau des priorités stratégiques	Programme/service de la CGC et gestionnaire du programme/service	Projet et chef du projet	Activité et responsable de l'activité
PS-1	Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM) Linda Richard Michel Plouffe	Baffin Natalie Shea	Baffin Nord – Cartographie du substratum rocheux Natalie Shea
			Stratigraphie du Crétacé – Nord de la baie de Baffin Jim Haggart
			Synthèse de la région de Baffin Nikole Bingham-Kozlowski et Lynn Dafoe
		Cordillère Steve Irwin	Structure de la croûte terrestre du sud-est du Yukon Jim Ryan
			Substratum rocheux de la Stikinie Alex Zagoreski
			Évolution tectonique du Yukon – du Mésozoïque tardif au Tertiaire Dawn Kellett
		Hudson-Ungava Danny Wright	Bloc de Saglek – Évolution géologique et potentiel minéral David Corrigan
			Géophysique – Southampton et hautes terres de Kaskattama Jim Craven
		Mackenzie Carl Ozyer	Géo-transect Selwyn-Mackenzie Robert McNaughton et Karen Fallas
			Cartographie des formations superficielles de la région de Mackenzie Sud Roger Paulen et Rob Smith
			Cartographie des formations superficielles de la région de Bear Nord Dan Kerr
		Rae Geneviève Marquis	Rae – Synthèse de l'histoire glaciaire – Secteur du Keewatin Isabelle McMartin
			Boothia-Somerset – Géosciences intégrées Mary Sanborn - Barrie
		Arctique de l'Ouest Carl Ozyer	Collines Smoking – Stratigraphie et paléontologie Rob Smith et Jennifer Galloway

Tableau des priorités stratégiques	Programme/service de la CGC et gestionnaire du programme/service	Projet et chef du projet	Activité et responsable de l'activité
PS-1	Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS) Mary-Lynn Dickson	Présentation sur l'océan Arctique Mary-Lynn Dickson	Géomorphologie David Mosher et Kai Boggild
			Sismique-réflexion John Shimeld
			Sismique-réfraction Ruth Jackson
			Champs de potentiel et échantillons géologiques Gordon Oakey
			Échantillons géologiques (dorsale Alpha) Marie-Claude Williamson
			Géochronologie Dawn Kellett
			SIG et gestion des bases de données Walta-Anne Rainey
	Canada-3D (C3D) Linda Richard Nicole Couture	Canada-3D Boyan Brodaric	
PS-2	Service d'évaluation des impacts (EI) Linda Richard Danny Wright	Service d'EI de la CGC Danny Wright Aruna Dixit	<p>*Liste des projets en 2019-2020</p> <p><u>Yn</u> : Mine Coffee.</p> <p><u>Nt</u> : Expansion de la mine Whaletail, mine Mary River, résidus en fosse de la mine Meadowbank.</p> <p><u>C.-B.</u> : Agrandissement de l'installation de GNL Kitimat, Terminal 2 de Roberts Bank, jetée de Wespac dans l'île Tilbury, projet de GNL Cedar, projet de charbon Michel, TMX.</p> <p><u>Alb.</u> : Springbank, métaux communs.</p> <p><u>Sask.</u> : Rook 1.</p> <p><u>Ont.</u> : Mine Victoria, mine Goliath, mine du lac Bending, réservoir Reid River, MRM, route d'accès Marten Falls, route d'approvisionnement Webequie, projet d'installation de gestion des déchets près de la surface, pôle logistique de Milton.</p> <p><u>Qc</u> : Énergie Saguenay, SLR de Montréal, projet Gazoduc, terminal portuaire de Contrecoeur, projet Rose Tantale, mine de lithium Baie James, projet de quai de Beauport.</p> <p><u>T.-N.-L.</u> : Terminal maritime, projet Central Ridge, projet dans l'ouest de la passe Flamande, forage exploratoire BHP, projet d'exploitation de Bay du Nord, projet aurifère de Valentine, quai en eau profonde – Laurentia, projet Husky, bassin Orphan.</p> <p><u>N.-É.</u> : Projet aurifère de Fifteen Mile Stream, mine de charbon Grassy Mountain, mine Beaver Dam, terminal Fluorspar à St. Lawrence.</p>

Tableau des priorités stratégiques	Programme/service de la CGC et gestionnaire du programme/service	Projet et chef du projet	Activité et responsable de l'activité
PS-2	Géosciences environnementales (GE) Andrée Bolduc Gilles Cotteret	Recherche en sismicité induite Honn Kao	
		Détermination des sources grâce à la caractérisation des rapports isotopiques des échantillons prélevés sur le terrain (projet SOURCES) Paul Gammon	
		Mesure, surveillance et vérification de la séquestration géologique du carbone Don White	
		Directives fondées sur la science afin de disposer des matériaux de dragage lors d'expansion portuaire Gwyn Lintern	
		Effets cumulatifs dans les bassins versants de la région de Cobalt Alexandre Desbarats	
		Impacts environnementaux de la fonte du pergélisol dans l'Arctique Mathieu Duchesne	Impacts de la dégradation du pergélisol Mathieu Duchesne
			Géochimie des contaminants du pergélisol Paul Gammon
		Évaluation des impacts potentiels des activités de mise en valeur pétrolière et gazière, y compris la sismicité induite dans les aquifères non salins de la région de Fox Creek (Alberta) Christine Rivard	
		Recherche géoscientifique sur les déversements pétroliers accidentels (projet GRASP) Jason Ahad	Études sur les déversements pétroliers marins (EDPM) Manuel Bringué
Impacts environnementaux du bitume dilué (Dilbit) Jason Ahad			

Tableau des priorités stratégiques	Programme/service de la CGC et gestionnaire du programme/service	Projet et chef du projet	Activité et responsable de l'activité	
PS-2	Géosciences environnementales (GE) Andrée Bolduc Gilles Cotteret	Dynamique hydrologique à long terme du plus grand bassin hydrographique du Canada : Contrôles climatiques de la quantité d'eau dans le bassin du fleuve Mackenzie Jennifer Galloway		
		Rôle des volcans dans le bilan global du mercure Peter Outridge		
	Géosciences des eaux souterraines (GES) Andrée Bolduc Yves Michaud	Aquifères archétypaux du Canada Hazen Russell	Classification des aquifères Hazen Russell	
			Études de cas sur les aquifères archétypaux Hazen Russell	
			Modélisation des aquifères de la Nation Sud Hazen Russell	
			Installations d'étalonnage des puits de forage de Bells Corners Heather Crow	
			Carte des principaux aquifères du substratum rocheux au Canada Alfonso Rivera	
			Contribution au livre numérique Alfonso Rivera	
			Portail et base de données du Réseau d'information sur les eaux souterraines (RIES) Éric Boisvert	
	Réseau d'information sur les eaux souterraines Boyan Brodaric	Réseau d'information sur le pergélisol (RIP) Héryk Julien		
		Élaboration du tableau de bord François Létourneau		
		Élaboration des normes Boyan Brodaric		
		Données liées Boyan Brodaric		

Tableau des priorités stratégiques	Programme/service de la CGC et gestionnaire du programme/service	Projet et chef du projet	Activité et responsable de l'activité
PS-2	Géosciences des eaux souterraines (GES) Andrée Bolduc Yves Michaud	Caractérisation et modélisation des ressources hydriques Daniel Paradis	Modélisation des eaux souterraines du sud du Québec Daniel Paradis
			Wells4GRACE John Crowley
			Hydrogéophysique Daniel Paradis
			Système régional d'écoulement des eaux souterraines pour les glaciers et les Rocheuses Alfonso Rivera
		Système aquifère de Fox Creek Christine Rivard	Dynamique de l'écoulement des eaux de surface et des eaux souterraines Christine Rivard
	Initiative géoscientifique ciblée (IGC) Geneviève Marquis (directrice et gestionnaire du programme)	Or Patrick Mercier-Langevin	Contrôles du système sur l'or à travers l'espace et le temps (de la source au piège) Patrick Mercier-Langevin
			Influences tectoniques sur l'or (déclencheurs tectoniques et conduits) Patrick Mercier-Langevin
		Systèmes à nickel-cuivre-éléments du groupe du platine Wouter Bleeker	Contrôles à l'échelle du système et à l'échelle des gisements de la minéralisation de nickel-cuivre-éléments du groupe du platine dans les régions cratoniques et leurs marges Wouter Bleeker
			Architecture magmatique des systèmes minéralisateurs chromifères Wouter Bleeker
		Systèmes minéralisateurs de style porphyrique Neil Rogers	Minéralisation porphyrique associée à des arcs dans l'espace et le temps Neil Rogers
			Marqueurs des processus porphyriques Neil Rogers
			Systèmes porphyriques postorogéniques dans l'espace et le temps Neil Rogers
		Systèmes minéralisateurs riches en uranium Eric Potter	Voies de migration des fluides uranifères Eric Potter

Tableau des priorités stratégiques	Programme/service de la CGC et gestionnaire du programme/service	Projet et chef du projet	Activité et responsable de l'activité
PS-2	Initiative géoscientifique ciblée (IGC) Geneviève Marquis	Minéralisations de métaux communs dans des roches sédimentaires ou volcaniques (SEDEX-SMV) Jan Peter	Dépôt de la minéralisation sur le fond marin dans l'espace et le temps Jan Peter
			Sources de métaux communs et processus minéralisateurs Jan Peter
	Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie (GNES) Sonya Dehler Edward Little	Développement de méthodes de laboratoire Dennis Jiang	Caractérisation des eaux de formation et des eaux de reflux de la fracturation hydraulique : Compréhension des impacts environnementaux et accroissement de l'efficacité des opérations et de la production Dennis Jiang
			Estimation du pétrole libre et du pétrole adsorbé dans les réservoirs non classiques de shale au moyen de cartes de RMN T1 et T2 Dennis Jiang
		Réduction des risques environnementaux Omid Ardakani	Répercussions économiques et environnementales associées au sulfure d'hydrogène (H ₂ S) : Compréhension des sources et des mécanismes de formation dans la Formation de Montney Omid Ardakani
			Optimisation de l'utilisation du CO ₂ dans les réservoirs de pétrole peu perméables et les réservoirs de gaz non classiques (TOUG) Omid Ardakani et Zhuoheng Chen
		Incidence des fluides interstitiels Zhuoheng Chen	Utilisation des mégadonnées et de l'IA pour identifier de nouvelles approches de production durable de ressources énergétiques transitoires et non classiques Zhuoheng Chen
			Caractérisation des entités géologiques à l'aide d'algorithmes et de l'IA Jon Liu et Zhuoheng Chen
		Géothermie – Basses terres du Saint-Laurent Christine Rivard	Évaluation du potentiel de production de chaleur géothermique au moyen de puits d'hydrocarbures profonds dans la Plate-forme du Saint-Laurent, au Québec Christine Rivard

Tableau des priorités stratégiques	Programme/service de la CGC et gestionnaire du programme/service	Projet et chef du projet	Activité et responsable de l'activité
PS-2	Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie (GNES) Sonya Dehler Edward Little	Énergie géothermique régionale Steve Grasby	Réduire les risques liés à l'exploration des ressources géothermiques au Canada Steve Grasby
		Énergie géothermique hydride Zhuoheng Chen	Transformation des ressources non classiques de gaz de réservoir peu perméable (TUG) en énergie géothermique renouvelable : Étude de faisabilité dans le Bassin sédimentaire de l'Ouest canadien Zhuoheng Chen
		Énergie géothermique dans le chaînon Garibaldi Steve Grasby	Géosciences géothermiques au mont Meager Steve Grasby
	Objectifs de conservation marine (OCM) Sonya Dehler Gary Sonnichsen		
	Géosciences marines pour la planification spatiale marine (GMPSM) Stephen Locke (directeur et gestionnaire du programme)	Baie de Fundy-Plate-forme Néo-Écossaise Brian Todd	Biorégion de la plate-forme Néo-Écossaise : cartographie des fonds marins, évaluation des habitats benthiques, analyse des processus géologiques sur les fonds marins Vladimir Kostylev
		Plates-formes continentales de Terre-Neuve-et-Labrador Vladimir Kostylev	Biorégion de Terre-Neuve-et-Labrador : cartographie des fonds marins, évaluation des habitats benthiques, analyse des processus géologiques sur les fonds marins Vladimir Kostylev
		Nord de la côte du Pacifique Kim Conway	Biorégion du nord de la côte du Pacifique : cartographie des fonds marins, évaluation des habitats benthiques, analyse des processus géologiques sur les fonds marins Vladimir Kostylev
		Mer des Salish Randy Enkin	Biorégion de la mer des Salish : cartographie des fonds marins, évaluation des habitats benthiques, analyse des processus géologiques sur les fonds marins Vladimir Kostylev
		Projet pilote des véhicules sous-marins autonomes Alex Normandeau	Acquisition et utilisation de nouveaux instruments autonomes de cartographie des fonds marins Alex Normandeau
		Gestion de données, GI/TI Sheila Hynes	Conception et fourniture de nouvelles couches de géosciences géospatiales liées aux fonds marins pour la planification spatiale marine Sheila Hynes

Tableau des priorités stratégiques	Programme/service de la CGC et gestionnaire du programme/service	Projet et chef du projet	Activité et responsable de l'activité
PS-3	Géosciences des changements climatiques (GCC) Stephen Locke Catherine Ste-Marie	Appuyer l'adaptation dans les régions pergélisolées Sharon Smith	Amélioration de la carte du pergélisol du Canada Sharon Smith
			Résilience des transports dans l'Arctique éclairée par les systèmes paysagers Peter Morse
		Appuyer l'adaptation dans les régions côtières Thomas James	Projections du niveau de la mer pour le Canada Tom James
			Dynamique côtière Dustin Whalen
			Indices CanCoast – validation, raffinement et application des indices de sensibilité et de vulnérabilité des côtes Gavin Manson
			Menaces liées aux ondes de tempête pour l'infrastructure côtière de la Nouvelle-Écosse Vladimir Kostylev
			Modélisation prédictive des changements qui pourraient affecter l'île de Sable (Nouvelle-Écosse) dans l'avenir Vladimir Kostylev
		Événements extrêmes : Prévisions pour les basses terres de la baie d'Hudson et évaluation des risques de sécheresse pour l'industrie hydroélectrique Christian Bégin	Faire progresser l'adaptation au climat grâce à la prévision des crues dans les basses terres de la baie d'Hudson Hazen Russell
			Améliorer l'évaluation des risques de sécheresse associés aux changements climatiques pour l'industrie hydroélectrique du centre et de l'est du Canada Christian Bégin
		Projet national de glaciologie David Burgess	Haut-Arctique David Burgess
	Cordillère de l'Ouest Mark Ednie		
	Géosciences pour la sécurité publique (GSP) Sonia Talwar Adrienne Jones	Aléas sismiques John Cassidy	Tremblements de terre intraplaques Greg Brooks
			Tremblements de terre aux limites des plaques Joe Henton

