DV 2025-01

Congrès Québec Mines + Énergie 2025 - Résumés des conférences et des photoprésentations

Documents complémentaires

Additional Files



Licence

License

Cette première page a été ajoutée au document et ne fait pas partie du rapport tel que soumis par les auteurs.

Ressources naturelles et Forêts
Québec

QM+É

Québec Mines+Énergie

2025



RÉSUMÉS DES CONFÉRENCES ET DES PHOTOPRÉSENTATIONS

DV 2025-01

2025

Votre gouvernement

Québec

Coordonnatrice

Marie-Claude Bonneau

Révision linguistique

Claude Dion, ing.

Traduction

Catherine Tremblay, trad. a.

Claude Dion, ing.

Conception graphique

André Tremblay

Couverture, mise en page

André Tremblay

AVERTISSEMENT

Les données utilisées pour rédiger ce rapport proviennent de sources diverses.
L'exactitude et la fiabilité de ces données dépendent entièrement de ces sources.

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-555-02963-7
© Gouvernement du Québec, 2025

TABLE DES MATIÈRES

Résumés des conférences 4
Résumés des photoprésentations 65
Acronymes 115

RÉSUMÉS DES CONFÉRENCES

Table des matières

SÉANCE 1 14

L'HÉRITAGE GÉOLOGIQUE DU QUATERNAIRE : ARCHIVES SÉDIMENTAIRES ET APPLICATIONS

Cartographie des dépôts de surface et des mouvements de masse dans l'est de la baie d'Hudson et de la baie James : implications pour l'évolution morphosédimentaire d'une côte en émersion ...14

Pierre-Olivier Couette (Université Laval)

Synthèse de la géologie des dépôts de surface de la ceinture de Cape Smith, Nunavik, Québec.....14

Simon Hébert (MRNF)

L'apport des MNT LiDAR à la cartographie du Quaternaire : le cas des lacs glaciaires Barlow et Ojibway 15

Etienne Brouard (CGC-Québec)

Genèse et chronologie de la Moraine d'Harricana : apports de la sédimentologie, de la provenance sédimentaire et de la datation par isotopes cosmogéniques.....15

Martin Roy (UQAM)

Contrôles hydrogéologiques et stratigraphiques sur la formation de fontis et de ravins dans un dépôt épais de sédiments quaternaires à Trois-Rivières, Québec.....16

Adeline Roche (Université Laval)

SÉANCE 2 16

CRÉATION D'UNE CHAÎNE DE VALEUR DES MCS : VALORISATION DES MINÉRAUX SECONDAIRES ET DES SOUS-PRODUITS

Coproduction des MCS : entre volonté et réalité 16

Réjean Girard (IOS Services Géoscientifiques)

L'importance de la valorisation des minéraux secondaires du projet Crevier 16

Jean-Sébastien David (Métaux Niobay)

Transformer les rejets miniers amiantés en occasion stratégique 16

Jean-Philippe Gagnon (Exterra Solutions Carbone)

Potentiel de valorisation des minéraux secondaires du gisement de graphite naturel de Matawinie..17

Martin Brassard (Nouveau Monde Graphite)

Nouvelles approches pour la valorisation de poussières d'aciérage 17

Luc St-Arnaud (ArcelorMittal Produits Longs Canada) et Julien Mocellin (SGS)

SÉANCE 3 17

BÂTIR ENSEMBLE LA RELÈVE MINIÈRE : REPENSER LA FORMATION, L'ATTRACTION ET L'ANCRAGE RÉGIONAL

De l'idée à l'impact : la table de concertation Formation main-d'œuvre en action 17

Véronique Morency (MRNF)

Programme de reconnaissance Karahkwa 18

Vanessa Thomas (CDRHPNQ)

Rehaussement et reconnaissance des compétences vers la qualification : quand l'éducation tend la main au secteur minier.....18

Geneviève Dionne (CERAC-CSS de la Capitale)

Comment les innovations révolutionnent-elles la formation? 18

Isabelle Albran et Suzie Therriault (CSMO Mines)

SÉANCE 4 19

DÉCOUVREZ COMMENT LE PARCOURS VORTEX, UN PROGRAMME DU GROUPE MISA, PROPULSE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE DANS L'INDUSTRIE MINIÈRE QUÉBÉCOISE

Hyperflo, OPTIS et BGI : collaborer pour un système de ventilation secondaire intelligent ...19

Benoit Guenette (BGI Analytics) et François Bolduc-Teasdale (OPTIS)

Tessellate Robotics : inspection automatisée des camions de halage.....19

Pierre-Hugo Vigneux (Tessellate Robotics)

Présentation du projet d'optimisation stochastique basée sur l'IA de la planification et de la prévisibilité des performances minières de KPI Mining Solutions.....19

Matheus Faria (KPI Mining Solutions)

Qualité de service optimisée par l'IA pour les réseaux 5G/LTE dans les mines connectées par LatenceTech 20

Chloé Durand (Latence Technologies)

LATYS FOCUS : la connectivité où vous voulez, quand vous voulez — le cas des mines 20

Moustapha Amine Kane (Latys Intelligence)

SÉANCE 5 20

UNE COLLABORATION GOUVERNEMENTALE QUÉBEC-ROYAUME-UNI POUR LA CRÉATION DE CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT EN MINÉRAUX CRITIQUES ET STRATÉGIQUES RÉSILIENTES

Conférence de l'Agence internationale de l'Énergie.....20

Alessio Scanziani (Agence internationale de l'Énergie)

Présentation du ministère de l'Économie et du Commerce du Royaume-Uni.....20

Daniel Robertson (UK Department of Business and Trade)

SÉANCE 6 21

DÉPLOYER LA FILIÈRE DU GAZ NATUREL RENOUVELABLE AU QUÉBEC : VERS UNE ÉNERGIE LOCALE, DURABLE ET STRATÉGIQUE!

Le GNR au Québec : état d'avancement et perspectives 21

Clément Bekaert (Énergir)

De la matière à l'énergie : retour sur l'exploitation du GNR à Varennes.....21

Gabrièle Girouard (SEMECS)

Projet de développement et de construction d'une usine de production de GNR au LET de Sainte-Sophie 21

Ghislain Lacombe (WM)

Investir pour décarboner le Québec — retour d'expérience du Fonds Bioénergie dans la filière de la production de GNR.....21

Fanie St-Pierre (Fonds de solidarité FTQ Bioénergie)

SÉANCE 7 22

IA ET GESTION DE L'ÉNERGIE

Planifier la production et le transport d'électricité à l'aide de l'intelligence artificielle.....22

Alexandre Blondin Massé (UQAM)

L'IA en gestion de l'énergie : applications actuelles et perspectives.....22

Louis-Pierre Campeau et Pierre-Marie Manach (Artelys Canada)

SÉANCE 8 23

LA DÉCARBONISATION DANS L'EXTRACTION ET LA CONCENTRATION DU MINERAI

Décarboniser l'exploitation minière en Colombie-Britannique : du défi climatique à l'avantage concurrentiel.....23

David Sanguinetti (Foresight Canada)

Du défi à l'impact : la décarbonation par l'innovation en Saskatchewan et ailleurs.....23

Erin Powell (Saskatchewan Research Council)

Décarbonation des exploitations minières albertaines grâce à la fabrication avancée 23

Gary Fisher (Innotech Alberta)

SÉANCE 9 24

QUÉBEC ET ROYAUME-UNI : DISCUSSION AUTOUR DES OCCASIONS DE DÉVELOPPEMENT DES RELATIONS ÉCONOMIQUES LIÉES À L'APPROVISIONNEMENT EN MINÉRAUX CRITIQUES ET STRATÉGIQUES

Présentation du Département de financement des exportations du Royaume-Uni au Canada....24

Ozgur Kutay (UK Export Finance)

SÉANCE 10 24

PROJETS DE RECHERCHE ET D'INNOVATION DU DOMAINE MINIER ET LA CHAIRE DE RECHERCHE SUR LA VALORISATION DES RÉSIDUS AMIANTÉS .....

Le programme d'appui à la recherche et à l'innovation du domaine minier — Informations pratiques 24

Annie Larrivée (MRNF)

Approche comparative des prédictions géoenvironnementales : le *corescanning* comparé aux méthodes géochimiques traditionnelles appliqués aux rejets miniers 24

Aaron Hervé Mbwe Mbissik (Agnico Eagle Mines, UQAT)

Intégration de la technologie de base automatisée aux méthodes d'apprentissage automatique pour des évaluations géoenvironnementales avancées.....25

Ehsan Vosoughi (UQAT)

Mode de gestion innovant pour des résidus miniers générateurs d'acide par la codisposition..25

Martine Paradis (Nouveau Monde Graphite)

Chaire de recherche sur la valorisation des résidus miniers amiantés.....25

Jean-François Boulanger et Gervais Soucy (Université de Sherbrooke)

SÉANCE 11 26

SITES MINIERS RESTAURÉS : ÉTUDES DE CAS ET DÉFIS ENVIRONNEMENTAUX

Restauration de l'ancien site minier East Sullivan : histoire, défis et succès 26

Carmen Mihaela Neculita (UQAT) et Louis-Filip Richard (MRNF)

Fermeture et remise en état du site minier Bouchard-Hébert, Rouyn-Noranda, Québec (Canada) 26

Paul Furguson (Robertson GeoConsultants) et Zied Tebabi (Trafigura Mining)

Sites miniers Solbec et Yvan Vézina 26

Steve Pelletier (IAMGOLD)

Mines Gaspé : 20 ans après la restauration 26

Ann Lamontagne (Métaux Osisko)

SÉANCE 12 27

DÉVELOPPER DES ÉCOSYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES RÉGIONAUX (EER) PAR L'EXPLOITATION DES RÉSEAUX THERMIQUES

Boucles énergétiques au Canada : livre blanc ...27

Mathieu Lévesque (Alliance pour la décarbonation des bâtiments)

Les jumeaux numériques pour l'évaluation de la faisabilité des réseaux thermiques.....27

Ursula Eicker (Université Concordia)

Optimisation des ressources énergétiques et thermiques dans un EER régional 27

Milad Aghabararnejad (CanmetÉnergie)

Projet structurant de réseau de chaleur régional 28

Benoit Gratton (Enbridge Gaz Québec)

La valorisation des rejets thermiques, une réponse aux besoins énergétiques du Québec...28

Stéphan Gagnon (MELCCFP)

SÉANCE 13 28

EEYOU ISTCHEE BAIE-JAMES, DÉCHIFFREZ SES SECRETS

La Zone Fortin (Propriété Wabamisk) : une découverte majeure en antimoine-or au Québec 28

Jean-Marc Lulin (Azimut Exploration)

Le gisement archéen à Au-Cu-Ag de Troilus : un gisement synvolcanique polyphasé, déformé et métamorphisé au faciès des amphibolites (Eeyou Istchee Baie-James, Québec) 29

Pierre-Arthur Groulier (Troilus Gold)

Géologie de la région du lac Caulincourt, Eeyou Istchee Baie-James : redéfinition de la limite entre les sous-provinces d'Opinaca et de La Grande 29

Charles Saint-Laurent (MRNF)

Géologie de la région du lac Chamic, sous-provinces d'Opatica et de La Grande, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada 30

Daniel Bandyayera (MRNF)

Contrôle lithostructural des pegmatites LCT : cas du gisement lithinifère de Whabouchi, Sous-province néoarchéenne de Nemiscau, Eeyou Istchee Baie-James, Québec 30

Hubert Mvondo (MRNF)

Le gîte polymétallique LION (Cu-Ni-Pd-Pt-Ag-Au), Eeyou Istchee Baie-James 30

Eric Hébert (Mines Power Metallic)

SÉANCE 14 31

ANTICIPER/PLANIFIER LE BOUQUET ÉNERGÉTIQUE À L'HORIZON 2050

Moins et mieux : le monde des affaires face à la transition énergétique 31

Geneviève Gauthier (Econoler)

SÉANCE 15 31

AUTOCHTONES : EXPLORER LES OCCASIONS DANS L'INDUSTRIE MINIÈRE

La réconciliation économique et l'industrie minière 31

Jennifer O'Bomsawin (Cabinet de relations publiques NATIONAL)

L'importance des ententes d'exploration minière dans la relation avec les communautés autochtones 32

Karl Masson (IDDPNQL)

SÉANCE 16 32

DÉFIS ET INNOVATIONS EN EXPLOITATION MINIÈRE À CIEL OUVERT ET SOUTERRAINE

Minage sélectif d'un gisement filonien subhorizontal 32

Philippe Groleau et Dominique Audet (Eldorado Gold Québec)

Avancées et innovations dans la surveillance et le contrôle du bruit et des vibrations dans le secteur minier 33

Michel Pearson et Myriam Cousineau (Soft dB)

Optimisation de la performance et de la sécurité dans l'alésage d'ouverture primaire de chantier — cas pratique à la Mine Goldex 33

Mathieu Verreault (Agnico Eagle Mine Goldex) et Edouard Frank (Center Rock)

SÉANCE 17 33

LA PLACE DU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE DANS LE BOUQUET ÉNERGÉTIQUE QUÉBÉCOIS

L'énergie solaire photovoltaïque au Canada et dans le monde en 2025 33

Yves Poissant (CanmetÉNERGIE)

Offre solaire d'Hydro-Québec 33

Jean-Pierre Croteau (Hydro-Québec)

Le rôle clé des municipalités dans le développement de l'énergie solaire au Québec 34
Myriam Trudel (Fédération québécoise des municipalités)

SÉANCE 18 34

FAVORISER L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE : LES LEVIERS À ACTIVER EN AMONT 34

Guide du promoteur : vers un développement harmonieux sur le territoire de la MRC du Fjord-du-Saguenay 34
Josianne Pelosse (MRC du Fjord-du-Saguenay)

Baromètre de l'acceptabilité sociale — Secteur minier 35
Marc-Olivier Fortin (Transfert Environnement et Société)

L'exploitation minière et le territoire naskapi : passé, présent et avenir 35
Jeremy Einish (Nation naskapie de Kawawachikamach)

Relations avec les Premières Nations : partage d'expériences vécues 35
Guy Bourassa (Scandium Canada)

SÉANCE 19 36

LES BONNES PRATIQUES INTERNATIONALES EN MATIÈRE DE CIRCULARITÉ DU SECTEUR MINIER ET DES MINÉRAUX CRITIQUES ET STRATÉGIQUES

Présentation de la Feuille de route en économie circulaire du Québec 36
Sabrine Cholette (MELCCFP)

SÉANCE 20 36

L'OR ET LE CUIVRE DANS LA PROVINCE DU SUPÉRIEUR : ÉTATS DES LIEUX, AVENIR ET PERSPECTIVES

Mots d'introduction : regard sur le potentiel Au-Cu de la Province du Supérieur 36
Jean-Luc Pilote (CGC-Québec)

Découvertes et exploration pour l'or et le cuivre en Abitibi : une vision magmatique 37
Michel Jébrak (UQAM)

Gisements d'or de la Province du Supérieur : distribution, contenu métallique et styles de minéralisations 37
Valérie Bécu (CGC-Québec)

Potentiel en or et en cuivre de la région d'Eeyou Istchee Baie-James : analyse rétrospective des découvertes et éléments prédictifs 37
Jean-Marc Lulin (Azimut Exploration)

L'or à travers l'espace et le temps : diversité des styles de minéralisations aurifères dans la ceinture de roches vertes d'Urban-Barry, Québec, Canada 38
Brandon Choquette (Gold Fields)

Évolution des perceptions sur la fertilité et la maturité dans l'exploration de la Zone volcanique Sud de l'Abitibi 38
Pierre Bedeaux (Société minière Barrick)

Comprendre pour mieux cibler l'or et le cuivre ... 38
Georges Beaudoin (Université Laval)

SÉANCE 21 39

ÉLÉMENTS08 : SCIENCE, STRATÉGIE ET PARTENARIATS AU SERVICE DES MCS

Pegmatites à lithium : développement des connaissances géométallurgiques 39
Alexander Ure (Corem)

Élimination du calcium des solutions de sulfate de lithium 39
Driss Mrabet (Corem)

Procédés hydrométallurgiques non conventionnels pour l'extraction du lithium à partir du concentré de spodumène 39
Esmaeil Jorjani (CTRI)

Valorisation des rejets d'un procédé de concentration minéralurgique de lithium 40
Stéphanie Somot (CTRI)

SÉANCE 22 40

SE PRÉPARER STRATÉGIQUEMENT POUR BÉNÉFICIER DES OCCASIONS D'AFFAIRES SUR LE TERRITOIRE NORDIQUE

SÉANCE 23 41

LE CUIVRE AU QUÉBEC : PERSPECTIVES ET PROJETS D'EXPLORATION

Le camp minier de Matagami 2.0 41

Gilles Roy (Nuvau Minerals)

Le projet du Lac Gayot : nouvelles perspectives sur les minéralisations de Ni-Cu-EGP de la ceinture de roches vertes de Vénus 41

Michael Tucker (Perseverance Metals)

Les systèmes magmatiques-hydrothermaux à Au ± Cu ± Ag ± Mo (et autres substances connexes) d'Eeyou Istchee Baie-James : où et quand chercher!..... 42

Jérôme Lavoie (MRNF)

Le Corridor Rex au Nunavik : cible géante pour le cuivre et autres MCS 42

Jean-Marc Lulin (Azimut Exploration)

Le projet Cu-Au-Ag de Nachicapau, Fosse du Labrador, Québec 42

Sylvain Trépanier (Exploration Midland)

SÉANCE 24 43

INDUSTRIE MINIÈRE DURABLE : RÉDUIRE L'IMPACT, RENFORCER L'ENGAGEMENT

Trente ans après la signature de l'Entente Raglan : apprentissages et collaboration 43

Céliane Dorval (Glencore-Mine Raglan)

Perspectives des investisseurs sur le chemin incertain vers la décarbonisation 43

Sander Jansen (KPMG)

Initiatives concrètes pour la gestion efficace de la biodiversité chez Eldorado Gold Québec : conservation de l'habitat du poisson au lac Florentien.....43

Sylvain Lortie (Eldorado Gold Québec)

La filière québécoise du cuivre : l'économie circulaire comme source de métaux critiques . 44

Danny Tremblay (Glencore Canada)

Valoriser les résidus pour transformer l'avenir : l'approche circulaire de Nemaska Lithium 44

Dan Fournier (Nemaska Lithium)

De l'intention à l'action : opérationnaliser les objectifs de réduction de GES 44

Sébastien Laflamme (Mines Agnico Eagle)

SÉANCE 25 45

RÉSEAU SCIENTIFIQUE MCS : RÉSULTATS DE RECHERCHE, ENJEUX MONDIAUX MCS, CIRCUITS IMPRIMÉS, DÉFENSE ET SÉPARATION DES TERRES RARES

Nouveau procédé de récupération de l'acide chlorhydrique à partir de chlorures métalliques. 45

Kiril Mugerman (Ressources Géoméga)

Transformer un résidu carboné d'usine d'aluminium en minéraux critiques pour les batteries... 45

Laurent Birry (Rio Tinto Aluminium)

Recyclage des anodes de graphite des batteries Li-ion 45

Jean-Yves Huot (Technologies Graphite Vertes)

Amélioration de la circularité de la chaîne d'approvisionnement des MCS — recyclage par électrolyse membranaire des résidus de sulfate de sodium issus de l'extraction et de la transformation des MCS 45

Christian Désilets (CNETE)

Géopolitique de la désinformation minérale.... 46

Michel Jébrak (UQAM)

L'approche L3 Process pour le développement de procédés d'extraction de métaux technologiques : une étude de cas pour la séparation des ETR..... 46

Tommee Larochelle et Steeve Lafontaine (L3 Process Development)

SÉANCE 26 47

RESTAURATION MINIÈRE : UN ENJEU STRATÉGIQUE POUR L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE, LES INVESTISSEURS FINANCIERS ET LES COMPAGNIES D'ASSURANCE

SÉANCE 27 47

DÉCARBONATION! DÉFIS ET POSSIBILITÉS POUR DÉCARBONER LE SECTEUR INDUSTRIEL

Tarification carbone 2.0 : comprendre les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières pour rester compétitif 47

Valériane Thool
(Université de Sherbrooke, Université d'Ottawa)

Programme corporatif de réduction des GES .. 48

Francis Fournier (Kruger)

Mesure d'aide à la décarbonisation du secteur industriel québécois (MADI) et Mise en consigne: explications et bilan..... 48

Corinne Éthier (MELCCFP)

SÉANCE 28 48

LES RÉSERVOIRS GÉOLOGIQUES AU SERVICE D'UNE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE PERFORMANTE

Le potentiel économique des saumures profondes au Québec et ailleurs 48

Daniele Pinti (GEOTOP-UQAM)

Transition verte, une solution orange..... 48

Florian Osselin (Vema Hydrogen)

Mesures des gaz dans les sols : de l'exploration pour l'hydrogène naturel à la surveillance des sites de stockage géologique..... 49

Maria Luisa Moreira dos Santos (INRS-ETE)

Stockage d'hydrogène au Québec : des Îles-de-la-Madeleine aux défis du reste de la province... 49

Antoine Bachand (Dunsky Énergie + Climat)

Importance du choix du site et du contexte géologique sous-tendant dix années d'opérations d'injection de CO_2 à l'installation de captage et de stockage du carbone Quest..... 49

Carrie Rowe (Shell Canada)

SÉANCE 29 50

LA GÉOCHRONOLOGIE : UN PILIER ESSENTIEL DES GÉOSCIENCES — HOMMAGE À JEAN DAVID

Jean David : application de la géochronologie à la cartographie..... 50

Robert Marquis (retraité MRNF)

Zirconologie martienne : 4,2 milliards d'années d'évolution crustale 50

Martin Bizzarro (Globe Institute)

Jean David : le géochronologue, l'œnologue et le musicien 51

Serge Perreault (Ordre des géologues du Québec)

Maudites roches! En quoi nous renseignent les isotopes de l'azote et des gaz rares sur la ceinture de Nuvvuagittuq..... 51

Daniele Pinti (GEOTOP-UQAM)

Héritage tectonique archéen dans les orogènes paléoprotérozoïques : exemple du sud-est de la Province de Churchill, Québec..... 51

Antoine Godet (CGC-Québec)

SÉANCE 30 52

PRINCIPAUX RÉSULTATS DES TRAVAUX DE RECHERCHE EN MINES ET EN ENVIRONNEMENT PAR L'IRME UQAT-POLYTECHNIQUE

Restauration des sites miniers 52

Bruneau Bussière (IRME) et Steve Pelletier (IAMGOLD)

Valorisation des rejets miniers et économie circulaire 52

Suzie Poirier (Rio Tinto Fer et Titane) et
Lucie Coudert (IRME-UQAT)

Survol des travaux récents en prédiction de la qualité, du traitement et de la gestion des eaux minières 53

Carmen Mihaela Neculita et Benoit Plante (UQAT)

Défis de la gestion des rejets et de la restauration minière en conditions arctiques ... 53

Vincent Boulanger-Martel (UQAT), Li Li (Polytechnique Montréal) et Isabelle Lapierre (Glencore-Mine Raglan)

Végétalisation des sites miniers et biodiversité .. 53

Marie Guittonny (IRME-UQAT) et Geneviève Pepin (Dhilmar-Mine Éléonore)

Partenariat IRME UQAT-Polytechnique — la suite! 54

Michel Julien (Mines Agnico Eagle)

SÉANCE 31 54

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET ACCEPTABILITÉ SOCIALE : DE LA RECHERCHE À LA PRATIQUE

Mesurer l'acceptabilité sociale : le cas des projets d'énergie renouvelable 54

Alice Friser (UQO)

Les défis de l'acceptabilité sociale dans le contexte de l'ambitieux Plan d'action 2035 d'Hydro-Québec 55

Geneviève Chouinard (Hydro-Québec)

Mesurer l'acceptabilité sociale : facteurs déterminants et apprentissage du terrain 55

Cédric Bourgeois (Transfert Environnement et Société)

SÉANCE 32 55

DÉCARBONATION INDUSTRIELLE ET MINIÈRE

Décarbonation de la chaîne de valeur de l'acier au Québec 55

Serge Bédard (CanmetÉNERGIE)

Décarbonation industrielle 55

Marianne Huot (ArcelorMittal Exploitation Minière Canada)

Comparaison des empreintes carbone des procédés de fabrication d'oxyde de magnésium 56

Maxime Couillard (ECO2 Magnesia)

Stratégies de décarbonation : production et utilisation de biocarbone dans les procédés de carboréduction 56

François Simard (Elkem Metal Canada)

SÉANCE 33 56

MAGMATISME ET TECTONIQUE : REGARDS CROISÉS SUR LA MÉTALLOGÉNIE ARCHÉENNE

Regards croisés sur le magmatisme et la tectonique de la province métallogénique paléoprotérozoïque du craton ouest-africain ... 56

Anne-Sylvie André-Mayer (Université de Lorraine)

Convection, magmatisme-hydrothermalisme et différentiation de la croûte archéenne : implications pour la formation des gisements d'or et d'uranium 57

Olivier Vanderhaeghe (Géosciences Environnement Toulouse)

Implications des modèles non actualistes archéens sur les stratégies d'exploration minérale 57

Jean Bédard (CGC-Québec)

Classification des TTG en Abitibi : évolution crustale et perspectives métallogéniques 57

Silvain Rafini (CONSOREM-UQAC)

Les suites Tonalite-Trondhjémite-Granodiorite (TTG) : mécanisme magmatique à l'origine de l'évolution crustale archéenne 58

Jillian Kendrick (Saint Mary's University)

SÉANCE 34 58

LE SIGÉOM EN CONSTANTE ÉVOLUTION DEPUIS 30 ANS : DE L'INTÉGRATION DE DONNÉES À L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Le système d'information géominière du Québec (SIGÉOM) : à l'avant-garde depuis 30 ans! 58

Caroline Thorn et Patrice Roy (MNRF)

Est-ce que l'IA peut aider à charger les données géochimiques du SIGÉOM en toute sécurité? 59

Henri Blondelle (Agile Data Decisions)

Le SIGÉOM, outil de propulsion de l'apprentissage automatique en géoscience au Québec.....59
Erwan Gloaguen (INRS-ETE)

Application des Grands Modèles de Langage aux descriptions géologiques 59
Mathieu Cedou (Mira Geoscience)

Un nouveau paradigme pour les connaissances géoscientifiques à l'ère numérique : la modélisation par IA des systèmes orogéniques à grande échelle.....59
Jean-Philippe Paiement (VRIFY Technology)

Les gisements de données du MRNF : précurseurs des gisements du Québec.....60
Jean-Marc Lulin (Azimut Exploration)

SÉANCE 35 60

DÉCOUVERTES GÉOLOGIQUES DANS LE GRENVILLE : CARTOGRAPHIE, RECHERCHE ET AVANCÉES EN EXPLORATION

Géologie, géochimie et métallogénie des roches entre la région de Clova et le lac Saint-Jean.....60
Abdelali Moukhsil (MNRF)

Concepts et modèles innovants pour expliquer l'origine des magmas alcalins mantelliques et implications pour la découverte de nouvelles zones minéralisées.....61
Azam Soltanmohammadi (CGC-Québec)

Géologie de la région du lac Coacoachou, Province de Grenville, région de la Côte-Nord, Québec, Canada 61
Yannick Daoudene (MNRF)

Géologie de la région du lac Poulin-De-Courval, Province de Grenville, région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, Québec, Canada....61
Samuel Coulombe (MRNF)

Le minerai de fer de haute pureté : l'effet grenvillien!.....61
Hugue Longuépée (IOS Géosciences)

Caractérisation des carbonatites à Nb-ETR de la zone de Waswanipi-Saguenay, Province de Grenville, Québec, Canada.....62
Hélène Legros (MNRF)

SÉANCE 36 62

RÉSULTATS DU PROGRAMME DE RECHERCHE MRNF-FRQ SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DU SECTEUR MINIER

Conception intégrée des pentes minières sur la base de données LiDAR 62
Martin Grenon (Université Laval)

Système corporel intelligent d'antenne pour les mines souterraines profondes.....63
Mourad Nedil (UQAT)

Production de graphite — Mine 4.0 et géométallurgie : minimisation des risques associés à la production de graphite de grade batterie Lithium-Ion.....63
Jocelyn Bouchard (Université Laval)

Covalorisation des minéraux critiques et stratégiques issus de la filière fer-titane au Québec...64
Dominique Larivière (Université Laval) et Lucie Coudert (IRME-UQAT)

Accompagner la transition écologique par la valorisation de résidus miniers 64
Louis-César Pasquier (INRS-ETE)

SÉANCE 1

L'HÉRITAGE GÉOLOGIQUE DU QUATERNAIRE : ARCHIVES SÉDIMENTAIRES ET APPLICATIONS

La couverture de dépôts de surface du Quaternaire est omniprésente sur le territoire québécois. Son épaisseur et ses caractéristiques sédimentologiques sont très variables et témoignent des épisodes qui ont ponctué le dernier cycle glaciaire et la déglaciation subséquente. Frein à l'exploration minérale pour certains, zone de recharge des aquifères de surface pour d'autres, cette couche se prête à de multiples usages et posent plusieurs défis du point de vue de la gestion du territoire et de ses ressources.

Cette séance de conférences offrira l'occasion d'explorer diverses thématiques de recherche en lien notamment avec la cartographie de surface, la prospection glaciosédimentaire, les risques naturels ou le développement de technologies et d'applications inhérentes à cette couche sédimentaire.

Cartographie des dépôts de surface et des mouvements de masse dans l'est de la baie d'Hudson et de la baie James : implications pour l'évolution morphosédimentaire d'une côte en émersion

Pierre-Olivier Couette (Université Laval)

Au cours des dernières années, d'importants glissements de terrain fortement rétrogressifs se sont produits dans les argiles sensibles mises en place dans l'ancienne Mer de Tyrrell, au SE de la baie d'Hudson et au NE de la baie James. Trois secteurs ont été particulièrement affectés par ces glissements de terrain (Grande rivière de la Baleine, Petite rivière de la Baleine et rivière Rupert) et leur proximité avec les communautés de Kuujjuarapik et Waskaganish soulève des inquiétudes quant aux risques qui y sont associés. Face à ces inquiétudes, il est donc impératif de mieux comprendre le contexte morphostratigraphique des glissements de terrain et des environnements sédimentaires dans lesquels ils se développent. L'analyse de modèles numériques de terrain (MNT) à haute résolution, dérivés de données LiDAR récemment acquises, a permis une cartographie systématique des dépôts de surface afin de délimiter les différentes unités morphosédimentaires et la répartition des dépôts argileux dans les secteurs à l'étude. De récents travaux de validation sur le terrain ont permis de préciser la nature et les caractéristiques de ces corps sédimentaires ainsi que de collecter des informations préliminaires sur leur stratigraphie et leur architecture. Ce projet de cartographie des dépôts de surface offre aussi une occasion unique de : (1) retracer l'histoire et la dynamique de la déglaciation dans l'est des baies de James et d'Hudson, en permettant de préciser la chronologie et le mode de mise en place des corps sédimentaires aujourd'hui susceptibles d'être remobilisés par des mouvements de masse; et (2) raffiner les modèles de relèvement glacio-isostatique pour la région grâce à l'élaboration d'une courbe d'émersion à l'aide de la méthode de datation par les nucléides cosmogéniques. Ces données sont essentielles pour mieux comprendre l'évolution du paysage et identifier les causes des glissements de terrain fortement rétrogressifs dans les argiles sensibles de l'ancienne Mer de Tyrrell, aujourd'hui soumises à un taux très rapide de chute du niveau de base.

Synthèse de la géologie des dépôts de surface de la ceinture de Cape Smith, Nunavik, Québec

Simon Hébert (MRNF)

Les grandes glaciations du Quaternaire ont façonné la majeure partie du nord de la péninsule d'Ungava, y déposant une couverture sédimentaire d'épaisseur variable qui limite par endroits l'accès au socle rocheux. La prospection glaciosédimentaire s'avère un outil essentiel pour caractériser le potentiel minéral de certains secteurs de la région du Nunavik, déjà reconnue pour son potentiel nickélifère. Cette présentation aborde la géologie du Quaternaire d'une zone située au sud de Salluit et de la baie Déception qui couvre 15 feuillets SNRC à l'échelle 1/50 000, soit une superficie d'un peu plus de 11 000 km^2.

La cartographie des formations superficielles à l'échelle 1/50 000 ainsi que l'échantillonnage des sédiments d'origine glaciaire (till) et fluvioglaciaire (esker) ont été réalisés lors de trois campagnes de terrain menées durant les étés 2021, 2022 et 2023.

La zone d'étude se trouve dans la Province du Churchill, au sein de l'Orogène de l'Ungava, qui regroupe quatre domaines lithotectoniques : Nord, Sud (formant la Ceinture de Cape Smith), Kovik et Narsajuaq.

Les dépôts de surface sont majoritairement constitués de till, par endroits remaniés par les eaux de fonte. Des formations fluvioglaciaires (eskers sablo-graveleux) et des épandages proglaciaires recouvrent localement les sédiments glaciaires. Le socle rocheux, peu exposé, est souvent gélifracté et comprend des felsenmeers matures sur les monts de Puvirnituq.

La déglaciation rapide des zones côtières et des grandes vallées du nord de la péninsule d'Ungava a coïncidé avec une incursion marine dans la vallée de la rivière Foucault et des lacs Françoys-Malherbe et Watts. Le retrait glaciaire a aussi formé des lacs proglaciaires dans les vallées obstruées par la glace (Watts, Déception, Foucault, Gatin, Vanasse, Derville et Puvirnituq). Plus d'une centaine de mesures d'élévation réalisées à l'aide d'un GPS différentiel ont permis de préciser le schéma régional de déglaciation.

Le secteur présente peu de formes de terrain fuselées. Toutefois, un inventaire exhaustif des marques d'érosion glaciaire et des eskers a permis de mieux définir la dynamique glaciaire de la région.

Des secteurs d'intérêts mettant en évidence différents contextes métallogéniques (Ni-Cu-Co [EGP], VMS, aurifère et Li-ETR) ont été identifiés à la suite de l'analyse et de l'interprétation des résultats d'échantillonnage géochimiques et des concentrés de minéraux lourds.

L'apport des MNT LiDAR à la cartographie du Quaternaire : le cas des lacs glaciaires Barlow et Ojibway

Etienne Brouard (CGC-Québec)

Le retrait de la calotte glaciaire laurentidienne à travers l'est de l'Ontario et le SW du Québec a mené à la formation du Lac glaciaire Barlow dans le bassin supérieur de la rivière des Outaouais. Le Lac Barlow s'est étendu vers le nord et a fini par se joindre au Lac glaciaire Ojibway, formant un système lacustre qui a ensuite fusionné avec le Lac glaciaire Agassiz vers la fin de la déglaciation. Bien que le Lac Barlow constitue un élément central pour reconstituer les dernières phases de la déglaciation, son histoire et sa connexion avec le Lac Ojibway demeurent mal définies. Pour en améliorer la compréhension, une cartographie détaillée des rivages soulevés et d'autres indicateurs des niveaux lacustres a été réalisée dans le bassin de Barlow à l'aide de modèles numériques de terrain (MNT) dérivés du LiDAR.

Les niveaux lacustres du Lac Barlow ont été reconstruits à partir de 22 330 points d'élévation de rivages et de paléosurfaces en tenant compte du rebond postglaciaire. Les rivages situés à haute et moyenne altitude révèlent une baisse progressive de la surface du lac, culminant à un niveau bien défini d'altitude intermédiaire qui marque une période significative de stabilité. La nouvelle séquence de rivages montre une forte continuité avec celle rapportée pour le bassin du Lac Ojibway au nord, ce qui indique que ces lacs formaient un seul plan d'eau pendant une grande partie de l'épisode glaciolacustre.

Ces résultats contrastent avec les modèles antérieurs qui proposaient plusieurs phases lacustres contrôlées par une série de seuils rocheux le long de la partie supérieure de la rivière des Outaouais. Au contraire, l'analyse des points d'élévation corrigés pour l'enfoncement glacio-isostatique suggère que, lors des premiers stades glaciolacustres, les eaux étaient probablement endiguées par la moraine du lac McConnell et/ou par les dépôts glaciofluviaux. L'émergence d'un seuil rocheux dans la partie médiane du bassin, près d'Angliers, a marqué la fin de l'épisode Barlow-Ojibway et le début de la phase stable du Lac glaciaire Ojibway. Cette configuration lacustre a pris fin brutalement vers 8,22 ka à la suite du drainage final du lac.

Après cet abaissement, les lacs Barlow et Ojibway ont évolué indépendamment jusqu'à leur disparition, laissant derrière eux de petits lacs postglaciaires dans des bassins isolés. Ces résultats permettent de raffiner les reconstitutions paléogéographiques et fournissent des données clés pour modéliser les volumes d'eau de fonte nécessaires à l'évaluation de l'impact des décharges d'eau douce sur la circulation océanique et le climat.

Genèse et chronologie de la Moraine d'Harricana : apports de la sédimentologie, de la provenance sédimentaire et de la datation par isotopes cosmogéniques

Martin Roy (UQAM)

La Moraine d'Harricana constitue l'une des plus imposantes formes glaciaires d'Amérique du Nord. Ce vaste complexe fluvioglaciaire s'étend sur plus de 1000 km selon un axe N-S, depuis la localité de Témiscaming (46,7° N) jusqu'au sud de la baie James (52° N). Bien qu'elle soit généralement interprétée comme le produit de la scission de la marge méridionale de l'Inlandsis laurentidien en deux fronts distincts, plusieurs observations sédimentologiques et géomorphologiques suggèrent une genèse plus complexe. Des âges radiocarbone (^{14}C) minimaux vers ~11 ka cal BP permettent de dater la marge glaciaire à l'extrémité sud de la moraine, mais la chronologie des segments médian et septentrional demeure mal définie. Pour mieux comprendre cette dynamique, une cartographie systématique des formes de terrain a été réalisée dans quatre secteurs clés à partir de modèles numériques de terrain tirés du LiDAR, combiné à des travaux de terrain, des analyses de la pétrographie des clastes et des mesures sédimentologiques. Dix-neuf blocs, répartis sur huit sites couvrant un transect de 400 km, ont également été datés par isotopes cosmogéniques (^{10}Be). Les résultats de ces travaux révèlent une superposition de plusieurs processus de mise en place le long de trois segments principaux. Les clastes montrent une composition homogène sur la majeure partie du tracé, sauf au nord où la présence de carbonates paléozoïques et de wackes protérozoïques de la Formation d'Omarolluk témoigne d'une contribution associée à la (aux) réavancée(s) glaciaire(s) de Cochrane, en provenance du NNW. Dans le segment sud, au Témiscaming, la cartographie révèle de nombreuses formes allongées indiquant une mise en place en lien avec un écoulement dominant et uniforme vers le SE. Dans la portion centrale, aux abords de la Moraine de Roulier et de Val-d'Or, les éléments géomorphologiques reflètent une mise en place en position interlobaire entre les fronts des dômes de la baie d'Hudson et du Québec-Labrador. Les âges ^{10}Be préliminaires permettent de préciser la chronologie de la moraine et apportent des contraintes sur le taux de retrait glaciaire régional. Ensemble, ces résultats offrent un éclairage renouvelé sur l'influence des fronts glaciaires dans la genèse de ce système fluvioglaciaire, ainsi que sur la variabilité de la dynamique glaciaire lors des dernières étapes de la déglaciation.

Contrôles hydrogéologiques et stratigraphiques sur la formation de fontis et de ravins dans un dépôt épais de sédiments quaternaires à Trois-Rivières, Québec

Adeline Roche (Université Laval)

L'érosion interne dans les sols granulaires est causée par des mécanismes tels que la suffossion, l'érosion de contact et le soutirage. Ces mécanismes entraînent l'arrachement et le transport de particules hors de leur milieu d'origine sous l'effet de l'écoulement de l'eau souterraine. Près de Trois-Rivières, un cas d'érosion interne s'est manifesté par la formation, en l'espace de quelques mois, d'un ravin associé à des affaissements circulaires affectant la surface du sol autour du ruisseau Bellemare, un affluent de la rivière Saint-Maurice.

Les dépôts quaternaires de cette zone ont été étudiés en utilisant une approche multidisciplinaire combinant la géomorphologie, la stratigraphie, l'hydrogéologie, la géotechnique et la géophysique. Ces dépôts épais se composent d'une succession de formations glaciaires et non glaciaires composées d'unités lithologiques aux propriétés granulométriques, physiques et hydrauliques contrastées. L'analyse granulométrique révèle que certaines formations sont particulièrement sujettes aux mécanismes d'érosion interne, notamment la suffossion et l'érosion de contact.

L'analyse hydrogéologique suggère une activation diachronique de ces mécanismes qui ont conduit, dans un premier temps, à la formation des dépressions circulaires, puis à celle du ravin. Sur la rive droite du ruisseau Bellemare, les dépressions seraient apparues précocement, lorsque les unités sensibles à l'érosion interne se sont retrouvées sous le niveau de la nappe phréatique. Sur l'autre rive, le ravin s'est récemment développé lorsque les conditions propices à l'activation de l'érosion interne ont été réunies, notamment un relèvement du niveau de la nappe au-dessus des unités vulnérables.

Ce ravinement a été facilité par une érosion régressive qui a fragilisé les versants du ruisseau. L'érosion interne demeure peu étudiée au Québec à cause de sa complexité et de la nécessité d'une approche intégrée.

SÉANCE 2

CRÉATION D'UNE CHAÎNE DE VALEUR DES MCS : VALORISATION DES MINÉRAUX SECONDAIRES ET DES SOUS-PRODUITS

La majorité des exploitations minières ne cible que la production des substances principales présentes dans ces dépôts. Les métaux ou minéraux critiques accessoires et les substances secondaires ne sont habituellement pas récupérés et sont mélangés avec les rejets dans les parcs à résidus, alors qu'ils pourraient représenter une source notable de revenus pour l'exploitation. La présente séance vise à discuter des défis, tant techniques qu'économiques, liés à la récupération et à la valorisation des substances secondaires, tant pour les mines actives que lors du développement d'un projet.

Coproduction des MCS : entre volonté et réalité

Réjean Girard (IOS Services Géoscientifiques)

Il est bien vu de promouvoir la récupération des différents coproduits ou sous-produits associés à la minéralisation lors de la phase du développement d'un projet minier dans le but d'améliorer son acceptabilité ou sa rentabilité. Or, il est très rare que ceux-ci soient effectivement valorisés. Les causes de ce problème sont multiples, tant structurelles, techniques que financières. Cette présentation se veut une réflexion sur les prérequis d'une solution gagnante visant l'exploitation de ces ressources et sur les écueils usuels rencontrés sur ce parcours.

L'importance de la valorisation des minéraux secondaires du projet Crevier

Jean-Sébastien David (Métaux Niobay)

Cette présentation vise à démontrer l'importance de récupérer et de valoriser les minéraux secondaires, dont le tantale, pour le projet Crevier au Saguenay–Lac-Saint-Jean. Les techniques de séparation et les différents partenariats de R et D dans ce dossier seront présentés.

Transformer les rejets miniers amiantés en occasion stratégique

Jean-Philippe Gagnon (Exterra Solutions Carbone)

La récupération de substances secondaires extraites des résidus miniers amiantés représente une occasion stratégique pour Exterra, mais soulève des défis techniques et économiques notables.

Sur le plan technique, la destruction de la fibre d'amiante, la production d'oxyde de magnésium, l'extraction du nickel et du cobalt présents en faible concentration et la purification de la silice amorphe nécessitent des circuits innovants (technologies spécifiques, recyclage de l'acide, etc.) puisque les procédés classiques de traitement de minerais ne sont pas conçus pour fonctionner de manière circulaire. De plus,

des essais métallurgiques approfondis sont nécessaires pour valider la faisabilité du procédé.

Du point de vue économique, la récupération des substances secondaires entraîne des coûts additionnels qui peuvent dépasser la valeur marchande du concentré de nickel-cobalt et de la silice, surtout dans un contexte de forte volatilité des prix. À cela s'ajoute un manque d'infrastructures de transformation locales, rendant la commercialisation plus complexe.

Pour Exterra, la récupération des substances secondaires pourrait permettre d'améliorer la rentabilité globale du projet, de réduire le volume des résidus miniers et d'accélérer la remise en état du site, ce qui constitue un argument séduisant pour les investisseurs. Il s'agit donc d'une initiative de développement technologique offrant de multiples possibilités à moyen terme.

Potentiel de valorisation des minéraux secondaires du gisement de graphite naturel de Matawinie

Martin Brassard (Nouveau Monde Graphite)

Le gisement de graphite naturel de Matawinie, situé dans la région de Lanaudière au Québec, se distingue par son potentiel exceptionnel dans la chaîne d'approvisionnement des minéraux critiques et stratégiques. En plus du graphite, le gisement renferme une diversité de minéraux secondaires, notamment des sulfures et des oxydes métalliques.

Cette présentation mettra en lumière les possibilités de valorisation de ces minéraux secondaires à travers des essais métallurgiques et des études technico-économiques. nous identifierons les phases minérales les plus prometteuses et analyserons et mettrons en perspective les principaux défis associés à leur valorisation.

Nouvelles approches pour la valorisation de poussières d'aciérage

Luc St-Arnaud (ArcelorMittal Produits Longs Canada) et Julien Mocellin (SGS)

ArcelorMittal Produits Longs Canada collabore avec différents groupes de recherche et d'ingénierie afin d'identifier de nouvelles voies de valorisation pour ses sous-produits industriels. À Contrecœur, les deux usines sidérurgiques de l'entreprise génèrent environ 32 000 t de poussières d'aciérage par an. Environ 1,4 Mt de ces résidus sont actuellement entreposées sur le site dans des cellules étanches. Dans une optique d'amélioration de la gestion à long terme, des travaux ont été menés pour caractériser le matériau, évaluer des options de stabilisation et explorer de nouvelles pistes de récupération de métaux d'intérêt tels que le zinc, le plomb, le fer, l'argent et le germanium. Les résultats d'essais ont démontré que la carbonatation pouvait contribuer à la stabilisation chimique des poussières en diminuant la mobilité des métaux et le pH du lixiviat. Par ailleurs, les résultats liés à la récupération sélective de certains métaux par des voies métallurgiques différentes seront également présentés.

SÉANCE 3

BÂTIR ENSEMBLE LA RELÈVE MINIÈRE : REPENSER LA FORMATION, L'ATTRACTION ET L'ANCRAGE RÉGIONAL

La pénurie de main-d'œuvre dans le secteur minier n'est plus un enjeu à venir : c'est une réalité bien ancrée qui freine le développement de projets et accentue les pressions sur les milieux d'accueil. Dans ce contexte, comment faire autrement pour assurer une relève qualifiée, enracinée dans les régions minières, et renforcer les passerelles entre les besoins du secteur et l'écosystème éducatif?

Cette séance réunira des acteurs clés de la formation, de l'emploi, du développement régional et des communautés autochtones. Elle vise à mener une réflexion collective pour définir des solutions concrètes afin de mieux arrimer les besoins du secteur aux réalités des territoires, de rapprocher les offres de formation des bassins d'emploi, de soutenir les transitions professionnelles et de renforcer l'attractivité du secteur minier auprès de nouveaux profils.

L'objectif : renforcer les passerelles entre les systèmes de formation et les besoins du secteur, rapprocher l'offre éducative des bassins d'emploi, soutenir les transitions professionnelles et faire rayonner le secteur minier auprès de talents issus de milieux diversifiés.

En s'appuyant sur des initiatives porteuses et des partenariats inspirants, cette séance mettra en lumière les leviers à activer pour que le Québec minier puisse compter, aujourd'hui et demain, sur une main-d'œuvre compétente, mobilisée… et profondément ancrée dans ses territoires.

De l'idée à l'impact : la table de concertation Formation main-d'œuvre en action

Véronique Morency (MRNF)

En moins d'un an, la Table de concertation Formation main-d'œuvre du secteur minier est passée d'une idée à un espace de collaboration. Cette conférence présente le chemin parcouru, les actions concrètes réalisées et les projets porteurs qui en ont émergé.

Programme de reconnaissance Karahkwa

Vanessa Thomas (CDRHPNQ)

Ce programme novateur célèbre les collaborations entre les employeurs, les travailleurs des Premières Nations et Inuit et la CDRHPNQ. Il vise à promouvoir les bonnes pratiques et à favoriser des environnements de travail inclusifs et sécurisants.

Le programme de reconnaissance promeut les nombreuses collaborations et partenariats avec les acteurs du marché du travail. Il valorise les bonnes pratiques d'intégration et contribue à la mise en place d'environnements de travail culturellement sécurisants. Une action, telle que la participation à nos événements ou la réception d'un atelier de sensibilisation, représente un pas concret vers la sensibilisation culturelle, facilitant ainsi l'embauche et l'intégration de la main-d'œuvre des Premières Nations et Inuit.

Pourquoi participer au programme de reconnaissance?

- Rencontrez des membres des Premières Nations et Inuit : engagez-vous dans une démarche significative en favorisant l'embauche et l'intégration des talents issus de ces communautés.
- Sensibilisation culturelle : découvrez et apprenez les réalités culturelles des communautés en participant à nos activités et ateliers.
- Mettez en lumière vos efforts : intégrez le programme et obtenez un badge numérique officiel qui valorise votre engagement envers la main-d'œuvre des Premières Nations et Inuit.

Rehaussement et reconnaissance des compétences vers la qualification : quand l'éducation tend la main au secteur minier

Geneviève Dionne (CERAC-CSS de la Capitale)

Dans un contexte de mouvance et de pénurie de main-d'œuvre, de l'arrivée de travailleuses et de travailleurs étrangers et de nouvelles exigences concernant les profils de qualification, les services de ressources humaines sont à la recherche de solutions. Face à une multitude de nouveaux processus de recrutement et de dispositifs de rétention et de formation, le milieu est en pleine effervescence. Comment s'y retrouver, s'arrimer et se structurer à travers cette diversité de personnes et de solutions? Dans cette perspective, la reconnaissance des acquis et des compétences en formation professionnelle (RAC-FP) représente un levier incontournable au sein de vos organisations.

Cette présentation vous initiera à la démarche de reconnaissance des acquis et des compétences en formation professionnelle (RAC-FP). Elle vous informera sur les différents programmes de formation professionnelle en lien avec le secteur minier. Par le biais d'exemples de pratiques porteuses, des parcours de RAC-FP vous seront présentés. Ces derniers visent à reconnaître la qualification des employés pour l'obtention d'un poste, de même que le rehaussement et le transfert de compétences afin de leur permettre de progresser au sein d'une organisation, d'un secteur ou entre les secteurs. Vous découvrirez ainsi comment optimiser le recrutement au moyen de pratiques innovantes en ressources humaines.

Vous aurez également l'occasion de découvrir des éléments d'information incontournables touchant la RAC-FP. Ces ressources permettront de poser les premiers jalons de la collaboration entre deux grands réseaux afin de répondre conjointement aux enjeux actuels.

Comment les innovations révolutionnent-elles la formation?

Isabelle Albran et Suzie Therriault (CSMO Mines)

Comment les nouvelles technologies, telles que les salles de contrôle dans les mines souterraines ou la réalité augmentée, peuvent-elles influencer le développement des compétences, la formation interne, mais également la promotion des formations et des métiers? Qu'apportent ces nouvelles technologies dans ces domaines?

SÉANCE 4

DÉCOUVREZ COMMENT LE PARCOURS VORTEX, UN PROGRAMME DU GROUPE MISA, PROPULSE L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE DANS L'INDUSTRIE MINIÈRE QUÉBÉCOISE

Cette séance de conférences présentera une sélection de nouvelles technologies issues d'entreprises innovantes du programme, couvrant des domaines tels que l'intelligence opérationnelle, l'optimisation énergétique, la connectivité des équipements et l'intégration de solutions numériques avancées. Venez constater comment ces innovations concrètes répondent aux défis actuels de la mine intelligente et durable.

Hyperflo, OPTIS et BGI : collaborer pour un système de ventilation secondaire intelligent

Benoit Guenette (BGI Analytics) et François Bolduc-Teasdale (OPTIS)

Découvrez comment Hyperflo, OPTIS et BGI ont uni leur expertise pour mettre au point un système de ventilation secondaire intelligent adapté aux environnements miniers souterrains. Cette collaboration vise à optimiser la circulation de l'air, améliorer la sécurité des travailleurs et réduire la consommation énergétique grâce à une approche intégrée et connectée. Il s'agit d'une présentation concrète de l'innovation technologique appliquée à la ventilation minière du futur.

Tessellate Robotics : inspection automatisée des camions de halage

Pierre-Hugo Vigneux (Tessellate Robotics)

Voyez comment Tessellate Robotics repense la maintenance minière grâce à son projet d'inspection automatisée des camions de halage. En combinant robotique avancée, vision artificielle et intelligence artificielle, cette solution permet d'effectuer des inspections rapides, précises et sécuritaires, réduisant les temps d'arrêt et améliorant la fiabilité des opérations minières. Une avancée majeure vers des mines plus intelligentes et plus efficaces.

Présentation du projet d'optimisation stochastique basée sur l'IA de la planification et de la prévisibilité des performances minières de KPI Mining Solutions

Matheus Faria (KPI Mining Solutions)

KPI Mining Solutions, partenaire du Groupe MISA dans le cadre du projet Vortex, développe une approche basée sur l'intelligence artificielle pour l'optimisation stochastique de la planification à long terme et la prévision des performances minières. Les méthodes de planification traditionnelles ne permettent pas toujours de capturer pleinement l'incertitude inhérente à la géologie, aux opérations et aux conditions de marché, ce qui peut conduire à des calendriers de production difficiles à concrétiser. Notre approche stochastique génère des calendriers de production plus fiables, avec une probabilité accrue de réalisation, tout en débloquant une valeur NPV substantielle pour les mines en exploitation et les projets d'exploration.

En se concentrant sur le long terme, la plateforme optimise les stratégies de production et l'allocation des ressources tout en tenant compte de la variabilité géologique et des contraintes d'exploitation. En prévoyant les performances et en identifiant les goulets d'étranglement potentiels, elle facilite la prise de décisions stratégiques maximisant la valeur économique et renforçant la résilience des projets.

La présentation mettra également en lumière des implémentations réelles dans de grands complexes miniers à ciel ouvert, offrant des enseignements et retours d'expérience concrets. Cette collaboration combine l'expertise de KPI Mining Solutions en planification stochastique avec les capacités technologiques du Groupe MISA, démontrant comment l'optimisation stochastique assistée par IA peut transformer la planification minière à long terme, améliorer la prévisibilité des performances et générer de la valeur pour l'ensemble de la chaîne de production minière.

Qualité de service optimisée par l'IA pour les réseaux 5G/LTE dans les mines connectées par LatenceTech

Chloé Durand (Latence Technologies)

Les mines modernes dépendent des données pour la sécurité, les opérations, la maintenance, etc. Un réseau de communication fiable est le système nerveux qui assure la circulation des données et leur accessibilité lors des activités critiques. Actuellement, le manque d'accès au réseau fait perdre un temps précieux aux équipes TI lors de la résolution de problèmes. LatenceTech présentera des exemples concrets de la manière dont l'analyse avancée et l'IA aident les mines à réduire les temps d'arrêt et à améliorer la sécurité.

Plus précisément, cette présentation aborde le rôle crucial de la connectivité sans fil à faible latence et à haute fiabilité dans les exploitations minières modernes et automatisées et donne des exemples concrets d'utilisation de l'IA dans la gestion et l'optimisation des réseaux privés. Des applications, telles que le transport autonome, la téléopération d'équipements lourds et l'acquisition de données de capteurs en temps réel pour l'optimisation de la sécurité et de la production, dépendent fortement d'une performance réseau prévisible et stable. Nous introduisons un cadre technique pour assurer la Qualité de service (QoS) du réseau, passant fondamentalement d'une surveillance réactive conventionnelle à une méthodologie proactive axée sur les données.

La plateforme LatenceTech utilise un flux de données en continu et de haute-fidélité pour caractériser avec précision le réseau et établir des indicateurs de performance fiables. Cette approche tire parti de l'analyse avancée et du traitement par apprentissage automatique (ML) pour transformer les données brutes en intelligence opérationnelle exploitable. Par exemple, en générant des prévisions de performance et en isolant les anomalies critiques, le système permet aux exploitants de mettre en œuvre des stratégies d'atténuation préventives.

LATYS FOCUS : la connectivité où vous voulez, quand vous voulez — le cas des mines

Moustapha Amine Kane (Latys Intelligence)

Découvrez comment Latys Intelligence redéfinit la connectivité dans le secteur minier avec LATYS FOCUS, une technologie de communication révolutionnaire permettant d'assurer une couverture réseau stable, flexible et sans interférence, même dans les environnements les plus complexes. Une présentation inspirante sur l'avenir des communications intelligentes au service des exploitations minières.

SÉANCE 5

UNE COLLABORATION GOUVERNEMENTALE QUÉBEC-ROYAUME-UNI POUR LA CRÉATION DE CHAÎNES D'APPROVISIONNEMENT EN MINÉRAUX CRITIQUES ET STRATÉGIQUES RÉSILIENTES

L'approvisionnement en minéraux critiques et stratégiques se présente aujourd'hui comme un enjeu sécuritaire et stratégique pour de nombreux États dans le monde. Dans un contexte de transition énergétique et de recomposition des chaînes de valeur mondiales, plusieurs gouvernements s'emploient à construire des chaînes d'approvisionnement diversifiées et résilientes et à s'allier avec des partenaires partageant des valeurs similaires.

Ce panel de discussion réunira des représentants des gouvernements du Québec et du Royaume-Uni qui échangeront sur les politiques publiques mises en œuvre dans leurs territoires respectifs et exploreront les perspectives de collaboration dans le secteur des minéraux critiques et stratégiques.

Conférence de l'Agence internationale de l'Énergie

Alessio Scanziani (Agence internationale de l'Énergie)

Présentation des principales conclusions du *Global Critical Minerals Outlook 2025*.

Présentation du ministère de l'Économie et du Commerce du Royaume-Uni

Daniel Robertson (UK Department of Business and Trade)

M. Daniel Robertson présentera brièvement le mandat du ministère de l'Économie et du Commerce du Royaume-Uni.

SÉANCE 6

DÉPLOYER LA FILIÈRE DU GAZ NATUREL RENOUVELABLE AU QUÉBEC : VERS UNE ÉNERGIE LOCALE, DURABLE ET STRATÉGIQUE!

Venez découvrir la filière du GNR au Québec à travers les témoignages de plusieurs exploitants. Leurs expériences illustreront les défis à relever, les occasions à saisir et l'importance de la sécurité opérationnelle.

Le GNR au Québec : état d'avancement et perspectives

Clément Bekaert (Énergir)

Dotée d'une vision visant la décarbonation, Énergir s'intéresse à cette forme d'énergie renouvelable appelée à jouer un rôle de plus en plus important dans le « mix » énergétique de demain. Dans un contexte où l'économie circulaire, la sécurité énergétique et la production locale sont plus cruciales que jamais, Énergir souhaite accélérer le développement de la filière québécoise de GNR pour accroître son approvisionnement local.

