



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

**COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
DOSSIER PUBLIC 9258**

**Géosciences et données pour les minéraux critiques (GDMC) :
liste des sous-activités pour 2024-2025**

B. Trerice, G. Buller, B. Koné et S. Cotroneo

2025

Canada 

**COMMISSION GÉOLOGIQUE DU CANADA
DOSSIER PUBLIC 9258**

**Géosciences et données pour les minéraux critiques (GDMC) :
liste des sous-activités pour 2024-2025**

B. Trerice, G. Buller, B. Koné et S. Cotroneo

2025

© Sa Majesté le Roi du chef du Canada, représenté par le ministre des Ressources naturelles, 2025

Le contenu de cette publication ou de ce produit peut être reproduit en tout ou en partie, et par quelque moyen que ce soit, sous réserve que la reproduction soit effectuée uniquement à des fins personnelles ou publiques mais non commerciales, sans frais ni autre permission, à moins d'avis contraire.

On demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et 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 celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites, sauf avec la permission écrite de RNCAN. Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec RNCAN à

copyright-droitdauteur@nrcan-rncan.gc.ca.

On peut télécharger cette publication gratuitement à partir du Dépôt ouvert des sciences et technologie de RNCAN (<https://ostrnrcan-dostrncan.canada.ca/>).

Notation bibliographique conseillée

Trerice, B., Buller, G., Koné, B. et Cotroneo, S., 2025. Géosciences et données pour les minéraux critiques (GDMC) : liste des sous-activités pour 2024-2025; Commission géologique du Canada, Dossier public 9258, 16 p. <https://doi.org/10.4095/ppyxjgww8q>

Les publications dans cette série ne sont pas révisées, elles sont publiées telles que soumises par les auteurs.

ISSN 2816-7163
ISBN 978-0-660-76597-6
No de catalogue M183-2/9258F-PDF
<https://doi.org/10.4095/ppyxjgww8q>

Table des matières

Contenu

Géosciences et données pour les minéraux critiques	1
Objectifs du programme de l'initiative GDMC.....	1
Description des projets et des activités de l'initiative GDMC (2023-2028)	2
Modèle logique GDMC.....	4
Sous-activités du GDMC (2024 – 2025)	5
Activité 1.1 : Ressources minérales critiques	5
Activité 1.2 : Méthodes d'analyse des minéraux critiques	6
Activité 2.1 : Sources classiques	7
Activité 2.2 : Sources non classiques	10
Activité 3.1 : Intelligence artificielle et apprentissage profond	11
Activité 3.2 : Principes environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG)	15

Géosciences et données pour les minéraux critiques

L'initiative Géosciences et données pour les minéraux critiques (GDMC) de la Commission géologique du Canada s'inscrit dans la stratégie du gouvernement canadien visant à renforcer les chaînes d'approvisionnement en minéraux critiques nécessaires à l'économie verte et numérique. L'initiative se concentrera sur 14 minéraux critiques figurant sur la liste des minéraux critiques du Canada (cobalt, cuivre, germanium, graphite, indium, lithium, nickel, niobium, éléments des terres rares, scandium, tellure, tungstène, vanadium et zinc) qui sont essentiels au développement économique durable, mais sont, dans certains cas, soumis à un approvisionnement national limité et/ou à des perturbations de la chaîne d'approvisionnement à l'échelle mondiale. Ces minéraux sont vitaux pour un vaste éventail d'industries, notamment celles de la technologie, de l'énergie, de la défense et des infrastructures, et sont indispensables à la fabrication d'une vaste gamme de produits, dont les batteries, l'électronique et les matériaux d'infrastructure. Les résultats de l'initiative fourniront des informations de base pour les décisions relatives au développement des ressources et aux investissements, tout en soutenant la croissance des industries canadiennes qui dépendent de ces ressources minérales essentielles.

Objectifs du programme de l'initiative GDMC

Objectif global du programme :

- fournir des données géoscientifiques de calibre mondial dans l'intérêt du bien public afin de réduire les risques pour les décisions d'investissement des secteurs public et privé et d'accroître la compétitivité du Canada dans l'exploitation de ses ressources minérales essentielles.

Objectifs détaillés du programme :

- améliorer les actifs de données et de modélisation des ressources minérales essentielles du Canada afin de délimiter les trajectoires et les chaînes de valeur ESG;
- accroître les avantages économiques pour les communautés nordiques et isolées grâce à l'accès à des données exactes et de pointe appuyant la prise de décisions concernant les projets d'exploration des minéraux critiques et d'infrastructure minière;
- effectuer la caractérisation géoenvironnementale complète des ressources minérales critiques guidée par les principes ESG;
- accroître la sensibilisation des minérallurgistes aux possibilités offertes par les minéraux critiques;
- améliorer la compréhension de la valeur des minéraux critiques dans les déchets miniers en tant que source potentielle de minéraux critiques.

Apprentissages visés par le programme :

- développer et améliorer l'expertise dans les minéraux critiques au Canada afin de réduire la dépendance de l'approvisionnement à l'égard d'autres pays;

- accélérer l'accès aux marchés nationaux et étrangers pour les principaux minéraux critiques canadiens;
- améliorer l'accès aux marchés grâce à des scénarios d'approvisionnement modélisés qui relieront les données sur les ressources minérales critiques et l'exploitation minière à l'analyse du marché afin d'optimiser la réactivité aux changements du marché;
- réduire les risques liés aux décisions d'investissement des secteurs public et privé et accroître la compétitivité du Canada dans le développement de ses ressources minérales critiques en mettant à la disposition du public des connaissances géoscientifiques de calibre international.

Description des projets et des activités de l'initiative GDMC (2023-2028)

SOLUTION 1 : BASE DE CONNAISSANCES SUR LES MINÉRAUX CRITIQUES

Description : Programme complet d'échantillonnage et d'analyse servant à déterminer les teneurs et les associations des minéraux critiques dans les gisements minéraux du Canada et les produits dérivés (minerais, concentrés, minéraux, résidus miniers et déchets). Ces informations clés sont nécessaires pour estimer les ressources minérales critiques, obtenir des informations sur la valeur potentielle et les options d'approvisionnement, fournir des données géoscientifiques pour tracer les minéraux critiques à travers les chaînes d'approvisionnement et réaliser une modélisation économique solide. Toutes les données générées seront librement accessibles au public.

Activités :

Ressources minérales critiques (responsable d'activité : Michael Parsons, CGC-Atlantique)

Description : Programme complet d'échantillonnage et d'analyse servant à déterminer les teneurs et les associations des minéraux critiques dans les gisements minéraux du Canada et les produits dérivés (minerais, concentrés, minéraux, résidus miniers et déchets).

Méthodes d'analyse des minéraux critiques (responsable d'activité : Duane Petts, CGC-Ottawa)

Description : Élaboration d'outils analytiques ou de méthodologies de pointe pour quantifier avec précision les associations et les contenus de minéraux critiques dans les gisements minéraux du Canada et les produits dérivés (minerais, concentrés, minéraux, résidus miniers et déchets).