Tableau des priorités stratégiques	Programme/service de la CGC et gestionnaire du programme/service	Projet et chef du projet	Activité et responsable de l'activité
PS-3	Géosciences pour la sécurité publique (GSP) Sonia Talwar et Adrienne Jones	Aléas sismiques John Cassidy	Évaluation des aléas volcaniques Melanie Kelman
		Glissements de terrain et aléas géologiques en milieu marin Andrée Blais-Stevens	Chenaux de la baie de Baffin et de l'Arctique Robbie Bennet
			Mer de Beaufort Ned King
			Glissements de terrain terrestres David Huntley
			Glissements de terrain sous-marins et aléa tsunami Gwyn Lintern
		Aléas spatiométéorologiques David Boteler	Effets de sol David Boteler
			Effets ionosphériques Robyn Fiori
			Effets des satellites Larisa Trichtchenko
			Élaboration de prévisions Ljubomir Nikolic
		Évaluation des aléas géologiques à l'échelle nationale Nicky Hastings	Atténuation des inondations côtières, PCSS Nicky Hastings
			Voies de réduction des risques de catastrophe, PCSS Murray Journeay
			Application Web interactive – outil de gestion des risques ER2 Michel Parent
			Stratégie de sécurité civile – Évaluation des risques sismiques Malaika Ulmi
		PS-4	Géosciences ouvertes (GO) Linda Richard Nicole Couture
Systèmes d'information et données Kathleen Lauzière / Kyler Coutts			

Tableau des priorités stratégiques	Programme/service de la CGC et gestionnaire du programme/service	Projet et chef du projet	Activité et responsable de l'activité
PS-4	Géosciences ouvertes (GO) Linda Richard Nicole Couture	Libre accès et mobilisation du public Kathryn Coyle	
		Synthèse et intégration Boyan Brodaric	
		Collections de matériaux géologiques Rhian Evans	
PS-5	Réseau de laboratoires scientifiques (RLS) Genevieve Marquis Vicki McNicoll	Groupe de laboratoire de recherche en géochimie inorganique Paul Gammon	Installation de laboratoire sur l'environnement et les matériaux superficiels Paul Gammon
			Installation de laboratoire de chimie analytique Simon Jackson
			Laboratoire de géochimie marine Michael Parsons
		Groupe de laboratoire de paléontologie Manuel Bringué et Sofie Gouwy	Laboratoire de palynologie Manuel Bringué et Jennifer Galloway
			Laboratoire sur les conodontes Sofie Gouwy
			Installation de laboratoire sur les macrofossiles Jim Haggart
		Groupe de minéralogie et de propriétés physiques Jeanne Percival	Installation de laboratoire de sédimentologie et de carottes marines Alexandre Normandeau
			Installation de laboratoire de sédimentologie Shauna Madore
			Installation de laboratoire de minéralogie Jeanne Percival
			Installation de laboratoire de paléomagnétisme et de pétrophysique Randy Enkin
		Groupe de géochimie et de géochronologie isotopiques Bill Davis	Laboratoire de géochimie et de géochronologie isotopiques Bill Davis
			Delta-Lab (isotopes stables) Martine Savard et Jason Ahad
		Groupe de pétrologie et de géochimie organiques Dennis Jiang et Rachel Robinson	Installation de laboratoire de géochimie et de pétrologie organiques Dennis Jiang et Rachel Robinson
		Laboratoire de la CGC-Québec, INRS Kathleen Lauzière	

ANNEXE II : Résumés des programmes de la CGC

Cette section présente un résumé de haut niveau de chacun des 13 programmes et services de la CGC, leurs modèles logiques et les faits saillants de leurs activités pour l'année 2019-2020.



La Commission géologique du Canada : un aperçu

Commission géologique du Canada

Qui sommes-nous?

La Commission géologique du Canada (CGC) est l'organisme géologique national du Canada.

► MISSION

« Fournir des connaissances géoscientifiques qui font autorité afin d'éclairer l'intendance des terres continentales et extracôtières du Canada, de soutenir la mise en valeur responsable des ressources pour les générations à venir et de protéger les Canadiens contre les aléas naturels et les risques qui s'y rattachent. »

► MANDAT

« Procéder à l'étude exhaustive et scientifique de la structure géologique du Canada et de la minéralogie canadienne. »
La CGC étudie les vastes zones continentales et extracôtières du Canada pour améliorer la compréhension scientifique des processus dynamiques qui forment le monde qui nous entoure, du sommet des montagnes au fond des océans. Nous partageons nos connaissances fondamentales avec nos experts partenaires œuvrant dans d'autres disciplines afin de relever certains des défis les plus difficiles du XXI^e siècle, y compris la recherche de ressources profondément enfouies, l'amélioration de la compréhension des changements climatiques, des aléas naturels et de leurs conséquences ainsi que l'étude des effets de la mise en valeur des ressources naturelles sur les eaux souterraines, l'air et le sol.



- 400 employés œuvrant dans 7 centres partout au Canada
- >30 laboratoires scientifiques spécialisés

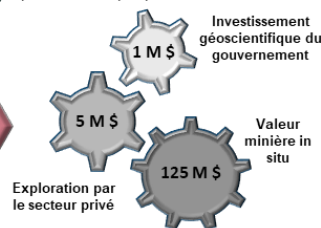
► COLLABORATION À L'ÉCHELLE DU CANADA

Depuis 1996, l'Accord géoscientifique intergouvernemental établit un cadre pour la collaboration entre les services géologiques fédéral, provinciaux et territoriaux.

Les activités scientifiques de la CGC soutiennent

► L'économie du Canada

Les géosciences publiques permettent d'accroître le nombre d'activités d'exploration en réduisant les coûts et les risques liés à l'exploration par le secteur privé. Par exemple, pour l'industrie minière...



► La prise de décisions fondée sur les sciences

Les géosciences publiques réduisent les risques environnementaux liés à la planification régionale et à la mise en valeur des ressources, éclairent les évaluations environnementales et soutiennent les négociations internationales.

► L'élaboration éclairée de normes

Les géosciences publiques éclairent les codes nationaux du bâtiment et de l'infrastructure des transports pour rendre l'environnement bâti plus résilient.

Les connaissances géologiques des terres continentales et extracôtières du Canada

GÉOCARTOGRAPHIE DE L'ÉNERGIE ET DES MINÉRAUX

Initiative de collaboration (2008-2020) visant à fournir au public, y compris aux industries du secteur des ressources naturelles, les connaissances géoscientifiques modernes requises pour favoriser l'exploration et le développement économique à long terme des vastes ressources inexploitées dans le nord du Canada. Cela comprend l'élaboration de méthodes de modélisation et de visualisation géologiques 3D avancées.

CONVENTION DES NATIONS UNIES SUR LE DROIT DE LA MER

Les géoscientifiques marins jouent un rôle important dans l'atteinte des obligations du Canada en vertu de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer en vue de définir notre plateaux continental au-delà de 200 milles marins dans l'océan Atlantique et de l'océan Arctique à l'aide de données et de connaissances scientifiques fiables.

Les géosciences pour la société

GÉOSCIENCES OUVERTES

Veiller à ce que les données et l'information géoscientifiques fédérales soient accessibles, interopérables et réutilisables. Les géosciences ouvertes définissent le « comment » plutôt que le « pourquoi » des activités scientifiques de la CGC. Elles visent à favoriser les collaborations et à accroître les répercussions des activités scientifiques de la CGC.



Les géosciences pour le développement durable

INITIATIVE GÉOSCIENTIFIQUE CIBLÉE

Programme de collaboration géoscientifique fédéral qui vise à comprendre les processus qui ont formé les gîtes minéraux du Canada et à cibler et à quantifier les principaux indicateurs requis pour les explorer. La découverte de nouveaux gisements et districts miniers soutient une industrie qui contribue au mieux-être de tous les Canadiens, de leur collectivité et de notre économie.

GÉOSCIENCES DES EAUX SOUTERRAINES

Améliorer les connaissances sur la distribution et l'abondance des eaux souterraines, la dynamique de récolement et les possibles répercussions sur le développement durable du Canada.

GÉOSCIENCES ENVIRONNEMENTALES

Chercher à distinguer les effets environnementaux associés à la mise en valeur des ressources naturelles de ceux des processus naturels et à élaborer de nouvelles méthodes géoscientifiques appuyant le développement durable des ressources naturelles du Canada.

SERVICE D'ÉVALUATION DES IMPACTS

Soutenir la planification de l'utilisation des terres et la mise en valeur des ressources respectueuse de l'environnement, tant sur terre que dans nos eaux côtières et extracôtières. La CGC est l'organisme responsable de l'évaluation des questions géoscientifiques dans les études d'impact environnemental.

GÉOSCIENCES MARINES POUR LA PLANIFICATION SPATIALE MARINE

Élaboration de nouvelles cartes et analyses de la géologie du plancher océanique et des processus actifs sur les fonds marins pour orienter la planification de l'espace marin fondée sur des données probantes et l'évaluation environnementale régionale.

OBJECTIFS DE CONSERVATION MARINE

Fournir des estimations relatives au potentiel énergétique et minéral extracôtier pour orienter les décisions liées aux cibles actuelles et aux futures cibles du Canada en matière de protection des zones côtières et marines.

GÉOSCIENCES POUR LES NOUVELLES SOURCES D'ÉNERGIE

Soutenir les stratégies qui visent à favoriser notre transition vers une économie sobre en carbone en mettant en œuvre des activités de recherche et développement en matière d'énergie propre et en faisant la promotion des ressources énergétiques à faibles émissions ou non émettrices. Ces objectifs seront notamment atteints grâce aux avancées réalisées dans la compréhension fondamentale du sous-sol des masses continentales du Canada.

Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada

GÉOSCIENCES POUR LA SÉCURITÉ PUBLIQUE

Élaboration de nouvelles connaissances et de nouveaux outils novateurs pour soutenir les décisions qui améliorent la résilience et réduisent les risques afin de protéger les Canadiens contre les séismes, les glissements de terrain terrestres et sous-marins, les volcans, les tsunamis et la météorologie spatiale.

GÉOSCIENCES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Mieux comprendre les répercussions géologiques des changements climatiques au Canada afin de planifier l'utilisation des terres, d'élaborer la réglementation fédérale et d'aider les collectivités à risque à s'adapter.

Nos gens, notre science

RÉSEAU DE LABORATOIRES SCIENTIFIQUES

Faire preuve d'un leadership novateur en matière de recherche en laboratoire, procéder à des analyses de pointe pour tous les programmes de la CGC et accroître l'efficacité, la connectivité et l'efficacité dans les laboratoires de la CGC.

GESTION DES TALENTS

Créer un environnement de recherche favorable à la réalisation de travaux scientifiques de classe mondiale en soutenant et en développant une main-d'œuvre résiliente, hautement performante et diversifiée à la fine pointe de la technologie et capable d'œuvrer dans les domaines géoscientifiques traditionnels et émergents tout en encourageant l'apprentissage continu et le perfectionnement.



Canada

Natural Resources Canada / Ressources naturelles Canada

Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM)

Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM)

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 1 DE LA CGC : LES CONNAISSANCES GÉOLOGIQUES DES TERRES CONTINENTALES ET EXTRACÔTIÈRES DU CANADA

Pourquoi? Une initiative de collaboration (2008-2020) qui offre au public, y compris à l'industrie des ressources naturelles, les connaissances géoscientifiques modernes qui sont nécessaires à la promotion de l'exploration et au développement économique à long terme des vastes ressources non exploitées du nord du Canada.



Région

Objectif

Points saillants et réussites

Mackenzie

Le manque de connaissances géologiques a nuit considérablement au développement économique de la région de Mackenzie.

Pour parvenir à faire passer le potentiel pétrolier et gazier prouvé à l'échelon supérieur, et pour découvrir de nouvelles ressources minérales économiquement viables, on doit améliorer notre compréhension des liens qui existent entre la stratigraphie et les structures dans les principales formations régionales.

Pergélisol dans les Territoires du Nord-Ouest

- La cartographie des formations superficielles dans la région du Grand lac des Esclaves et la cartographie des sédiments glaciaires dans des terrains sensibles au dégel sont considérées comme offrant de l'information extrêmement utile pour l'aménagement du territoire, la mise en place d'infrastructure et la mise en valeur des ressources.
- Le ministère des Transports des T.N.-O. a utilisé les données de la géologie des formations superficielles du programme GEM pour planifier le tracé de la route toutes saisons de Tlicho, un projet d'une valeur estimée à 150 millions de dollars. Ce projet, à son tour, pourrait créer des possibilités d'exploitation minière, comme la mine NICO, d'une valeur de 600 millions de dollars, qui cible l'or, le cuivre, le bismuth et le cobalt, et qui en est encore au stade de la planification.

Potentiel cuprifère de la région de Mackenzie

- Le travail sur le terrain a permis de repérer deux unités géologiques précédemment inconnues dans la région, qui sont susceptibles d'étendre les zones affichant un potentiel connu en minéralisations de cuivre. Ce travail complètera le premier effort déployé pour positionner cette région dans un cadre moderne et pour permettre aux résidents du Nord et à l'industrie de mettre en valeur de façon responsable les ressources minérales pour optimiser leurs avantages socio-économiques.

Définition de l'anomalie de Darnley Bay

- La recherche menée par le programme GEM aidera à préciser la nature, l'ampleur et la profondeur de l'anomalie de Darnley Bay – la plus importante anomalie gravimétrique et magnétique d'Amérique du Nord, ce qui permettra peut-être d'élargir la recherche de ressources de nickel, de cuivre et d'éléments du groupe du platine, comme l'affirme la société Darnley Bay Resources Ltd (maintenant Pine Point Mining). Ce travail a permis d'éclairer la décision de l'entreprise de prolonger ses permis d'exploration dans la région jusqu'en 2023.

Cartographie des formations superficielles dans la région de Mackenzie Sud

- La recherche sur les courants glaciaires dans la région a reçu d'excellentes réactions de la part de pairs internationaux de l'INQUA, et la Commission géologique des T.N.-O. a exprimé un très grand intérêt pour les premiers résultats et attend d'autres résultats qui pourraient avoir des répercussions sur ses futurs programmes de terrain.

Les plus anciens fossiles de champignons au monde découverts dans les T.N.-O.

- Une collecte courante d'échantillons a permis de faire une découverte unique dans l'évolution de la vie sur Terre. Des microfossiles de champignons vieux d'environ 1 000 à 900 millions d'années ont été décelés dans des échantillons de roche de l'ouest de l'Arctique canadien et constituent l'occurrence la plus ancienne connue de champignons. Cette découverte permet d'affiner l'arbre évolutif des organismes complexes dans l'histoire de la vie sur Terre.
- L'histoire a été reprise par de grands journaux du monde entier, dont le New York Times et le Guardian. Elle a fait la une du Globe and Mail, un article de fond dans le magazine Cottage Life, et Elizabeth Turner, l'une des collaboratrices du projet, a été interviewée dans l'émission Quirks and Quarks de la CBC.