Avec neuf projets alimentant son réseau, cinq en construction et une dizaine d'autres ayant obtenu une subvention à l'investissement de la part du gouvernement du Québec, la filière du GNR prend forme au Québec, mais n'a pas encore atteint son plein potentiel, pourtant bien réel. Dans cette conférence, Clément Bekaert, directeur, Approvisionnement et développement GNR chez Énergir, présentera la place du GNR dans la vision de l'entreprise, l'état d'avancement et les perspectives de développement de la filière au Québec et les leviers pour l'accélérer.

De la matière à l'énergie : retour sur l'exploitation du GNR à Varennes

Gabrièle Girouard (SEMECS)

Depuis sa mise en service, l'usine de la SEMECS valorise les matières organiques en produisant du gaz naturel renouvelable (GNR) injecté dans le réseau d'Énergir. Cette conférence présentera les réalisations de l'installation, les défis rencontrés et les leçons apprises, illustrant comment le GNR peut contribuer concrètement à la transition énergétique du Québec.

Projet de développement et de construction d'une usine de production de GNR au LET de Sainte-Sophie

Ghislain Lacombe (WM)

La construction d'une usine de gaz naturel renouvelable (GNR) est en cours au Lieu d'enfouissement technique (LET) de Sainte-Sophie. Il s'agira d'une des plus grandes usines de production de GNR au Canada. Sa mise en service est prévue en 2026. Le développement du projet a débuté en 2017. WM partagera avec vous les défis et les enjeux auxquels ils ont fait face dans l'élaboration du projet.

Investir pour décarboner le Québec — retour d'expérience du Fonds Bioénergie dans la filière de la production de GNR

Fanie St-Pierre (Fonds de solidarité FTQ Bioénergie)

Le Fonds Bioénergie a été lancé en 2023 avec le mandat d'investir dans des entreprises et des projets liés à la biométhanisation et la production de gaz naturel renouvelable (GNR) au Québec. Convaincu des bénéfices économiques et environnementaux à tirer de l'essor de la filière du GNR, le Fonds Bioénergie partage son expérience et ses perspectives sur les défis et les avancées récentes dans le développement de cette dernière au Québec.

SÉANCE 7

IA ET GESTION DE L'ÉNERGIE

L'intelligence artificielle permet d'optimiser la production, la distribution et la consommation d'énergie grâce à l'analyse prédictive, aux réseaux intelligents (*smart grids*) et à l'automatisation des systèmes. Elle contribue à une meilleure intégration des énergies renouvelables, à la réduction des pertes et à une plus grande efficacité énergétique. En combinant données massives et algorithmes avancés, l'IA devient un levier stratégique pour relever les défis de la transition énergétique et du développement durable.

Planifier la production et le transport d'électricité à l'aide de l'intelligence artificielle

Alexandre Blondin Massé (UQAM)

La planification de la production et du transport d'électricité à court terme est un problème d'optimisation fondamental pour les compagnies qui en sont responsables, telles qu'Hydro-Québec. En plus de reposer sur une modélisation complexe qui tient compte des réalités d'exploitation, cette planification doit évoluer dans un environnement hautement stochastique. Dans cette présentation, nous montrerons en quoi les avancées récentes en intelligence artificielle permettent de résoudre ce type de problème. Nous discuterons également des défis qui doivent être relevés lorsque l'on souhaite implanter de telles solutions dans des systèmes informatiques critiques.

L'IA en gestion de l'énergie : applications actuelles et perspectives

Louis-Pierre Campeau et Pierre-Marie Manach (Artelys Canada)

Cette présentation explore le rôle croissant de l'intelligence artificielle (IA) dans la gestion de l'énergie, en suivant les différentes étapes d'un projet énergétique, de la planification à la consommation, en passant par l'exploitation et la maintenance. À travers des exemples concrets et actuels, nous verrons comment l'IA transforme déjà le secteur, notamment par :

- La projection de la demande à long terme, ce qui permet d'intégrer les impacts des changements climatiques;
- La prédiction de l'offre énergétique à court terme, ce qui permet d'optimiser la production et l'intégration des sources renouvelables;
- La maintenance optimisée des infrastructures, ce qui permet de réduire les coûts et les interruptions;
- La gestion intelligente de la consommation, ce qui favorise l'efficacité énergétique et la réduction des émissions.

Dans une seconde partie, nous nous pencherons sur les applications potentielles et émergentes de l'IA, telles que les grands modèles de langage (LLM) appliqués à l'énergie et les projets d'intérêt commun. Les projets d'intérêt commun (PCI, *Project of Common Interest*) sont des projets d'infrastructure énergétique (gaz, électricité, hydrogène) considérés cruciaux par l'Union européenne pour atteindre les objectifs de sécurité énergétique, d'accessibilité financière, de durabilité et de décarbonisation. Ils sont évalués selon des critères tels que la contribution à la politique énergétique de l'UE, l'intégration au marché et les objectifs climatiques. À titre d'accompagnateur des promoteurs dans l'évaluation de ces critères, Artelys présentera ici un cas d'usage illustrant les différentes applications possibles de l'IA à ce type de projet.

SÉANCE 8

LA DÉCARBONISATION DANS L'EXTRACTION ET LA CONCENTRATION DU MINERAI

La décarbonisation est au cœur des préoccupations de l'industrie minière. Elle a un impact important sur le choix des projets, les développements et les technologies utilisés dans la mise en valeur et l'exploitation des projets miniers. Pour atteindre leurs objectifs ambitieux de réduction des émissions de carbone aux horizons 2030 et 2050, les compagnies minières déploient des efforts importants pour transformer leurs exploitations existantes et futures. Cette séance a pour objectif de mettre en lumière ces efforts en présentant des projets réalisés ou en voie de réalisation ainsi que de nouvelles technologies permettant d'atteindre ces objectifs de décarbonisation. En particulier, nous traiterons de l'implantation de nouveaux équipements et de nouveaux circuits dans les exploitations minières, des nouvelles technologies et façons de faire intégrées aux nouveaux projets miniers et des nouvelles technologies en développement visant l'efficacité énergétique et la réduction des émissions de carbone.

Décarboniser l'exploitation minière en Colombie-Britannique : du défi climatique à l'avantage concurrentiel

David Sanguinetti (Foresight Canada)

Le secteur minier de la Colombie-Britannique traverse une période intense de croissance et de possibilités. Entre les expansions stratégiques, les nouveaux projets et la multiplication des ententes avec les Premières Nations, la province est en pleine effervescence. Cet élan représente non seulement un progrès économique, mais un moment critique pour faire de la décarbonisation un véritable avantage concurrentiel.

La décarbonisation du secteur minier est un défi systémique — aucune mine ne peut en assumer seule le fardeau. Le succès exige une collaboration radicale entre fournisseurs d'énergie, innovateurs en technologies propres, organismes de réglementation et communautés autochtones.

Fort de 25 ans d'expérience en ingénierie et en commercialisation de technologies, David Sanguinetti, chef de la direction par intérim de Foresight Canada, vous guidera à travers cette transition. Il utilisera les progrès de la province comme référence pour identifier les besoins d'innovation prioritaires et démontrer comment cet élan peut s'étendre au Canada et à l'échelle mondiale.

Foresight aide gouvernements et industries à déployer les technologies propres essentielles pour rester concurrentiels et durables. M. Sanguinetti partagera des informations tirées du Groupe de travail minier du Réseau d'innovation zéro net de la C.-B. qui mettent en lumière des solutions de prochaine génération et des partenariats clés qui ouvrent la voie à un avenir minier durable, électrifié et compétitif à l'échelle mondiale.

Du défi à l'impact : la décarbonation par l'innovation en Saskatchewan et ailleurs

Erin Powell (Saskatchewan Research Council)

Découvrez comment la collaboration et l'innovation technologique propulsent des avancées concrètes en matière de décarbonation dans le secteur minier, en Saskatchewan et ailleurs au Canada. Cette présentation mettra en lumière des initiatives, des partenariats et des solutions qui transforment les défis environnementaux en occasions durables pour l'industrie.

Décarbonation des exploitations minières albertaines grâce à la fabrication avancée

Gary Fisher (Innotech Alberta)

Voyez comment les technologies de fabrication avancée contribuent à la décarbonation des exploitations minières en Alberta. Cette présentation mettra en lumière des approches innovantes qui allient efficacité, automatisation et durabilité afin de réduire les émissions, d'optimiser la consommation énergétique et de façonner l'avenir d'un développement minier responsable.

SÉANCE 9

QUÉBEC ET ROYAUME-UNI : DISCUSSION AUTOUR DES OCCASIONS DE DÉVELOPPEMENT DES RELATIONS ÉCONOMIQUES LIÉES À L'APPROVISIONNEMENT EN MINÉRAUX CRITIQUES ET STRATÉGIQUES

Face aux bouleversements du marché mondial, la sécurisation des chaînes d'approvisionnement en minéraux critiques s'impose comme un enjeu stratégique et économique majeur. Dans ce contexte, les partenariats internationaux fondés sur des valeurs communes deviennent essentiels. Le Québec et le Royaume-Uni, forts de leur complémentarité en matière de filières des minéraux critiques et stratégiques, se voient aujourd'hui offrir une occasion unique de renforcer leur coopération économique.

Joignez-vous à nous lors de cette séance alors que des représentants de l'industrie et d'institutions du Québec et du Royaume-Uni exploreront ensemble les défis et les possibilités liés à la création de chaînes d'approvisionnements transatlantiques en minéraux critiques et stratégiques diversifiées et résilientes.

Présentation du Département de financement des exportations du Royaume-Uni au Canada

Ozgur Kutay (UK Export Finance)

M. Ozgur Kutay fera une présentation sur le mandat du Service de financement des exportations du Royaume-Uni au Canada.

SÉANCE 10

PROJETS DE RECHERCHE ET D'INNOVATION DU DOMAINE MINIER ET LA CHAIRE DE RECHERCHE SUR LA VALORISATION DES RÉSIDUS AMIANTÉS

Cette séance de conférences vise à mettre en lumière des projets de recherche financés par le ministère des Ressources naturelles et des Forêts. Nous décrirons d'abord le Programme d'appui à la recherche et à l'innovation du domaine minier (PARIDM). Des projets ayant reçu une aide financière du PARIDM ainsi qu'une conférence sur la Chaire de recherche sur la valorisation des résidus amiantés seront ensuite présentés.

Le programme d'appui à la recherche et à l'innovation du domaine minier — Informations pratiques

Annie Larrivée (MRNF)

L'innovation est essentielle pour maintenir la compétitivité des économies. Elle permet aux entreprises de demeurer à la fine pointe de l'évolution technologique dans un contexte de changement mondial et de s'adapter à ces conditions afin de demeurer concurrentielles et de faire face à la mondialisation. Le programme vise à faire progresser à court terme les projets de R et D et d'innovation situés entre les niveaux de maturité technologique 3 et 8 inclusivement vers un niveau plus élevé. Les critères d'admissibilité, la sélection des demandes ainsi que les dépenses admissibles seront présentés.

Approche comparative des prédictions géoenvironnementales : le *corescanning* comparé aux méthodes géochimiques traditionnelles appliqués aux rejets miniers

Aaron Hervé Mbwe Mbissik (Agnico Eagle Mines, UQAT)

L'exploitation minière génère chaque année entre 4 et 15 Gt de rejets, souvent riches en sulfures, qui peuvent produire du drainage minier acide (DMA). Ce phénomène libère ainsi des métaux et des rejets acides dans l'environnement, menaçant la qualité des eaux. Il est donc crucial de prédire le comportement géochimique des rejets dès l'étape de l'exploration pour orienter les stratégies de gestion de ces rejets. Ce projet explore l'usage de la numérisation de carottes par imagerie hyperspectrale et analyses XRF pour prédire le potentiel de génération d'acide (PGA) en complément des méthodes classiques (essais statiques et cinétiques). L'objectif est de réduire le recours aux tests expérimentaux longs et coûteux pour s'attarder aux échantillons dont le comportement est le plus incertain. Dans cette étude, 645 échantillons ont été caractérisés par diverses techniques : minéralogie automatisée (TIMA), spectrométrie de masse à

plasma à couplage inductif (ICP-MS), spéciation du soufre et du carbone, essais statiques et tests cinétiques en minicellules sur 16 semaines. Les résultats montrent que la pyrite constitue la source de soufre prédominante et que la calcite et la dolomite sont les principaux minéraux neutralisants. Les lithologies principales (porphyres et roches ultramafiques) présentent un faible risque de DMA. Les résultats provenant de la numérisation des carottes montrent une concordance de 72 % avec les essais statiques, laquelle augmente à 85 % lorsque l'on ajoute les données chimiques. Ces résultats ouvrent la voie à une intégration plus large de la numérisation haute résolution des carottes qui, couplée à l'intelligence artificielle, devraient permettre d'automatiser et de transposer les modèles prédictifs à des gisements présentant des contextes géologiques similaires.

Intégration de la technologie de base automatisée aux méthodes d'apprentissage automatique pour des évaluations géoenvironnementales avancées

Ehsan Vosoughi (UQAT)

L'utilisation des technologies d'analyse *in situ* et en temps réel, telles que les systèmes automatisés de numérisation de carottes équipés de capteurs avancés, connaît une forte expansion. Ces systèmes intègrent divers outils spectroscopiques, dont l'imagerie haute résolution, l'imagerie hyperspectrale et la fluorescence X. Appliquée directement aux carottes de forage, cette technologie permet l'acquisition rapide d'une grande quantité de données minéralogiques et géochimiques. L'intégration de ces ensembles de données à des méthodes d'apprentissage automatique (ML) ouvre de nouvelles perspectives en métallurgie et en environnement. Les modèles ML entraînés sur des données de carottage peuvent améliorer la prédiction de paramètres géoenvironnementaux critiques, tels que le potentiel de génération d'acide et la capacité de neutralisation. La combinaison des données issues de la numérisation automatisée et de l'analyse ML permet de construire des modèles prédictifs à haute résolution, améliorant à la fois l'efficacité et la précision spatiale des évaluations environnementales. Elle favorise également une sélection plus judicieuse des échantillons et l'identification des zones à risque, tout en réduisant le recours aux tests de laboratoire longs et coûteux. Ces flux de travail intégrés permettent le développement d'outils prédictifs et renforcent les stratégies d'atténuation des risques par une prise de décision plus précoce, contribuant à une planification minière plus proactive. Cette étude met en évidence le potentiel de la fusion des technologies de numérisation avancées et des modèles ML pour redéfinir l'évaluation environnementale, en la rendant plus réactive, évolutive et riche en information.

Mode de gestion innovant pour des résidus miniers générateurs d'acide par la codisposition

Martine Paradis (Nouveau Monde Graphite)

Un objectif majeur dans la conception et la construction des installations de stockage de résidus miniers et stériles du site minier Matawinie de Nouveau Monde Graphite (NMG) est l'utilisation de technologies et de procédés innovants pour limiter le drainage minier acide (DMA) durant l'exploitation et faciliter la fermeture du site. NMG exploite actuellement une usine de démonstration alimentée par un échantillon en vrac de 40 000 t. Les résidus miniers issus de cette usine ont permis de tester une technique de codisposition originale utilisant des cellules expérimentales sur le site et de calibrer les modèles prédictifs. Les défis et les apprentissages tirés de ce projet vous seront présentés.

Chaire de recherche sur la valorisation des résidus miniers amiantés

Jean-François Boulanger et Gervais Soucy (Université de Sherbrooke)

La Chaire de recherche sur la valorisation des résidus miniers amiantés (RMA), basée à l'Université de Sherbrooke, est un projet quinquennal financé par le ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF) dans le cadre du Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques (PQVMCS). Les travaux visent à documenter et à développer des procédés de valorisation applicables aux résidus miniers amiantés des régions de l'Estrie et de Chaudière-Appalaches, avec un accent mis sur les minéraux critiques et stratégiques (MCS) tels que le magnésium et le nickel.

Les travaux de la Chaire visent d'abord à inventorier et à diffuser les connaissances existantes sur la valorisation des RMA, ainsi qu'à caractériser les résidus miniers provenant tant de la région de Val-des-Sources que de Thetford Mines. La conception et l'amélioration des procédés, ainsi que l'identification et l'élimination des obstacles technologiques des procédés hydrométallurgiques, électrochimiques et pyrométallurgiques et leur démonstration à l'échelle mini-pilote comptent parmi les retombées attendues, tout comme la formation de personnel hautement qualifié pour l'exploitation des usines de transformation.

SÉANCE 11

SITES MINIERS RESTAURÉS : ÉTUDES DE CAS ET DÉFIS ENVIRONNEMENTAUX

Qu'advient-il des sites miniers des décennies après leur fermeture et leur restauration? Cette séance propose une analyse d'exemples concrets de sites miniers restaurés au cours des dernières décennies. Les présentations souligneront les approches techniques mises en œuvre, les défis environnementaux rencontrés ainsi que les résultats observés à moyen et à long terme. L'accent sera mis sur les leçons tirées de la réalisation de ces projets pour mettre en lumière les meilleures pratiques afin de concevoir des projets de restauration dans des contextes miniers similaires.

Restauration de l'ancien site minier East Sullivan : histoire, défis et succès

Carmen Mihaela Neculita (UQAT) et Louis-Filip Richard (MRNF)

La Direction de la restauration des sites miniers (DRSM), en collaboration avec l'UQAT, présentera la restauration de l'ancien site minier East Sullivan, situé en Abitibi-Témiscamingue.

Exploitée entre 1949 et 1966 pour l'or, le cuivre et le zinc, la mine East Sullivan a laissé un lourd héritage environnemental : 15 Mt de résidus miniers générateurs de drainage minier acide (DMA) et 0,2 Mt de roches stériles répartis sur une superficie de 228 ha.

Le site a été restauré entre 1984 et 1992 par le MRNF. Une couverture organique composée de bois résiduel a été étendue sur les résidus oxydés afin de prévenir la génération de DMA et des marais épurateurs ont été construits pour le polissage passif des eaux porales contaminées par le DMA. Entre 1997 et 2005, le surnageant des marais épurateurs a également été collecté et pompé à travers la couverture organique pour assurer une meilleure efficacité du traitement du DMA. À la suite de ces travaux, la qualité des eaux s'est améliorée et le site représente maintenant un véritable succès de restauration.

Cette présentation abordera l'historique du site, les différentes étapes de sa restauration ainsi que les défis liés au suivi et à l'entretien pour assurer la pérennité du succès environnemental associé à la restauration du site East Sullivan.

Fermeture et remise en état du site minier Bouchard-Hébert, Rouyn-Noranda, Québec (Canada)

Paul Furguson (Robertson GeoConsultants) et Zied Tebabi (Trafigura Mining)

La mine Bouchard-Hébert est une exploitation de zinc fermée située à environ 30 km au NE de la ville de Rouyn-Noranda, dans la région de l'Abitibi, Québec. La mine a été exploitée de 1987 à 2002 et a été fermée en 2005. En 2021, environ 50 000 m^3 de stériles potentiellement acidogènes ont été relocalisés vers la partie inondée en permanence de la fosse à ciel ouvert voisine. Ces travaux ont été réalisés pour améliorer l'esthétique du site et réduire les charges de contaminants dans les eaux souterraines en aval et dans le système de traitement d'eau du site. Les stériles sont partiellement oxydés et, depuis leur dépôt, ont généré une acidité importante et des eaux d'exfiltration chargées en métaux en raison du drainage rocheux acide (DRA) et de la lixiviation des métaux. En 2023, 18 700 m^3 supplémentaires de stériles ont été déplacés vers la fosse dans le cadre des activités de remise en état en cours.

La submersion des stériles potentiellement acidogènes éliminera la production future de DRA et la lixiviation de métaux provenant de ces matériaux en empêchant l'oxydation des sulfures. Il s'agit de la meilleure pratique pour la gestion des matériaux sulfurés réactifs. Cette présentation décrira la façon dont ont été estimées les proportions de stériles et de calcaire et comment ces matériaux ont été mélangés lors de la relocalisation vers la fosse.

Sites miniers Solbec et Yvan Vézina

Steve Pelletier (IAMGOLD)

Le site minier Solbec, situé à Stratford en Estrie, est une ancienne mine de cuivre, de zinc et de plomb exploitée dans les années 1960. Le concentrateur a cessé ses activités en 1977. Le site a été restauré dans les années 1990 et le parc à résidus ennoyé est aujourd'hui devenu un lac artificiel bordé de nombreuses résidences.

Le site minier Yvan Vézina, situé à Destor en Abitibi, est une ancienne mine d'or exploitée dans les années 1980. Le concentrateur a terminé ses opérations en 1997. La restauration du site a été réalisée au début des années 2000. Le parc à résidus a été drainé, puis recouvert de résidus non réactifs ou de sols meubles à faible conductivité hydraulique, selon les secteurs, avant d'être revégétalisé.

Le recul que nous offre le temps nous permet aujourd'hui de tirer des enseignements précieux pour la gestion future des sites miniers.

Mines Gaspé : 20 ans après la restauration

Ann Lamontagne (Métaux Osisko)

Mines Gaspé est entré en production en 1951 et a traité plus de 150 Mt de minerai dans un concentrateur sur le site. Une fonderie était aussi en activité toutes ces années. On y traitait le concentré de la mine, mais également celui d'autres exploitations qui était transporté par bateau à Gaspé, puis par camion jusqu'à la fonderie. La mine a cessé d'être exploitée en 1999, suivie de la fermeture de la fonderie en 2002. Un vaste chantier comprenant la restauration du site, de la ville de Murdochville et du port de Sandy Beach à Gaspé a été mis en branle et s'est poursuivi durant plusieurs années. En 2023, Métaux Osisko a acquis la propriété de Glencore. Le site est aujourd'hui en post-restauration et des suivis sont nécessaires pour assurer la maintenance du site. Toutefois, Métaux Osisko y effectue simultanément des activités de forage d'exploration et de définition. La relance des activités visant la mise en valeur de ce site post-restauré comporte plusieurs défis associés à la logistique et aux autorisations. Des exemples concrets seront présentés.

SÉANCE 12

DÉVELOPPER DES ÉCOSYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES RÉGIONAUX (EER) PAR L'EXPLOITATION DES RÉSEAUX THERMIQUES

Afin de valoriser optimalement les ressources énergétiques présentes à l'échelle régionale, différentes pistes de solutions doivent être envisagées. En plus de favoriser le développement de différentes filières de production d'électricité renouvelable, la valorisation de rejets thermiques (VRT) et la production de chaleur de source renouvelable et distribuée en réseau offrent des avenues intéressantes à explorer pour décarboner et accroître la résilience énergétique des communautés et des industries.

Cette séance permettra notamment d'illustrer le potentiel associé à une valorisation judicieuse de différentes formes de chaleur renouvelable produite en synergie avec la VRT afin de développer des écosystèmes énergétiques régionaux performants dans la perspective de décarboner le Québec et réduire la demande en puissance électrique.

Boucles énergétiques au Canada : livre blanc

Mathieu Lévesque (Alliance pour la décarbonation des bâtiments)

Les boucles énergétiques constituent un volet prometteur de notre boîte à outils de décarbonation. Flexibles et efficaces, les boucles de quatrième et de cinquième génération peuvent contribuer à réduire les émissions, à renforcer la résilience énergétique et à générer des retombées économiques locales lorsqu'elles sont déployées de façon stratégique.

Malgré cette flexibilité, elles se heurtent à d'importants défis. Ainsi, l'incertitude réglementaire, l'absence d'outils de planification normalisés et la complexité de la coordination entre les multiples parties prenantes freinent leur déploiement au Canada.

Publié en septembre 2025 par l'Alliance pour la décarbonation des bâtiments en collaboration avec Dunsky Énergie + Climat, le *Livre blanc sur les boucles énergétiques* s'appuie sur une trentaine d'entrevues réalisées partout au pays et sur les apports de notre groupe consultatif d'experts. Il dresse un état des lieux à l'échelle pancanadienne, présente les bénéfices que peuvent offrir les boucles, tout comme les obstacles majeurs à leur adoption, et propose un cadre en trois stratégies clés pour la mise à l'échelle des boucles énergétiques.

La présentation résumera ce que nous avons appris lors de l'élaboration de ce livre blanc et présentera les outils, recherches, modélisations et collaborations que nous déploierons prochainement pour éclairer le développement de la filière.

Les jumeaux numériques pour l'évaluation de la faisabilité des réseaux thermiques

Ursula Eicker (Université Concordia)

Les réseaux de chauffage et de refroidissement urbains facilitent l'intégration des ressources énergétiques renouvelables et du stockage, ce qui permet de réduire les pics de consommation et de valoriser la chaleur rejetée ou les sources de chaleur à basse température lorsqu'elles sont disponibles. Afin de réduire les risques liés à ces investissements, nous développons des jumeaux numériques de zones urbaines existantes ou nouvellement construites afin de modéliser la demande en chauffage et en refroidissement et de dimensionner automatiquement les solutions énergétiques urbaines. Nous monterons comment différents scénarios de demande influencent le dimensionnement et le coût des réseaux et comment ceux-ci peuvent être conçus à différentes phases d'un développement urbain.

Optimisation des ressources énergétiques et thermiques dans un EER régional

Milad Aghabararnejad (CanmetÉnergie)

Un écosystème énergétique régional (EER) désigne un réseau interconnecté de ressources, d'entités et d'infrastructures liées à l'énergie, incluant des sites industriels et des technologies émergentes, dans une zone géographique définie. Ces interconnexions sont influencées par des facteurs économiques, des politiques, des cadres réglementaires et des dynamiques sociales.

Un EER performant peut renforcer la sécurité et la résilience énergétiques, soutenir les objectifs climatiques et de décarbonation, stimuler l'innovation et le développement économique, tout en favorisant l'autonomisation des communautés par des initiatives locales.

Au Québec, plusieurs EER sont déjà en place. La majorité valorise les déchets locaux — notamment biodégradables — pour produire de l'énergie (p. ex. : gaz naturel renouvelable, GNR) consommée dans la même région.

Bien que plusieurs études aient identifié des synergies industrielles, la symbiose énergétique demeure peu explorée. Ce projet vise à étudier le potentiel de développement d'un EER dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, reconnue pour la production d'aluminium.

Une cartographie détaillée des ressources énergétiques (électricité, GN, H_2, biomasse, etc.) ainsi que des émissions de GES et de la chaleur résiduelle sera élaborée pour cette région. Les synergies énergétiques potentielles entre les secteurs industriel, résidentiel et commercial seront explorées et analysées dans une perspective de décarbonation et d'optimisation des ressources.

Projet structurant de réseau de chaleur régional

Benoit Gratton (Enbridge Gaz Québec)

Enbridge Gaz Québec planifie depuis quelques années un écosystème énergétique régional où les rejets locaux sont valorisés afin de réduire à la fois la consommation énergétique, les gaz à effet de serre et la surcharge du réseau électrique. Une partie de l'écosystème vise spécifiquement la récupération et la distribution des rejets thermiques industriels. Cette conférence permettra de découvrir le potentiel et les enjeux liés au déploiement d'une telle initiative.

La valorisation des rejets thermiques, une réponse aux besoins énergétiques du Québec

Stéphan Gagnon (MELCCFP)

La valorisation des rejets thermiques (VRT) est une solution qui permet de contribuer directement à l'efficacité et à la sobriété énergétique, en atténuant la demande électrique de pointe hivernale tout en réduisant à la fois les émissions de gaz à effet de serre (GES) et la consommation énergétique. L'utilisation des rejets thermiques des uns pour répondre aux besoins de chaleur des autres est au cœur de l'économie circulaire, car il s'agit bien de valoriser un rejet (la chaleur) afin de réduire les besoins en ressources (combustibles ou électricité).

Selon l'étude du potentiel technico-économique de la VRT réalisée par Polytechnique Montréal pour le MELCCFP en 2024, le chauffage par VRT de quartiers mixtes à proximité des centres de population permettrait de couvrir les besoins de plus d'un million de logements. Le potentiel évalué pour le chauffage des serres permettrait de chauffer une superficie largement supérieure à la superficie actuelle de serres en Ontario, laquelle représente pratiquement 10 fois la superficie de serres actuelle au Québec.

Le MELCCFP a lancé en mars 2023, le programme Valorisation des rejets thermiques qui offre jusqu'à 150 000 $ d'aide financière pour une étude de faisabilité et jusqu'à 40 000 000 $ pour l'implantation d'un projet.

La conférence présentera ce qu'est la VRT, des projets de VRT en cours au Québec, ainsi que l'aide financière et l'accompagnement qu'offre le MELCCFP.

SÉANCE 13

EEYOU ISTCHEE BAIE-JAMES, DÉCHIFFREZ SES SECRETS

La région d'Eeyou Istchee Baie-James constitue un élément incontournable lorsque l'on discute du potentiel minier du Québec. Ce territoire recèle encore de nombreux secrets qui sont lentement déchiffrés année après année par les experts du domaine. Cette séance de conférences portera sur des types de minéralisations inhabituels qui laissent miroiter de nouvelles possibilités pour cette région, sur de nouvelles interprétations de gîtes de grande envergure et sur des modifications majeures à la carte géologique de ce territoire à la suite du passage des équipes du MRNF.

La Zone Fortin (propriété Wabamisk) : une découverte majeure en antimoine-or au Québec

Jean-Marc Lulin (Azimut Exploration)

L'antimoine est un métal stratégique en très forte demande. La Zone Fortin est située sur la propriété Wabamisk, dans la région Eeyou Istchee Baie-James au Québec. Le projet couvre une anomalie de sédiments de lac en antimoine-arsenic d'envergure régionale. Optionnée en 2005 à une société minière, cette propriété de 51 km de long est de nouveau sous le contrôle d'Azimut depuis 2022.

Les travaux de prospection sur Wabamisk ont conduit en 2024 à la découverte d'affleurements présentant jusqu'à 24,8 % Sb et 1,34 g/t Au. Depuis, 86 forages carottés (12 286 m) ont été effectués pour définir la zone. Une importante campagne de forage additionnelle est planifiée pour 2026.

Fortin est un système minéralisé à antimoine-or associé à une unité albitique stratiforme et à ses contacts cisaillés. Elle est reconnue sur au moins 1,8 km de long jusqu'à une profondeur verticale minimale de 250 m. De direction E-W et à pendage fort vers le sud, la zone minéralisée a une épaisseur variant de 5 à 50 m. Les résultats significatifs comprennent notamment :

- 2,08 % Sb, 2,64 g/t Au sur 17 m, incluant 3,15 % Sb, 10,92 g/t Au sur 4,0 m (rainure); et
- 1,10 % Sb, 0,38 g/t Au sur 51,5 m, incluant 3,43 % Sb, 2,37 g/t Au sur 6,50 m (forage).

La Zone Fortin est encaissée dans les roches métasédimentaires archéennes de la Sous-province d'Opinaca, près de la limite lithostructurale avec la Sous-province de La Grande. L'unité albitique est interprétée comme épigénétique, résultant d'une énorme décharge hydrothermale sodique dans un niveau perméable de métawacke.

Le gisement archéen à Au-Cu-Ag de Troilus : un gisement synvolcanique polyphasé, déformé et métamorphisé au faciès des amphibolites (Eeyou Istchee Baie-James, Québec)

Pierre-Arthur Groulier (Troilus Gold)

Le gisement de Troilus (13,01 Moz AuÉq) est localisé dans la ceinture de roches vertes de Frotet-Evans. Bien que cette minéralisation ait été historiquement exploitée à ciel ouvert de 1996 à 2010, produisant plus de 2 Moz Au et 70 kt Cu, la nature de ce gisement demeure controversée. Il fut décrit originellement comme une minéralisation de type porphyre encaissée dans des roches volcaniques, avant d'être interprétée comme le résultat d'évènements orogéniques superposés. Cette controverse est la conséquence directe du fait que ce gisement possède des caractéristiques typiques de plusieurs types de minéralisations (SMV, porphyre, épithermal et orogénique). Après des efforts d'exploration soutenus et ~350 000 m de forage depuis 2018, une reclassification s'impose. Nous proposons une origine polyphasée dominée par un épisode synvolcanique. Une approche pluridisciplinaire montre l'importance de l'évènement minéralisateur précoce actif lors de la mise en place de l'intrusion polyphasée de Troilus (~2791 Ma) et d'un essaim de dykes felsiques porphyriques (~2786 Ma) dans un contexte de caldeira sous-marine. La minéralisation à Au-Cu-Ag (Mo-Zn) est principalement disséminée, sous la forme d'un stockwerk de veinules, de sulfures semi-massifs à massifs et de brèches minéralisées situées dans des unités stratigraphiques particulières. Elle est associée à des altérations sodique, potassique, calcosilicatée/propylitique et argileuse, et est communément associée à la magnétite. Le gisement a été déformé et métamorphisé au faciès des amphibolites, entraînant une remobilisation importante et un fort contrôle structural dans un système en transpression dextre associé à la formation de veines de quartz localement minéralisées.

Géologie de la région du lac Caulincourt, Eeyou Istchee Baie-James : redéfinition de la limite entre les sous-provinces d'Opinaca et de La Grande

Charles Saint-Laurent (MRNF)

La région du lac Caulincourt, en Eeyou Istchee Baie-James (SNRC 33A03 et 33A06), localisée à une centaine de kilomètres au nord du lac Mistassini, a été l'objet d'une campagne de cartographie géologique à l'échelle 1/50 000 par le MRNF durant l'été 2024. Cette région est caractérisée par la présence d'un important volume de roches métasédimentaires appartenant aux sous-provinces d'Opinaca (nord) et de La Grande (sud). Les travaux effectués ont d'ailleurs permis de repositionner le contact entre ces deux sous-provinces à partir de nouvelles observations structurales et métamorphiques et ainsi de distinguer de manière plus rigoureuse les roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche (Opinaca) de celles de la Formation de Prosper (La Grande).

Ces travaux ont également permis de définir deux nouvelles séquences de roches volcano-sédimentaires : (1) la Formation de Caulincourt dans la partie sud du feuillet 33A06 où elle forme des bandes parallèles au contact Opinaca-La Grande dans la Formation de Prosper; et (2) le Groupe de Clauzel localisé à l'intérieur de la Formation de Prosper, au centre du feuillet 33A03. Ces nouvelles bandes volcano-sédimentaires offrent un potentiel minéral intéressant en raison de la présence de zones fortement minéralisées en sulfures (Py-Cp-Po) dans ces deux secteurs.

La découverte de ces nouvelles unités géologiques et la redéfinition du contact Opinaca-La Grande remettent en question certaines interprétations cartographiques issues de précédentes campagnes régionales, ce qui implique des travaux de mise à jour et d'homogénéisation des cartes du SIGÉOM.

Géologie de la région du lac Chamic, sous-provinces d'Opatica et de La Grande, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada

Daniel Bandyayera (MRNF)

Le levé géologique de la région du lac Chamic couvre les feuillets SNRC 32P11 et 32P14. Les unités de la partie NE de la région représentent l'extension occidentale des intrusions et des gneiss du Complexe de Maingault et des roches volcano-sédimentaires granulitiques de la Formation de Mistamiquechamic. Ces ensembles sont injectés d'intrusions mafiques-ultramafiques de la Suite de Chamic.

Les roches des parties nord-ouest et centrale de la région constituent le prolongement vers l'est de la ceinture du Lac des Montagnes (CLM), laquelle est formée d'un ensemble métasédimentaire assigné à la Formation de Voirdye. Cette séquence s'est en partie déposée sur les unités métavolcaniques kilométriques du Groupe de Tichégami qui forment le cœur de la région. Des intrusions tardives mafiques-ultramafiques de la Suite de Nasacauso et de pegmatite blanche de la Suite de Senay sont injectées dans le Voirdye et le Tichégami. Ce dernier repose en contact structural sur les roches plutoniques et gneissiques des complexes de la Hutte et de Théodat interprétés comme le socle des roches supracrustales.

La partie sud de la région est formée par la Sous-province d'Opatica, laquelle représente un ensemble plutono-gneissique contenant des sillons de métavolcanites du Groupe de Michaux.

La région présente des minéralisations :

- polymétalliques de sulfures massifs volcanogènes;
- de veines de quartz-sulfures aurifères synvolcaniques;
- de métaux usuels associés aux zones d'altération métasomatiques;
- de type sulfures exhalatifs encaissées dans les roches sédimentaires;
- aurifères associées aux conglomérats à cailloux de quartz;
- aurifères stratiformes dans les formations de fer rubanées;
- magmatiques de nickel-cuivre;
- de lithium-césium-tantale associées aux pegmatites.

Contrôle lithostructural des pegmatites LCT : cas du gisement lithinifère de Whabouchi, Sous-province néoarchéenne de Nemiscau, Eeyou Istchee Baie-James, Québec

Hubert Mvondo (MRNF)

Le gisement lithinifère de Whabouchi possède des réserves prouvées de 10,5 Mt à 1,40 % LiO_2, ce qui en fait l'une des minéralisations de ce type des plus importantes au Québec et au Canada. Le spodumène et la pétalite sont les principaux minéraux lithinifères et permettent de distinguer les intrusions d'aplite-pegmatite minéralisées des stériles. Ces dykes granitiques recoupent un ensemble rocheux constitué de basaltes, gabbros, porphyres quartzofeldspathiques (PQF), granodiorites et tonalites variablement déformés lors de la phase D_1-D_2 le long de la Zone de cisaillement de la Rivière Nemiscau (ZCrn), une structure senestre NE-SW à pendage SE. Des leucosomes visibles par endroits indiquent que les dykes d'aplite-pegmatite sont principalement issus de la fusion partielle d'une source sédimentaire et se sont mis en place le long de la ZCrn. Il s'agit de dykes syn-D_2 orientés NE avec fort pendage (~80°) vers le SE qui sont généralement localisés entre des basaltes présentant la fabrique $S_1/S_2/L_2$ et des gabbros et/ou des PQF en feuillets portant la fabrique S_2/L_2. L'ensemble présente un étirement à la fois subvertical et subhorizontal illustré par un boudinage de la foliation et des dykes principalement symétrique dans les deux directions le long de la ZCrn. De rares indicateurs cinématiques, ainsi qu'une forte linéation L_2 plongeant à ~70° vers le SSW définie par des cristaux de spodumène et des agrégats quartzofeldspathiques étirés, montrent que le gisement lithinifère de Whabouchi a été mis en place dans la zone d'extrusion verticale d'un système transpressif senestre à vergence NNE.

Le gîte polymétallique LION (Cu-Ni-Pd-Pt-Ag-Au), Eeyou Istchee Baie-James

Eric Hébert (Mines Power Metallic)

Le gîte Lion est situé à environ 55 km à l'est de la communauté crie de Nemaska, dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James, Québec. Cette zone minéralisée fait partie d'un secteur de 212 km^2 couvrant environ 50 km de stratigraphie favorable. La minéralisation polymétallique (Cu-Ni-Pd-Pt-Ag-Au) est composée principalement de chalcopyrite-cubanite ± pentlandite et est associée à une importante séquence de cumulats ultramafiques appartenant à la Suite de Caumont.

Quatre-vingt-neuf sondages au diamant totalisant 35 558 m (2023-2025) ont délimité une zone d'orientation NE-SW de 290 m de long, d'une largeur moyenne de 18 à 50 m jusqu'à une profondeur verticale de 650 m. La zone minéralisée plonge à 67° vers le NW.

Deux campagnes de cartographie (2024 et 2025) sur ce gîte ont révélé que l'unité ultramafique stratifiée de la Suite de Caumont est en réalité plus ancienne que les roches métasédimentaires environnantes de la Formation de Voirdye et que le gneiss tonalitique du Complexe de Champion. Cette relation est cruciale pour comprendre la chronologie de la minéralisation. Au contact de la dunite, les roches métasédimentaires du Voirdye contiennent des lits et des laminations entrecroisées de chromite détritique, suggérant que la dunite a été érodée. De même, la tonalite du Complexe Champion contient localement des xénolites d'intrusion ultramafique, ce qui indique que cette dernière est en réalité plus ancienne que la tonalite.

SÉANCE 14

ANTICIPER/PLANIFIER LE BOUQUET ÉNERGÉTIQUE À L'HORIZON 2050

Dans un contexte de croissance de la demande d'énergie, de transition énergétique et de carboneutralité, cette séance vise à explorer les leviers d'un bouquet énergétique québécois résilient, fiable et décarboné. Elle s'inscrit dans le cadre des travaux entourant l'élaboration du Plan de gestion intégré des ressources énergétiques (PGIRE), qui vise à doter le gouvernement du Québec d'un cadre stratégique afin de planifier à long terme l'évolution du système énergétique. Les réflexions et échanges issus de cette séance viendront alimenter les orientations et décisions stratégiques qui seront prises au cours des prochains mois pour façonner l'avenir énergétique du Québec.

Moins et mieux : le monde des affaires face à la transition énergétique

Geneviève Gauthier (Econoler)

Cette conférence propose une lecture concrète et stratégique des transformations à l'œuvre dans le monde des affaires face à la transition énergétique. Intitulée « Moins et mieux », elle s'appuie sur l'expérience de terrain acquise auprès d'entreprises engagées dans des démarches de réduction de leur empreinte carbone et d'adaptation à un nouveau contexte énergétique.

À partir de cette expérience, plusieurs constats émergent : la transition énergétique ne se limite pas simplement à une substitution technologique ou à une optimisation des solutions existantes. Elle implique aussi une remise en question des modèles de production, des chaînes de valeur et des usages mêmes de l'énergie. Pour les entreprises, cela signifie repenser leur performance à l'aune de la sobriété, de l'efficacité et de la résilience.

La conférence aborde ainsi les enjeux clés identifiés dans ces démarches. Car, pour de nombreuses entreprises, la transition énergétique représente une transformation systémique encore difficile à décoder : les repères traditionnels vacillent, les priorités évoluent et les trajectoires restent incertaines. Dans ce contexte, plusieurs points de tension apparaissent : arbitrages entre investissements, innovation et contraintes réglementaires et nouvelles attentes des clients et des talents.

Cette intervention offre une mise en perspective des leviers d'action déjà mobilisés sur le terrain et des trajectoires possibles pour intégrer, dès aujourd'hui, les principes du « Moins et mieux » dans la stratégie énergétique des entreprises.

SÉANCE 15

AUTOCHTONES : EXPLORER LES OCCASIONS DANS L'INDUSTRIE MINIÈRE

Comment tirer profit du développement minier dans les territoires autochtones tout en tenant compte du point de vue des autochtones sur les impacts sociaux et environnementaux? Une réconciliation économique est-elle possible et à quelles conditions?

La réconciliation économique et l'industrie minière

Jennifer O'Bomsawin
(Cabinet de relations publiques NATIONAL)

Aujourd'hui, il n'est pas exagéré d'affirmer qu'aucun grand projet ne pourrait voir le jour sans entreprendre une conversation préalable avec les Premiers Peuples, sans intégrer leurs perspectives ou sans envisager un partenariat avec eux.

Décidément, la manière traditionnelle de faire des affaires, de conduire des projets ou d'envisager le développement du territoire est révolue.

Les gouvernements s'inscrivent dans cette mouvance et s'engagent plus fermement et sincèrement sur la voie de la réconciliation. Cela se traduit par de nouvelles politiques favorisant la participation des Premières Nations et Inuit ou par certaines exigences à rencontrer de la part de quiconque souhaite transiger avec l'État ou obtenir des autorisations.

Au même moment, et à l'heure de la responsabilité sociale d'entreprise, les organisations sont plus que jamais conscientes qu'elles doivent intégrer les principes de réconciliation. Or, la plupart du temps, elles ignorent comment elles doivent s'y prendre.

C'est ainsi que la réconciliation économique prend tout son sens, soit la recherche de partenariats mutuellement bénéfiques qui assurent une participation concrète et active des peuples autochtones au développement de leur territoire.

L'importance des ententes d'exploration minière dans les relations avec les communautés autochtones

Karl Masson (IDDPNQL)

Les ententes d'exploration minière jouent un rôle crucial dans le développement de relations respectueuses et durables entre les entreprises minières et les communautés autochtones. Ces accords permettent de formaliser les engagements mutuels en matière de consultation, de partage des bénéfices, de protection du territoire et de respect des droits ancestraux.

En intégrant les communautés dès les premières étapes de l'exploration, les entreprises favorisent la transparence, la confiance et la cohabitation harmonieuse sur le territoire. Elles contribuent également à la reconnaissance des savoirs traditionnels et à l'autodétermination des peuples autochtones dans la gestion de leurs terres. Ces ententes ne sont pas seulement des outils juridiques ou économiques, mais des leviers de réconciliation, de développement communautaire et de gouvernance partagée.

SÉANCE 16

DÉFIS ET INNOVATIONS EN EXPLOITATION MINIÈRE À CIEL OUVERT ET SOUTERRAINE

Les défis auxquels font face les services techniques responsables des exploitations minières sont nombreux et diversifiés. Les réponses à ces défis proviennent parfois des bonnes pratiques du génie minier, alors que d'autres doivent faire appel au sens aigu de l'innovation des gens œuvrant en ingénierie, en technique et en recherche ou encore des manufacturiers. Les conférences présentées lors de cette séance porteront sur les défis d'exploitation et de production dans le domaine de l'extraction minière à ciel ouvert et souterraine, ainsi que sur des pistes de solutions innovantes pour faire face à ces enjeux.

Minage sélectif d'un gisement filonien subhorizontal

Philippe Groleau et Dominique Audet (Eldorado Gold Québec)

Le gisement Ormaque est constitué d'une série de veines subhorizontales qui seront exploitées selon la méthode de coupe et remblais (*drift and fill*), une approche relativement rare au Québec comparativement à l'abattage par longs trous. La méthode de minage sera présentée, accompagnée des premiers résultats issus de l'échantillonnage en vrac. Des essais et optimisations sont en cours afin de réduire la dilution et d'optimiser la teneur récupérée, notamment par le sautage de volées sélectives et l'utilisation de tirs d'enlevures (*slash*) secondaires.

Avancées et innovations dans la surveillance et le contrôle du bruit et des vibrations dans le secteur minier

Michel Pearson et Myriam Cousineau (Soft dB)

La maîtrise du bruit et des vibrations demeure un défi majeur dans le domaine minier, surtout à proximité des communautés. Or, l'arrivée de capteurs intelligents, de plateformes infonuagiques déployées en temps réel et d'algorithmes d'analyse avancés automatisés change la donne. Les nouvelles générations d'instruments et de logiciels permettent d'automatiser la collecte et le traitement des données, de réduire au minimum les tâches de post-traitement et d'accélérer la prise de décision. Parallèlement, des solutions d'ingénierie ciblées diminuent directement l'empreinte sonore des équipements critiques.

Cette présentation fera un tour d'horizon des percées récentes en surveillance acoustique et vibratoire, de l'automatisation intégrale des systèmes jusqu'aux nouvelles générations de traitement acoustique. À l'aide d'études de cas terrain, nous démontrerons comment ces innovations contribuent à favoriser le respect des limites réglementaires et favorisent l'acceptabilité sociale, optimisent la planification des opérations et réduisent les coûts associés aux dépassements des seuils. La conférence offrira des pistes concrètes qui permettront aux participants d'intégrer ces solutions dans leurs propres sites miniers.

Optimisation de la performance et de la sécurité dans l'alésage d'ouverture primaire de chantier — cas pratique à la Mine Goldex

Mathieu Verreault (Agnico Eagle Mine Goldex) et Edouard Frank (Center Rock)

CenterRock est une entreprise américaine spécialisée dans la fabrication d'outils de forage dont la Canister LP Drill, un outil capable d'aléser des trous de grand diamètre. Ce produit se distingue par ses performances de forage accrues, une réduction des risques en santé et sécurité et un service d'entretien offert par son partenaire, Atelier Val-d'Or.

Dans une optique d'amélioration des performances de forage et de réduction des coûts, l'équipe de Goldex s'est penchée sur cette alternative peu connue dans la province pour remplacer la méthode actuelle d'alésage des ouvertures primaires des chantiers de production. Nous présenterons un portrait des enjeux à Goldex, des essais réalisés et des résultats obtenus.

SÉANCE 17

LA PLACE DU SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE DANS LE BOUQUET ÉNERGÉTIQUE QUÉBÉCOIS

Hydro-Québec s'est donné comme cible d'introduire 3000 MW d'énergie solaire photovoltaïque dans son réseau d'ici 2035. De brèves présentations suivies d'un panel permettront de mettre en perspective le développement de cette filière pour la transition énergétique du Québec.

L'énergie solaire photovoltaïque au Canada et dans le monde en 2025

Yves Poissant (CanmetÉNERGIE)

La capacité photovoltaïque (PV) mondiale a atteint 2260 GW en 2024, avec une croissance marquée en Chine. Le solaire PV représente désormais 10 % de la production mondiale d'électricité — 20 % en Europe — et, à ce rythme, il pourrait devenir la principale source d'énergie dans le monde d'ici 2040. Au Canada, le potentiel solaire est élevé : le PV sur toit représente une capacité de production potentielle de 300 GW/247 TWh, ce qui correspond à 40 % de la demande électrique nationale. Nous n'en sommes toutefois qu'au début du déploiement de cette technologie, alors que le solaire PV ne représentait que 1,5 % de la production électrique au Canada en 2024, avec une capacité cumulée de 5,43 GW, dont 0,397 GW ajouté cette année-là. Le coût des modules PV a chuté de 80 % depuis 2010, rendant l'électricité solaire compétitive partout au Canada, incluant le Québec, où son prix peut être inférieur au tarif résidentiel d'électricité. Cette conférence brosse un portrait de l'état et des tendances de la filière solaire photovoltaïque en 2025 au Canada et dans le monde.

Offre solaire d'Hydro-Québec

Jean-Pierre Croteau (Hydro-Québec)

Hydro-Québec prévoit intégrer plusieurs centaines de mégawatts d'origine solaire à son réseau d'ici 2035, notamment par l'autoproduction solaire chez la clientèle. L'équivalent de 125 000 clients seront accompagnés pour installer des panneaux solaires, sur le toit des résidences comme celui des commerces.

Le rôle clé des municipalités dans le développement de l'énergie solaire au Québec

Myriam Trudel (Fédération québécoise des municipalités)

La publication au printemps dernier de la *Stratégie solaire* d'Hydro-Québec, qui fixe la cible de 3000 MW d'énergie solaire d'ici 2035 et lance un premier appel d'offres de 300 MW, marque une étape décisive pour le Québec. Cette transformation ne pourra réussir sans l'implication active des municipalités et des communautés. Bien plus que de simples hôtes, elles sont des catalyseurs essentiels pour assurer l'acceptabilité sociale, orienter la planification territoriale et créer un climat favorable au développement de la filière. Grâce à leurs mécanismes de consultation publique et leurs outils d'aménagement du territoire, elles ont le pouvoir de faciliter l'intégration harmonieuse des projets solaires. Pour maximiser cette contribution, il est essentiel de bien comprendre la réalité du monde municipal, ses contraintes et ses processus décisionnels. Cette présentation offrira un regard concret sur les leviers d'influence à la disposition des municipalités, les mécanismes de gouvernance à considérer et les pistes de collaboration à privilégier pour faire du monde municipal un acteur clé du déploiement de l'énergie solaire au Québec.

SÉANCE 18

FAVORISER L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE : LES LEVIERS À ACTIVER EN AMONT

Le développement de projets structurants nécessite une vision partagée du territoire où tous les acteurs, notamment les autorités locales, les promoteurs et les instances gouvernementales, jouent un rôle actif et complémentaire. En amont de tout projet, quels leviers peut-on activer pour mieux anticiper, coordonner et arrimer les actions à réaliser?

Cette séance explorera comment favoriser l'intégration harmonieuse des projets miniers en mettant l'accent sur une planification territoriale stratégique, une définition claire et un partage des attentes ainsi que la mise en place d'une coordination structurée entre les parties prenantes. Lorsque les objectifs de chacun sont bien définis et transparents, la compréhension mutuelle s'améliore, la prévisibilité augmente et les capacités de décision se renforcent.

Une invitation à réfléchir collectivement aux pratiques porteuses d'un développement minier ancré dans les réalités territoriales.

Guide du promoteur : vers un développement harmonieux sur le territoire de la MRC du Fjord-du-Saguenay

Josianne Pelosse (MRC du Fjord-du-Saguenay)

Soucieuse d'assurer une gestion responsable du développement de son territoire, la MRC du Fjord-du-Saguenay propose un guide pratique pour accompagner les promoteurs de projets afin qu'ils s'approprient les enjeux locaux. Ce guide vise à promouvoir une vision concertée de l'aménagement, à exposer les défis à relever et à réaffirmer l'engagement envers un développement harmonieux et durable du territoire.

Baromètre de l'acceptabilité sociale — Secteur minier

Marc-Olivier Fortin (Transfert Environnement et Société)

Les résultats du rapport *Baromètre de l'acceptabilité sociale — Secteur minier 2025* seront dévoilés lors du Congrès Québec Mines + Énergie. Ce sera l'occasion pour l'auditoire d'obtenir des informations clés et un portrait précis des facteurs qui influencent l'acceptabilité sociale et la confiance envers l'industrie minière au Québec.

Marc-Olivier Fortin, directeur Développement de partenariats chez Transfert Environnement et Société, présentera les résultats de cette analyse pancanadienne détaillée sur les perceptions des Canadiens face à l'industrie, en mettant l'accent sur celles des Québécois de différentes régions. Parmi les aspects d'intérêt pour le secteur minier, mentionnons :

- Le niveau de confiance envers l'industrie minière.
- L'acceptabilité face à l'exploitation des minéraux critiques et stratégiques.
- L'intérêt pour les retombées économiques locales.
- Les préoccupations environnementales et sociales.
- La transparence des entreprises.
- La qualité des relations avec le milieu.

Cette analyse mettra en lumière les solutions à portée de main pour renforcer la confiance du public vis-à-vis cette filière, tout en cernant les risques liés aux nouveaux projets et aux exploitations en cours. Les résultats permettront d'évaluer dans le temps l'évolution de la licence sociale d'opérer des minières québécoises.

Cette édition annuelle marque le lancement du *Baromètre de l'acceptabilité sociale — Secteur minier*, la nouvelle référence incontournable pour évaluer l'acceptabilité sociale de l'industrie minière tant au Québec qu'au Canada dans les années à venir.

Cette publication est l'initiative de Transfert Environnement et Société, une entreprise forte de plus de 20 ans d'expérience en acceptabilité sociale au Québec, en partenariat avec Voconiq, spécialiste australien reconnu de la recherche sur l'acceptabilité sociale dans le secteur minier. Ne manquez pas cette présentation incontournable!

L'exploitation minière et le territoire naskapi : passé, présent et avenir

Jeremy Einish (Nation naskapie de Kawawachikamach)

Lors de la conférence Québec Mines + Énergie 2025, la nation naskapie de Kawawachikamach présentera sa vision d'un développement équitable et durable des ressources dans le Nord-du-Québec. Cette présentation mettra en évidence le lien profond qui unit la nation à ses terres traditionnelles et l'importance de veiller à ce que les projets miniers respectent les droits et les intérêts des Autochtones, l'environnement et le patrimoine culturel. Nous appuyant sur notre expérience en matière d'ententes préalables au développement et d'ententes sur les répercussions et avantages, nous discuterons à la fois des occasions et des défis du développement, en soulignant la nécessité d'une consultation significative, d'une participation communautaire et d'une gestion à long terme. Nous aborderons la question de l'impact des activités industrielles, en particulier de l'exploitation minière, sur la faune, l'eau et les moyens de subsistance traditionnels, et présenterons les principes d'une collaboration responsable fondée sur le consentement libre, préalable et éclairé. L'accent sera mis sur la manière dont un développement responsable peut créer des dispositions mutuellement avantageuses, notamment en matière d'emploi, de formation, de partenariats commerciaux et d'investissements dans les infrastructures, qui renforcent les capacités locales et favorisent la prospérité à long terme.

Relations avec les Premières Nations : partage d'expériences vécues

Guy Bourassa (Scandium Canada)

De sa première rencontre avec le chef Josie Jimiken de la Nation crie de Nemaska, dans le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James en 2009, à la signature de l'entente d'avant-projet avec la Nation naskapie de Kawawachikamach, en avril 2024, en passant par la négociation et la conclusion de l'entente sur les avantages et répercussions Chinuchi en 2014, M. Bourassa reviendra sur les moments marquants de ses expériences.

Il soulignera l'importance du temps, des relations humaines avec les membres des communautés et de la connaissance du territoire, tout en insistant sur les valeurs d'écoute et de respect qui doivent guider chaque démarche. Il rappellera également que ce travail exige un engagement financier et humain considérable et qu'il ne peut être délégué à des tiers : la véritable réussite repose sur l'investissement personnel et la présence sur le terrain.

SÉANCE 19

LES BONNES PRATIQUES INTERNATIONALES EN MATIÈRE DE CIRCULARITÉ DU SECTEUR MINIER ET DES MINÉRAUX CRITIQUES ET STRATÉGIQUES

La *Feuille de route gouvernementale en économie circulaire 2023-2028* du Québec ainsi que son plus récent plan de mise en œuvre 2025-2028 sont coordonnés par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Le secteur minier et la question des minéraux critiques et stratégiques représentent l'un des 5 axes prioritaires de la stratégie du Québec pour accroître son taux de circularité.

L'objectif de la présente séance est donc de présenter lors d'une courte conférence les actions mises en œuvre par le Québec en tant que leader pour améliorer la circularité du secteur minier, tout particulièrement dans le domaine des minéraux critiques et stratégiques. Dans un second temps, la séance permettra de réunir un panel de discussion comprenant divers acteurs internationaux préoccupés par la circularité du secteur minier et ainsi partager certaines bonnes pratiques sur cette question d'un fort intérêt sur la scène internationale.

Présentation de la *Feuille de route en économie circulaire du Québec*

Sabrine Cholette (MELCCFP)

Cette conférence vise à présenter la *Feuille de route en économie circulaire du Québec* ainsi que son plan de mise en œuvre.

La présentation sera axée sur les éléments suivants :

- Les grandes orientations du Québec en économie circulaire.
- Pourquoi le secteur minier est-il un axe prioritaire pour l'économie circulaire du Québec?
- Quels sont les principaux objectifs du Québec pour l'économie circulaire du secteur minier?

SÉANCE 20

L'OR ET LE CUIVRE DANS LA PROVINCE DU SUPÉRIEUR : ÉTATS DES LIEUX, AVENIR ET PERSPECTIVES

L'objectif de cette séance est de mettre en lumière l'innovation dans le domaine de la recherche et de l'exploration dans la Province du Supérieur, mais aussi de faire ressortir les lacunes dans nos connaissances géoscientifiques pour l'exploration de l'or et du cuivre dans cette province géologique. La formule sera hybride : une première partie consistera en une succession de courtes conférences qui sera suivie d'une table ronde durant laquelle les thèmes abordés dans la première partie seront approfondis. Cette formule permettra également au public d'intervenir et de poser des questions aux panélistes. Cette structure dynamique offrira aux participants et au public une occasion unique d'échanger leurs idées et questionnements sur le thème de la séance.