SOLUTION 2 : ÉTUDES DES SYSTÈMES RELATIFS AUX MINÉRAUX CRITIQUES

Description : Recherche géoscientifique thématique axée sur les sources classiques, ainsi que sur les sources nouvelles, émergentes ou non classiques des 14 minéraux critiques prioritaires. Les données serviront à orienter la modélisation du potentiel minéral et seront prises en compte dans l'évaluation environnementale et les informations ESG (voir la solution 3). Cette recherche est nécessaire à la compréhension complète du potentiel des ressources minérales critiques dans l'ensemble du Canada afin de maximiser la production de minéraux critiques à partir de ressources autant nouvelles qu'existantes pour répondre à la demande prévue. La recherche proposée se concentrera sur les nouvelles sources qui ont le plus grand potentiel de mise en production rapide à faibles répercussions

sur l'environnement. Le Canada pourra ainsi se positionner à titre de leader mondial dans la découverte, le développement et la production de gisements de minéraux critiques.

Activités

Sources classiques (responsable d'activité : Anne-Aurélien Sappin, CGC-Québec)

Description : Recherche géoscientifique thématique axée sur les sources classiques des 14 minéraux critiques prioritaires du CMDG.

Sources non classiques (responsables d'activité : Wouter Bleeker et Jan Peter, CGC-Ottawa)

Description : Recherche géoscientifique thématique axée sur les sources nouvelles, émergentes ou non classiques des 14 minéraux critiques prioritaires du GDMC, comme les saumures, les argiles, les boues, l'eau de mer, les déchets de roches, les évaporites, les phosphates, les champs gazeux (hydrogène et hélium), la cendre de charbon, les argiles de charbon, etc.

SOLUTION 3 : GÉOSCIENCE PRÉDICTIVE AVANCÉE

Description : Analyses avancées qui favorisent une prise de décisions solide et respectueuse de l'environnement en matière d'exploration, de production et de commercialisation des minéraux critiques. Le but est de fournir des évaluations du potentiel géologique, ainsi que des facteurs ESG et de faisabilité économique au début du cycle d'exploration, afin de réduire les risques liés à l'exploration minérale et d'accélérer le développement des projets. Les renseignements sur les minéraux reposeront sur des données géologiques, géochimiques et géophysiques, ainsi que sur les informations relatives à production, les coûts d'investissement et d'exploitation, et l'accès aux infrastructures (routes, chemins de fer, électricité, transport maritime, etc.). À l'heure actuelle, les données nécessaires à une prise de décisions éclairée sont fragmentées et hébergées par de multiples ministères et organismes gouvernementaux, ainsi que par d'autres fournisseurs de données, le tout dans une myriade de formats. Les ensembles de données seront complétés ou créés, au besoin. Les ensembles de données et les nouvelles connaissances découlant des solutions 1 et 2, par exemple, fourniront des informations essentielles sur les éventuels coproduits et sous-produits de minéraux critiques qui pourraient avoir une incidence positive sur la faisabilité d'un gisement particulier et accélérer la production. Ces ensembles de données seront fiables, faciles à trouver, interopérables et mis à la disposition du public pour des fins de recherche et d'analyse.

Activités

Intelligence artificielle et apprentissage profond (responsable d'activité : Christopher Lawley, CGC-Ottawa)

Description : Élaboration d'outils et de méthodes d'intelligence artificielle pour tenir compte de la prospectivité géologique, de la faisabilité économique et du rendement du capital investi (prise en compte notamment des prix des produits de base et des coûts d'exploitation, à diverses tailles et teneurs, redevances variées, etc.), ainsi que des aspects environnementaux, sociaux et de gouvernance (espèces en péril, ressources en eau douce, stockage du carbone, risques climatiques, etc.) afin de concentrer les efforts d'exploration, de réduire les risques et de soutenir le développement durable.

Principes environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) (responsable d'activité : Christopher Lawley, CGC-Ottawa)

Description : Élaboration d'outils et de méthodologies pour tenir compte des principes environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) dans un contexte de minéraux critiques. Les propositions de recherche qui intègrent les connaissances des systèmes minéraux pour améliorer le rendement ESG sont particulièrement encouragées. De nouvelles méthodes de validation sont également nécessaires à la mesure du rendement en matière de critères ESG conformément à de multiples normes internationales.

SOLUTION 4 : ÉVALUATIONS DE MARCHÉ

Description : Évaluations de la criticité des minéraux pour les consommateurs et les fournisseurs au Canada. Ces évaluations de produits critiques compileront la production, l'exportation, l'importation, la consommation et la dépendance à l'égard des sources extérieures de minéraux critiques. Les évaluations seront robustes, actualisables et menées du point de vue des consommateurs et des fournisseurs canadiens. Elles amélioreront la capacité du Canada à maximiser son potentiel futur dans l'économie mondiale des minéraux critiques. Les évaluations de la criticité s'appuieront sur les résultats des solutions 1 à 3 et intégreront des informations sur le marché et des prévisions sur les produits de base.

Activités

Évaluations des produits (dirigées par les directions générales des politiques et de l'économie et des risques, de l'adaptation et des opérations)

Description : Sans objet

Collaborations internationales (responsable d'activité : Michael Gadd, CGC-Calgary)

Description : Collaborations dans le cadre de l'Initiative de cartographie des minéraux critiques (ICMC), y compris l'élaboration de nouvelles collaborations géoscientifiques liées aux 14 minéraux critiques prioritaires avec les commissions géologiques nationales.

Modèle logique GDMC

Résultats à court terme :

- Développement d'un programme axé sur les géosciences des minéraux critiques de sources classiques (dépôts de métaux communs et précieux hébergés dans le socle rocheux qui ont joué un rôle important dans le développement économique du Canada) et non classiques (déchets de roches, résidus miniers, saumures de champs pétrolifères, etc.) au Canada, en mettant l'accent sur l'offre de données publiques et les applications de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage profond.

Résultats à moyen terme :

- Amélioration des données et de la modélisation des ressources minérales essentielles du Canada afin de délimiter les trajectoires et les chaînes de valeur ESG.

- Amélioration des avantages économiques pour les communautés nordiques et isolées grâce à l'accès à des données exactes et à jour pour la prise de décisions concernant les projets d'exploration minérale et d'infrastructure minière relativement aux minéraux critiques.
- Caractérisation géoenvironnementale et ESG complète des ressources minérales critiques.
- Sensibilisation accrue des minérallurgistes aux possibilités offertes par les minéraux critiques.
- Meilleure compréhension de la valeur des minéraux critiques dans les déchets miniers en tant que source potentielle de minéraux critiques.

Résultats à long terme :

- Solide expertise dans les minéraux critiques au Canada afin de réduire la dépendance de l'approvisionnement à l'égard d'autres pays.
- Accélération de l'accès aux marchés nationaux et étrangers pour les principaux minéraux critiques canadiens.
- Amélioration de l'accès aux marchés grâce à des scénarios d'approvisionnement modélisés qui relieront les données sur les ressources minérales critiques et l'exploitation minière à l'analyse du marché afin d'optimiser la réactivité aux changements du marché.
- Atteinte de l'objectif par la génération de données géoscientifiques de calibre mondial dans l'intérêt du public qui permettra de réduire les risques pour les décisions d'investissement des secteurs public et privé et d'accroître la compétitivité du Canada dans l'exploitation de ses ressources minérales essentielles.