Métaux multiples - Région de Great Bear

- En juillet 2019, la société Fortune Minerals a annoncé la découverte d'un nouveau potentiel en minéralisations de cuivre à son projet NICO, en s'appuyant sur les collaborations du programme GEM-1 et les données du projet de la région de Great Bear.

Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM)

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 1 DE LA CGC : LES CONNAISSANCES GÉOLOGIQUES DES TERRES CONTINENTALES ET EXTRACÔTIÈRES DU CANADA



Région

Objectif

Points saillants et réussites

Rae

La région de Rae est une vaste région éloignée du Bouclier canadien, à l'ouest de la baie d'Hudson, dont l'histoire géologique est complexe. On y trouve plusieurs mines et de nombreux prospects de nickel, d'uranium et de diamants. Bien que la région puisse présenter un potentiel minéral supplémentaire, on manque de connaissances géologiques, ce qui pose d'importants défis en matière d'exploration.

Le travail réalisé par le programme GEM nous permettra de mieux comprendre la géologie et les configurations glaciaires de la région de Rae ainsi que la manière dont ces connaissances peuvent améliorer l'exploration minérale.

Synthèse glaciaire

- L'intégration de grands volumes de données sur la géologie des formations superficielles acquises au sol ou par télédétection ainsi que de données de datation a permis de synthétiser l'histoire glaciaire de la région, offrant ainsi de nouvelles connaissances qui sont essentielles aux levés géochimiques et aux levés de minéraux lourds.

Projet géoscientifique intégré le long du passage du Nord-Ouest

- Le programme GEM a permis de découvrir des différences uniques dans le sous-sol de la presqu'île de Boothia, lesquelles indiquent que des stratégies d'exploration minérale comme celles utilisées dans d'autres zones de la région de Rae sont probablement inappropriées pour la presqu'île de Boothia.
- Cette recherche a permis de produire des données et des connaissances pertinentes pour cette région isolée du Nunavut, concernant notamment l'évaluation des ressources et les possibilités de développement économique qui sont associées à une augmentation potentiellement spectaculaire du transport maritime en raison des impacts des changements climatiques.

Potentiel minéral de la région de Chantrey-Thelon

- Le travail de terrain a permis de découvrir trois importantes zones dotées d'un potentiel économique dans trois domaines géologiques distincts : reconnaissance d'un nouveau potentiel en ressources de cuivre-nickel-éléments du groupe du platine et en minéralisations de sulfures massifs (cuivre-zinc-or-argent).

Cartographie dans la région de Tehery

- On a trouvé, dans des sédiments glaciaires au sud du lac Meen, au nord-ouest de la baie d'Hudson, plusieurs minéraux indicateurs de la présence de kimberlite (diamants), ce qui indiquerait un potentiel clair en diamants.
- En collaboration avec l'Université du Nouveau-Brunswick, des chercheurs ont mis au point une méthode de classification plus précise pour la télécartographie des matériaux superficiels, ce qui nous aidera à améliorer l'évaluation géologique de la région à un coût moins élevé.

Découverte de traces provenant de l'espace

- Lors de l'analyse de roches sédimentaires provenant de la région de Rae, au Nunavut, les scientifiques de la CGC ont fait une découverte rare : la présence d'une couche de 7 cm d'épaisseur contenant des sphérules d'impact nous indique qu'un important impact météoritique s'est produit quelque part sur la Terre il y a environ 2,1 milliards d'années.

Rae Sud

- Une figure de l'assemblage du supercontinent Nuna et de la paléogéographie il y a 2,3 milliards d'années a été présentée dans la Websérie télévisée NOVA Eons de la chaîne Public Broadcasting Systems (PBS).
- Le président de la société NexGen Energy a demandé aux membres de l'équipe du projet Rae Sud de présenter des exposés spécialisés à leur personnel d'exploration à Vancouver, reconnaissant l'importance des nouvelles connaissances géologiques du projet Rae Sud pour l'exploration uranifère dans le corridor du lac Patterson.

Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM)

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 1 DE LA CGC : LES CONNAISSANCES GÉOLOGIQUES DES TERRES CONTINENTALES ET EXTRACÔTIÈRES DU CANADA



Région	Objectif	Points saillants et réussites
Cordillère	<p>La région de la Cordillère possède d'importantes richesses minérales. Elle renferme une foule de gîtes minéraux (or, cuivre, plomb et zinc).</p> <p>Les nouvelles connaissances géoscientifiques sur cette région permettront de découvrir de nouveaux gîtes minéraux et nous aideront à accroître le volume de ressources connues.</p>	<p>Une nouvelle ruée vers l'or du Klondike</p> <ul style="list-style-type: none"> Une recherche reposant sur une collaboration entre le programme GEM et le United States Geological Survey (USGS) a permis de découvrir une unité géologique aurifère d'importance historique (de type Klondike) s'étendant de l'ouest du Yukon à l'est de l'Alaska. La reconnaissance des nouveaux prolongements de cette unité intéressera les sociétés qui cherchent les sources d'or placérien à l'échelle internationale. <p>Substratum rocheux de la Stikinie</p> <ul style="list-style-type: none"> Les recherches menées par le programme GEM montrent que des interprétations antérieures des relations entre les failles et les limites des terranes doivent faire l'objet de réévaluations d'ampleur. La reconnaissance et la compréhension adéquates de ces relations pourront nous aider à identifier de nouvelles zones susceptibles de renfermer des ressources minérales que l'on sait présentes dans la région, comme celles de cuivre et d'or. <p>Potentiel aurifère supplémentaire en Colombie-Britannique</p> <ul style="list-style-type: none"> Deux sociétés, Grey Rock Resources et Brixton Metals Corporation, citent un rapport conjoint BCGS-GEM qui reconnaît la présence possible d'une nouvelle source d'or placérien dans le substratum rocheux à Atlin, en Colombie-Britannique. Par la suite, la découverte d'or visible par Grey Rock a donné lieu à une ruée au jalonnement sur plus de 120 000 hectares de terres de la région. Brixton Metals affirme maintenant qu'il existe des possibilités d'exploration supplémentaires dans le cadre de son Atlin Gold Project, qui se situe sur des terres en propriété exclusive d'une superficie de 979 km² où se situe cette source d'or dans le substratum rocheux. <p>Nouvelle technique pionnière de datation directe des failles</p> <ul style="list-style-type: none"> En collaboration avec la Portsmouth University (R.-U.), le programme GEM mène l'une des premières études à utiliser une nouvelle technique de datation des cristaux de calcite qu'on trouve à la surface des plans de faille. Si nous comprenons mieux cette information géologique, cela nous aidera à localiser de nouvelles zones présentant un potentiel en certaines ressources minérales que l'on sait présentes dans la région, comme celles de cuivre et d'or.
Baffin	<p>Cette région couvre les zones côtières et extracôtières qui se trouvent autour de l'île de Baffin.</p> <p>L'objectif consiste à effectuer une cartographie complète du cadre géologique de ces régions qui, parmi celles du Nord, affichent le plus fort potentiel en ressources.</p>	<p>Cartographie des zones côtières</p> <ul style="list-style-type: none"> Quatre nouvelles coupes stratigraphiques représentant la manière dont les couches rocheuses se sont accumulées, y compris la succession et l'âge, ont été mesurées sur l'île Bylot, dans le nord de l'île de Baffin. La succession stratigraphique commune permet de relever des discordances régionales et locales et nous aide à définir un cadre de stratigraphie séquentielle pour la succession en milieu extracôtier. <p>Systèmes pétroliers de la baie de Baffin</p> <ul style="list-style-type: none"> Une étude menée par le programme GEM nous a permis de bien comprendre l'histoire géologique des bassins sédimentaires et leur évolution dans le cadre de la tectonique des plaques, ainsi que les facteurs qui régissent le potentiel en ressources pétrolières de la région. <p>Comblent les lacunes dans les connaissances</p> <ul style="list-style-type: none"> Le sud de l'île de Baffin fait partie des derniers éléments tectoniques d'importance manquants dans notre compréhension de la géologie du Nunavut. Une cartographie ciblée du substratum rocheux a été effectuée pour qu'on puisse combler cette lacune. <p>Noble Energy montre de l'intérêt</p> <ul style="list-style-type: none"> Don Yezerski de la société Noble Energy a contacté un scientifique du programme GEM à la suite d'une présentation par affiche lors de la conférence annuelle de l'American Association of Petroleum Geologists (AAPG) en mai 2019. M. Yezerski était intéressé par les nouvelles limites d'âge et les données thermiques pour le Paléozoïque de la marge du Labrador qu'elle avait présentées à la conférence.

Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM)

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 1 DE LA CGC : LES CONNAISSANCES GÉOLOGIQUES DES TERRES CONTINENTALES ET EXTRACÔTIÈRES DU CANADA



Région	Objectif	Points saillants et réussites
Arctique de l'Ouest	<p>Les recherches menées dans cette région, qui couvre l'ouest de l'archipel canadien de l'Arctique, utilisent des données recueillies par le programme GEM, le programme de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS), ainsi que des données dérivées de levés sismiques effectués par l'industrie. L'intégration de projets de cartographie récents dans l'Arctique nous permettra de mieux connaître la géologie du substratum rocheux et l'histoire géologique.</p>	<p>Collines Smoking</p> <ul style="list-style-type: none"> Le travail effectué par le programme GEM nous aide à tirer au clair les unités du substratum rocheux des collines Smoking, une information qui est nécessaire si nous voulons effectuer des corrélations avec les autres zones d'étude des marges de l'Arctique du programme GEM, y compris le bassin Canada au large des côtes. Le travail mené sur le terrain a permis d'établir qu'une cartographie précédente était inexacte. Les observations nous aident maintenant à résoudre des questions concernant les minéraux indicateurs de kimberlite (diamants) qui ont été étudiés sur l'île Bank et sur l'île Victoria, et sont cruciales si l'on veut appuyer le succès continu de l'exploration minérale régionale. Le travail sur le terrain mené le long de la rivière Horton nous a permis de relever à de nombreux sites la présence de bocannes « fumeuses », lesquelles ont ainsi été caractérisées, et de découvrir des eaux hyperacides naturelles, dont le pH était aussi bas que 1,44, ce qui est plus acide que l'acide sulfurique. <p>Monts Richardson</p> <ul style="list-style-type: none"> Les chercheurs ont reconnu la présence d'une formation rocheuse différente dans les monts Richardson, ce qui sous-tendrait l'existence d'un lien inconnu entre l'Alaska arctique et le bassin Sverdrup du Canada. L'identification d'un affleurement dans le soulèvement de White Mountains montre que, à cet endroit, la formation géologique est clairement différente de celles qu'on trouve dans le reste des monts Richardson. Les chercheurs peuvent maintenant déterminer les mécanismes liés au jeu de failles susceptibles d'expliquer comment les montagnes se sont soulevées.
Région d'Hudson-Ungava	<p>La région de la baie d'Hudson représente une vaste partie du Canada qui est mal connue en ce qui concerne le potentiel en ressources énergétiques et minérales.</p> <p>De nouvelles études de cartographie et de géochimie nous aideront à mieux comprendre le potentiel pétrolier du bassin.</p>	<p>Bloc de Saglek</p> <ul style="list-style-type: none"> Un levé géophysique aéroporté à haute résolution a été effectué et, de pair avec des cartes aéromagnétiques existantes, offre une couverture quasi continue, de la fosse du Labrador à la côte du Labrador. Les premiers résultats indiquent qu'il y aurait une augmentation substantielle du potentiel en roches hôtes de minéralisations aurifères, ainsi que des zones prometteuses pour des gîtes de terres rares. La poursuite de l'exploration dans le bloc de Hopedale par la société Labrador Gold donne des résultats positifs. La carte aéromagnétique à haute résolution du programme GEM fournit de nouveaux renseignements précieux. <p>Île Southampton</p> <ul style="list-style-type: none"> On a effectué un levé magnétotellurique pour cartographier l'étendue de dolomies hydrothermales, un important facteur contribuant à la prospectivité pétrolière du bassin d'Hudson. <p>Zone nouau - Géosciences intégrées</p> <ul style="list-style-type: none"> La découverte d'une nouvelle grande province ignée de 2170 Ma dans la fosse du Labrador ajoute une nouvelle perspective sur l'évolution et le potentiel minéral de la région. La société Midland Exploration se concentre sur de nouvelles cibles identifiées par le programme GEM dans la Zone nouau pour ses projets Soissons de nickel, cuivre, cobalt (Ni-Cu-Co). De nouveaux modèles tectonostratigraphiques ont également fourni de nouveaux renseignements à la société Midland Exploration pour les métaux précieux (projet aurifère Willbob), ainsi qu'à la société Northern Shield Exploration pour les métaux communs. <p>Roches mères d'hydrocarbures</p> <ul style="list-style-type: none"> De récentes analyses de laboratoire indiquent que les roches mères riches en matière organique provenant d'affleurements peuvent être plus matures que ce que les méthodes d'analyse classiques laissaient entendre jusqu'à présent. Cette découverte augmente la prospectivité pétrolière du bassin.

Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM)

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 1 DE LA CGC : LES CONNAISSANCES GÉOLOGIQUES DES TERRES CONTINENTALES ET EXTRACÔTIÈRES DU CANADA



Région

Objectif

Points saillants et réussites

Collaboration avec les communautés

L'un des volets du programme GEM consiste à fournir des connaissances géologiques aux résidents du Nord et à leurs institutions, de même qu'aux administrations provinciales et territoriales qui assument des responsabilités en matière d'aménagement du territoire et de gestion des ressources.

Le programme GEM élargit ses activités visant à faire participer les communautés en reconnaissant la nécessité de mobiliser les gens du Nord et leurs institutions à toutes les étapes des activités de GEM.

Groupe consultatif des gens du Nord

- Le programme GEM a mis sur pied un groupe consultatif des gens du Nord, composé de représentants des gouvernements territoriaux, du secteur privé et des organismes socio-économiques autochtones afin que ceux-ci puissent fournir des conseils quant aux approches qu'on peut mettre en œuvre si l'on veut doter les gens du Nord de connaissances géoscientifiques.
- Jusqu'à présent, le programme GEM a tenu huit réunions annuelles dans tout le Nord pour solliciter de la rétroaction et obtenir des idées de manière à améliorer la transmission de connaissances géoscientifiques aux communautés du Nord.

Engagement auprès des communautés

- Depuis 2013, des chercheurs du programme GEM et des agents chargés de l'engagement auprès des communautés ont visité 65 collectivités nordiques et autochtones et tenu plus de 450 réunions ou événements avec des organismes représentatifs, des associations de chasseurs et de trappeurs et des sociétés communautaires, ainsi que des réunions et autres événements publics.