Mots d'introduction : regard sur le potentiel Au-Cu de la Province du Supérieur

Jean-Luc Pilote (CGC-Québec)

L'or et le cuivre constituent des métaux stratégiques et critiques de grande importance économique pour le Canada. Malgré une production annuelle combinée en croissance (2014 à 2023), le renouvellement et la distribution spatiale de ces ressources sont très inégaux. Dans la Province du Supérieur, on trouve ces métaux dans une grande variété de types et de styles de gîtes (magmatiques, magmatiques-hydrothermaux, orogéniques *sensu stricto* et synvolcaniques) et leur découverte repose en grande partie sur l'application de modèles métallogéniques robustes. Les travaux entrepris dans le cadre de l'Initiative géoscientifique ciblée de la CGC, en collaboration avec la DACG du MNRF et des partenaires universitaires et de l'industrie, ont pour objectifs d'améliorer la connaissance du cadre géologique, structural et géochronologique de nombreux territoires au potentiel prouvé ou émergent. Ces travaux contribuent à mieux définir les processus et l'âge de formation des systèmes minéralisés qui sont, dans plusieurs cas, très complexes et demandent une approche multidisciplinaire et collaborative.

Découvertes et exploration pour l'or et le cuivre en Abitibi : une vision magmatique

Michel Jébrak (UQAM)

Depuis un siècle, l'Abitibi se distingue par une moyenne impressionnante d'une nouvelle mine mise en production chaque année. Dans un contexte marqué par la hausse des prix de l'or et du cuivre, l'exploration devrait se tourner vers des gisements à faible teneur, mais à fort tonnage, avec des teneurs de coupure avoisinant les 0,5 g/t Au et 0,3 % Cu, des conditions typiques des minéralisations disséminées de type porphyrique. La majorité des gisements majeurs récemment développés en Abitibi présente des affinités plutoniques, qu'il s'agisse des porphyres à Cu-Au (Mo) associés aux TTG, des porphyres sanukitoïdes enrichis en Au-Te ou encore des gisements combinant intrusions et zones de déformation. Les avancées récentes dans la compréhension de ces systèmes mettent en lumière des différences de nature structurale entre le nord et le sud de l'Abitibi : la croûte épaissie et plus ancienne du nord a permis le développement de porphyres, tandis que la croûte amincie et plus jeune du sud favorise la coexistence d'amas sulfurés et de petits systèmes porphyriques. On a également récemment démontré que, dans le cas des sanukitoïdes, une part des métaux est transportée par les minéraux ferromagnésiens. L'origine de ces métaux pourrait provenir du socle de l'Opatica, situé sous les terrains de l'Abitibi, dont le rôle structurant discret pourrait influencer la localisation des minéralisations.

Gisements d'or de la Province du Supérieur : distribution, contenu métallique et styles de minéralisations

Valérie Bécu (CGC-Québec)

La plus récente version de la compilation des gisements d'or en cours à la Commission géologique du Canada (CGC) représente une mise à jour de la distribution, du contenu métallique et des informations géologiques pertinentes pour les gisements aurifères (≥ 100 000 oz Au) de la Province du Supérieur. Cet exercice vise à appuyer les diverses activités de recherches menées par la CGC dans le cadre de l'Initiative géoscientifique ciblée et ces données devraient être éventuellement diffusées. Plus de 60 gisements ont été ajoutés à base de données déjà publiée (Gosselin et Dubé, 2005), alors que plus de 135 gisements ont fait l'objet d'estimations récentes des ressources et/ou des réserves (données de l'industrie en date du mois de février 2023). Les nouvelles entrées comprennent d'anciennes mines remises en production (p. ex., Canadian Malartic), des découvertes (p. ex., Éléonore) ainsi que des projets avancés d'exploration (p. ex., Windfall). Les révisions apportées fournissent des informations clés sur la distribution, le contenu total et la teneur en or des gisements. Ces données sont bonifiées par de nouvelles connaissances dans le but de mieux classer les types et styles de minéralisation en fonction des caractéristiques géologiques et génétiques diagnostiques. Le produit final a pour objectif de fournir un cadre d'analyse pour : (1) les études thématiques portant sur les processus (source, transport, conduits et pièges) menant à la formation et à la préservation des gisements aurifères; et (2) l'élaboration de stratégies d'exploration.

Potentiel en or et en cuivre de la région d'Eeyou Istchee Baie-James : analyse rétrospective des découvertes et éléments prédictifs

Jean-Marc Lulin (Azimut Exploration)

Depuis 1935, près de 950 indices, gîtes et gisements d'or et/ou de cuivre ont été identifiés dans la région de la Baie-James, laquelle couvre trois sous-provinces géologiques (La Grande, Opinaca et Opatica) pour une superficie de 225 000 km^2. Ces découvertes comprennent 11 gîtes et gisements. Une analyse de la répartition de l'ensemble de ces minéralisations dans le temps, dans l'espace et en fonction des méthodes a été réalisée.

Que disent ces découvertes passées sur le potentiel de découvertes futures? Comment qualifier la maturité de cette région et comment optimiser l'effort d'exploration en vue de favoriser des succès économiques? Plusieurs approches, complémentaires à certains égards, peuvent être privilégiées avec : (1) l'exploitation des données numériques régionales (géochimie, géophysique); (2) la compréhension des contextes géologiques et gîtologiques; et (3) l'exploration incrémentale d'indices et de gîtes déjà connus.

La persistance de l'exploration près de gisements (Troilus), de gîtes (Cheechoo, Nisk) ou d'indices (Elmer) déjà connus, ainsi que la découverte de nouveaux types de minéralisations (filon-couche à antimoine-or à Wabamisk) démontre le faible degré de développement du potentiel minéral de la région. En clair, il existe un immense potentiel de croissance. L'approche privilégiée est la génération de cibles par le traitement avancé des données géoscientifiques régionales réalisé en étroite association avec des phases de validation par prospection sur le terrain. De nombreuses cibles d'envergure demeurent inexplorées et pourraient être converties en découvertes avec le maintien à long terme de conditions favorisant l'exploration : accès au territoire, présence d'infrastructures, stabilité du cadre légal et fiscal.

L'or à travers l'espace et le temps : diversité des styles de minéralisations aurifères dans la ceinture de roches vertes d'Urban-Barry, Québec, Canada

Brandon Choquette (Gold Fields)

La Sous-province de l'Abitibi recèle une diversité de dépôts aurifères qui se sont formés durant une longue période et à diverses profondeurs crustales. Dans le secteur d'Urban-Barry, cette diversité est représentée par trois principaux types de minéralisations aurifères, chaque type étant caractérisé par leur propre géométrie, roches hôtes, styles de minéralisation et contrôles géologiques. Ces minéralisations incluent : (1) les minéralisations Au ± Cu associées à des brèches de tourmalinites; (2) les minéralisations aurifères *intrusion-related*; et (3) les systèmes de veines de quartz-carbonates de type orogénique.

Les minéralisations encaissées dans les tourmalinites (p. ex., Black Dog) consistent en des niveaux atteignant 100 m d'épaisseur dont la mise en place est contemporaine à la Formation de Macho (environ 2717 à 2715 Ma). Environ 15 à 20 My plus tard, les minéralisations aurifères de type *intrusion-related* (p. ex., Windfall) se sont formées de manière synchrone avec des essaims d'intrusions felsiques calco-alcalines datées à environ 2698 Ma. Cette minéralisation se caractérise par des zones de remplacement en séricite-pyrite ± silice recoupées par des filons et des stockwerks de quartz-pyrite grisâtres. Cet événement est suivi par l'épisode principal de déformation régionale qui est contemporain avec la formation des systèmes de veines de quartz-carbonates (p. ex., Barry et Gladiator). Ces minéralisations sont encaissées dans des roches mafiques à intermédiaires recoupées par des intrusions porphyriques felsiques dans le toit structural des failles régionales d'orientation ENE.

La reconnaissance de la diversité de ces types de minéralisations et la caractérisation de leurs propriétés géophysiques et géochimiques ainsi que des contrôles géologiques permettent de concevoir des modèles d'exploration robustes applicables à l'échelle régionale dans ce secteur en pleine effervescence.

Évolution des perceptions sur la fertilité et la maturité dans l'exploration de la Zone volcanique Sud de l'Abitibi

Pierre Bedeaux (Société minière Barrick)

La Sous-province de l'Abitibi, en particulier sa portion sud, a été l'objet d'intenses campagnes d'exploration pour l'or et le cuivre depuis plus d'un siècle. Cependant, depuis environ 20 ans, des changements importants dans les domaines scientifiques et économiques ont remis en cause certaines certitudes dans ce domaine. Initialement, l'exploration misait sur la découverte de gisements à forte teneur, facilement identifiables dans les roches volcaniques, dans un contexte où le prix de l'or était beaucoup plus faible et les données géochimiques moins disponibles. Plus récemment, les travaux scientifiques à l'échelle des gisements, des camps miniers et des provinces métallogéniques ont démontré l'existence de nombreux types de gisements qui s'éloignaient de la simple dualité entre les minéralisations aurifères de type orogénique et les VMS. Cette variété d'environnements géologiques favorables ouvre de nouvelles avenues d'exploration. Ainsi, la redécouverte du gîte Canadian Malartic et de ses extensions illustre le potentiel sous-estimé des roches sédimentaires. Malgré tout, l'exploration continue d'être focalisée sur les roches volcaniques, et les connaissances sur les bassins sédimentaires restent fragmentaires, comme en témoignent les récentes découvertes de bassins fluviatiles de type Timiskaming, pourtant considérés comme des métallotectes importants. Le contexte géologique favorable de l'Abitibi combiné à un regard plus ouvert sur les environnements géologiques propices devrait permettre la découverte de nouveaux gisements dans cette région considérée comme mature, à condition que le milieu de l'exploration s'ouvre au changement.

Comprendre pour mieux cibler l'or et le cuivre

Georges Beaudoin (Université Laval)

L'exploration pour l'or et le cuivre doit s'appuyer sur une bonne compréhension des processus de formation pour cibler les secteurs avec un fort potentiel et utiliser les méthodes les plus appropriées. En Abitibi, le potentiel pour les gîtes d'or de type orogénique et les sulfures massifs à Cu-Zn ± Au est bien connu, quoique d'importantes questions demeurent, comme l'âge précis des épisodes minéralisateurs. La (re)découverte de gisements Au-Cu (Windfall, Upper Beaver) met en évidence l'existence de nouveaux types de cibles. Pour découvrir la trace des prochains gisements, les méthodes d'exploration doivent s'adapter soit pour sonder en profondeur ou pour suivre les trains de dispersion dans les sédiments superficiels. Dans l'environnement superficiel, la combinaison d'analyses multiéléments et des méthodes de classification par apprentissage machine permet maintenant d'identifier la source des minéraux indicateurs, de vectoriser vers les cibles et même d'évaluer le contenu en métaux d'éventuelles minéralisations.

SÉANCE 21

ÉLÉMENTS08 : SCIENCE, STRATÉGIE ET PARTENARIATS AU SERVICE DES MCS

- Le projet Éléments08 : historique et positionnement stratégique visant la mise en marché des MCS du Québec.
- Innover pour sécuriser les MCS : le rôle d'Éléments08. Vitrine de projets concrets portés par une approche intégrée et collaborative.
- Feuille de route pour l'exploitation et la mise en marché des MCS du Québec.

Pegmatites à lithium : développement des connaissances géométallurgiques

Alexander Ure (Corem)

Les pegmatites lithinifères constituent une source essentielle de lithium pour la production de matières premières destinées aux batteries. Cependant, la complexité minéralogique et la variabilité texturale des minéraux lithinifères et de gangue dans les différentes lithologies composant un gisement peuvent poser des défis importants pour l'exploitation et le traitement optimal des ressources. L'objectif de ce projet de recherche était d'améliorer les connaissances des gisements de pegmatites lithinifères au Québec grâce à une approche géométallurgique, en mettant l'accent sur la compréhension minéralogique de ces minéralisations. La géométallurgie, qui combine des informations géologiques, minéralogiques, chimiques et métallurgiques afin d'améliorer la connaissance des gisements, d'optimiser l'extraction et de réduire les risques techniques, est une approche multidisciplinaire essentielle pour relever ce défi. L'étude a combiné une caractérisation minéralogique quantitative, une analyse géochimique et des essais de broyage pour une gamme de lithologies provenant de deux gisements afin d'établir des relations entre les assemblages minéraux, leurs textures, les caractéristiques des minéraux porteurs de lithium et la dureté du minerai. Des techniques d'analyse à haute résolution, notamment la minéralogie automatisée (TIMA), la diffraction des rayons X (XRD) et les analyses chimiques, ont été utilisées. L'objectif de ce projet de recherche collaboratif était d'améliorer la compréhension minéralogique globale de ces minerais dans un contexte géométallurgique afin d'appuyer les stratégies de valorisation des ressources en lithium des pegmatites du Québec et leur exploitation durable.

Élimination du calcium des solutions de sulfate de lithium

Driss Mrabet (Corem)

Le procédé conventionnel d'extraction de lithium à partir d'un concentré de spodumène utilise de l'acide sulfurique pour produire une solution de sulfate de Li. Cependant, cette lixiviation acide n'est pas parfaitement sélective par rapport au lithium et entraîne une mise en solution d'impuretés telles que le Fe, l'Al, le Mn, le Si, le Mg, le Ca, etc. Le procédé inclut donc des étapes de purification visant à éliminer ces impuretés et obtenir une solution de sulfate de lithium de haute pureté qui est par la suite transformée en cristaux d'hydroxyde de lithium ou de carbonate de lithium.

Les solutions produites par le procédé conventionnel sont des milieux très basiques et riches en sulfate de lithium. Peu de données existent sur la solubilité des carbonates de calcium dans de tels systèmes. L'objectif de ce projet est d'étudier la solubilité des carbonates de calcium dans ce milieu et d'apporter une meilleure compréhension sur l'efficacité de la précipitation du calcium en fonction des paramètres de la réaction, tels que la température, la présence de carbonates dissous, la basicité du milieu et la concentration en sulfate de Li. L'étude a d'abord été réalisée avec des solutions synthétiques, puis avec des solutions représentatives issues de concentrés de spodumène. Un meilleur contrôle de cette opération permettra d'améliorer et de stabiliser les performances du procédé d'élimination du calcium, de diminuer les coûts de l'étape subséquente impliquant la résine échangeuse d'ions et de minimiser la consommation de réactifs.

Procédés hydrométallurgiques non conventionnels pour l'extraction du lithium à partir du concentré de spodumène

Esmaeil Jorjani (CTRI)

Le spodumène constitue la principale source de lithium issue de roches dures pour la fabrication des matériaux de batteries. Le procédé conventionnel, basé sur la transformation du spodumène α en spodumène β suivie du grillage à l'acide sulfurique et d'une lixiviation à l'eau, permet d'obtenir des taux de récupération élevés, mais présente plusieurs défis majeurs. Il exige des températures élevées et d'importantes quantités de réactifs, génère des résidus acides difficiles à valoriser et nécessite des étapes de purification complexes.

Ces limites ont stimulé la recherche de procédés de rechange plus efficaces et respectueux de l'environnement. Deux approches prometteuses se dégagent des études récentes :

- Le grillage binaire, utilisant du sulfate de sodium et de l'oxyde de calcium à plus basse température, suivi d'une simple lixiviation aqueuse. Cette méthode assure une extraction élevée du lithium sans l'utilisation de réactifs acides ou alcalins à l'étape de lixiviation, limite la dissolution des impuretés, réduit la demande énergétique et

produit des résidus neutres valorisables dans la céramique ou la construction.

- La lixiviation sous haute pression utilisant les chlorures alcalins (méthode à l'analcime), où le spodumène α est d'abord converti en phase β avant traitement en autoclave. Ce procédé offre une récupération élevée du lithium avec une codissolution minimale des impuretés et génère des résidus aluminosilicatés stables, principalement de l'analcime, un sous-produit neutre et réutilisable.

Ces procédés évitent l'usage d'acide sulfurique concentré et produisent des solutions plus propres, favorisant un raffinage du lithium plus durable. Toutefois, des études de faisabilité et des essais à l'échelle pilote demeurent nécessaires afin de valider leur applicabilité industrielle et d'évaluer les aspects économiques, environnementaux et de mise à l'échelle.

Valorisation des rejets d'un procédé de concentration minéralurgique de lithium

Stéphanie Somot (CTRI)

Éléments08 s'efforce, avec l'appui des ministères et des entreprises privées impliquées, de fournir des données scientifiques et techniques qui seront utiles à la vision de développement de ses partenaires industriels qui exploitent le lithium au Québec. Le centre s'est donné trois objectifs de valorisation des rejets dans le cadre de ce projet. Le premier objectif vise à évaluer le potentiel de séparation et de concentration des minéraux de valeur autres que les minéraux lithinifères afin de réduire le volume de résidus finaux à stocker et à gérer à long terme. Le deuxième objectif vise à diminuer les teneurs de lithium résiduel dans les résidus dans un but d'amélioration continue du procédé. Le troisième consiste à évaluer les usages et les marchés potentiels pour ces rejets valorisés.

Après une caractérisation minéralogique des matériaux étudiés, des solutions techniques innovantes pour régler les problématiques industrielles actuelles, précises et priorisées sont explorées aux échelles du laboratoire ou mini-pilote. Les données transférées aux partenaires leur permettront d'une part de planifier leurs développements futurs et, d'autre part, de tester ces approches à l'échelle industrielle et d'améliorer soit leur productivité, soit la qualité des produits. Afin de respecter les ententes, seuls les aspects généraux de ce projet seront présentés, en particulier, les possibilités et les défis rencontrés pour aider au développement durable de la transition énergétique, ainsi qu'à la mise en place d'une économie circulaire et d'un approvisionnement intérieur en minéraux stratégiques.

SÉANCE 22

SE PRÉPARER STRATÉGIQUEMENT POUR BÉNÉFICIER DES OCCASIONS D'AFFAIRES SUR LE TERRITOIRE NORDIQUE

La Société du Plan Nord (SPN) a lancé le 18 septembre dernier une plateforme web qui vise à améliorer les interactions entre les donneurs d'ordres (autorités contractantes), les fournisseurs et les autres parties prenantes intéressées par le développement économique du territoire nordique. Le Réseau d'affaires nordiques (RAN) est un outil bilingue et gratuit qui contribue à la maximisation des retombées économiques des investissements majeurs, tant publics que privés, au profit des fournisseurs situés à proximité des projets. La SPN a conçu cette plateforme spécifiquement pour mettre en valeur les projets majeurs en développement et les fournisseurs du territoire nordique, puis du Québec. L'un des principaux objectifs est d'offrir un système centralisé qui favorise la transparence, les partenariats et le dialogue entre les membres, permettant de savoir qui fait quoi et où, de réduire les fuites économiques hors du Québec, d'améliorer la capacité des fournisseurs à répondre aux besoins des donneurs d'ordres, etc. Les panélistes répondront à des questions portant sur la préparation requise de la part du milieu d'affaires pour bénéficier des nombreuses occasions d'affaires à venir dans leur région.

La discussion avec les trois panélistes sera animée par M. Martin Loiselle, coordonnateur à la maximisation des retombées économiques à la Société du Plan Nord.

SÉANCE 23

LE CUIVRE AU QUÉBEC : PERSPECTIVES ET PROJETS D'EXPLORATION

Présent dans l'écosystème minier du Québec depuis plus de 150 ans, le cuivre n'est aujourd'hui extrait qu'à titre de substance secondaire dans trois mines en activité. Toutefois, le contexte de marché favorable stimule une relance de l'exploration à l'échelle de la province, ouvrant la voie à un avenir optimiste pour ce métal stratégique. Cette séance proposera un survol des projets d'exploration prometteurs aux quatre coins du Québec, ainsi qu'un aperçu des approches et technologies d'exploration novatrices mises de l'avant par l'industrie.

Le camp minier de Matagami 2.0

Gilles Roy (Nuvau Minerals)

Durant 60 ans, le camp minier de Matagami a produit de façon quasi continue du minerai de zinc et de cuivre. Le concentré de zinc était acheminé par voie ferrée à l'affinerie CEZ à Valleyfield, tandis que le concentré de cuivre était expédié par la route à la fonderie Horne à Rouyn, avant son affinage final à l'usine CCR de Montréal. Cette chaîne de valeur illustre comment le minerai de Matagami générait des retombées économiques à l'échelle de tout le Québec, en soutenant des milliers d'emplois directs et indirects. À cette dimension industrielle s'ajoute un héritage humain : la formation d'experts, de l'exploration jusqu'aux projets de restauration sans oublier les nombreux chercheurs qui ont développé leur expertise à Matagami et qui transmettent aujourd'hui leur savoir.

Aujourd'hui, Nuvau Minerals ouvre un nouveau chapitre à Matagami. Grâce aux infrastructures déjà en place, la mise en valeur du Complexe Caber et de l'extension des mines McLeod et Persévérance pourra être réalisée à des coûts réduits et des délais accélérés, offrant un avantage compétitif considérable. La même logique s'applique aux autres dépôts de la région, le maintien d'un concentrateur dans le nord de l'Abitibi peut faire la différence entre un simple dépôt et une exploitation minière. Nuvau Minerals incarne la vision d'un Matagami 2.0 : un camp minier renouvelé, tourné vers l'avenir, qui s'appuie sur un héritage unique pour bâtir une nouvelle ère de prospérité et d'innovation minière.

Le projet du Lac Gayot : nouvelles perspectives sur les minéralisations de Ni-Cu-EGP de la ceinture de roches vertes de Vénus

Michael Tucker (Perseverance Metals)

Le projet d'exploration du Lac Gayot est situé dans la région du Nunavik, au Québec, et vise principalement les minéralisations de Ni-Cu-Co-EGP. Le projet englobe la majeure partie de la ceinture de roches vertes de Vénus, datée à environ 2,88 Ga, une séquence d'environ 20 km composée d'intrusions et de roches volcaniques komatiitiques au sein d'une séquence dominée par des roches volcaniques et volcanoclastiques felsiques, des roches sédimentaires de bassin et des formations de fer associées à des quantités moindres de roches volcaniques mafiques. La stratigraphie ultramafique peut être divisée en trois zones stratigraphiques principales, par ordre croissant :

- Séquence de l'éponte où les intrusions ont recoupé les granitoïdes et les paragneiss de l'éponte;
- Séquence komatiitique inférieure composée de dykes et de filons-couches subvolcaniques s'injectant principalement dans les roches hôtes felsiques et sédimentaires;
- Séquence komatiitique supérieure comprenant d'importantes coulées komatiitiques interstratifiées avec des formations de fer et des niveaux exhalatifs contemporains dominés par les sulfures.

La minéralisation en sulfure de nickel est présente dans les trois séquences de la ceinture de roches vertes de Vénus (CRVV). La ceinture présente une minéralisation à haute teneur (> 3 %) en Ni-Cu-EGP largement répartie en surface et en profondeur. Jalonné à l'origine par Virginia Gold Mines en 1998, le projet Gayot a fait l'objet d'une option par BHP, Breakwater Resources et KGHM International jusqu'en 2012. En 2025, Perseverance Metals a achevé le premier programme de forage sur le projet depuis 2012. Ce programme était axé principalement sur la séquence komatiitique supérieure et les nouvelles zones minéralisées identifiées lors des campagnes de prospection de 2024 et 2025.

Les systèmes magmatiques-hydrothermaux à Au ± Cu ± Ag ± Mo (et autres substances connexes) d'Eeyou Istchee Baie-James : où et quand chercher!

Jérôme Lavoie (MRNF)

Les systèmes minéralisés magmatiques-hydrothermaux se mettent en place dans différents contextes géodynamiques et sont l'hôte de plusieurs gîtes d'or ± cuivre de la Province archéenne du Supérieur. En plus de ces deux substances, ces minéralisations peuvent contenir des quantités non négligeables d'argent, de molybdène ainsi que d'autres substances connexes. Une bonne compréhension et la définition du cadre spatio-temporel de mise en place de ces gîtes sont importantes pour augmenter les chances de découvertes de nouveaux systèmes minéralisés contemporains des systèmes déjà connus.

Cette conférence brossera un portrait général des minéralisations connues associées à des systèmes magmatiques-hydrothermaux à Au ± Cu ± Ag ± Mo du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James, des différentes époques métallogéniques associées à leur mise en place, ainsi que le potentiel minéral des lithologies contemporaines des roches encaissantes de ces systèmes minéralisés. Actuellement, 50 % de la production passée et des ressources combinées en cuivre d'Eeyou Istchee Baie-James proviennent d'une petite intrusion porphyrique à Au ± Cu ± Ag d'âge néoarchéen, soit la diorite de la mine Troilus (production de 69 708 t Cu et 2 001 173 oz Au). Nombre d'intrusions associées aux diverses époques métallogéniques de ce territoire sont largement sous-explorées. Le potentiel de découverte demeure élevé pour des gîtes contenant des substances autres que le cuivre, dont plusieurs métaux et minéraux critiques et stratégiques.

Le Corridor Rex au Nunavik : cible géante pour le cuivre et autres MCS

Jean-Marc Lulin (Azimut Exploration)

Le Corridor Rex est défini par une signature géochimique linéaire géante en cuivre, associée à des terres rares (ETR) dans les levés de sédiments de fond de lac (SFL). Cette cible cuivre-ETR, qui s'étend sur 330 km sur 30 à 50 km, est la plus importante en dimension et en intensité à l'échelle du Québec. Les campagnes d'exploration systématique entreprises par Azimut depuis 2010 valident largement le potentiel polymétallique associé à cette anomalie. De nombreux secteurs d'intérêt restent à explorer.

Les travaux effectués comprennent 6200 échantillons de SFL prélevés lors de levés détaillés, 34 000 km de géophysique aéroportée (magnétisme, électromagnétisme, radiométrie), 10 400 échantillons de prospection et 99 forages (carottés et en circulation inversée) totalisant 9960 m.

Plus de 150 indices minéralisés principalement en cuivre, parfois d'échelle kilométrique ou plus, ont été découverts, avec une géologie et des cortèges métalliques que l'on peut associer aux types de gisements suivants :

- IOC(G) (*Iron Oxide Copper [Gold]*) avec cuivre-molybdène-cobalt. Cinq zones bréchiques avec magnétite et/ou hématite, contrôlées par des failles cassantes majeures, sont réparties le long d'un corridor de 100 km de long et 30 km de large.
- Greisen skarn en bordure d'une intrusion granitoïde à fluorite-topaze de 15 km sur 5 km avec minéralisations polymétalliques en cuivre-or-argent-tungstène-étain-bismuth-molybdène-tellure.
- Or-cuivre-tellure-argent associés à des zones de cisaillement en contexte volcano-sédimentaire avec formations de fer.

Les minéralisations identifiées sont proximales aux signatures géochimiques géantes en SFL. Le Corridor Rex semble spatialement corrélé au linéament crustal Allemand-Tasiat dans la Sous-province archéenne de Minto de la Province géologique du Supérieur.

Le projet Cu-Au-Ag de Nachicapau, Fosse du Labrador, Québec

Sylvain Trépanier (Exploration Midland)

Le projet Cu-Au-Ag de Nachicapau est situé dans la partie centre-nord de la Fosse du Labrador au Québec et fait par partie d'une alliance d'exploration entre Exploration Midland et SOQUEM. Le projet a commencé en 2022 avec la découverte de plusieurs indices de Cu-Au-Ag. L'indice principal a donné 1,49 % Cu, 0,54 g/t Au et 11,41 g/t Ag sur 4,0 m en rainure. De nombreux autres indices et blocs minéralisés en Cu-Au-Ag ont été découverts depuis, sur environ plus de 4 km.

La minéralisation consiste en des zones de cisaillement avec digénite disséminée, ainsi qu'en des veines de tension à calcite-digénite. Des zones précoces montrant une forte altération sodique et calcosilicatée stérile sont recoupées par des altérations en carbonates-orthose-sulfures-hématite-magnétite-barytine. La minéralisation est surtout encaissée dans des tufs mafiques à ultramafiques, mais des dykes et des intrusions alcalines syénitiques (Intrusions du Lac Nachicapau) sont également minéralisés et altérés. Ces intrusions sont datées à 1813 Ma, ce qui indique une mise en place syntectonique. Les études pétrographiques, les relations de terrain et le fait que ces intrusions tardives sont minéralisées suggèrent que la minéralisation s'est mise en place après le pic métamorphique du faciès supérieur des schistes verts, mais avant la fin de la déformation régionale. Les fluides minéralisateurs étaient oxydants, appauvris en silice et relativement pauvres en soufre. Le mode de mise en place retenu pour ces minéralisations est le modèle IOCG. On peut relier ces minéralisations aux indices de Cu-Au-U du horst du lac Romanet, plus au sud, et à d'autres indices de cuivre découvertes par Midland-SOQUEM depuis 2023.

SÉANCE 24

INDUSTRIE MINIÈRE DURABLE : RÉDUIRE L'IMPACT, RENFORCER L'ENGAGEMENT

Dans un contexte de transition énergétique et de responsabilité accrue, cette séance met en lumière des initiatives concrètes portées par l'industrie minière québécoise. De la conservation de l'habitat du poisson à la valorisation des résidus miniers, en passant par la décarbonation des opérations, l'économie circulaire et l'engagement à bâtir des relations exemplaires avec les communautés, les conférenciers présenteront des approches innovantes, porteuses d'impact et de sens.

Trente ans après la signature de l'Entente Raglan : apprentissages et collaboration

Céliane Dorval (Glencore-Mine Raglan)

Signée en 1995, l'Entente Raglan a marqué le début d'un partenariat unique entre Mine Raglan et les communautés inuites du Nunavik. Trente ans plus tard, cette relation demeure un modèle de confiance, de respect mutuel et de collaboration durable.

L'Entente Raglan représente notre véritable permis social d'exercer nos activités. Elle guide nos actions, inspire nos engagements et demeure la pierre angulaire des opérations de Mine Raglan.

Cette conférence reviendra sur les apprentissages mutuels réalisés au fil de ces trois décennies qui nous ont permis d'arriver là où nous en sommes aujourd'hui et qui nous permettent de continuer à collaborer pour bâtir une vision commune tournée vers l'avenir. Nous mettrons en lumière les initiatives qui, au fil du temps, ont contribué à renforcer nos liens et à favoriser le développement d'occasions réelles pour les communautés, tout en facilitant les échanges et renforçant la collaboration entre Mine Raglan et nos partenaires inuits.

Perspectives des investisseurs sur le chemin incertain vers la décarbonisation

Sander Jansen (KPMG)

Les entreprises de ressources minières et énergétiques jouent un rôle crucial dans la transition énergétique et permettent à l'économie mondiale d'évoluer vers un avenir à faible émission de carbone, en fournissant les matières premières critiques, les produits et l'énergie (renouvelable) nécessaires. En même temps, l'extraction et le traitement de ces ressources peuvent eux-mêmes être une source importante de carbone, soulignant l'importance pour les entreprises de prêter également attention à la décarbonisation de leurs propres exploitations. Elles le font dans un environnement de plus grande volatilité des prix des matières premières, de changements géopolitiques, de pénuries de capacités technologiques et de compétences, et d'un intérêt et d'une surveillance accrus des investisseurs, ce qui présente à la fois un grand défi et une énorme occasion pour le secteur. Dans cette séance, nous discuterons des priorités des investisseurs en ce qui concerne le secteur des ressources minières et énergétiques, nous proposerons un cadre idéal d'une bonne planification de la décarbonisation et nous examinerons des exemples pratiques de gestion de l'énergie et des efforts de réduction des émissions dans l'industrie.

Initiatives concrètes pour la gestion efficace de la biodiversité chez Eldorado Gold Québec : conservation de l'habitat du poisson au lac Florentien

Sylvain Lortie (Eldorado Gold Québec)

Eldorado Gold Québec a instauré un programme de biodiversité fondé sur des actions concrètes, dont le plan d'équilibre énergétique et écologique et le projet du lac Florentien. Depuis 2020, l'entreprise vise la carboneutralité dans les travaux d'exploration de surface du Complexe minier Lamaque. Sa stratégie passe par la réduction des émissions de GES, la plantation d'arbres et la sensibilisation aux enjeux environnementaux.

Dans le cadre d'une compensation environnementale, Eldorado Gold Québec a collaboré à la restauration de la berge sud du lac Florentien à Val-d'Or, dégradée par la mobilisation de sédiments due à la mise à l'eau de bateaux. Un plan d'intervention a été mis en œuvre pour protéger une population d'ombles de fontaine possédant une génétique unique, restaurer les frayères naturelles, préserver les milieux humides et créer un accès durable sur la berge nord.

En collaboration avec des partenaires locaux, plusieurs interventions ont été réalisées : création d'un chemin d'accès, aménagement de sentiers, installation d'une nouvelle rampe de mise à l'eau, stabilisation végétale des berges et remise en état de la rampe sud. L'engagement de la communauté s'est illustré par la construction d'une passerelle par des bénévoles.

Avec un financement assuré à 80 % par Eldorado Gold Québec, ce projet se démarque par son impact écologique, son ampleur et la mobilisation régionale qu'il a générée. Il démontre comment l'industrie minière peut constituer un levier actif dans la préservation d'un écosystème exceptionnel.

La filière québécoise du cuivre : l'économie circulaire comme source de métaux critiques

Danny Tremblay (Glencore Canada)

Dans un contexte de transition énergétique et de gestion responsable des ressources, le cuivre joue un rôle fondamental, à la fois pour ses propriétés essentielles à l'électrification que pour sa recyclabilité. L'application du modèle d'économie circulaire permet ici d'atteindre deux objectifs : accroître la durabilité de l'électrification et offrir un approvisionnement local et sûr aux entreprises du Québec et d'ailleurs en Amérique du Nord.

Notre présentation vise à détailler notre contribution comme l'un des principaux recycleurs d'appareils électroniques nord-américains en mettant en lumière les défis et possibilités de la filière cuivre dans une économie en transition. Nous exposerons les étapes critiques du cycle de recyclage, depuis la récupération jusqu'à la réintégration des matières dans la chaîne d'approvisionnement, contribuant ainsi à une gestion durable des ressources.

Valoriser les résidus pour transformer l'avenir : l'approche circulaire de Nemaska Lithium

Dan Fournier (Nemaska Lithium)

Afin de réduire l'empreinte environnementale de ses activités et de répondre aux plus hauts standards sociaux et environnementaux, Nemaska Lithium a développé une stratégie novatrice de valorisation des matières résiduelles provenant de son usine de transformation de Bécancour. Plutôt que de les considérer comme de simples déchets, l'entreprise les transforme en ressources utiles pour d'autres secteurs industriels, s'inscrivant ainsi dans une logique d'économie circulaire.

Cette démarche repose sur plusieurs années de recherche et de collaboration avec des partenaires scientifiques et industriels. Trois principaux flux de résidus ont été identifiés pour leur potentiel de valorisation :

- les aluminosilicates;
- le sulfate de calcium/gypse;
- le sulfate de sodium.

En combinant innovation, partenariat et responsabilité, Nemaska Lithium démontre qu'il est possible de transformer les défis environnementaux en opportunités économiques et climatiques, redéfinissant ainsi les pratiques du secteur minier.

De l'intention à l'action : opérationnaliser les objectifs de réduction de GES

Sébastien Laflamme (Mines Agnico Eagle)

Dans un contexte industriel complexe où les activités se déroulent dans plusieurs sites et pays, la mise en œuvre concrète des objectifs de réduction des gaz à effet de serre (GES) représente un défi majeur. Une fois la cible globale établie, il devient essentiel de la traduire en objectifs clairs et réalisables pour chaque site. Cette présentation explore les étapes clés de cette opérationnalisation en s'appuyant sur des exemples concrets issus d'un grand groupe industriel.

SÉANCE 25

RÉSEAU SCIENTIFIQUE MCS : RÉSULTATS DE RECHERCHE, ENJEUX MONDIAUX MCS, CIRCUITS IMPRIMÉS, DÉFENSE ET SÉPARATION DES TERRES RARES

Les promoteurs de projets de recherche sur les MCS viendront présenter le résultat de leurs plus récents travaux et mettront de l'avant les avancées scientifiques qui en résultent. À la suite de ces présentations, une conférence de niveau mondial sera offerte par M. Michel Jébrak, professeur émérite de l'UQAM et enseignant à l'Université de Lorraine et à Mines Paris. Sa conférence se penchera sur la désinformation touchant les ressources minérales qui demeurent un enjeu stratégique majeur dans le cadre de la compétition mondiale pour le contrôle des MCS. Suivra un panel qui s'intéressera aux autres applications des MCS en dehors de la filière batterie. Les circuits intégrés, le stockage d'énergie et la défense seront à l'honneur. Finalement, des experts en séparation des terres rares viendront démontrer leur expertise en matière de procédés.

Nouveau procédé de récupération de l'acide chlorhydrique à partir de chlorures métalliques

Kiril Mugerman (Ressources Géoméga)

Le procédé Innord constitue une approche innovante d'extraction et de recyclage dédiée principalement à la récupération des terres rares, telles que Ce, Pr, La, Nd et Sc, à partir d'un minerai ou d'un résidu minier, ainsi que de l'acide chlorhydrique (HCl) à partir de chlorures métalliques en utilisant un acide protique peu coûteux et régénérable. Le procédé a ensuite été optimisé en optant pour des conditions plus simples et plus avantageuses sur le plan économique. Ainsi, notre procédé optimisé est plus facile à mettre à l'échelle et plus rentable que les procédés de régénération existants.

Transformer un résidu carboné d'usine d'aluminium en minéraux critiques pour les batteries

Laurent Birry (Rio Tinto Aluminium)

Le Québec produit environ 2,8 Mt d'aluminium par an, soit 90 % de la production canadienne. Cette activité génère des résidus industriels, dont les brasques usées composées de blocs de carbone graphitisé (cathodes) et de briques réfractaires contaminés par les bains d'électrolyse.

L'usine de Rio Tinto à Jonquière peut traiter jusqu'à 80 000 t de brasques par an, produisant des sous-produits inertes et valorisables. Des essais pilotes ont montré qu'un traitement par flottation permettrait d'atteindre des taux de graphite proches de 90 %, en complément du procédé actuel.

Ce projet vise à purifier ce matériau flotté par des procédés hydrométallurgiques ou pyrométallurgiques afin d'obtenir du graphite de qualité batterie. Avec l'appui financier du CRITM, Rio Tinto collabore avec des groupes de recherche canadiens spécialisés dans la purification du graphite et les tests de performance de batterie. L'Université du Québec à Chicoutimi analyse également les scénarios de purification sous l'angle du cycle de vie, en les comparant aux filières existantes.

Ce sous-produit, avec un potentiel annuel de plusieurs milliers de tonnes de graphite synthétique, pourrait devenir un complément intéressant à l'exploration et à l'extraction du graphite naturel au Québec.

Recyclage des anodes de graphite des batteries Li-ion

Jean-Yves Huot (Technologies Graphite Vertes)

Le recyclage des batteries Li-ion en fin de vie, ainsi que des rebuts de production, constitue un levier stratégique pour bâtir une véritable économie circulaire. Jusqu'à présent, les efforts de développement des procédés de recyclage se sont principalement concentrés sur la récupération des métaux contenus dans la masse noire produite par les recycleurs. Pourtant, la valorisation du graphite usé constitue à la fois un défi technologique de taille et une possibilité stratégique pour l'industrie. Grâce à notre procédé de purification GraphRenew™, nous avons démontré qu'on peut éliminer efficacement les impuretés présentes dans le graphite usé issu de plusieurs sources de masse noire et atteindre des niveaux de pureté compatibles avec les exigences des batteries Li-ion. Nous présenterons les propriétés physico-chimiques des graphites usé et purifié, ainsi que leur performance électrochimique évaluée en pile bouton. Enfin, nous exposerons nos principales conclusions et les orientations futures visant à optimiser la régénération du graphite.

Amélioration de la circularité de la chaîne d'approvisionnement des MCS — recyclage par électrolyse membranaire des résidus de sulfate de sodium issus de l'extraction et de la transformation des MCS

Christian Désilets (CNETE)

La filière de production des MCS engendre plusieurs sous-produits qui devront être éventuellement enfouis, traités ou transformés. Cette étude s'intéresse au sulfate de sodium provenant de la neutralisation des lixiviats d'acide sulfurique qui sont produits par plusieurs procédés hydrométallurgiques, dont ceux des partenaires du projet. Bien qu'une partie des centaines de milliers de tonnes récupérées annuellement puisse être revalorisée (détergents en poudre en Amérique du Sud ou industries textiles asiatiques), la production mondiale de cette substance est excédentaire et n'a que peu de valeur économique. Cette étude a investigué différentes saumures de sulfate de sodium qui ont d'abord été purifiées en amont, puis séparées en acides et bases par électrolyse membranaire.

Les diverses saumures étudiées présentent des profils de contaminants différents, nécessitant la mise au point d'un procédé de purification préalable à l'utilisation de la technologie d'électrolyse membranaire mise au point par Technologie Aepnus. L'électrolyse membranaire permet de séparer les ions (sulfate et sodium) par transfert d'électrons pour fabriquer de l'hydroxyde de sodium et de l'acide sulfurique d'une pureté supérieure à celle du marché. Plus de 3000 h d'expérimentation, réparties entre des essais de 100 h visant l'amélioration continue des composantes et des études de vieillissement de plus de 1000 h, ont été réalisées pour obtenir les données nécessaires à la mise à l'échelle. À terme, le procédé étudié donnera aux producteurs de sulfate de sodium québécois un débouché pour ce sous-produit qui pourra être transformé de nouveau en réactifs chimiques nécessaires à leurs procédés grâce à l'utilisation de l'électricité comme intrant.

Géopolitique de la désinformation minérale

Michel Jébrak (UQAM)

La désinformation autour des ressources minérales constitue un enjeu stratégique majeur dans le cadre de la compétition mondiale pour le contrôle des MCS. Ce type de comportement fait partie de la guerre économique que se livrent les états en vue d'attirer des investissements étrangers, de renforcer leur poids stratégique et leur discours national, de protéger leur sécurité et leur souveraineté ou encore de masquer des pratiques de corruption. La faiblesse des organismes de gestion au sein des états y contribue souvent en laissant la place à des approches exclusivement politiques. La désinformation peut s'exprimer par une surestimation, une sous-estimation ou une opacité volontaire entourant les ressources minérales et/ou les investissements associés. La puissance de l'auto-intoxication par les réseaux sociaux, la rareté des sources objectives et la collusion des intérêts privés et publics conduisent ainsi à des comportements toxiques des gouvernements, tant sur le plan environnemental que social. À l'opposé, la transparence confine parfois à la naïveté. De nombreux exemples illustrent ce phénomène, notamment dans les zones de conflits récents : Afghanistan, Ukraine, Afrique occidentale et centrale… L'information géologique est donc une arme stratégique et devrait donc s'accompagner de règles éthiques.

L'approche L3 Process pour le développement de procédés d'extraction de métaux technologiques : une étude de cas pour la séparation des ETR

Tommee Larochelle et Steeve Lafontaine (L3 Process Development)

L3 Développement de Procédés collabore avec ses clients afin d'innover et de commercialiser des procédés de récupération de métaux technologiques. L'accent est mis sur le développement durable et l'efficacité énergétique par l'utilisation de notre approche « Scrum » pour la réalisation de projets. Cette conférence décrira une série d'études de cas portant sur des projets antérieurs afin d'illustrer notre approche appliquée à la mise au point de schémas de séparation des éléments de terre rares (ETR).

La présentation introduira d'abord la structure et les capacités de L3 Développement de Procédés. Nous discuterons du processus typique suivi par un projet de développement que nous pourrons ensuite comparer avec l'approche employée par L3.

L'approche « Scrum » de développement de procédés, telle qu'appliquée par L3 au développement de schémas de séparation des ETR, sera ensuite présentée en utilisant une série d'études de cas, depuis la conception jusqu'au pilotage.

L'expertise de L3 dans les ETR s'est développée depuis 2012 et se poursuit avec de multiples clients, tels que Niocorp, Aclara, Commerce Resources et le Département de l'Énergie des États-Unis. Nous sommes impliqués dans les aspects d'extraction, de séparation et de métallisation de la chaîne d'approvisionnement de ces éléments. L3 est également engagé dans la recherche scientifique touchant de nouvelles technologies de traitement des ETR en collaboration avec *Virginia Tech* et la *West Virginia University*.

SÉANCE 26

RESTAURATION MINIÈRE : UN ENJEU STRATÉGIQUE POUR L'ACCEPTABILITÉ SOCIALE, LES INVESTISSEURS FINANCIERS ET LES COMPAGNIES D'ASSURANCE

La restauration minière ne constitue plus une étape finale, mais un levier stratégique à activer dès la phase de conception des projets. Elle influence directement l'acceptabilité sociale, les conditions de financement et la couverture d'assurance. Ce panel réunira des experts du secteur financier, de l'assurance, de l'industrie minière et des communautés pour discuter de l'évolution des attentes et des exigences liées aux plans de fermeture. Les échanges mettront en lumière comment une approche proactive et crédible en matière de restauration peut réduire les risques, améliorer l'accès au capital et renforcer la confiance du public.

SÉANCE 27

DÉCARBONATION! DÉFIS ET POSSIBILITÉS POUR DÉCARBONER LE SECTEUR INDUSTRIEL

Cette séance de conférences a pour objectif de rassembler les parties prenantes en décarbonation (industrie, gouvernement et recherche) afin de discuter de manière concrète des enjeux et des possibilités en vue pour atteindre les objectifs de décarbonation du secteur industriel. Dans un premier temps, nous discuterons de l'implantation réussie du système de gestion de l'énergie ISO 50 001 chez Kronos. Il sera ensuite question de l'importance du leadership et de l'ambition chez Kruger pour atteindre les objectifs de décarbonation et des manières d'intégrer une démarche rigoureuse et rentable en industrie.

Dans un deuxième temps, la décarbonation sera abordée du point de vue gouvernemental. Le MELCCFP vient ainsi de mener à terme le programme MADI et continue d'appuyer les entreprises par le programme Mise en consigne. Nous terminerons avec la présentation des recherches de Mme Thool sur l'application des mécanismes d'ajustement carbone aux frontières qui constitueront l'un des prochains défis ou occasions que les entreprises québécoises devront intégrer à leur stratégie d'affaires.

Tarification carbone 2.0 : comprendre les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières pour rester compétitif

Valériane Thool
(Université de Sherbrooke, Université d'Ottawa)

La tarification du carbone est entrée dans une nouvelle phase où les frontières commerciales deviennent un outil clé de la lutte contre les changements climatiques. L'Union européenne a lancé le premier mécanisme d'ajustement carbone aux frontières (MACF/CBAM) qui impose progressivement un prix du carbone pour certaines importations. D'autres économies — Taïwan, Royaume-Uni, Australie, Norvège — ont annoncé leur mécanisme et réfléchissent à des dispositifs similaires ou à la création de clubs climatiques regroupant des pays aux ambitions comparables. Ces initiatives transforment les règles du jeu et obligent les entreprises à évaluer leur exposition carbone au-delà de leur marché intérieur.

Cette conférence fera un tour d'horizon des mécanismes existants et émergents afin de nourrir la réflexion stratégique des entreprises minières et énergétiques québécoises. Seront discutées les implications concrètes du MACF européen : obligations de déclaration, coût prévisible pour les exportateurs de ressources et d'énergie, ainsi que les risques liés à la double tarification. Nous examinerons aussi les scénarios de convergence internationale.

Programme corporatif de réduction des GES

Francis Fournier (Kruger)

Au cours des dernières années, plusieurs projets de réduction de GES ont été mis en œuvre au sein des différents établissements de Kruger. Le cadre établi pour le développement et l'implantation des projets sera présenté, avec des exemples de projets phares. Les méthodes et les systèmes utilisés pour le suivi de la performance seront également abordés.

Mesure d'aide à la décarbonisation du secteur industriel québécois (MADI) et Mise en consigne : explications et bilan

Corinne Éthier (MELCCFP)

Depuis 2024, une partie de l'allocation gratuite des entreprises admissibles, assujetties au marché du carbone, est réservée dans la Mise en consigne. Ces sommes visent à réaliser des études sur le potentiel de réduction des émissions de GES, ainsi que des projets de réduction et d'innovation dans le domaine. Le programme de la MADI (Mesure d'aide pour la décarbonisation du secteur industriel) a été mis en place comme mesure transitoire, avec les mêmes modalités, pour permettre de devancer les projets qui seraient admissibles à la Mise en consigne.

Cette présentation vise à expliquer le fonctionnement de la Mise en consigne afin d'aider les entreprises à utiliser efficacement les sommes qui leur sont réservées et à dresser un bilan des situations et des résultats obtenus dans la MADI et la Mise en consigne.

SÉANCE 28

LES RÉSERVOIRS GÉOLOGIQUES AU SERVICE D'UNE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE PERFORMANTE

Cette séance explorera l'utilisation des réservoirs géologiques pour le stockage permanent du carbone ou le stockage temporaire de substances comme l'hydrogène. De plus, elle examinera leur potentiel de stockage pour des ressources précieuses pour la transition énergétique, telles que l'hydrogène naturel, et les minéraux critiques et stratégiques (MCS) présents dans les saumures profondes.

Le potentiel économique des saumures profondes au Québec et ailleurs

Daniele Pinti (GEOTOP-UQAM)

De plus en plus d'études scientifiques explorent le potentiel des saumures géothermiques comme source secondaire pour des éléments essentiels à la transition énergétique. De nombreuses études ont démontré que ces saumures contenaient des quantités importantes de métaux, notamment du cuivre, du lithium et du cobalt, ainsi que des éléments essentiels tels que l'hydrogène et l'hélium. Des simulations hydrodynamiques ont démontré que 10 000 ans de dégazage magmatique pouvaient générer une lentille de saumure riche en cuivre contenant jusqu'à 1,4 Mt de cuivre contenue dans un volume rocheux de quelques kilomètres à une profondeur de 2 km. Les flux mesurés d'or et d'argent à Taupo, en Nouvelle-Zélande, sont si élevés qu'en 50 000 ans environ, ils pourraient fournir suffisamment de métal pour égaler les réserves des plus grands gisements hydrothermaux du monde. En général, la plupart des études sont axées sur l'exploration de données et se concentrent sur la compilation des réserves terrestres. Les mécanismes sous-jacents qui régissent l'enrichissement en métaux dans ces systèmes restent mal compris. Si l'exploration de données est certainement une première étape cruciale pour comprendre quels environnements géodynamiques favorisent un enrichissement en métaux critiques, la compréhension de ces processus dans les saumures géothermiques pourrait fournir des guides d'exploration durables pour ces ressources. Nous passerons ici en revue les sites potentiels du craton canadien où les saumures pourraient montrer un enrichissement en métaux ou avoir accumulé des éléments critiques tels que l'hydrogène ou l'hélium, et discuterons de leur potentiel économique.

Transition verte, une solution orange

Florian Osselin (Vema Hydrogen)

L'hydrogène est considéré comme un élément clé des stratégies de décarbonation de nombreux pays, ciblant des domaines comme la mobilité ou les industries lourdes et chimiques.

La demande en hydrogène devrait être multipliée par 6 d'ici 2050, générant un marché de 1,4 T$. Mais nous faisons face

à un problème fondamental : les technologies de production d'hydrogène aujourd'hui sont grevées soit par des coûts d'investissement exorbitants, des coûts d'exploitation prohibitifs ou un impact carbone trop élevé, jusqu'à 10 kg CO_2/kg H_2 pour la principale technologie actuelle de production d'hydrogène, le vaporeformage du méthane.

Dans cette présentation, nous explorerons une option alternative en soulignant les bénéfices de l'hydrogène minéral. Nous montrerons que l'exploitation de l'hydrogène du sous-sol représente non seulement la réponse à la demande croissante d'hydrogène, mais que cette solution peut l'être à un prix compétitif, sans nécessiter de subventions ou de *green premium*.

Faisant partie intégrante de l'accélération de l'économie de l'hydrogène, l'hydrogène orange constitue la clé pour enfin faire le lien entre demande et prix.

Mesures des gaz dans les sols : de l'exploration pour l'hydrogène naturel à la surveillance des sites de stockage géologique

Maria Luisa Moreira dos Santos (INRS-ETE)

Les changements climatiques imposent une transformation profonde du secteur énergétique dans lequel l'hydrogène peut jouer un rôle clé. L'hydrogène naturel se distingue comme une source d'énergie primaire, alors que les autres formes d'hydrogène sont surtout des vecteurs produits à partir d'autres ressources. Parmi celles-ci, l'hydrogène vert, produit par électrolyse à partir d'électricité renouvelable, est également considéré pour le stockage temporaire d'énergie en souterrain. Dans les deux cas, la mesure et l'interprétation fiables des émanations d'hydrogène en surface sont essentielles, tant pour identifier des zones d'exploration que pour surveiller des sites de stockage et y détecter d'éventuelles fuites.

Ces mesures demeurent toutefois sensibles aux artéfacts pouvant fausser les interprétations. Ainsi, de l'hydrogène d'origine anthropique peut être généré lors de forages pour échantillonnage par divers mécanismes, tels que le « métamorphisme des forets », la corrosion des outils ou les réactions mécanoradicales.

Dans cette étude, un protocole complet a été élaboré afin d'évaluer l'impact des conditions de sol et des techniques d'échantillonnage sur la génération d'hydrogène artificiel. Des simulations en laboratoire, réalisées pour différents types de sols et en employant diverses méthodes d'installation de sondes, montrent que certaines combinaisons de paramètres peuvent produire plus de 1000 ppm d'hydrogène. Un tel signal est équivalent, voire supérieur, à celui de certaines anomalies naturelles mesurées dans les sols à l'échelle mondiale.

Ces résultats soulignent l'importance de protocoles robustes permettant de discriminer les anomalies réelles des artéfacts. L'amélioration des méthodes d'échantillonnage en surface est à ce jour indispensable, tant pour l'exploration de l'hydrogène naturel que pour la surveillance des réservoirs géologiques impliqués dans la transition énergétique.

Stockage d'hydrogène au Québec : des Îles-de-la-Madeleine aux défis du reste de la province

Antoine Bachand (Dunsky Énergie + Climat)

Cette conférence explore les usages de l'hydrogène, en distinguant les applications où il est directement consommé (p. ex., explosifs verts, carburants propres) de celles nécessitant un stockage à grande échelle, notamment pour l'équilibrage du réseau électrique. Deux technologies souterraines sont mises en lumière : les cavernes salines et les cavernes rocheuses étanchées. Le Québec ne dispose pas de formations salines importantes, sauf aux Îles-de-la-Madeleine qui représente un cas unique combinant centrale thermique fortement émettrice de GES, projets éoliens en développement et dôme de sel sous-jacent. Sur le continent, les cavernes étanchées demeurent coûteuses, d'où l'intérêt des collaborations avec l'Ontario et les provinces de l'Atlantique.

Importance du choix du site et du contexte géologique sous-tendant dix années d'opérations d'injection de CO_2 à l'installation de captage et de stockage du carbone Quest

Carrie Rowe (Shell Canada)

L'installation de captage et de stockage du dioxyde de carbone (CCS) Quest, exploitée par Shell Canada au nom du partenariat Athabasca *Oil Sands Project* (AOSP) — composé de *Canadian Natural Upgrading*, 1745844 Alberta et Shell Canada — est une entreprise CCS entièrement intégrée à l'échelle commerciale. Depuis son démarrage en 2015, Quest a injecté avec succès environ un million de tonnes de dioxyde de carbone (CO_2) par an. À ce jour, l'installation a stocké en toute sécurité plus de neuf millions de tonnes de CO_2 dans un aquifère salin profond appelé le Grès cambrien basal (BCS), situé à environ deux kilomètres de profondeur.

Le site de Quest a été soigneusement sélectionné pour garantir à long terme le stockage sécurisé du CO_2 dans un aquifère salin. Les principaux critères de sélection comprenaient la capacité de séquestration géologique, l'injectivité, la capacité de surveillance, l'accessibilité du site d'injection, la rentabilité et le potentiel d'agrandissement futur. La région de Thorhild, en Alberta, a été retenue en raison du faible nombre de puits existants, de la présence de multiples couches géologiques étanches assurant le scellement au-dessus de la zone d'injection et de l'absence d'interférences avec les activités pétrolières, gazières ou liées aux cavernes salines. Ces facteurs, associés à des mesures d'atténuation des risques, font de Quest l'un des sites de CCS les plus sûrs au monde. Cette présentation portera sur l'histoire de Quest en mettant l'accent sur le cadre géologique qui en fait une installation de stockage de classe mondiale.

SÉANCE 29

LA GÉOCHRONOLOGIE : UN PILIER ESSENTIEL DES GÉOSCIENCES — HOMMAGE À JEAN DAVID

La géochronologie constitue une discipline fondamentale en géosciences, mais dont la contribution n'est souvent pas appréciée à sa juste valeur. Depuis les années 1990, les travaux de Jean David, géochronologue au MNRF, ont pourtant amélioré de façon importante notre compréhension de la stratigraphie du territoire québécois et ont permis de définir plusieurs épisodes métallifères majeurs. Pour rendre hommage à l'apport inestimable des travaux de Jean, les conférences de cette séance mettent l'accent sur les nombreuses applications de la géochronologie à partir d'exemples venus du Québec ou d'ailleurs. Nous réaliserons alors que, bien plus qu'un outil permettant de déterminer un âge, la géochronologie améliore incontestablement notre connaissance de l'évolution de la Terre.

Jean David : application de la géochronologie à la cartographie

Robert Marquis (retraité MRNF)

Cette conférence présente une contribution scientifique importante de Jean David : l'élaboration d'un calendrier géochronologique U-Pb pour le Nunavik. Au tournant du XXIe siècle, le programme Grand Nord ambitionnait d'élaborer la première carte géologique intégrée de ce territoire. Dans ce contexte, Jean David a démontré que la géochronologie U-Pb pouvait être utilisée comme outil de cartographie régionale. Avec la découverte de zircons hérités datés à plus de 3 milliards d'années, il a lancé la chasse aux lambeaux de très vieilles roches pouvant représentés des reliquats d'un socle primordial. L'échantillon révélateur, prélevé le long de la côte Est de la baie d'Hudson, a donné un âge de 3,8 milliards d'années. Il s'agissait alors de la plus vieille roche datée au monde. En plus d'établir avec certitude l'assise continentale sur laquelle se sont agglomérées toutes les lithologies cartographiées dans le Grand Nord, le cadre chronologique du Nunavik élaboré par Jean David a permis d'asseoir la nomenclature stratigraphique sur des données probantes. Le rapport final du programme Grand Nord fait état de 143 datations U-Pb réalisées pour le compte de Géologie Québec. À lui seul, Jean David en a réalisé 142 en collaboration avec 11 chefs d'équipe. Désormais, son héritage est devenu indispensable pour raconter l'histoire géologique et encadrer le potentiel minéral du Grand Nord québécois. L'excellence de sa contribution scientifique mérite d'être soulignée.