Extrants :

- Élaboration et diffusion publique de produits de connaissances géoscientifiques comprenant des conseils d'experts, des synthèses, des données, de l'information, des articles évalués par des pairs, des cartes nationales du potentiel minéral, des modèles prédictifs, des bases de données, des atlas et des outils.
- Formation et encadrement de la prochaine génération de professionnels hautement qualifiés dans le domaine des géosciences.

Sous-activités du GDMC (2024 – 2025)

Solution 1 : Base de connaissances sur les minéraux critiques

Activité 1.1 : Ressources minérales critiques

Titre de la sous-activité	Chercheur principal	Description de la sous-activité
Interface API du système de gestion des échantillons	Quat, Marianne	Le Système de gestion des échantillons doit être modernisé afin de transmettre adéquatement les données avec d'autres applications et enquêtes de l'initiative GDMC. La première étape essentielle consiste à créer une interface API entre l'application Web et la base de données Oracle. Cette interface API permettra à de nombreux autres systèmes d'utiliser les données et permettra au SGS d'accroître la fonctionnalité et la migration éventuelle d'Oracle et d'un serveur physique vieillissant vers une solution infonuagique. D'autres améliorations (dictionnaires et interface) peuvent également être apportées pour intégrer le flux de travail des études sur le terrain de l'initiative GDMC, l'intelligence artificielle et les activités d'apprentissage profond.
L'apatite, le minéral critique oublié : une	Kjarsgaard, Bruce	La sous-activité sera principalement axée sur la caractérisation de la teneur en ETR et en P de l'apatite, ainsi que sur la teneur en pyrochlore (de même

manne potentielle de résidus de P et de ETR		que, possiblement en perovksite du Nouveau-Brunswick et en fersmite) dans les résidus de l'ancienne mine Saint-Lawrence Columbium (SLC) à Oka, au Québec. À titre de validation de principe, il est proposé de prélever un échantillon de résidus miniers de 200 kg, qui sera envoyé au Conseil de recherche de la Saskatchewan (CRS) pour la séparation et le rétablissement de l'apatite (et du pyrochlore). L'apatite récupérée subira une hydrométallurgie au CRS pour produire un carbonate d'ETR mélangé de haute pureté (< 1 ppm Th, U), qui peut ensuite être utilisé dans le traitement en aval pour produire des séparations individuelles d'éléments des terres rares.
La géochimie du feldspath comme outil d'exploration pour les pegmatites riches en Li	Maneta, Victoria	Les cristaux de quartz et de feldspath alcalin qui se forment dans des systèmes enrichis en Li incorporent des quantités élevées de Li. La capacité des deux seuls minéraux omniprésents dans les pegmatites granitiques de tous types à enregistrer le degré d'enrichissement en Li dans le système peut être utilisée comme un outil d'exploration peu coûteux pour découvrir de nouveaux gisements de minéraux Li critiques dans les pegmatites avec une perturbation minimale de l'ESG. La recherche proposée établira un cadre de référence reliant la teneur en Li des feldspaths alcalins et du quartz au potentiel économique des pegmatites en utilisant une combinaison de simulations expérimentales, de modélisation géochimique et de données analytiques collectées à partir d'échantillons naturels.
Perspectives sur les minéraux critiques dans les îles de l'Arctique, en particulier dans les bassins de Franklin et de Sverdrup	Hadlari, Thomas	Dans le cadre du programme GDMC, ce projet vise à compiler des données géochimiques pour soutenir la modélisation des systèmes minéraux pour le Cu, le Li, le Ni et les terres rares dans les îles de l'Arctique occidental. Les principaux domaines d'intérêt comprennent les systèmes hydrothermaux paléozoïques et les strates enrichies en métaux, en se concentrant sur le bassin Franklinien, qui abrite des sites de minéralisation importants tels que le gisement de Pb-Zn de Polaris et les récents prospects de Cu-Ag.

Activité 1.2 : Méthodes d'analyse des minéraux critiques

Titre de la sous-activité	Chercheur principal	Description de la sous-activité
Méthodes d'analyse innovantes des isotopes du Li appliquées à l'exploration du Li	Voinot, Alexandre	Cette recherche s'appuie sur la lettre d'intention qui a été soumise à l'automne 2023 pour soutenir le développement d'une nouvelle méthode innovante d'analyse des isotopes du Li, qui sera achevée d'ici la fin de l'exercice 2023/2024. La proposition actuelle vise à étudier une variété d'échantillons provenant de divers types de gisements de Li, tels que des gisements conventionnels de roche dure comme les pegmatites LCT, mais aussi des sources de Li non conventionnelles comme les saumures de champs pétrolifères ou les dépôts de sédiments lacustres du Miocène, ainsi que des échantillons superficiels associés (till et eaux par exemple) pour mieux contraindre la systématique des isotopes de Li dans ces systèmes, et déterminer le potentiel des isotopes de Li en tant qu'indicateur de fertilité et vecteur de l'exploration minière. Le dernier aspect de cette recherche consistera à étudier la mobilité du Li dans les environnements superficiels autour des occurrences de Li superficiel et des résidus des sites d'exploration du Li, et inclura l'étude du rôle des micro-organismes dans ces processus, afin de donner des orientations pour une industrie minière du Li à faible impact sur l'environnement.
Méthodes de mesure des microbiomes microbiens pour la recherche sur les minéraux critiques en tant qu'outil d'exploration	Mloszewski, Aleksandra	Les microbes catalysent d'importants processus de formation et de dissolution des minéraux et sont des acteurs importants tout au long du cycle de vie de l'exploitation minière. En tant que nouvel aspect de la géoscience des minéraux critiques, ce projet vise à développer et à normaliser les flux de travail afin d'intégrer les informations microbiennes dans la boîte à outils traditionnelle de l'exploration minière.