Échange de résultats de la recherche avec les communautés

- Avec l'achèvement de la recherche menée par le programme GEM, des chercheurs et des agents chargés de l'engagement auprès des communautés ont rendu visite à celles-ci pour présenter les résultats de la recherche, de sorte que les détenteurs des droits sur les terres disposent de l'information pertinente susceptible d'éclairer leurs décisions en matière d'utilisation des terres.
- Grâce au dialogue et à l'échange d'information, les séances de présentation des résultats de la recherche du programme GEM ont contribué à l'établissement de relations positives avec les communautés. Il s'agit d'une responsabilité continue du programme, qui est essentielle si l'on veut que les initiatives géoscientifiques dans le Nord continuent d'être couronnées de succès.

École de terrain en géosciences

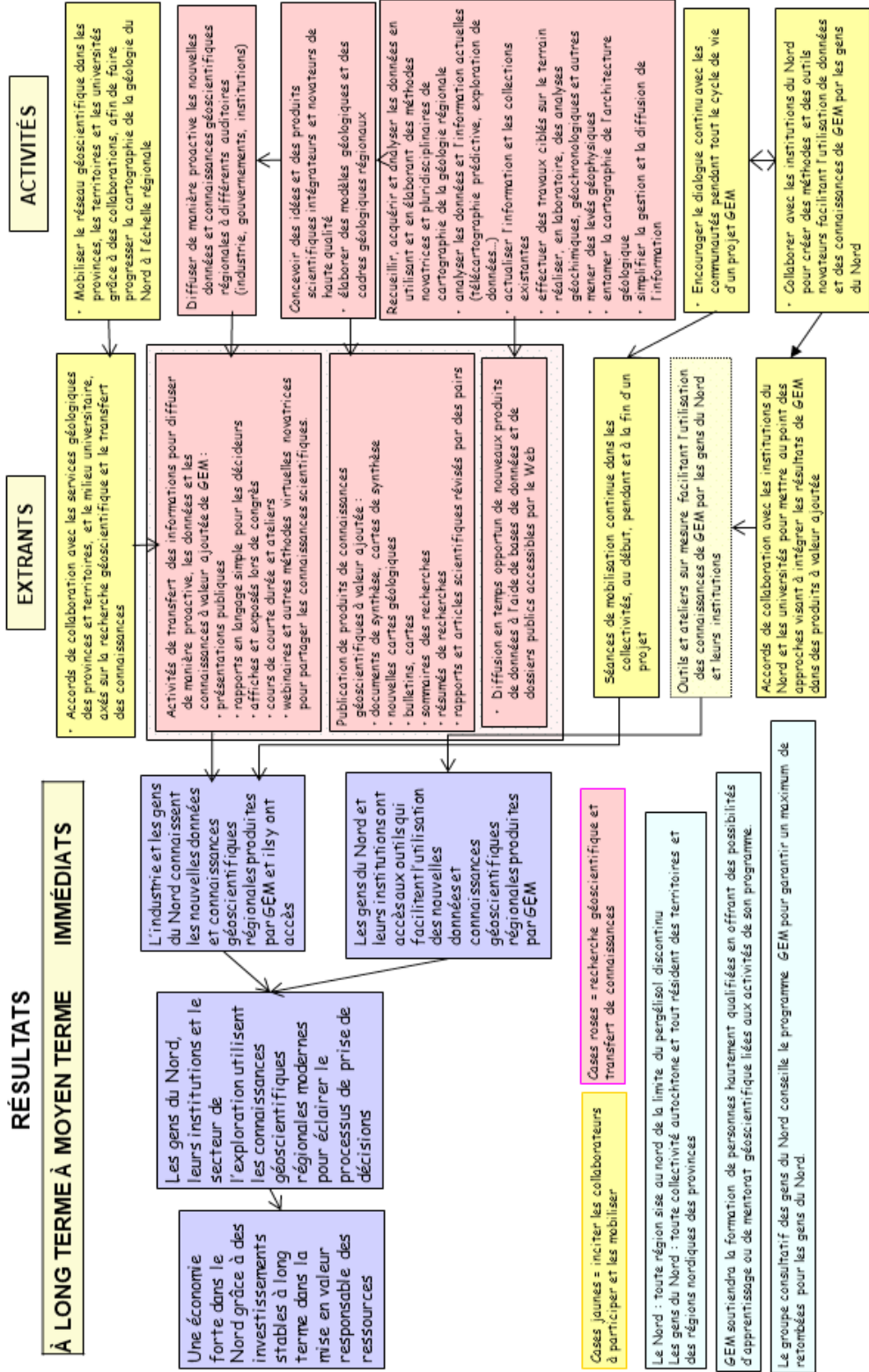
- En 2016, le programme GEM a organisé des stages pratiques en géosciences sur le terrain d'une durée de cinq jours dans la collectivité de Toloyoak, au Nunavut. Plus de 160 membres de la communauté représentant tous les âges y ont participé.
- Les stages offraient une occasion unique pour les résidents d'en apprendre davantage sur les caractéristiques géologiques de leurs terres, et d'acquiescer des connaissances au-delà du savoir local et traditionnel.
- Des leçons de géosciences ont été subdivisées en blocs pour faciliter l'enseignement, couvrant des sujets comme les roches et les minéraux, les anciennes nappes glaciaires, la géophysique, une chasse au trésor avec utilisation de GPS et la cartographie grâce à un logiciel de SIG.

Subventions et contributions

- Collaboration et financement d'organisations régionales par l'entremise de subventions et de contributions afin qu'on puisse intégrer les connaissances géologiques au savoir traditionnel dans le cadre de la création d'outils, comme des cartes, qui aident à clarifier les possibilités de développement minier et énergétique et, ainsi, permettent d'étayer les décisions en matière de mise en valeur des terres et des ressources.
- Depuis 2013, plus de 4 640 000 \$ ont été octroyés.

Géocartographie de l'énergie et des minéraux (GEM)

Enjeu du gouvernement : aider le Nord à réaliser son plein potentiel économique et social en améliorant la cartographie géologique régionale aux fins de l'exploration et de la mise en valeur responsables des ressources

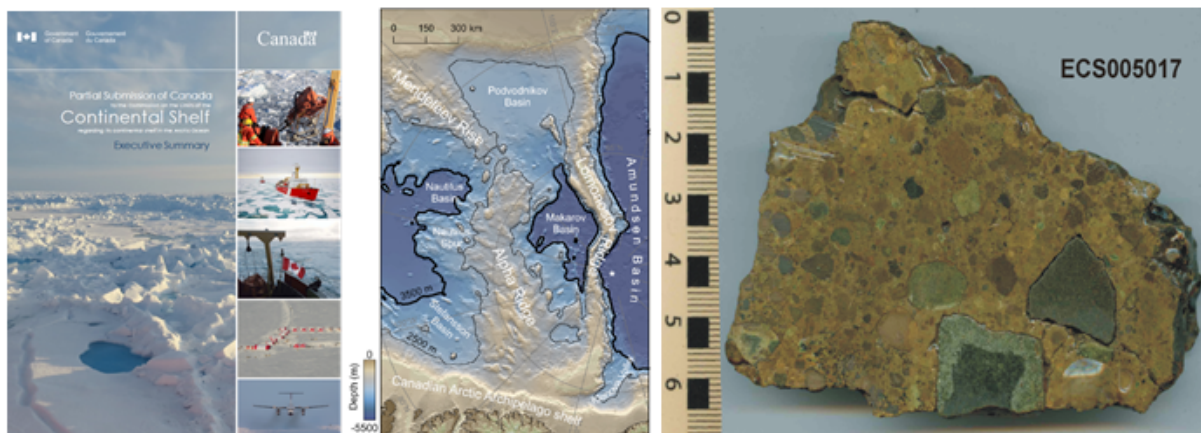


Programme de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS)

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 1 DE LA CGC : LES CONNAISSANCES GÉOLOGIQUES DES TERRES CONTINENTALES ET EXTRACÔTIÈRES DU CANADA

Programme de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS)

Pourquoi? En tant que signataire de la Convention des Nations Unies sur le droit de la mer (UNCLOS), le Canada a l'obligation légale de délimiter son plateau continental à l'aide de données scientifiques.



Projet Histoires de réussites

Demande du Canada concernant l'océan Arctique

- Les limites extérieures du plateau continental du Canada sont définies par 877 coordonnées. Elles délimitent une zone de 1,2 million de kilomètres carrés qui s'étend au-delà de la zone économique exclusive (ZEE) du Canada de 200 milles marins et comprend le pôle Nord géographique.
- La demande du Canada a été présentée aux Nations Unies le 23 mai 2019. Elle compte 2100 pages réparties dans 20 documents présentant les données scientifiques justifiant le droit du Canada au plateau continental. Le résumé a été publié dans les deux langues officielles.

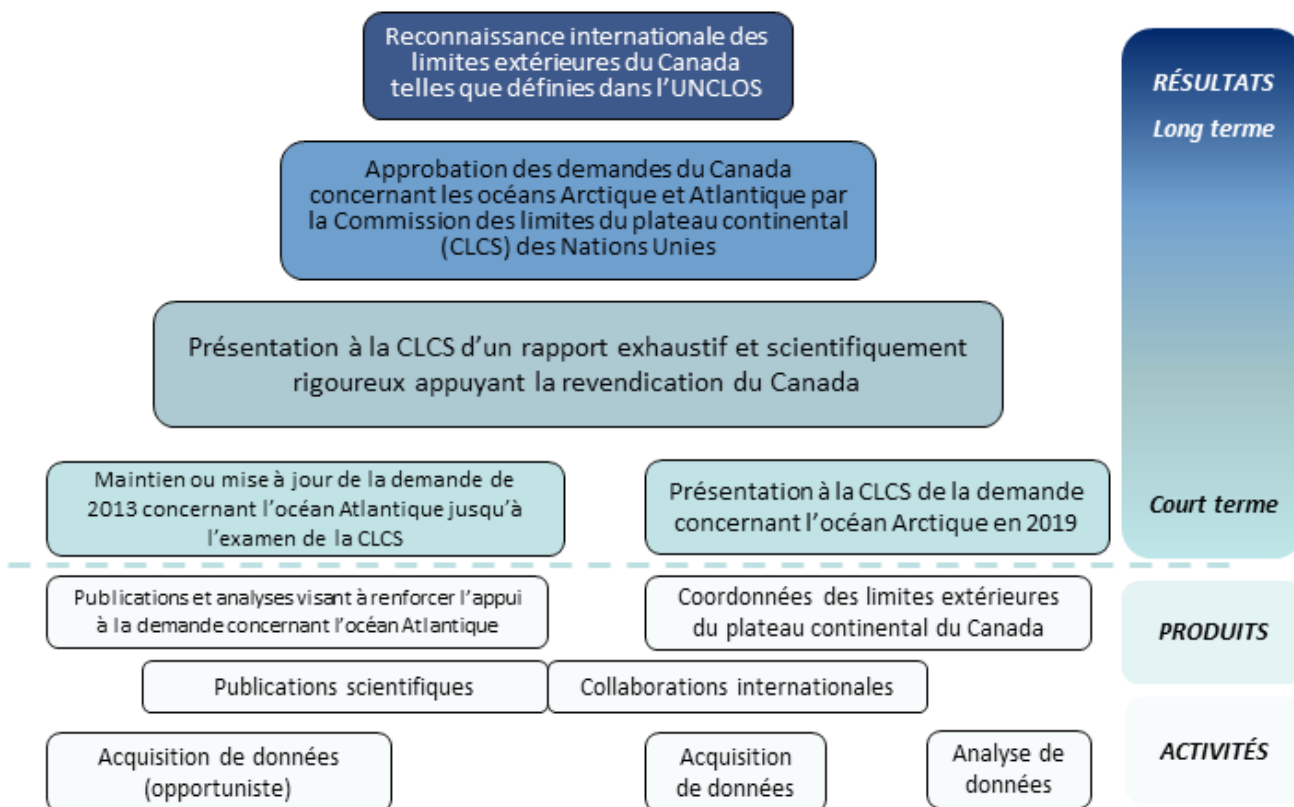
Collecte de données

- Les données bathymétriques et géoscientifiques ont été obtenues dans des conditions difficiles sur le cours de dix ans.
- Collecte de données de sismique-réflexion multicanal sur 18 709 km.
 - Réalisation de 773 enregistrements de données de sismique-réflexion et de sismique-réfraction grand angle.
 - Collecte de données sur 90 000 km à l'aide de sondeurs bathymétriques monofaisceaux et multifaisceaux, de profileurs de fond marin et de gravimètres.
 - Collecte de données par levés aéromagnétiques et aérogravimétriques sur 800 000 km².
 - Collecte de plus de 800 kg de roches draguées à cinq sites et de carottes prélevées par carottier à piston à trois sites.

Résultats scientifiques

- Le plateau du centre de l'Arctique (dorsale Lomonosov, dorsale Alpha et dorsale Mendeleev) est une élévation sous-marine interconnectée aux affinités continentales qui est composée de croûte épaissie (épaisseur de 20 à 30 km). Il présente une continuité géomorphologique et géologique avec la marge et la masse continentales du Canada.
- Le développement de la dorsale Alpha a été façonné en grande partie par des événements liés à un panache dans la Grande province ignée du Haut-Arctique (HALIP), qui peuvent être retracés dans les îles de l'Arctique canadien.
- Du côté nord-américain, le plateau du centre de l'Arctique est morphologiquement continu avec la masse continentale du Canada par-delà l'étroite plate-forme géologique au nord de l'île d'Ellesmere.
- Le Canada considère que tous les éléments de sa marge continentale forment une continuité géologique. Par conséquent, l'application des contraintes de distance et de profondeur énoncées à l'article 76 de l'UNCLOS a servi à délimiter les limites extérieures du plateau continental du Canada.

**PROGRAMME DE LA CONVENTION DES NATIONS UNIES SUR LE DROIT DE LA MER (UNCLOS)
2019-2024**

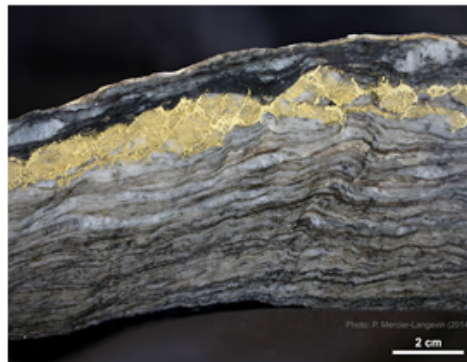


Initiative géoscientifique ciblée

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 2 DE LA CGC : LES GÉOSCIENCES POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Initiative géoscientifique ciblée

Pourquoi? Pour fournir à l'industrie de l'exploration minière de nouveaux modèles de systèmes minéralisateurs et des méthodes novatrices afin d'améliorer l'efficacité des activités d'exploration en profondeur des principaux minéraux à valeur commerciale du Canada, de réduire certains des risques liés à l'exploration minière et de soutenir les collectivités canadiennes qui dépendent de l'exploitation minière.