Zirconologie martienne : 4,2 milliards d'années d'évolution crustale

Martin Bizzarro (Globe Institute)

La géochronologie U-Pb appliquée aux zircons constitue depuis longtemps un outil essentiel pour reconstituer les premières étapes de l'histoire des planètes telluriques. La brèche régolitique martienne NWA 7034/7533 (« *Black Beauty* ») représente aujourd'hui l'archive la plus riche en zircons provenant de Mars, ouvrant une fenêtre unique sur la différenciation et l'évolution géodynamique de cette planète. Les datations U-Pb de haute précision, combinées aux mesures isotopiques Lu-Hf, démontrent que l'accrétion de Mars, la formation de son noyau et la cristallisation de son océan magmatique se sont déroulé moins de ~20 Myr après la formation du Système solaire. Dès 4,547 Ga, une croûte primordiale de composition andésitique était déjà en place, représentant le plus ancien réservoir crustal identifié sur une planète. Des zircons datés entre 4,48 et 4,43 Ga ont enregistré le remaniement de cette croûte enrichie lors d'épisodes intenses de bombardement, possiblement liés à la migration précoce des planètes géantes. Cette activité magmatique précoce reflète un recyclage par impacts d'une croûte primordiale durable, plutôt que la formation de nouvelles croûtes juvéniles. Par ailleurs, une population plus jeune de zircons (1,5 à 0,3 Ga) témoigne du magmatisme dans les provinces volcaniques d'Elysium et de Tharsis. Leur signature isotopique en Hf, proche de celle du réservoir chondritique, implique la persistance d'un manteau primitif et convectif tout au long de l'histoire martienne, compatible avec un régime tectonique de type *stagnant lid*. Ainsi, les zircons martiens constituent un enregistrement continu de 4,2 Ga témoignant des interactions croûte-manteau. Ils illustrent la puissance de la géochronologie U-Pb pour préciser la chronologie de la différenciation planétaire et de la dynamique interne des planètes rocheuses.

Jean David : le géochronologue, l'œnologue et le musicien

Serge Perreault (Ordre des géologues du Québec)

Jean David est né à Saint-Hyacinthe en 1956. Son père était horloger. Jean a consacré la majeure partie de sa carrière à dater des zircons. Comme il aimait à le dire : « tout est dans tout ».

Après avoir obtenu son doctorat en géologie à l'Université de Montréal en 1992, Jean a rejoint le GEOTOP où il est devenu, pendant plus de 30 ans, le spécialiste incontournable de la géochronologie U-Pb sur zircons. Ayant débuté sa carrière comme spécialiste en sédimentologie, il a fait le pont entre cette discipline et la géochronologie des Appalaches dans le cadre de son doctorat.

Outre ses mandats de géochronologie auprès de Géologie Québec (MRNF), Jean a collaboré à près de 25 articles scientifiques publiés dans des revues avec comité de lecture, dont 5 à titre de premier auteur. L'article le plus marquant de sa carrière fut celui portant sur la plus vieille roche du Québec provenant de la ceinture archéenne de Nuvvuagittuq au Nunavik, publié en 2009 avec quatre collaborateurs. Ses travaux de géochronologie ont couvert les provinces géologiques du Supérieur, de Churchill, de Grenville, des Appalaches et même la partie sud du craton archéen de São Francisco (Minas Gerais) au Brésil. Jean David a également contribué au projet national LITHOPROBE.

Au-delà de son expertise scientifique, Jean était un œnologue averti qui connaissait et aimait partager sa passion des bons vins. C'était également un musicien accompli, jouant de la clarinette et de la batterie, ainsi qu'un mélomane éclairé — une passion que nous partagions.

Maudites roches! En quoi nous renseignent les isotopes de l'azote et des gaz rares sur la ceinture de Nuvvuagittuq

Daniele Pinti (GEOTOP-UQAM)

La ceinture de roches vertes de Nuvvuagittuq renferme des roches parmi les plus anciennes trouvées sur Terre. Des datations U-Pb sur zircons ont en effet donné des âges éoarchéens, alors des âges modèles hadéens ont été obtenus pour des protolites magmatiques. En raison de leurs âges, ces roches ont attiré l'intérêt des nombreux groupes travaillant en exobiologie et sur la Terre primitive, car elles offrent un aperçu rare et inestimable des origines de la Terre. Toutefois, peu de groupes se sont intéressés aux isotopes des éléments volatils, tels l'azote ou les gaz rares. Ces derniers (He, Ne, Ar, Kr et Xe) sont des éléments rares et chimiquement inertes qui présentent donc des signatures isotopiques préservées, bien que les roches elles-mêmes soient fortement métamorphisées. Ils peuvent nous renseigner sur les réservoirs terrestres à la source de ces gaz, soit la croûte, l'atmosphère et le manteau primitifs. Dans cette présentation, nous ferons le point sur les résultats obtenus sur les isotopes de ces éléments volatils, en particulier ceux de l'azote ($d^{15}N$) et du Xe ($^{128\text{-}136}Xe$) et des implications sur l'état de la planète à cette époque.

Héritage tectonique archéen dans les orogènes paléoprotérozoïques : exemple du sud-est de la Province de Churchill, Québec

Antoine Godet (CGC-Québec)

Déchiffrer l'évolution des blocs lithotectoniques crustaux et définir la nature de leurs bordures constitue une étape essentielle pour comprendre les processus tectoniques dans le temps et identifier de nouvelles zones prospectives en métaux rares, critiques et précieux. Cette tâche devient complexe dans les blocs anciens et les marges de cratons, souvent remaniés lors de cycles orogéniques successifs, ce qui modifie et masque les archives géologiques primaires et complique les reconstructions tectoniques. Nous présentons ici une synthèse géochronologique et géochimique du sud-est de la Province du Churchill (Orogène transhudsonnien, Québec), redéfinissons l'histoire tectonique archéenne à paléoprotérozoïque de la région et discutons des processus de cratonisation. Le Domaine nouvellement défini de Koksoak a enregistré un magmatisme TTG entre ~2920 et 2735 Ma, un magmatisme hybride entre ~2735 et 2690 Ma à ses marges, un volcanisme tholéiitique à calco-alcalin, de la fusion partielle du socle et le développement de bassins en tectonique extensive entre ~2690 et 2620 Ma suivi d'une période de calme tectonique jusqu'à ~1,9 Ga. Cette évolution magmatique est comparable à celle du Domaine de Douglas Harbour (Province du Supérieur) et, possiblement, au socle du microcontinent *Meta Incognita*. Nos nouvelles interprétations mettent en évidence la réactivation de structures héritées à l'échelle lithosphérique, des déplacements en décrochement limités des blocs archéens et un contrôle structural sur la distribution des systèmes carbonatitiques et mafiques-ultramafiques à Ni-Cu. Notre travail souligne l'importance de définir l'évolution des blocs lithotectoniques et de leurs bordures dans le temps, en particulier dans les régions qui ont connu de multiples cycles orogéniques.

SÉANCE 30

PRINCIPAUX RÉSULTATS DES TRAVAUX DE RECHERCHE EN MINES ET EN ENVIRONNEMENT PAR L'IRME UQAT-POLYTECHNIQUE

Cette séance comprendra des présentations de chercheurs et représentants de l'industrie minière sur des travaux de recherche réalisés dans le cadre du consortium de l'Institut de recherche en mines et en environnement (IRME) UQAT-Polytechnique.

Ces présentations porteront sur les huit thèmes de recherche de l'Institut :

- Restauration des sites miniers;
- Valorisation et gestion intégrée des rejets miniers;
- Stabilité géotechnique et environnementale des aires d'entreposage des rejets miniers;
- Prédiction de la qualité de l'eau;
- Traitement et gestion des eaux minières;
- Transport des contaminants dans l'environnement;
- Influence des conditions climatiques;
- Partage des connaissances et échanges avec les communautés.

Restauration des sites miniers

Bruneau Bussière (IRME) et Steve Pelletier (IAMGOLD)

L'industrie minière est l'un des moteurs importants de l'économie québécoise, non seulement au chapitre de l'emploi et des exportations, mais aussi sur le plan de l'innovation technologique. Or, l'exploitation minière génère des rejets potentiellement nocifs pour l'environnement. Les deux principaux types de rejets issus des activités minières sont les stériles et les résidus miniers. Les stériles sont des matières économiquement non viables extraites à l'aide d'explosifs pour atteindre la roche minéralisée, tandis que les résidus miniers sont des particules de roche broyée résultant du traitement du minerai. En 20 ans, l'industrie minière a considérablement investi dans l'élaboration d'outils et de techniques pour traiter ces rejets comme il se doit. Malgré ces progrès, il reste beaucoup à apprendre et à faire dans ce domaine, particulièrement en ce qui concerne la restauration des aires d'entreposage des rejets miniers qui contiennent des minéraux réactifs pouvant générer des drainages miniers contaminés (acides ou neutres). Lors de la phase II des travaux de l'IRME UQAT-Polytechnique, des connaissances fondamentales et pratiques en lien avec la restauration des sites miniers ont été développées. Les travaux de recherche ont également permis de former les experts de demain dans ce domaine afin de favoriser un développement minier responsable. Cette présentation fera une synthèse de ces travaux et présentera des perspectives de recherche pour les prochaines années.

Valorisation des rejets miniers et économie circulaire

Suzie Poirier (Rio Tinto Fer et Titane) et Lucie Coudert (IRME-UQAT)

L'exploitation des ressources minérales génère des quantités importantes de rejets solides, susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement. La gestion responsable des rejets solides représente l'un des défis les plus importants de l'industrie minière et une priorité pour les gouvernements en raison de risques géotechniques (rupture de digue) et géochimiques (génération de drainage minier) associés à ces matières. Un changement de paradigme s'opère au sein de l'industrie minière à savoir que les rejets solides peuvent désormais être considérés comme des ressources potentielles. Toutefois, dans le cas de rejets miniers réactifs et potentiellement générateurs de drainage minier contaminé, une étape de retraitement est nécessaire pour modifier les propriétés géochimiques afin d'atteindre les besoins de valorisation souhaités. Depuis de nombreuses années, des chercheurs et chercheuses de l'UQAT travaillent activement au développement de solutions concrètes en vue de valoriser les rejets miniers sur site ou hors site. Cette présentation offrira un aperçu des travaux de recherche en lien avec la valorisation des rejets miniers réalisés en collaboration avec des partenaires miniers dans le cadre de la phase II de l'IRME-UQAT-Polytechnique. Ces projets seront regroupés en deux grandes catégories : 1) la désulfuration environnementale des résidus et stériles en vue de produire des matériaux pouvant être intégrés dans la restauration minière; et 2) la récupération des minéraux critiques et stratégiques présents dans les rejets miniers et métallurgiques. Les études de cas portant sur la valorisation des rejets miniers et métallurgiques présentées constituent des exemples concrets et positifs d'intégration des principes d'économie circulaire à l'exploitation des ressources minérales au Canada.

Survol des travaux récents en prédiction de la qualité, du traitement et de la gestion des eaux minières

Carmen Mihaela Neculita et Benoit Plante (UQAT)

Les aires d'entreposage de rejets miniers exposent aux intempéries des minéraux instables qui peuvent contaminer les eaux à la suite du drainage minier. L'extraction du minerai peut également contaminer les eaux par les effluents produits. La prédiction du potentiel de contamination du drainage minier est essentielle afin d'anticiper les méthodes de gestion et de restauration qui minimiseront la génération de contamination aqueuse. De surcroit, lorsqu'une contamination survient malgré ces précautions, un traitement des eaux est nécessaire afin de minimiser les impacts environnementaux. Durant la phase II de l'IRME UQAT-Polytechnique, plusieurs travaux se sont penchés sur différentes avenues pour améliorer la prédiction de la qualité des eaux de drainage minier, ainsi que le traitement et la gestion des eaux minières (de drainage et de procédés de séparation du minerai). La présentation fera un survol de ces travaux et des nouvelles possibilités de recherche appliquée sur ces thèmes. Dans le cas de la prédiction de la qualité d'eau, des études sur l'influence de la température sur la génération de contaminants, sur le développement de nouveaux outils de prédiction du drainage neutre contaminé, ainsi que sur des avancées significatives en modélisation numérique de transport réactif appliquée à la prédiction seront présentées. Pour le traitement et la gestion des eaux minières affectées par des contaminants classiques et d'intérêt émergent, nous présenterons des études sur la performance (efficacité, conformité, contamination résiduelle, valorisation des boues) des procédés traditionnels et novateurs, passifs et actifs, utilisant une approche bio-géo-hydrochimique.

Défis de la gestion des rejets et de la restauration minière en conditions arctiques

Vincent Boulanger-Martel (UQAT), Li Li (Polytechnique Montréal) et Isabelle Lapierre (Glencore-Mine Raglan)

Les progrès technologiques, combinés à une demande mondiale croissante pour des ressources naturelles variées, ont entraîné une intensification des activités minières à l'échelle du pays, notamment dans l'Arctique canadien. Le développement de ces projets soulève des défis uniques en matière d'ingénierie et d'environnement, principalement en raison des conditions thermohydriques propres aux régions de pergélisol et à la présence de gel. Ces facteurs influencent directement les modes de gestion des rejets miniers ainsi que les approches de restauration des sites. Cette présentation vise à exposer les développements récents en gestion des rejets et en restauration des sites miniers en conditions arctiques réalisés à l'Institut de recherche Mines et Environnement UQAT-Polytechnique. Un survol des principaux projets de recherche menés sur ce thème sera présenté, mettant en évidence des résultats clés ainsi que les retombées pratiques des travaux réalisés. Ces retombées permettent notamment d'améliorer notre capacité à concevoir, gérer et restaurer les aires de stockage des rejets miniers en conditions arctiques, tout en fournissant une expertise précieuse à la communauté minière québécoise et canadienne.

Végétalisation des sites miniers et biodiversité

Marie Guittonny (IRME-UQAT) et Geneviève Pepin (Dhilmar-Mine Éléonore)

Les sols miniers présentent des contraintes importantes pour la réhabilitation écologique en contexte forestier en raison des faibles quantités de terre végétale disponibles et des exigences élevées des plantes ligneuses. Plusieurs projets réalisés à l'IRME UQAT-Polytechnique ont permis d'explorer des techniques de végétalisation pour lever ces contraintes et faciliter le reboisement de rejets miniers. Deux études de cas seront présentées plus en détail. La première a testé l'utilisation de plusieurs mélanges de plantes agricoles à faible densité pour créer des conditions propices à l'établissement d'essences forestières sur des résidus de traitement de l'usine de la mine Canadian Malartic.

La seconde s'est intéressée à l'utilisation d'un paillis de copeaux de bois sur des roches stériles pour stimuler la recolonisation forestière spontanée à la mine Lapa. Une alternative intéressante au reboisement en région forestière consiste à viser l'établissement de plantes herbacées pionnières adaptées aux contraintes des sols miniers et qui peuvent créer des habitats favorables à la biodiversité. Ainsi, nous avons implanté des plantes à fleurs indigènes attractives pour les insectes pollinisateurs sur plusieurs sites miniers et avons réalisé le suivi des populations d'insectes dans ces nouveaux habitats. Les résultats de ces études sont prometteurs pour la réhabilitation écologique des sites miniers, mais il reste du travail à faire pour s'assurer que les sites végétalisés sont sains pour les organismes qui s'y installent et qu'on y trouve des services écosystémiques utiles pour la société.

Partenariat IRME UQAT-Polytechnique — la suite!

Michel Julien (Mines Agnico Eagle)

De 2013 à 2019, lors de la première phase, l'IRME s'est donné pour mandat de développer des solutions environnementales touchant l'ensemble du cycle de vie des exploitations minières afin de permettre aux entreprises qui œuvrent dans le secteur de réaliser un développement minier responsable. La mission n'a pas drastiquement changé lors de la phase II du programme (2020-2026), si ce n'est que de nouveaux thèmes de recherche sont apparus, entre autres le partage des connaissances avec les communautés et l'influence des conditions climatiques. Cet ambitieux programme de recherche a été mené par une équipe exceptionnelle de chercheurs, d'experts, de professionnels et d'étudiants. L'IRME, c'est avant tout plus d'une vingtaine de professeurs aux compétences multidisciplinaires et complémentaires qui ont développé des synergies uniques, permettant de proposer des solutions globales aux défis de l'industrie. Une vingtaine de techniciens et de professionnels contribuent aussi activement à la recherche grâce à des expertises de laboratoire et de terrain uniques. Enfin et surtout, nos étudiants et nos étudiantes qui constituent notre plus grande force. Provenant de partout dans le monde avec des formations variées, ils sont le fer de lance de notre recherche et la relève de demain. N'oublions pas non plus que cette équipe est également constituée de nos partenaires, avec plusieurs représentants de chaque compagnie qui participent activement à la recherche. Cette collaboration nous permet de travailler sur les principaux défis environnementaux rencontrés par le secteur minier québécois, de répondre aux vrais problèmes, les plus urgents, les plus importants. Nos travaux de recherche peuvent ainsi être rapidement intégrés aux pratiques et avoir des impacts réels et immédiats. Ils permettent également de changer les choses au niveau de la réglementation et de s'assurer que les meilleures technologies et pratiques, développées au sein de l'IRME, ne restent pas limitées à notre groupe, mais deviennent des standards pour l'ensemble de l'industrie.

Au cours des derniers mois, des démarches ont été entreprises auprès des partenaires miniers actuels afin de lancer une phase III. Le processus avance bien et de bonnes nouvelles pourraient être annoncées d'ici l'an prochain. Cette nouvelle mouture permettrait de poursuivre les travaux entrepris depuis 2013 sur les thèmes phares de l'Institut (restauration des sites miniers, gestion des rejets miniers, traitement des eaux minières, comportement géochimique et valorisation des rejets miniers, partage des connaissances avec les communautés) tout en développant plus en profondeur de nouveaux thèmes tels que la biodiversité et la revégétalisation, les aspects particuliers des climats froids ou l'utilisation d'approches innovantes pour la caractérisation et le suivi des aires d'entreposage.

SÉANCE 31

TRANSITION ÉNERGÉTIQUE ET ACCEPTABILITÉ SOCIALE : DE LA RECHERCHE À LA PRATIQUE

Cette séance se penchera sur les divers facteurs qui influencent l'acceptabilité sociale de la transition énergétique. Les conférenciers nous feront partager leurs perspectives et expériences sur la manière dont la recherche et la pratique peuvent se compléter pour favoriser une transition énergétique réussie.

Alice Friser, professeure à l'Université du Québec en Outaouais, discutera des facteurs d'acceptabilité sociale dans les projets d'énergie renouvelable et de captage de GES. Elle mettra en lumière les résultats de ses recherches et les implications pratiques pour les projets énergétiques.

Geneviève Chouinard, Cheffe Affaires régionales et relations collectivités chez Hydro-Québec, nous fera part de son expérience sur les relations avec les collectivités et comment ces relations peuvent créer une synergie pour améliorer l'acceptabilité sociale des projets énergétiques.

Cédric Bourgeois, associé fondateur et vice-président chez Transfert Environnement et Société, traitera de son expérience sur les stratégies de collaboration et les meilleures pratiques pour intégrer les préoccupations des parties prenantes dans les projets de transition énergétique.

Cette séance promet d'offrir des apprentissages précieux et des discussions enrichissantes sur la manière de transposer la recherche universitaire aux pratiques de terrain et l'influence de ces derniers sur la recherche pour une transition énergétique socialement acceptable.

Mesurer l'acceptabilité sociale : le cas des projets d'énergie renouvelable

Alice Friser (UQO)

Bien que les projets d'énergie renouvelable soient essentiels à la transition énergétique, ils se heurtent souvent à une opposition importante, ce qui peut entraver leur mise en œuvre, entraîner des pertes financières substantielles et nuire à leur réputation. Pour éviter cette situation, certaines organisations s'attachent désormais à évaluer dès le début l'acceptabilité sociale de leurs projets. Elles se heurtent toutefois à un obstacle majeur : évaluer et mesurer efficacement l'acceptabilité sociale. Cette communication explore la manière dont ce défi est abordé dans la littérature. Après avoir exposé les termes du débat sur la mesure de l'acceptabilité sociale, nous présentons un aperçu des recherches menées dans ce domaine, notamment la portée et les méthodes privilégiées par les chercheurs intéressés par la mesure de l'acceptabilité sociale des projets d'énergie renouvelable. Enfin, nous mettons en évidence les facteurs d'acceptabilité sociale qui retiennent l'attention des chercheurs dans le domaine des énergies renouvelables.

Les défis de l'acceptabilité sociale dans le contexte de l'ambitieux Plan d'action 2035 d'Hydro-Québec

Geneviève Chouinard (Hydro-Québec)

Le plan d'action d'Hydro-Québec est ambitieux. Entre 150 et 200 TWh additionnels : c'est la quantité d'électricité dont le Québec aura besoin d'ici 2050 pour réussir sa transition énergétique. C'est près de deux fois notre capacité actuelle. Pour y arriver, il faudra produire plus d'électricité propre et mieux la consommer. Face au nombre élevé d'infrastructures énergétiques à construire et à la vitesse à laquelle ces projets doivent être déployés pour permettre au Québec d'atteindre ses cibles, l'acceptabilité sociale est un défi à relever. Cette présentation explorera ce contexte ainsi que des exemples de démarches menées par Hydro-Québec pour favoriser un accueil favorable des projets dans les milieux.

Mesurer l'acceptabilité sociale : facteurs déterminants et apprentissage du terrain

Cédric Bourgeois (Transfert Environnement et Société)

Cette conférence propose une réflexion approfondie sur les facteurs clés qui influencent la perception des projets par les communautés et sur les méthodes permettant d'évaluer cette acceptabilité.

À partir d'expériences concrètes sur le terrain, la présentation met en lumière les déterminants essentiels de l'acceptabilité sociale : la confiance envers les promoteurs, la transparence des processus, les retombées économiques locales, la prise en compte des préoccupations environnementales et sociales, ainsi que la qualité des relations avec les parties prenantes et les communautés autochtones.

Nous aborderons également les outils et les approches méthodologiques utilisés pour qualifier ou quantifier l'acceptabilité sociale, tels que les sondages, les référendums, les baromètres longitudinaux et les analyses territoriales préalables, en soulignant leurs forces et leurs limites. Enfin, des études de cas illustreront les apprentissages tirés de projets où la coconstruction et la consultation continue ont permis ou non d'atteindre un haut niveau d'adhésion.

SÉANCE 32

DÉCARBONATION INDUSTRIELLE ET MINIÈRE

La décarbonation de l'industrie constitue un enjeu majeur pour réduire l'empreinte carbone. Ce virage vers des mines et des industries plus vertes est essentiel, non seulement pour répondre aux exigences environnementales, mais aussi pour assurer la viabilité économique et sociale de ses activités à long terme. Cette séance présentera des cas concrets de mesures entreprises par l'industrie minière et métallurgique pour réduire son empreinte carbone.

Décarbonation de la chaîne de valeur de l'acier au Québec

Serge Bédard (CanmetÉNERGIE)

L'objectif de l'atteinte de la carboneutralité d'ici 2050 implique des changements structurels de la consommation énergétique. C'est d'autant plus vrai dans le secteur industriel au Québec où plus de 778 PJ ont été consommées en 2019. La sidérurgie et le secteur de l'extraction et du boulettage du minerai de fer représentent plus de 9 % de la consommation énergétique et des émissions de gaz à effet de serre du secteur industriel québécois. Dotée d'un réseau électrique décarboné, d'un accès à la bioénergie et d'un grand portfolio d'activités dans la chaîne de valeur du fer et de l'acier, l'industrie québécoise a le potentiel de bien réussir sa décarbonation. La décarbonation de l'ensemble de la chaîne de valeur de la production d'acier peut être réalisée grâce à un bouquet technologique incluant l'efficacité énergétique, l'électrification flexible, l'utilisation stratégique de la bioénergie couplée au captage et à la séquestration du carbone (BECUSC). Le succès d'une décarbonation réussie repose aussi sur l'arbitrage et sur la considération des diverses trajectoires de décarbonation et de changement de procédés pouvant être implantées dans l'industrie québécoise. Cette présentation vise à clarifier ce processus décisionnel et à offrir des suggestions quant aux meilleurs choix liés à la décarbonation de ce secteur.

Décarbonation industrielle

Marianne Huot (ArcelorMittal Exploitation Minière Canada)

La décarbonation dans l'industrie constitue un enjeu majeur pour réduire l'empreinte carbone. Ce virage vers des mines et des industries plus vertes est essentiel, non seulement pour répondre aux exigences environnementales, mais aussi pour assurer la viabilité économique et sociale de l'industrie à long terme. Cette conférence présentera des cas concrets provenant de l'industrie minière et métallurgique pour réduire son empreinte carbone.

Comparaison des empreintes carbone des procédés de fabrication d'oxyde de magnésium

Maxime Couillard (ECO_2 Magnesia)

La production d'oxyde de magnésium provient principalement de la calcination de la magnésite et peut émettre des quantités considérables de CO_2 dans l'atmosphère. Cette conférence brossera un portrait général des possibilités de réduction de l'empreinte carbone de l'industrie en comparant des procédés de remplacement et émergents, ainsi que des sources de matière première différentes.

Stratégies de décarbonation : production et utilisation de biocarbone dans les procédés de carboréduction

François Simard (Elkem Metal Canada)

Dans le cadre de sa stratégie de réduction des gaz à effet de serre, Elkem prévoit remplacer 40 % du charbon fossile actuellement utilisé dans ses procédés de fabrication. Pour y arriver, Elkem a mis en service une usine de démonstration technologique de production de biocarbone et un centre de R et D au Canada.

SÉANCE 33

MAGMATISME ET TECTONIQUE : REGARDS CROISÉS SUR LA MÉTALLOGÉNIE ARCHÉENNE

La formation des gîtes minéraux à l'Archéen a impliqué un ensemble de processus magmatiques et/ou tectoniques. L'évolution géodynamique des différents ensembles crustaux composant les cratons archéens a donc déterminé l'évolution ou la superposition d'environnements métallogéniques distincts dans le temps et dans l'espace. Ces aspects ont été décrits au moyen de concepts et d'un vocabulaire traditionnellement déconnectés de la pétrologie magmatique et de la géologie structurale. L'état actuel des connaissances révèle pourtant les limites et les contradictions de cette approche en vase clos et la nécessité d'associer ces spécialités dans une approche holistique de la géodynamique archéenne. Cette séance de conférences présentera des avancées récentes de la recherche sur la formation des cratons archéens mettant en évidence les regards croisés, mais complémentaires, de la magmatologie et de la tectonique sur l'évolution des environnements métallogéniques. Elle offrira un état des connaissances sur l'identification de différents domaines métallogéniques formés et déformés au cours de l'évolution du Supérieur et des autres cratons archéens dans le monde.

Regards croisés sur le magmatisme et la tectonique de la province métallogénique paléoprotérozoïque du craton ouest-africain

Anne-Sylvie André-Mayer (Université de Lorraine)

La transition Archéen-Paléoprotérozoïque marque une période clé de l'histoire de la Terre caractérisée par des changements importants dans la lithosphère. Les terrains sidériens (2500 à 2300 Ma) à rhyaciens (2300 à 2050 Ma) du sud du craton ouest-africain (sWAC) constituent une fenêtre de choix sur cette période du Paléoprotérozoïque marquée par une faible préservation des roches. De nombreuses études se sont intéressées à ces enregistrements afin d'en déchiffrer les caractéristiques tectoniques, lithologiques, géochimiques, géochronologiques, structurales, métamorphiques et métallogéniques. Dans le cadre du projet WAXI (*West African eXploration Initiative*), Perret *et al.* (2025) ont réalisé une synthèse de l'ensemble des données disponibles pour fournir de nouvelles perspectives sur l'évolution tectonique du sWAC. Cette présentation mettra de l'avant cette compilation et focalisera sur les caractéristiques tectoniques et magmatiques du sWAC qui seront comparées à celles des provinces archéennes afin de discuter des changements séculaires observés durant les cycles métallogéniques enregistrés par les marges convergentes précambriennes.

Convection, magmatisme-hydrothermalisme et différentiation de la croûte archéenne : implications pour la formation des gisements d'or et d'uranium

Olivier Vanderhaeghe (Géosciences Environnement Toulouse)

Les cratons archéens comprennent des ceintures de roches vertes surmontant de vastes complexes de gneiss granitiques structurés en dômes. Les roches mafiques-ultramafiques des ceintures de roches vertes impliquent la fusion partielle d'un manteau présentant une température moyenne plus élevée par rapport à la période actuelle. La présence ubiquiste de migmatites ayant cristallisé à une quinzaine de kilomètres de profondeur traduit un gradient géothermique élevé et une croûte significativement affectée par la fusion partielle. Les roches magmatiques des cratons emblématiques du Pilbara et du Barberton ont des âges modèles Nd entre 4,0 Ga et 3,0 Ga et des âges U-Pb sur zircons entre 3,7 Ga et 2,7 Ga. Ces données alimentent la discussion sur les modes de croissance-différenciation de la croûte et des systèmes minéraux associés en lien avec une succession de panaches mantelliques ou de zones de subduction à pendage faible.

Dans un modèle alternatif, la formation d'une croûte primitive mafique aurait été suivie de la différentiation de la croûte archéenne contrôlée par sa fusion partielle et sa convection pendant plus d'un milliard d'années. Dans ce cadre, les gisements d'or seraient associés à la formation de la croûte mafique remobilisée dans des zones de cisaillement contrôlant la circulation de fluides hydrothermaux, alors que les gisements d'uranium, localisés dans les granites potassiques ou hyperalumineux tardi-archéens, fournissent des marqueurs spécifiques de la croissance et de la différenciation de la croûte par magmatisme et hydrothermalisme.

Implications des modèles non actualistes archéens sur les stratégies d'exploration minérale

Jean Bédard (CGC-Québec)

Certains types de minéralisation sont souvent associés à des environnements tectoniques particuliers, mais l'existence de la tectonique des plaques à l'Archéen est remise en question. À la place, un modèle de carapace stagnante instable a été proposé. Cette présentation examinera comment les stratégies d'exploration peuvent être adaptées à cette nouvelle interprétation géologique.

Pendant les périodes d'instabilité (durée ≤ 100 My), les remontées mantelliques entraînent un accroissement du magmatisme, de la mobilité crustale et du tectonisme. Ce phénomène est responsable d'une forte production de basalte et de komatiite, d'une remobilisation de la croûte et d'une désagrégation possible des continents. Durant le rifting, la remontée de magmas primitifs le long de discontinuités lithosphériques ou crustales majeures a ainsi contrôlé la mise en place de komatiites (potentiel en Ni) et d'intrusions litées (Cr-PGE). À la suite de cet épisode, les ceintures de roches vertes se développent à la faveur de cycles volcaniques mafiques-felsiques (2 à 10 My). Lors des épisodes felsiques, des chambres magmatiques se mettent en place à faible profondeur, enclenchant une circulation hydrothermale qui mobilise et reconcentre les métaux (VMS). L'écoulement latéral du manteau presse contre les quilles lithosphériques des continents, ce qui entraîne leur dérive. Cependant, la lithosphère océanique archéenne, faible et flottante, ne peut subduire et est donc sous-plaquée ou imbriquée en bordure du continent archéen, créant un orogène de type kénoréen. Le volume important de métabasaltes enfouis sous ces marges convergentes imbriquées constitue une source possible de fluides métamorphiques aurifères. Les failles tardives bordant les poinçons dans ces zones de convergence permettent un drainage rapide de ces fluides et la déposition de l'or. Le sous-charriage de sédiments crustaux enrichit le manteau en LILE et en métaux, créant les sources fertiles nécessaires à la formation de sanukitoïdes tardifs (enrichis en fluides) auxquels sont parfois associées des minéralisations de porphyres de Mo-Cu-Au.

Classification des TTG en Abitibi : évolution crustale et perspectives métallogéniques

Silvain Rafini (CONSOREM-UQAC)

Cette étude s'intéresse au plutonisme de type TTG (tonalite-trondhjémite-granodiorite) en Abitibi, ses relations avec l'évolution de la croûte et les environnements métallogéniques. La signature en éléments en traces (La/Yb, Sr/Y, Eu/Eu*, Nb, Ta) de 32 intrusions datées et classifiées dans les catégories FI-FII-FIII en fonction de leur fertilité (Lesher *et al.*, 1985) relie les systèmes minéralisateurs à la profondeur de fusion et à l'architecture crustale. Parallèlement, les profondeurs de cristallisation de ces roches ont été estimées à partir de leur minéralogie normative. L'évolution chronologique de ces intrusions, associée à leur profondeur de fusion et de cristallisation, révèle un épaississement crustal résultant du tectonisme. Par ailleurs, la distribution des types de TTG montre une compartimentation précoce de la croûte abitibienne en trois domaines distincts.

Dans le domaine Nord-Est, la prédominance des intrusions de type FI indique un épaississement crustal précoce et un contexte d'arc favorable aux (1) gisements porphyriques (p. ex., Chibougamau) au sein d'intrusions synvolcaniques peu profondes; et (2) minéralisations aurifères de type *intrusion-related* (p. ex., Windfall) liées à des intrusions syntectoniques plus profondes enrichies en LILE. Le sud de l'Abitibi est dominé par les intrusions de types FIII et FIIb qui reflètent une croûte mince et des flux thermiques élevés en lien avec les camps majeurs de SMV (p. ex., Rouyn-Noranda). Le domaine Nord-Ouest présente une évolution FII-FI traduisant des profondeurs de fusion plus importantes causées par un épaississement crustal lié au tectonisme. Ce domaine est ponctué de fosses ou de corridors thermiques amincis favorables à des camps de SMV mineurs (p. ex., Normétal). Cette étude illustre l'utilisation des variations de composition des TTG comme indicateur des processus crustaux et du potentiel métallogénique.

Les suites Tonalite-Trondhjémite-Granodiorite (TTG) : mécanisme magmatique à l'origine de l'évolution crustale archéenne

Jillian Kendrick (Saint Mary's University)

Les granitoïdes de type TTG sont les unités de roches felsiques les plus volumineuses des cratons archéens. À ce titre, la génération, la mobilisation et la cristallisation de ces magmas ont donc joué un rôle majeur dans l'évolution de la croûte archéenne. Les suites TTG représentent un mécanisme à grande échelle de transport de masse et de chaleur dans la croûte terrestre, dont l'étendue et les conséquences ne peuvent être pleinement comprises qu'en reconstituant l'histoire magmatique de ces roches. Au cours de cette conférence, nous discuterons des divers facteurs et processus qui ont influencé la mise en place des magmas TTG, de la source au puits, en prenant comme exemple le soulèvement de Kapuskasing dans le sud de la Province du Supérieur. Cette région constitue un laboratoire naturel pour étudier la pétrogenèse des TTG, car elle représente une section transversale de la croûte terrestre exposant des roches sources potentielles de la croûte inférieure et des granitoïdes de type TTG à différents niveaux de la croûte. La composition chimique des TTG reflète une combinaison complexe de sources et de processus magmatiques, et leur formation ne peut donc pas être facilement liée à une seule variable. Des recherches supplémentaires sont nécessaires pour comprendre pleinement l'histoire magmatique de ces roches et, par conséquent, leur importance dans l'évolution de la croûte terrestre, y compris leurs liens potentiels avec le volcanisme et la formation des gîtes minéraux.

SÉANCE 34

LE SIGÉOM EN CONSTANTE ÉVOLUTION DEPUIS 30 ANS : DE L'INTÉGRATION DE DONNÉES À L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Cette séance de conférences mettra en lumière les 30 ans d'existence et d'innovation du SIGÉOM et son rôle crucial dans la valorisation des données géologiques dans la découverte de ressources minérales au Québec. Elle démontrera notamment comment la structuration des données a facilité leur utilisation dans les travaux de modélisation, notamment en apprentissage automatique. Des exemples concrets d'utilisation des données du SIGÉOM en exploration minière illustreront son impact important dans le domaine.

Le système d'information géominière du Québec (SIGÉOM) : à l'avant-garde depuis 30 ans!

Caroline Thorn et Patrice Roy (MNRF)

Grâce au système d'information géominière du Québec (SIGÉOM), un outil géoscientifique et minier novateur, accessible à tous, complètement gratuit et en constante évolution depuis plus de 30 ans, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNF) reste une référence mondiale en matière de gestion de données géoscientifiques et spatiales.

Ce système regroupe les données provenant des levés géoscientifiques du MRNF (cartographie du socle rocheux et du couvert sédimentaire, géophysique, etc.), des travaux de recherche, des travaux d'exploration de l'industrie minière qui sont déposées pour le renouvellement de leurs droits exclusifs d'exploration et des activités minières divulguées par les compagnies.

Cette conférence mettra en lumière les 30 ans d'existence et d'innovation du SIGÉOM, en soulignant son rôle essentiel dans la connaissance du territoire québécois, la valorisation des données géologiques et la découverte de ressources minérales au Québec. On y présentera les grandes étapes de son développement, marquées par plusieurs avancées technologiques. La conférence abordera la valeur du système et son impact sur l'industrie de l'exploration minière au Québec.

Est-ce que l'IA peut aider à charger les données géochimiques du SIGÉOM en toute sécurité?

Henri Blondelle (Agile Data Decisions)

Compiler et charger les données de géochimie dans le SIGÉOM est une tâche particulièrement fastidieuse et chronophage. Confier cette tâche à l'intelligence artificielle (IA) permet son automatisation, et donc un gain de temps, mais la qualité des résultats obtenus risque-t-elle d'en souffrir?

Quel processus doit-on mettre en place pour sortir de ce dilemme?

Cette présentation illustre une approche utilisant l'IA guidée par l'humain qui permet cette automatisation tout en gardant un bon contrôle sur la qualité des données extraites des rapports d'exploration. Nous détaillerons comment, en 16 mois, 2000 rapports totalisant 200 000 pages ont pu être traités pour générer 500 000 analyses géolocalisées, autant d'analyses non géolocalisées et environ 200 000 descriptions d'échantillons sans analyse associée.

À partir de cette étude de cas, nous verrons comment l'IA peut aider à la mise à jour et à l'utilisation d'un SIG aussi riche que le SIGÉOM.

Cette présentation est basée sur un article publié dans EarthDoc : From Québec's Assessment Reports to the SIGEOM GIS with a Human-in-the-Loop AI.

Le SIGÉOM, outil de propulsion de l'apprentissage automatique en géoscience au Québec

Erwan Gloaguen (INRS-ETE)

Les bases de données organisées et structurées sont essentielles au déploiement d'outils d'apprentissage automatique (AA). Le SIGÉOM a permis au Québec de se distinguer rapidement dans le développement de l'AA appliqué à l'exploration minérale. Dans cette présentation, nous allons exposer les progrès effectués depuis 2010 dans nos projets de recherche reliés à l'utilisation de l'AA en exploration grâce aux données du SIGÉOM. Ces avancées concernent autant la géologie prédictive que le ciblage, en passant par l'augmentation de la résolution des données géophysiques.

Application des Grands Modèles de Langage aux descriptions géologiques

Mathieu Cedou (Mira Geoscience)

La géologie est avant tout une science naturaliste fondée sur l'observation et la description détaillée d'objets complexes. Avec la numérisation des données, ces descriptions ont souvent été simplifiées en catégories ou codes lithologiques, entraînant une perte d'information. Pourtant, une description précise et bien documentée demeure une source de données stable et riche, même lorsque les interprétations et les codes évoluent.

Les Grands Modèles de Langage (LLMs) représentent un maillon technologique permettant de reconnecter ces descriptions détaillées aux outils numériques modernes. Capables de traiter automatiquement de grands volumes de textes, ils permettent d'extraire, de structurer et d'analyser l'information contenue dans les descriptions géologiques de manière systématique.

Pour illustrer cette approche, nous présentons une application sur la propriété du Lac Menarik, au Québec. Plusieurs affleurements y ont été décrits et cartographiés. À partir de ces descriptions textuelles, un LLM permet d'extraire automatiquement des informations structurées, telles que la lithologie, l'altération ou la minéralisation. Ces informations peuvent ensuite être projetées spatialement afin de produire une carte interprétative fondée sur le contenu des descriptions initiales.

Cette technologie ouvre la voie à des usages variés, tels que la reclassification de données historiques, la recherche automatisée d'objets géologiques ou l'harmonisation de bases de données. En facilitant l'intégration des descriptions textuelles dans les flux de travail numériques, elle pourrait contribuer à revaloriser les observations de terrain comme source directe d'information géoscientifique.

Un nouveau paradigme pour les connaissances géoscientifiques à l'ère numérique : la modélisation par IA des systèmes orogéniques à grande échelle

Jean-Philippe Paiement (VRIFY Technology)

Nous présentons un flux de travail entièrement automatisé et centré sur les données pour l'exploration des systèmes minéralisés, capable de transformer des jeux de données géoscientifiques hétérogènes en cartes de prospectivité probabilistes de haute résolution dans un cadre unifié. Les données d'entrée — géochimie, géophysique, modèles structuraux et 3D — sont intégrées grâce à des analyseurs guidés par schémas et soumises à un contrôle qualité rigoureux (détection des valeurs aberrantes, cohérence spatio-temporelle). L'augmentation des données, sensible au domaine, permet d'extraire les signaux pertinents pour l'exploration grâce à la décomposition IA appliquée aux champs de potentiel, de générer des cartes de fabrique structurale, d'automatiser la détection de linéaments et de produire des cartes lithologiques probabilistes dérivées des rapports géochimiques et des signatures spectrales. Des modèles génératifs reconstituent les données historiques clairsemées afin d'augmenter les zones sous-échantillonnées.

Un modèle d'apprentissage profond multitâche, entraîné sur plus de 170 000 échantillons de référence couvrant les systèmes aurifères orogéniques, porphyriques Cu-Au-Mo et pegmatites LCT, prédit l'existence de systèmes minéralisés et reconstruit les propriétés au niveau du pixel. L'interprétabilité est assurée à l'aide des valeurs SHAP. L'application de cette méthode à la ceinture de roches vertes de l'Abitibi permet de valider la précision du modèle, révèle des cibles enfouies et apporte de nouveaux éclairages sur les contrôles multiéchelles des minéralisations. Exécutable en moins d'une heure sur des GPU dans le nuage, ce flux de travail reproductible et transparent fournit des informations rapides et évolutives sur le sous-sol permettant d'orienter l'exploration.

Les gisements de données du MRNF : précurseurs des gisements du Québec

Jean-Marc Lulin (Azimut Exploration)

Depuis 2003, Azimut a fondé sa stratégie d'exploration sur l'exploitation et la valorisation systématique de la base de données numériques SIGÉOM du MRNF. Le traitement de ces données a pour objectif d'augmenter la probabilité de découverte en identifiant de nouvelles cibles majeures ayant des signatures comparables à celles de gisements connus.

Les données utilisées à l'échelle du Québec, par province ou par sous-province géologique, sont principalement la géochimie multiélémentaire des sédiments de fond de lac, les données géophysiques (magnétisme, gravimétrie) et les données sur les indices, gîtes et gisements. Le système expert AZtechMine[MC] permet d'extraire de façon innovatrice la signature statistique des minéralisations et, simultanément, d'identifier des signatures comparables, mais dans des contextes peu ou non explorés. Cette approche s'applique par métal ou par type de gisement. Les cibles sont représentées cartographiquement avec leur signature statistique convertie en probabilité relative de découverte. Les résultats sont ensuite hiérarchisés de façon empirique en considérant les paramètres constitutifs des cibles, leur intensité, leur forme, leur dimension et l'historique d'exploration.

Sur 20 ans d'exploration, la mise en œuvre de cette approche prédictive à l'échelle de la province pour plusieurs métaux (or, cuivre, nickel, uranium, lithium) a permis d'apprécier la valeur considérable des données acquises et mises à disposition par le gouvernement du Québec. Les approches prédictives constituent un avantage compétitif pour autant qu'elles puissent être validées par des résultats tangibles sur le terrain où la prospection joue encore un rôle fondamental. Plusieurs exemples de la relation prédiction-validation seront passés en revue.

SÉANCE 35

DÉCOUVERTES GÉOLOGIQUES DANS LE GRENVILLE : CARTOGRAPHIE, RECHERCHE ET AVANCÉES EN EXPLORATION

La Province de Grenville présente une géologie diversifiée et de nombreuses minéralisations d'intérêt. Cette séance de conférences offrira l'occasion de faire connaître les derniers développements des travaux et les avancées de Géologie Québec dans ce secteur, ainsi que ceux provenant de projets universitaires et de l'industrie. Les résultats finaux des plus récents travaux de cartographie réalisés dans le Grenville durant l'été 2024 seront notamment présentés.

Géologie, géochimie et métallogénie des roches entre la région de Clova et le lac Saint-Jean

Abdelali Moukhsil (MNRF)

La région comprise entre Clova et le lac Saint-Jean présente une grande diversité lithologique qui inclue une variété d'unités volcano-sédimentaires et d'intrusions felsiques, intermédiaires, mafiques et ultramafiques. Toutes ces roches se répartissent au sein des domaines Parautochtone et Allochtone de la Province de Grenville.

La composition géochimique de ces roches a notamment permis de déterminer leur affiliation magmatique, la source des magmas, ainsi que leur environnement tectonique en fonction de leur période de mise en place. Les signatures en éléments en traces des différentes roches magmatiques ont aussi grandement contribué à une meilleure compréhension des événements orogéniques à travers les différentes périodes géologiques, du Néoarchéen (> 2,5 Ga) au pré-Labradorien (1,90 à 1,71 Ga) dans le domaine Parautochtone et du Labradorien au post-Grenvillien (1,71 à 0,960 Ga) dans le domaine Allochtone. Les contextes tectoniques interprétés durant ces périodes géologiques sont soit des environnements d'arc magmatique, soit de rupture de plaque océanique impliquant des phases d'extension crustale.

Les travaux dans cette région ont permis de mettre en évidence diverses périodes métallogéniques associées à une grande diversité de substances d'intérêt économique. Parmi celles-ci, les minéralisations en éléments de terres rares, associées aux dykes de pegmatite granitiques à syénitiques, sont les plus abondantes et caractérisent particulièrement le Grenville moyen (1050 à 1018 Ma). Les minéralisations de Fe-Ti-P sont également significatives et sont principalement reliées aux roches mafiques et ultramafiques de la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean mises en place durant l'Adirondien (1180 à 1080 Ma).

Concepts et modèles innovants pour expliquer l'origine des magmas alcalins mantelliques et implications pour la découverte de nouvelles zones minéralisées

Azam Soltanmohammadi (CGC-Québec)

Les magmas alcalins se caractérisent par de fortes concentrations en métaux alcalins et en éléments de terres rares. Le contenu en métaux de ces magmas, particulièrement en éléments de terres rares et en métaux alcalins, dépend de conditions thermiques particulières et de la composition chimique des sources mantelliques. En Amérique du Nord, la Province de Grenville représente un site important de magmatisme alcalin, associé notamment à un contexte de marges convergentes associées à l'Orogène grenvillien (< 1,1 Ga). Toutefois, l'importance des différents facteurs reliés ou non aux sources mantelliques dans la production du magma à l'échelle de l'orogène demeure nébuleuse. Récemment, une approche intégrée combinant la pétrologie, la géophysique et la modélisation a permis de proposer de nouveaux modèles pour expliquer l'origine des magmas alcalins dans les contextes tectoniques modernes, mettant en évidence le lien entre les processus mantelliques à grande échelle et les zones minéralisées. Nos travaux préliminaires indiquent que ces nouveaux modèles peuvent être appliqués à l'étude des roches alcalines hôtes des domaines métallogéniques du Grenville. Cette nouvelle approche devrait permettre de retracer l'évolution des liquides magmatiques fertiles pour l'exploration des minéraux critiques.

Géologie de la région du lac Coacoachou, Province de Grenville, région de la Côte-Nord, Québec, Canada

Yannick Daoudene (MNRF)

Cette conférence vise à présenter la géologie du socle rocheux de la région comprise entre les rivières Étamamiou et Olomane (bordure nord du feuillet SNRC 12K01, feuillet 12K08 et coin NW du feuillet 12J05). Le secteur expose des roches intrusives intermédiaires à felsiques mises en place ou métamorphisées dans les conditions du faciès supérieur des amphibolites ou de celui des granulites.

Les roches les plus vieilles de la région appartiennent à la Suite intrusive de Kegaska (~1555 à 1530 Ma) composée de granodiorite et de monzogranite porphyroïdes et foliés. Cette unité forme le socle du Complexe de La Romaine (1508 ±14 Ma; Bonnet, 2009) constitué de lentilles kilométriques de paragneiss. Plusieurs de ces lentilles sont aussi éparpillées dans la Suite intrusive de Coacoachou qui regroupe des roches intrusives intermédiaires à felsiques à biotite ± hornblende ou à biotite ± orthopyroxène. Des dykes de gabbronorite, de diorite à hypersthène ou de mangérite de la Suite intrusive de Blacklands coupent les unités précédemment mentionnées. Le tout est coupé par des roches intrusives intermédiaires à felsiques appartenant à différentes unités d'âge mésoprotérozoïque tardif, comme la Suite intrusive de Mantuh (~1090 Ma), ou apparemment néoprotérozoïque, comme les suites intrusives de Wapitagun et de Washicoutai et l'Intrusion de Mukanipan.

La trajectoire de la foliation régionale révèle que la région est affectée par des plis complexes. À l'ouest des lacs à l'Ours et Coacoachou, l'orientation dominante des plans axiaux des plis est approximativement N-S, alors qu'à l'est, elle est plutôt NE-SW. De grandes zones de cisaillement ductiles, d'orientations variées, traversent le secteur.

Géologie de la région du lac Poulin-De-Courval, Province de Grenville, région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, Québec, Canada

Samuel Coulombe (MRNF)

La région du lac Poulin-De Courval (feuillets SNRC 22D16 et 22D09) a fait l'objet d'un levé géologique à l'échelle 1/50 000 au cours de l'été 2024. Le socle cristallin du secteur cartographié, qui fait partie de l'Allochtone de la Province de Grenville, est constitué par le Complexe gneissique de Saguenay (1506 ±13 Ma) et la Suite intrusive de Tadoussac (1502 ±6 Ma). Les roches du Complexe gneissique de Saguenay forment des lambeaux dans le Complexe gneissique de Cap à l'Est, lequel contient également quelques roches de la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean. De nombreuses intrusions s'injectent dans ces unités lithodémiques : la Mangérite de Cap Trinité, la Mangérite de Poulin-de-Courval, l'Anorthosite de Vanel, l'Anorthosite de Mattawa et le Pluton de Jocko. Toutes les roches précitées sont d'âge mésoprotérozoïque et sont coupées par des dykes de pegmatite granitique à syénitique. Elles ont connu plusieurs phases de déformation et sont coupées par des failles et des zones de cisaillement dont la plus importante est la Zone de cisaillement de Saint-Fulgence d'orientation NE-SW. Le métamorphisme régional est au faciès des granulites. Un échantillon de syénite quartzifère à feldspath alcalin a fourni des valeurs indicielles en terres rares légères avec des teneurs atteignant jusqu'à 8431 ppm ETR totaux, 1730 ppm Th et 4193 ppm Zr. Trois valeurs indicielles en Th et une en Nb ont été obtenues à partir d'échantillons de syénogranite et de granite à feldspath alcalin. Un échantillon de nelsonite a livré jusqu'à 37,92 % Fe.

Le minerai de fer de haute pureté : l'effet grenvillien!

Hugue Longuépée (IOS Géosciences)

Le minerai de fer de haute pureté est maintenant inclus parmi les MCS. Le Québec produit près de 40 Mt de concentré de minerai de fer par année, pour une valeur d'environ 6 G$. C'est une fois et demie la valeur de l'or produite en Abitibi! Ce minerai provient de métataconites, soit des équivalents métamorphisés des formations de fer de la Formation de Sokoman de la Fosse du Labrador. Il est caractérisé par un assemblage quartz-spécularite-(magnétite) et par une granulométrie grossière, ce qui permet de le concentrer à des niveaux de pureté élevée et lui confère un avantage pour la production d'acier vert par four à arc. Cette pureté permet de diminuer les coûts de fusion et de produire une fonte ou un acier non allié très pur. Le concentré se vend avec une

prime significative, ce qui compense les coûts de production élevés liés au climat, à l'éloignement et au coût de concentration. Ces formations de fer se trouvent dans le terrane de Gagnon et s'étendent sur plus de 250 km, du Labrador à l'est jusqu'au réservoir Manicouagan à l'ouest. Elles ont été exploitées dans cinq mines actuellement en production ou en redémarrage (Mont Wright, Fire Lake et Lac Bloom au Québec; Carol Lake et Scully au Labrador) et une mine épuisée (Lac Jeannine) et sont reconnues dans de multiples dépôts non développés. Ces gisements d'oxydes de fer sont caractérisés par des répétitions de la stratigraphie liées aux orogènes du Nouveau-Québec et du Grenville.

Caractérisation des carbonatites à Nb-ETR de la zone de Waswanipi-Saguenay, Province de Grenville, Québec, Canada

Hélène Legros (MNRF)

Les carbonatites sont associées à des ressources stratégiques pour le Québec, particulièrement le niobium (Nb) et les éléments de terres rares (ETR). Un potentiel minéral élevé pour ces substances a été identifié dans la partie centrale de la Province de Grenville (Moukhsil et El Bourki, 2023). Plusieurs zones minéralisées de cette zone font actuellement l'objet de travaux d'exploration (p. ex. le gîte Crevier au Lac-Saint-Jean; Groulier *et al.*, 2020) ou d'exploitation (mine Niobec à Saint-Honoré; Néron *et al.*, 2018). Les carbonatites montrent des interactions avec les roches silicatées alcalines adjacentes et présentent généralement des phases tardives riches en fer telles l'hématite ou la pyrite. Cette étude vise à approfondir la compréhension des mécanismes magmatiques et hydrothermaux responsables des minéralisations en Nb et ETR. L'étude se focalise sur la caractérisation de terrain, la pétrographie détaillée et l'analyse géochimique de certaines phases minérales d'intérêt. La minéralisation en Nb (pyrochlore et/ou colombite) est communément associée à de fortes concentrations en phosphore, ce qui a motivé une étude approfondie de la géochimie de l'apatite. Les âges de cristallisation de l'apatite démontrent l'existence de plusieurs épisodes magmatiques et hydrothermaux distincts. Le linéament profond représenté par le corridor de Waswanipi-Saguenay, plus ancien que 1100 Ma, a été réactivé à de multiples reprises à la suite des nombreux événements tectoniques. Ce grand linéament transcrustal a notamment permis la remontée de nombreuses venues de magma carbonatitique et alcalin jusqu'au Néoprotérozoïque tardif (Carbonatite de Saint-Honoré).

SÉANCE 36

RÉSULTATS DU PROGRAMME DE RECHERCHE MRNF-FRQ SUR LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DU SECTEUR MINIER

Cette séance vise à présenter les résultats de cinq des 20 projets de recherche financés en 2021 par le MRNF. Ces projets portent sur la conception des pentes des mines à ciel ouvert, le développement d'un système corporel intelligent d'antenne pour les mines souterraines profondes, la production de graphite de grade batteries Lithium-ion, la valorisation des minéraux critiques et stratégiques (MCS) et la valorisation des résidus miniers. Le programme de recherche a pour objectif d'inciter les chercheuses et les chercheurs œuvrant dans des champs disciplinaires variés à aider l'industrie minière à relever les défis techniques, environnementaux et technologiques posés par le contexte géologique québécois. Il est offert conjointement par le ministère des Ressources naturelles et de Forêts (MRNF) et le Fonds de recherche du Québec (FRQ), secteur Nature et Technologies.

Conception intégrée des pentes minières sur la base de données LiDAR

Martin Grenon (Université Laval)

L'objectif général de ce projet de recherche était de développer une méthodologie globale, pratique et intégrée pour la conception, l'optimisation et l'analyse de la performance des BFA (*bench face angle*) et des IRA (*inter-ramp angle*) dans le contexte de mines à ciel ouvert par l'utilisation des données LiDAR. Ces travaux devraient permettre d'améliorer la sécurité des travailleurs et de maximiser le profit des opérations tout en assurant la formation du personnel hautement qualifié (PHQ) nécessaire à l'industrie.

Système corporel intelligent d'antenne pour les mines souterraines profondes

Mourad Nedil (UQAT)

L'exploitation minière souterraine atteint aujourd'hui des profondeurs sans précédent afin de répondre à la crise mondiale de l'approvisionnement en minéraux du XXIe siècle. Cette évolution expose les mineurs à des conditions environnementales extrêmement hostiles, caractérisées par des températures et une humidité élevée qui compromettent leur santé et leur sécurité. De plus, l'excavation de puits profonds et de longues galeries accroît les risques d'effondrement, d'incendie, d'explosion et de dégradation de la qualité de l'air en raison de la présence d'agents nocifs et toxiques. Dans un tel contexte, les opérations de sauvetage deviennent très risquées sans une détection précise et fiable des paramètres de l'environnement. Le développement de technologies avancées pour améliorer la sécurité, notamment celles liées à la surveillance et à la détection, s'impose donc comme une priorité.

Parmi les approches émergentes, les réseaux corporels sans fil (*Wireless Body Area Networks* — WBAN) suscitent un intérêt croissant. Ces réseaux reposent sur des capteurs et des actuateurs placés sur le corps humain ou à proximité de celui-ci, permettant la collecte et la transmission en temps réel des données vitales et environnementales. Dans un contexte minier, les WBAN peuvent localiser les travailleurs en cas d'urgence et transmettre des informations telles que la fréquence cardiaque, la température ambiante ou les concentrations de gaz toxiques vers un centre de commande en surface. Cependant, ces réseaux génèrent un volume important de données nécessitant des technologies de communication performantes. L'intégration des réseaux 5G représente une solution adaptée aux exigences de fiabilité et de rapidité dans les mines profondes. Ce projet vise ainsi à concevoir une nouvelle génération d'antennes portables et intelligentes optimisées pour les WBAN, afin d'améliorer la sécurité, l'efficacité et la rentabilité des opérations minières.

Production de graphite — Mine 4.0 et géométallurgie : minimisation des risques associés à la production de graphite de grade batterie Lithium-Ion

Jocelyn Bouchard (Université Laval)

Le graphite occupe une place centrale dans le plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques 2020-2025. La fabrication des batteries pour stocker les énergies propres repose en effet sur ce matériau qui entre dans la composition des anodes. C'est dans ce contexte que Nouveau Monde Graphite (NMG) développe le projet minier Matawinie qui devrait bientôt entrer en production.

NMG a pu mettre au point un procédé économiquement viable à partir d'essais de laboratoire et en usine de démonstration. La variabilité géométallurgique entraîne toutefois un risque considérable pour un projet de ce type. L'hétérogénéité des caractéristiques du minerai qui en résulte expose la future usine à des fluctuations de performances, de coûts d'exploitation et de revenus pouvant compromettre sa profitabilité.