Solution 2 : Études des systèmes relatifs aux minéraux critiques

Activité 2.1 : Sources classiques

Titre de la sous-activité	Chercheur principal	Description de la sous-activité
Contrôles de la distribution et de la morphologie des pegmatites à métaux rares	Cawood, Tarryn	Les pegmatites à métaux rares contiennent trois des 14 minéraux critiques prioritaires – le lithium, le niobium et les ETR – ainsi que d’autres minéraux critiques tels que le césium, le tantale, le bismuth, le fluor, l’étain, le titane et l’uranium. Cependant, l’exploration des pegmatites à métaux rares est entravée par l’absence d’un modèle robuste du système minéral qui est nécessaire pour estimer leur distribution à l’échelle régionale et évaluer si une zone peut accueillir un groupe de pegmatites ou de pegmatites à métaux rares d’après une taille et géométrie (morphologie) qui permettraient leur exploitation et leur traitement de façon économique. Le projet permettra donc d’étudier les contrôles géologiques à l’échelle régionale de la distribution de la pegmatite à métaux rares, ainsi que les contrôles à l’échelle régionale et des gisements visant la taille et la géométrie des pegmatites à métaux rares, par 1) la création et l’interrogation d’un inventaire à jour des pegmatites à métaux rares au Canada, 2) des études de cas détaillées sur les principaux groupes de pegmatites et 3) la poussée mondiale actuelle de la recherche sur les pegmatites porteuses de Li en intégrant des études publiées de partout dans le monde.
Minéraux encaissés dans des carbonatites	Kjarsgaard, Bruce	Les carbonatites abritent des mines et des gisements de minéraux critiques (ETR, Nb, P, etc.). À l’heure actuelle, les modèles d’exploration consistent à « trouver une carbonatite » ou en « voici comment on trouve une carbonatite ». De multiples modèles distincts de gisements critiques de minerais hébergés par carbonatite sont requis pour 1) les ETR, 2) le Nb, 3) le P, et le projet traitera de ces enjeux grâce à une géochronologie moderne et des recherches isotopiques sur les mines et les gisements carbonatites canadiens bien caractérisés, de même qu’à des études expérimentales des ETR, du Nb, du P soluble et des minéraux critiques (p. ex. la bastnésite, le pyrochlore, l’apatite) dans les fondants et les fluides. Il en résultera de solides modèles de gisements de minerai pour les minéraux critiques dans les carbonatites, afin d’améliorer le succès de l’exploration.
Ressources et sources de lithium dans les saumures des champs pétrolifères de l’Ouest canadien	Jiang, Dennis	La sous-activité proposée consiste à évaluer les ressources et les origines ou la genèse du lithium dans les saumures de champs pétrolifères associées aux productions passées et actuelles de pétrole et de gaz dans l’Ouest canadien. L’évaluation des ressources sera effectuée 1) en cartographiant les répartitions géographiques et stratigraphiques des saumures de champs pétrolifères actuellement produites à l’aide de données provenant de divers organismes de réglementation, 2) en établissant des modèles pour estimer les ressources potentielles en saumure par l’intégration de diagraphies géophysiques des puits, ainsi que les abondantes données sur la chimie de l’eau obtenues précédemment sur des échantillons d’eau de formation prélevés à partir d’essais aux tiges de forage et de production de pétrole et de gaz, 3) en obtenant de nouveaux échantillons de saumure de champs pétrolifères auprès des exploitants et en mesurant leurs propriétés chimiques, y compris la teneur en lithium, afin d’élargir la base de données géochimiques sur la saumure de lithium, 4) en déterminant des substituts pour la teneur en lithium en fonction des données disponibles sur la composition chimique de l’eau et,

		enfin, 5) en cartographiant la distribution des ressources en saumure de lithium. La recherche des sources de lithium dans les saumures sera effectuée 1) en interprétant la géochimie de l'eau et des roches dans des cadres géologiques pour élucider les sources de lithium et d'autres minéraux critiques et 2) en intégrant des expériences de lixiviation et de digestion en laboratoire sur le lithium-roches riche avec modélisation géochimique pour comprendre les interactions eau-roche et le transport et l'accumulation de fluides aqueux et minéraux dans la subsurface.
Potentiel des éléments des terres rares et à forte intensité de champ et contrôles dans les dépôts de magnétite-apatite	Kjarsgaard, Bruce	Le projet explorera les concentrations de plusieurs minéraux critiques pour le Canada, y compris les éléments des terres rares (ETR) et le phosphore (P) dans l'apatite des minerais de magnétite-apatite de la zone magmatique du Grand Ours (Territoires du Nord-Ouest), ainsi que la minéralisation de niobium (Nb) et uranifère (U). Les contrôles géologiques clés sur la façon dont ces éléments peuvent être concentrés dans ces roches seront déterminés. Des études préliminaires d'autres minerais semblables de magnétite-apatite ont montré que ces roches ont un potentiel inexploité d'héberger ces minéraux critiques, et cette recherche fournira une base pour comprendre les processus et les facteurs clés qui génèrent des concentrations anormales de ces éléments qui sont essentiels aux nouvelles technologies d'énergie verte et d'infrastructure.
Naissance et vie des systèmes magmatiques de métaux rares (processus de datation de la richesse dans les systèmes magmatiques de métaux rares)	Godet, Antoine	Les pegmatites granitiques à métaux rares représentent une source importante de minéraux prioritaires (ETR, Li) et critiques (Cs, F, Ta, Nb, U). Cependant, l'absence de modèles multi-échelles robustes pour leur formation, depuis les sources potentielles jusqu'aux puits, en particulier dans les contextes géodynamiques archéens, entrave considérablement l'exploration. En utilisant le batholite de Decelles du craton Supérieur et les pegmatites à métaux rares associées (Vision Lithium) comme étude de cas, ce projet 1) établira un cadre temporel pour quantifier le début, la durée et la cristallisation du magmatisme à métaux rares ; et 2) suivra le transport des minéraux critiques depuis leurs roches-sources jusqu'à la pegmatite à métaux rares. Pour ce faire, on testera une approche multi-chronométrique associée à une chimie minérale in situ. En fin de compte, la recherche permettra de développer de nouveaux modèles de minerais pour l'évolution de l'enrichissement en minéraux critiques dans les systèmes de pegmatites archéennes.
Réévaluation de la minéralisation du cuivre stratiforme dans des roches sédimentaires au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse après 30 ans de latence scientifique	Pinet, Nicolas	Au cours des 30 dernières années, très peu d'études ont porté sur les nombreuses occurrences de cuivre stratiforme dans des roches sédimentaires au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse. Ce projet mettra à jour nos connaissances sur ce type de minéralisation en comblant les lacunes dans les connaissances dans le contexte des récents modèles géologiques de l'évolution du bassin et de nouvelles approches et méthodes.
Potentiel de minéralisation du tungstène dans le bassin de Selwyn et le nord de la plate-forme de Cassiar, dans le nord de la Cordillère canadienne	Liseroudi, Mastaneh	Cette recherche vise à mieux comprendre et identifier l'âge, la composition et la distribution spatiale des magmas associés au tungstène dans le bassin de Selwyn et le nord de la plate-forme de Cassiar, dans la Cordillère canadienne septentrionale, afin d'améliorer la modélisation et la prospectivité de la minéralisation du tungstène.
Exploration novatrice des minéraux critiques : Technologie sismique à fibre optique et télédétection pour la caractérisation des minéraux dans le sous-sol	Swinscoe, Rebecca	Les gisements minéraux se trouvent généralement le long de discontinuités locales et régionales qui constituent des pièges géologiques et structuraux pour la migration des fluides dans la subsurface. Cette recherche vise à utiliser des techniques géophysiques novatrices (détection par fibre optique) pour caractériser et imager les voies de migration potentielles des fluides minéraux (failles, fractures, zones d'altération) dans la subsurface d'un système métasomatique ferrique et alcalin-calcique (dominé par le Cu, l'Au et le Co) près de Sudbury, en Ontario. Cela nous permettra de mieux comprendre les contrôles

