

consorem

CONSORTIUM DE RECHERCHE EN EXPLORATION MINÉRALE

RAPPORT D'ACTIVITÉ 2021-2022



Photo : B.Poirier, 2022, Excursion Minière O3 - Tex-Sol-G.



GLENCORE



Sommaire

Ce rapport d'activité présente les réalisations du CONSOREM pour l'année 2021-2022. Les faits saillants des projets de recherche y sont présentés ainsi que la description des activités et des événements de suivi, de formation et de transfert. En 2021-2022, le consortium était constitué de 20 membres industriels, 3 membres universitaires, 2 membres gouvernementaux et 4 membres associés.

Le CONSOREM a réalisé dans le cadre de la programmation scientifique 2020-2021, **7** projets de recherche, un projet d'accompagnement et un projet pilote :

2021-01 Intégration/synthèse des outils pour le traitement de l'environnement secondaire par **Silvain Rafini** en collaboration avec Sylvain Trépanier

2021-02 Valorisation des données de susceptibilité magnétique en exploration minérale par **Morgane Gigoux** en collaboration avec Michel Allard, Charles Bérubé et Valentin Peyrard

2021-03 Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James – Phase II, par **Jérôme Lavoie** en collaboration avec Jean Goutier, Sylvain Trépanier et Mélanie Lambert.

2021-04 Acquisition et valorisation des données géométallurgiques à un stade précoce d'exploration, par **Stéphanie Lavaure**

2021-05 Minéralisation de type skarn à Cu-Au en contexte volcanique archéen, par **Morgane Gigoux**

2021-06 Utilisation de la chimie des pyrites en contexte d'exploration aurifère : Optimisation du protocole analytique et applications – MISA, par **Dominique Genna** en collaboration avec Damien Gaboury et Hugo Dubé-Loubert

2021-07 Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototype CONSOREM « MagnetoModeleur » – phase V – MISA par **Jérôme Lavoie** en collaboration avec Mikaël Simard, Michel Allard, Jean-Luc Cyr.

2021-08 Accompagnements sous forme de 8 ateliers de formation, **Équipe CONSOREM – coordination Silvain Rafini**

Projet pilote : Levé hydrogéochimique pour l'exploration de Zn, Cu sur la propriété Pinkos/Cyprus/Marcillac, Canton de Dufresnoy, Abitibi, Québec, par **Silvain Rafini**

Le CONSOREM a tenu **6** activités administratives afin d'assurer le bon fonctionnement du consortium ainsi que **6** rencontres des comités *ad hoc* pour la mise en œuvre de la planification stratégique.

Le CONSOREM a réalisé **28** activités de suivi et de transfert pour l'année 2021-2022 :

- ♦ **18** activités réservées aux membres, dont **8** activités d'accompagnement et **10** réunions du comité de gestion scientifique (CGS);



- ♦ **6** activités de transfert, ouvertes à la communauté géoscientifique, soit le **19^e Forum technologique CONSOREM dans le cadre d'Explo-Abitibi Virtuel 2021**; l'organisation et la participation à trois sessions de conférences dans le cadre de **Québec Mines + Énergie Virtuel 2021**; le **Forum CONSOREM-UQAM Virtuel**, ainsi que la participation au congrès du **PDAC 2022**.
- ♦ Le CONSOREM a également diffusé ses résultats et activités par l'entremise de son site web (**1**), par plus de 10 publications LinkedIn (**1**) et par trois articles larges publics (**3**).

Les **7** projets de recherche réguliers ont permis de générer :

- ♦ **71** produits livrables aux membres, soit : **22** présentations *PowerPoint*, **8** fichiers de données (Excel, Acces), **1** base de données géoréférencée en 4 formats et **1** outil de géotraitement (*ArcGIS*), **7** rapports scientifiques; **1** arbre de décision des bonnes pratiques pour le traitement des données d'environnement secondaire; **7** fiches des bonnes pratiques pour le traitement des données d'environnement secondaire; **1** nouvelle version du logiciel LithoModeleur et **5** diagrammes intégrés ainsi que **1** outil intégré pour le traitement d'environnement secondaire; **1** nouvelle version du logiciel MagnetoModeleur; **1** Procédure d'installation MagnetoModeleur; **1** logiciel d'importation des données LA-ICP-MS; **1** document de description de corps minéralisés; **2** Tableaux tonnage total (Au-Cu-Ag-Mo) PDF; **1** Guide méthodologique sur l'Au; **1** Guide méthodologique sur le Ni-Cu-Co; **2** cartes de favorabilité; **2** fichiers de cibles d'exploration (446); **5** bibliographies.
- ♦ **13** nouveaux outils d'exploration minérale pour les membres, dont **5** outils méthodologiques (OM), **4** outils d'aide à l'interprétation (OAI) et **4** outils de ciblage (OC);

Le projet d'accompagnement a permis d'offrir **8** ateliers de formation disponibles pour l'ensemble des membres alors que le projet pilote a permis de valider la méthode visant à vectoriser l'exploration en utilisant la chimie des eaux souterraines, et ce, en contexte réel lors d'une campagne hivernale.