Des technologies numériques présentent un potentiel considérable pour traiter ce risque en amont et de manière continue pendant la production. Au nombre de celles-ci, la simulation phénoménologique et le contrôle de procédés forment le noyau autour duquel peut s'articuler une proposition pour concrétiser le volet minéralurgique de la Mine 4.0.

La présentation portera sur certains développements récents réalisés au Centre E4m de l'Université Laval dans le cadre d'une programmation de recherche en partenariat avec NMG. En particulier, elle expliquera le fonctionnement du modèle de simulation du circuit de broyage et du système de contrôle de la taille des particules produites. Les résultats montreront la capacité du simulateur à reproduire le comportement de l'usine et la performance du contrôleur.

Covalorisation des minéraux critiques et stratégiques issus de la filière fer-titane au Québec

Dominique Larivière (Université Laval) et Lucie Coudert (IRME-UQAT)

L'industrie minière contribue à assurer la disponibilité des ressources minérales indispensables au développement de notre société. La filière fer-titane (Fe-Ti), solidement implantée au Québec, permet la production de scorie de titane utilisées comme matière première dans la fabrication du pigment de dioxyde de titane (TiO_2), un composé essentiel dans les industries des peintures, plastiques, papiers et cosmétiques. Cette filière permet également la production d'acier de haute pureté utilisé dans des applications spécialisées. Grâce à des installations industrielles intégrées, le Québec se distingue par une chaîne de valeur complète allant de l'extraction du minerai jusqu'à la production locale de TiO_2 et d'acier, renforçant ainsi sa souveraineté minérale et sa contribution à l'économie circulaire. Or, le traitement et la transformation du minerai d'ilménite/apatite peuvent également produire certains minéraux critiques et stratégiques (MCS) dans différents flux, non valorisés à ce jour. Parmi ces MCS figurent les éléments de terres rares (ETR) et le phosphore présent dans le concentré de fluorapatite ainsi que le titane (Ti) présent dans le résidu de titanate de sodium non commercialisable. Ce projet a pour objectif d'étudier la récupération sélective des éléments à valeur ajoutée présents dans ces concentrés ou sous-produits non commercialisables issus de la filière Fe-Ti au Québec. Ce projet est divisé en deux axes de recherche : (1) la covalorisation du P et des ETR présents dans le concentré d'apatite; et (2) le retraitement du sous-produit de titanate de sodium pour en enlever certaines impuretés. Les résultats montrent que la covalorisation des ETR et du P présents dans le concentré d'apatite par la voie sulfurique ou chlorhydrique représente un défi et nécessite des compromis en matière de récupération et/ou de pureté du coproduit final. Dans le cas du titanate de sodium, la lixiviation en milieu sulfurique s'avère efficace (100 % Th et Ti), mais non sélective, et demande l'utilisation de résines pour sorber sélectivement le Th (40 à 60 %) comparativement au Ti (20 à 40 %).

Accompagner la transition écologique par la valorisation de résidus miniers

Louis-César Pasquier (INRS-ETE)

Cette conférence présentera les résultats obtenus dans le cadre d'un projet de recherche qui visait à développer un procédé vert permettant de valoriser simultanément le CO_2 industriel (provenant notamment de cimenteries) et des résidus miniers riches en silice issus du procédé ECO_2 Magnesia. Ce procédé a pour but la production de carbonates de soude et de composés de silice à valeur ajoutée. Les travaux ont porté sur la caractérisation de la réactivité des matériaux, la détermination des vitesses de réaction, l'étude des équilibres thermodynamiques ainsi que sur l'analyse de la pureté des produits obtenus. Parallèlement, une méthode d'analyse exergétique a été développée afin d'identifier les pertes d'efficacité énergétique dans les procédés industriels et de proposer des pistes d'amélioration pour réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.

Ces travaux s'inscrivaient dans une démarche d'économie circulaire et de développement durable cherchant à transformer les rejets industriels en ressources utiles, à renforcer les pratiques environnementales du secteur minier et à favoriser la formation de deux étudiants (un doctorant et un étudiant à la maîtrise) au sein d'une équipe multidisciplinaire en collaboration avec Sigma Devtech.

RÉSUMÉS DES PHOTOPRÉSENTATIONS

Étude structurale détaillée de la Zone de cisaillement de Saint-Fulgence, Province de Grenville central, Québec 71

Brahim Aajli, Renaud Soucy La Roche (INRS-ETE), Abdelali Moukhsil et Francis Talla Takam (MRNF)

Évaluation du comportement géochimique de la codéposition résidus-dolomite dans l'optique de retarder ou empêcher la génération du drainage minier acide (DMA) 71

Maxime Aimé Agbanandou Kam, Javiera Farìas Viacava, Isabelle Demers (IRME-UQAT) et Carmen Mihaela Neculita (IRME-UQAT)

Sélection optimale des *pushbacks* avec remblayage intégré 72

Parisa Akbari, Nelson Morales Varela et Carlos Ovalle (Polytechnique Montréal)

Signatures dans l'infrarouge à ondes courtes (SWIR) de l'altération hydrothermale pour l'exploration de l'or archéen..... 72

Lidbert Alarcón, Georges Beaudoin, Bertrand Rottier (Université Laval), Tim Baker et Jacques Simoneau (Eldorado Gold)

Évaluation préliminaire du potentiel de stockage souterrain d'hydrogène dans les dômes de sel des Îles-de-la-Madeleine par intégration de jeux de données publics 73

Benjamin Allard-Robitaille, Jasmin Raymond et Félix-Antoine Comeau (INRS-ETE)

Près de 100 millions d'années de formation de pegmatites anatectiques riches en terres rares légères dans la partie centrale de la Province de Grenville : aperçu de la fusion partielle continue de la croûte moyenne durant l'Orogenèse grenvillienne 73

Pedro Alves, Bertrand Rottier, Crystal LaFlamme (Université Laval), Abdelali Moukhsil (MRNF), Joshua Davies et Morgann Perrot (UQAM)

Géologie de la région du lac Holton, sous-provinces d'Opatica et de La Grande, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada..... 74

Daniel Bandyayera, William Chartier-Montreuil et Myriam Côté-Roberge (MRNF)

Géochimie et géochronologie de la semelle métamorphique du complexe du Mont Albert (Gaspésie) : reconstruction de l'histoire des protolites d'une plaque subduite..... 75

Frédérique Baron, Mark Coleman, François Fournier-Roy, Carl Guilmette (Université Laval) et Kyle Larson (UBC-Okanagan)

Nouvelles cartes géologiques de la Formation de Haüy (Groupe d'Opémisca) dans les parties ouest des synclinaux de Chapais et de Waconichi, région de Chapais-Chibougamau, Sous-province de l'Abitibi 75

Guillaume Bats, Pierre-Simon Ross (INRS-ETE) et François Leclerc (MRNF)

Étude de l'acclimatation de semis boréaux en contexte de restauration écologique minière .. 76

Aliane Becherrani, Sébastien Roy, Isabelle Laforest-Lapointe, Jean-Philippe Bellenger et Jérôme Théau (Université de Sherbrooke)

Évaluation des performances de la flottation et de la biolixiviation pour valoriser le Cu et le Zn présents dans des rejets miniers de parcs non restaurés 77

Mahdi Belhechmi, Lucie Coudert, Mehrez Hermasi (UQAT) et Merchichi Amira (Université de Sherbrooke)

Contrôles structuraux et lithologiques, et évolution hydrothermale de la zone 123 du gisement aurifère de Casa Berardi, Abitibi, Canada 77

Louise Benisti, Stéphane De Souza (UQAM), Jean-Luc Pilote (CGC-Québec) et François Robert (FR Geo-consult)

Géologie de la région de la rivière Tuttuquaaluk, Orogène de l'Ungava, Nunavik, Québec, Canada .. 78

Carl Bilodeau, Charles Saint-Laurent, Samuel Coulombe et Marc-Antoine Vanier (MRNF)

Développement d'une méthode de suivi du bilan hydrique des parcs à résidus miniers lors de la fonte par télédétection 78

Nadine Blatter et Vincent Boulanger-Martel (UQAT)

Géochronologie régionale des roches métasédimentaires de l'ouest du Grenville : différences sous-jacentes et contrôles sur la distribution du graphite..... 79

Eleanore Blereau, Bertrand Rottier (Université Laval), Renaud Soucy La Roche (INRS-ETE), Carl Guilmette (Université Laval) et Abdelali Moukhsil (MRNF)

Pétrologie, structure et métamorphisme des occurrences en graphite du sud-ouest de la Province de Grenville : un modèle génétique revisité du secteur de Saint-Aimé-du-Lac-des-Îles, Québec, Canada 79

Adina Bogatu et Mhamed El Bourki (MRNF)

La relation entre les faciès anorthositiques et la minéralisation Ni-Cu dans la marge nord de la Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean (Lac à Paul), Province de Grenville centrale, Québec . 80

Othman Bounour, Sarah Dare, Renée-Luce Simard (UQAC) et Abdelali Moukhsil (MRNF)

Utilisation de l'apatite comme minéral indicateur des pegmatites à ETR dans la Province de Grenville 80

Paul Bouquinet, Sarah Dare, Marie Kieffer (UQAC) et Hélène Legros (MNRF)

Intégration de données de télédétection et d'échantillons de terrain avec l'apprentissage profond pour la cartographie géologique dans le nord-est du Québec 81

Matheus Cardoso Pavon, Erwan Gloaguen et Victor Silva dos Santos (INRS-ETE)

De la réhabilitation minière aux applications industrielles et environnementales : possibilités et défis du Bauxsol™ au Québec et à l'international..... 81

Mouna Cherif, Benoît Plante, Lucie Coudert (UQAT), Maria Prieto-Espinoza (Polytechnique Montréal) et Julie-Élize Guérin (CRDA Rio Tinto)

Géologie de la région du lac Comeau, Sous-province d'Opatica, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada 82

Myriam Côté-Roberge, Daniel Bandyayera et William Chartier-Montreuil (MRNF)

Chemin pression-température-temps-déformation de la faille de charriage de l'Allochtone de la Province de Grenville centrale..... 83

Anamitra Dasgupta, Félix Gervais, Charles Kavanagh-Lepage (Polytechnique Montréal), James L. Crowley (Boise State University) et Abdelali Moukshil (MRNF)

Étude expérimentale en canal sur la ségrégation et la distribution latérale des propriétés physico-rhéologiques des résidus miniers..... 83

Seyed Morteza Davarpanah, Mamert Mbonimpa, Tikou Belem, Alain Donald Dima et Saadou Oumarou Danni (UQAT).....83

Géologie du Quaternaire et géomorphologie du secteur de Stoneham-Tewkesbury, feuillet 21M03..... 84

Pierre Davis, René Therrien et Guillaume Allard (Université Laval)

Géologie de la région du lac Pingasulik, Orogène de l'Ungava, Nunavik, Québec, Canada .. 84

Thomas Debruyne et Myriam Côté-Roberge (MRNF)

Zonation interne et chimie minérale des pegmatites à spodumène de Galinée, Sous-province de La Grande (Province du Supérieur, Québec) : résultats préliminaires..... 85

Romain Delafosse, Benoit Saumur (UQAM), Kim Berlo (Université McGill), Jean-Marc Lulin et Rock Lefrancois (Azimut Exploration)

Variations texturales des coulées komatiitiques du Lac Gayot, ceinture de roches vertes nickélifère de Vénus, Sous-province de La Grande, Nunavik, Québec 85

Alexis Desmarais, Benoit Saumur (UQAM) et Michel Houlé (CGC-Québec)

Performances des procédés de traitement de l'As présent dans des effluents alcalins provenant de la lixiviation alcalino-sulfureuse des concentrés de sulfures de cuivre 86

Rym Doumaz, Lucie Coudert, Jean-François Boulanger et Mehrez Hermassi (UQAT)

Altérations du gîte d'or de type orogénique d'Ormaque : témoins d'une histoire géologique complexe 86

Valentin Drouillot, Bertrand Rottier, Crystal Laflamme, Georges Beaudoin, Maxime Bertauts (Université Laval), Tim Baker, Jacques Simoneau et Pape Mactar-Dieng (Eldorado Gold)

Géologie des dépôts de surface de la région de Senneterre, Abitibi-Témiscamingue, Québec, Canada 87

Hugo Dubé-Loubert, Alex Proulx et Simon Hébert (MRNF)... 87

Synthèse géologique et métallogénique de la région entre Clova et le nord du Lac-Saint-Jean, parties ouest et centrale de la Province de Grenville, Québec, Canada 87

Mhamed El Bourki et Abdelali Moukhsil (MRNF)

Nouvelles découvertes pétrologiques et géochronologiques dans le terrane de Morin, sud de la Province de Grenville..... 88

Lütfi Ersay (INRS-ETE, Université Laval), Renaud Soucy La Roche (INRS-ETE), Bertrand Rottier (Université Laval), Antoine Godet (CGC-Québec) et Kyle Larson (UBC-Okanagan)

Évaluation du comportement hydrogéologique de la codéposition résidus-dolomite..... 89

Javiera Farias Viacava, Maxime Aimé Agbanandou Kam (UQAT), Isabelle Demers et Carmen Mihaela Neculita (UQAT-IRME)

Modélisation phénoménologique d'une cellule de flottation de graphite : mise en équation et calibrage expérimental 89

Farah Fersi, Jocelyn Bouchard et Éric Poulin (Université Laval)

Genèse et mise en place des pegmatites LCT de la ceinture de Frotet-Evans : cas du secteur Sirmac-Clapier, Province du Supérieur, Québec.. 90

Mathieu Geliot, Stéphane De Souza (UQAM-GEOTOP), Michel Jébrak (UQAM), Aurélien Eglinger (Université de Lorraine-Géoressource), Rocío Pedreira Pérez (UQAM-GEOTOP), Vincent van Hinsberg, Kim Berlo (Université McGill-GEOTOP), Joshua Davies et Daniele Pinti (UQAM-GEOTOP)

Combiner géochronologie U-Pb à haute résolution spatiale et haute précision pour préciser la durée et l'étendue du système anatectique Rigolet de la Province de Grenville orientale 90

Félix Gervais (Polytechnique Montréal), James L. Crowley (Boise State University) et Abdelali Moukhsil (MRNF)

Synthèse cartographique et mise à jour de la géochimie des sédiments de surface de l'enclave argileuse du NW québécois et du NE ontarien . 91

Pierre-Marc Godbout (CGC-Central), Etienne Brouard (CGC-Québec), Jean J. Veillette (CGC-Central, UQAT), Louis Robertson (CGC-Central), Martin Roy (GEOTOP-UQAM), Hugo Dubé-Loubert (MNRF) et Cunhai Gao (OGS)

L'impact des espèces végétales pionnières sur la santé et les communautés microbiennes des sols dans la restauration écologique d'un site minier dégradé. 91

Maxime Guglielmetti (Université de Montréal), Isabelle Laforest-Lapointe, Jean-Philippe Bellenger, Sébastien Roy (Université de Sherbrooke) et Pierre-Luc Chagnon (Université de Montréal, Agriculture Canada)

Géologie de la région de la rivière Turgeon, nord-ouest de la Sous-province de l'Abitibi, Québec, Canada 92

Maxym-Karl Hamel-Hébert (MRNF)

Implications métallogéniques et tectoniques des structures lithosphériques transversales dans le sud de la Province du Supérieur..... 92

Lyal Harris (INRS-ETE)

Caractérisation géochimique et minéralogique des stériles actuels et futurs de la mine de graphite du Lac-des-Îles (Québec) en vue de leur valorisation..... 93

Malik Mohamed Hassaid, Isabelle Demers et Marc Legault (UQAT)

Cartographie pétrogéochimique par XRF portative de la marge Sud de la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean et des minéralisations Fe-Ti-V-P associées, Province de Grenville central, Québec . 94

Théo Hassen Ali, Sarah Dare, Renée-Luce Simard (UQAC) et Abdelali Moukhsil (MNRF)

Synthèse de la géologie des dépôts de surface de la ceinture de Cape Smith, Orogène de l'Ungava, Nunavik, Québec, Canada..... 95

Simon Hébert et Alex Proulx (MRNF)

Nouvelles données géophysiques disponibles en 2025 96

Rachid Intissar et Siham Benahmed (MRNF)

Archives de la monazite et du zircon : clés pour comprendre le métamorphisme et la circulation des fluides dans l'Orogène de l'Ungava (Nunavik, Québec) 96

Mehdi Jouhari, Carl Guilmette (Université Laval), Kyle Larson, Isabelle Therriault (UBC-Okanagan) et Marc-Antoine Vanier (MRNF)

Hydrothermalisme et minéralisations associées du Rift est-africain 97

Wisdom K. Kavyavu (GEOTOP-UQAM; Université de Goma, DRC) et Daniele. L. Pinti (GEOTOP-UQAM)

Datation U-Pb des apatites dans les minéralisations en Fe-Ti-P associées aux massifs anorthositiques dans la Province de Grenville : résultats préliminaires..... 97

Marie Kieffer (UQAC), Hélène Legros (MRNF), Sarah Dare (UQAC), Joshua Davies (GEOTOP-UQAM) et Eduardo Mansur (Norges Geologiske Undersøkelse, Norvège)

Contraintes apportées par les inclusions fluides sur l'évolution de la Carbonatite de Saint-Honoré, Québec, Canada 98

Namhoon Kim, Otgon-Erdene Davaasuren (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources), Anne-Aurélie Sappin (CGC-Québec), L. Paul Bédard, Nils Van Weelderen (UQAC), Jung Hun Seo (Seoul National University) et Bum Han Lee (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, University of Science and Technology)

Géologie de la région du lac D'Auteuil, Province de Grenville, région de la Côte-Nord, Québec, Canada 98

Isabelle Lafrance, Yannick Daoudene et Gaëlle St-Louis (MRNF)

Résultats des levés de fond de lac, secteurs des lacs Ayde et Mantouchiche, Eeyou Istchee Baie-James..... 99

Olivier Lamarche (MRNF)

Révision stratigraphique et métallogénique des unités mésoarchéennes de la portion occidentale de la ceinture du Lac des Montagnes au contact des sous-provinces de La Grande et d'Opatica, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada.... 99

Jérôme Lavoie et Anne-Marie Beauchamp (MRNF)

Interactions entre les carbonatites et les roches silicatées du couloir Waswanipi-Saguenay, Province de Grenville, Québec : impact sur les processus de minéralisation en Nb-ETR .. 100

Hélène Legros et Anne-Marie Beauchamp (MRNF)

Exploration des pegmatites à lithium avec le XRFp : l'altération du feldspath potassique doit-elle être prise en compte? 100

Arnaud Lesénéchal, Sarah Dare (UQAC) et Lyndsay Moore (CGC-Central)

Carbonatation minérale passive et accélérée des résidus miniers ultramafiques : cas du projet Dumont Nickel..... 101

Amani Mabrouk, Mamadou Thiam Bachir, Emmanuel Kasadi Cimanga, Mamert Mbonimpa, Tikou Belem et Benoît Plante (UQAT)

Nouvelles données minéralogiques et géochimiques sur des roches alcalines au NW de La Tuque, Province de Grenville..... 101

Brahim Mali (INRS-ETE), Azam Soltanmohammadi (CGC-Québec), Pierre-Simon Ross (INRS-ETE), Abdelali Moukhsil et Mhamed El Bourki (MRNF)

Évaluation géochimique et minéralogique des résidus de la mine Lorraine, vingt-cinq ans après restauration 102

Mohamed Méité, Benoît Plante, Isabelle Demers (IRME-UQAT), Thomas Pabst (Norwegian Geotechnical Institute), Sandra Trépanier et Sophie Turcotte (MRNF)

Îlots végétalisés et restauration minière : impacts sur la dynamique microbienne et le stockage du carbone 102

Najoua Mghazli (IRME-UQAT, Centre de Foresterie des Laurentides), Marie Guittonny (IRME-UQAT) et Christine Martineau (Centre de Foresterie des Laurentides)

Contrôle lithostructural des pegmatites LCT : cas du gisement lithinifère de Whabouchi, Sous-province néoarchéenne de Nemiscau, Eeyou Istchee Baie-James, Québec 103

Hubert Mvondo (MRNF)

Nature et chronologie du magmatisme siluro-dévonien et des minéralisations cuprifères de Gaspésie (Appalaches québécoises) 103

Rémi Naulot, Bertrand Rottier (Université Laval) et Hélène Legros (MRNF)

Enrichissement en éléments de terres rares dans les roches ultramafiques alcalines en contexte post-collisionnel : le cas de l'Intrusion de la Rivière Noire, Province de Grenville, Québec 104

Federico Pingitore, Bertrand Rottier (Université Laval), Abdelali Moukhsil (MNRF), Marc Constantin (Université Laval), Zoltan Zajacz et Alexandra Tsay (Université de Genève)

Chronologie des dépôts sédimentaires ordoviciens du sud du Québec et de l'Ontario : téphrochronologie U-Pb des K-bentonites 104

Héloïse Pinon (UQAM), Claire Musajo (Université McGill), Andrea Boscaini (UQAM), Morgann G. Perrot (Université McGill), Alain Tremblay (UQAM), Galen P. Halverson (Université McGill) et Joshua H.F.L. Davies (UQAM)

Cartographie morphosédimentaire de l'ouest de la Gaspésie : vers une meilleure compréhension des schémas de déglaciation 105

Jack Pleyers, Sydney Meury, Alexis Belko, Guillaume Allard et Patrick Lajeunesse (Université Laval)

Contrastes pétrophysiques des lithologies du réservoir Manicouagan, Province de Grenville, et implications pour l'exploration des éléments de terres rares..... 105

Léopold Poussin, Félix Gervais et Charles Bérubé (Polytechnique Montréal)

Résultats préliminaires sur la géochimie de l'apatite du champ de pegmatite de Galaxy et Whabouchi, Eeyou Istchee Baie-James 106

Marie Quénéa, Stéphane De Souza, Joshua Davies et Rocío Pedeira Pérez (UQAM)

Étude du comportement hydromécanique du remblai en pâte cimenté dans les mines souterraines ... 106

Maryam Rguii (UQAT)

Efficacité et toxicité comparative des xanthates par rapport à l'AERO 407 et à l'AERO 3477 dans le cas d'une désulfuration environnementale ... 107

Saïd Abouba Saïdou, Isabelle Demers et Carmen Mihaela Neculita (UQAT)

Évaluation de l'origine du H_2S dans les eaux souterraines peu profondes dans la région de production d'hydrocarbure de Fox Creek (Alberta) : processus naturels ou influence industrielle?..... 108

Manon Sayag, Geneviève Bordeleau (INRS-ETE), Christine Rivard et Denis Lavoie (CGC-Québec)

Contexte structural et complexité des pegmatites LCT du projet Shaakichiuwaanaan (Eeyou Istchee Baie-James, Québec)..... 108

Neila Meriem Seray, Marc Legault (IRME-UQAT), Darren L. Smith, Patrik Schmidt (Ressources PMET), Lucas Lévesque (Université Lorraine) et Benoît Plante (IRME-UQAT)

Augmentation de 25 % du nombre d'analyses géochimiques dans le SIGÉOM grâce aux compilations..... 109

Fabien Solgadi, Ricardo Escobar Moran, Pascal Levasseur et Mona Baker (MRNF)

Déformation à haute température du grenat dans un quartzite grenvillien 109

Renaud Soucy La Roche (INRS-ETE)

Vectorisation à l'intérieur d'un pluton hyperalumineux pour l'exploration de pegmatites LCT : cas du Batholite de La Motte, Sous-province de l'Abitibi 110

Ansar Souilah, Marc Legault, Rahim Barzegar (IRME-UQAT) et Hubert Mvondo (MRNF)

Considérations géoenvironnementales associées aux stériles du gîte de carbonatite à éléments de terres rares et fluorine d'Ashram 110

Mariama Sow, Marc Legault, Benoît Plante (IRME-UQAT) et Darren Smith (Commerce Resources)

Évaluation comparative des voies sulfurique et chlorhydrique pour covaloriser les éléments de terres rares et le phosphore présents dans un concentré d'apatite 111

Mohammed Ouanis Stambouli, Lucie Coudert (UQAT), Jean-François Boulanger (Université de Sherbrooke) et Nicolas Reynier (CanmetMINES)

Potentiel de séquestration de carbone dans les rejets d'Asbestos Hill et de Mine Raglan 111

Amine Tahiria, Benoît Plante, Lucie Coudert (IRME-UQAT), Sandra Trépanier (MRNF) et Marie-Pier Éthier (Glencore, mine Raglan)

Géologie de la région du lac Poulin-De Courval, Province de Grenville, région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, Québec, Canada 112

Francis Talla Takam, Samuel Coulombe et Abdelali Moukhsil (MRNF) 112

Caractérisation métamorphique et structurale du contact Opatica-La Grande, Eeyou Istchee Baie-James..... 112

Nicolas Talon, Renaud Soucy La Roche (INRS-ETE) et Daniel Bandyayera (MRNF)

Magmatisme fertile et stérile pour le Ni-Cu-Co-EGP dans le Domaine Sud de la ceinture de Cape Smith, Orogène de l'Ungava : quelles sont les différences? 113

Simon Tournier, Crystal LaFlamme (Université Laval), Cristina Accotto (Université Laval; Pontificia Universidad Católica del Perú), Carl Guilmette (Université Laval), Pierre-Simon Ross (INRS-ETE), Marc-Antoine Vanier (MRNF), Guillaume Barré (Université Laval; CGC-Québec) et Pierre Cartigny (Institut de physique du globe, Paris)

Géologie de la région de Salluit, Orogène de l'Ungava, Nunavik, Québec, Canada 113

Marc-Antoine Vanier, Carl Bilodeau, Charles Saint-Laurent et Samuel Coulombe (MRNF)

Caractérisation lithologique, géochimique et isotopique de la Formation de Nuvilic, ceinture de Cape Smith 114

Marianne Wiel, Crystal Laflamme (Université Laval), Cristina Accotto (Université Laval; Pontificia Universidad Católica del Perú), Carl Guilmette (Université Laval) et Marc-Antoine Vanier (MRNF)

Étude structurale détaillée de la Zone de cisaillement de Saint-Fulgence, Province de Grenville central, Québec

Brahim Aajli, Renaud Soucy La Roche (INRS -ETE), Abdelali Moukhsil et Francis Talla Takam (MRNF)

La Zone de cisaillement de Saint-Fulgence, située dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, s'étend sur 400 km de longueur et 8 à 10 km de largeur. Elle a subi plusieurs phases de déformation liées à l'Orogène grenvillien. La zone de cisaillement principale a une direction NE-SW à N-S, un pendage modéré vers le SE à E et montre un mouvement dextre (± inverse). Elle est recoupée par des zones de cisaillement senestres (± inverses) plus rares, de direction N-S à NW-SE et à pendage modéré vers le SW et le NE.

La fabrique mylonitique dans les paragneiss est définie par des minéraux de haute température, tels que le grenat et la sillimanite. Cette dernière se présente communément sous la forme d'amas sigmoïdaux ou en fibres formant des fabriques C-S et C′ bien développées, indiquant un cisaillement dextre. L'extinction en damier du quartz et l'étirement ductile du feldspath liés à cette déformation dextre témoignent de températures de déformation supérieures à 630 °C. D'autres microstructures, telles que la rotation des sous-grains, formées à des températures plus basses (400 à 500 °C), sont associées à un cisaillement senestre le long de plans étroits parallèles aux zones de mylonites dextres et peu visibles sur le terrain. L'analyse préliminaire des fabriques d'orientation préférentielle des axes cristallographiques du quartz confirme le sens du cisaillement dextre, tandis que l'angle d'ouverture de plusieurs fabriques implique une température de déformation supérieure à 650 °C.

L'âge du cisaillement a été évalué par datation U-Pb de zircons provenant d'un amas de leucosome dans une métapélite. Cet amas est asymétrique et allongé parallèlement à la foliation de la roche hôte, ce qui est compatible avec un mouvement de cisaillement dextre. Les microstructures de déformation de haute température (migration des joints de grains, extinction en damier du quartz) se sont développées en bordure du leucosome, indiquant que le cisaillement s'est produit pendant ou peu de temps après la cristallisation de celui-ci, soit 1061 ±7 Ma.

Un échantillon contient des grains de monazite qui sont situés préférentiellement en bordure et dans des ombres de pression riches en biotite autour d'amas sigmoïdaux de sillimanite. Ces monazites ont probablement cristallisé pendant le cisaillement et leur âge (datation *in situ* en cours) devrait permettre de dater directement l'âge du cisaillement.

Évaluation du comportement géochimique de la codéposition résidus-dolomite dans l'optique de retarder ou empêcher la génération du drainage minier acide (DMA)

Maxime Aimé Agbanandou Kam, Javiera Farìas Viacava, Isabelle Demers (IRME-UQAT) et Carmen Mihaela Neculita (IRME-UQAT)

Le projet de mine de graphite du Lac Knife, situé sur la Côte-Nord, produira des résidus riches en pyrrhotite qui seront stockés dans un parc à résidus. À proximité du site se trouve un dépôt de dolomite qui pourrait favoriser une gestion efficace de ces résidus. L'entreprise envisage donc la valorisation de la dolomite selon différents scénarios où les résidus sulfurés seront amendés et/ou déposés en couches successives dans le parc à résidus en vue de retarder ou d'empêcher la génération du drainage minier acide (DMA).

L'objectif principal de l'étude est de comprendre les processus géochimiques impliqués dans la codéposition de résidus miniers riches en pyrrhotite avec la dolomite pour inhiber l'apparition du DMA.

À la suite d'une caractérisation initiale, les matériaux, potentiellement générateurs d'acide selon les essais statiques (rapports PN/PA = 0,3; 0,4 et 0,6) ont été placés dans des colonnes d'essais cinétiques (D =14 cm, h = 60 cm) mélangés ou en couches successives avec la dolomite. Deux colonnes (C3 et C8) ont été amendées avec de la matière organique (MO, sciure de bois) pour tenter de créer des conditions anoxiques/anaérobies. Enfin, les colonnes C1 et C2 (résidus et dolomite seuls) ont aussi été instrumentées avec des capteurs de succion et de teneur en eau. Les colonnes ont été rincées mensuellement avec 2 l d'eau déionisée et les lixiviats collectés après 7 jours de drainage pour des analyses géochimiques.

Les résultats préliminaires montrent des pH neutres, variant de 6,6 pour C1 et C3 (résidus seuls + MO) à 8,21 pour C10 (amendement PN/PA = 0,6). Les concentrations en fer, élevées lors des premiers rinçages pour la plupart des colonnes, évoluent à la baisse malgré quelques fluctuations. Les concentrations en sulfates restent importantes, jusqu'à 1600 mg/l pour C1 et C3, à plus de 3600 mg/l pour C9 (amendement PN/PA = 0,4), et tendent à se maintenir autour de 1800 mg/l pour C1 et C3. Les colonnes C5 et C8 (couches successives) montrent une évolution assez similaire de la concentration en sulfate (1800 à 2600 mg/l). Les espèces intermédiaires de soufre (thiosulfates et tétrathionates, des oxydes métastables dans l'eau) varient entre 0,5 et 3600 mg/l. Les résultats de modélisation géochimique avec V-Minteq prédisent des précipités d'oxydes et hydroxydes de fer, de carbonates et des sulfates hydratés de cuivre.

Les colonnes seront démontées après stabilisation des processus géochimiques, puis les matériaux seront caractérisés afin d'évaluer les taux de réaction et la spéciation du soufre.

Sélection optimale des *pushbacks* avec remblayage intégré

Parisa Akbari, Nelson Morales Varela et Carlos Ovalle (Polytechnique Montréal)

Le développement durable des exploitations minières à ciel ouvert exige un équilibre délicat entre la performance économique et la responsabilité environnementale. Alors que la demande mondiale en ressources minérales continue d'augmenter, les compagnies minières sont confrontées au double défi de maximiser la récupération des ressources tout en minimisant la production de rejets et les perturbations écologiques. Parmi les différentes stratégies de gestion des déchets, le remblayage en fosse offre une solution pratique pour réduire le stockage des stériles en surface, restaurer les formes de terrain perturbées et améliorer la stabilité à long terme des sites miniers.

Cette recherche propose un cadre intégré combinant l'optimisation économique et la gestion des déchets grâce à la planification conjointe des activités d'extraction et de remblayage. L'objectif est d'intégrer les décisions liées au remblayage dès les premières étapes de la conception de la mine et de la séquence des *pushbacks*, afin d'élaborer des plans de production plus durables et rentables. L'étude s'appuie sur un modèle de sélection des *pushbacks* fondé sur l'apprentissage automatique enrichi pour tenir compte des contraintes géotechniques et spatiales associées au remblayage.

En utilisant la base de données publique de la mine d'or McLaughlin, le modèle génère une série de fosses imbriquées directionnelles sur des coupes bidimensionnelles. La performance d'une stratégie combinée *pushbacks*-remblayage est évaluée et comparée à l'approche séquentielle conventionnelle, où les opérations d'extraction et de remblayage sont traitées séparément. Les résultats démontrent que l'approche intégrée permet de raccourcir la durée totale du projet, de réduire le trafic de transport et la consommation de carburant, ainsi que de diminuer les impacts environnementaux, sans compromettre la faisabilité géotechnique ni la capacité de production.

Ce travail met en évidence le rôle des méthodes d'intelligence artificielle et d'optimisation comme outils puissants pour une planification minière durable. Ces approches transforment les algorithmes économiques en systèmes d'aide à la décision complets qui intègrent à la fois la rentabilité et l'impact environnemental. En intégrant le remblayage dans le processus de sélection des *pushbacks*, le cadre proposé fait progresser le concept de mine circulaire, où les vides extraits deviennent des espaces aménagés pour accueillir les matériaux stériles, favorisant ainsi l'efficacité des ressources et une gestion responsable du territoire.

Signatures dans l'infrarouge à ondes courtes (SWIR) de l'altération hydrothermale pour l'exploration de l'or archéen

Lidbert Alarcón, Georges Beaudoin, Bertrand Rottier (Université Laval), Tim Baker et Jacques Simoneau (Eldorado Gold)

La spectroscopie dans l'infrarouge à ondes courtes (SWIR) est utilisée pour l'exploration de plusieurs types de gîtes et constitue un outil efficace pour identifier les minéraux d'altération. Elle est toutefois rarement appliquée aux systèmes d'or de type orogénique. Nous présentons ici les signatures SWIR des zones d'altération proximales et distales associées aux veines de cisaillement du gisement d'or de type orogénique de Triangle (Val-d'Or, Abitibi). Les veines de cisaillement à quartz-tourmaline-carbonate (QTC) sont encaissées dans la diorite de Triangle et les tufs à lapillis et à blocs de la Formation de Val-d'Or. Les spectres SWIR ont été acquis avec un spectromètre TerraSpec-4 et un balayeur hyperspectral sur les carottes de forage, puis traités avec le logiciel *The Spectral Geologist*. Ces données permettent de conclure que la minéralogie et la largeur de l'auréole d'altération hydrothermale liée aux veines QTC varient selon la roche hôte et la profondeur. En dehors de l'auréole d'altération des veines de cisaillement, la diorite de Triangle et le tuf sont dominés par l'assemblage chlorite-épidote-feldspath-quartz-biotite-amphibole. Les données SWIR indiquent une augmentation de la proportion d'amphibole par rapport à la biotite avec l'augmentation de la profondeur. À moins de 800 m de profondeur, dans le tuf, l'altération proximale liée aux veines QTC est caractérisée par l'assemblage paragonite > muscovite avec chlorite magnésienne qui passe à un assemblage dominé par la chlorite ferrugineuse dans les zones distales. Dans la diorite de Triangle, l'altération proximale à phengite > muscovite avec chlorite magnésienne passe à de la chlorite ferrugineuse dans les zones distales. À ≥ 800 m (zones plus profondes), le tuf présente une altération proximale composée de muscovite-phlogopite-biotite et chlorite magnésienne, évoluant vers l'assemblage hornblende > actinote métamorphique dans les zones distales. L'altération proximale de la diorite de Triangle est à muscovite > phengite, chlorite très magnésienne, phlogopite > biotite, passant à actinote > hornblende métamorphique dans les zones distales. En résumé, l'altération proximale liée aux veines de cisaillement est caractérisée par une chlorite Mg-Fe près de la surface, évoluant vers une chlorite Mg en profondeur. L'abondance des micas blancs diminue avec la profondeur, tandis que celle de la biotite augmente.

Évaluation préliminaire du potentiel de stockage souterrain d'hydrogène dans les dômes de sel des Îles-de-la-Madeleine par intégration de jeux de données publics

Benjamin Allard-Robitaille, Jasmin Raymond et Félix-Antoine Comeau (INRS-ETE)

La transition énergétique des communautés isolées repose sur la capacité à substituer progressivement la production provenant des centrales au diesel par des solutions renouvelables fiables et accessibles. Aux Îles-de-la-Madeleine, les dômes de sel formés par diapirisme constituent un environnement géologique particulièrement favorable au stockage souterrain d'hydrogène, une solution prometteuse pour soutenir le déploiement de l'éolien et pallier l'intermittence énergétique. Les îles sont toutefois confrontées à des enjeux liés à la gestion de l'eau souterraine et aux limitations liées au territoire, ce qui exige une analyse minutieuse des sites avant d'entreprendre tout projet d'infrastructure. Afin d'orienter efficacement les efforts de recherche et de développement, cette étude propose un cadre décisionnel préliminaire intégrant des jeux de données publics issus d'organismes géoscientifiques et municipaux.

La méthodologie employée combine la méthode de processus hiérarchique analytique (AHP) et les systèmes d'information géographique (SIG) afin de hiérarchiser les paramètres, réduire l'aspect subjectif et produire des cartes comparatives de potentiel. Les jeux de données sont considérés selon des critères liés à la faisabilité, la protection de l'environnement, l'acceptabilité sociale et la réduction des coûts énergétiques pour la communauté. Ils sont ensuite regroupés en trois grandes catégories : géologiques, pour caractériser et évaluer les dômes de sel; hydrogéologiques, afin de tenir compte de la protection et de la disponibilité de la ressource en eau; et techniques, couvrant l'occupation du territoire et la proximité des infrastructures. Les sources de données mobilisées incluent notamment le SIGÉOM, les travaux du projet d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES), les travaux de la Commission géologique du Canada et les données de la municipalité des Îles-de-la-Madeleine.

L'intégration de ces données dans une grille d'évaluation structurée permet de distinguer objectivement les zones d'exclusion, de pondérer les paramètres pertinents et de valider la robustesse des résultats par analyse de sensibilité. Les résultats mettent en évidence trois secteurs prioritaires aux Îles-de-la-Madeleine qui présentent le plus fort potentiel de développement pour une future étude technico-économique et une caractérisation géologique détaillée. Conçu pour être transparent, reproductible et transférable, ce cadre méthodologique constitue un outil d'évaluation préliminaire pouvant s'appliquer à d'autres projets de stockage énergétique souterrain dans des contextes appuyés par des données publiques.

Près de 100 millions d'années de formation de pegmatites anatectiques riches en terres rares légères dans la partie centrale de la Province de Grenville : aperçu de la fusion partielle continue de la croûte moyenne durant l'Orogenèse grenvillienne

Pedro Alves, Bertrand Rottier, Crystal LaFlamme (Université Laval), Abdelali Moukhsil (MRNF), Joshua Davies et Morgann Perrot (UQAM)

La ceinture Allochtone à moyenne pression de la partie centrale de la Province de Grenville contient de nombreuses pegmatites granitiques riches en terres rares légères (TRL) mises en place dans des roches métamorphiques migmatitisées et de haut grade. Rien n'indique un lien génétique entre ces pegmatites et les intrusions granitiques avoisinantes. Dans les régions de la Mauricie et du Lac-Saint-Jean (Québec), la datation U-Pb sur zircons révèle une période prolongée de formation des pegmatites granitiques s'étendant sur près de 100 Ma (environ 1060 à 970 Ma). En l'absence de lien génétique avec des intrusions, des incertitudes subsistent quant à leur chronologie, leurs sources et leur pétrogenèse, ce qui entrave l'exploration pour ces cibles de TRL. Les isotopes de l'hafnium dans les zircons datés indiquent des sources distinctes pour ces pegmatites, avec des valeurs de εHf(t) comprises entre -13,1 et +1,8, suggérant qu'elles se sont formées par différenciation de magmas produits par fusion partielle de roches de la croûte moyenne issues des ceintures Allochtone et/ou Parautochtone, ce qui appuie une origine anatectique. Les signatures en εHf(t) des pegmatites sont corrélées à leur distance de la Zone de charriage de l'Allochtone (ABT), avec des valeurs généralement plus négatives (-5,9 à -13,1) identifiées à proximité de l'ABT, ce qui traduit une contribution croissante des roches de la ceinture Parautochtone. Malgré leurs signatures isotopiques distinctes, ces pegmatites partagent une chimie similaire, suggérant que la diversité des sources a eu un effet limité sur leur composition finale. Dans les secteurs où les dykes pegmatitiques ont été datés, des datations U-Pb ont été réalisées sur (1) des zircons métamorphiques provenant des roches mafiques hôtes; et (2) des zircons ignés issus de leucosomes *in situ*. Les zircons des roches hôtes donnent des âges d'environ 1120 Ma, 1080 Ma et 1065 Ma, tandis que les zircons des leucosomes livrent des âges d'environ 1100 Ma, 1055 Ma et 1025 Ma. En comparaison avec les âges des pegmatites, ces données indiquent que certaines pegmatites se sont formées peu après le pic métamorphique, et sont probablement issues de roches migmatitisées proximales, tandis que d'autres se sont mises en place près de 100 millions d'années plus tard à la suite de la fusion partielle de roches crustales plus profondes. Cela implique une fusion partielle des roches de la partie centrale de la Province de Grenville à différents niveaux crustaux pendant plus de 100 millions d'années, menant à la formation continue de dykes pegmatitiques anatectiques riches en TRL.

Géologie de la région du lac Holton, sous-provinces d'Opatica et de La Grande, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada

Daniel Bandyayera, William Chartier-Montreuil et Myriam Côté-Roberge (MRNF)

Le levé géologique de la région du lac Holton (feuillets SNRC 32P10, 32P15 et 32P16), effectué durant l'été 2025, couvre un secteur situé à ~220 km au nord de Chibougamau. Le nord de la région est constitué de masses plutoniques et gneissiques mésoarchéennes plus ou moins migmatitisées du Complexe intrusif de Maingault, sur lesquelles se sont déposées des roches volcano-sédimentaires de la Formation de Mistamiquechamic. Toutes ces unités sont injectées d'intrusions kilométriques de la Suite mafique-ultramafique de Chamic.

L'ouest et le sud-ouest de la région sont occupés par une séquence volcano-sédimentaire qui représente l'extrémité orientale de la ceinture du Lac des Montagnes, reposant en contact structural sur les roches plutoniques et gneissiques du Complexe de la Hutte. Cet empilement est formé des roches volcaniques du Groupe de Tichégami surmontées de l'ensemble métasédimentaire de la Formation de Voirdye. Le tout est coupé par des injections de pegmatite blanche de la Suite de Senay. Des intrusions de la Suite mafique-ultramafique de Nasacauso sont également injectées dans ces séquences.

Le SW de la région est recouvert par les roches silicoclastiques paléoprotérozoïques de la Formation de Papaskwasati (Groupe de Mistassini) qui reposent en discordance sur le Complexe de la Hutte et le Groupe de Tichégami, masquant le contact entre le La Grande et l'Opatica. La partie centrale de la région expose le Complexe de Mantouchiche (gneiss tonalitique localement granitique, gneiss dioritique, granite folié avec enclaves de gneiss tonalitique ou de paragneiss).

La partie orientale est constituée par les roches silicoclastiques paléoprotérozoïques du Bassin d'Otish qui reposent en discordance sur la ceinture de roches vertes d'Hippocampe, orientée E-W, qui s'étend sur 45 km de longueur et 1,5 à 6 km de largeur. Les roches du Groupe d'Hippocampe (basalte, volcanoclastites felsiques à intermédiaires, roches métasédimentaires, formations de fer) présentent des structures primaires bien préservées permettant de déterminer les polarités stratigraphiques.

L'ensemble des roches de la région, à l'exception des roches intrusives tardives et des roches sédimentaires protérozoïques, présente une déformation diffuse caractérisée par une foliation pénétrative E-W. Seul le dôme central représenté par le Complexe de Mantouchiche se distingue par une fabrique régionale NE-SW à fort pendage vers le NW.

La région du lac Holton présente plusieurs contextes métallogéniques :

- minéralisation de sulfures massifs à Cu-Zn-Au-Ag associée aux roches volcaniques des groupes de Tichégami et d'Hippocampe;
- veines de quartz-sulfures synvolcaniques à Cu-Au-Ag associées aux roches volcaniques des groupes de Tichégami et d'Hippocampe;
- minéralisation magmatique de Ni-Cu (± Co ± EGP) associée aux roches intrusives des suites mafiques-ultramafiques de Nasacauso et de Chamic;
- minéralisation de Li-Cs-Ta associée aux pegmatites granitiques de la Suite de Senay.

Géochimie et géochronologie de la semelle métamorphique du complexe du Mont Albert (Gaspésie) : reconstruction de l'histoire des protolites d'une plaque subduite

Frédérique Baron, Mark Coleman, François Fournier-Roy, Carl Guilmette (Université Laval) et Kyle Larson (UBC-Okanagan)

Le complexe ultramafique du Mont Albert (Gaspésie, Québec) est une ophiolite incomplète, consistant en une section mantellique dépourvue de partie crustale. Ce fragment de l'océan Iapétus aurait été obduite durant l'Ordovicien sur les roches volcano-sédimentaires du Groupe de Shickshock représentant la marge continentale riftée de Laurentia. Structuralement sous les roches mantelliques, on trouve un feuillet de roches métamorphiques de composition mafique interprété comme une semelle métamorphique. De telles semelles représentent des vestiges de la croûte océanique d'une plaque subduite métamorphisés et accrétés sous forme de feuillets sous le manteau lithosphérique de la plaque chevauchante. Leur âge et leur position structurale directement sous les roches mantelliques des nappes ophiolitiques indiquent qu'elles représentent les premières roches transférées de la plaque inférieure à la plaque supérieure, possiblement lors du début de la subduction, un processus encore mal compris. Dans cette contribution, nous présentons une caractérisation géochimique et géochronologique de la semelle métamorphique du mont Albert afin de mieux définir l'histoire magmatique et sédimentaire des protolites. Ces nouvelles données aideront à reconstruire l'architecture de la marge périlaurentienne, aujourd'hui subduite, et ainsi mieux comprendre le contexte tectonique dans lequel a commencé la subduction associée à la fermeture de l'océan Iapétus.

La semelle métamorphique du mont Albert est constituée de métabasites intercalées avec des bancs métriques de roches métasédimentaires. Le tout présente un gradient métamorphique inverse, allant du faciès des granulites au contact sommital avec les roches mantelliques jusqu'au faciès des schistes verts à la base. La portion sommitale de la semelle présente une signature en éléments en traces similaire à celle des basaltes normaux de dorsale médio-océanique (N-MORB), tandis que la partie basale montre une signature similaire à celle des basaltes du Groupe de Shickshock sous-jacent. Les âges U-Pb des zircons détritiques de huit échantillons de roches métasédimentaires des portions sommitale et basale de la semelle s'échelonnant de l'Archéen à l'Ordovicien et sont similaires à ceux d'un échantillon du Groupe de Shickshock. Tous les échantillons présentent un pic marqué à ~1000 Ma, attribué à une source dérivée de la Province du Grenville. Trois échantillons issus de la portion sommitale de la semelle montrent les âges les plus jeunes (~460 Ma), interprétés comme résultant de la croissance de zircons métamorphiques, qui sont proches des âges de refroidissement Ar-Ar (465 à 456 Ma) associés à l'obduction. Ces données appuient un modèle dans lequel une zone de subduction plongeant vers l'océan se serait formée à proximité de la marge laurentienne et que le continent Laurentia aurait été partiellement entraîné dans la zone de subduction.

Nouvelles cartes géologiques de la Formation de Haüy (Groupe d'Opémisca) dans les parties ouest des synclinaux de Chapais et de Waconichi, région de Chapais-Chibougamau, Sous-province de l'Abitibi

Guillaume Bats, Pierre-Simon Ross (INRS-ETE) et François Leclerc (MRNF)

La stratigraphie archéenne de la région de Chapais-Chibougamau, au nord-est de la Sous-Province de l'Abitibi, est divisée entre des formations volcaniques anciennes (Chrissie et des Vents), le Groupe de Roy (> 2735 à 2716 Ma) et le Groupe d'Opémisca (< 2707 à <2692 Ma). Ce projet de doctorat vise à étudier le volcanisme dans le Groupe d'Opémisca. Lors de l'été 2024, nous y avons cartographié la Formation de Haüy dans les parties ouest des synclinaux de Chapais et de Waconichi. Nous proposons ainsi une nouvelle nomenclature stratigraphique pour la Formation de Haüy (nAhy) basée sur la lithologie et la géochimie (éléments majeurs et en traces).

Nous discernons huit unités :

- nAhy1 : conglomérats;
- nAhy2 : roches sédimentaires dominées par les grès;
- nAhy3 : roches sédimentaires à grain fin;
- nAhy4 : roches sédimentaires indifférenciées;
- nAhy5 : basaltes et andésites basaltiques porphyriques;
- nAhy6 : roches volcaniques ou intrusives de composition trachyandésite basaltique et à texture trachytique à feldspath;
- nAhy7 : trachyandésite basaltique à trachyandésite aphyrique à légèrement porphyrique à feldspath;
- nAhy8 : roches volcaniques indifférenciées.

La plupart des huit unités précitées sont divisées en plusieurs sous-unités en fonction de la nature des fragments, des textures primaires, etc. Les résultats géochimiques suggèrent que l'unité nAhy5 est d'affinité subalcaline à alcaline et que les unités nAhy6 et nAhy7 sont d'affinité subalcaline (calco-alcaline fortement potassique) à alcaline (shoshonitique).

Dans la partie ouest du Synclinal de Waconichi, la sédimentation du bassin d'âge Opémisca débute vers < 2707 Ma avec les turbidites du sommet du Chebistuan qui signalent une bonne profondeur d'eau. Ces roches sédimentaires sont envahies par des filon-couches (nAhy6) associés à la Formation d'Haüy. Suivent une série d'unités volcano-sédimentaires intercalées, dont certaines pourraient s'être déposées en eau peu profonde (laves coussinées vésiculaires avec lentilles de grès dans nAhy5 et nAhy6).

Sur le flanc nord de la partie ouest du Synclinal de Chapais, le Groupe d'Opémisca commence avec les turbidites de la Formation de Daubrée. La base du Haüy est constituée vers l'ouest, de coulées massives de l'unité nAhy5 qui s'interdigitent

vers l'est avec les roches du nAhy1. Au-dessus de l'unité nAhy5, des coulées massives et lobaires de l'unité nAhy6 se déposent et laissent progressivement place aux unités sédimentaires. En contact concordant, l'unité nAhy5 se dépose sur les unités sédimentaires et est suivie, jusqu'au cœur du synclinal, par des coulées massives et localement à brèches basales et sommitales appartenant à nAhy7. Plusieurs niveaux ou lentilles de sous-unités de nAhy1 à nAhy4 et de nAhy7 sont intercalés dans cette séquence.

Étude de l'acclimatation de semis boréaux en contexte de restauration écologique minière

Aliane Becherrani, Sébastien Roy, Isabelle Laforest-Lapointe, Jean-Philippe Bellenger et Jérôme Théau (Université de Sherbrooke)

Depuis plusieurs années, la réglementation oblige les minières à procéder à une restauration écologique de leur site à la fin de leurs activités. Dans le Nord-du-Québec, sur le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James, le site Whabouchi, propriété de Nemaska Lithium, referme un important gisement de lithium de haute pureté. L'entreprise a pour objectif de réaliser une restauration écologique progressive de la halde de codisposition qui sera principalement composée de résidus miniers et d'amphibolite.

Nous avons étudié cinq espèces d'arbres et d'arbustes indigènes à ce territoire (le bouleau blanc, le peuplier baumier, le pin gris, le thé du Labrador et le myrique baumier) pour évaluer leur potentiel pour la revégétalisation de la future halde dans un scénario où il n'y aurait aucun amendement organique. Nous avons employé à cette fin des semis commerciaux provenant d'une pépinière du Lac-Saint-Jean. Nous évaluerons ainsi si une pré-acclimatation à l'environnement de la mine Whabouchi (située plus au nord) pouvait améliorer leur adaptation aux stress abiotiques et favoriser leur survie et leur croissance sur ces substrats perméables et très pauvres en nutriments. De manière à pré-acclimater les semis, nous les avons plantés sur le site en juin 2021, dans le sol naturel (composé de till glaciaire), sur lequel différents traitements de surface ont été réalisés, tels que l'ajout de tourbe, de mousses et/ou de matériel concassé représentatif de la composition minérale de la future halde. L'année suivante, en juin 2022, les semis ont été transplantés vers une halde expérimentale pour étudier leur taux de survie et leur croissance.

Après deux saisons de croissance sur la halde, les résultats montrent que certaines espèces végétales, telles que le myrique baumier, s'adaptent très bien aux stress abiotiques auxquels elles font face et que certains prétraitements sont bénéfiques pour leur établissement comparativement à des semis de la même espèce n'ayant subi aucune pré-acclimatation (semis de contrôle). Les connaissances que nous sommes en train d'acquérir seront utiles à plusieurs niveaux dans le cadre de la restauration écologique. Ainsi, il sera possible d'élargir la diversité des espèces végétales indigènes employées dans les efforts de restauration. Nous constatons également qu'il est possible d'améliorer le succès de survie et de croissance de ces espèces, même dans un contexte aussi stressant, en employant des méthodes de manipulation/acclimatation adaptées.

Évaluation des performances de la flottation et de la biolixiviation pour valoriser le Cu et le Zn présents dans des rejets miniers de parcs non restaurés

Mahdi Belhechmi, Lucie Coudert, Mehrez Hermasi (UQAT) et Merchichi Amira (Université de Sherbrooke)

La gestion des résidus miniers représente un défi important, combinant des enjeux environnementaux liés au potentiel de génération de drainage minier et des occasions économiques associées à la récupération de métaux de valeur. Cette étude se concentre sur l'évaluation du potentiel de récupération du Cu et du Zn présents dans ces résidus, tout en proposant une solution intégrée pour diminuer les risques environnementaux associés à leur entreposage à long terme. Ce projet explore les performances de deux voies de retraitement des résidus miniers âgés, à savoir : (1) une solubilisation directe des éléments d'intérêt directement des résidus par biolixiviation sans prétraitement; et (2) une préconcentration des minéraux sulfurés par flottation ou séparation gravimétrique suivie de la biolixiviation. Une comparaison des performances des deux approches, incluant l'efficacité de la solubilisation, les défis liés à la récupération sélective du Cu et du Zn solubilisés et les coûts préliminaires des différentes étapes, sera également réalisée pour identifier la voie de retraitement la plus adaptée aux sites à l'étude.

Une caractérisation physico-chimique et minéralogique des rejets miniers collectés sur un site minier non restauré a été effectuée. Des essais expérimentaux préliminaires ont été menés en utilisant des bactéries mésophiles (c.-à-d., cultures commerciales d'*Acidithiobacillus ferrooxidans* et *A. thiooxidans* par rapport aux bactéries indigènes) dans des conditions rigoureusement contrôlées, avec un pH maintenu à 1,8, une agitation de 150 rpm et une température de 30 °C. En parallèle, des essais de flottation ont été réalisés en présence de KAX (collecteur), de CuSO4 (activant) et de MIBC (moussant) à différents pH (naturel, 5 et 8) pour évaluer le potentiel de préconcentration de minéraux sulfurés porteurs de Cu et de Zn.

Les résultats de caractérisation montrent que les rejets sont fins (d80 = 177 µm) et contiennent des teneurs prometteuses en Cu (1,3 %) et en Zn (2,5 %) ainsi que des concentrations élevées en S (18 %) et en Fe (22 %). Les principaux minéraux identifiés sont la pyrite, la pyrrhotite, la chalcopyrite, la sphalérite et le quartz. Les résultats de biolixiviation directe montrent que près de 41 % du Cu et 71 % du Zn ont été solubilisés après 30 jours en présence de *A. ferrooxidans* et de bactéries indigènes pour les essais réalisés avec une densité de pulpe de 10 %. L'augmentation de la densité de pulpe à 15 % entraîne une diminution de l'efficacité de solubilisation des éléments d'intérêt, ce qui peut être expliqué par un stress occasionné à la biomasse microbienne par la proportion trop importante de solides et les forces de friction. Des travaux complémentaires sont en cours pour évaluer les performances d'une approche intégrée, combinant flottation et biolixiviation.

Contrôles structuraux et lithologiques, et évolution hydrothermale de la zone 123 du gisement aurifère de Casa Berardi, Abitibi, Canada

Louise Benisti, Stéphane De Souza (UQAM), Jean-Luc Pilote (CGC-Québec) et François Robert (FR Geo-consult)

Le gisement aurifère de Casa Berardi, situé dans la partie nord de la ceinture de roches vertes de l'Abitibi, est un système de veines de quartz-carbonate encaissé dans des roches volcaniques mafiques à intermédiaires et dans des roches sédimentaires du Groupe de Taibi (≤ 2696 Ma). La mine a produit 3,58 Moz d'or depuis 1988 et possède actuellement des ressources et des réserves totalisant 2,66 Moz à des teneurs comprises entre 2,79 et 6,01 g/t Au. L'une des principales zones minéralisées, la zone 123, est contenue dans des sulfures massifs. Les teneurs aurifères dans les lentilles de sulfures soulèvent des questions concernant l'origine des lentilles et la chronologie de l'introduction de l'or dans la zone. Cette étude vise à déterminer la nature, la géométrie, l'origine et l'évolution de la zone 123. Une cartographie souterraine détaillée et une étude géochronologique U-Pb des unités clés ont été réalisées afin d'améliorer notre compréhension des relations stratigraphiques et structurales.

La zone 123 est encaissée dans une séquence comprenant, du nord au sud, des roches volcaniques mafiques à intermédiaires altérées en carbonates de Mg-Fe, avec des bandes de cherts rubanés à massifs et d'argilites noires pyriteuses interprétées comme des niveaux sédimentaires intercoulés, surmontées de manière discordante par des roches sédimentaires clastiques turbiditiques comprenant des wackes, des siltstones et des conglomérats du Groupe de Taibi. Les sulfures massifs (pyrite > pyrrhotite) sont associés aux niveaux intercoulés et se présentent sous la forme de bandes et de lentilles massives définissant localement la stratification. Ils contiennent également des fragments de roches sédimentaires altérées en quartz-pyrite. Les zones riches en sulfures sont minéralisées lorsqu'elles sont recoupées par des veines aurifères de quartz-carbonate-pyrite-arsénopyrite. Elles sont généralement stériles en l'absence de veines.