Projet	Objectifs	Histoires de réussites
Modélisation des systèmes minéralisateurs en profondeur	<p>Mieux comprendre les processus sous-jacents et l'évolution de cinq systèmes minéralisateurs au Canada pour guider l'exploration minière et accroître la durabilité économique des mines actuelles. Ces cinq systèmes minéralisateurs sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Or • Gisements de nickel-cuivre-éléments du groupe du platine (ÉGP) • Systèmes porphyriques • Uranium • Métaux communs encaissés dans des roches volcaniques ou sédimentaires 	<ul style="list-style-type: none"> • L'identification de nouvelles configurations de répartition de l'or (régie par des failles distinctes qui traversent les plis, plutôt que par la configuration des plis eux-mêmes) permet de redéfinir les critères de recherche dans les roches hôtes constituées de formations de fer rubanées. • De nouvelles observations sur le terrain et déterminations d'âge réalisées sur des gisements de shales noirs surenrichis à l'intérieur d'une succession volcanosédimentaire au Yukon ont permis de redéfinir le modèle d'exploration accepté pour ce type de gisement, au Canada et ailleurs dans le monde.
Formation de la nouvelle génération de personnel hautement qualifié	<p>Participer à la formation et au mentorat des étudiants pour accroître le nombre de personnes hautement qualifiées pouvant travailler dans l'industrie minière.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 45 étudiants et 9 stagiaires postdoctoraux ont été formés pour diriger les futures recherches sur les gîtes minéraux au Canada et ailleurs dans le monde. • Les travaux de cartographie structurale et de géochronologie réalisés par des étudiants à la maîtrise et au doctorat ont permis de redéfinir les configurations de répartition de l'or dans les formations de fer rubanées et d'améliorer les critères de recherche utilisés pour trouver de nouveaux gisements.
Élaboration de modèles transférables	<p>Intégrer les connaissances scientifiques à différentes échelles sur les sources et les voies de migration des métaux qui mènent à la formation de gîtes minéraux, de manière à ce que les résultats puissent être appliqués à d'autres endroits et utilisés par l'industrie pour adopter des approches d'exploration novatrices.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Collaboration entre des partenaires multisectoriels pour concevoir un nouveau style de genèse du minerai d'uranium différent du modèle classique applicable ailleurs dans la région de l'Athabasca. • Les nouvelles connaissances géoscientifiques publiques ont permis l'expansion du plus récent district minier aurifère du Canada composé des gisements de Meliadine, de Meadowbank et d'Amaruq dans le district de Kivalliq, au Nunavut.

Modèle logique de l'Initiative géoscientifique ciblée (phase 5)
Les géosciences appliquées depuis la source jusqu'au minerai pour une exploration efficace

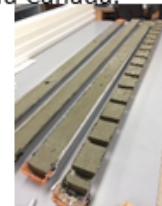
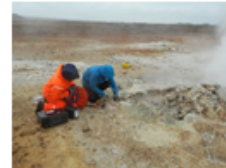
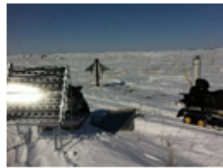
Question	RS 1 de RNCan – Secteurs des ressources naturelles canadiens concurrentiels à l'échelle mondiale AP 1.3 – Investissement dans les secteurs des ressources naturelles		
Résultats finaux	La prospérité économique et les perspectives d'emplois s'améliorent dans les régions canadiennes productrices de minéraux par une découverte et une exploitation accrues des ressources minérales.	La concurrence mondiale de l'industrie canadienne de l'exploration est accrue grâce à la réduction des coûts et des risques associés à la découverte de minéraux.	
Résultats à long terme (2020 et après)	De nouvelles connaissances et méthodes et des nouveaux modèles accroissent la capacité de l'industrie de l'exploration de détecter les gîtes minéraux enfouis.	Les connaissances scientifiques intégrées et à différentes échelles, qui font autorité et qui sont accessibles, couvrant tout le spectre depuis la source jusqu'à la formation de minerai permettent à l'industrie d'innover en matière d'exploration. Un bassin renouvelé de personnes hautement qualifiées possédant des connaissances de pointe est disponible pour occuper des emplois dans l'industrie de l'exploration minérale.	
Résultats intermédiaires (d'ici 2019)	Des approches méthodologiques novatrices pour la détection et la délimitation des gîtes minéraux commencent à être adoptées par l'industrie.	L'industrie de l'exploration commence à appliquer les nouvelles connaissances géoscientifiques publiques afin d'explorer les principaux types de gîtes minéraux au Canada.	
Résultats immédiats (d'ici 2017)	L'industrie de l'exploration minérale peut découvrir des connaissances géoscientifiques publiques récentes et émergentes et des méthodologies à cet égard se rapportant à la découverte de nouvelles ressources minérales.	Des groupes de recherche géoscientifique en collaboration, qui mobilisent des étudiants, sont formés pour tirer profit des connaissances spécialisées et de la capacité pour résoudre efficacement des questions en matière de recherche sur la genèse des systèmes minéralisateurs.	
Extrants	Résultats des essais de validation de principe de la méthodologie - Résultats accessibles au public des essais sur le terrain des méthodologies novatrices ciblant les marqueurs des processus minéralisateurs. - Indicateurs géochimiques, géophysiques et minéralogiques novateur ciblant les environnements minéralisés enfouis	Produits ouverts de connaissances géoscientifiques publiques - Publications scientifiques à diffusion accélérée qui permettent l'accès aux ensembles de données et aux interprétations préliminaires se rapportant à l'exploration minérale. - Nouvelles synthèses faisant autorité des connaissances de pointe des systèmes minéralisateurs du Canada qui revêtent une importance économique. - Présentations dans le cadre d'atelier, de cours brefs et sur le terrain et de séminaires, ainsi que dans des publications en ligne, ciblant les besoins des intervenants	Thèses universitaires, projets, rapports et bases de données au sujet des questions géoscientifiques liées aux gîtes minéraux.
Activités	Mettre au point des méthodologies visant les marqueurs mesurables des processus liés aux systèmes minéralisateurs (méthodologies nouvelles et améliorées) - Améliorer et mettre au point des méthodologies visant la détection des gîtes minéraux enfouis - Procéder à des essais de validation de principe.	Mener des recherches géoscientifiques publiques sur les processus liés aux systèmes minéralisateurs (nouvelles connaissances géoscientifiques) - Collaborer à des études géoscientifiques avec l'industrie, le milieu universitaire (dont les étudiants) et les services géologiques des provinces et des territoires. - Compiler les données existantes et en recueillir de nouvelles, analyser, interpréter et synthétiser scientifiquement des données pour les transformer en nouvelles connaissances sur les systèmes minéralisateurs - Élaborer de nouveaux modèles géologiques et repérer des marqueurs mesurables de la formation de gîtes minéraux	
	Diffuser les données scientifiques publiques (Géosciences ouvertes) - Mettre au point un cadre national, accéléré et accessible au public pour la découverte de données et de connaissances se rapportant à l'exploration minérale - Produire les plus récentes connaissances scientifiques des systèmes minéralisateurs et de leur genèse et les diffuser à l'industrie - Élaborer et mettre à l'essai de nouvelles approches méthodologiques pour la détection et la délimitation des gîtes minéraux enfouis - Former de nouveaux étudiants hautement qualifiés relativement aux approches novatrices de la géoscience des systèmes minéralisateurs		

Géosciences environnementales

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 2 DE LA CGC : LES GÉOSCIENCES POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

GÉOSCIENCES ENVIRONNEMENTALES

Pourquoi? Afin de distinguer les effets environnementaux associés à la mise en valeur des ressources naturelles de ceux des processus naturels et pour élaborer de nouvelles méthodes géoscientifiques appuyant le développement durable des ressources naturelles du Canada.



Projet	Objectif du projet
Séismicité Induite	<ul style="list-style-type: none"> Déterminer les emplacements et les profondeurs des séismes induits peu profonds associés aux opérations locales de fracturation hydraulique et densifier la couverture sismographique de la Formation de Montney dans le nord-est de la C.-B.
Sables pétrolifères (SOURCES)	<ul style="list-style-type: none"> Cette recherche permettra de définir en détail les processus qui atténuent le panache d'eau de traitement des sables pétrolifères au site de recherche.
Stockage géologique du carbone	<ul style="list-style-type: none"> Les études menées dans le cadre de ce projet se concentrent sur l'élaboration de méthodes de surveillance améliorées et l'obtention d'une meilleure compréhension de la relation entre l'injection de CO₂ et la séismicité induite.
Dépôt de déblais de dragage en mer	<ul style="list-style-type: none"> Contributions de RNCan aux lignes directrices nationales sur les permis d'immersion en mer. Au cours des travaux de terrain, des bouées scientifiques seront déployées et récupérées.
Effets cumulatifs dans les bassins versants de la région de Cobalt	<ul style="list-style-type: none"> Étudier des moyens d'éclaircir l'histoire spatio-temporelle des effets environnementaux cumulatifs dans les bassins versants de la région de Cobalt touchés par près d'un siècle d'activité minière.
Impacts environnementaux de la fonte du pergélisol dans l'Arctique	<ul style="list-style-type: none"> Dégradation du pergélisol - Fournir une caractérisation de base pour élaborer et adapter des méthodes afin d'évaluer et de surveiller les impacts sur le pergélisol. Géochimie des contaminants du pergélisol – Élaborer une base conceptuelle pour comprendre comment les solutés se déplacent dans un paysage pergélisolé, s'agissant là d'une importante lacune dans nos connaissances (contaminants dans l'Arctique).
Effets cumulatifs de la mise en valeur des ressources non conventionnelles	<ul style="list-style-type: none"> Étudier les impacts potentiels de la mise en valeur des hydrocarbures dans une zone de production active.
Recherche géoscientifique sur les déversements pétroliers accidentels	<ul style="list-style-type: none"> Impacts environnementaux du bitume dilué (Dilbit) – Mieux comprendre le comportement et le devenir du bitume dilué rejeté accidentellement dans l'environnement. Études sur les déversements d'hydrocarbures en mer – Établir une base de référence de la variabilité actuelle et passée des propriétés physico-chimiques et des populations microbiennes / microplanctoniques.
Rôle des volcans dans le bilan global du mercure	<ul style="list-style-type: none"> Mesurer les émissions de Hg des événements et des fumerolles autour des volcans islandais et de systèmes géothermiques distincts qui, pris ensemble, pourraient être parmi les plus grands émetteurs de gaz magmatiques dans l'hémisphère Nord.

MODÈLE LOGIQUE DU PROGRAMME GÉOSCIENCES ENVIRONNEMENTALES (2019-2024)

Alignement avec
CMR 2019 de RHCm
Responsabilité essentielle de RHCm:
Science des ressources naturelles et
atténuation des risques

Résultats ministériels et indicateurs
Les Canadiens ont accès à une
recherche de pointe pour prendre des
décisions sur la gestion des ressources
naturelles

Répertoire des programmes
Géosciences pour la valorisation
durable des ressources naturelles

Des géosciences novatrices pour l'intendance environnementale du Canada

Réglementation et surveillance
environnementales plus efficaces / efficaces

Les décideurs (responsables des politiques, promoteurs de projets)
ont une meilleure compréhension des impacts des projets afin
d'assurer une mise en valeur plus durable des ressources naturelles

Les secteurs public et privé sont conscients des
dernières avancées de la recherche en géosciences
environnementales

Meilleure capacité pour les promoteurs de projets à
réaliser les évaluations environnementales et pour le
secteur public à les examiner

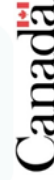
Connaissances géoscientifiques
(publications scientifiques, bases de données...)

RÉSULTATS
Long terme

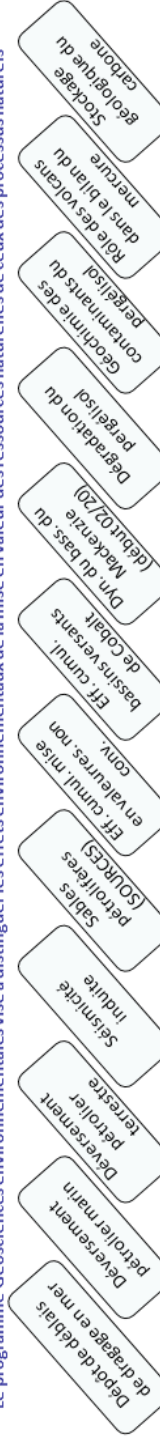
Court terme

EXTRANTS

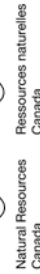
ACTIVITÉS
2019-2020



Le programme Géosciences environnementales vise à distinguer les effets environnementaux de la mise en valeur des ressources naturelles de ceux des processus naturels

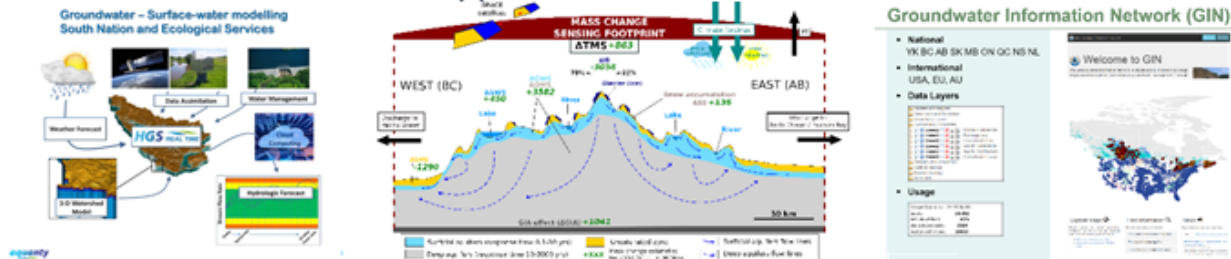


4 novembre 2019



PRIORITÉ STRATÉGIQUE 2 DE LA CGC : LES GÉOSCIENCES POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE
GÉOSCIENCES DES EAUX SOUTERRAINES

POURQUOI? Pour mieux comprendre la distribution, la quantité, la dynamique de l'écoulement de l'eau souterraine et les impacts possibles sur le développement durable du Canada



Projet	Objectif du projet
Aquifères archétypaux du Canada	<ul style="list-style-type: none"> Classification des aquifères : élaboration d'une nomenclature des systèmes aquifères en milieu glaciaire. Études de cas : intégration de la littérature et compilation des données pour appuyer la description des aquifères archétypaux. Élaboration de méthodes : géophysique profonde et de surface, traitement de signal sismique et apprentissage automatique. Modélisation : modélisation numérique basée sur la physique de l'eau souterraine à l'échelle du bassin versant et à l'échelle régionale. Collaboration : intégration avec les universités, les ministères fédéraux (AAC) et provinciaux.
Réseau d'information sur les eaux souterraines (RIES)	<ul style="list-style-type: none"> Portail Web national et base de données sur les eaux souterraines (RIES) Réseau d'information sur le pergélisol (RIP), incluant un portail Web et une base de données. Élaboration d'un tableau de bord dynamique pour tous les aquifères dans le RIES en collaboration avec la Colombie-Britannique. Maintien et amélioration des normes de données géoscientifiques appropriées. Prototype d'une infrastructure de données liées pour les données sur l'eau des É.-U. et du Canada.
Modélisation et caractérisation des ressources en eau	<ul style="list-style-type: none"> Élaboration d'une plate-forme soutenant les attributions eau de surface / eau souterraine dans l'évaluation des ressources en eau et la formulation de prévisions quant à leur évolution en fonction des changements climatiques et des stress anthropiques. Élaboration d'approches de caractérisation hydrogéologique incluant l'apprentissage automatique pour convertir les données géophysiques en propriétés hydrauliques et essais hydrauliques haute résolution pour les aquifères complexes. Quantification de la variation des apports d'eau de fonte des glaciers dans le système hydrologique, et évaluation des impacts associés sur les différents compartiments de stockage de l'eau (Rocheuses canadiennes).
Évaluation des aquifères de la région de Fox Creek (AB)	<ul style="list-style-type: none"> Étude des impacts potentiels de la mise en valeur des hydrocarbures non conventionnels sur les aquifères dans les zones de production active. Caractérisation d'aquifères non salins. Réalisation d'une étude sur les niveaux de référence géochimiques de l'eau souterraine. Élaboration d'un modèle couplé eau de surface / eau souterraine. Analyse de l'influence des événements de sismicité induite sur les aquifères superficiels.