Le CONSOREM a rendu publics des documents libérés de la confidentialité, dont **7** sommaires de projets et **4** rapports scientifiques, en plus de produire **2** articles dans une revue scientifique.

L'équipe du CONSOREM a également contribué à plusieurs autres activités de recherche et d'enseignement dans le cadre de collaborations avec des universités ou d'autres groupes de recherche ce qui contribue par le fait même au rayonnement du CONSOREM au Québec, au Canada et à l'international.

Mot du Président

DES MEMBRES ENGAGÉS, UNE ÉQUIPE DÉDIÉE, UN GAGE DE SUCCÈS

Chers partenaires du CONSOREM, c'est avec plaisir, à titre de président du Conseil d'administration, que je vous présente le bilan des activités de l'équipe du CONSOREM pour l'exercice 2021-2022. Fier de plus de 20 ans d'existence avec des projets de recherche touchant une variété de sujets et de substances minérales sur l'ensemble du territoire québécois, il ne fait aucun doute que le CONSOREM avec ses membres engagés et son équipe de chercheurs de haut niveau est la référence en recherche appliquée et collaborative en exploration minérale. Le CONSOREM contribue au succès de l'industrie non seulement avec ses projets de qualités, mais également par le transfert des connaissances de ses chercheurs lors d'activités de formation pour les professionnels de l'exploration.



Comme vous le savez, les activités du CONSOREM reposent sur la contribution du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec, de Développement économique Canada et de ses vingt membres industriels, un sommet historique. Des partenaires tels que l'UQAC, l'UQAM, l'UQAT, Géologie Québec, la Commission Géologique du Canada, MISA, la SIDEX, la SDBJ et Tertio jouent également un rôle crucial dans le succès du CONSOREM par leur soutien et leur confiance. Je tiens à vous remercier, car vous êtes tous des alliés indéfectibles qui nous aident à mener à bien nos activités. Ainsi, partant d'une collaboration réussie entre tous les partenaires, d'un mode de fonctionnement efficace et de résultats solides, le CONSOREM peut envisager les prochaines années avec enthousiasme.

En 2021-2022, avec un tout nouveau plan stratégique en main et la mise en place de trois nouveaux comités sous la responsabilité d'un(e) vice-président(e) finance, communication et technique, l'équipe CONSOREM a commencé la mise en œuvre du plan. Déjà, nous avons des résultats significatifs. Les différents partenaires financiers ont convenu d'ententes assurant la pérennité du CONSOREM pour les trois prochaines années. Au niveau de la communication et du rayonnement, une nouvelle image de marque a été créée et nos plateformes numériques sont en voie de transformation. Sur le plan des activités de recherche, nos résultats sont très prometteurs. L'arrivée de plusieurs nouveaux membres industriels nous indique également que le CONSOREM est toujours aussi pertinent et qu'il suscite beaucoup d'intérêt.

Je termine en soulignant le travail remarquable de l'équipe et votre contribution grandissante durant la dernière année. Vous avez su être engagés et positifs malgré les défis que vous avez dû affronter. Soyez assuré que le CONSOREM continuera de jouer un rôle essentiel en recherche et innovation pour le futur de l'industrie de l'exploration minérale.

Je vous souhaite une année des plus prospères et au plaisir de vous revoir bientôt.

Marco Gagnon

Président du CONSOREM



Mot du Directeur

Malgré les enjeux d'une autre année de fonctionnement en mode virtuel, le CONSOREM a encore une fois su s'adapter pour mener à bien sa mission de réalisation de projets de recherche et de transfert de connaissances. Encore une fois, l'engagement et la synergie de l'ensemble de nos membres, de l'équipe de recherche et de la direction ont fait en sorte que le consortium a poursuivi sa progression en 2021-2022. Avec l'adhésion de 5 nouveaux membres industriels et un membre associé, le consortium regroupe maintenant 29 membres, ce qui démontre que le mode de fonctionnement et les résultats du CONSOREM répondent encore aux besoins en recherche appliquée précompétitive-collaborative en exploration minérale au Québec.

Les ententes de financement avec le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec ainsi qu'avec Développement économique Canada ont été renouvelées pour la période 2021-2024. Ces financements, en plus des montants provenant des adhésions des membres industriels et ceux du Groupe MISA pour certains projets, assurent une stabilité financière pour les trois prochaines années.

Comme vous pourrez le constater à la lecture de ce rapport d'activités, la qualité et la pertinence des réalisations 2021-2022 du CONSOREM sont encore au rendez-vous. L'équipe de chercheurs et de chercheurs associés a réalisé 7 projets de recherche qui ont produit plusieurs livrables de haute qualité qui répondent directement aux besoins de l'industrie.

L'obligation de tenir les rencontres en mode virtuelle a permis au CONSOREM de se réinventer et d'offrir un plus grand nombre d'activités de formation et de transfert vers ses membres et vers l'ensemble de la filière minérale. Des activités comme les ateliers de formation pour nos membres, le Forum Technologique et le Forum CONSOREM-UQAM ont donc été présentés en format virtuel avec captation vidéo. Ceci permet de rejoindre un plus grand nombre de participants en direct et par le visionnement des enregistrements.