Un dyke à phénocristaux de quartz traversant la séquence sédimentaire est coupé par les veines de quartz-carbonate de la phase principale de minéralisation aurifère a donné un âge de cristallisation sur zircons de 2687,7 ±1,9 Ma. Nos conclusions préliminaires suggèrent que la phase principale de minéralisation aurifère est survenue après ~2688 Ma et que les sulfures massifs, ainsi que les niveaux intercoulés représentent des unités favorables à la concentration de la déformation et au développement des veines au sein d'unités stratigraphiques hétérogènes à proximité de la discordance entre les roches volcaniques et le Groupe de Taibi.

Géologie de la région de la rivière Tuttuquaaluk, Orogène de l'Ungava, Nunavik, Québec, Canada

Carl Bilodeau, Charles Saint-Laurent, Samuel Coulombe et Marc-Antoine Vanier (MRNF)

Le nouveau levé géologique de la région de la rivière Tuttuquaaluk, réalisé à l'été 2025, est localisé à environ 80 km à l'ouest de la baie Déception. Il s'agit du prolongement vers l'est des campagnes de cartographie effectuées dans la région de Nuvujjuaq (Vanier et Bilodeau, 2024). Les travaux ont été réalisés à l'échelle 1/85 000 et concernent les feuillets SNRC 35I06, 35I04, 35I03, 35G16 35H13 et 35H14. Ce levé a permis de produire 536 nouvelles descriptions d'affleurement, 292 analyses géochimiques et des déterminations géochronologiques U-Pb pour 6 échantillons.

La région cartographiée appartient à la Province de Churchill, plus précisément à l'Orogène de l'Ungava. Toutes les unités lithodémiques appartiennent au Domaine lithotectonique de Kovik, dominé par les tonalites et granodiorites du Complexe de Déception (Adec) à structure foliée, rubanée ou gneissique. Au sud de cette unité, les roches localisées à proximité du contact avec les roches supracrustales paléoprotérozoïques du Domaine nord se distinguent par de nombreuses zones de cisaillement et la présence atypique de muscovite issue de l'altération. La portion nord du secteur cartographié expose les unités de la Suite de Niuqurnaq (ApPnia), formée de roches plutoniques à orthopyroxène de composition mafique à felsique. On observe également à l'intérieur du Complexe de Déception des bandes de roches métasédimentaires localement migmatitisées assignées à la Suite métamorphique d'Arqutialuk (Aarq) et des intrusions diverses, notamment les roches granitiques de la Suite de Poly (Aply).

La carte géologique préliminaire s'appuie uniquement sur les observations de terrain. Les résultats à venir de géochronologie et le traitement des analyses lithogéochimiques permettront de revoir l'architecture complexe de l'Orogène de l'Ungava, résultat d'une évolution polyphasée s'étendant sur près d'un milliard d'années.

Développement d'une méthode de suivi du bilan hydrique des parcs à résidus miniers lors de la fonte par télédétection

Nadine Blatter et Vincent Boulanger-Martel (UQAT)

Les parcs à résidus miniers ont une empreinte physique importante et peuvent accumuler une importante quantité de neige durant l'hiver. Par conséquent, au printemps, la fonte de la neige entraîne une quantité importante d'eau à gérer durant quelques semaines seulement. À ce moment de l'année, les eaux de fonte sollicitent fortement les infrastructures de stockage des rejets miniers, de gestion de l'eau de surface et de traitement des eaux minières. Afin de faciliter la gestion de l'eau sur les sites miniers, il est important de développer des outils de suivi du bilan hydrique. Ces outils visent à fournir aux exploitants et propriétaires des sites miniers les informations nécessaires pour une gestion efficace de l'eau. L'objectif principal de ce projet est de mettre au point une méthode de télédétection adéquate et précise pour suivre le bilan hydrique des parcs à résidus miniers durant la fonte. Plus spécifiquement, ce projet a pour but d'évaluer la capacité et la précision des approches de photogrammétrie par drone et LiDAR pour prédire l'évolution de l'épaisseur de la neige, de produire un modèle estimant le contenu en eau à partir des données de télédétection et de déterminer les volumes d'eau contenus dans la neige des parcs à résidus à partir du contenu d'eau estimé. Pour ce faire, les modèles d'élévations (DEM) obtenues au moyen des reconstructions photogrammétriques et LiDAR ont été comparés à des points de contrôle au sol obtenus selon les techniques d'arpentage conventionnelles. Les reconstructions de la méthode la plus performante ont ensuite été comparées aux épaisseurs de neige calculées en soustrayant l'élévation du site sans neige aux reconstructions avec présence de neige. Enfin, des mesures *in situ* de masse volumique et d'épaisseur de neige ont permis de générer un modèle non linéaire pour estimer le contenu d'eau de la neige avec une erreur de 3 à 5 cm. Ce modèle permet de décrire l'évolution du contenu en eau de la neige au printemps et d'estimer un volume d'eau relâché lors de la fonte. La méthodologie développée sera de nouveau appliquée sur un parc à résidus minier à l'hiver 2026 afin de valider et d'améliorer les modèles générés à partir des données de l'hiver 2025.

Géochronologie régionale des roches métasédimentaires de l'ouest du Grenville : différences sous-jacentes et contrôles sur la distribution du graphite

Eleanore Blereau, Bertrand Rottier (Université Laval), Renaud Soucy La Roche (INRS-ETE), Carl Guilmette (Université Laval) et Abdelali Moukhsil (MRNF)

La Province de Grenville représente une vaste ceinture orogénique, principalement exposée dans le sud de l'Ontario et du Québec, au sein de laquelle plusieurs évènements métamorphiques ont été identifiés. Les différents terranes allochtones ont enregistré un ou plusieurs évènements métamorphiques, dont les phases Shawinigienne (1190 à 1140 Ma), Ottavienne (1090 à 1020 Ma) et Rigolet (1005 à 980 Ma). Les roches supracrustales de la partie ouest de de l'Allochtone grenvillien (de Gatineau au Lac-Saint-Jean) ont été subdivisées en plusieurs séquences métasédimentaires distinctes réparties dans les terranes de Mont-Laurier et de Morin, ainsi qu'au sein de la ceinture Allochtone de moyenne et basse pression (ceinture M-P). Ces séquences métasédimentaires, métamorphisées au faciès supérieur des amphibolites jusqu'à celui des granulites, abritent des indices de graphite de quantité et de qualité variables, dont plusieurs gisements exploités ou en développement. Cependant, on ignore actuellement ce qui contrôle la distribution des minéralisations de graphite dans la région, ce qui limite notre capacité à définir de nouvelles cibles.

La formation de graphite nécessite des sédiments riches en carbone qui peuvent se présenter dans divers contextes sédimentaires. Dans le Grenville occidental, il est difficile d'évaluer le nombre de bassins sédimentaires fertiles pour le graphite. De plus. il est difficile de juger de l'uniformité ou de la variabilité des sources sédimentaires au sein de ces basins.

Dans cette étude, des analyses U-Pb et de terres rares par LA-ICP-MS ont été réalisées sur des zircons détritiques (n= 3599) provenant de 28 échantillons de quartzites et de métawackes prélevés le long d'un transect presque complet traversant les trois domaines (Mont-Laurier, Morin, ceinture M-P). Les résultats montrent que la plupart des échantillons de ces trois domaines présentent des âges de déposition maximaux relativement similaires (~1200 à 1300 Ma), à quelques exceptions près. Cependant, les spectres d'âges indiquent des différences dans les sources des sédiments par rapport à la localisation spatiotemporelle des dépôts. En particulier, l'abondance de zircons archéens est plus importante dans les échantillons provenant des terranes de Mont-Laurier et de Morin par rapport à ceux de la ceinture M-P. Il est intéressant de noter que les terranes de Mont-Laurier et de Morin semblent plus fertiles en minéralisations de graphite que la ceinture M-P, ce qui suggère que la source des sédiments ou le contexte géodynamique de ces bassins influencent directement leur fertilité en graphite. De plus, cette étude souligne la nécessité de mener des études géochronologiques contextualisées à haute résolution dans les autres secteurs du Grenville.

Pétrologie, structure et métamorphisme des occurrences en graphite du sud-ouest de la Province de Grenville : un modèle génétique revisité du secteur de Saint-Aimé-du-Lac-des-Îles, Québec, Canada

Adina Bogatu et Mhamed El Bourki (MRNF)

Le graphite est un minéral industriel largement utilisé, notamment dans l'industrie de l'acier, le secteur automobile (joints, garnitures de freins, matériaux d'embrayage), les moteurs électriques (balais en carbone), les batteries, les batteries redox au vanadium, les lubrifiants, les crayons, les piles à combustible, divers composants d'équipements liés à la production d'énergie nucléaire et solaire ou la fabrication d'articles de sport (clubs de golf, bâtons de hockey, guidons de vélo). Plus récemment, le graphite a trouvé de nouvelles applications dans la fabrication des batteries au lithium-ion, ainsi que du graphène, un semi-métal qui constitue le matériau le plus fin connu dans l'univers et le plus résistant jamais mesuré.

La diversité des usages du graphite souligne l'importance de comprendre les modèles génétiques de mise en place de la minéralisation, ainsi que d'identifier des vecteurs permettant de hiérarchiser les cibles d'exploration pour cette substance.

Deux modèles génétiques permettent d'expliquer la formation des gîtes de graphite, soit par : (1) des processus métamorphiques de la matière carbonée (graphitisation); ou (2) la précipitation à partir de fluides hydrothermaux carboniques et/ou de magmas. Dans ces gîtes, le carbone peut provenir : (1) de la matière organique; (2) de la dévolatilisation des carbonates; et/ou (3) d'une source mantellique. L'objectif de ce projet est de revoir les modèles génétiques de formation des minéralisations de graphite de la Ceinture métasédimentaire centrale de la Province de Grenville.

La relation entre les faciès anorthositiques et la minéralisation Ni-Cu dans la marge nord de la Suite anorthositique du Lac-Saint-Jean (Lac à Paul), Province de Grenville centrale, Québec

Othman Bounour, Sarah Dare, Renée-Luce Simard (UQAC) et Abdelali Moukhsil (MRNF)

Les massifs anorthositiques protérozoïques de la Province de Grenville, comme la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean (SALSJ; 1160 à 1135 Ma), sont les hôtes de diverses minéralisations de métaux critiques et stratégiques (Ni-Cu-Co, Fe-Ti-V-P). Cependant, les relations entre les différents faciès anorthositiques demeurent mal comprises. Par exemple, avant la découverte du gisement de Ni de Voisey's Bay, on jugeait que ces massifs ne contenaient que des indices de Ni sous-économiques (<1 % Ni_{100}) et qu'ils étaient peu prospectifs en raison de leur mise en place dans une croûte épaisse, à partir de magmas évolués.

Cette étude vise à mieux comprendre la formation des indices de Ni-Cu dans la marge nord de la SALSJ (région du Lac à Paul) et leur lien avec les roches hôtes. La cartographie et les observations des forages des indices de Ni-Cu (MHY Nord, MHY Ap, Discovery, Nourricier, Léo-Charl, Manouane et Paul) montrent que la SALSJ dans ce secteur est formée principalement de (leuco)norite et de (leuco) gabbronorite, avec moins de (leuco)troctolite, d'anorthosite et d'orthopyroxénite. Les roches de secteur contiennent 1 à 25 % d'oxydes de fer et 1 à 30 % d'apatite, indiquant une cristallisation à partir d'un magma fractionné, ce qui est confirmé par la composition évoluée du plagioclase (An_{38-52}; XRFp), de l'orthopyroxène (No Mg 43 à 62) et de l'olivine (Fo_{38-65}). La bonne corrélation entre No Mg et les éléments en traces (p. ex. Ni, Mn) reflète le phénomène de cristallisation fractionnée. La relation Al_2O_3-No Mg de l'orthopyroxène suggère une cristallisation à partir de 6,5 kbar (15 km).

À l'exception de Léo-Charl, associé à un dyke d'orthopyroxénite, la minéralisation de Ni-Cu est encaissée dans la (leuco) norite et la (leuco)gabbronorite. Elle forme des bandes massives à semi-massives (5 cm à 20 m), composée de 30 à 90 % de pyrrhotite et 1 à 15 % de chalcopyrite. Les sulfures disséminés (1 à 20 % pyrrhotite, 1 à 2 % chalcopyrite) se situent au-dessus ou en dessous des zones massives dans la (leuco)norite. Les teneurs en Ni dans les minéralisations massives varient de faibles à Nourricier A et B (<0,8 %), moyennes à Léo-Charl et Manouane (<1,2 %) à élevées à MHY Nord, MHY Ap, Discovery et Paul (<1,3 %). Le plagioclase dans les zones riches en sulfures est légèrement moins anorthitique (An_{40-49}) que celui des roches hôtes (An_{45-51}), confirmant une cristallisation à partir d'un magma évolué. Les rapports S/Se très élevés (11 000 à 183 333) à Léo-Charl indiquent un apport de soufre crustal. Les faibles teneurs en Ni dans l'olivine (23 à 385 ppm) suggèrent une cristallisation à partir d'un magma appauvri en Ni. Des analyses par LA-ICP-MS des orthopyroxènes et des analyses des EGP des sulfures sont prévues pour confirmer ces résultats.

Utilisation de l'apatite comme minéral indicateur des pegmatites à ETR dans la Province de Grenville

Paul Bouquinet, Sarah Dare, Marie Kieffer (UQAC) et Hélène Legros (MNRF)

La prospection pour les éléments de terres rares (ETR) fait partie des centres d'intérêts de la politique minière du Canada. De nombreuses pegmatites à ETR ont été identifiées dans la Province de Grenville. Elles contiennent communément de l'apatite comme minéral accessoire. Ce minéral peut être utilisé comme minéral indicateur grâce à sa résistance à l'érosion et sa préservation dans les sédiments glaciaires ou fluviatiles. L'objectif de ces travaux est d'analyser la chimie des apatites issues des pegmatites à ETR par EPMA (Université McGill) et par LA-ICP-MS (LabMaTer, UQAC) afin d'identifier la signature des apatites provenant de pegmatites (stériles ou fertiles) de celles provenant de granitoïdes. Étant donné que les pegmatites à ETR sont de composition granitique, une comparaison préliminaire a été faite entre la chimie des apatites des pegmatites à ETR de la région de Haute-Mauricie dans la Province de Grenville et celles provenant de la littérature (granitoïdes, pegmatites stériles et pegmatite NYF [Nb, Y, F] et LCT [Li, Cs, Ta]). Ces comparaisons ont permis de reconnaître que les teneurs en ETR lourds et le rapport Sr/Fe constituent des facteurs discriminants permettant de distinguer les apatites des pegmatites à ETR et celles des granitoïdes. Bien que les apatites des pegmatites (surtout les stériles) aient une chimie similaire à celles des granitoïdes, les classifications proposées, lorsqu'utilisées successivement, permettent de distinguer les granitoïdes des pegmatites stériles des pegmatites fertiles à l'échelle de la région de la Haute-Mauricie. Ces classifications pourraient constituer une avenue intéressante pour l'exploration des pegmatites à ETR dans la Province de Grenville à partir des sédiments glaciaires.

Intégration de données de télédétection et d'échantillons de terrain avec l'apprentissage profond pour la cartographie géologique dans le nord-est du Québec

Matheus Cardoso Pavon, Erwan Gloaguen et Victor Silva dos Santos (INRS-ETE)

Durant les phases initiales de l'exploration minière, les cartes géologiques, qui aident à localiser les cibles potentielles de prospection, constituent une source d'information clé. Elles sont généralement produites à partir d'observations de terrain et, lorsque celles-ci ne sont pas disponibles, en extrapolant les données géologiques à l'aide de méthodes conceptuelles ou numériques (par exemple, la définition de limites lithologiques par l'interprétation de cartes aéromagnétiques ou par le krigeage d'indicatrices). Ces méthodes s'appuient généralement sur une ou quelques sources de données ou supposent la linéarité entre les variables, ce qui peut limiter leur capacité à modéliser fidèlement la complexité des données géologiques réelles. L'intelligence artificielle offre un outil prometteur pour répondre à ce problème. En particulier, les algorithmes d'apprentissage profond peuvent traiter des sources d'information géospatiales multivariées et déduire des relations non linéaires cachées dans des ensembles de données complexes. SCB-Net, un algorithme d'apprentissage profond récemment développé utilisant des réseaux neuronaux convolutifs, a démontré son succès dans la génération de cartes lithologiques prédictives en intégrant des échantillons de terrain à l'imagerie satellitaire et aux données géophysiques aéroportées. Il s'appuie sur des ensembles de données publiques provenant de *Google Earth Engine* et du Système d'information géominière du Québec (SIGÉOM). Cependant, la précision de ses prédictions dans les régions où les données géoscientifiques sont limitées, ce qui est souvent le cas en exploration minière, doit être précisée. Afin de tester la capacité prédictive de l'algorithme, nous avons entraîné le SCB-Net sur les nombreuses données de la Ceinture métasédimentaire centrale du Grenville et nous avons appliqué ce modèle aux données de faible densité du Groupe métasédimentaire de Wakeham, dans la partie NE de la Province de Grenville. En effet, plusieurs campagnes de terrain dans ce secteur ont confirmé un enrichissement en ETR et un potentiel pour des gîtes minéraux de type IOCG et skarn enrichis en Co, Cu, Pb et Zn, des éléments stratégiques en demande croissante en raison de la transition énergétique et numérique mondiale en cours.

De la réhabilitation minière aux applications industrielles et environnementales : possibilités et défis du Bauxsol™ au Québec et à l'international

Mouna Cherif, Benoît Plante, Lucie Coudert (UQAT), Maria Prieto-Espinoza (Polytechnique Montréal) et Julie-Élize Guérin (CRDA Rio Tinto)

La génération de drainage minier acide (DMA) et la contamination des sols par les métaux et métalloïdes demeurent parmi les défis environnementaux les plus persistants dans le secteur minier. Diverses méthodes conventionnelles sont utilisées pour limiter ou traiter ces impacts. En prévention, les amendements alcalins, tels que la chaux ou la pierre calcaire/dolomitique, peuvent réduire la génération de DMA et faciliter la restauration des sites miniers. En traitement, les systèmes actifs comme la neutralisation à la chaux et les systèmes passifs tels que les drains calcaires sont couramment employés pour la gestion des eaux minières. Toutefois, ces approches présentent des limites du point de vue des coûts, de la mise à l'échelle et de la stabilité à long terme.

Dans ce contexte, le Bauxsol™, un résidu de bauxite issue du raffinage de l'alumine et « pré-neutralisée » par la technologie Virotec, a été étudié comme alternative aux agents neutralisants conventionnels utilisés en restauration minière. Sa granulométrie fine (<10 µm), sa surface spécifique élevée et sa forte capacité tampon favorisent la neutralisation de l'acidité et la sorption des contaminants. Des études ont montré l'efficacité du Bauxsol™ pour immobiliser certains métaux/métalloïdes, tels que Cu, Zn, Pb, As et Cd, par adsorption, échange ionique et précipitation, tant pour le traitement actif et passif des eaux minières contaminées que pour la stabilisation de sols ou de sédiments contaminés. À titre d'exemple, les travaux de Maddocks *et al.* (2005) et McConchie *et al.* (2003), en Australie, ont confirmé le potentiel de ce matériau pour diminuer la mobilité des contaminants présents dans des rejets solides et liquides miniers, tandis qu'au Québec, les recherches de Lapointe *et al.* (2005 et 2006) ont démontré l'efficacité de son utilisation dans les barrières réactives perméables (BRP) pour traiter le DMA. Son utilisation dans les cas de drainages neutres contaminés reste toutefois limitée en raison du manque d'études réalisées tant au Québec qu'à l'international, ce qui démontre la nécessité de poursuivre les recherches dans ce domaine.

Plusieurs défis peuvent freiner l'utilisation du Bauxsol™ dans la restauration des sites miniers au Canada. Sa composition, dépendante de l'origine de la bauxite et des conditions de raffinage, entraîne une variabilité de ses propriétés physico-chimiques. La stabilité à long terme des contaminants immobilisés reste incertaine et les conditions climatiques rencontrées au Québec (cycles gel-dégel, fonte acide des neiges, hydrologie nordique) compliquent l'évaluation *in situ* de cette solution. La réglementation constitue également un défi; le Bauxsol™ étant classé comme sous-produit industriel, son statut légal reste ambigu. De plus, les tests de lixiviation (TCLP, SPLP) étant interprétés différemment selon les autorités, il est donc nécessaire d'adapter les évaluations de risques au contexte local.

En conclusion, le Bauxsol™ apparaît comme une option intéressante à explorer pour la réhabilitation minière et d'autres applications environnementales. Son emploi nécessitera toutefois des recherches indépendantes et à long terme, des protocoles standardisés et des projets pilotes adaptés aux conditions locales afin d'évaluer sa durabilité et son rôle potentiel dans la gestion des sites miniers au Canada et à l'international.

Géologie de la région du lac Comeau, Sous-province d'Opatica, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada

Myriam Côté-Roberge, Daniel Bandyayera et William Chartier-Montreuil (MRNF)

Une nouvelle carte géologique de la région du lac Comeau a été produite à l'échelle 1/50 000 à la suite d'un levé mené au cours de l'été 2025. Le levé couvre le feuillet SRNC 32P12, situé approximativement à 200 km au nord de Chibougamau et à 175 km à l'est de la communauté de Nemaska. Ce secteur de la Sous-province d'Opatica expose principalement le Complexe de Théodat (2833,5 ±3 Ma, David, 2020; 2843 ±7 Ma, Davis, 2023). Les présents travaux ont permis de préciser les limites entre les diverses unités intrusives de ce complexe de composition intermédiaire à felsique et à structure foliée à gneissique. Le levé a également permis d'identifier plusieurs nouvelles bandes d'amphibolite dérivée de basalte du Groupe de Michaux, chacune épaisse de quelques centaines de mètres, qui renferment des niveaux métriques à décamétriques de formations de fer rubanées, non cartographiables à l'échelle de la carte. Celles-ci montrent des valeurs significatives en Cu (286 à 415 ppm) et en Zn (178 à 195 ppm). Ces bandes de roches volcano-sédimentaires sont étroitement associées à des intrusions de péridotite, dont l'une a rapporté des valeurs indicielles en chrome (1,11 % Cr_2O_3, 0,2 % Ni; nouvel indice Hérisson). La séquence est coupée par une série de dykes de diabase de l'Essaim de dykes de Mistassini, orientés NW-SE. La région cartographiée montre une déformation polyphasée, avec un grain tectonique dominant orienté NE-SW et des structures plus anciennes orientées N-S. De grandes zones de cisaillement ductiles, d'orientation variée, traversent le secteur.

Chemin pression-température-temps-déformation de la faille de charriage de l'Allochtone de la Province de Grenville centrale

Anamitra Dasgupta, Félix Gervais, Charles Kavanagh-Lepage (Polytechnique Montréal), James L. Crowley (Boise State University) et Abdelali Moukshil (MRNF)

Dans cette contribution, nous présentons la courbe pression-température-temps-déformation (P-T-t-d) d'une amphibolite à grenat-clinopyroxène, hôte d'un leucosome à hornblende, provenant de la Faille de charriage de l'Allochtone (ABT) au NE du réservoir Manicouagan, dans la Province de Grenville centrale, Québec. L'affleurement présente des bandes mylonitiques composées de couches leucocrates et mélanocrates présentant des indicateurs cinématiques montrant un cisaillement dirigé vers l'avant-pays. Des microdomaines à l'échelle millimétrique ont été cartographiés à l'aide d'un microscope électronique à balayage et traités dans *XMapTools* afin de construire des cartes chimiques quantitatives, à partir desquelles ont été dérivées les compositions minérales locales pour la modélisation des équilibres de phase et la thermobarométrie conventionnelle. Une estimation minimale du pic P a été calculée à environ 1600 MPa et 800 °C pour la composition des noyaux de grenat riches en Ca et du clinopyroxène riche en Na dans un assemblage subéclogitique. Dans un autre microdomaine, les compositions du pyroxène diopsidique + plagioclase remplaçant le pyroxène précoce combiné à la composition des bordures de grenat indiquent des conditions d'environ 1100 MPa et 830 à 850 °C. Enfin, la composition des couronnes d'amphibole + plagioclase et des bordures de grenat résorbé a révélé des conditions d'environ 900 MPa et 670 °C, proches du solidus calculé. Une étude géochronologique U-Pb de haute précision (affiche adjacente de Gervais *et al.*, 2025) a été réalisée sur des grains de zircons séparés du leucosome trondhjémitique et a donné des âges U-Pb compris entre 1001,88 et 998,27 Ma, interprétés comme indiquant une croissance prolongée. Les faibles teneurs en ETR lourdes des grains de zircon indiquent que ceux-ci ont cristallisé après une croissance significative du grenat, mais avant sa dégradation. Un dyke granitique recoupant la foliation mylonitique a donné un âge de 989,3 Ma. En intégrant tous ces résultats, on obtient des conditions minimales d'au moins 1600 MPa à 800 °C, un épisode suivi d'une trajectoire de décompression-chauffage abrupte jusqu'à des conditions d'environ 1100 MPa et 830 à 850 °C. Comme cette trajectoire aurait dû entraîner une décomposition importante du grenat, elle s'est produite avant 998 Ma. Il y a eu ensuite refroidissement et décompression jusqu'à environ 900 MPa et 670 °C lorsque la roche a franchi le solidus et que l'assemblage plagioclase + amphibole s'est développé au détriment du grenat. Ce chemin P-T-t s'est produit lors d'un cisaillement dirigé vers l'avant-pays le long de l'ABT avant l'intrusion d'un dyke granitique tardif vers 989 Ma.

Étude expérimentale en canal sur la ségrégation et la distribution latérale des propriétés physico-rhéologiques des résidus miniers

Seyed Morteza Davarpanah, Mamert Mbonimpa, Tikou Belem, Alain Donald Dima et Saadou Oumarou Danni (UQAT)

Une ségrégation latérale naturelle des particules peut se produire entre le point de déversement et le bassin d'eau lors du dépôt des résidus miniers dans les parcs à résidus. Dans le cas des résidus sulfurés générateurs d'acidité, l'hétérogénéité des propriétés hydrogéotechniques et minéralogiques induite par cette ségrégation complique la conception des systèmes de recouvrement utilisés pour la restauration des sites miniers. Le dépôt de résidus non ségréguant permettrait ainsi d'obtenir des propriétés hydrogéotechniques et minéralogiques plus homogènes dans le parc à résidus, simplifiant par conséquent la conception et la mise en œuvre du recouvrement final.

Cette recherche vise à identifier les facteurs fondamentaux qui régissent les mécanismes de ségrégation de résidus miniers de roches dures en conditions dynamiques à l'aide d'essais en canal (*flume tests*) et, ultimement, à développer un critère de non-ségrégation multiparamétrique.

Six essais en canal ont été réalisés afin d'examiner l'influence du pourcentage solide des résidus testés (62 %, 65 % et 68 %) ainsi que celle de la pente du canal (0,5 % et 1 %) sur les variations de la vitesse d'écoulement, du pourcentage solide, de la température, de la densité, de la distribution granulométrique et des propriétés rhéologiques du front des résidus s'écoulant le long d'un canal de 14,63 m de longueur.

Les résultats expérimentaux obtenus pour les essais en canal réalisés avec une pente de 0,5 % sur des résidus avec un pourcentage solide de 62 % mettent en évidence de fortes corrélations négatives entre la distance d'écoulement le long du canal et le diamètre moyen des particules D_{50} qui diminue de 19,2 µm à 16 µm (R^2 = 0,98), le pourcentage solide qui passe de 62 % à 44 % (R^2 = 0,89), la masse volumique qui diminue de 1,67 g/cm³ à 1,40 g/cm³ (R^2 = 0,92), le seuil de cisaillement qui diminue de 2,05 Pa à 0,25 Pa (R^2 = 0,90) et la viscosité à un taux de cisaillement infini qui diminue de 0,04 Pa·s à 0,01 Pa·s (R^2 = 0,98). En revanche, la teneur en fines P_{80}µm (fraction de particules inférieures à 80 µm) augmente de 78,3 % à 86,3 % (R^2 = 0,95).

Toutes les données recueillies dans le cadre de cette étude expérimentale en canal seront utilisées pour élaborer un critère de non-ségrégation tenant compte de toutes les propriétés physico-rhéologiques indépendantes qui influent sur la ségrégation à l'aide de l'analyse dimensionnelle (théorème p de Vaschy-Buckingham).

Géologie du Quaternaire et géomorphologie du secteur de Stoneham-Tewkesbury, feuillet 21M03

Pierre Davis, René Therrien et Guillaume Allard (Université Laval)

L'étude porte sur la cartographie géomorphologique et des dépôts de surface dans la réserve faunique des Laurentides (feuillet 21M03), au nord de Québec. Cette région présente une géologie complexe et une histoire glaciaire de longue durée liée aux glaciations du Quaternaire. La recherche vise à mieux comprendre la formation, le transport et le dépôt des sédiments laissés par la dernière déglaciation, ainsi que la dynamique des glaciers dans cette zone.

La Province de Grenville, composée de roches métamorphiques et ignées anciennes, a été recouverte par l'inlandsis laurentidien. Son retrait, entre 13 000 et 11 000 ans avant aujourd'hui, a façonné de nombreuses formes géomorphologiques : moraines, drumlins, eskers, terrasses, chenaux et plaines d'épandage. L'étude de ces structures est essentielle pour reconstituer les étapes de la déglaciation et comprendre la répartition des aquifères souterrains.

L'étude s'appuie sur les données LiDAR haute résolution, les modèles numériques de terrain et les observations de terrain. La cartographie a été réalisée dans un SIG (ArcGIS Pro) afin d'identifier et de classer les différentes unités morphosédimentaires. Les données historiques et récentes (PACES, SIGÉOM, études antérieures) ont été croisées pour valider les observations.

Les dépôts glaciaires (till mince et till continu) couvrent plus de 90 % de la zone cartographiée. Ils sont observés surtout sur les hauts plateaux et dans les vallées. Les dépôts fluvioglaciaires, situés principalement dans les vallées, témoignent de l'action des eaux de fonte lors du retrait glaciaire. On trouve aussi des sédiments alluviaux récents le long des cours d'eau, ainsi que quelques dépôts glaciomarins liés à la Mer de Goldthwait au SE de la zone.

Des formes d'érosion glaciaire, comme des vallées en auge, des stries, des broutures et des cannelures, ont été relevées sur le terrain et à partir des images satellitaires. Elles permettent d'établir les directions successives d'écoulement des glaces, principalement vers le SSE puis vers l'ESE. La limite marine maximale de la Mer de Champlain a aussi été cartographiée, indiquant une transgression marine jusqu'à environ 218 m d'altitude à l'ouest.

En conclusion, la cartographie géomorphologique permet de mieux comprendre la dynamique glaciaire régionale, d'actualiser les connaissances sur le Quaternaire dans la réserve faunique des Laurentides et de fournir une base utile pour la gestion des ressources naturelles, notamment en eau souterraine et en matériaux granulaires.

Géologie de la région du lac Pingasulik, Orogène de l'Ungava, Nunavik, Québec, Canada

Thomas Debruyne et Myriam Côté-Roberge (MRNF)

Le levé géologique de la région du lac Pingasulik, réalisé à l'été 2024, s'inscrit dans le cadre d'une mise à niveau de la cartographie du Domaine Nord, en cours depuis 2019, à une échelle hybride entre le 1/20 000 et le 1/50 000. La carte couvre la moitié est du feuillet SNRC 35G12 et l'extrême NE du feuillet 35G05, au nord de la Faille Bergeron. Les roches volcaniques basaltiques à dacitiques métamorphisées au faciès des schistes verts du Groupe de Parent occupent la moitié sud de la région. Elles sont localement déformées par la Zone de cisaillement de Qiqavik, une structure NW-SE d'épaisseur kilométrique à mouvement inverse et fortement anastomosée. Cette zone de déformation et les failles s'y rattachant (failles de Miiviq et d'Esker) représentent un site potentiel pour des minéralisations aurifères associées à une carbonatation généralisée. En dehors de ces zones de forte déformation, les roches volcaniques conservent leurs structures primaires et exhibent des fabriques associées aux plans axiaux de plis fermés à isoclinaux déversés vers le sud. Une auréole métamorphique de 1 à 2 km d'épaisseur affecte les volcanites autour du Pluton de Qimiujait et se manifeste par l'apparition de magnétite et d'amphibole. La portion nord de la carte est occupée par les amphibolites, les paragneiss et les gabbros du Complexe de Qaaneq. Le grain structural de cette unité est orienté N-S et elle montre des évidences d'une évolution tectonique polyphasée et d'un degré de métamorphisme au faciès inférieur des amphibolites. Elle présente une part plus importante de niveaux sédimentaires et intrusifs de même que des bandes de roches volcaniques ultramafiques qui sont absentes du Groupe de Parent au sud. Un gradient métamorphique est donc observé entre le Groupe de Parent et le Complexe de Qaaneq, évoluant du sud vers le nord, du faciès inférieur des schistes verts au faciès supérieur des amphibolites, avec un saut au contact de ces deux unités dont la nature reste encore à préciser. La partie nord de la région est également marquée par la présence de divers plutons peu déformés de composition ultramafique (Suite d'Illuinaqtuut), mafique (suites de Sirluaq et de Niviugak, Pluton d'Ulluvinaaluit), et felsique (Suite de Sanimuapik et Pluton de Pingasulik) qui coupent les unités de roches supracrustales du Complexe de Qaaneq.

Zonation interne et chimie minérale des pegmatites à spodumène de Galinée, Sous-province de La Grande (Province du Supérieur, Québec) : résultats préliminaires

Romain Delafosse, Benoit Saumur (UQAM), Kim Berlo (Université McGill), Jean-Marc Lulin et Rock Lefrancois (Azimut Exploration)

Le spodumène ($LiAlSi_2O_6$) des pegmatites de type LCT (Lithium, Césium, Tantale) est l'une des sources majeures de lithium, élément indispensable dans la fabrication des batteries Lithium-ion. Ce minéral peut contenir des éléments en traces qui peuvent nous fournir des informations sur les conditions de cristallisation des pegmatites. Le but de cette étude est d'analyser la composition du spodumène provenant de plusieurs intrusions de pegmatite de la région d'Eeyou Istchee Baie-James, en commençant par celles de Galinée.

Le champ de pegmatites de Galinée, riches en spodumène, est situé à proximité de la route Trans-Taïga, au sein de la Sous-province de La Grande (Province du Supérieur, Québec). Les pegmatites sont encaissées dans des amphibolites de la Formation de Trieste, datées d'environ 2839 Ma. Elles se trouvent à proximité de la pegmatite d'Adina, près de la limite entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca, une zone où les pegmatites LCT sont particulièrement abondantes.

Des carottes issues de la campagne de forages 2023-2024 ont été examinées afin de caractériser la géométrie, la minéralogie et la zonation interne des pegmatites. Celles-ci se présentent sous la forme de dykes à faible pendage, atteignant parfois plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. Les minéraux ne sont pas déformés, contrairement à l'encaissant, témoignant d'une mise en place tardive par rapport à la déformation régionale. Une zonation interne a été observée. Dans certains forages, les zones externes sont dominées par le quartz, le feldspath potassique et la lépidolite, tandis que les zones centrales contiennent davantage de spodumène et des minéraux accessoires comme l'apatite et la lithiophilite. Des zones aplitiques à granulométrie millimétrique, dominées par le feldspath et le quartz, peuvent localement recouper la pegmatite. Les cristaux de spodumène en contact avec ces aplites peuvent être altérés en quartz et muscovite.

L'analyse du spodumène au LIBS et par ICP-MS démontre de grandes variations de composition en éléments en traces, plus importante que celles typiquement décrites dans la littérature. Des travaux plus détaillés au microscope à balayage électronique (MEB) sont nécessaires afin de vérifier la structure interne du spodumène (p. ex., zonations, inclusions) et de mieux comprendre l'origine de cette variabilité. Ces travaux visent, à terme, à distinguer les différents dykes pegmatitiques et à mieux définir l'origine des pegmatites du secteur de Galinée.

Variations texturales des coulées komatiitiques du Lac Gayot, ceinture de roches vertes nickélifère de Vénus, Sous-province de La Grande, Nunavik, Québec

Alexis Desmarais, Benoit Saumur (UQAM) et Michel Houlé (CGC-Québec)

La ceinture de roches vertes de Vénus est composée de roches volcaniques et sédimentaires d'âge mésoarchéen appartenant à deux séquences distinctes, soit les séquences inférieure et supérieure. Dans le secteur du lac Gayot, de nombreux indices de Ni-Cu-(EGP) se trouvent aussi bien dans la séquence inférieure (p. ex. : Gayot, Nancy) que dans la séquence supérieure (p. ex. : Nasique, Macaque).

La séquence inférieure se compose principalement de roches volcaniques intermédiaires à felsiques d'affinité calco-alcaline, injectées par de nombreux filons-couches/dykes mafiques et ultramafiques. La séquence supérieure est formée de roches volcaniques ultramafiques à la base, surmontées de roches volcaniques mafiques d'affinité tholéiitique. Une formation de fer à oxydes est localisée à l'interface entre celles-ci.

Les roches du secteur, plus particulièrement celles de la séquence supérieure, montrent des évidences de déformation polyphasée, identifiables notamment par des schémas d'interférence de plis en crochets, rendant difficile la préservation de certaines structures et textures, telles que les contacts de coulées et les textures de spinifex. Malgré tout, nos travaux préliminaires démontrent que des coulées komatiitiques sont localement reconnaissables et montrent des évidences de textures primaires en dépit du degré de déformation important et du métamorphisme au faciès inférieur des amphibolites.

L'un des meilleurs affleurements de komatiites reconnus jusqu'à maintenant est constitué d'au moins quatre unités d'épaisseur variable, allant de 0,8 m à 2 m, délimitées par des contacts nets bien visibles définis par des brèches de coulée. Les coulées sont formées, de la base au sommet, par une péridotite à texture de cumulat, surmontée d'une pyroxénite à olivine d'une dizaine de centimètres, d'une zone de 2 à 4 cm à texture de spinifex d'olivine et, finalement, d'une brèche de coulée sommitale.

La coulée de komatiite la plus épaisse est injectée par un filon-couche komatiitique subconcordant montrant une texture de spinifex grossière. Les contacts de la brèche sommitale ou l'association de faciès texturaux (p. ex. : brèche-spinifex-cumulats) permettent de déterminer la polarité des coulées komatiitiques et de fournir ainsi des informations cruciales sur l'architecture du magmatisme komatiitique dans le secteur. Ces informations pourront potentiellement servir à établir des vecteurs d'exploration pour mieux cibler les secteurs les plus susceptibles de contenir une minéralisation nickélifère.

Dans le cadre de ce projet, des travaux subséquents permettront une caractérisation géochimique des roches komatiitiques. La cartographie de détail de certains décapages servira à mieux comprendre les différents types de minéralisation en Ni-Cu-(EGP) du secteur du lac Gayot.

Performances des procédés de traitement de l'As présent dans des effluents alcalins provenant de la lixiviation alcalino-sulfureuse des concentrés de sulfures de cuivre

Rym Doumaz, Lucie Coudert, Jean-François Boulanger et Mehrez Hermassi (UQAT)

Dans l'industrie de l'exploitation du cuivre, la présence d'arsenic dans les concentrés représente un enjeu environnemental et économique majeur. En raison de sa toxicité et des difficultés associées à la gestion des émissions potentielles en As lors des procédés pyrométallurgiques, les minières se voient imposer des pénalités par les fonderies. Ce facteur souligne la pertinence d'étudier des solutions de traitement en amont pour enlever cet élément problématique par le biais de procédés hydrométallurgiques sélectifs tels que la lixiviation alcalino-sulfureuse. Bien que cette approche soit capable de solubiliser l'arsenic, elle génère des effluents contaminés fortement alcalins et réducteurs. L'objectif de ce projet de maîtrise est donc d'évaluer et d'optimiser différents procédés de traitement afin d'enlever l'arsenic de ces effluents et de l'immobiliser sous une forme stable, en considérant : (1) l'efficacité de séparation, (2) le volume et la stabilité des résidus générés, (3) la consommation en réactifs, et (4) le potentiel de recirculer les effluents traités dans le procédé de lixiviation alcalino-sulfureuse.

Les travaux expérimentaux commenceront par l'étude de la précipitation à la chaux. Les effets de paramètres d'opération tels que le pH, le dosage des réactifs, la concentration initiale en As et le temps de réaction seront étudiés afin d'identifier les conditions optimales d'enlèvement de l'As et d'évaluer la stabilité des résidus post-traitement formés à partir d'essais de lixiviation. Ces résultats serviront de base de comparaison pour d'autres approches, incluant la coprécipitation en présence de fer (c.-à-d., ajout d'une source de Fe[III] ou de Fe[VI]), la sorption sur des matériaux organiques et inorganiques (p. ex., scories, Bauxsol®, biochar) et l'échange d'ions sur des résines anioniques sélectives à l'As. Le choix de ces méthodes repose en grande partie sur le contrôle du pH, qui influence le potentiel de recirculation des effluents traités dans le procédé de lixiviation alcalino-sulfureuse, ainsi que la stabilité des résidus post-traitement. Or, selon les connaissances actuelles, aucune des méthodes ne permet, à elles seules, de garantir simultanément l'atteinte de ces deux critères.

Ainsi, cette étude explorera la possibilité de combiner différentes approches ou d'appliquer des procédés de stabilisation supplémentaires, tels que la cimentation, la vitrification ou l'encapsulation, afin d'assurer la stabilité à long terme des rejets arsenicaux. En développant et en comparant ces solutions, ce projet fournira des stratégies de traitement optimisées, rentables et responsables pour l'industrie minière, contribuant à réduire l'empreinte environnementale des procédés de lixiviation alcalino-sulfureuse et à renforcer la gestion sécuritaire des effluents miniers contaminés en arsenic.

Altérations du gîte d'or de type orogénique d'Ormaque : témoins d'une histoire géologique complexe

Valentin Drouillot, Bertrand Rottier, Crystal Laflamme, Georges Beaudoin, Maxime Bertauts (Université Laval), Tim Baker, Jacques Simoneau et Pape Mactar-Dieng (Eldorado Gold)

La région de Val-d'Or (Abitibi) est connue pour ces gisements d'or de type orogénique caractérisés par des veines aurifères de quartz-tourmaline-carbonates (QTC) associées spatialement à des zones de cisaillement de second ou troisième ordre. Couramment, dans ces gisements aurifères archéens, la réactivation des structures contrôlant la circulation des fluides entraîne une superposition d'évènements hydrothermaux distincts dont plusieurs sont aurifères. Cette superposition complique la compréhension des halos d'altération distaux associés aux veines QTC et rend l'exploration plus difficile. Le gîte d'Ormaque (ressources mesurées : 748 koz à 16,4 g/t Au; inférées : 837 koz à 14,87 g/t) consiste en un réseau de veines d'extension QTC subhorizontales pouvant atteindre 650 m de longueur pour 2 m d'épaisseur, encaissé dans une diorite porphyrique synvolcanique nommée porphyre C. Ces veines d'extension sont centrées sur des zones de cisaillement E-W subverticales non minéralisées. Nos travaux démontrent l'existence d'altération et de minéralisation précoces, antérieures à la déformation principale (D3), qui n'ont aucun lien avec les veines QTC. Il est possible de distinguer trois épisodes hydrothermaux. Le premier consiste en des veines centimétriques de tourmaline magnésienne (No Mg = 70) non aurifères généralement associées à une altération micacée. Cet épisode est principalement observé dans la partie Sud du gisement et n'est pas associé aux zones de cisaillement subverticales. Le deuxième épisode consiste en une enveloppe d'altération de plus de 200 m de large à chlorite ferrugineuse (No Mg = 30 à 45) se développant autour de certaines de ces zones de cisaillement au centre du gîte. Cette enveloppe d'altération est associée à d'abondantes veines et veinules de pyrite-chalcopyrite, ainsi qu'à des veines de carbonate-magnétite ± pyrite-chalcopyrite-sphalérite. Localement, sont observées des zones plus intensément altérées à grenat-chloritoïde-magnétite-chlorite très ferrugineuses (No Mg = 20), souvent riches en pyrite, qui peuvent présenter des teneurs élevées en or atteignant 15 g/t. Ces zones présentent des caractéristiques comparables à celles décrites dans d'autres gisements de SMV de l'Abitibi. Lors du troisième épisode, des fluides ont utilisé ces mêmes zones de cisaillement subverticales pour former les veines d'extension QTC. Les altérations associées à ces veines se sont superposées aux altérations précoces. L'altération proximale des veines QTC est principalement à tourmaline-carbonate-pyrite (TCP) et peut atteindre 2 m de largeur. La composante distale s'étend jusqu'à 5 m et est caractérisée par la présence de tourmaline disséminée. La tourmaline associée aux veines QTC est plus ferrugineuse (No Mg = 45 à 55) que la tourmaline précoce, tandis que la chlorite associée aux altérations TCP est plus magnésienne (No Mg = 45 à 50) que celle associée à l'altération du deuxième épisode, prouvant que les fluides reliés à ces phases sont de composition différente.

Géologie des dépôts de surface de la région de Senneterre, Abitibi-Témiscamingue, Québec, Canada

Hugo Dubé-Loubert, Alex Proulx et Simon Hébert (MRNF)

La ceinture de roches vertes archéennes de l'Abitibi est une des plus riches au monde et contient plusieurs gisements de classe mondiale. Le territoire abitibien a aussi été profondément marqué par les cycles glaciaires du Pléistocène, se trouvant à la jonction de centres de dispersion de la calotte laurentienne. En effet, les enregistrements sédimentaires quaternaires peuvent atteindre par endroits plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, masquant de grandes superficies du soubassement rocheux et freinant l'exploration et la découverte de nouveaux gisements.

La récente disponibilité de levés LiDAR pour l'ensemble de la région abitibienne ouvre de nouvelles perspectives et a permis la réalisation de nouvelles cartes de dépôts de surface associées à l'échantillonnage de dépôts glaciaires et fluvioglaciaires. À la suite d'une première phase de levé à l'été 2022 (SNRC 32C03, 32C04 et 32C05), une nouvelle campagne a été menée au cours de l'été 2024 afin de parfaire la cartographie des dépôts de surface des secteurs de Senneterre et Landrienne (SNRC 32C06 et 32C12). Les sédiments de surface sont en grande partie constitués de dépôts fins associés à l'évolution du Lac Ojibway. Des îlots de till et de till mince localement orientés percent la plaine argileuse par endroits, formant des *crag-and-tails*, des drumlins ou des drumlinoïdes. Le terrain est traversé par la Moraine d'Harricana, un important complexe morainique interlobaire interprété comme marquant la scission entre des masses de glaces résiduelles (Hardy, 1976; Veillette, 1986). De plus, plusieurs eskers d'orientation et de dimension variables sillonnent la zone d'étude. Un inventaire exhaustif des marques d'érosion glaciaire a été réalisé et devrait permettre de raffiner la dynamique et le schéma de dispersion glaciaire récent. Environ 40 échantillons de till et d'esker ont également été prélevés afin de caractériser la géochimie de la fraction fine des tills et le contenu en minéraux indicateurs. Finalement, un effort particulier a été consacré pour caractériser l'évolution des limites glaciolacustres du Lac Ojibway dans le secteur d'étude à partir de mesures d'élévation sur des constructions littorales.

Synthèse géologique et métallogénique de la région entre Clova et le nord du Lac-Saint-Jean, parties ouest et centrale de la Province de Grenville, Québec, Canada

Mhamed El Bourki et Abdelali Moukhsil (MRNF)

La région couverte par cette synthèse s'étend de la région de Clova jusqu'au nord du Lac-Saint-Jean et couvre 34 feuillets à l'échelle 1/50 000 dans les parties ouest et centrale de la Province de Grenville (Parautochtone et Allochtone). Ce projet vise à produire une synthèse géologique et métallogénique de nos travaux antérieurs (2014 à 2022) et propose un modèle géodynamique régional en se basant sur la géochimie, la géologie structurale, le métamorphisme et la géochronologie. La datation des unités stratigraphiques de la région a permis d'identifier des évènements ignés, sédimentaires et métamorphiques s'étalant du Néoarchéen au Grenvillien tardif et au post-grenvillien. Dans le domaine Parautochtone, le Néoarchéen est associé au Complexe du Grand Lac Victoria (2654 ±8 Ma) et par la Syénite de Gertrude (2654 ±1 Ma). Dans le domaine Allochtone, plusieurs orogenèses et évènements ont été mis en évidence, allant de l'Orogenèse prélabradorienne à l'Orogenèse grenvillienne. L'Orogenèse labradorienne est définie par les roches de la Suite plutonique de Degré (1674 ±15 Ma), alors que l'évènement wakehamien est représenté par l'emplacement de la Suite intrusive de Bolduc (1540 ±13 Ma). L'Orogenèse pinwarienne est définie par la Suite plutonique de Hibbard (1503 ±35 à 1468 ±7 Ma) mise en place dans un environnement tectonique d'arc magmatique. L'évènement elsonien est caractérisé par la mise en place de plusieurs suites intrusives, de roches sédimentaires et volcaniques pendant l'Elsonien précoce (1450 à 1350 Ma) et l'Elsonien moyen (1350 à 1290 Ma), caractérisant un environnement d'extension de longue durée. L'Elzévirien (1230 à 1180 Ma) est surtout relié au dépôt de trois bassins volcano-sédimentaires, dont les complexes de Wabash (<1204 ± 2Ma) et de Barrois (<1224 ±18 Ma) et par la Suite supracrustale de L'Ascension (<1,28 Ga). L'évènement adirondien (1180 à 1080 Ma) est caractérisé par le dépôt de la Séquence supracrustale de Saint-Onge (1163 ±18 et 1150 Ma) et par la mise en place de grands volumes de roches mafiques à ultramafiques comme la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean (1169 à 1135 Ma). L'Orogenèse grenvillienne (1080 à 986 Ma) se manifeste par la mise en place de nombreuses suites plutoniques de composition variée allant de roches mafiques à felsiques mises en place dans un environnement de type arc magmatique et/ou de type rupture de plaque. L'évènement post-grenvillien se manifeste par l'intrusion de roches alcalines et potassiques à la fin de l'extension crustale. Durant ces orogenèses et évènements tectoniques, plusieurs types de minéralisations (Ni-Cu magmatique, Fe-Ti-P-V, éléments de terres rares, minéraux industriels) se sont mis en place, définissant ainsi un potentiel minéral non négligeable dans la région à l'étude. Cette synthèse géologique et métallogénique a permis de :

- réinterpréter et d'uniformiser les unités géologiques sur les cartes avec plus de précision;
- classer les intrusions plutoniques selon leur âge (datation U-Pb sur zircons);
- définir les périodes métamorphiques liées au raccourcissement crustal en se basant sur les datations U-Pb sur zircons;
- décrire les bassins sédimentaires et les roches volcaniques associées;
- établir les environnements tectoniques de mise en place des roches datées de la région.

Nouvelles découvertes pétrologiques et géochronologiques dans le terrane de Morin, sud de la Province de Grenville

Lütfi Ersay (INRS-ETE, Université Laval), Renaud Soucy La Roche (INRS-ETE), Bertrand Rottier (Université Laval), Antoine Godet (CGC-Québec) et Kyle Larson (UBC-Okanagan)

Le terrane de Morin, au sud de la Province de Grenville, abrite plusieurs gîtes de graphite métamorphique en paillettes et est considéré comme le témoin des orogénies shawinigienne (1,18 à 1,14 Ga) et ottavienne (1,09 à 1,02 Ga). Afin de mieux comprendre l'évolution de ce terrane et la pétrogenèse des minéralisations de graphite dans un contexte géologique plus large, un gneiss à grenat-sillimanite (échantillon 5007A), prélevé à ~2 km du gisement de graphite de Matawinie, a été utilisé pour reconstituer l'évolution pression-température-temps. En outre, trois autres échantillons provenant du gisement ont servi à une étude pétrochronologique U-Pb sur monazite.

L'échantillon 5007A contient des niveaux leucocrates à feldspath-K et quartz et des couches mésocrates à grenat, feldspath-K, biotite, quartz, sillimanite, rutile, ilménite contenant également du plagioclase rétrograde. Le grenat présente une zonation texturale et de composition avec un noyau riche en Y et Ca, une auréole pauvre en Y et Ca avec des aiguilles de sillimanite et une bordure pauvre en Y marquée par un enrichissement transitoire en Ca dans sa partie centrale. L'intersection des isoplèthes de composition (Ca, Fe, Mn) de la bordure interne du grenat, dans le champ de stabilité de l'assemblage observé, indique des conditions au pic métamorphique de ~870 °C et ~750 MPa. Le plagioclase semble s'être formé sur le chemin rétrograde avant que la roche n'intercepte le solidus à ~835 °C et ~550 MPa, d'après la composition de la bordure externe du grenat (Ca, Fe, Mn) et les proportions modales.

La pétrochronologie de la monazite donne deux modes avec des âges $^{207}Pb/^{206}Pb$ à 1145-1130 Ma et 1085-1060 Ma qui coïncident avec la fin de l'Orogénie shawinigienne et le début de l'Orogénie ottavienne. Environ 30 % des âges se situent entre ces deux modes, ce qui reflète peut-être une histoire métamorphique prolongée plutôt que deux évènements distincts. Des inclusions de monazite riches en Y dans les noyaux, les auréoles et les bordures du grenat donnent un âge moyen pondéré de 1132 ±8 Ma (MSWD = 0,9, n = 27), mais la proximité de ces grains avec des fissures traversant ces cristaux rend l'interprétation incertaine (origine prograde ou rétrograde). De même, deux inclusions de monazite situées près de fissures dans une bordure de grenat de l'échantillon 5007A ont donné une moyenne pondérée de 1079 ±13 Ma (MSWD = 0,44, n = 10/12). Le moment et la durée des évènements métamorphiques seront évalués plus en détail par datation Lu-Hf *in situ* des noyaux, des auréoles et des bordures de grenat.

Évaluation du comportement hydrogéologique de la codéposition résidus-dolomite

Javiera Farias Viacava, Maxime Aimé Agbanandou Kam (UQAT), Isabelle Demers et Carmen Mihaela Neculita (UQAT-IRME)

Les dépôts de graphite sont couramment accompagnés de concentrations importantes de sulfures de fer, principalement sous la forme de pyrite et de pyrrhotite. Ces minéraux, très réactifs dans des conditions oxydantes, peuvent entraîner la formation de drainage minier acide (DMA), une source de contamination des eaux souterraines.

Au gîte du Lac Knife, situé au nord du Québec, les sulfures de fer devraient représenter environ 20 % des futurs rejets, ce qui pourrait engendrer un risque élevé de génération de DMA. Cependant, l'ajout de dolomite provenant d'un gîte à proximité du site constitue une possibilité intéressante pour neutraliser ces résidus et de retarder l'apparition de ce phénomène.

Ce projet de recherche vise à comparer deux configurations pour codisposer les résidus et la dolomite : comme amendement ou en couches successives. Des essais cinétiques sont réalisés à l'échelle du laboratoire dans huit colonnes suivies pendant un an. Celles-ci ont été instrumentées à deux profondeurs avec des capteurs de teneur en eau et de succion afin de caractériser le comportement hydrogéologique des matériaux. L'objectif principal est d'évaluer l'influence de chaque configuration sur l'écoulement de l'eau et la saturation des matériaux, deux éléments clés dans la prévention du DMA.

Les résultats obtenus jusqu'à présent indiquent que les colonnes maintiennent globalement un degré de saturation élevé, sans diminution notable du pH. Les valeurs de succion mesurées demeurent proches de l'équilibre hydrostatique. En complément, les courbes de rétention d'eau ajustées à l'aide du modèle de Van Genuchten, combinées aux essais réalisés en laboratoire (*Tempe Cell*), fournissent une caractérisation détaillée des paramètres hydrogéologiques.

Ces premiers résultats mettent en évidence que l'association résidus-dolomite représente une solution prometteuse pour limiter la génération de DMA. L'apport de la modélisation hydrogéologique permet une meilleure compréhension des processus de mouvement de l'eau dans les résidus provenant des gisements de graphite et permettant d'établir des stratégies de gestion et de restauration adaptées.

Modélisation phénoménologique d'une cellule de flottation de graphite : mise en équation et calibrage expérimental

Farah Fersi, Jocelyn Bouchard et Éric Poulin (Université Laval)

Le graphite est un minéral stratégique pour la fabrication des batteries Lithium-ion, essentielles à la transition énergétique et au développement des véhicules électriques. La demande croissante impose d'optimiser les procédés de concentration afin d'assurer à la fois la rentabilité économique et la durabilité environnementale.

Dans ce contexte, la variabilité géométallurgique des dépôts, en particulier la distribution granulométrique, la teneur en graphite et la présence de sulfures comme minéraux de gangue, pose des défis majeurs pour la flottation. Une maîtrise insuffisante de ces paramètres entraîne une consommation excessive de réactifs, une hausse des coûts et une augmentation des rejets polluants.

Ce projet de maîtrise vise à développer un modèle phénoménologique d'une cellule de flottation de graphite. L'objectif principal est de concevoir un modèle calibré intégrant la cinétique de flottation en fonction du débit de gaz, de la taille des particules et du dosage en réactifs. Le calibrage s'appuie sur l'ensemble des données expérimentales disponibles, ce qui permet d'ajuster les paramètres afin d'assurer la validité prédictive du modèle dans des conditions représentatives.

L'originalité de ce projet repose sur la combinaison d'une modélisation phénoménologique détaillée avec un calibrage expérimental appliqué à un cas concret de flottation de graphite. Cette démarche transforme la cellule de flottation en un véritable laboratoire numérique pour lequel il est possible de prédire et d'optimiser les performances. À terme, ce travail contribuera à améliorer l'efficacité métallurgique tout en minimisant les coûts d'exploitation et les impacts environnementaux liés aux rejets sulfurés et au drainage minier acide.

Genèse et mise en place des pegmatites LCT de la ceinture de Frotet-Evans : cas du secteur Sirmac-Clapier, Province du Supérieur, Québec

Mathieu Geliot, Stéphane De Souza (UQAM-GEOTOP), Michel Jébrak (UQAM), Aurélien Eglinger (Université de Lorraine-Géoressource), Rocío Pedreira Pérez (UQAM-GEOTOP), Vincent van Hinsberg, Kim Berlo (Université McGill-GEOTOP), Joshua Davies et Daniele Pinti (UQAM-GEOTOP)

Les pegmatites archéennes de type LCT (Li, Cs, Ta) de la Province du Supérieur au Québec sont reconnues pour leur importance économique, mais les processus fondamentaux associés à leur mise en place et les mécanismes d'enrichissement du lithium dans ces roches sont encore débattus. L'étude détaillée des pegmatites du secteur de Sirmac-Clapier vise à définir leurs caractéristiques structurales, leurs styles minéralisations, leurs sources magmatiques et leurs modes de mise en place.