		structuraux potentiels de la minéralisation dans ces systèmes, et de tester la faisabilité de la détection par fibre optique comme outil d'imagerie à haute résolution de la subsurface pour caractériser les systèmes miniers.
Comprendre les pegmatites à lithium à haute teneur et à fort tonnage : pétrographie et chimie minérale des gisements PAK et Spark	Beyer, Steve	Le Canada a le potentiel de devenir un producteur important de lithium, dont la demande devrait augmenter considérablement à mesure que l'électrification des véhicules et des réseaux électriques s'accélère. Deux pegmatites à haute teneur et à fort tonnage en Li dans le nord-ouest de l'Ontario, ainsi que d'autres indices de pegmatite à Li dans la région, suggèrent une prospectivité élevée en Li pour le nord-ouest de la province du Supérieur, en plus d'autres métaux rares tels que Nb, Sn, Ta, Rb et Cs qui sont également contenus dans ces pegmatites. Cette recherche permettra de mieux comprendre l'évolution des magmas pegmatitiques au cours de leur mise en place et de reconstruire l'histoire thermique et tectonique subsolidus des pegmatites en détaillant la minéralogie, en mesurant la composition en éléments majeurs et en traces et en déterminant les âges de cristallisation et de refroidissement des minéraux des pegmatites, et en déterminant l'orientation cristallographique du spodumène, un minéral à base de Li.
Prospectivité Ni-Cu-ÉGP du groupe de Coppermine River et des roches en marge de l'intrusion de Muskox, Nunavut	Williamson, Marie-Claude and Rainbird, Robert	La grande province ignée (LIP) du Mackenzie (1,27 Ga) est une cible de classe mondiale pour le nickel (Ni), le cuivre (Cu) et les éléments du groupe du platine (EGP), mais plusieurs décennies d'exploration minérale dans cette région n'ont pas encore abouti à une découverte. L'un des défis auxquels est confrontée l'industrie de l'exploration minérale est le manque de compréhension de l'âge de mise en place, du cadre structural et de la composition des trois éléments qui constituent l'architecture du LIP du Mackenzie: l'intrusion de Muskox et son dyke d'alimentation, la succession de basaltes de plateau du groupe de la rivière Coppermine (GRC) et l'essaim de dykes du Mackenzie qui s'étend à l'échelle régionale. Ce projet (1) comblera les lacunes dans les connaissances sur les dykes d'alimentation du GRC et les roches en marge de l'intrusion de Muskox, en mettant l'accent sur la prospectivité des zones de contact entre les intrusions et les roches encaissantes; (2) identifiera les coulées de lave canalisées, les filons-couches et les dykes dans les deux zones d'étude à l'aide de la télécartographie prédictive; et (3) fournira une synthèse géologique régionale au programme du GDMC.
Minéraux indicateurs de résistance (MIR) dans l'exploration des pegmatites à lithium-césium-tantale	Moore, Lyndsay	La recherche proposée portera sur le développement d'une série de minéraux indicateurs de résistances (MIR) dans les gisements de pegmatite à lithium-césium-tantale (LCT) afin de faciliter l'exploration du lithium et d'autres minéraux essentiels dans les terrains glaciaires du Canada. Le projet ciblera des échantillons hérités afin de minimiser les empreintes environnementale et sociale et utilisera une combinaison de minéralogie et de chimie minérale pour caractériser les MIR trouvés dans les dépôts de till à proximité des occurrences connues de pegmatite LCT dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse et dans les régions de l'Abitibi et de la Baie James au Québec.
Contrôles tectoniques sur la mise en place des pegmatites LCT dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse	Butler, Jared	La pegmatite à lithium-césium-tantale (LCT) du lac Brazil (BLP) et les occurrences de pegmatite à lithium récemment découvertes dans le sud-ouest de la Nouvelle-Écosse sont des cibles d'exploration actives en raison de la demande accrue de lithium et des conditions environnementales, sociales et de gouvernance (ESG) favorables de la juridiction. Cependant, il reste nécessaire de disposer d'un modèle complet des systèmes minéraux pour guider cette exploration. Cette sous-activité utilisera une variété de méthodes pétrologiques et géochronologiques pour étudier l'âge et les sources de fusion du BLP et le contexte tectonique régional plus large du sud-ouest de la Nouvelle-Écosse afin de développer un cadre amélioré pour l'exploration des pegmatites LCT dans la région.

Activité 2.2 : Sources non classiques

Titre de la sous-activité	Chercheur principal	Description de la sous-activité
Distribution des minéraux critiques et potentiel des ressources dans les déchets miniers historiques des provinces maritimes	Parsons, Michael	Le projet examinera les minéraux critiques présents dans les résidus historiques de mines de métaux communs dans les provinces maritimes, en mettant l'accent sur les produits primaires (p. ex. cuivre, nickel, zinc) et les éléments de sous-produits (p. ex. germanium, indium, tellurium). L'objectif principal est de caractériser les effets de l'altération à long terme sur la répartition spatiale et les hôtes minéraux de ces éléments dans les déchets miniers et d'étudier les méthodes les plus efficaces de retraitement pour la récupération des minéraux critiques. Ces connaissances sont essentielles pour évaluer la valeur potentielle des minéraux critiques dans les déchets miniers et les répercussions environnementales des futures activités de retraitement.
Distribution, précipitation et abondance de minéraux critiques dans la province de Grenville et leur lien avec les systèmes magmatiques alcalins potassiques et ultrapotassiques	Soltanmohammadi, Azam	Le projet vise à évaluer la distribution de minéraux critiques, comme le Li et les ETR, dans les systèmes magmatiques potassiques et ultrapotassiques de la province de Grenville en tant que nouveau réservoir potentiel de minéraux critiques inexploré dans le pays. L'équipe définira la distribution spatiale et temporelle des minéraux critiques dans les intrusions et les roches encaissantes connexes, ainsi que la manière dont ils se forment par rapport à l'architecture et à la composition chimique de la lithosphère et de la croûte. Grâce à une approche multidisciplinaire approfondie, l'équipe évaluera les paramètres physiques et chimiques critiques contrôlant l'enrichissement en Li et en ETR de magmas primaires, depuis leur source de manteau jusqu'à leur emplacement. Elle abordera également la façon dont ces minéraux critiques peuvent être enrichis davantage lors de la différenciation et de la mobilisation hydrothermale lorsque les systèmes de fluide/fusion riches en potasse interagissent et se redistribuent dans les roches métasédimentaires et métagnées encaissantes.
Étude de faisabilité de l'enrichissement en métaux critiques par fractionnement des métaux sur différentes tailles de particules dans l'eau	Zheng, James	En utilisant le fractionnement des métaux critiques de différentes tailles de particules colloïdales dispersées dans l'eau par les activités minières et les résidus miniers, ces métaux présents dans les effluents des mines pourraient y être récupérés, ce qui réduirait leur quantité dans l'eau traitée au moyen d'une méthode de filtration par écoulement tangentiel. La mise à l'essai de cette technique sur certains sites miniers vise à évaluer la récupération de métaux critiques dispersés dans l'eau traitée et non traitée provenant des activités minières et de traitement. L'objectif final de cette étude est de produire des métaux critiques à partir des eaux provenant des activités minières et de traitement.
Potentiel de gestion des ressources minérales dans les sels de roche et les déchets de salines au Canada	Kabanov, Pavel	Certains éléments dont la demande économique est élevée et croissante (Li, Rb, Cs, Sr, Mg, K, Ni, Co, Ga, Ge, et REEs : Ce La, Nd, Gd, Sm, Dy, Sc, Y, Yb, Lu) peuvent potentiellement être extraits des bassins d'évaporation et des résidus des salines à faible coût et avec un faible impact sur l'environnement. Cependant, les teneurs en éléments traces des formations salines économiques du Canada sont très mal connues, et il n'existe pas de données publiques sur le fractionnement des éléments traces de la roche-mère à la saumure et aux résidus via l'extraction par dissolution. Nous comblerons cette lacune en procédant à une exploration approfondie des données, à des échantillonnages/analyses stratégiques supplémentaires et à une synthèse des données. La mise à disposition du public de tous les résultats facilitera la prise de décisions futures concernant l'extraction de minéraux critiques à partir de sels de roche et de salines.