Plusieurs défis attendent le CONSOREM au cours de la prochaine année comme la poursuite de la mise en œuvre de la planification stratégique et la réorganisation des activités en mode hybride présentiel/virtuel dans le but d'assurer une efficacité maximale en tenant compte du nombre de membres grandissant. C'est donc avec enthousiasme que je vous invite à revoir nos réalisations dans ce document et que j'anticipe la prochaine année qui permettra au CONSOREM de continuer d'assurer son rôle de structure de recherche collaborative unique qui contribue au succès de l'exploration minérale au Québec.



Benoit Lafrance

Directeur du CONSOREM



Table des matières

SOMMAIRE	I
MOT DU PRÉSIDENT	III
MOT DU DIRECTEUR	IV
TABLE DES MATIÈRES	V
LISTE DES FIGURES	VI
1. INTRODUCTION	1
2. PLANIFICATION STRATÉGIQUE 2020-2025	2
3. STRUCTURE ORGANISATIONNELLE.....	4
<i>Membres 2021-2022.....</i>	5
<i>Chercheurs et collaborateurs du CONSOREM.....</i>	7
4. ACTIVITES ADMINISTRATIVES	8
5. RÉSULTATS DES PROJETS 2021	9
<i>Projet 2021-01: Intégration/synthèse des outils pour le traitement de l'environnement secondaire.</i>	10
<i>Projet 2021-02 : Valorisation des données de susceptibilité magnétique en exploration minérale.</i>	13
<i>Projet 2021-03 : Synthèse métallogénique, métamorphique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James</i>	15
<i>Projet 2021-04 : Acquisition et valorisation de données géométallurgiques à un stade précoce d'exploration — Phase I.....</i>	18
<i>Projet 2021-05 : Minéralisations de type skarn à Cu-Au en contexte volcanique archéen</i>	21
<i>Projet 2021-06 : Utilisation de la chimie des pyrites en contexte d'exploration aurifère : Optimisation du protocole analytique et applications – Phase I.....</i>	23
<i>Projet 2021-07 : Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel CONSOREM « MagnetoModeleur 4.0 » - PHASE V</i>	25
<i>Projet 2021-08 : Accompagnements CONSOREM.....</i>	28
6. PROJET PILOTE : LEVE HYDROGEOCHIMIQUE POUR L'EXPLORATION DE ZN, CU SUR LA PROPRIETE PINKOS/CYPRUS/MARCILLAC, CANTON DE DUFRESNOY, ABITIBI, QUEBEC.....	30
7. ACTIVITES DE TRANSFERT POUR LES MEMBRES DU CONSOREM.....	32
8. ACTIVITES DE TRANSFERT OUVERTES A L'ENSEMBLE DE LA COMMUNAUTE GEOSCIENTIFIQUE.....	38
<i>19^e Forum technologique CONSOREM 2021</i>	39
<i>Québec Mines + Énergie Virtuel 2021</i>	40
<i>Forum CONSOREM-UQAM 2021</i>	42
<i>Congrès PDAC 2022</i>	43
<i>Bourses et stages CONSOREM</i>	44
9. AUTRES ACTIVITÉS DE DIFFUSION	45
<i>Site web du CONSOREM.....</i>	45
<i>Page LinkedIn du CONSOREM.....</i>	46
<i>Publication du cahier spécial sur les mines d'Informe Affaires Saguenay-Lac-Saint-Jean de mars 2022.....</i>	47
10. PRODUCTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU CONSOREM	48
11. OUTILS DU CONSOREM	54
12. CIBLAGE POUR L'EXPLORATION.....	55
13. ÉVALUATION DES PROJETS 2021	56
14. CONTRIBUTION DE L'ÉQUIPE DU CONSOREM A D'AUTRES ACTIVITES DE RECHERCHE, D'ENSEIGNEMENT ET DE DIFFUSION	58
15. RAYONNEMENT DU CONSOREM HORS QUEBEC	62
<i>Publication dans la revue Resources Mines & Industry.....</i>	62



Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau synthèse des réalisations des comités <i>ad hoc</i> du CONSOREM.....	2
Tableau 2 : Membres du CONSOREM.....	6
Tableau 3 : Liste des chercheurs, du personnel et des collaborateurs du CONSOREM.....	7
Tableau 4 : Liste des activités administratives 2021-2022.....	8
Tableau 5 : Projets 2021 du CONSOREM et chercheurs responsables.....	9
Tableau 6 : Étapes de la programmation scientifique 2022-2023.....	32
Tableau 7 : Liste des participants à la réunion virtuelle du CGS du 21 février 2022.....	33
Tableau 8 : Liste des participants à la réunion virtuelle du CGS du 22 février 2022.....	34
Tableau 9 : Liste des participants au CGS du 23 mars 2022.....	35
Tableau 10 : Réunions du comité de gestion scientifique (CGS) du CONSOREM et participants.....	36
Tableau 11 : Synthèse des activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique.....	38
Tableau 12 : Horaire de la session du 22 novembre 2021 « Savoirs et méthodes en exploration minérale au Québec : nouveaux résultats des recherches du CONSOREM ».....	40
Tableau 13 : Horaire de la session du 25 novembre 2021 : « Le cuivre au Québec : que savons-nous, que cherchons-nous ? ».....	41
Tableau 14 : Ensemble des livrables pour les projets 2021.....	48
Tableau 15 : Rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics.....	50
Tableau 16 : Résumés des projets rendus publics.....	50
Tableau 17 : Publication d'articles scientifiques.....	51
Tableau 18 : Webdiffusion de conférences et événements.....	51
Tableau 19 : Description des outils développés au CONSOREM pour l'année 2021-2022.....	54
Tableau 20 : Cibles générées par le projet 2021-03.....	55
Tableau 21 : Cibles générées par le projet 2021-05.....	55
Tableau 22 : Évaluation de la faisabilité des projets 2021.....	56
Tableau 23 : Évaluation des résultats des projets 2021.....	57
Tableau 24 : Activités d'enseignement à l'UQAC par les chercheurs du CONSOREM.....	58
Tableau 25 : Encadrement d'étudiant à l'UQAC par les chercheurs du CONSOREM.....	59
Tableau 26 : Activités favorisant le rayonnement du CONSOREM au Québec.....	61
Tableau 27 : Activités favorisant le rayonnement du CONSOREM hors Québec.....	62

Liste des figures

Figure 1 : Organigramme du CONSOREM.....	4
Figure 2 : Bandeau des logos des membres 2021-2022.....	5
Figure 3 : Programme du 19 ^e Forum Technologique CONSOREM 2021.....	39
Figure 4 : Affiche du Forum CONSOREM-UQAM, <i>Virtuel</i>	42
Figure 5 : Kiosque du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles et espace CONSOREM.....	43
Figure 6 : Extrait de la page d'accueil du CONSOREM.....	45
Figure 7 : Exemples de publications des activités du CONSOREM sur LinkedIn.....	46
Figure 8 : Extrait d'articles du Cahier Mines d'Informes Affaires de mars 2022.....	47
Figure 9 : Comparaison des évaluations des projets à la faisabilité et à la livraison.....	57
Figure 10 : Version anglaise de l'article des 20 ans du CONSOREM, revue Resources Mines & Industry.....	62



1. Introduction

Le consortium de recherche en exploration minérale (CONSOREM) est un partenariat de recherche appliquée précompétitive et collaborative unique qui regroupe des membres industriels, gouvernementaux et universitaires afin de contribuer au succès de l'exploration minérale sur l'ensemble du territoire québécois. Depuis maintenant 20 ans, son mode de fonctionnement, basé sur la participation proactive des entreprises, fait en sorte de favoriser la production d'outils géotechnologiques qui répondent directement aux besoins stratégiques de l'industrie.

Les bénéfices collectifs passent également par un transfert efficace des technologies et des connaissances vers ses membres, puis vers l'ensemble de la communauté géoscientifique contribuant ainsi à la formation de personnel hautement qualifié.

Le CONSOREM contribue également à l'exploration minérale responsable en fournissant à l'industrie des outils et des méthodes plus performantes, ce qui demande moins d'investissement et occasionne moins d'impacts environnementaux pour arriver à une découverte.

Le présent rapport d'activités 2021-2022 du CONSOREM permet de présenter les faits saillants des projets de recherche ainsi qu'une description des activités de diffusion, de formation et de transfert de connaissances.

Objectifs généraux du CONSOREM :

- ◆ **le développement de technologies et de connaissances appliquées à l'exploration minérale;**
- ◆ **le développement de modèles d'exploration minérale;**
- ◆ **l'animation et le transfert vers les utilisateurs industriels;**
- ◆ **la formation de personnel hautement qualifié en exploration minérale.**

Mission : Contribuer au succès de l'exploration minérale au Québec par des projets de recherche innovants de nature précompétitive-collaborative choisis par l'industrie, et par la formation et le transfert vers les utilisateurs.

Vision : Assurer la pérennité de la recherche précompétitive et du transfert dans le domaine de l'exploration minérale au Québec. Chef de file incontournable, sa notoriété et ses percées majeures transcendent toutes les frontières par la production d'outils géotechnologiques innovants pour une industrie plus performante.

2. Planification stratégique 2020-2025

Le consortium continu d'avancer avec sa planification stratégique 2020-2025 et à mettre en place plusieurs actions dans l'atteinte de ses 4 enjeux. L'enjeu 1 implique notamment pour le CONSOREM de se doter d'une vision sur les innovations et les tendances en exploration minérale. L'enjeu 2 nous amène à améliorer nos techniques de transfert des outils géotechnologiques et à explorer de nouvelles pistes dans ce domaine pour nous dépasser. L'enjeu 3 souhaite mener le CONSOREM à un plus grand rayonnement tant au Québec qu'au Canada qu'à l'international. L'enjeu 4 vise à assurer la pérennité du CONSOREM, ce que nous avons déjà amorcé par la négociation de nouvelles ententes plus structurantes notamment avec le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles pour arrimer nos réalisations avec le nouveau Plan québécois pour la valorisation des minéraux critiques et stratégiques 2020-2025. Afin de répondre à ces enjeux, trois comités *ad hoc* se sont réunis plusieurs fois au courant de l'année pour mettre en place plusieurs actions. Le tableau 1 présente la synthèse des principales réalisations en comité.