Les pegmatites sont encaissées dans des unités de grès, de conglomérats polygéniques et de basalte métamorphisés au faciès des schistes verts à amphibolites appartenant à la ceinture de Frotet-Evans. Le gîte de Sirmac comprend trois principaux dykes minéralisés; le plus important atteint 600 m de longueur pour 30 m de largeur avec des ressources mesurées et indiquées estimées à 0,27 Mt à 1,4 % Li_2O (réglement 43-101, 2023).

Les dykes varient de verticaux à subhorizontaux. Ils sont orientés NE-SW et coupent la foliation régionale prédominante E-W à angle fort. Ils sont subparallèles à une crénulation N-S développée localement et marquée par des porphyroblastes de biotite, suggérant une mise en place tardi-orogénique contrôlée par des contraintes compressives.

Les pegmatites minéralisées se caractérisent par (1) des cœurs à quartz-spodumène grossiers; (2) des zones hétérogranulaires à quartz-feldspath-spodumène avec muscovite-tourmaline-biotite-apatite-grenat-béryl accessoires; (3) des faciès aplitiques de bordure à grenat-apatite; et 4) des aplites intrusives dans les pegmatites riches en muscovite. Les pegmatites stériles présentent des variations texturales semblables aux pegmatites minéralisées, mais dans le premier cas, le spodumène est absent et le feldspath est plus abondant. Toutes les pegmatites se caractérisent par une zonation interne, ce qui suggère une évolution magmatique-hydrothermale comparable des différents dykes. Les bordures de dykes sont aussi caractérisées par une forte variation de faciès et la mise en place de plusieurs phases aplitiques et pegmatitiques. L'empreinte hydrothermale dans les roches métasédimentaires et métavolcaniques encaissantes se manifeste notamment par la présence de biotite, de tourmaline et de holmquistite. Des analyses minéralogiques et géochimiques sont en cours, ainsi que des travaux de géochronologie U-Pb afin de comprendre l'évolution magmatique et hydrothermale du système dans le cadre plus global de la Province du Supérieur.

Combiner géochronologie U-Pb à haute résolution spatiale et haute précision pour préciser la durée et l'étendue du système anatectique Rigolet de la Province de Grenville orientale

Félix Gervais (Polytechnique Montréal), James L. Crowley (Boise State University) et Abdelali Moukhsil (MRNF)

L'une des étapes de ce projet visant à caractériser les processus d'enrichissement en éléments des terres rares des pegmatites granitiques de la Province de Grenville centrale est de préciser l'âge, la durée et l'étendue du système anatectique à leur origine. Pour ce faire, il est essentiel de combiner des méthodes géochronologiques à haute résolution spatiale, puisque les grains de zircon de ces systèmes sont généralement zonés, à des méthodes de datation de haute précision, permettant de distinguer des évènements séparés de moins d'un million d'années. Nous présentons ici les résultats de cette approche combinée appliquée à trois spécimens provenant du NE du réservoir Manicouagan. Les grains de zircon ont d'abord été observés en cathodoluminescence pour caractériser les zonations. Des âges U-Pb et des données de composition en éléments en traces ont ensuite été obtenus par ablation laser ICP-MS à partir de 30 à 45 analyses. Nous avons sélectionné 3 à 5 grains représentatifs des différentes zones identifiées dans chaque échantillon, les avons retirés de leur pastille d'époxy, coupés lorsque nécessaire et les avons datés par la méthode par d'abrasion chimique et ID-TIMS. Un leucosome dans un paragneiss stromatique de la ceinture Parautochtone ne présentant pas d'évidence macroscopique de déformation à l'état solide a donné cinq âges concordants s'étalant de 999,59 ±0,67 Ma à 990,6 ±0,65 Ma, indiquant un épisode de cristallisation de zircon de 9 My dans un gneiss partiellement fondu. Les grains de zircon provenant d'un leucosome syndéformation à la base de la ceinture Allochtone sus-jacente, ont fourni 2 âges (4 analyses) de 1001,41 ±0,64 Ma et 998,28 ±0,47 Ma. Ces zircons sont appauvris en ETR lourds, indiquant une croissance postérieure ou synchrone à la croissance du grenat, mais antérieure au chemin de décompression isothermale associé à la décomposition de ce minéral (voir Dasgupta *et al.*, 2025). Un dyke granitique recoupant la foliation mylonitique de ce même affleurement, présentant des indices de déformation à la transition ductile-fragile, a donné un âge (deux analyses) de 989,3 ± 0,6 Ma. La déformation et la décompression isothermale à la base de la ceinture Allochtone est donc comprise entre 998 et 990 Ma, soit synchrone à la fusion partielle dans la ceinture Parautochtone. Ainsi, le système anatectique a été actif pendant au moins 12 My, entre environ 1001 et 989 Ma, période durant laquelle les roches des ceintures Parautochtone et Allochtone ont été partiellement fondues et déformées. Ces résultats démontrent que le Rigolet était une phase orogénique majeure de type longue et chaude.

Synthèse cartographique et mise à jour de la géochimie des sédiments de surface de l'enclave argileuse du NW québécois et du NE ontarien

Pierre-Marc Godbout (CGC-Central), Etienne Brouard (CGC-Québec), Jean J. Veillette (CGC-Central/UQAT), Louis Robertson (CGC-Central), Martin Roy (GEOTOP-UQAM), Hugo Dubé-Loubert (MNRF) et Cunhai Gao (OGS)

L'enclave argileuse (EA) du NW québécois et du NE ontarien forme une vaste plaine principalement constituée de sédiments glaciolacustres à grain fin dont le potentiel agricole demeure largement inexploité avec seulement 5 % des terres en culture. Un accroissement de la production agricole résultant du réchauffement climatique prévu pour les prochaines décennies pourrait transformer l'utilisation des sols dans l'EA et bonifier une économie régionale déjà soutenue par de solides activités minières et forestières.

Au cours des dernières décennies, les commissions géologiques du Canada (CGC) et de l'Ontario (OGS) et le ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF) ont mené des campagnes de cartographie des dépôts de surface et des études régionales dans l'EA afin de reconstituer l'histoire glaciaire et de caractériser les sédiments de la région. Ces initiatives ont généré une quantité importante d'informations pertinentes, mais la diversité des approches méthodologiques, des légendes cartographiques et des échelles d'analyse employées a entraîné des divergences marquées dans l'estimation de la superficie de l'EA et mis en lumière des lacunes importantes concernant la nature, les limites et la répartition de ces sédiments. Ces constats soulignent la nécessité d'uniformiser les données existantes pour apporter une vision intégrée de l'ensemble de l'enclave. Notre démarche s'inscrit précisément dans cette optique en abordant pour la première fois la géologie glaciaire de l'EA (une grande région naturelle qui chevauche deux entités administratives, le Québec et l'Ontario) dans son ensemble.

Dans cette perspective, nous présentons ici une première synthèse cartographique de l'EA fondée sur la compilation de plus de 20 cartes numériques des dépôts de surface adaptées au Modèle de données pour les formations superficielles de la CGC et enrichie d'informations tirées des archives de terrain afin de constituer un ensemble de données harmonisées. À cette synthèse s'ajoutent les premiers résultats de réanalyses géochimiques effectuées sur plus de 350 échantillons de sédiments glaciolacustres fins (varves) et sur la matrice d'échantillons de till. Ces analyses visent à fournir une gamme plus étendue d'éléments chimiques que celles issues d'études comparables afin de mieux cerner les facteurs géologiques pouvant expliquer les variations spatiales de la géochimie de l'EA.

Ce projet s'inscrit dans le Programme de géosciences environnementales 2024-2029 de la CGC-Québec. L'intégration des données géologiques et géochimiques déjà acquises avec celles qui résulteront de la présente étude constituera une base géoscientifique exhaustive pouvant soutenir la gestion durable des ressources de l'enclave argileuse dans une perspective d'adaptation aux changements climatiques.

L'impact des espèces végétales pionnières sur la santé et les communautés microbiennes des sols dans la restauration écologique d'un site minier dégradé

Maxime Guglielmetti (Université de Montréal), Isabelle Laforest-Lapointe, Jean-Philippe Bellenger, Sébastien Roy (Université de Sherbrooke) et Pierre-Luc Chagnon (Université de Montréal, Agriculture Canada)

Ce projet explore le potentiel des espèces pionnières et leurs interactions avec les microorganismes du sol dans un contexte de restauration écologique. Bien que l'exploitation minière constitue une activité économique importante, elle entraîne également une perte de biodiversité, puisque l'extraction du minerai dégrade les écosystèmes locaux et laisse derrière elle d'importantes quantités de résidus miniers. Afin d'assurer une utilisation durable des écosystèmes, les habitats dégradés doivent être restaurés vers un état de diversité et de résilience écologique. Cependant, ces milieux contiennent très peu, de matière organique, ce qui ralentit la succession primaire et nécessite une intervention humaine. La restauration écologique sans amendement représente donc une stratégie prometteuse pour rétablir la biodiversité et les services écosystémiques. Si le rôle des communautés végétales dans la succession est bien établi dans ce rétablissement, celui des interactions entre les plantes et les microorganismes devient plus clair. Cette étude examine comment les espèces pionnières impactent les indicateurs de santé du sol ainsi que les communautés de microorganismes durant les premières étapes de la succession sur un ancien site minier au Québec.

Nous avons échantillonné des résidus non colonisés par des plantes (sols témoins) et du sol de rhizosphère (le sol directement collé aux racines) des 5 principales espèces de plantes pionnières du site d'étude. Pour chaque échantillon, nous avons mesuré des indices de qualité du sol reconnus et nous avons séquencé l'ADN environnemental. Ces analyses nous ont permis de déterminer l'effet de la présence d'une plante pionnière sur la qualité du sol et sur les communautés microbiennes de celui-ci.

Nos résultats montrent que les sols de rhizosphère présentaient une humidité plus faible que les sols témoins, particulièrement chez le saule, suggérant une influence des racines sur la disponibilité en eau. Le pH des sols rhizosphériques était également plus acide, ce qui correspond aux conditions attendues en début de succession écologique. Certaines espèces, comme la dryade et la sabline, présentaient toutefois des sols légèrement moins acides que ceux de l'aulne. Par ailleurs, la respiration microbienne ne semblait pas être affectée par la présence de plantes, mais elle diminuait légèrement en fonction de l'élévation du lieu d'échantillonnage. Enfin, les sols de rhizosphère contenaient davantage de protéines de type glomaline qui sont indicatrices d'une activité fongique accrue. Ce résultat corrobore nos connaissances sur le rôle des microorganismes dans les premières étapes de la restauration écologique.

Géologie de la région de la rivière Turgeon, nord-ouest de la Sous-province de l'Abitibi, Québec, Canada

Maxym-Karl Hamel-Hébert (MRNF)

Un levé géologique à l'échelle 1/20 000 a été réalisé à l'été 2025 dans la région de la rivière Turgeon (moitié sud SNRC 32E14). Ce secteur est situé dans la partie NW de la Sous-Province de l'Abitibi, à proximité du gisement de Selbaie (53 Mt à 1,0 % Cu, 2,0 % Zn, 0,6 g/t Au et 41 g/t Ag). La mise à jour de la carte lithostratigraphique du secteur a été réalisée à partir de travaux du CONSOREM et de la compilation d'une grande quantité de forages (571), dont 286 sont postérieurs à la dernière cartographie du Ministère en 1990, ainsi qu'avec les nouvelles données acquises lors de la campagne à l'été 2025.

Le secteur est composé d'une séquence volcano-sédimentaire faiblement métamorphisée et de quelques intrusions synvolcaniques à tarditectoniques. La majeure partie du territoire étudié est occupée par les roches volcaniques du Groupe de Brouillan-Fénelon (2729 Ma) dont la disposition révèle une structure anticlinale d'axe E-W avec, en son cœur, les roches intrusives synvolcaniques du Pluton de Brouillan (2729 Ma). Vers le sud, les volcanites du Groupe de Brouillan-Fénelon sont en contact avec la séquence volcano-sédimentaire du Groupe d'Enjalran-Bapst et les roches métasédimentaires du Groupe de Taibi (< 2697,2 Ma), qui définissent le cœur d'un bassin synclinal.

Avec plus de 30 sites minéralisés dépassant le seuil indiciel en métaux, le secteur est reconnu pour ses minéralisations de sulfures massifs volcanogènes ainsi qu'aux veines aurifères mésothermales à gangue de quartz-carbonate. Depuis les années 1950, les métaux qui ont fait l'objet de travaux d'exploration sont, en ordre d'importance, l'or, le cuivre, le zinc, l'argent, le plomb et le graphite.

Implications métallogéniques et tectoniques des structures lithosphériques transversales dans le sud de la Province du Supérieur

Lyal Harris (INRS-ETE)

Diverses données géophysiques offrent une perspective de la lithosphère du sud de la Province du Supérieur radicalement différente par rapport aux interprétations conventionnelles. L'étendue et les âges relatifs de structures transversales « cachées » de la croûte profonde et du manteau supérieur, identifiées comme des cibles d'exploration pour les minéraux critiques, stratégiques et précieux, sont incompatibles avec les modèles conventionnels de tectonique des plaques. Ainsi, le couloir Waswanipi-Saguenay au Québec, une structure lithosphérique WNW responsable de la mise en place d'intrusions alcalines à ETR-Nb archéennes à protérozoïques et de kimberlites, se connecte avec la zone de Winisk/Kenyon, qui traverse le Manitoba et l'Ontario, à laquelle des kimberlites et des carbonatites sont aussi associées. Une réactivation lors de plusieurs évènements, y compris de grands décalages dextres ductiles, est déduite le long de cette zone de cisaillement et d'autres structures subparallèles.

La tomographie sismique détaillée des ondes P en Ontario montre une limite de terrane N-S à NNW-SSE séparant les zones de haute et basse vitesse mésoarchéennes (ZHV|ZBV) dans le manteau supérieur. Cette marge de terrane a été réactivée en zone de transfert lors du rifting à ~2,7 Ga lorsque des ceintures volcano-sédimentaires néoarchéennes se sont formées dans la croûte sus-jacente. Le Complexe de Lac des Îles (2,69 Ga; minéralisation de Pd [Pt-Au-Ni-Cu]) se situe le long de ce contact. Les intrusions mafiques-ultramafiques d'Eagle's Nest (*Ring of Fire*; 2,73 Ga; minéralisations de Ni-Cu-Pt-Pd) et de Lansdowne House se trouvent à l'intersection de blocs du ZHV et des failles concentriques d'environ 200 km de diamètre localisées au-dessus d'une remontée du manteau sur la marge du terrain de la baie d'Hudson. Ces observations concordent avec d'autres exemples à l'échelle mondiale [DOI : 10.5382/econgeo.5117].

Au Québec, les mines Éléonore et Troilus se trouvent en bordure d'un domaine tomographique identique à la ZHV en Ontario. La valeur du No Mg du manteau lithosphérique supérieur est identique dans les deux cas [DOI :10.1029/2024 GC011454], renforçant les corrélations potentielles. En reconstituant les déplacements dextres des zones de cisaillement WNW, les limites de ce domaine correspondent à celles de l'Ontario. Des données tomographiques et isotopiques plus détaillées sont cependant nécessaires pour évaluer cette hypothèse qui suppose que la Province du Supérieur aurait été allongée selon une direction N-S (coordonnées actuelles).

La préservation des structures transversales dans la croûte inférieure et le manteau supérieur, ainsi que les différences d'orientation de ces structures à différentes profondeurs, suggèrent des découplages dans la croûte moyenne, au MOHO et le long de la discontinuité lithosphérique médiane présente dans de nombreux cratons archéens ([DOI : 10.1029/2022JB026202]).

Caractérisation géochimique et minéralogique des stériles actuels et futurs de la mine de graphite du Lac-des-Îles (Québec) en vue de leur valorisation

Malik Mohamed Hassaid, Isabelle Demers et Marc Legault (UQAT)

De grands volumes de stériles miniers sont générés lors des activités d'exploitation minière et leur gestion représente un défi majeur pour l'industrie sur le plan environnemental et économique. Cette étude, réalisée en collaboration avec Northern Graphite et Intersand, porte sur la valorisation des stériles de la mine de graphite du Lac-des-Îles (Québec) afin d'évaluer leur potentiel de réutilisation, entre autres dans la fabrication de litière pour chat. L'objectif du projet est d'évaluer le potentiel de valorisation des stériles actuels et futurs à partir d'une caractérisation géochimique et minéralogique, conforme aux exigences du *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses* (MELCCFP, 2002).

Quatre-vingts (80) échantillons ont été sélectionnés sur les haldes à stériles existantes et analysés à l'aide de l'appareil de fluorescence X portative (XRFp). De plus, 40 échantillons de carottes représentant les futurs stériles ont été également analysés. Les résultats obtenus ont été traités et nettoyés pour permettre d'appliquer des algorithmes de classification multivariée (UMAP et K-means). Ces algorithmes ont permis d'identifier et de corréler à partir des données de carottes trois lithologies principales : le gneiss quartzo-feldspathique à biotite (avec traces de graphite), le gneiss à grenat et les pegmatites. Ces analyses ont été complétées par des caractérisations en laboratoire (ICP-OES/MS, DRX, S/C, MEB).

Conformément au *Guide de valorisation des matières résiduelles inorganiques non dangereuses* du MELCCFP (2002), des essais complémentaires ont été réalisés afin d'évaluer le comportement environnemental de ces matériaux.

Les résultats d'analyses du contenu solide (mg/kg) indiquent que les teneurs en éléments en traces se situent, pour la plupart, en deçà des seuils définis par les critères A et/ou B de la Politique de protection des sols et de réhabilitation des terrains contaminés du Québec (MENV, 2002), ce qui permet d'envisager une utilisation sans restriction.

Par ailleurs, des tests de potentiel de neutralisation et de génération d'acide (Sobek modifié et prolongé) ont permis de mettre en évidence l'absence de génération d'acidité potentielle, tandis que des essais de lixiviation comme le TCLP (*Toxicity Characteristic Leaching Procedure*), SPLP (*Synthetic Precipitation Leaching Procedure*) et LCT (*Leachate Characterization Test*), ont été réalisés afin de caractériser la mobilité des métaux, la réactivité géochimique et le comportement environnemental global des stériles, dans la perspective de leur valorisation hors site.

Cette approche méthodologique permettra de mettre en place des moyens de contrôle pour les futurs stériles afin de répondre aux exigences de valorisation hors site grâce au classement et à la séparation des matériaux selon leur potentiel de valorisation. Elle vise à mettre en évidence les stériles à faible réactivité et à mobilité métallique limitée présentant des caractéristiques physico-chimiques favorables à une utilisation hors site.

Cartographie pétrogéochimique par XRF portative de la marge Sud de la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean et des minéralisations Fe-Ti-V-P associées, Province de Grenville central, Québec

Théo Hassen Ali, Sarah Dare, Renée-Luce Simard (UQAC) et Abdelali Moukhsil (MNRF)

La Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean (SALSJ) est un massif anorthositique protérozoïque d'une superficie d'environ 20 000 km² qui abrite des minéralisations de minéraux critiques et stratégiques en Fe-Ti-V. Pour aider l'exploration dans ces terrains, une meilleure compréhension de ces systèmes et le développement de nouveaux outils de cartographie sont essentiels.

Un transect de 43 km entre Jonquière et Alma, dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, a permis de caractériser de façon générale l'organisation lithologique de la marge sud de la SALSJ qui consiste en une succession de bandes centimétriques à kilométriques de leucotroctolite-anorthosite-leuconorite. Au centre du transect, ces lithologies abritent localement des amas massifs d'oxydes de fer à olivine (Moquin, Fe-Ti-V), ainsi que d'oxydes de fer massifs à apatite (propriété Larouche, Fe-Ti-P). La marge sud a été segmentée en cinq secteurs sur la base des signatures géophysiques, des observations pétrostructurales, des analyses géochimiques ainsi que de la chimie du plagioclase (calcicité et Sr) par XRF portative (XRFp). Deux de ceux-ci se distinguent par la présence de minéralisations de Fe-Ti-V sous la forme d'amas massifs à magnétite-ilménite-spinelle.

Les extrémités ouest (Alma) et est (Jonquière) du transect sont composées principalement de niveaux d'anorthosite-leucotroctolite à pendage faible (~20°) caractérisée par un plagioclase de composition labradorite (An_{54-60}) et des teneurs moyennes en Sr (~0,09 %). Ces couches se verticalisent à l'approche du centre du transect (pendage modéré ~40°), alors que la calcicité du plagioclase diminue (An_{50}) et le contenu en Sr augmente (Sr élevé = 0,11 %).

Les lithologies hôtes des zones minéralisées, situées au centre du transect, diffèrent significativement des zones non minéralisées. En allant vers le centre ouest, on trouve des bandes d'anorthosite-leuconorite-leucotroctolite à pendage moyen (~40°) recoupées par le mégadyke de gabbronorite de Lac Chabot. En dehors de la zone minéralisée à Fe-Ti-P de Larouche, les lithologies de ce secteur sont composées de plagioclase de composition labradorite (An_{53}) montrant une teneur en Sr élevée (Sr = 0,11 %), proche du signal régional. La partie centre est, dans le secteur de Moquin (Fe-Ti-V), est constituée de bandes d'anorthosite-leucotroctolite à pendage fort (~75°) bordées par deux zones de mylonite. Le plagioclase des lithologies hôtes de la minéralisation se distingue du signal régional par une composition andésine (An_{46}) et un Sr élevé (Sr = 0,13 %).

Cette étude montre que la cartographique géochimique du plagioclase par XRFp est efficace pour raffiner la cartographie et l'exploration dans les suites anorthositiques. Il permet en effet de différencier le signal géochimique régional de la marge sud de la SALSJ, caractérisé par un plagioclase labradorite (An_{52-60}) et un contenu en Sr moyen (Sr = 0,07 % à 0,10 %), du signal des zones minéralisées en oxydes de fer qui présente une composition andésine (An_{30-48}) et un Sr élevé > 0,1 %.

Synthèse de la géologie des dépôts de surface de la ceinture de Cape Smith, Orogène de l'Ungava, Nunavik, Québec, Canada

Simon Hébert et Alex Proulx (MRNF)

Les glaciations majeures du Quaternaire ont façonné la majeure partie du nord de la péninsule d'Ungava et ont influencé la morphologie d'une grande partie du territoire en déposant une couverture sédimentaire d'épaisseur variable, limitant ainsi par endroits l'accès au socle rocheux. En conséquence, la prospection glaciosédimentaire s'avère un outil essentiel pour brosser un portrait plus complet du potentiel minéral de certains secteurs de la région du Nunavik, déjà reconnue pour son potentiel nickélifère (avec deux mines en activité). La présente synthèse aborde la géologie du Quaternaire d'une zone de la péninsule d'Ungava située au sud de Salluit et de la baie Déception, couvrant 15 feuillets SNRC 1/50 000, soit une superficie d'un peu plus de 11 000 km².

La cartographie des formations superficielles ainsi que l'échantillonnage des sédiments d'origine glaciaire (till) et fluvioglaciaire (eskers) ont été réalisés lors de trois campagnes de terrain menées durant les étés 2021, 2022 et 2023. Un échantillonnage secondaire plus ciblé des sédiments glaciaires a commencé à l'été 2022 à la suite de la mise sur pied du laboratoire de terrain, permettant de déterminer la géochimie des sédiments glaciaires à l'aide d'un analyseur XRF portatif.

La zone d'étude se situe principalement dans la Province de Churchill, au cœur de l'Orogène de l'Ungava, qui comprend quatre domaines lithotectoniques distincts : le Domaine Nord et le Domaine Sud, formant ensemble la ceinture de Cape Smith, ainsi que les domaines de Kovik et de Narsajuaq.

Les dépôts de surface sont dominés par des sédiments glaciaires (till) qui ont été par endroits remaniés et/ou entaillés par l'eau de fonte lors de la déglaciation. Des dépôts fluvioglaciaires juxtaglaciaires (eskers), principalement sablo-graveleux, ainsi que des épandages proglaciaires recouvrent localement ces dépôts. Le socle rocheux, peu exposé dans la zone d'étude, est généralement gélifracté et caractérisé par la présence, en certains endroits, de felsenmeers matures, notamment sur les monts de Puvirnituq.

La déglaciation rapide des zones côtières et des grandes vallées fluviatiles du nord de la péninsule d'Ungava a coïncidé avec l'invasion des eaux marines dans la vallée de la rivière Foucault et dans les secteurs des lacs Françoys-Malherbe et Watts. Le retrait progressif de la marge glaciaire sur le continent a également entraîné la formation de lacs proglaciaires lorsque les voies de drainage des grandes vallées ont été obstruées par la glace (lacs Watts, Déception, Foucault, Gatin, Vanasse et Puvirnituq). La collecte de plus d'une centaine de mesures d'élévation des formes de terrain glaciolacustres et glaciomarines à l'aide d'un GPS différentiel a permis d'affiner les connaissances sur le schéma général de déglaciation de la région.

Ce secteur présente peu d'évidences macroscopiques d'écoulement glaciaire (formes de terrain fuselées). Toutefois, un inventaire exhaustif des marques d'érosion glaciaire a permis de mieux définir la dynamique glaciaire de la région.

Nouvelles données géophysiques disponibles en 2025

Rachid Intissar et Siham Benahmed (MRNF)

Géologie Québec a réalisé trois nouveaux levés géophysiques durant l'hiver et l'été 2025 dans la Sous-province géologique de Minto (Nunavik). Les données numériques et les rapports techniques associés aux rapports mentionnés plus bas seront disponibles dans SIGÉOM Examine.

Ces levés visent à soutenir les projets de cartographie géologique de Géologie Québec ainsi que les travaux du secteur privé. Combinées à d'autres données géoscientifiques, ces données pourraient aussi stimuler l'investissement privé en révélant de nouvelles zones à fort potentiel minéral :

- DP 2025-01: Levé aéromagnétique dans le secteur du lac Minto, Nunavik, Province du Supérieur (publié lors de Québec Mines + Énergie 2025).
- DP 2025-07: Levé magnétique et spectrométrique aéroporté dans le secteur du lac Flaherty, Nunavik, Province du Supérieur (publié lors de Québec Mines + Énergie 2025).
- DP 2025-08: Levé magnétique et spectrométrique aéroporté dans le secteur du lac Tassialouc, Nunavik, Province du Supérieur (publié lors de Québec Mines + Énergie 2025).

Archives de la monazite et du zircon : clés pour comprendre le métamorphisme et la circulation des fluides dans l'Orogène de l'Ungava (Nunavik, Québec)

Mehdi Jouhari, Carl Guilmette (Université Laval), Kyle Larson, Isabelle Therriault (UBC-Okanagan) et Marc-Antoine Vanier (MRNF)

La monazite est un minéral commun dans les roches métamorphiques, depuis le faciès des schistes verts jusqu'à celui des granulites. Sa croissance et sa déstabilisation influencent les rapports Th/U du zircon, qui sont généralement faibles lorsqu'il cristallise en équilibre avec la monazite. Cette étude combine les datations U-Pb et les analyses des éléments en traces de la monazite et du zircon pour préciser la chronologie du métamorphisme dans l'Orogène de l'Ungava (OU). L'OU, intégré à l'Orogène paléoprotérozoïque transhudsonien, résulte de la collision entre le craton du Supérieur et la Province de Churchill vers 1,83 Ga.

Trois roches métasédimentaires de la Suite métamorphique de Crony (SMC), localisées à proximité du décollement basal de l'arrière-pays de l'OU, ont été analysées. Le premier, un paragneiss montrant l'assemblage Grt-Ky-St-Bi-Pl-Qz-Ilm-Cal, contient des zircons détritiques (~2,7 Ga) provenant du craton du Supérieur avec des bordures métamorphiques datées à 1844 ±21 Ma (moyenne pondérée). Les monazites homogènes du même échantillon ont donné un âge de 1749 ± 2,9 Ma (MSWD = 0,97). Le deuxième échantillon, une migmatite au faciès des granulites caractérisée par l'assemblage Grt-Ky-Sil-Kfs-Pl-Bi-Mu-Qz-Ru-Matériel de fusion-Cal, comporte des zircons détritiques similaires à ceux de l'échantillon précédent qui montrent des bordures datées à 1813 ±12 Ma. Les monazites donnent un âge de 1741 ±3 Ma (MSWD = 1,2), également homogène, indiquant une seule population. Le troisième échantillon, un paragneiss au faciès des amphibolites à Sil-Bi-Pl-Qz-Cal, présente une signature détritique complexe (2,7, 2,2 et 1,9 Ga) et est probablement issu de l'érosion de roches de la Province de Churchill. Les bordures des grains de zircon ont été datées à 1842 ± 8 Ma. Les monazites zonées montrent une forte corrélation âge-chimie et une plage d'âges étendue entre 1850 et 1700 Ma (MSWD = 4,2), indiquant l'existence de plusieurs populations.

Les roches métasédimentaires de la SMC proviennent donc de deux sources différentes, ce qui permet de définir deux unités. Ces roches ont été enfouies et métamorphisées entre 1844 Ma — donc plus anciennes que ce qui est indiqué dans la littérature — et 1813 Ma, l'âge de cristallisation rétrograde du liquide anatectique. Cet intervalle (~31 My) reflète une activité thermique prolongée. Les zircons à faible rapport Th/U (< 0,1) ont cristallisé de manière synchrone ou postérieure à la formation de la monazite (~1,84 Ga). Cet âge est préservé dans les cœurs de certaines monazites, entourés de générations de monazite plus jeunes (~1750 Ma), cohérent avec ce qui est observé dans les autres échantillons. Ces âges apparaissent également dans les pegmatites d'une suite magmatique tardive et dans plusieurs géochronomètres de l'OU et sont probablement liés à une délamination post-collisionnelle. Les textures des monazites suggèrent une recristallisation partielle à complète par dissolution-recristallisation liée à la migration de fluides le long du décollement basal.

Hydrothermalisme et minéralisations associées du Rift est-africain

Wisdom K. Kavyavu (GEOTOP-UQAM; Université de Goma, DRC) et Daniele. L. Pinti (GEOTOP-UQAM)

Le Rift est-africain est une zone d'effondrement de 4500 km qui parcourt la partie orientale de l'Afrique de l'Est, du golfe de Tadjourah au nord, jusqu'au lac Malawi au sud. Il se sépare en deux branches à la hauteur du lac Albert avec une branche ouest qui descend jusqu'à la Tanzanie. Bien que sa vitesse d'expansion soit extrêmement faible, il abrite encore des volcans actifs comme ceux des Virunga dans la branche ouest, dont le Nyiragongo qui compte parmi les volcans les plus actifs d'Afrique centrale. Ce volcanisme s'exprime aussi sous la forme d'un hydrothermalisme diffus avec des centaines de manifestations thermales de surface (fumeroles, sources chaudes, dépôts de travertin). Ces manifestations suivent souvent les linéaments tectoniques du rift. Dans le sud de la Tanzanie, dans la région volcanique du Bassin volcanique de Rukwa, cet hydrothermalisme aurait favorisé le dégazage de grandes quantités d'hélium qui aujourd'hui constituent les nouvelles réserves mondiales de cet élément critique nécessaire dans les applications médicales et industrielles.

À l'aide des isotopes des gaz rares (He, Ne et Ar), il est possible de démontrer que, en s'éloignant de la région des Virunga, dans le sud du lac Kivu et au nord du lac Tanganyika, l'hydrothermalisme est maintenu par le gradient géothermique et non par des corps magmatiques en profondeur. Les quantités d'hélium générées dans ce secteur ne peuvent cependant égaler celles de la Tanzanie.

Au-delà du volcanisme de Rukwa, le sud du Rift est-africain est caractérisé par de nombreux sous-rifts et bassins associés à des intrusions felsiques et mafiques autour des cratons. L'interaction des saumures hydrothermales avec ces magmas ou, éventuellement, l'échange fluide-roche entre ces saumures et les anciennes minéralisations peuvent reconcentrer les métaux à des teneurs exploitables. Cette étude vise à étudier les relations entre les saumures géothermales et les gisements métalliques du protorift d'Upemba au SE du Congo, du bassin de Luangwa et du rift de Kafue en Zambie, du rift de Nyasa au Malawi et du rift de Rukwa du SW de la Tanzanie. La chimie des eaux thermales et leur contenu en métaux, les isotopes de gaz rares (He, Ne, Ar), les isotopes stables et radiogéniques (O, H, Sr, Cl, B, Br) permettront d'identifier les sources des fluides hydrothermaux et les mécanismes éventuels d'enrichissement de ces saumures en certains métaux, comme le Cu, le Li ou le Co, nécessaires à la transition énergétique.

Datation U-Pb des apatites dans les minéralisations en Fe-Ti-P associées aux massifs anorthositiques dans la Province de Grenville : résultats préliminaires

Marie Kieffer (UQAC), Hélène Legros (MRNF), Sarah Dare (UQAC), Joshua Davies (GEOTOP-UQAM) et Eduardo Mansur (Norges Geologiske Undersøkelse, Norvège)

La Province de Grenville compte de nombreux indices de Fe-Ti-V-P qui sont spatialement associés aux suites anorthositiques protérozoïques. Les minéralisations en V (dominées par la magnétite ± ilménite) sont associées aux anorthosites les plus anciennes (> 1100 Ma) à andésine-labradorite (± olivine), tandis que les minéralisations en Ti (dominées par l'hémo-ilménite) sont associées aux anorthosites plus récentes (< 1100 Ma) à andésine et orthopyroxène. Les minéralisations en P (dominées par l'apatite) sont quant à elles associées aux anorthosites de tout âge, mais toujours à andésine. L'âge des minéralisations reste globalement inconnu, mais des datations directes à partir de l'apatite permettraient de mieux préciser le lien temporel entre les types de minéralisations et les massifs anorthositiques.

Des indices contenant de l'apatite ont été échantillonnés durant l'été 2025, en complément d'échantillons déjà disponibles à l'UQAC. Ils couvrent à la fois des minéralisations associées à des anorthosites d'âge > 1100 Ma, comme la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean (3 indices) et la Suite anorthositique de Vallant (2 indices), et d'âge <1100 Ma comme l'Anorthosite de Saint-Urbain (1 indice), la Suite anorthositique de Havre-Saint-Pierre (1 indice), l'Anorthosite de Vanel (2 indices) et l'Anorthosite de Mattawa (1 indice). Les datations U-Pb préliminaires des apatites (taille de grains de 200 à 500 µm en moyenne) de 13 échantillons ont été réalisées par LA-ICP-MS au LabMaTer (UQAC). Elles indiquent que les minéralisations ont le même âge ou sont légèrement plus jeunes que les massifs anorthositiques hôtes. La détermination des rapports isotopiques du Pb dans le plagioclase qui cocristallise avec l'apatite devrait permettre de mieux définir ces âges, qui correspondent à des âges minimaux de cristallisation. Des âges plus jeunes que l'âge réel de cristallisation pourraient effectivement être dus à un refroidissement lent ou à un réchauffement post-cristallisation qui réinitialiserait le système isotopique U-Pb. Les grains d'apatite plus petits sont plus sujets à la diffusion du Pb que les grains plus gros. Des datations Lu-Hf des apatites des mêmes échantillons devraient ensuite permettre de confirmer si les âges U-Pb reflètent des âges de cristallisation ou des épisodes de métamorphisme.

Contraintes apportées par les inclusions fluides sur l'évolution de la Carbonatite de Saint-Honoré, Québec, Canada

Namhoon Kim, Otgon-Erdene Davaasuren (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources), Anne-Aurélie Sappin (CGC-Québec), L. Paul Bédard, Nils Van Weelderen (UQAC), Jung Hun Seo (Seoul National University) et Bum Han Lee (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, University of Science and Technology)

Les carbonatites d'origine mantellique représentent la source primaire la plus importante d'éléments de terres rares (ETR) et de niobium sur le marché mondial. Leur évolution métallogénique offre des perspectives clés sur les processus d'enrichissement en métaux critiques. La Carbonatite de Saint-Honoré, située dans la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean au Québec (Canada), renferme un gisement économiquement important de Nb ainsi qu'un enrichissement notable en ETR. Cette unité fait partie du Complexe alcalin de Saint-Honoré qui présente une zonation concentrique, avec un anneau externe de syénite à néphéline entourant un corps central de carbonatite (la Carbonatite de Saint-Honoré), lui-même subdivisé en une zone externe dominée par la carbonatite à calcite, une zone de transition riche en dolomite et un noyau de ferrocarbonatite enrichi en ETR. Les précédentes études isotopiques U-Pb et Lu-Hf sur l'apatite ont permis de déterminer une mise en place magmatique entre 583 et 577 Ma, suivie d'un épisode hydrothermal prolongé jusqu'à environ 564 Ma. Les concentrations élevées en U et Th dans la carbonatite pourraient avoir généré une chaleur supplémentaire ayant contribué au maintien de cette activité hydrothermale prolongée. De nouvelles données de microthermométrie sur les inclusions fluides dans la dolomite et l'ankérite des échantillons de carbonatite révèlent des inclusions aqueuses riches en liquide (5 à 20 % vol. de vapeur). Les températures d'homogénéisation varient de 89 °C à 303 °C, avec des salinités comprises entre 0,9 et 8,68 % poids équivalent NaCl, indiquant des fluides de basse température et de salinité variable. Les salinités les plus faibles pourraient refléter un mélange avec des fluides météoriques et de bassins (dérivés de l'eau de mer), tandis que les valeurs plus élevées nécessitent des apports supplémentaires provenant de saumures magmatiques ou de la dissolution d'évaporites. Ces résultats diffèrent nettement des conditions magmatiques de haute température et indiquent un fort mélange et une dilution par des fluides tardifs. Les données isotopiques O-C sont globalement cohérentes avec les résultats des inclusions fluides, suggérant une modification des signatures mantelliques par des fluides hydrothermaux et/ou météoriques de basse température. Ensemble, les données sur les inclusions fluides et les isotopes O-C démontrent que la Carbonatite de Saint-Honoré a enregistré une évolution en deux étapes : (1) un magmatisme carbonatitique initial d'origine mantellique, suivi (2) d'une altération hydrothermale prononcée et d'un mélange de fluides. Cette activité hydrothermale tardive a probablement contribué à la remobilisation et à l'enrichissement des ETR, soulignant l'importance des processus secondaires dans le potentiel économique des minéralisations de carbonatite riches en ETR.

Géologie de la région du lac D'Auteuil, Province de Grenville, région de la Côte-Nord, Québec, Canada

Isabelle Lafrance, Yannick Daoudene et Gaëlle St-Louis (MRNF)

Cette carte géologique préliminaire fait suite au levé à l'échelle 1/50 000 de la région du lac D'Auteuil (tiers nord du feuillet 12K06 et feuillet 12K11) mené à l'été 2025. Elle étend les subdivisions lithodémiques du socle rocheux de la région de Kegaska, révisée depuis 2023. Le secteur expose une grande variété de roches sédimentaires, volcaniques et intrusives, variablement altérées et métamorphisées au faciès supérieur des schistes verts à celui des amphibolites.

Les plus anciennes roches de la région sont principalement composées de monzodiorite quartzifère, de granodiorite, de monzogranite et de syénogranite localement porphyroïdes et variablement déformés qui appartiennent à la Suite intrusive de Kegaska (>~1530 Ma) ou à la Suite intrusive D'Auteuil. Ces deux unités pourraient constituer le socle de l'assemblage volcanique et sédimentaire du Complexe de Coude (~1506 à 1519 Ma). Plusieurs intrusions kilométriques de diorite quartzifère ou de monzodiorite quartzifère, non rattachées à une unité en particulier, sont possiblement plus jeunes. Elles affleurent principalement à l'est et au nord de la zone cartographiée et coupent les unités précédemment mentionnées. L'ensemble de ces roches est coupé par un grand nombre de dykes mafiques essentiellement composés de gabbro. Ces dykes, qui pourraient être associés aux suites mafiques de la Robe Noire (~1177 Ma) ou de Liliane, ou encore à la Suite gabbroïque de Musquaro (~1062 Ma), traversent la région selon des orientations variables. Parallèlement, quelques intrusions intermédiaires ou felsiques hectométriques associées à la Granodiorite de Muddy, à la Suite intrusive de Musquanousse ou à la Suite intrusive de Mantuh (~1088 Ma) sont localement présentes. Le tout est coupé par la Suite intrusive de Washicoutai (~1043 Ma) qui forme généralement des corps hectométriques ou kilométriques de syénite quartzifère, de monzonite quartzifère, de syénogranite ou de granite pegmatitique peu ou pas déformés.

La région cartographiée est affectée par une déformation polyphasée. La trajectoire de la foliation régionale ainsi que les cartes magnétiques montrent un schéma régional caractérisé par des plis complexes. La région est aussi coupée par plusieurs zones de cisaillement régionales à la trajectoire courbe qui délimitent pour certaines de grands domaines structuraux.

Les analyses chimiques de certains échantillons montrent que la région possède un potentiel pour plusieurs substances, dont les éléments de terres rares (6 échantillons entre 740 et 4314 ppm), le thorium (8 échantillons entre 93 et 527 ppm), le niobium (17 échantillons entre 52 et 236 ppm), le zirconium (26 échantillons entre 504 et 2187 ppm), le cuivre (7 échantillons entre 150 et 2590 ppm) et le zinc (6 échantillons entre 259 et 3950 ppm).

Résultats des levés de fond de lac, secteurs des lacs Ayde et Mantouchiche, Eeyou Istchee Baie-James

Olivier Lamarche (MRNF)

Le ministère des Ressources naturelles et des Forêts a réalisé pendant l'été 2024 deux levés géochimiques de sédiments de fond de lac de haute densité (1,5 éch./km²) dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James. Ces levés totalisent une superficie d'environ 6500 km² et ont permis la collecte de 4662 échantillons de sédiment de fond de lac. Ces projets s'inscrivent dans la lignée de récents levés effectués dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James visant à fournir des données géochimiques de haute densité. Ces travaux devraient permettre d'identifier plus précisément des zones favorables à la présence de minéralisations que ne le permettaient les anciens levés de plus faible résolution couvrant ce secteur (densité d'échantillonnage d'un échantillon par 6 km²). Des cartes d'interpolation des valeurs brutes et de valeurs résiduelles provenant d'un traitement statistique sont présentées.

Révision stratigraphique et métallogénique des unités mésoarchéennes de la portion occidentale de la ceinture du Lac des Montagnes au contact des sous-provinces de La Grande et d'Opatica, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada

Jérôme Lavoie et Anne-Marie Beauchamp (MRNF)

La ceinture volcano-sédimentaire du Lac des Montagnes (CLM), localisée au contact des sous-provinces de La Grande et d'Opatica, est connue pour être l'hôte de plusieurs types de minéralisations. Cette séquence revêt un intérêt particulier pour l'exploration puisqu'elle encaisse deux gîtes de minéraux critiques et stratégiques, soit le gîte de Whabouchi (Li) et les gîtes de Nisk-1 et Nisk-1b (Ni-Cu-EGP).

Au cours des dernières années, plusieurs campagnes de cartographie menées par le Ministère, ainsi que quelques études ciblées, ont permis d'améliorer de façon notable les connaissances géoscientifiques de la région. Malgré ces avancées, le schéma stratigraphique actuel regroupe encore des roches d'âges mésoarchéens et néoarchéens au sein d'une même unité, ce qui limite la compréhension de l'évolution géologique de la CLM. La présente étude propose une révision stratigraphique et une corrélation des unités mésoarchéennes à néoarchéennes précoces d'une partie de la CLM. En plus de suggérer que la CLM est composée de deux épisodes volcaniques distincts, ce travail met en évidence le potentiel minéral jusqu'ici sous-estimé des roches mésoarchéennes du Complexe de Théodat. L'interprétation des âges de cristallisation indique que la mise en place d'une partie de ce complexe (Athe1) serait synchrone au dépôt des roches volcano-sédimentaires d'âge mésoarchéen. Ces roches sont affectées par un métasomatisme matérialisé par : (1) un lessivage des alcalis (Na, Ca) se traduisant par un excès (enrichissement relatif) en aluminium (sillimanite-andalousite), (2) une altération potassique ± chromifère (séricite-biotite ± quartz ± fuchsite), (3) une altération magnésienne-ferrugineuse (anthophyllite-cordiérite-chlorite) localement accompagnée d'une altération manganésifère (grenat-biotite ± hornblende), et (4) une altération sodique locale (albite). La nature, l'étendue et l'intensité de ce métasomatisme suggèrent la possibilité de trouver des types de minéralisations encore non reconnus dans ce secteur, notamment des minéralisations de type (1) porphyrique ou (2) épithermal acide dans le socle habituellement considéré comme stérile. Ces interprétations ouvrent de nouvelles perspectives pour l'exploration minérale, tant en marge de la CLM, le long du contact entre les sous-provinces d'Opatica et de La Grande suivi sur ~250 km latéralement, qu'ailleurs sur le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James, où des portions de socles sialiques synvolcaniques sont adjacentes à des séquences volcano-sédimentaires mésoarchéennes.

Interactions entre les carbonatites et les roches silicatées du couloir Waswanipi-Saguenay, Province de Grenville, Québec : impact sur les processus de minéralisation en Nb-ETR

Hélène Legros et Anne-Marie Beauchamp (MRNF)

Les carbonatites constituent l'un des principaux hôtes naturels des éléments de terres rares (ETR) et du niobium (Nb), deux groupes de métaux critiques pour les technologies modernes. Si leur potentiel métallogénique est largement reconnu, les processus précis menant à l'enrichissement économique en Nb et ETR demeurent complexes et multifactoriels. Parmi ceux-ci, les interactions entre les magmas carbonatitiques et les lithologies silicatées encaissantes ou associées (syénites, gneiss, pyroxénites, etc.) jouent un rôle souvent sous-estimé dans la genèse, la concentration et la redistribution de ces éléments. Ces interactions, tant magmatiques qu'hydrothermales, se traduisent par des processus physiques (bréchification, assimilation), chimiques (fénitisation, métasomatisme, hydrothermalisme) et minéralogiques qui influencent fortement la géométrie et la nature des zones minéralisées. Ce bulletin métallogénique propose d'évaluer l'impact de ces interactions sur les processus de minéralisation en Nb et ETR à travers l'étude de cinq complexes alcalins représentatifs de la Province de Grenville : Crevier, Grand Lac Brochet, Saint-Honoré, Terres Rompues et Girardville. L'approche repose sur une combinaison d'observations de terrain, d'analyses pétrographiques, géochimiques (éléments majeurs et en traces) et de microanalyses minéralogiques, notamment par LA-ICP-MS sur biotite, afin de mieux comprendre les signatures liées aux différents types d'interactions.

Exploration des pegmatites à lithium avec le XRFp : l'altération du feldspath potassique doit-elle être prise en compte?

Arnaud Lesénéchal, Sarah Dare (UQAC) et Lyndsay Moore (CGC-Central)

La transition énergétique mondiale entraîne une demande croissante en lithium, un élément stratégique pour la production de batteries Lithium-ion. Les pegmatites granitiques constituent une source importante de lithium. Le feldspath potassique, minéral abondant dans ces roches, est couramment utilisé comme indicateur géochimique pour distinguer les pegmatites stériles des fertiles. Celle-ci se caractérise par des rapports K/Rb et K/Cs décroissants avec l'enrichissement en éléments rares, parallèlement à une augmentation du Rb, du Cs et du rapport Rb/Sr. De plus, les éléments Fe et P ou Rb et P peuvent être utilisés pour identifier à quelle famille géochimique appartiennent les pegmatites, avec P > Fe pour un enrichissement de type LCT et P < Fe pour le type NYF. L'analyse *in situ* de ces éléments à l'aide d'un XRFp (spectromètre de fluorescence des rayons X portatif) directement sur le terrain est une méthode couramment utilisée par les compagnies d'exploration. Toutefois, l'altération courante du feldspath potassique en albite représente un problème majeur, encore peu évalué, tout comme la validité du XRFp comme outil de prospection des pegmatites à lithium. En effet, comme le XRFp ne détecte pas le Na, il est difficile de quantifier l'altération du feldspath potassique. Une étude a été menée sur la pegmatite à spodumène de Brazil Lake (Nouvelle-Écosse, Canada), qui se caractérise par une intense altération à albite/cléavelandite. Ce projet combine cartographie détaillée et analyses par XRFp sur des blocs de feldspath potassique réalisées au LabMaTer (UQAC). L'application du QA/QC sur les analyses XRFp des échantillons de feldspath potassique de la pegmatite de Brazil Lake révèle de bonnes précision et justesse (< 6 %) pour les éléments analysés (K, Cs, Rb, Sr, Fe et P). L'analyse montre que l'altération en albite entraîne une forte baisse de K, Rb et Cs, avec des rapports K/Rb et K/Cs qui varient indépendamment de l'altération. Au contraire, Sr et P restent relativement inchangés, le rapport Rb/Sr diminue donc avec l'altération. La teneur en Fe dans le feldspath potassique augmente faiblement avec l'altération, en raison de l'hématitisation. Les diagrammes géochimiques, utilisés dans la prospection des pegmatites à lithium, présentent certaines limites en raison de ces phénomènes. Le diagramme K/Cs en fonction de Rb s'avère plus adapté que K/Rb en fonction de Cs. Néanmoins, pour ces deux diagrammes, l'altération va déplacer les données en dehors des champs d'enrichissement en Li dû aux faibles teneurs en Rb et Cs du feldspath potassique altéré. Les diagrammes K/Rb en fonction de Rb/Sr, P-Fe et P-Rb offrent toutefois de bons résultats. L'utilisation de ces diagrammes met en évidence l'importance d'intégrer l'état d'altération du feldspath potassique dans l'interprétation géochimique, tout en confirmant la pertinence du XRFp comme outil de terrain.

Carbonatation minérale passive et accélérée des résidus miniers ultramafiques : cas du projet Dumont Nickel

Amani Mabrouk, Mamadou Thiam Bachir, Emmanuel Kasadi Cimanga, Mamert Mbonimpa, Tikou Belem et Benoît Plante (UQAT)

Les résidus miniers ultramafiques représentent un support prometteur pour la séquestration du CO_2 par carbonatation minérale. Ce processus conduit à la formation de carbonates secondaires, améliorant la cohésion intergranulaire et, potentiellement, la stabilité géotechnique des parcs à résidus. Cette cimentation intergranulaire devrait se traduire par une augmentation de la résistance mécanique, notamment en compression uniaxiale et en cisaillement.

Toutefois, la carbonatation passive des échantillons en laboratoire nécessiterait des durées d'exposition trop longues en raison des dimensions requises, justifiant le recours à une carbonatation accélérée par injection de CO_2 sous pression. Dans les deux cas, on peut supposer que la résistance mécanique est proportionnelle à la teneur en carbone séquestré.

Le principal enjeu scientifique de ce projet réside dans l'absence de corrélation établie entre le degré de carbonatation et la résistance mécanique. Aucune étude antérieure n'a permis d'évaluer ces facteurs simultanément dans des conditions représentatives, rendant impossible l'interprétation du comportement mécanique des matériaux carbonatés.

Cette étude vise à évaluer le degré de carbonatation passive et accélérée de résidus issus du projet Dumont (Magneto Investments). Une méthodologie expérimentale combinée est proposée afin d'établir une corrélation entre la résistance mécanique et le degré de carbonatation. D'une part, des essais de carbonatation passive ont été effectués sur des résidus bruts (3 % de brucite) et sur des échantillons enrichis en brucite pure avec des teneurs variant de 10 à 100 % en poids exposés à l'air libre pendant 3 à 6 mois. D'autre part, des expériences de carbonatation accélérée ont été réalisées sur des résidus bruts (3 % de brucite) dans un réacteur dédié, sous une pression partielle de CO_2 d'environ 600 psi et un débit de 4,7 l/min avec trois injections quotidiennes pendant 3, 6 et 9 jours.

Les analyses de carbone et de soufre totaux (C/S) montrent que la teneur en carbone passe de 0,32 % à 0,9 % après 9 jours de carbonatation accélérée, valeur équivalente à celle obtenue après quatre mois d'exposition naturelle. En carbonatation passive, la teneur maximale (~2 %) est observée pour 75 % de brucite après deux mois.

Des analyses minéralogiques en cours visent à confirmer que cette augmentation du carbone est associée à la précipitation de carbonates secondaires, contribuant ainsi à une amélioration de la résistance mécanique. Cette approche intégrée permettra d'établir une relation quantitative entre le degré de carbonatation et les performances mécaniques des résidus.

Nouvelles données minéralogiques et géochimiques sur des roches alcalines au NW de La Tuque, Province de Grenville

Brahim Mali (INRS-ETE), Azam Soltanmohammadi (CGC-Québec), Pierre-Simon Ross (INRS-ETE), Abdelali Moukhsil et Mhamed El Bourki (MRNF)

Les roches alcalines sont présentes dans une grande variété d'environnements tectoniques, notamment les rifts intraplaques, les îles océaniques, les marges passives et les orogènes collisionnels, reflétant un large éventail de trajectoires pétrogénétiques. Leurs signatures minéralogiques et géochimiques enregistrent les processus responsables de l'enrichissement en métaux alcalins, en éléments de terres rares et en volatils. Les systèmes alcalins ont un rôle majeur en tant d'hôtes de minéralisations en métaux critiques. Parmi les roches alcalines, la glimmérite constitue l'une des lithologies ultramafiques les plus enrichies, caractérisée par la prédominance de la phlogopite et de fortes teneurs en volatils. Nous présentons ici des données minéralogiques *in situ* ainsi que des analyses géochimiques sur roches totales portant sur des intrusions ultramafiques alcalines particulières identifiées comme des corps de glimmérite au NW de La Tuque. Ces intrusions apportent de nouvelles données sur les processus magmatiques ayant contrôlé le magmatisme alcalin dans la partie centrale de la Province de Grenville. Les observations de terrain montrent que la glimmérite se présente sous la forme de corps discrets, spatialement et structurellement associés à des intrusions mafiques alcalines. Les assemblages minéralogiques, dominés par le clinopyroxène et le feldspath alcalin, sont compatibles avec une cristallisation à partir de magmas alcalins plutôt qu'à une surimpression métasomatique. Des textures cumulatives du pyroxène, observées en pétrographie, confirment de plus cette origine ignée. La composition géochimique de ces roches révèle des teneurs élevées en alcalis associées à un comportement cohérent des éléments majeurs et en traces, ce qui révèle que ces intrusions représentent l'un des termes les plus extrêmes du spectre des roches alcalines du Grenville. Ces résultats élargissent ainsi la diversité connue des roches ultramafiques alcalines et permettent de mieux comprendre les conditions tectonomagmatiques ayant favorisé leur genèse et leur mise en place.

Évaluation géochimique et minéralogique des résidus de la mine Lorraine, vingt-cinq ans après restauration

Mohamed Méité, Benoît Plante, Isabelle Demers (IRME-UQAT), Thomas Pabst (Norwegian Geotechnical Institute), Sandra Trépanier et Sophie Turcotte (MRNF)

La restauration des sites miniers affectés par l'oxydation des sulfures et la production de drainage minier acide (DMA) constitue une problématique environnementale majeure pour l'industrie minière. Au Canada, la méthode de couvertures à effet de barrière capillaire (CEBC) est souvent privilégiée comme stratégie de restauration des rejets miniers générateurs de DMA. Cette méthode permet de limiter la diffusion de l'oxygène atmosphérique, contrôlant ainsi la cinétique d'oxydation des sulfures et, par conséquent, la génération de DMA.

Un recouvrement de type CEBC a été installé en 1999 sur le parc à résidus abandonné de Lorraine, au Québec. Cependant, l'analyse des performances d'une barrière à l'oxygène sur ce site présentant un passif d'oxydation notable révèle toutefois des limitations non négligeables. Très peu de travaux ont abordé les effets à long terme d'une CEBC sur le comportement hydrogéochimique des résidus et des eaux interstitielles.

Cette étude vise à comprendre les dynamiques géochimiques et minéralogiques au sein des résidus miniers, 25 années après la restauration de Lorraine par une CEBC. L'objectif est d'évaluer le comportement à long terme des résidus sous le recouvrement et d'examiner leur influence sur la qualité des eaux. Des carottes ont été prélevées dans quatre forages (de 3,98 m à 5,92 m de profondeur) et analysées afin de déterminer leurs caractéristiques géochimiques et minéralogiques, entre autres avec des analyses µXRF au synchrotron.

L'étude a révélé des conditions redox variables dans la zone échantillonnée, influencées par la position de la nappe phréatique. On trouve également une abondance de minéraux secondaires, en particulier des oxyhydroxydes de fer, auxquels sont associés des métaux en traces comme le nickel.

Cette recherche permet de déterminer l'évolution à long terme du comportement géochimique des résidus sous la CEBC de la mine Lorraine. Les résultats obtenus contribueront à optimiser les stratégies de restauration et à améliorer la prédiction de l'évolution de la qualité d'eau post-restauration.

Îlots végétalisés et restauration minière : impacts sur la dynamique microbienne et le stockage du carbone

Najoua Mghazli (IRME-UQAT, Centre de Foresterie des Laurentides), Marie Guittonny (IRME-UQAT) et Christine Martineau (Centre de Foresterie des Laurentides)

La restauration des sites miniers représente un défi environnemental majeur en raison de l'accumulation de rejets miniers présentant des risques de drainage minier acide (DMA) et des sols pauvres en matière organique. La dernière étape de la restauration consiste à utiliser de la terre végétale comme couverture afin de favoriser l'établissement d'une végétation durable. Cependant, la disponibilité limitée de cette ressource impose le développement de stratégies de remplacement. Dans ce contexte, l'écologie microbienne joue un rôle clé. Les microorganismes assurent des fonctions essentielles pour le développement des sols. De plus, leurs interactions avec la végétation sont déterminantes pour le succès de la végétalisation des sites miniers.

Notre étude porte sur le site minier abandonné Aldermac, caractérisé par des résidus miniers générateurs d'acide. Pour limiter ce risque, un système de contrôle du DMA a été mis en place, incluant une couverture monocouche combinée à une nappe phréatique surélevée et des îlots de terre végétale plantés afin de stimuler la recolonisation forestière naturelle. Notre objectif vise à mieux comprendre les interactions sol-microorganismes-plantes dans ces îlots végétalisés, les zones hors îlots avec et sans végétation et la forêt de référence. L'accent est mis sur l'identification de la diversité microbienne, l'évaluation du rôle des îlots dans l'amélioration de la qualité des sols et l'analyse de leur contribution à la séquestration du carbone et à la restauration des services écosystémiques.

Pour ce faire, une analyse de métagénomique ciblée (*metabarcoding*) est utilisée pour séquencer le gène 16S rRNA des bactéries et la région ITS des champignons afin d'identifier et de comparer les communautés microbiennes. Ces analyses sont complétées par des analyses physico-chimiques, par des mesures des stocks de carbone dans les différentes couches du sol, ainsi que par des relevés floristiques de la végétation, Cette approche intégrative offre une vision innovante de la dynamique sol-microorganismes-plantes dans le contexte de la restauration minière.

Nous nous attendons à un gradient dans la composition des communautés microbiennes du sol et les stocks de carbone, les îlots étant plus proches du site de référence, suivis des zones hors îlots avec végétation spontanée.