Solution 3 : Géoscience prédictive avancée

Activité 3.1 : Intelligence artificielle et apprentissage profond

Titre de la sous-activité	Chercheur principal	Description de la sous-activité
Compilation de cartes géologiques du Canada	Lawley, Christopher	Des cartes géologiques précises, fiables et à haute résolution sont essentielles pour évaluer le potentiel du Canada à découvrir de nouveaux gisements de minéraux critiques. Cependant, la plus récente compilation numérique de la géologie du socle rocheux du Canada complétée en 1996 ne tient pas compte de toutes les avancées en matière de connaissances, de techniques et de données géoscientifiques acquises au cours des quelque 30 dernières années. La Compilation de cartes géologiques du Canada (CGMC) tirera parti du traitement du langage naturel avec les meilleures cartes géologiques du socle rocheux disponibles pour fournir une couverture complète des terres et des zones extracôtières du Canada et ainsi combler cette lacune en matière de connaissances.
Plus de données, moins d'incertitude – Réduire les risques liés à l'exploration grâce à l'analyse de l'incertitude	Zhang, Steven	Des cartes de prospectivité fiables et fondées sur des données sont l'une des priorités du Comité national des commissions géologiques (CNCG) et un résultat souhaitable clé pour permettre une exploration rapide et efficace des minéraux critiques du Canada. Cependant, l'incertitude associée à la prospectivité géologique est largement inconnue, ce qui représente un obstacle technique à l'adoption de toute carte de prospectivité pour les décisions relatives à l'utilisation des terres ou à l'exploration plus poussée. Nous proposons une série d'études sur des méthodes efficaces qui pourraient définir l'incertitude associée à la prospectivité en mettant l'accent sur les produits minéraux critiques prioritaires du Canada.
Modélisation prospective à multiples échelles des minéraux critiques prioritaires du Canada	Parsasadr, Mohammad	Les modèles de prospectivité géologique à multiples échelles sont l'une des priorités du Comité national des commissions géologiques (CNCG). Ils contribuent également aux priorités géoscientifiques de la Commission géologique du Canada, à savoir la gestion de l'utilisation des terres et la réduction des risques. Les modèles de prospectivité géologique et leurs incertitudes quantifiées sont au cœur de la prise de décisions pour les campagnes d'exploration de minéraux critiques, ce qui aide à réduire les risques associés aux relevés d'exploration. Dans le document, un système de ciblage d'exploration adaptative en plusieurs étapes est proposé et appliqué à la modélisation de la prospectivité géologique et de l'incertitude à multiples échelles d'une série de minéraux critiques prioritaires du Canada.
Modernisation de nos collections et de nos données : inventaire des photographies aériennes de la Section de surface	Paulen, Roger and McMartin, Isabelle	Depuis les années 1960 jusqu'à l'heure actuelle, des photos aériennes annotées se trouvant dans de nombreuses salles de la CGC (p. ex. G70, 283, bureaux personnels) ont été utilisées par les programmes de recherche de la CGC. L'objectif de la sous-activité est de moderniser la collection en documentant et en archivant adéquatement les endroits où la CGC a cartographié la géologie de surface au Canada. L'archivage adéquat de cette précieuse collection de photos aériennes est important, car il rendra une ressource de référence précieuse accessible pour les futurs travaux de la CGC, de RNCAN, d'autres ministères (p. ex. le BGCN) et des intervenants externes.
Imagerie géophysique de la structure lithosphérique pour guider la modélisation prédictive	Lee, Ben and Tschirhart, Victoria	La recherche proposée comblera les lacunes dans les ensembles de données géophysiques à vision profonde dans la région des Quatre-coins qui comprend la frontière entre le nord de la Saskatchewan, le nord du Manitoba, le sud-est des Territoires du Nord-Ouest et le sud du Nunavut. En élargissant la couverture magnétotellurique dans cette région, qui

des systèmes minéraux critiques		accueil de nombreux gisements minéraux et métalliques critiques (p. ex. Cu, Ni, ETR), la recherche proposée améliorera l'exactitude de la cartographie prospective guidée par l'intelligence artificielle dans l'ensemble du Canada. Les résultats de cette étude fourniront des renseignements précieux sur la structure lithosphérique contrôlant la richesse minérale dans cette région et orienteront la modélisation de la structure lithosphérique à l'échelle nationale, ce qui nous permettra de mieux comprendre la prospectivité minérale 3D du Canada.
Élaboration de méthodes d'apprentissage profond pour améliorer la cartographie de la prospectivité des minéraux critiques	Bellefleur, Gilles	La sous-activité proposée vise à élaborer des approches d'apprentissage profond pour améliorer la cartographie de la prospectivité minérale en tirant parti d'ensembles de données disparates à diverses résolutions. La recherche comblera plusieurs lacunes dans les connaissances sur la cartographie de la prospectivité minérale, y compris la préservation de l'information contextuelle, en extrayant de puissantes représentations latentes des données d'entrée, en atténuant les biais, en utilisant des étiquettes positives seulement et en trouvant une mesure d'évaluation améliorée. Les travaux proposés s'appuieront sur des recherches antérieures et accueilleront favorablement la collaboration avec d'autres sous-activités axées sur la cartographie de la prospectivité minérale pour la comparaison et l'amélioration des méthodologies afin de produire de meilleures cartes des perspectives de minéraux critiques partout au Canada.
Paradigme des courants glaciaires et recherche de minéraux critiques au Canada : exploiter la puissance des techniques de cartographie géospatiale automatisée	Paulen, Roger	L'ouest de la Nouvelle-Écosse et le sud du Bouclier canadien revêtent une importance stratégique nationale pour les Canadiens en tant que source de minéraux critiques nécessaires à l'économie verte. Ces paysages ont été considérablement modifiés sous l'affouillement glaciaire d'échelle continentale de l'Inlandsis laurentidien et obscurcis par des sédiments glaciaires et des formes topographiques complexes, créant des défis auxquels nul autre pays n'est confronté dans la prospection et l'exploitation de ses ressources minérales critiques. L'avènement de données numériques LiDAR à très haute résolution et d'autres données topographiques a changé la donne puisqu'il a favorisé le développement de méthodes de cartographie automatisées (apprentissage machine). Il est maintenant possible de cartographier rapidement de grandes zones de terrain glaciaire à l'aide de techniques d'analyse géospatiale et de données hiérarchiques et non supervisées fondées sur l'apprentissage machine pour reconnaître les voies des anciens courants glaciaires.
Géochimie régionale lacustre pour soutenir l'exploration des minéraux critiques	Voinot, Alexandre	La CGC effectue des relevés des sédiments du fond des lacs à l'échelle régionale dans le Bouclier précambrien glaciaire du Canada depuis plus de 50 ans. Cependant, peu de ces ensembles de données de la CGC pour le nord du Canada ont été interprétés à l'aide de techniques de pointe d'apprentissage machine pour évaluer le potentiel minéral. Les facteurs qui contrôlent la géochimie des sédiments lacustres dans les lacs de l'Arctique ne sont pas entièrement compris et ils peuvent influencer sur l'interprétation des grands ensembles de données sur les sédiments lacustres. L'activité proposée mettra l'accent sur deux sous-activités : i) la réalisation d'une évaluation de la prospectivité minérale pour l'exploration minérale critique dans la région du nord et du corridor des Esclaves (160 000 km ²) à l'aide de nouvelles données géochimiques sur la réanalyse des sédiments lacustres récemment générées par le programme GEM-GéoNord et ii) la recherche en laboratoire pour répondre aux questions et aux facteurs inconnus concernant la mobilité des éléments critiques dans les sédiments des lacs nordiques, ce qui permettra de mieux comprendre et d'améliorer l'efficacité de la modélisation du potentiel minéral des sédiments lacustres et de l'évaluation environnementale.
Modélisation géologique tridimensionnelle basée	Hillier, Michael	Le projet consiste en l'élaboration d'une méthode de modélisation géologique tridimensionnelle fondée sur l'intelligence artificielle pour les