Tableau 1 : Tableau synthèse des réalisations des comités *ad hoc* du CONSOREM

Comité	Principales fonctions	Composition	Rencontres / réalisations
Communication	<p>Définir un nouveau plan de communication.</p> <p>Prévoir un budget spécifique et les ressources humaines internes pour la mise en œuvre et le suivi.</p> <p>Proposer des outils de promotions.</p> <p>Augmenter la visibilité de nos activités et accroître la diffusion de nos produits.</p>	<p>Claude Pilote</p> <p>Marco Gagnon</p> <p>Benoit Lafrance</p> <p>Brigitte Poirier</p>	<p>4 rencontres</p> <p>2021-04-16</p> <p>2021-05-05</p> <p>2021-08-06</p> <p>2021-09-29</p> <p>Réalisations:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Création et publication de la nouvelle image de marque du CONSOREM; - Inventaire de nos moyens de communications et de nos besoins; - Mise à jour du site web CONSOREM; - Améliorations de notre bibliothèque virtuelle.

Tableau 1 : Tableau synthèse des réalisations des comités *ad hoc* du CONSOREM (suite)

Comité	Principales fonctions	Composition	Rencontres / réalisations
<p>Aviseur et technique</p>	<p>Identifier les principaux besoins en exploration minérale au Québec.</p> <p>Mettre en place un processus de veille technologique dans le domaine de la recherche appliquée à l'exploration minérale.</p> <p>Identifier les axes de recherches qui répondent aux besoins.</p>	<p>Pierre Bérubé Marco Gagnon Stéphane de Souza Silvain Rafini Serge Perreault Michel Jébrak Benoit Lafrance Brigitte Poirier</p>	<p>1 rencontre 2021-09-23</p> <p>Réalisations:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Commencer à structurer une plate-forme interactive pour les idées des axes de recherche; -Travail de synthèse pour faire ressortir les axes de recherches réalisés au CONSOREM depuis 20 ans;
<p>Financement</p>	<p>Augmenter la participation financière de l'industrie et de nos partenaires publics.</p> <p>S'arrimer aux grandes orientations gouvernementales pour diversifier les sources de financement.</p> <p>S'assurer que le CONSOREM est connu des décideurs de l'industrie et politiques.</p> <p>Mettre en place un projet pilote (ou étude) de la faisabilité de mise en marché de certains outils.</p>	<p>Gino Roger Marco Gagnon Jovette Godbout Normand Champigny Benoit Lafrance Brigitte Poirier</p>	<p>1 rencontre 2021-09-27</p> <p>Réalisations :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Nouveau financement assuré pour 3 ans avec DEC et le MERN; -Recrutement de 2 nouveaux membres : Niobay Metals et BHP; -Entente avec la Société de Développement de la Baie-James (membre associé); -Entente avec l'UQAC pour le salaire du directeur; -Frais indirects de recherche ajustés et règles établies avec l'UQAM; -Projet pilote de levé hydrogéochimique pour la mise en marché de la méthode.

3. Structure organisationnelle

Les membres industriels, universitaires, gouvernementaux et associés constituent le fondement du consortium. Le **conseil d'administration (CA)** est l'entité légale de la corporation. Il est composé d'un administrateur par entreprise, par membre gouvernemental et par membre universitaire, et d'un observateur par membre associé. Il a pour mandat de:

- ♦ définir les orientations stratégiques et financières de l'organisation;
- ♦ élire ou de nommer les membres du comité exécutif pour le suivi et la mise en œuvre des décisions;
- ♦ nommer les membres du CGS.

La gouvernance du CONSOREM (Figure 1), implique au départ un administrateur.trice par type de membre qui forme le conseil d'administration. Les administrateurs.trices nomment un représentant.e sur le comité de gestion scientifique (CGS) pour assurer le suivi des activités de recherche du consortium. Le CGS travaille en étroite collaboration avec l'équipe de recherche et le directeur pour la réalisation des projets scientifiques. Le comité exécutif, composé des officiers, assure pour sa part le suivi des activités de gestion et le suivi des activités des comités *ad hoc*. Ces derniers comités veillent à la mise en place de la planification stratégique 2020-2025 du CONSOREM. Une équipe de soutien administratif et technique appuie le directeur dans ses tâches.