PROGRAMME GÉOSCIENCES DES EAUX SOUTERRAINES

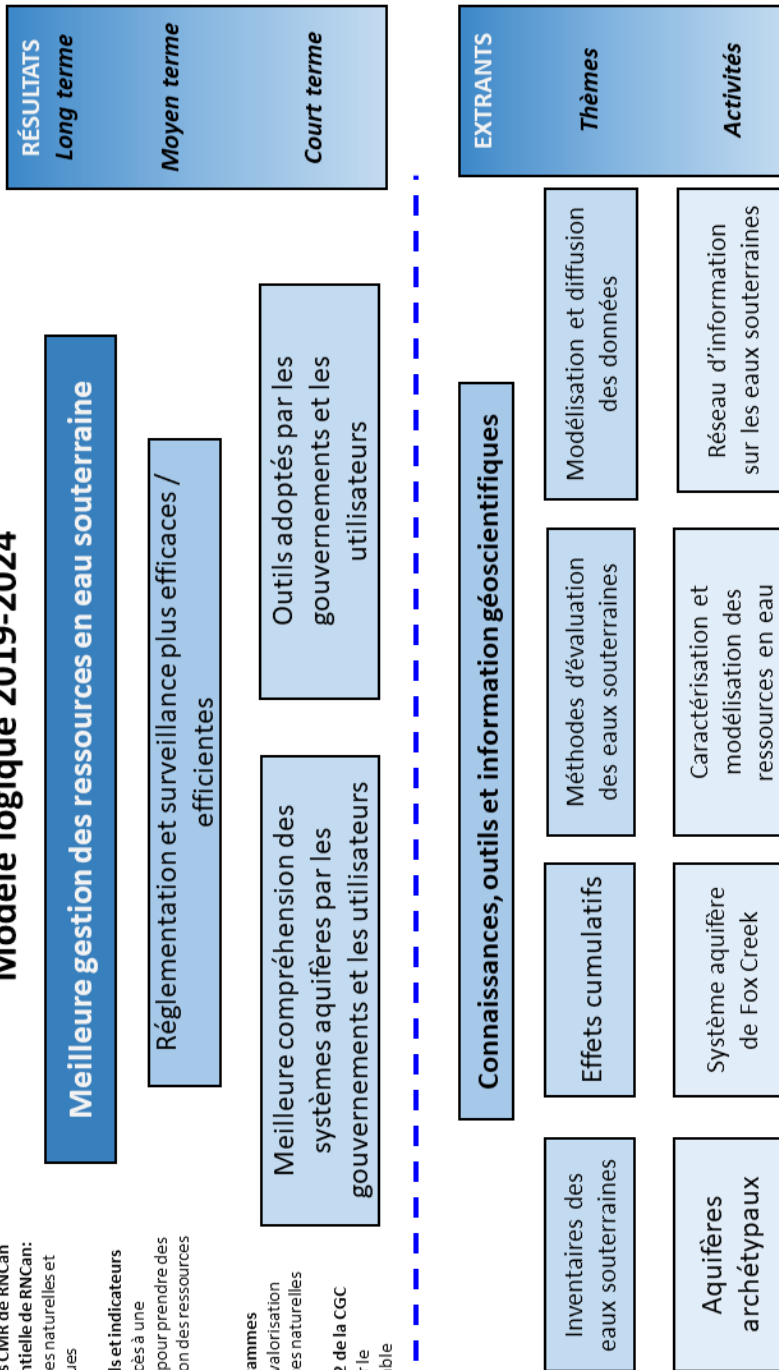
Modèle logique 2019-2024

Alignement avec les CMR de RNCan
Responsabilité essentielle de RNCan:
 Science des ressources naturelles et atténuation des risques

Résultats ministériels et indicateurs
 Les Canadiens ont accès à une recherche de pointe pour prendre des décisions sur la gestion des ressources naturelles

Répertoire des programmes
 Géosciences pour la valorisation durable des ressources naturelles

Priorité stratégique 2 de la CGC
 Les géosciences pour le développement durable



Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 2 DE LA CGC : LES GÉOSCIENCES POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

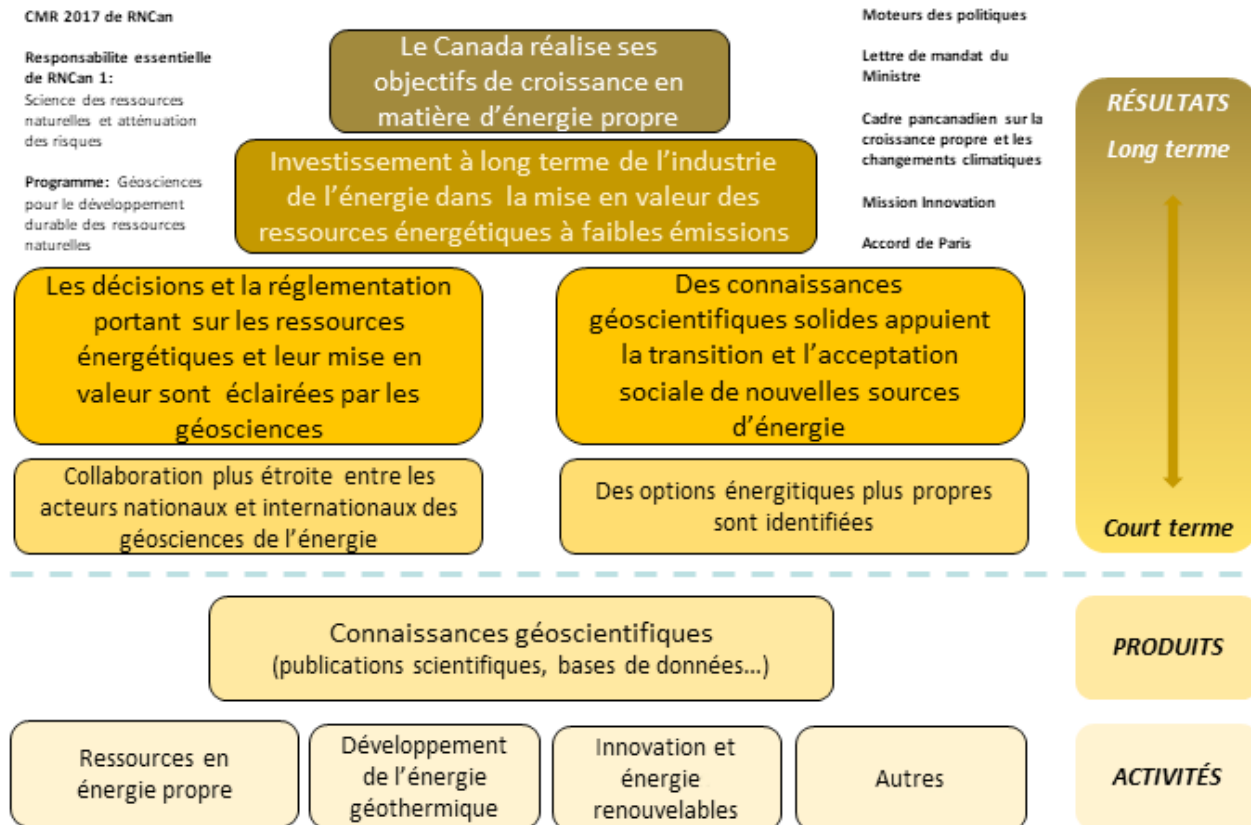
Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie

Pourquoi? Pour soutenir les stratégies qui visent à favoriser notre transition vers une économie sobre en carbone en mettant en œuvre des activités de recherche et développement (R-D) en matière d'énergie propre et en faisant la promotion des ressources énergétiques à faibles émissions ou non émettrices. Cette initiative sera notamment mise en œuvre grâce aux avancées réalisées dans la compréhension fondamentale du sous-sol des masses continentales du Canada.



Projet	Objectif du projet	Histoires de réussites
Énergie géothermique	Soutenir les objectifs du gouvernement qui consistent à réduire les émissions de CO ₂ en adoptant des ressources énergétiques non émettrices grâce à l'évaluation des ressources géothermiques régionales.	<ul style="list-style-type: none"> Exécution réussie des activités sur le terrain, y compris 33 personnes et 375 jours-personnes (33 % de femmes, 18 % de minorités visibles). Collecte de nouvelles données (MT, gravité, sismique passive, DAS, substratum rocheux et fractures). Des données sur la température de fond de puits pour le projet des basses terres du Saint-Laurent ont été fournies par des collaborateurs de l'industrie.
Ressources en énergie propre	Enrichir les connaissances géoscientifiques fondamentales du sous-sol des masses continentales du Canada en vue d'améliorer notre rendement environnemental pendant la mise en valeur et la production de pétrole de réservoir peu perméable et de gaz non conventionnel. Cette initiative permettra de soutenir les mesures favorisant le passage à une économie sobre en carbone.	<ul style="list-style-type: none"> Mise en œuvre réussie des travaux sur le terrain dans la région de Fort Nelson, en collaboration avec l'Université de Liverpool. Des chercheurs de l'Université Stanford souhaitent également vivement collaborer avec la CGC dans le cadre de cette activité. Les chercheurs de la CGC ont été invités à participer à un atelier financé par le Korean Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), en Corée, où ils ont exploré les recherches sur le bassin de Liard et les possibilités de collaboration entre la CGC et le KIGAM. Les résultats préliminaires sur les sources de H₂S ont été soumis aux fins de publication et sont en cours d'examen. Huit collaborateurs de l'industrie collaborent actuellement avec des chercheurs de la CGC dans le cadre du projet relatif au H₂S; deux autres personnes ont également manifesté leur intérêt.
Innovation et énergie renouvelable	Regrouper les recherches géoscientifiques sur l'énergie renouvelable et à faibles émissions de carbone qui font appel à des méthodes de laboratoire nouvelles et novatrices et qui permettent l'intégration et l'application de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique dans les activités de R-D géoscientifiques canadiennes.	<ul style="list-style-type: none"> Collaboration avec l'industrie (Husky Energy) et deux universités (Université de Calgary et China University of Petroleum (CUP)) Collaboration avec trois laboratoires du US Department of Energy Possibilités de collaboration avec les services géologiques de l'Alberta (AGS) et de la Saskatchewan (SGS) dans le cadre de recherches sur la nanoporosité : Duvernay/Montney (AGS); Bakken (SGS). Établissement de relations en vue de concevoir des méthodes de laboratoire avec la CUP, l'Université de l'Utah, l'Université Western Cap (Afrique du Sud), CanmetÉNERGIE – Devon et CanmetMATÉRIAUX – Calgary.

Géosciences pour les nouvelles sources d'énergie (2018-2023)

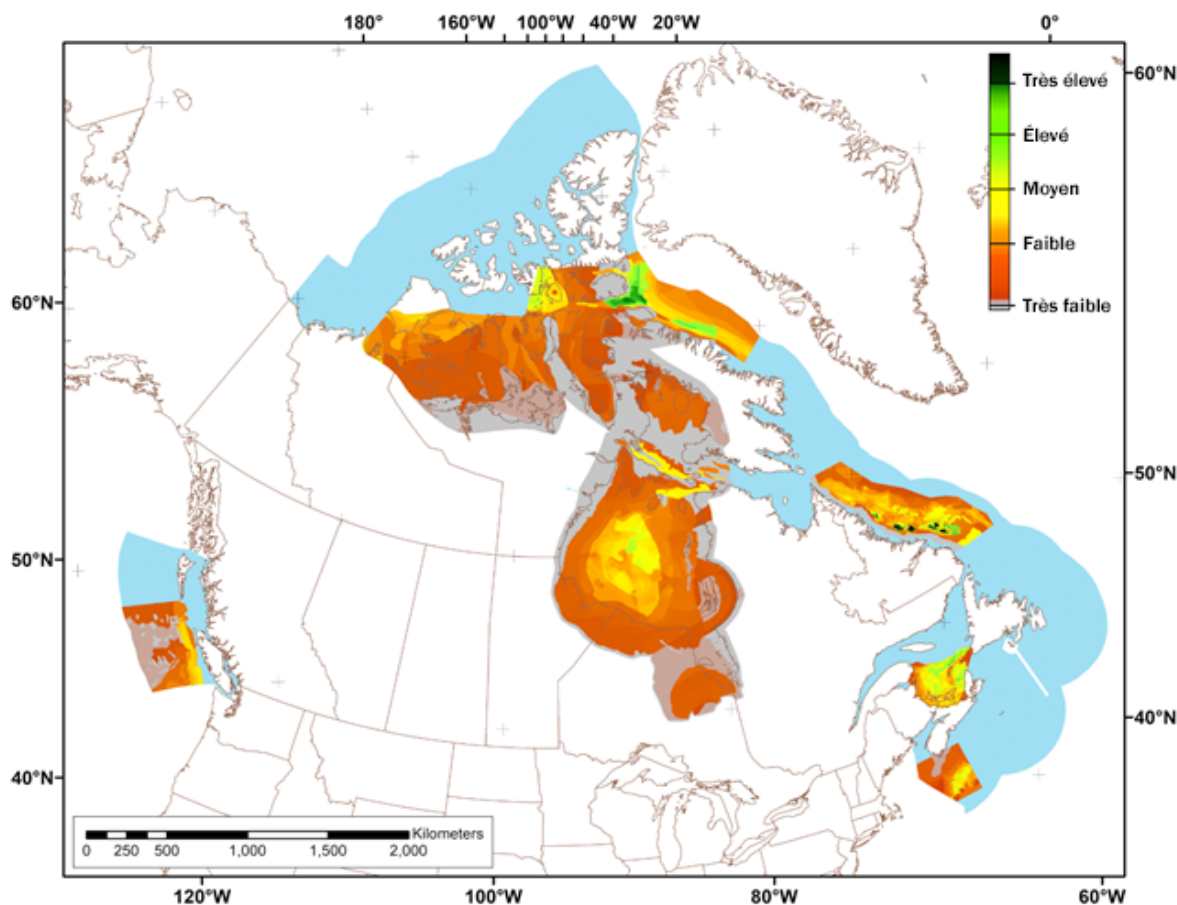


Objectifs de conservation marine

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 2 DE LA CGC : LES GÉOSCIENCES POUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Objectifs de conservation marine

Pourquoi? Pour fournir des estimations du potentiel en ressources pétrolières extracôtières afin d'étayer les décisions liées à l'objectif du Canada consistant à protéger 10 % de ses zones extracôtières d'ici 2020.