sur l'intelligence artificielle pour les systèmes minéraux critiques		systèmes minéraux critiques. Elle comporte de l'apprentissage profond prédictif pour l'estimation spatiale, la caractérisation des incertitudes et la représentation des connaissances, afin de générer des modèles géologiques vastes et complexes qui seront utilisés comme cadre géologique pour appuyer la cartographie tridimensionnelle pour la prospectivité minérale des matériaux critiques en aval.
Inventaire national des failles pour les systèmes minéraux critiques	de Kemp, Eric	Le projet consiste à compiler, mettre à jour, harmoniser et attribuer une base de données géospatiales accessible au public sur les failles du socle rocheux, les zones de cisaillement et les corridors de déformation les plus importants au Canada. Il permettra de fournir une couche de données probantes essentielle aux études du potentiel de minéraux critiques et de servir de guide pour la modélisation structurale et stratigraphique tridimensionnelle ciblée dans les zones identifiées comme ayant une présence de minéraux critiques ou un potentiel élevé.
Caractérisation structurale tridimensionnelle et modélisation anisotropique à l'aide de données géophysiques et géologiques multidisciplinaires	de Kemp, Eric	Le projet vise à améliorer la précision des modèles terrestres tridimensionnels aux échelles locale et nationale en dérivant les contraintes structurales pour la géologie souterraine à partir de données géophysiques et géologiques multidisciplinaires. Nous élaborerons et mettrons en œuvre cette nouvelle technologie afin d'améliorer la prévisibilité et les pratiques d'interprétation pour la cartographie des architectures lithosphériques. Ces avancées permettront de mieux soutenir le ciblage direct du minerai et offriront également une vision plus claire du fonctionnement des systèmes minéraux critiques, avec une caractérisation plus robuste des structures plus profondes et potentiellement contrôlantes.
Élaboration de techniques d'apprentissage machine pour la prévision géologique dans les régions où les affleurements sont limités	Bellefleur, Gilles	La CGC et le KIGAM sont en voie d'établir une collaboration sur les minéraux critiques qui vise en partie à développer des techniques d'apprentissage machine pour améliorer la prévision de la géologie à partir de données géophysiques dans les zones où les affleurements sont limités ou inexistantes. Pour ce faire, nous utiliserons des techniques d'apprentissage profond et produirons des données synthétiques afin de trouver des liens entre la géologie, les propriétés physiques des roches et les données géophysiques. Un site d'essai au Canada (complexe Flin Flon - Glennie) est proposé pour valider l'utilité des méthodologies. Un levé aérien est également proposé pour acquérir des données de gradiomètre de gravité afin d'étayer des prévisions précises.
Modélisation géophysique utilisant l'apprentissage profond pour améliorer l'exploration des minéraux critiques	Tirdad, Shiva	Dans cette sous-activité, nous avons l'intention de développer et de mettre en œuvre un algorithme d'inversion pour les données magnétiques en utilisant des techniques d'apprentissage profond pour estimer la distribution de la susceptibilité magnétique de subsurface. La méthode développée sera appliquée au complexe Flin Flon Glennie, qui présente un potentiel important pour les minéraux critiques (cuivre, zinc, etc.).
Cartographie de la prospectivité des minéraux critiques dans les gisements de sulfure massif volcanogène (SMV) au Canada à l'aide de l'apprentissage profond	Tirdad, Shiva	L'intelligence artificielle, en particulier les méthodes d'apprentissage profond, permet l'intégration de données géologiques, géophysiques et géochimiques pour créer des modèles complets de cartographie de la prospectivité des minéraux critiques. Les modèles peuvent être entraînés pour prédire la probabilité de trouver des minéraux critiques tels que le cuivre et le zinc dans les gisements de SMV. Nous pouvons également estimer l'incertitude stochastique associée aux prévisions du modèle et atténuer le risque dans les activités d'exploration.
Mesure et analyse des données pétrophysiques à l'appui de l'exploration géophysique des minéraux critiques dans le triangle d'or de la Colombie-Britannique	Mitchinson, Dianne	La géologie de la région du "triangle d'or" située dans la partie nord-ouest de la Colombie-Britannique et très prometteuse pour le cuivre et l'or, est très complexe, et le terrain rend la cartographie difficile par endroits. Les données de télédétection accessibles au public, comme les données magnétiques et électromagnétiques, peuvent permettre de cartographier la géologie et de trouver des centres de minéralisation. Cette recherche vise à collecter et à analyser des données sur les propriétés des roches,