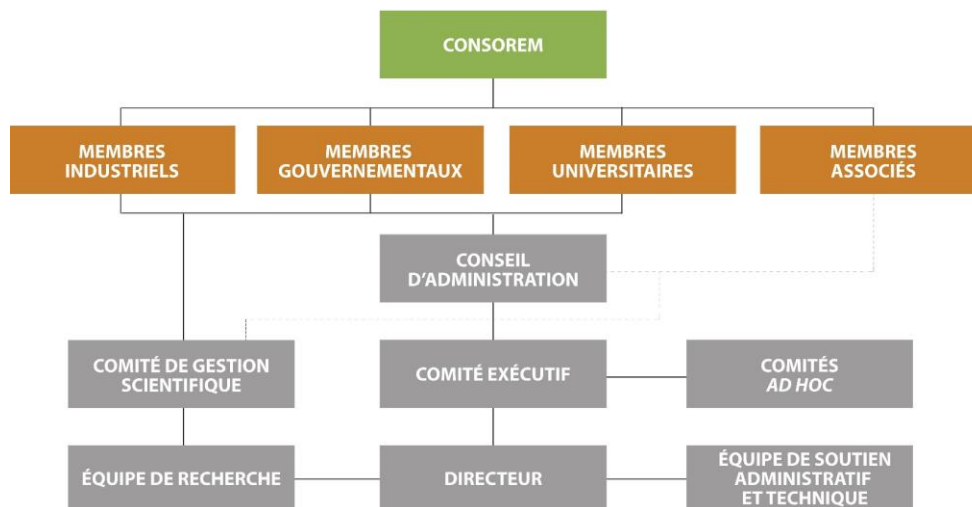


Figure 1 : Organigramme du CONSOREM

Le **comité de gestion scientifique (CGS)** est composé d'un représentant par type de membre. Le mandat des représentants du CGS est de:

- ♦ déterminer la programmation annuelle et assurer le suivi des travaux de recherche;
- ♦ entretenir une dynamique d'échange de connaissances entre les membres et les différents partenaires;
- ♦ impliquer activement dans la proposition de nouveaux projets qui alimenteront la programmation scientifique annuelle;
- ♦ transférer les bases de données, les documents confidentiels et autres documents à l'interne de leur entreprise;
- ♦ choisir la formation sur mesure annuelle que son entreprise souhaite recevoir.

Le **directeur** assure la **liaison entre le CA et le CGS** et dirige les activités de recherche, de diffusion et de transfert. Il est supporté par l'adjointe à la direction et le technicien administratif.

Membres 2021-2022

Les membres adhérents du CONSOREM étaient composés en 2020-2021 de :

- ♦ 20 membres industriels réguliers;
- ♦ 3 membres universitaires;
- ♦ 2 membres gouvernementaux;
- ♦ 4 membres associés

Le tableau 2 (page suivante) présente les représentants du conseil d'administration et du comité de gestion scientifique 2021-2022 par entreprise ou organisme. La figure 2, le bandeau des logos membres 2021-2022.



Figure 2 : Bandeau des logos des membres 2021-2022

Au début de l'année 2021-2022, 4 nouveaux membres industriels se sont joints au CONSOREM, soit Canadian Royalties, Wallbridge, BHP, et Yamana Gold. Le membre industriel Niobay Metals s'est joint en milieu d'année pour deux années consécutives.

La société de développement de la Baie-James (SDBJ) s'est également jointe au CONSOREM cette année en tant que membre associé. Par cette collaboration, la SDBJ vise à supporter la recherche et à acquérir une meilleure connaissance géologique et des différentes mines et minéralisation sur le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James dans le but de promouvoir le développement durable des ressources minérales. La contribution de 10 000 \$ par année pour deux ans servira à financer la recherche ou à offrir des bourses ou des stages pour les projets touchant le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James.

Tableau 2 : Membres du CONSOREM

MEMBRES	REPRÉSENTANT CA	REPRÉSENTANT CGS
INDUSTRIEL		
Probe Metals	Marco Gagnon – Président	Luc Théberge
Abitibi Géophysique	Pierre Bérubé – Vice-président	Nadine Veillette
Exploration Midland	Gino Roger – Vice-président	Jean-François Larivière
Ressources Falco	Claude Pilote – Vice-présidente	Claude Pilote
Agnico Eagle	Olivier Grondin – Administrateur	Olivier Côté-Mantha
Alamos Gold	Raynald Vincent - Administrateur	Simon Comtois-Urbain
Corporation Métaux Précieux du Québec	Normand Champigny - Administrateur	Vacant
Eldorado Gold Québec	Jacques Simoneau – Admininstrateur	Pape Mactar-Dieng
ExplorationLaurentia	Alexis Paulin-Bissonnette –Administrateur	Maxime Bouchard
Glencore	Normand Dupras – Administrateur	Pascal Lessard
Harfang Exploration	François Huot– Administrateur	François Huot
InnovExplo	Alain Carrier – Administrateur	Arnaud Fontaine
Minière Osisko	Rose-Anne Bouchard - Administratrice	Édouard Côté-Lavoie
Minière O3	Louis Gariépy – Administrateur	Sébastien Vigneau
SOQUEM	Tony Brisson – Administrateur	Anthony Franco de Toni
BHP	Libby Sharman - Administratrice	Aucun
Canadian Royalties	Yueshi Lei - Administrateur	Maxim Boisvert
YamanaGold	Sebastien Bernier - Administrateur	Dominic Chartier
Wallbridge	Christopher Kelly - Administrateur	Evan Slater
Niobay Metals	Jean-Sébastien David - Administrateur	Jacquelin Gauthier
UNIVERSITAIRE		
UQAC	Réal Daigneault – Administrateur	Sarah Dare
UQAM	Fiona-Ann Darbyshire – Administrateur	Stéphane de Souza
UQAT	Jovette Godbout – Administratrice	Marc Legault
GOUVERNEMENTAL		
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)	Jean-Yves Labbé - Administrateur	Yannick Daoudene
Développement économique Canada (DEC)	Ann-Émilie Desbiens - Observatrice	Benoît Dubé - Commission géologique du Canada
ASSOCIÉ		
Groupe MISA	Alain Beauséjour - Observateur	Marie-Capucine Gilbert
SIDEX	Paul Carmel - Observateur	Isabelle Cadieux
Ressources Mines et Industrie	Paul Dumas - Observateur	s.o.
Société de développement de la Baie-James	Simon T. Hébert - Observateur	Simon T. Hébert