Carte montrant la probabilité de la présence de ressources pétrolières et gazières non découvertes. Résultats du programme Objectifs de conservation marine en date de mars 2020

Projet

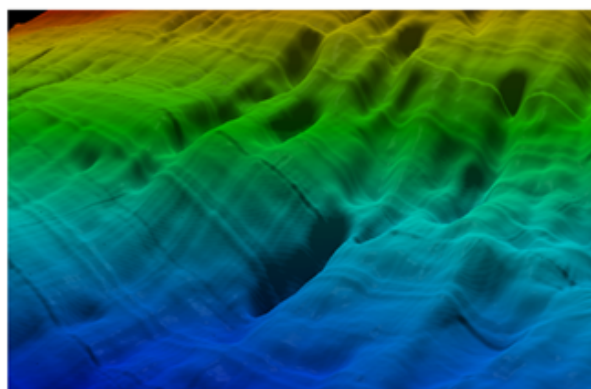
Histoires de réussites

Objectifs de conservation marine

- Cartographie novatrice de zones affichant un potentiel en hydrocarbures élevé, moyen ou faible afin de soutenir la prise de décisions du gouvernement du Canada.
- Élaboration d'outils, de cartes et de rapports destinés aux décideurs possédant divers niveaux de connaissances géoscientifiques, y compris de nouvelles cartes de chaleur qui présentent le potentiel global en hydrocarbures d'une région.
- Évaluations de régions plus larges, ce qui permettra de fournir un contexte et des options ainsi que d'accroître la valeur des travaux de la CGC.
- Diffusion de dossiers publics de la CGC relatifs aux travaux réalisés dans le cadre du programme Objectifs de conservation marine pour garantir l'accessibilité et la transparence des produits de la CGC à des fins de prise de décisions.

Géosciences marines pour la planification spatiale marine

Pourquoi? Dans le but d'élaborer de nouvelles cartes et analyses de la géologie du plancher océanique et des processus actifs sur les fonds marins pour orienter la planification de l'espace marin fondée sur des données probantes et l'évaluation environnementale régionale.



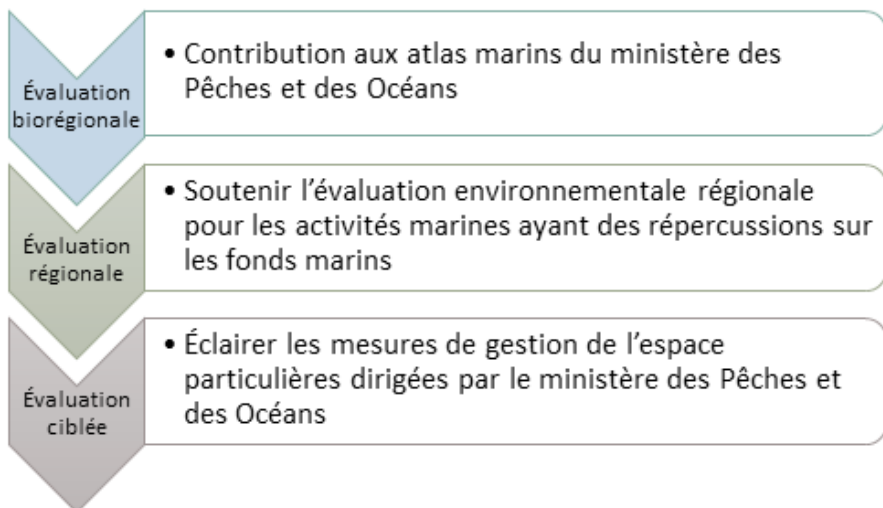
Objectifs du projet

Géosciences marines
pour la planification
spatiale marine

Pour intégrer les géosciences marines aux évaluations régionales des conditions environnementales afin que les parties prenantes puissent planifier et approuver les projets en comprenant parfaitement l'adéquation de l'emplacement et les effets cumulatifs éventuels, surtout en ce qui concerne ce qui suit :

- (1) Qu'est-ce qui se trouve dans les fonds marins?
p. ex. substratum rocheux, sable, sédiments
- (2) Quels sont les processus géologiques ayant une incidence sur les fonds marins?
p. ex. transport de sédiments, érosion sédimentaire, accumulation de sédiments
- (3) Les fonds marins sont-ils uniques, sensibles ou instables?

Cartographie des fonds marins à trois échelles



Service d'évaluation des impacts

Pourquoi?

Pour soutenir la planification de l'utilisation des terres et la mise en valeur des ressources respectueuse de l'environnement, tant sur terre que dans nos eaux côtières et extracôtières. La CGC est l'organisme responsable de l'évaluation des questions géoscientifiques dans les études d'impact environnemental (EIE).

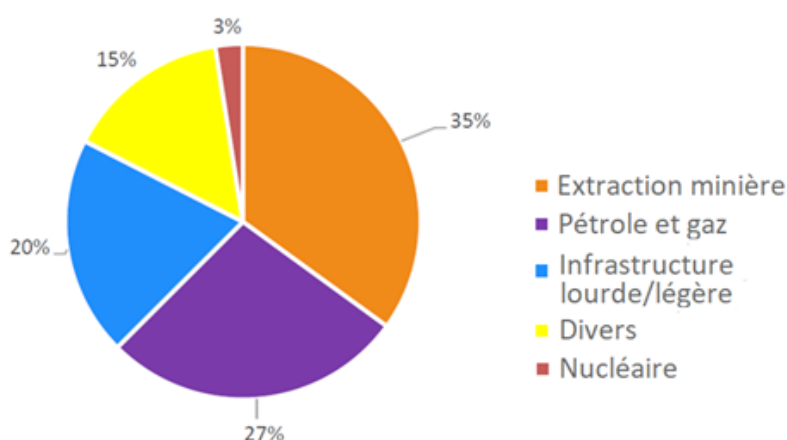
Projet Histoires de réussites

Examens de EI

Prestation opportune de l'expertise géoscientifique pour 40 projets d'évaluation d'impact (EI), y compris :

- Terminal 2 à Roberts Bank (C.-B.) – Audiences terminées en mai 2019. La CGC a donné une présentation sur les enjeux liés à la sismicité et à la hausse du niveau de la mer à Vancouver en mai 2019.
- Pôle logistique de Milton (Ont.) – À la demande du comité, une présentation sur les eaux souterraines a été donnée en juin 2019.
- Les recommandations de la CGC liées aux aléas géologiques ont été prises en compte dans les évaluations environnementales stratégiques (EES) de la Commission du Nunavut chargée de l'examen des répercussions (CNCER) (juillet 2019, volumes 1 à 3, mise en valeur pétrolière et gazière).
- Projet de mine de sables pétrolifères Frontier proposé par Tech Resources Limited (Alberta) – Les commentaires sur les eaux souterraines ont éclairé les engagements du promoteur.

Type de projets



Géosciences pour la sécurité publique

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 3 DE LA CGC : LES GÉOSCIENCES POUR ASSURER LA SÉCURITÉ DU CANADA

Géosciences pour la sécurité publique

Pourquoi? Pour comprendre les aléas géologiques et les risques qui leur sont associés en ce qui a trait aux séismes, aux tsunamis, à la météorologie spatiale, aux volcans, aux glissements de terrain terrestres et sous-marins et aux aléas géologiques en milieu marin, et pour collaborer avec les parties prenantes en vue de procéder à un développement sûr, à la planification de l'utilisation des terres, à la mise en œuvre d'efforts de conservation et à l'élaboration de règlements.



Projet	Objectif du projet	Histoires de réussites
Aléas sismiques	Pour comprendre les aléas associés aux séismes et aux volcans en vue d'éclairer les normes et les codes nationaux, les évaluations des risques, la gestion des urgences, la planification des mesures d'atténuation et la conception de systèmes d'alerte précoce.	<ul style="list-style-type: none"> La recherche sur les séismes contribue au modèle national d'aléa sismique qui influence les dispositions sismiques du Code national du bâtiment du Canada (et d'autres normes et codes nationaux). Élaboration de modèles de rupture tsunamigénique à partir des séismes pour soutenir la modélisation des répercussions et des conséquences potentielles. La première carte de sensibilité aux chutes de cendres volcaniques pour le Canada a été publiée sous forme de dossier public de la CGC.
Glissements de terrain et aléas géologiques en milieu marin	Pour évaluer la fréquence des glissements sous-marins et des courants de turbidité, les conditions extracôtières dans l'Arctique et le potentiel tsunamigénique pour protéger la population, l'infrastructure et les ressources naturelles. Pour comprendre et surveiller les glissements de terrain dans des zones comportant des infrastructures clés.	<ul style="list-style-type: none"> Publication d'une série de cartes de la géologie des formations superficielles incorporant un inventaire des glissements de terrain et des évaluations de la stabilité des pentes dans une région clé pour l'aménagement d'une infrastructure pétrolière et gazière en C.-B. Recours à des techniques de surveillance des glissements de terrain novatrices sur des sites d'essai clés pour soutenir les vastes efforts visant à mettre en œuvre des technologies relatives à la prise de décisions par les opérateurs ferroviaires.
Aléas spatio-météorologiques	Pour améliorer les activités de surveillance et de prévision des tempêtes géomagnétiques et d'autres événements de météorologie spatiale.	<ul style="list-style-type: none"> RNCan a été choisi comme prestataire de services de météorologie spatiale dans le cadre d'activités aéronautiques à l'échelle internationale. Établissement d'une relation entre l'activité géomagnétique et les scintillations du système mondial de navigation par satellites (GNSS) qui est utilisée pour formuler des prévisions relatives aux effets de la météorologie spatiale sur le GNSS.
Évaluation des risques à l'échelle nationale	Pour concevoir des outils novateurs d'évaluation des risques associés à divers aléas, des lignes directrices et des mesures de soutien pour permettre au Canada de réduire les risques de façon stratégique et de respecter les cibles du Cadre d'action de Sendai en vertu de la Stratégie internationale de prévention des catastrophes des Nations Unies.	<ul style="list-style-type: none"> Collaboration avec des partenaires et des parties prenantes pour élaborer des approches visant à comprendre et à atténuer les risques liés aux séismes, aux tsunamis, aux changements climatiques et aux ondes de tempête. Élaboration d'une application Web novatrice pour procéder à l'évaluation rapide des risques associés aux aléas sismiques (ER2). Évaluation des risques sismiques du Canada à l'aide du logiciel OpenQuake à l'appui de la planification de l'atténuation des risques de catastrophe à l'échelle du Canada.

MODÈLE LOGIQUE DU PROGRAMME GÉOSCIENCES POUR LA SÉCURITÉ PUBLIQUE (2019-2024)

Responsabilité essentielle du *Plan ministériel*

2019-20 de RNCan :

Science des ressources naturelles et atténuation des risques

Priorités stratégiques :

Protection des Canadiens contre les effets des catastrophes d'origine humaine et naturelle;
Renforcement des relations et avancement de la réconciliation avec les peuples autochtones;
Mécanismes assurant que nos décisions et les mesures que nous prenons reposent sur des données scientifiques solides et transparentes.

Programme :

Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada

Priorité du *Plan stratégique 2018-2023* de la

CGC : Les géosciences pour assurer la sécurité du Canada

Résilience accrue du Canada par rapport aux aléas naturels.

Les différents ordres de gouvernement et les collectivités autochtones prennent des décisions fondées sur des données probantes en vue de réduire les risques.

Les décideurs des différents ordres de gouvernement et de l'industrie (responsables des politiques, promoteurs de projets, gestionnaires des urgences, planificateurs communautaires, propriétaires de services publics, etc.) possèdent les preuves scientifiques et les outils quantitatifs leur permettant d'évaluer les risques associés aux aléas géologiques.

RÉSULTATS
Long terme

Court terme

Outils et produits de connaissances géoscientifiques
(modèles à source ouverte, données, publications scientifiques, méthodes, pratiques exemplaires, lignes directrices, ...)