		actuellement très limitées, en combinaison avec des données minéralogiques et texturales provenant d'unités géologiques clés du Triangle d'Or, afin de guider et de limiter les interprétations des données géophysiques et de débloquent davantage de types de données et de produits d'interprétation pour la prédiction des minerais.
Graphique de connaissances lithostratigraphiques du Canada	Lawley, Christopher	La lithostratigraphie et la nomenclature lithodémique sont des éléments fondamentaux des géosciences qui caractérisent les relations temporelles relatives entre les roches. Cependant, ces relations temporelles relatives ne sont pas incluses dans la base de données Weblex des noms lithostratigraphiques et lithodémiques, malgré l'importance de ces informations pour l'interprétation des paléo-environnements et l'évaluation du potentiel minéral critique. Cette proposition combinera le traitement du langage naturel et la théorie des graphes avec les données textuelles de Weblex pour prédire les associations lithostratigraphiques et lithodémiques à travers le Canada et combler cette lacune dans les connaissances.
Caractérisation quadridimensionnelle des systèmes porphyriques nord-américains	Coutts, Daniel	Les gisements porphyriques constituent l'une des plus importantes sources de minéraux critiques tels que le cuivre et le molybdène au Canada. Les archives géologiques de nombreux facteurs de contrôle (p. ex. les conditions de paléo contrainte, l'histoire de la subduction) ont été en grande partie détruites lors de la subduction et sont interprétées à partir d'autres sources de données (p. ex. la géochimie des roches entières ou des zircons). En tant que tels, les modèles de prospectivité basés sur des modèles de reconstruction des plaques permettent d'intégrer un grand nombre de ces paramètres qui peuvent être essentiels à une prédiction précise.
Prospectivité des minéraux critiques à l'aide de la géochimie des sédiments lacustres et de nouvelles méthodes de ML dans le nord-ouest du Manitoba	McClenaghan, Beth	Depuis plus de 50 ans, la CGC effectue des relevés de sédiments lacustres organiques à l'échelle régionale dans les terrains glaciaires du Bouclier canadien. Cependant, peu de ces ensembles de données de la CGC ont été interprétés à l'aide de techniques modernes d'apprentissage automatique afin d'évaluer le potentiel minéral. Afin de combler les lacunes dans l'interprétation des données et de promouvoir l'exploration des ressources naturelles et l'établissement de bases environnementales dans le nord-ouest du Manitoba, l'activité proposée consistera à effectuer une évaluation critique de la prospectivité minérale dans le nord-ouest du Manitoba à l'aide de nouvelles données géochimiques sur les sédiments lacustres récemment générées par le programme GEM GeoNorth.
Progrès dans l'identification des minéraux à l'aide de l'IA pour la correspondance spectrale (réflectance VIS-NIR-SWIR)	Bouffard, Jean-Sébastien; Thompson, Aaron; et Percival, Jeanne	L'identification rapide et robuste des minéraux in situ est importante pour la prise de décision et l'exploration minière, car elle permet une détermination répétable et non destructive de la composition de l'échantillon, qui peut être réalisée par des experts comme par des non-spécialistes. Ce concept soutient les priorités géoscientifiques établies par la Commission géologique du Canada, en particulier les géosciences pour le développement minier et nordique, les géosciences pour la gestion des terres et la mise en relation des géosciences avec les utilisateurs. Nous proposons une solution basée sur l'apprentissage profond pour l'identification in situ des minéraux, en mettant l'accent sur les constituants des terres rares et d'autres minéraux critiques. Cette solution fournira un outil accessible, rapide, facile à utiliser et non destructif, tout en minimisant l'impact sur l'environnement et les communautés locales.
Cadre de gestion des données 3D pour les minéraux critiques : Intégration des pratiques FAIR, quantification de l'incertitude et gestion des risques	de Kemp, Eric	Cette sous-activité d'une durée d'un an consistera à souligner l'importance du développement d'un cadre de gestion des données 3D pour les informations géoscientifiques 3D qui donne un signal de départ à la quantification, l'incertitude et le risque associés à l'utilisation des données 3D pour l'exploration des minéraux critiques. Documentation des cas d'utilisation des données 3D pour des projets de minéraux critiques sélectionnés au sein du GDMC, ce qui pourrait catalyser une

		analyse des besoins en matière de gestion des données géoscientifiques 3D à l'échelle du secteur de RNCAN. Promotion d'une meilleure pratique de gestion des données 3D, avec la valeur des utilisations de données 3D pour les minéraux critiques et la gestion des risques associés, afin d'accroître notre capacité d'accès, de répétabilité, de livraison et d'interopérabilité des données et modèles géoscientifiques 3D pour les clients internes et externes de RNCAN.
Amélioration de la fiabilité des cartes de prospection minérale fondées sur des données et des produits connexes	Zhang, Steven; Bouffard, Jean-Sebastien; et Thompson, Aaron	Les cartes de prospectivité fiables et fondées sur des données sont l'une des priorités du Comité national des commissions géologiques (CNCG) et un résultat clé souhaitable pour permettre une exploration opportune et efficace des minéraux essentiels du Canada. Cependant, l'intégration de l'apprentissage automatique dans les géosciences n'en est qu'à ses débuts et, contrairement à d'autres produits de prospection, les cartes de prospectivité minérale présentent des niveaux d'incertitude inconnus. C'est un obstacle à l'adoption des cartes de prospectivité minérale, mais aussi des produits spatiaux liés à l'environnement et à l'ESG (par exemple, les cartes de score de risque ESG). Nous proposons une série d'études visant à améliorer la méthodologie en utilisant les pratiques de la science expérimentale, afin de produire des cartes de prospectivité et de risque ESG avec une incertitude entièrement quantifiée, en se concentrant sur les produits minéraux essentiels du Canada.

Activité 3.2 : Principes environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG)

Titre de la sous-activité	Chercheur principal	Description de la sous-activité
Voies de l'économie verte	Lawley, Christopher	Les normes de déclaration au Canada (NI-43-10), en Australie (JORC) et dans le monde entier (UNFC) prévoient d'intégrer les principes environnementaux, sociaux et de gouvernance (ESG) à la définition officielle d'une ressource minérale, ce qui améliorera la divulgation des risques et servira à orienter l'investissement. Toutefois, la production de rapports et la gestion du rendement selon les critères ESG au niveau du projet sont incomplètes, à moins que tous les risques localisés associés à l'exploitation minérale critique soient situés dans un contexte régional, national et mondial. Cette étude permettra d'élaborer et de valider de nouvelles méthodes pour combiner les ensembles de données publiques sur les critères ESG afin d'améliorer les stratégies de gestion des ressources naturelles pré concurrentielles et axées sur les données à de multiples échelles spatiales pour combler cette lacune en matière de connaissances.
Cartographie de l'intensité en carbone des activités d'exploration au Canada	Coutts, Daniel	Les données de référence en matière d'environnement, de société et de gouvernance (ESG) sont importantes pour suivre les risques et les performances ESG au fil du temps. Cette sous-activité prévoit de créer des données de référence sur l'intensité en carbone des activités d'exploration minière afin de mieux quantifier l'hétérogénéité des impacts environnementaux (émissions) au cours de l'exploration minière critique. Cela implique la collecte de données à partir de rapports d'évaluation de l'exploration minérale (par exemple, le carburant brûlé, le personnel sur le site, les heures d'hélicoptère, les kilomètres parcourus, etc.) pour informer un modèle géospatial et prévoir des cartes pour l'intensité de carbone pour les activités d'exploration (par exemple, le travail sur le terrain, la géophysique aéroportée et le forage) dans différentes juridictions minières à travers le Canada.
Débloquer le potentiel minéral critique du Canada	Thompson, Aaron	Cette sous-activité soutiendra la prise de décision précompétitive pour le développement minéral en combinant la faisabilité logistique avec des considérations environnementales, sociales et de gouvernance (ESG) dans une application de cartographie de la prospectivité. Les résultats du projet réduiront les risques liés à l'exploration minière et au développement de projets en exploitant les informations sur la production, les coûts

		d'investissement et d'exploitation, l'accès aux infrastructures, les indices de développement social, les facteurs écologiques et les contraintes environnementales. Cette sous-activité développera un nouveau modèle de cadre conceptuel pour explorer la faisabilité technique de projets miniers critiques dans le contexte de l'ESG.
Cartographie des risques liés à l'eau pour le développement des minéraux critiques	Bunn, Melissa and Russell, Hazen	Le développement des ressources minérales critiques nécessite une compréhension à long terme de la disponibilité de l'eau. L'eau est nécessaire à la fois pendant les opérations (pour le traitement, le contrôle des poussières et le transport des matériaux) et à la fermeture (pour prévenir les impacts environnementaux des résidus et des roches minières). Cette activité utilisera la modélisation de pointe du climat et de la quantité d'eau du projet Canada1Water pour générer des cartes des risques liés à l'eau afin d'aider à la planification minière et à la gestion des risques, et de soutenir la prise de décision et la planification basées sur l'ESG pour l'exploitation des minéraux critiques.