Chercheurs et collaborateurs du CONSOREM

L'équipe de chercheurs du CONSOREM est dédiée entièrement à la réalisation de la programmation annuelle. Cette équipe, supervisée par le directeur, compte également sur l'implication de professeurs-chercheurs universitaires, de chercheurs associés et sur de nombreux collaborateurs provenant de ses membres et d'ailleurs. Le tableau suivant dresse la liste des chercheurs et collaborateurs 2020-2021.

Tableau 3 : Liste des chercheurs, du personnel et des collaborateurs du CONSOREM

CHERCHEURS ATTITRÉS ET PERSONNEL DU CONSOREM	
Benoit Lafrance	Directeur
Brigitte Poirier	Adjointe à la direction et professionnelle de recherche
Silvain Rafini	Professeur-chercheur sous octroi
Dominique Genna	Professeur-chercheur sous octroi
Morgane Gigoux	Professeure-chercheuse sous octroi
Stéphanie Lavaure	Professeure-chercheuse sous octroi
Jérôme Lavoie	Professionnel de recherche
Mélanie Lambert	Professionnelle de recherche
Pierre-Luc Bilodeau	Technicien administratif
PROFESSEURS – CHERCHEURS	
Marc Legault	Professeur – UQAT
Sarah Dare	Professeure – UQAC
Réal Daigneault	Professeur - UQAC
Michel Jébrak	Professeur émérite – UQAM
Stéphane de Souza	Professeur – UQAM
COLLABORATEURS	
Jean Goutier	Chercheur associé - consultant
Sylvain Trépanier	Chercheur associé - consultant
Michel Allard	Chercheur associé - consultant
Mikaël Simard	Chercheur associé - consultant
Jean-Luc Cyr	Chercheur associé - consultant
Hugo Dubé-Loubert	Géologue - MERN
Damien Gaboury	Professeur UQAC
Charles L. Bérubé	Professeur adjoint – Polytechnique de Montréal
Valentin Peyrard	Étudiant - Polytechnique de Montréal
Patrick Mercier-Langevin	Commission Géologique du Canada (CGC)

4. Activités administratives

Les activités administratives assurent l'atteinte des objectifs stratégiques et financiers du CONSOREM. Il s'agit :

- (1) des réunions du conseil d'administration (CA);
- (2) des réunions du comité exécutif (CE);
- (3) de l'assemblée générale annuelle (AGA) des membres.

Il y a eu **6** activités administratives virtuelles au cours de l'année 2021-2022 (Tableau 4).

Tableau 4 : Liste des activités administratives 2021-2022

DATE	ACTIVITÉ	NOMBRE DE PARTICIPANTS
29 juin 2021	65 ^e CA pour l'année 2019-2020 22 ^e AGA des membres 66 ^e CA pour le début de l'année 2020-2021	16/20 industriels 3/3 universitaires 1/3 observateurs pour l'AGA idem pour CA 65 et CA 66, plus directeur et adjointe
1^{er} décembre 2021	67 ^e CA	16/20 industriels 3/3 universitaires 3/4 observateurs, plus directeur et adjointe
14 juin 2021	81 ^e réunion du CE et suivi des activités par visioconférence ZOOM	5/5, plus directeur Benoit Lafrance et adjointe Brigitte Poirier
18 novembre 2021	82 ^e réunion du CE et suivi des activités par visioconférence ZOOM	5/5, plus directeur Benoit Lafrance et adjointe Brigitte Poirier

5. Résultats des projets 2021

La programmation 2021-2022 comptait **5** projets réguliers, **2** projets collaboratifs avec le Groupe MISA, **1** projet d'accompagnement (Tableau 5).