EXTRANTS

Élaboration et intégration d'outils et de méthodes pour l'évaluation des risques

ACTIVITÉS EN
2019-2024

Recherche et élaboration de techniques de surveillance liées à l'aléa glissement de terrain

Recherche sur les aléas sismiques et volcaniques

Recherche sur l'aléa tsunami et autres aléas géologiques en milieu marin

Recherche sur les aléas et les risques liés à la météorologie spatiale

Géosciences des changements climatiques

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 3 DE LA CGC : LES GÉOSCIENCES POUR ASSURER LA SÉCURITÉ DU CANADA Géosciences des changements climatiques

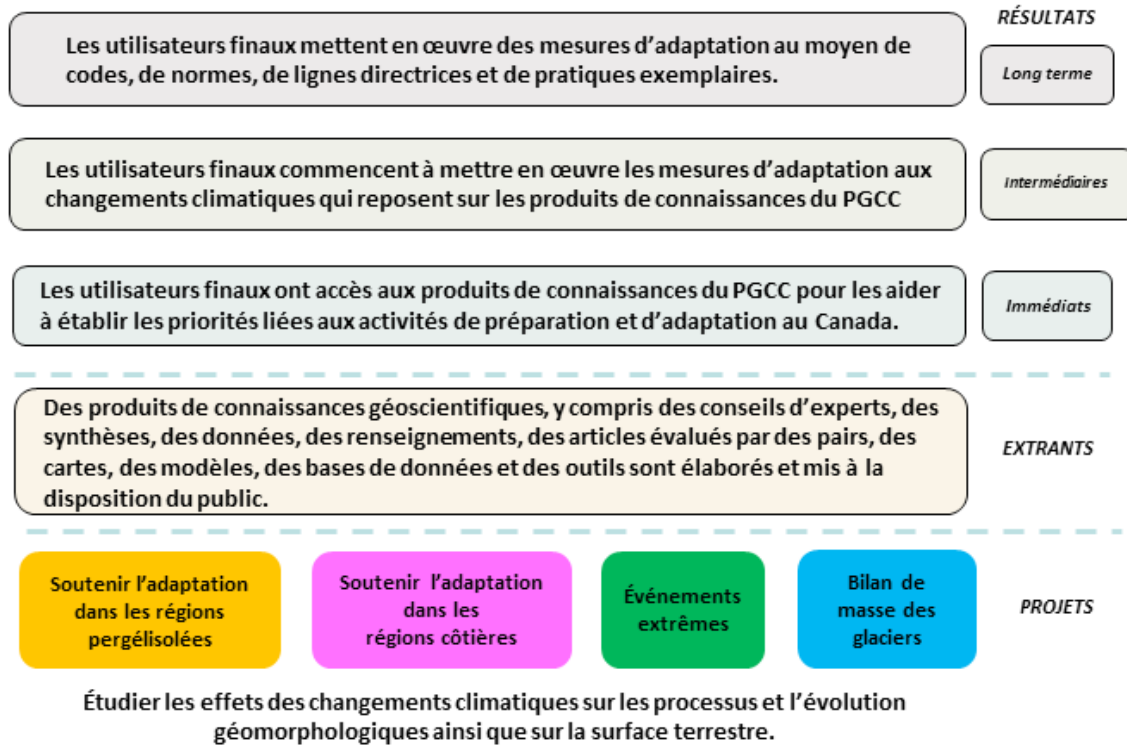
POURQUOI? Pour mieux comprendre les répercussions géologiques des changements climatiques au Canada afin de planifier l'utilisation des terres, l'élaboration de la réglementation fédérale et d'aider les collectivités à risque à s'adapter.



Projet	Objectif	Histoires de réussites
Soutenir l'adaptation dans les régions pergélissolées	Améliorer la compréhension des interactions entre le pergélisol, le climat et l'infrastructure afin d'éclairer l'élaboration des stratégies d'adaptation aux changements climatiques pour les principales voies de transport existantes et proposées dans les environnements arctique et subarctique.	<ul style="list-style-type: none"> Élaboration du Réseau d'information sur le pergélisol pour veiller à ce que les parties prenantes aient accès aux données sur le pergélisol aux fins de planification de l'infrastructure et de l'adaptation. Nouvelle approche élaborée pour améliorer la carte du pergélisol à l'échelle nationale et fournir de meilleurs renseignements sur l'état de la glace de sol aux fins de planification de l'infrastructure et d'adaptation aux changements climatiques. Protocoles pour cartographier les caractéristiques des paysages à pergélisol le long des principaux couloirs de transport du Nord afin d'éclairer les décisions relatives à l'adaptation.
Soutenir l'adaptation dans les régions côtières	Mieux comprendre la sensibilité des régions côtières canadiennes aux changements climatiques afin d'élaborer des stratégies d'adaptation efficaces pour l'infrastructure et les collectivités côtières existantes et proposées.	<ul style="list-style-type: none"> CanCoast, une base de données nationale lancée en 2019, permet d'analyser la sensibilité côtière de façon novatrice. Surveillance côtière à Tuktoyatuk, dans les T. N.-O., et les régions avoisinantes afin de faciliter la prise de décisions locale liée aux répercussions de l'évolution des côtes. Élaboration de projections nationales relatives au niveau de la mer conformément à un modèle national actualisé du soulèvement de la croûte terrestre.
Événements extrêmes	Améliorer la prévision des crues dans les basses terres de la baie d'Hudson afin d'alerter rapidement les collectivités autochtones en cas d'inondation et tenir un registre hydroclimatique à long terme pour améliorer la gestion de l'eau destinée à produire de l'électricité.	<ul style="list-style-type: none"> Documenter le débit fluvial antérieur dans l'est du Labrador pour en faire profiter l'industrie de l'hydroélectricité canadienne, mieux comprendre l'évolution des régimes hydrauliques et prévoir les effets possibles des changements climatiques. Élaboration d'un système hyperspectral à base de drones pour valider la couverture terrestre et améliorer les connaissances sur l'évolution de la surface terrestre et son influence sur l'emmagasinement des eaux.
Bilan de masse des glaciers	Quantifier les taux et évaluer la relation de cause à effet entre les glaciers et les changements climatiques dans les environnements arctique et alpin du Canada.	<ul style="list-style-type: none"> Élaboration d'un modèle de bilan de masse des glaciers pour les Rocheuses canadiennes et la partie sud des chaînons intérieurs du Canada pour soutenir les études sur la disponibilité de l'eau à l'échelle décennale dans l'Ouest canadien. L'observation systématique de l'évolution des glaciers a permis de révéler que les glaciers viennent au troisième rang des facteurs contribuant le plus à l'élévation du niveau de la mer dans l'hémisphère Nord.

Contributions importantes à l'évaluation nationale des changements climatiques : Le *Rapport 2019 sur le climat changeant du Canada* d'ECCC, qui explique comment et pourquoi le climat du Canada change, et *Rapport spécial sur les océans et la cryosphère dans le contexte du changement climatique* du GIEC.

**PROGRAMME GÉOSCIENCES DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (PGCC)
MODÈLE LOGIQUE (2016-2011)**

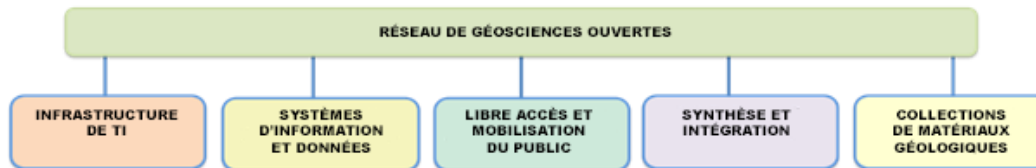


Réseau de géosciences ouvertes

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 4 DE LA CGC: LES GÉOSCIENCES POUR LA SOCIÉTÉ

Réseau de géosciences ouvertes

Pourquoi? Pour veiller à ce que les données et les renseignements géoscientifiques fédéraux soient accessibles et réutilisables.



Objectifs :

- Faciliter la préservation des connaissances organisationnelles en garantissant l'accès aux applications et aux bases de données.
- Améliorer les activités de soutien à la recherche en facilitant la coordination des services de GI/TI.
- Accroître l'efficacité de la recherche en favorisant la collaboration et la transmission des connaissances.
- Harmoniser la recherche et la transmission des connaissances avec les priorités du gouvernement.
- Agir comme principal point de contact en matière de sciences ouvertes pour la CGC.

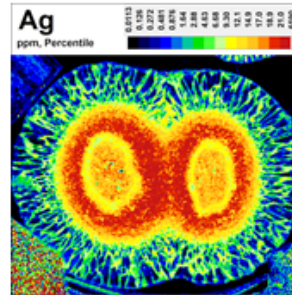
Infrastructure de TI	<p>Pour veiller à ce que des systèmes d'information soient en place et mis à jour pour générer, stocker, gérer et diffuser les données, les publications, les collections et les connaissances de la CGC. Cela comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • La planification à court terme et à long terme de l'infrastructure de TI • Le soutien des initiatives ministérielles, comme celle de la transformation numérique
Systèmes d'information et données	<p>Pour veiller à ce que les données géoscientifiques soient gérées tout au long de leur cycle de vie conformément aux normes faisant autorité. Cela comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Outils pour soutenir la collecte, le stockage, l'organisation et la gestion des données ainsi que la compilation des données sur le terrain. • Améliorations apportées aux modèles de données (c.-à-d. formations superficielles, substratum rocheux et milieu marin). • Conception de flux de travail pour les répertoires de données ministérielles faisant autorité.
Libre accès et mobilisation du public	<p>Pour veiller à ce que les Canadiens aient accès à des publications géoscientifiques de grande qualité faisant autorité, en temps opportun et sans frais. Les membres du public connaissent et utilisent les extraits des programmes de la CGC et disposent de mécanismes pour fournir leur avis. Cela comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gestion de toutes les publications scientifiques de la CGC (production et diffusion). • Communications (p. ex. médias sociaux, site Web de la CGC)
Synthèse et intégration	<p>Pour garantir l'amélioration des connaissances sur la géologie du Canada (et l'accès à celles-ci) grâce à l'intégration de divers ensembles de données et à l'utilisation de méthodes nouvelles et novatrices, y compris aux fins de diffusion. Cela comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Élaboration de nouveaux outils de synthèse et d'intégration et de techniques d'analyse (IA et modélisation, y compris des modèles 3D et d'intégration). • Méthodes et plates-formes de diffusion interactives et dynamiques.
Collections de matériaux géologiques	<p>Pour veiller à ce que les collections physiques de la CGC soient adéquatement consignées, conservées et organisées. Veiller à ce que des procédures de gestion du cycle de vie soient en place. Cela comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Échantillons et collections de matériaux géologiques (roches, carottes, till, sable, fossiles) et gestion du cycle de vie.

Réseau de laboratoires scientifiques

PRIORITÉ STRATÉGIQUE 5 DE LA CGC : NOTRE SCIENCE, NOS GENS, NOTRE SCIENCE

Réseau de laboratoires scientifiques

Pourquoi? Pour faire preuve d'un leadership novateur en matière de recherche en laboratoire, afin de procéder à des analyses et à des interprétations à la fine pointe pour tous les programmes de la CGC et pour accroître l'efficacité, la connectivité et l'efficacité dans les laboratoires de la CGC.



Projet Histories de réussites

Innovations/élaboration de méthodes scientifiques en laboratoire

- Des scientifiques œuvrant en laboratoire ont mis au point des techniques d'analyse à l'aide de ColdBlock, une nouvelle technologie géochimique canadienne révolutionnaire qui permet une digestion des solides offrant des résultats plus rapides, plus précis et plus sécuritaires. Elle peut être utilisée dans tous les secteurs de la géochimie et tous les projets de recherche en laboratoire.
- Des scientifiques œuvrant en laboratoire ont conçu un cadre de d'étalonnage de la température pour l'analyse d'isotopes lourds agglomérés par la précipitation de cristaux synthétiques de calcite. Les isotopes lourds agglomérés fournissent de précieux renseignements sur la température des paléosystèmes de fluides et peuvent être utilisés dans un large éventail de recherches géologiques, y compris les études d'analyse de bassin, de la diagenèse, des paléoclimats et des gisements métallifères.
- Des scientifiques œuvrant en laboratoire ont mis au point une méthode permettant de différencier directement les substances organiques associées à l'eau utilisée dans le traitement des sables pétroliers de celles que l'on retrouve naturellement dans les eaux souterraines qui entrent en contact avec la Formation de McMurray bitumineuse. Ces avancées contribuent aux enquêtes environnementales relatives aux contaminants organiques dans la région de sables pétroliers du Canada.
- Des données provenant des laboratoires de géochimie organique ont été prises en compte dans la modélisation thermodynamique de la composition des hydrocarbures dans les roches afin d'intégrer la géochimie au génie chimique/génie des réservoirs dans le but d'accroître l'efficacité de l'extraction des hydrocarbures.
- La microsonde ionique à haute résolution et à haut niveau de sensibilité (SHRIMP) constitue le principal outil utilisé partout dans le monde pour déterminer l'âge de domaines microscopiques de minéraux. En collaboration avec Geoscience Australia, des scientifiques œuvrant en laboratoire ont mis au point et publié une version bêta de SQUID3, une application Java à code source ouvert indépendante qui remplace le logiciel désuet qui permet de traiter les données de la microsonde SHRIMP. La fonctionnalité améliorée garantira la durabilité, l'amélioration future, la fiabilité et la pertinence des données mondiales de la microsonde SHRIMP.

SQUID3 : Logiciel de traitement des données de la microsonde ionique à haute résolution et à haut niveau de sensibilité de prochaine génération



ANNEXE III : Produits de communication des programmes scientifiques 2019- 2020 de la Commission géologique du Canada





Externes ou internes	Type particulier de publication	Nombre
Publications externes	Publications externes évaluées par des pairs publiées	451
Publications internes	Dossiers publics de la CGC publiés	340
	Cartes de la CGC publiées	46
	Autres publications internes de la CGC publiées	73
Autres	Nouvelles bases de données mises en ligne	132
	Webinaires	3
	Interviews	227
	Articles de presse	9
	Gazouillis (tweets)	530
	Présentations données à l'industrie/intervenants (p. ex. lors de portes ouvertes, conférences, ateliers, rencontres)	267
	Présentations données à des associations/communautés/partenaires autochtones	53
	Notes de breffage de nature scientifique présentées à la haute gestion du STM (DG et plus haut)	9
	Présentations données à la haute gestion (DG et plus haut)	26
	Autres (p. ex. vidéos de vulgarisation, rapports sommaires, mises à jour de lignes directrices, réunions de politiques)	23

Les publications de Géosciences ouvertes de la CGC sont accessibles dans GEOSCAN: <https://geoscan.nrcan.gc.ca/geoscan-index.html>.



Contactez-nous

✉ GSC.info.CGC@NRCan.gc.ca
🐦 [@GSC_CGC](https://twitter.com/GSC_CGC)

Bureau du directeur général

Daniel Lebel, Directeur général

✉ daniel.lebel@canada.ca

601, rue Booth
Ottawa ON K1A 0E8

CGC Centre du Canada

Geneviève Marquis, Directrice

✉ genevieve.marquis@canada.ca

601, rue Booth
Ottawa ON K1A 0E8

CGC Pacifique

Sonia Talwar, Directrice

✉ sonia.Talwar@canada.ca

9860 West Saanich Road
Sidney BC V8L 4B2

1500–605 Robson Street
Vancouver BC V6B 5J3

CGC Atlantique

Stephen Locke, Directeur

✉ stephen.locke@canada.ca

1 Challenger Drive
Dartmouth NS B2Y 4A2

CGC Nord du Canada

Linda Richard, Directrice

✉ linda.richard@canada.ca

601, rue Booth
Ottawa ON K1A 0E8

Programme UNCLOS

Mary-Lynn Dickson, Directrice

✉ mary-lynn.dickson@canada.ca

1 Challenger Drive
Dartmouth NS B2Y 4A2

CGC Québec

Andrée Bolduc, Directrice

✉ andree.bolduc@canada.ca

490, rue de la Couronne
Québec QC G1K 9A9

Bureau géoscientifique Canada-Nunavut*

Linda Ham, Géologue en chef

✉ linda.ham@canada.ca

1106 Ikaluktuutiak Drive
Iqaluit NU X0A 0H0

* Le Bureau géoscientifique Canada-Nunavut est un partenariat entre le gouvernement du Nunavut, Ressources naturelles Canada et Affaires autochtones et Développement du Nord Canada. Nunavut Tunngavik Incorporated est membre d'office du bureau.



Canada