Notre projet contribuera au développement des connaissances sur la composition et la dynamique des communautés microbiennes liées aux sols miniers restaurés, ainsi que sur leur rôle dans le stockage du carbone. Ces avancées permettront une meilleure compréhension des processus écologiques clés impliqués dans la restauration durable des sites miniers.

Contrôle lithostructural des pegmatites LCT : cas du gisement lithinifère de Whabouchi, Sous-province néoarchéenne de Nemiscau, Eeyou Istchee Baie-James, Québec

Hubert Mvondo (MRNF)

Le gisement lithinifère de Whabouchi contient des réserves prouvées de 10,5 Mt à 1,40 % LiO_2, ce qui en fait l'un des plus importants au Québec et au Canada. Le spodumène et la pétalite sont les principaux minéraux de lithium et leur présence permet de distinguer les intrusions d'aplite-pegmatite minéralisées des intrusions stériles. Ces dykes granitiques recoupent un ensemble rocheux constitué de basalte, de gabbro, de porphyre quartzofeldspathique (PQF), de granodiorite et de tonalite variablement déformés lors de la phase D1–D2 le long de la Zone de cisaillement senestre NE–SW à pendage SE de la Rivière Nemiscau (ZCrn). Des leucosomes observés par endroits indiquent que les dykes d'aplite-pegmatite sont principalement issus de la fusion partielle d'une source sédimentaire et se sont mis en place le long la ZCrn. Il s'agit de dykes syn-D2 orientés NE-SW, à fort pendage (~80°) vers le SE, généralement localisés entre des basaltes présentant la fabrique S2/S1/L2 et des gabbros et/ou des PQF en feuillets portant la fabrique S2/L2. L'ensemble présente un double étirement subvertical et subhorizontal matérialisé par un boudinage de la foliation et des dykes majoritairement symétrique dans les deux directions le long de la ZCrn. De rares indicateurs cinématiques, ainsi qu'une forte linéation L2 plongeant à ~70° vers le SSW définie par des cristaux de spodumène et des agrégats quartzofeldspathiques étirés, montrent que le gisement lithinifère de Whabouchi s'est mis en place dans la zone d'extrusion verticale d'un système transpressif senestre à vergence NNE

Nature et chronologie du magmatisme siluro-dévonien et des minéralisations cuprifères de Gaspésie (Appalaches québécoises)

Rémi Naulot, Bertrand Rottier (Université Laval) et Hélène Legros (MRNF)

La Gaspésie, située dans la Province géologique des Appalaches dans l'est du Québec, s'est formée durant les orogenèses taconique, salinique et acadienne. Elle renferme des minéralisations cuprifères de diverses natures, notamment des porphyres à Cu-Mo (Mines Gaspé), des skarns polymétalliques (Sullipek, Reboul) et des veines épithermales neutres à Zn-Pb-Cu (Dôme de Lemieux, Sainte-Marguerite). Ces minéralisations sont associées à des intrusions felsiques regroupées au sein de la Suite intrusive de Lemieux. Cette dernière comprend une large gamme d'intrusions, des gabbros tholéiitiques aux granitoïdes calco-alcalins (stocks de Murdochville, dykes de Sullipek) à alcalins (pluton de McGerrigle). Ces intrusions se seraient formées entre 440 et 370 Ma dans des contextes géodynamiques différents. La nomenclature actuelle est large et pourrait être raffinée afin de mieux définir la nature du magmatisme et la formation des minéralisations de cuivre.

De premiers résultats de géochimie indiquent que les intrusions felsiques peuvent être divisées en deux types principaux sur la base des diagrammes d'éléments de terres rares (ETR) et leur contenu en éléments en traces : (1) type I composé d'intrusions calco-alcalines à alcalines avec un fractionnement des ETR modéré (La/Yb < 15) et un enrichissement en éléments incompatibles (Zr, Y, Nb, Ta); et (2) type II formé d'intrusions calco-alcalines avec un fort fractionnement des ETR (La/Yb > 20). Ces différences dans le contenu en éléments en traces indiquent des sources de magma distinctes pour ces deux types. Certains plutons majeurs du centre nord de la Gaspésie possèdent une signature typique du type I (plutons du Mont-Vallières et de McGerrigle) ou du type II (filons-couches de Hog's Back et du Mont Chauve, stocks de Murdochville), alors que les essaims de dykes de Sullipek et du Dôme de Lemieux montrent ces deux signatures. Les deux types contiennent des intrusions minéralisées en Cu et stériles.

Ainsi, de nouvelles datations U-Pb sur zircons ainsi que de nouveaux résultats lithogéochimiques permettront de mieux définir les âges, la nature et les sources des magmas en Gaspésie. Ces résultats permettront de classifier les intrusions de manière plus précise et d'affiner notre compréhension de l'origine des minéralisations cuprifères magmatiques-hydrothermales dans ce secteur.

Enrichissement en éléments de terres rares dans les roches ultramafiques alcalines en contexte post-collisionnel : le cas de l'Intrusion de la Rivière Noire, Province de Grenville, Québec

Federico Pingitore, Bertrand Rottier (Université Laval), Abdelali Moukhsil (MNRF), Marc Constantin (Université Laval), Zoltan Zajacz et Alexandra Tsay (Université de Genève)

L'Intrusion de Rivière Noire (mPrin), qui fait l'objet de cette étude, affleure dans la partie centre-ouest de la Province de Grenville, au nord du lac Saint-Jean (Québec). Cette région renferme plusieurs intrusions alcalines et carbonatitiques enrichies en terres rares légères (ETRLé) et Nb, formées principalement durant et après l'Orogenèse grenvillienne (1090 à 980 Ma). Cette intrusion est unique dans la région, car son âge de mise en place (~1130 Ma) est antérieur à celui de l'Orogenèse grenvillienne.

La mPrin est constituée de cumulats dont la composition varie de clinopyroxénite à syénite mafique (clinopyroxène + orthose). Les roches sont enrichies en titanite, apatite et allanite, avec des concentrations en ETR atteignant 0,3 %. Localement, on observe la présence de poches (jusqu'à 30 cm) riches en carbonate et amphibole, interprétées comme le résultat de la cristallisation tardive d'un liquide carbonatitique évolué. Ces cumulats sont recoupés par des dykes à grain fin de syénite mafique à intermédiaire, ainsi que par des dykes d'aplite-pegmatite syénitique à granitique. Toutes les roches sont métalumineuses et ultrapotassiques, montrent des teneurs élevées en Ba-Sr-ETRLé et relativement faibles en HFSE. Ce type de cumulats ultramafiques riches en ETRLé a déjà été décrit dans la littérature et est interprété comme représentant les portions profondes de systèmes alcalins-carbonatitiques en contexte post-orogénique.

Les cristaux de clinopyroxène formant la clinopyroxénite contiennent de nombreuses inclusions primaires et pseudo-secondaires formées d'une phase fluide (20 à 80 % en vol.) et de magma cristallisé sous forme de cristaux. Des analyses microthermométriques par spectroscopie Raman et par LA-ICP-MS ont été réalisées sur ces inclusions afin de mieux comprendre la minéralisation en ETRLé. La phase fluide correspond à des fluides de faible salinité (< 18 % poids éq NaCl), riches en K-Na-Cl-H_2O, qui s'homogénéisent en liquide à environ 300 ± 20 °C. La spectroscopie Raman indique que les phases solides sont principalement des carbonates et des sulfates hydratés. Les analyses par LA-ICP-MS révèlent un fort enrichissement en K, Ti, Ca, Rb, Sr, Ba, Pb, S, Cl, Al et Ti, avec de faibles teneurs en Si, Mg et Fe. Ces résultats appuient l'interprétation qu'un magma parent fortement hydraté, alcalin et riche en CO_2-LILE-sulfates est à l'origine de la clinopyroxénite enrichie en ETRLé.

L'Intrusion de Rivière Noire représente la première intrusion alcaline prégrenvillienne enrichie en ETRLé de la région du lac Saint-Jean et offre de nouvelles perspectives sur le contexte géodynamique précédant l'Orogenèse grenvillienne.

Chronologie des dépôts sédimentaires ordoviciens du sud du Québec et de l'Ontario : téphrochronologie U-Pb des K-bentonites

Héloïse Pinon (UQAM), Claire Musajo (Université McGill), Andrea Boscaini (UQAM), Morgann G. Perrot (Université McGill), Alain Tremblay (UQAM), Galen P. Halverson (Université McGill) et Joshua H.F.L. Davies (UQAM)

La Plate-forme du Saint-Laurent, dans le sud du Québec, est constituée d'une série d'unités carbonatées et silicoclastiques cambro-ordoviciennes et de plusieurs couches intercalées de cendres volcaniques. Dans la région de Montréal, le Groupe de Trenton, d'âge ordovicien, est composé de 200 à 250 m de calcaires marins bien stratifiés et fossilifères. La séquence stratigraphique comprend les formations de Mile-End, de Deschambault, de Montréal et de Tétreauville, qui passent de calcarénites à des calcaires cristallins massifs, puis à des couches alternées de calcaires micritiques et de schistes. La séquence stratigraphique cambro-ordovicienne témoigne de l'ouverture d'un grand bassin océanique en réponse à la tectonique d'extension postérieure à l'Orogenèse grenvillienne, puis de sa fermeture durant l'Orogenèse appalachienne. Pour mieux comprendre l'évolution tectono-magmatique et stratigraphique complexe de la Plate-forme du Saint-Laurent, il est nécessaire d'établir des jalons temporels précis pour le dépôt des séquences sédimentaires cambro-ordoviciennes.

Plusieurs couches de cendres volcaniques altérées, appelées K-bentonites, sont intercalées dans cette séquence sédimentaire. Ces cendres contiennent des cristaux de zircon relativement intacts qui peuvent être utilisés pour déterminer l'âge des sédiments et ainsi établir le moment où ces derniers se sont déposés. Huit couches de bentonite ont été échantillonnées dans le Groupe du Trenton sur l'île de Montréal, tandis que 2 lits ont été échantillonnés au nord de Québec et 11 autres dans le SE de l'Ontario.

Les datations U-Pb ont été effectuées sur des grains de zircon à l'aide des techniques LA-ICP-MS et CA-ID-TIMS de haute précision. Les données obtenues par LA-ICP-MS (320 grains datés) provenant des bentonites de Montréal montrent que la plupart des bords de grains enregistrent des âges ordoviciens allant du Sandbien au Katien (458,2 à 445,2 Ma). Certains âges hérités se regroupent autour de 998-1202 Ma, ce qui suggère une contamination du magma par les roches du socle laurentien (Orogenèse grenvillienne). Les données de CA-ID-TIMS montrent des variations significatives dans les âges des zircons au sein d'un même échantillon, ce qui suggère un recyclage autocristique des zircons ou la présence de noyaux xénocristiques hérités. Néanmoins, les âges les plus récents obtenus pour de plusieurs échantillons individuels concordent avec l'ordre stratigraphique de ces bentonites et se rapprochent des âges d'éruption. Cela permet d'utiliser ces données pour estimer le moment du dépôt des cendres et des sédiments. Des échantillons de formations sédimentaires équivalentes de Québec et de l'Ontario vont être analysés pour compléter la séquence chronologique et déterminer les taux de déposition pour l'ensemble de la plate-forme.

Cartographie morphosédimentaire de l'ouest de la Gaspésie : vers une meilleure compréhension des schémas de déglaciation

Jack Pleyers, Sydney Meury, Alexis Belko, Guillaume Allard et Patrick Lajeunesse (Université Laval)

Le Quaternaire constitue une période clé dans la mise en place des dépôts de surface au Québec. Les glaciations successives ont profondément transformé le territoire, tant sur le plan géomorphologique que sédimentaire. Ces épisodes glaciaires ont entraîné l'érosion du territoire, le transport et le dépôt de vastes quantités de sédiments. Ces dépôts de surface influencent aujourd'hui directement la répartition et la stabilité des sols, l'hydrologie et les eaux souterraines, ainsi que la distribution géographique des ressources en granulats.

Dans cette perspective, les Projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines (PACES) constituent une excellente occasion pour parfaire la cartographie et l'analyse des dépôts de surface. Le plus récent projet PACES cible le secteur Gaspésie-Matapédia, où la cartographie existante des années 1980 nécessite une réévaluation complète. Cette révision, lancée en 2024, s'appuie sur les données LiDAR, l'analyse de photographies aériennes ainsi que sur des relevés de terrain. L'objectif est de décrire la répartition, l'architecture et la genèse des dépôts quaternaires afin de mieux comprendre la dynamique glaciaire et de préciser les modèles de déglaciation. Les premiers travaux se sont concentrés autour du lac Matapédia et de la baie des Chaleurs où les relevés préliminaires ont mis en évidence des éléments clés de la glaciation et déglaciation régionale. L'analyse de la cartographie morphosédimentaire et géomorphologique permet ainsi (1) de reconstituer les écoulements glaciaires, (2) de préciser la chronologie relative du retrait des calottes régionales et (3) d'identifier les principaux schémas de déglaciation qui ont façonné le paysage gaspésien.

Le secteur du lac Matapédia présente une grande variété de dépôts de surface. Au nord, en bordure du Saint-Laurent, on observe principalement des dépôts marins provenant de l'invasion marine de la Mer de Goldwaith, tandis que les zones en altitude sont occupées par d'anciennes formations quaternaires altérées. Des dépôts lacustres couvrent une large portion du territoire, notamment autour des lacs Matapédia et Mitis. La présence d'une vallée comblée par ces sédiments lacustres suggère, qu'à une certaine époque, le niveau d'eau de ces lacs était beaucoup plus élevé, formant possiblement une seule et même étendue d'eau qui recouvrait une grande partie du secteur. Sur les formations rocheuses altérées, il est également possible d'observer de nombreuses formes fuselées qui révèlent les directions d'écoulement de la glace lors de la dernière glaciation. L'observation de plusieurs formes glaciaires, telles que des eskers et quelques moraines de décrépitude, suggère la présence d'un dôme glaciaire à l'emplacement actuel du lac Matapédia.

Contrastes pétrophysiques des lithologies du réservoir Manicouagan, Province de Grenville, et implications pour l'exploration des éléments de terres rares

Léopold Poussin, Félix Gervais et Charles Bérubé (Polytechnique Montréal)

L'une des caractéristiques géologiques de la Province de Grenville au NE du Québec est l'abondance de pegmatites granitiques (PG) mises en place durant la dernière phase de l'Orogénie grenvillienne (Rigolet ~1,0 Ga). Plusieurs dykes de PG sont associés à des indices d'éléments de terres rares (ETR), des ressources clés pour le développement de nouvelles technologies à faible émission de carbone. Malgré leur importance, il n'existe pas de modèle géologique robuste pouvant servir de vecteur d'exploration ni d'outil de prospection géologique pour les découvrir dans les régions largement recouvertes de mort terrain, comme la Province de Grenville. Ce projet de recherche a pour objectif de caractériser les propriétés pétrophysiques des PG enrichies ou non en ETR dans la région du réservoir Manicouagan. Nous testerons l'hypothèse que les contrastes pétrophysiques, tant entre les PG et les lithologies encaissantes qu'entre les PG enrichies et non enrichies en ETR, se traduisent par des signatures géophysiques distinctes. Ce projet aidera à vérifier si l'analyse de ces contrastes permet d'établir un lien direct entre le signal géophysique et la géologie afin d'améliorer les méthodes d'exploration des ETR. Des mesures de la susceptibilité magnétique et du rayonnement gamma (K, U et Th) ont été réalisées sur des affleurements au sud et à l'ouest du réservoir Manicouagan. En complément, la densité et la porosité d'échantillons présentant des contenus variables en ETR ont été mesurées au laboratoire de géophysique appliquée de Polytechnique Montréal. L'analyse préliminaire des données obtenues montre que les PG concentrent plus de K, U et Th, alors que les gneiss et les gabbros encaissants sont caractérisés par des porosités effectives et des susceptibilités magnétiques plus élevées. De plus, les PG enrichies en ETR contiennent plus de K, U et Th tandis que la susceptibilité magnétique des PG non enrichies est plus forte. Des observations en microscopie optique et à balayage électronique sont prévues pour identifier quels minéraux influencent les propriétés pétrophysiques et si ces minéraux sont porteurs d'ETR. Ces résultats préliminaires suggèrent que l'étude des propriétés pétrophysiques, combinée aux méthodes géophysiques, constitue une approche prometteuse pour identifier les zones enrichies en ETR de la Province de Grenville.

Résultats préliminaires sur la géochimie de l'apatite du champ de pegmatite de Galaxy et Whabouchi, Eeyou Istchee Baie-James

Marie Quénéa, Stéphane De Souza, Joshua Davies et Rocío Pedeira Pérez (UQAM)

L'apatite ($Ca_5[PO_4]_3[F,Cl,OH]$) est un minéral accessoire commun dans les roches ignées et métamorphiques. Ce minéral est connu pour sa variabilité chimique et sa capacité à concentrer certains éléments, notamment le F et Cl, certains ETR ainsi que Y, Mn, U et Th. Il peut donc être utilisé pour décrire l'évolution magmatique et hydrothermale, ainsi que les interactions roche/fluide des systèmes magmatiques.

Dans la Province du Supérieur, la région d'Eeyou Istchee Baie-James représente l'un des plus importants districts de pegmatites lithinifères de la planète, mais les caractéristiques et l'origine de ces minéralisations, p. ex. Galaxy et Whabouchi, sont peu connues. L'un des champs de pegmatites les mieux exposés inclut le gisement de Galaxy (ressources indiquées et présumées : 110,2 Mt à 1,30 % Li_2O; rapport NI 43-101, 2023). Ces pegmatites sont situées dans la Sous-province de Nemiscau et s'étendent du sud vers le nord sur une distance de plus de 30 km, entre des migmatites dérivées de paragneiss et des roches sédimentaires clastiques métamorphisées au faciès des amphibolites et des schistes verts. Les pegmatites sont de composition granitique et montrent une zonation du sud vers le nord entre des pegmatites à biotite-muscovite-grenat-tourmaline, des pegmatites à béryl et des pegmatites à spodumène–colombo-tantalite. L'apatite est omniprésente. Une collection d'échantillons a été réunie afin d'analyser les éléments majeurs et en traces de l'apatite dans les pegmatites, les granitoïdes et les roches métasédimentaires et migmatitiques du secteur de Galaxy, ainsi que dans les pegmatites du gisement avoisinant de Whabouchi (Sous-province de La Grande) dans le but d'en comparer la composition chimique. Les cristaux d'apatite sont disséminés entre les grains de silicates. Ceux du secteur Galaxy sont de couleur blanche et de forme subautomorphe, tandis que ceux de Whabouchi sont bleu pâle et subautomorphes à xénomorphes.

Les résultats préliminaires indiquent que l'apatite des pegmatites et des roches encaissantes de Galaxy ont des concentrations en F qui varient de 2,7 à 3,5 % poids avec un très faible contenu en Cl (< 0,001 à 0,06 % poids) et S (<0,001 à 0,12 % poids). Les concentrations en F de l'apatite provenant des pegmatites minéralisées et non minéralisées de Galaxy sont homogènes et chevauchent celles des roches encaissantes. À Whabouchi, l'apatite présente des teneurs en F beaucoup plus faibles, entre 1,7 et 2,8 %poids. Des analyses des éléments en traces et des isotopes de Sr et de Nd sont en cours afin de mieux décrire les différents générations et types d'apatite et d'expliquer les processus de formation des pegmatites.

Étude du comportement hydromécanique du remblai en pâte cimenté dans les mines souterraines

Maryam Rguii (UQAT)

Le remblayage souterrain est une méthode essentielle dans l'exploitation minière, permettant de stabiliser les chantiers d'abattage et de réduire les risques pour les travailleurs. Il repose sur l'utilisation de remblais en pâte cimenté, maintenus en place par des barricades construites aux entrées des galeries. Cependant, la défaillance de ces barricades peut entraîner des accidents graves, des pertes humaines et des dommages matériels importants. Une compréhension approfondie des pressions exercées sur ces structures est donc cruciale pour assurer leur stabilité et prévenir les incidents. Cette étude se concentre sur l'évaluation des pressions horizontales appliquées sur les barricades en phase de durcissement précoce, entre 3 et 16 heures après la mise en place du remblai. Pour atteindre cet objectif, une approche combinant modélisation physique et modélisation numérique a été adoptée. Un modèle réduit de chantier minier a été instrumenté avec des capteurs de pression totale et des piézomètres afin de mesurer l'évolution des contraintes et de la pression interstitielle dans le remblai en pâte cimenté. Parallèlement, des simulations numériques avec le logiciel SIGMA/W ont été réalisées pour calibrer un modèle prédictif et extrapoler les résultats expérimentaux aux conditions réelles des mines souterraines.

Efficacité et toxicité comparative des xanthates par rapport à l'AERO 407 et à l'AERO 3477 dans le cas d'une désulfuration environnementale

Saïd Abouba Saïdou, Isabelle Demers et Carmen Mihaela Neculita (UQAT)

L'une des problématiques auxquelles fait face le secteur minier est le drainage minier acide (DMA). Le DMA résulte de l'oxydation de sulfures lorsqu'ils sont exposés à l'eau et à l'oxygène. Différentes méthodes peuvent être mises en place afin de prévenir la production de DMA, le plus souvent à la fin de l'exploitation. Parmi ces méthodes, on distingue la désulfuration environnementale qui consiste à séparer les sulfures des rejets par la flottation. Elle est généralement faite pendant l'exploitation, ce qui permet une gestion plus responsable des rejets miniers.

La flottation est un processus qui nécessite l'utilisation de réactifs, dont des collecteurs. Les xanthates sont les collecteurs les plus utilisés pour la flottation des sulfures; cependant, ce sont des molécules potentiellement toxiques. Cette toxicité découle de la décomposition des xanthates après leur utilisation, ce qui produit du CS_2, puis des thiosels (oxydes de soufre métastables en solution aqueuse). Ces composés, associés à une acidité retardée, peuvent manifester un effet toxique direct ou indirect, dont une toxicité aiguë sur les espèces aquatiques, ainsi qu'une diminution du pH du milieu en raison de la production l'acide sulfurique.

L'objectif principal de ce projet de recherche est d'évaluer l'efficacité comparative de la désulfuration environnementale de résidus sulfureux avec des xanthates (KAX-51) et deux autres collecteurs de remplacement, à savoir l'AERO 3477 (MTP) et l'AERO 407 (MBT-DTP), et de comparer leur impact sur la toxicité aiguë des effluents.

Dans ce but, des résidus générateurs de DMA ont été prélevés, puis caractérisés. Des essais de flottation ont ensuite été effectués afin d'optimiser au mieux la récupération en soufre dans un contexte de désulfuration. Le dosage des collecteurs a varié de 300 g/t à 200 g/t pour l'étape du dégrossissage, et de 150 g/t à 100 g/t pour l'étape de l'épuisage pour les essais en conditions acides et en conditions alcalines. L'efficacité de la désulfuration a été évaluée en comparant la teneur en soufre du concentré et la teneur en soufre résiduelle des rejets. La fraction liquide des rejets de désulfuration a été analysée pour obtenir sa concentration des thiosels et sera également évaluée pour sa toxicité sur la daphnie *D. magna*.

Les premiers essais de désulfuration ont été réalisés. Les rejets ainsi que les concentrés ont été analysés au four à induction afin d'évaluer la récupération du soufre. Les meilleurs résultats obtenus ont permis une récupération de 96 % du soufre avec 0,9 % de soufre résiduel dans les rejets en utilisant le KAX-51 et une récupération d'environ 95 % avec 1 % de soufre résiduel en utilisant plutôt l'AERO 3477 comme collecteur.

Les liquides issus de la filtration des fractions solides ont fait l'objet d'analyse par chromatographie ionique pour obtenir les concentrations de thiosels. Les effluents du collecteur AERO 407 ont montré une concentration importante en thiosulfate (207 ppm à 241 ppm) pour toutes les conditions testées; cependant, l'essai du KAX-51 en conditions acides a montré la concentration la plus élevée en thiosulfate (274 ppm). Le tétrathionate était plus abondant dans les effluents issus de la flottation avec le KAX-51 (128 ppm) et l'AERO 3477 (196 ppm) en conditions acides. Les résultats des analyses de toxicité sont à venir.

Évaluation de l'origine du H_2S dans les eaux souterraines peu profondes dans la région de production d'hydrocarbure de Fox Creek (Alberta) : processus naturels ou influence industrielle?

Manon Sayag, Geneviève Bordeleau (INRS-ETE), Christine Rivard et Denis Lavoie (CGC-Québec)

Dans les régions industrielles soumises à des pressions anthropiques et climatiques, les impacts environnementaux cumulés dans l'espace et dans le temps sont préoccupants, notamment en ce qui concerne la qualité de l'eau. Cette étude examine la présence d'une concentration relativement élevée (2,15 mg/l) de sulfure d'hydrogène (H_2S) dissous dans un puits de surveillance situé à proximité d'un puits de gaz dans la région de Fox Creek (centre ouest de l'Alberta), un secteur qui a été largement exploité pour ses ressources en hydrocarbures et forestières au cours des dernières décennies.

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'origine du H_2S prélevé dans ce puits de surveillance, foré dans la Formation de Paskapoo, en analysant sa géochimie générale et isotopique, en la comparant à celle des unités géologiques sous-jacentes contenant des hydrocarbures et en évaluant les différents processus potentiellement impliqués. Plusieurs sources sont possibles. Le H_2S pourrait provenir : (1) d'une migration ascendante depuis des réservoirs profonds vers des aquifères peu profonds à travers des failles majeures qui auraient pu être réactivées par la fracturation hydraulique ou à travers des tubages défectueux, (2) d'activités de surface associées aux deux industries, ou (3) être naturellement présent dans l'aquifère.

Les valeurs isotopiques du H_2S et du SO_4, ainsi que la compréhension plus générale du système d'écoulement grâce à une variété de méthodes, ont permis d'identifier l'origine de ce H_2S.

Contexte structural et complexité des pegmatites LCT du projet Shaakichiuwaanaan (Eeyou Istchee Baie-James, Québec)

Neila Meriem Seray, Marc Legault (IRME-UQAT), Darren L. Smith, Patrik Schmidt (Ressources PMET), Lucas Lévesque (Université Lorraine) et Benoît Plante (IRME-UQAT)

L'intérêt scientifique et économique pour les pegmatites de type LCT (Lithium-Césium-Tantale) s'est accru avec l'augmentation de la demande mondiale en lithium, un métal critique pour les batteries et la transition énergétique. L'essor de la mobilité électrique a stimulé l'exploration pour ces intrusions. Pourtant, leur genèse et leurs relations avec la déformation demeurent débattues, particulièrement en contexte archéen où la superposition d'évènements tectono-métamorphiques complexifie l'analyse. L'étude de nouveaux districts minéralisés est donc essentielle pour affiner les modèles pétrogénétiques et orienter les stratégies d'exploration.

Le projet Shaakichiuwaanaan, situé dans la région d'Eeyou Istchee Baie-James (Québec), constitue un site privilégié pour étudier ces processus. Neuf essaims de dykes, dont les gisements majeurs CV5 et CV13 (distants de moins de 3 km), sont distribués le long du couloir CV Lithium, un corridor d'environ 1 km de large qui s'étend sur plus de 25 km. Les ressources minérales combinées de CV5 et CV13 font de ce projet la plus importante minéralisation de pegmatite lithinifère des Amériques et l'une des dix plus grandes au monde. En raison de l'abondance de pollucite, il s'agit également de la plus vaste ressource connue de pegmatite à césium, soulignant ainsi son importance stratégique pour plusieurs minéraux critiques.

Afin de caractériser les relations structurales et lithologiques, les campagnes de terrain menées en 2024 et 2025 ont permis de décrire plus de 300 affleurements le long de traverses perpendiculaires au couloir CV Lithium. Ces travaux ont été complétés par une cartographie détaillée assistée par drone, l'examen de carottes de forage et le traitement de données géochimiques provenant de Ressources PMET et de nos analyses de contrôle. L'intégration de ces observations a permis de distinguer quatre domaines structuraux, reflétant l'influence combinée des plutons voisins et de la ceinture volcano-sédimentaire encaissante, dont l'orientation est globalement parallèle à la foliation régionale. Les parties est et ouest du couloir présentent des directions homogènes, tandis que le secteur de CV13 se singularise par un plissement marqué de la foliation et le développement d'un clivage de plan axial orienté E-W.

Ces résultats mettent en évidence la complexité structurale et géochimique des pegmatites LCT de Shaakichiuwaanaan. Des analyses chimiques et isotopiques de certains minéraux (LA-ICP-MS) sont prévues afin de définir l'évolution temporelle de ces intrusions et d'optimiser les modèles d'exploration.

Augmentation de 25 % du nombre d'analyses géochimiques dans le SIGÉOM grâce aux compilations

Fabien Solgadi, Ricardo Escobar Moran, Pascal Levasseur et Mona Baker (MRNF)

Plusieurs compilations de données géochimiques issues des rapports de travaux statutaires déposés au MRNF ont été réalisées ces dernières années par Géologie Québec et ses partenaires. Ces nouveautés, disponibles depuis octobre 2025, totalisent 116 117 échantillons de roche analysés et localisés, ce qui représente une hausse significative de 25 % des données géochimiques présentes dans la banque centralisée du SIGÉOM.

Parmi ces compilations, celle réalisée par Jean Descarreaux en 2016, contient 110 572 échantillons de roche avec analyses qui ont été vérifiés et intégrés au SIGÉOM.

La compilation la plus récente a été en partie réalisée par une compagnie spécialisée en intelligence artificielle (IA) en 2024 et 2025. Plus de 460 000 échantillons de roche et de sédiments de surface ont été extraits par Agile Data Decision à partir de 1450 rapports de travaux statutaires. Une approche semi-automatisée a été utilisée en combinant l'intelligence artificielle pour l'extraction et la segmentation des tables et des métadonnées, et la validation humaine pour assurer un contrôle qualité des données et un apprentissage continu des modèles. La qualité de la numérisation des informations pertinentes, la diversité des formats et la dispersion des certificats d'analyses dans les rapports ont représenté des défis importants au niveau de la cohérence des données. De cette compilation, 5545 échantillons ont été vérifiés et intégrés au SIGÉOM.

La rigueur du contrôle qualité mis en place a permis de limiter les erreurs tout en assurant la fiabilité des données compilées et publiées dans le SIGÉOM. De plus, l'amélioration des processus informatiques de traitement et d'intégration des données géochimiques accélère dorénavant la diffusion publique de ces données.

Une évaluation selon les seuils indiciels de ces analyses de roche a également permis de cibler quelques indices de cuivre, d'ETR et de niobium qui étaient passés inaperçus lors des compilations manuelles.

La disponibilité de ces données géochimiques dans le SIGÉOM représente donc une contribution significative pour la communauté géoscientifique en favorisant une meilleure évaluation du potentiel minéral du Québec. Enfin, Géologie Québec souhaite poursuivre les travaux de compilation dans les prochaines années.

Déformation à haute température du grenat dans un quartzite grenvillien

Renaud Soucy La Roche (INRS-ETE)

L'étude des mylonites de haute température permet de mieux comprendre la déformation dans les niveaux crustaux profonds au sein des orogènes collisionnels. Un échantillon de quartzite à grenat du domaine de Shawinigan, dans le Grenville central, a été prélevé afin de mieux comprendre le développement de microstructures dans le grenat et l'influence de la déformation sur sa composition chimique et isotopique et, éventuellement, de tester la pertinence de ce géochronomètre pour dater la déformation. L'affleurement d'où l'échantillon provient contient principalement des couches épaisses de métapélite migmatitique à grenat, biotite, sillimanite et feldspath-K dont l'évolution pression-température-temps est bien contrainte par des études antérieures. La sillimanite, les poches de leucosome et les ombres de pression autour des grenats dans la métapélite sont alignées et/ou étirées avec une asymétrie vers le NW, compatible avec un épisode d'épaississement crustal à haute température pendant l'Orogénie grenvillienne.

Dans le quartzite, le quartz exhibe des contacts irréguliers, typiques d'une recristallisation dynamique par migration de frontières de joints et une extinction en damier répandue. Ces microstructures se forment habituellement à haute température (> 630 °C), compatibles avec le pic métamorphique de l'échantillon (700 à 775 °C). Les rares porphyroclastes σ de feldspath et de rutile ont une asymétrie compatible avec un cisaillement vers le NW.

Le grenat présente deux types de morphologie. De gros grains (1 à 5 mm) sont sphériques à légèrement aplatis (rapport de forme >1 : 1,5) et plusieurs contiennent des inclusions de quartz rondes à ovales peu ou non déformées qui sont orientées de façon aléatoire. Ces observations sont compatibles avec une croissance précisaillement. Les grains de grenat les plus abondants forment de petits grains (~0,1 à 1 mm) étirés avec un rapport de forme atteignant 1:6. Plusieurs de ces grains présentent une asymétrie de type σ compatible avec un cisaillement vers le NW. Ces grains se sont formés pendant ou avant le cisaillement et ont été fortement recristallisés durant celui-ci. Des analyses préliminaires par diffraction d'électrons rétrodiffusés (EBSD) suggèrent que des dislocations sont présentes localement dans les deux types de grains. Les résultats préliminaires indiquent que cet échantillon est prometteur pour évaluer la mobilité des éléments en traces dans le grenat lors de la déformation ductile à haute température, notamment le lutétium qui peut servir à la datation grâce au système Lu-Hf.

Vectorisation à l'intérieur d'un pluton hyperalumineux pour l'exploration de pegmatites LCT : cas du Batholite de La Motte, Sous-province de l'Abitibi

Ansar Souilah, Marc Legault, Rahim Barzegar (IRME-UQAT) et Hubert Mvondo (MRNF)

L'exploration et la vectorisation des pegmatites LCT (Li-Cs-Ta) constituent un enjeu majeur pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques (MCS) au Québec. Ce projet vise à affiner les indicateurs de fractionnement au sein des granites hyperalumineux pour mieux cibler les secteurs favorables aux pegmatites LCT.

Le Batholite de La Motte (BLM), dans la Sous-province de l'Abitibi, constitue le centre d'intérêt de cette étude. Pour atteindre nos objectifs, nous avons adopté une méthodologie intégrée alliant la revue des travaux antérieurs à des analyses minéralogiques et géochimiques sur des échantillons récents. L'étude pétrographique, la coloration au cobaltinitrite de sodium et l'analyse chromatique ont permis de caractériser la minéralogie, tandis que les analyses géochimiques ont permis de préciser la composition des granites. Les proportions de quartz, de feldspath potassique et de plagioclase ont été obtenues par traitement d'image, et celles des autres phases (biotite, muscovite, grenat, tourmaline, etc.) estimées en lame mince. Les rapports minéralogiques d'intérêt ont été harmonisés pour les analyses statistiques et la représentation.

Les résultats révèlent des contrastes minéralogiques internes qui reflètent une variation du degré de fractionnement au sein du pluton. Globalement, les domaines les plus évolués se caractérisent par un contenu plus élevé en quartz et une abondance accrue des phases alumineuses (muscovite, tourmaline, grenat), tandis que les secteurs moins différenciés présentent une proportion plus importante de minéraux ferromagnésiens. L'analyse spatiale indique que les zones est et centre sud du BLM présentent les signatures les plus évoluées, en accord avec la présence de dykes à spodumène dans ces secteurs. Toutefois, la zonation interne apparaît plus complexe qu'un simple gradient unidirectionnel, suggérant une histoire intrusive multiphasée.

L'intégration des données géochimiques dans le même espace d'analyse confirme la concordance entre les assemblages minéralogiques et les gradients chimiques ciblés. Ces résultats valident la robustesse des indicateurs de vectorisation et permettent d'en hiérarchiser la valeur prédictive pour le ciblage des secteurs favorables aux pegmatites LCT. En combinant données historiques, acquisitions récentes et approches statistiques et computationnelles avancées, ce travail permet d'opérationnaliser la vectorisation au sein des intrusions de granite hyperalumineux et optimise les stratégies d'exploration des MCS au Québec.

Considérations géoenvironnementales associées aux stériles du gîte de carbonatite à éléments de terres rares et fluorine d'Ashram

Mariama Sow, Marc Legault, Benoît Plante (IRME-UQAT) et Darren Smith (Commerce Resources)

Les éléments de terres rares (ETR) jouent un rôle central dans les technologies modernes, notamment dans les secteurs des énergies renouvelables, de l'électronique et de la défense. Toutefois, leur extraction et leur traitement soulèvent des questions environnementales encore insuffisamment étudiées. Ce projet porte sur le gîte d'Ashram qui contient des ressources minérales en ETR et en fluorine. Cette minéralisation associée à une carbonatite est située à environ 130 km au sud de la communauté de Kuujjuaq au Nunavik, Québec. L'objectif principal de cette étude est de caractériser les risques géochimiques associés aux futurs stériles qui seraient produits à partir d'une exploitation à ciel ouvert à Ashram.

Cette étude se distingue par sa rigueur méthodologique et son approche expérimentale visant le long terme qui combinent des caractérisations physico-chimiques et minéralogiques. Des expériences de lixiviation ont été également réalisées à l'aide d'essais cinétiques en colonne sur une période d'une année qui intégraient des variations de conditions expérimentales telles que la température et le volume d'eau de rinçage.

Les résultats de cette étude démontrent que le comportement géochimique des stériles du gîte d'Ashram est fortement contrôlé par la composition lithologique et minéralogique des matériaux. Ceux-ci présentent un faible potentiel de génération de contaminants. Toutefois, des éléments comme le plomb, le fluor, le baryum et le zinc pourraient potentiellement être lixiviés et doivent être davantage étudiés, en particulier à des échelles plus représentatives des conditions de terrain, à partir de parcelles de terrain expérimentales par exemple.

Les essais de lixiviation en colonne ont mis en évidence une dynamique en deux phases : un lessivage initial marqué, suivi pour certaines espèces d'une stabilisation des concentrations contrôlée par des phénomènes de précipitation secondaire. Les calculs d'équilibre thermodynamique suggèrent une saturation fréquente des solutions associée à la précipitation de minéraux secondaires, tels que la fluorine, la barytine, la calcite, la cérusite ou la dolomite, qui jouent un rôle clé dans la régulation des concentrations en éléments dissous. Ils suggèrent également une sous-saturation des phases d'ETR quelles que soient les variations de pH et de température.

Cette approche intégrée, combinant caractérisations multiéchelles et modélisation thermodynamique, permet d'anticiper les risques de drainage neutre contaminé (DNC) associés à ces stériles.

Évaluation comparative des voies sulfurique et chlorhydrique pour covaloriser les éléments de terres rares et le phosphore présents dans un concentré d'apatite

Mohammed Ouanis Stambouli, Lucie Coudert (UQAT), Jean-François Boulanger (Université de Sherbrooke) et Nicolas Reynier (CanmetMINES)

L'industrie minière joue un rôle clé dans l'économie québécoise et canadienne en fournissant des matières premières essentielles, mais génère d'importantes quantités de sous-produits ou résidus solides. La covalorisation des minéraux critiques et stratégiques (MCS) issus de ces sous-produits représente une approche prometteuse pour réduire leur impact environnemental tout en optimisant l'exploitation des ressources minérales.

L'apatite est un minéral phosphaté pouvant contenir des éléments de terres rares (ETR) par substitution ionique du calcium et du fluor, comme c'est le cas pour la fluorapatite. Cette étude porte sur un concentré de fluorapatite provenant d'un gisement québécois. L'objectif principal du projet est d'évaluer la covalorisation des ETR et du phosphore (P) après attaque acide utilisant deux voies différentes : la voie chlorhydrique (HCl) et la voie sulfurique (H_2SO_4). Plusieurs essais ont été réalisés, incluant une optimisation des conditions de lixiviation pour chaque voie, ainsi que des tests préliminaires visant à récupérer sélectivement les ETR et le P par extraction par solvant ou sorption sur des résines échangeuses d'ions.

La voie HCl permet une dissolution quasi totale de l'apatite (~100 %, HCl 2 N après 3 h à température ambiante) et par conséquent une solubilisation totale des ETR et du P. En milieu sulfurique, seuls 70 % du P et 25 % des ETR sont lixiviés après 2 h à 60 °C, le reste étant « perdu » dans le phosphogypse (PG) produit lors de l'attaque acide. L'utilisation d'ultrasons pendant les 10 premières minutes (temps de formation du PG) et l'ajout d'une résine cationique forte SP112 ont permis d'améliorer les rendements de solubilisation du P (94 %) et la récupération des ETR (55 %), approchant les performances obtenues par la voie chlorhydrique pour le P uniquement. Les essais de récupération sélective des ETR et du P à la suite d'une dissolution chlorhydrique et sulfurique ont montré des performances comparables pour le P : 90 % par extraction par solvant (dissolution par HCl, en présence de 80 % de TBP et de 20 % de kérosène) par rapport à 86 % par précipitation sous forme de struvite ($MgNH_4PO_4$) à pH = 8 (dissolution par H_2SO_4). Toutefois, la récupération des ETR à partir du lixiviat issu de l'extraction par solvant en voie HCl et par la résine SP112 en voie H_2SO_4 reste toujours en cours d'étude. Les résultats obtenus dans le cadre de ce projet montrent que la covalorisation des ETR et du P présents dans un concentré d'apatite constitue un défi technologique nécessitant des compromis en matière de récupération ou de pureté du coproduit final et de frais d'opération.

Potentiel de séquestration de carbone dans les rejets d'Asbestos Hill et de Mine Raglan

Amine Tahiria, Benoît Plante, Lucie Coudert (IRME-UQAT), Sandra Trépanier (MRNF) et Marie-Pier Éthier (Glencore, mine Raglan)

La carbonatation minérale (CM) des résidus ultramafiques, riches en serpentine et en olivine, est une méthode prometteuse pour compenser les émissions anthropiques de CO_2 et valoriser les résidus miniers. L'utilisation accrue du diesel dans les régions nordiques entraîne des émissions considérables de CO_2 et pose des défis énergétiques majeurs. La CM pourrait s'avérer particulièrement intéressante dans ce contexte.

Ce projet de recherche a pour objectifs : (1) de déterminer le potentiel de séquestration de CO_2 des résidus ultramafiques de Mine Raglan et d'Asbestos Hill (site orphelin sous la responsabilité du MRNF situé à proximité de la mine Raglan), et (2) d'explorer des voies potentielles de valorisation de ces rejets.

L'approche adoptée vise à évaluer l'influence des propriétés minéralogiques et physico-chimiques des résidus sur la cinétique de carbonatation et à étudier des options de valorisation. Les essais incluent des essais de carbonatation en cellules à double chambre et en mini-cellules d'altération, ainsi qu'un suivi des produits de réaction (DRX, MEB et analyse du carbone) afin d'identifier les phases minérales formées et quantifier le CO_2 séquestré.

Les résultats obtenus jusqu'à présent indiquent que les rejets d'Asbestos Hill présentent un potentiel de CM intéressant, ainsi qu'un potentiel de neutralisation d'acide qui pourrait être valorisé.

La poursuite du projet et les résultats attendus permettront d'approfondir la compréhension du potentiel de séquestration du CO_2 des rejets ultramafiques en conditions nordiques et de cibler des options de valorisation de ces rejets. Ces travaux apportent de nouvelles informations sur le potentiel de la réduction de l'empreinte carbone de l'industrie minière, en plus de chercher des solutions pour favoriser l'économie circulaire, tout en fournissant des données pertinentes à la restauration des sites Mine Raglan et Asbestos Hill.

Géologie de la région du lac Poulin-De Courval, Province de Grenville, région du Saguenay–Lac-Saint-Jean, Québec, Canada

Francis Talla Takam, Samuel Coulombe et Abdelali Moukhsil (MRNF)

La région du lac Poulin-De Courval (feuillets SNRC 22D16 et 22D09) a fait l'objet d'un levé géologique à l'échelle 1/50 000 au cours de l'été 2024. Le socle cristallin du secteur cartographié, qui fait partie de l'Allochtone de la Province de Grenville, est constitué par le Complexe gneissique du Saguenay (1506 ±13 Ma) et la Suite intrusive de Tadoussac (1502 ±6 Ma). Les roches de cette dernière unité affleurent dans la partie est du feuillet 22D09 et dans le coin SW du feuillet 22D16, alors que celles du Complexe gneissique du Saguenay forment des lambeaux dans le Complexe gneissique du Cap à l'Est (1391 +8/-7 Ma) qui occupe l'ouest du feuillet 22D09 ainsi que le SW, le nord et le NW du feuillet 22D16. Quelques affleurements de roches de la Suite anorthositique de Lac-Saint-Jean (1169 à 1135 Ma) sont observés dans le Complexe gneissique du Cap à l'Est dans le feuillet 22D16. De nombreuses intrusions grenvilliennes s'injectent dans ces unités lithodémiques : l'Anorthosite de Vanel (1080 ±2 Ma), dans le coin NW du feuillet 22D16; la Mangérite de Cap Trinité, au centre du feuillet 22D09 et au SW du feuillet 22D16; la Mangérite de Poulin-de-Courval (1068 ±3 Ma), dans la partie ouest du feuillet 22D16; l'Anorthosite de Mattawa (1016 ±2 Ma), dans le coin NW du feuillet 22D16; et le Pluton de Jocko, dans le coin NW du feuillet 22D16. Toutes ces roches sont d'âge mésoprotérozoïque et sont coupées par des dykes de pegmatite granitique à syénitique. Elles ont connu plusieurs phases de déformation et sont coupées par des failles et des zones de cisaillement dont la plus importante est la Zone de cisaillement de Saint-Fulgence d'orientation NE-SW. Le métamorphisme régional est au faciès des granulites. La région du lac Poulin-De Courval présente un potentiel minéral avéré en éléments de terres rares et en minéralisations de fer, titane, phosphore et vanadium. La zone de bordure de la Mangérite de Cap Trinité, au contact avec le Complexe gneissique du Cap à l'Est, est très favorable à cet égard et regroupe la quasi-totalité des zones minéralisées découvertes au cours de nos travaux. Un échantillon de syénite quartzifère à feldspath alcalin a fourni des valeurs indicielles en terres rares légères avec des teneurs atteignant jusqu'à 8431 ppm ETR totales, 1730 ppm Th et 4193 ppm Zr. Trois valeurs indicielles en Th et une en Nb ont été obtenues à partir d'échantillons de syénogranite et de granite à feldspath alcalin. Un échantillon de nelsonite a donné jusqu'à 37,92 % Fe.

Caractérisation métamorphique et structurale du contact Opatica-La Grande, Eeyou Istchee Baie-James

Nicolas Talon, Renaud Soucy La Roche (INRS-ETE) et Daniel Bandyayera (MRNF)

La Province du Supérieur est formée de plusieurs sous-provinces possédant des caractéristiques lithologiques et métamorphiques distinctes, séparées par des zones de déformation. Au nord de Chibougamau, les sous-provinces mésoarchéennes à néoarchéennes d'Opatica au sud et de La Grande au nord sont délimitées par la Zone de cisaillement de Poste Albanel. Une étude est en cours pour quantifier les conditions de pression et de température (P-T) du métamorphisme dans les unités métasédimentaires du Groupe de Michaux (Opatica), d'une part, et du Groupe de Tichégami et de la Formation de Voirdye (La Grande) d'autre part, et sera suivie par des analyses pétrochronologiques pour dater les épisodes métamorphiques.

Les observations pétrographiques révèlent que la majeure partie des roches métasédimentaires contiennent du quartz, du plagioclase et de la biotite. Dans la Sous-province de La Grande, l'assemblage métamorphique comprend par endroits du feldspath potassique, de la muscovite, de la cordiérite, du grenat, et de la sillimanite, tandis que dans la Sous-province d'Opatica, le feldspath potassique et la cordiérite sont absents. L'absence de feldspath potassique et de cordiérite indique une température plus basse ou une pression plus élevée dans la Sous-province d'Opatica.

Huit échantillons ont ensuite été choisis pour produire des cartes élémentaires par microfluorescence aux rayons X. Ces échantillons ont été sélectionnés d'après la représentativité des assemblages métamorphiques et leur répartition entre les sous-provinces de La Grande et d'Opatica. Un autre critère touche la qualité des porphyroblastes de grenat ou de cordiérite. Les échantillons avec des porphyroblastes bien préservés et qui contiennent des inclusions métamorphiques sont ainsi favorisés. Ces cartes élémentaires indiquent que certains porphyroblastes de grenat montrent une zonation chimique associée à leur croissance. De plus, les échantillons qui contiennent des minéraux dont la composition chimique sera utile à la modélisation d'équilibre de phase et à la thermobarométrie (grenat, biotite, plagioclase, cordiérite) ont été analysés à la microsonde afin d'obtenir des profils chimiques du centre vers la bordure.

Les cartes élémentaires ont aussi permis d'identifier des pétrochronomètres tels que la monazite, la titanite, le xénotime ou le zircon en inclusion dans les porphyroblastes ou dispersés dans la matrice. Les inclusions de très petite taille dans les porphyroblastes devraient permettre de déterminer l'âge du métamorphisme prograde. Cette identification préliminaire va faciliter la sélection des échantillons pour des analyses pétrochronologiques *in situ* à venir.

Magmatisme fertile et stérile pour le Ni-Cu-Co-EGP dans le Domaine Sud de la ceinture de Cape Smith, Orogène de l'Ungava : quelles sont les différences?

Simon Tournier, Crystal LaFlamme (Université Laval), Cristina Accotto (Université Laval; Pontificia Universidad Católica del Perú), Carl Guilmette (Université Laval), Pierre-Simon Ross (INRS-ETE), Marc-Antoine Vanier (MRNF), Guillaume Barré (Université Laval; CGC-Québec) et Pierre Cartigny (Institut de physique du globe, Paris)

La plupart des gisements de Ni-Cu-EGP se développent au niveau des marges cratoniques. Tout d'abord, un panache mantellique heurte la base d'un craton et est redirigé vers la bordure où il atteint la surface par l'entremise de failles translithosphériques, ce qui donne naissance à une grande province ignée (*Large Igneous Province*-LIP). Au cours de leur ascension, les magmas assimilent du matériel riche en soufre, principalement des roches sédimentaires, ce qui conduit à leur saturation et à la formation de liquides sulfurés dans lesquels le nickel, le cuivre et les éléments du groupe du platine (EGP) se concentrent. L'étude des LIP situées en bordure de cratons, en particulier l'examen des signatures associées à la contamination crustale, est donc essentielle pour mieux comprendre la formation de ce type de gisement.

Le Domaine Sud de la ceinture de Cape Smith, situé sur la marge nord du craton du Supérieur, constitue un cadre privilégié pour étudier cette problématique puisqu'il renferme deux LIPs présentant des contextes très comparables, mais dont une seule héberge des minéralisations de Ni-Cu-Co-EGP. Le premier, le LIP de Minto (environ 2,0 Ga), est représenté par la Formation de Beauparlant (Groupe de Povungnituk) qui est constituée de coulées basaltiques tholéiitiques d'affinité E-MORB. Le second, le LIP Circum-Supérieur (environ 1,88 Ga), est représenté par le Groupe de Chukotat. Cet ensemble est formé de puissantes coulées différenciées allant des roches ultramafiques aux basaltes komatiitiques à tholéiitiques qui présentent des affinités de N-MORB à E-MORB. Ce dernier héberge les principales minéralisations de Ni-Cu-Co-EGP du Domaine Sud, dont la mine de classe mondiale de Raglan.

L'objectif de cette étude est de caractériser ces deux systèmes magmatiques à l'aide d'analyses géochimiques de roche totale, d'analyses multi-isotopiques du soufre et d'analyses des EGP en ultra-traces afin d'identifier les facteurs expliquant cette différence de fertilité. Les données géochimiques permettent d'évaluer le degré de contamination crustale enregistré par chaque système, tandis que les isotopes du soufre et les signatures en EGP en précisent la nature et l'ampleur.

Les résultats montrent que le Groupe de Chukotat présente une signature de contamination crustale beaucoup plus marquée que celle de la Formation de Beauparlant, ainsi des teneurs en EGP nettement plus élevées et des valeurs en isotope du soufre plus proches de celles du manteau primitif. Ces différences, notamment les teneurs en EGP, reflètent probablement un taux de fusion partielle moindre pour les magmas parents de la Formation de Beauparlant et, potentiellement, une origine géodynamique distincte, indépendante d'un panache mantellique.

Géologie de la région de Salluit, Orogène de l'Ungava, Nunavik, Québec, Canada

Marc-Antoine Vanier, Carl Bilodeau, Charles Saint-Laurent et Samuel Coulombe (MRNF)

Ce nouveau levé géologique réalisé à l'été 2025 dans le secteur du village nordique de Salluit permet de faire la jonction entre le levé géologique de la région du lac Sirmiq (Vanier et Lafrance, 2020) et celui de la région de Baie Déception (Vanier et Bilodeau, 2024). Les travaux réalisés à l'échelle 1/85 000 touchent les feuillets SNRC 35J03, 35J04, 35J06, 35G13 et 35G14. Ce levé a permis de produire quelque 600 nouvelles descriptions d'affleurements, 320 analyses géochimiques et cinq échantillons pour études géochronologiques U-Pb.

La région cartographiée appartient à la Province de Churchill, plus précisément à l'Orogène de l'Ungava. Elle expose une partie du Domaine lithotectonique de Kovik composé de roches archéennes remobilisées au Paléoprotérozoïque, ainsi qu'une partie du Domaine de Narsajuaq qui représente le cœur de l'Orogène de l'Ungava. La cartographie a également permis de prolonger vers l'ouest une bande de roches supracrustales reposant en discordance sur le Domaine de Kovik (Vanier et Bilodeau, 2024). Le secteur auparavant assigné au Domaine de Narsajuaq comprend une variété de lithologies. On y trouve des roches foliées, rubanées ou gneissiques de composition felsique à intermédiaire interprétées comme d'âge archéen. Ce domaine contient également des lambeaux continus d'épaisseurs hectométriques à kilométrique de roches métavolcaniques et métasédimentaires, également interprétées comme archéennes. Finalement, il a été possible de cartographier différentes unités de roches plutoniques massives à foliées syntectoniques à post-tectoniques recoupant certaines des lithologies mentionnées précédemment. Cette carte géologique préliminaire s'appuie uniquement sur les observations de terrain. Les résultats à venir de géochronologie et le traitement des analyses lithogéochimiques permettront de revoir l'architecture complexe de l'Orogène de l'Ungava, résultat d'une évolution polyphasée s'étendant sur près d'un milliard d'années.

Caractérisation lithologique, géochimique et isotopique de la Formation de Nuvilic, ceinture de Cape Smith

Marianne Wiel, Crystal Laflamme (Université Laval), Cristina Accotto (Université Laval; Pontificia Universidad Católica del Perú), Carl Guilmette (Université Laval) et Marc-Antoine Vanier (MRNF)

Le gisement de Ni-Cu-EGP de Raglan est situé dans la ceinture de Cape Smith, au Nunavik. Il s'agit un dépôt de sulfures magmatiques précipités durant l'intrusion de magmas mafiques à ultramafiques de la Suite du lac Esker (Groupe de Chukotat) dans un niveau riche en soufre : la Formation de Nuvilic (Groupe de Povungnituk). Cette minéralisation s'explique par la contamination en soufre du magma par la roche encaissante.

Les minéralisations de sulfures magmatiques sont des cibles d'exploration difficiles à identifier. Il est donc nécessaire de mieux comprendre les processus de déposition pour mieux les cibler lors de travaux d'exploration. Pour ce faire, l'étude de l'encaissant devrait permettre de mieux comprendre les conditions dans lesquelles l'assimilation du soufre s'est faite. La Formation de Nuvilic est composée de mudstone et de grès formant une séquence de turbidite reliée à l'ouverture d'un bassin sédimentaire. Elle se situe à deux niveaux structuraux distincts interprétés comme la répétition tectonique d'une même unité. Les affleurements du Nuvilic sont rares dû à son érosion préférentielle. La minéralisation se trouve surtout à proximité du niveau Sud qui a fait l'objet de nombreux travaux d'exploration, contrairement au niveau Nord. Bien que cette unité ait été étudiée antérieurement, la répartition de la minéralisation dans ces deux niveaux n'est pas bien connue.

Ce projet vise à caractériser les lithologies, la stratigraphie, le degré de déformation et la géochimie de la Formation de Nuvilic à l'échelle régionale. Les types de sulfures, leur concentration et leur composition chimique seront aussi étudiés. Une campagne de terrain a été réalisée durant l'été 2025. Dix-sept affleurements situés dans la partie ouest des deux niveaux et des carottes provenant de sept forages couvrant principalement le niveau sud et l'est du niveau nord ont été examinés. Les 52 échantillons récoltés à cette occasion ont été combinés à 57 échantillons collectés entre 2022 et 2025. Les premières observations indiquent une séquence sédimentaire composée de mudstone et de siltstone se répétant stratigraphiquement de manière non ordonnée sur quelques mètres. Des brèches et des pépérites sont visibles au contact entre le Nuvilic et les intrusions de la Suite du lac Esker. Les roches sont pour la plupart foliées. Certaines localités montrent un degré de déformation plus important : des plis millimétriques sont visibles dans les échantillons, de même que des clastes déformés. Plus rarement, une crénulation millimétrique est reconnue. Les sulfures disséminés en faible concentration (moins de 1 %) se présentent généralement en grains millimétriques. Cinquante-six échantillons ont été sélectionnés et seront utilisés pour la préparation de lames minces et les analyses qui suivront.

ACRONYMES

CDRHPNQ : Commission de développement des ressources humaines des Premières Nations du Québec

CERAC-CSS : Centre d'expertise en reconnaissance des acquis et des compétences-Cégep de Sainte-Foy

CGC-Québec : Commission géologique du Canada, Québec

CGC-Central : Commission géologique du Canada, Ottawa

CNETE : Centre national en électrochimie et technologies environnementales

CONSOREM : Consortium de recherche en exploration minérale

CRDA Rio Tinto : Centre de recherche et de développement Arvida Rio Tinto

CSMO-Mines : Comité sectoriel de main-d'œuvre de l'industrie des mines

CTRI : Centre technologique des résidus industriels

FRQ : Fonds de recherche du Québec

DMA : Drainage minier acide

GES : Gaz à effet de serre

GNR : Gaz naturel renouvelable

IDDPNQL : Institut de développement durable des Premières Nations du Québec et du Labrador

INRS-ETE : Institut national de la recherche scientifique — Centre Eau, Terre et Environnement

IRME-UQAT : Institut de recherche en mines et environnement, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

LA-ICP-MS : Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

MCS : Minéraux critiques et stratégiques

MISA : Mines, innovations, solutions et applications

MELCCFP : Ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

MRNF : Ministère des Ressources naturelles et des Forêts

OGS : Ontario Geological Survey

PVQMCS : Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques

SEMECS : Société d'économie mixte de l'Est de la couronne sud

SIGÉOM : Système information géominière du Québec

SMV : Sulfures massifs volcanogènes

UBC-Okanagan : University of British Columbia, Okanagan

UQAC : Université du Québec à Chicoutimi

UQAM : Université du Québec à Montréal

UQAT : Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

UQO : Université du Québec en Outaouais

Québec