Les projets réguliers permettent de développer de nouveaux outils, de nouvelles méthodes et des logiciels prototypes en plus de générer, dans certains cas, des cibles d'exploration. Les projets avec le Groupe MISA sont des suites de projets CONSOREM pour lesquels il existe une possibilité de développement d'une échelle de niveau de maturité technologique 3 à 6 (validation du concept, échelle laboratoire) vers un niveau de maturité technologique plus élevé (7 à 9, démonstration du prototype, essais dans un environnement opérationnel). Le projet d'accompagnement se distingue des projets réguliers ayant pour objectif de favoriser l'implantation des outils CONSOREM chez les équipes d'exploration des membres.

Pour chaque projet, un résumé est présenté en plus d'une fiche sommaire identifiant les objectifs, les résultats, les innovations et les produits livrés.

Tableau 5 : Projets 2021 du CONSOREM et chercheurs responsables

No. Projet	Titre	Chercheur
2021-01	Intégration/synthèse des outils pour le traitement de l'environnement secondaire	Silvain Rafini Collaboration : Sylvain Trépanier
2021-02	Valorisation des données de susceptibilité magnétique en exploration minérale	Morgane Gigoux Collaboration : Michel Allard, Charles Bérubé et Valentin Peyrard
2021-03	Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James – Phase II	Jérôme Lavoie Collaboration : Jean Goutier, Sylvain Trépanier, Mélanie Lambert
2021-04	Acquisition et valorisation des données géométallurgiques à un stade précoce d'exploration	Stéphanie Lavaure
2021-05	Minéralisation de type skarn à Cu-Au en contexte volcanique archéen	Morgane Gigoux
2021-06	Utilisation de la chimie des pyrites en contexte d'exploration aurifère : Optimisation du protocole analytique et applications - MISA	Dominique Genna Collaboration : Damien Gaboury et Hugo Dubé-Loubert
2021-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM « MagnetoModelleur » – phase V - MISA	Jérôme Lavoie Collaboration : Mikaël Simard, Michel Allard et Jean-Luc Cyr
2021-08	Accompagnements	Équipe CONSOREM Coordination : Silvain Rafini et Brigitte Poirier

Projet 2021-01: Intégration/synthèse des outils pour le traitement de l'environnement secondaire



Silvain Rafini, géo, Ph.D. – CONSOREM

Collaborateurs : Sylvain Trépanier, géo, M. Sc.A., chercheur associé CONSOREM

Le succès d'un levé d'environnement secondaire (ES) pour l'exploration minérale dépend de plusieurs choix effectués à toutes les étapes de sa réalisation : choix de la méthode, choix des modes opératoires, choix des outils d'interprétation des résultats et de détection d'anomalies. Depuis sa création en 2000, le CONSOREM a consacré 16 projets de recherche à ces thématiques au travers desquels ont été élaborés un certain nombre de guides des bonnes pratiques aux étapes successives d'un levé. Ces résultats contribuent concrètement à améliorer l'utilisation des méthodes d'ES par la communauté des géologues d'exploration au Québec. À l'occasion de ces projets, les chercheurs ont abordé les méthodes conventionnelles portant sur la géochimie des tills (2 projets), des sols (2 projets), des sédiments de fond de lacs (3 projets) et de ruisseaux (2 projets), les méthodes moins conventionnelles, telle que l'analyse des sols par extraction séquentielle (1 projet), et enfin des méthodes émergentes ou originales, telle que l'hydrogéochimie souterraine (5 projets) qui est intégralement développée par le CONSOREM.

Le mandat de ce projet est de synthétiser et rendre accessible l'important volume de contributions produit à l'occasion des 16 projets susmentionnés. Plutôt qu'un simple inventaire, ce travail vise à intégrer les contributions au sein d'un système de décision structuré permettant d'accompagner le praticien dans ses choix à toutes les étapes de la réalisation d'un levé. Il s'agit donc d'un guide intégré d'utilisation de l'ES pour l'exploration minérale. Ce guide consiste en un arbre de décision (Fig. 1) et une série de fiches comprenant 8 à 20 pages. L'arbre de décision est la structure principale de l'outil, le squelette. Il permet de visualiser le déroulement d'un levé d'ES en répertoriant les paramètres à prendre en considération aux étapes successives ainsi que les outils ressource, ou fiches, contenant les informations pertinentes à propos de ces paramètres afin d'accompagner l'utilisateur dans ses choix. Les fiches comportent un niveau de détail important. L'arbre est organisé suivant les trois grandes étapes du déroulement d'un levé d'ES (Fig. 1) : 1. le choix de la méthode; 2. le choix des modes opératoires; 3. l'interprétation des levés. La **première étape**, le choix de la méthode, implique la prise en compte de paramètres reliés à la nature du terrain d'une part et aux caractéristiques budgétaires et stratégiques du projet d'autre part. Les caractéristiques de terrain se déclinent en paramètres géologiques, pédologiques, géomorphologiques, biologiques et climatiques. La manière dont ces différents paramètres peuvent être pris en charge est détaillée dans les fiches dédiées. Les paramètres géologiques portent essentiellement sur la nature des terrains glaciaires, et moindrement sur la géologie du socle. La reconnaissance des sédiments glaciaires est l'élément le plus important dans l'évaluation de la faisabilité d'un levé et dans le choix d'une méthode appropriée au terrain.



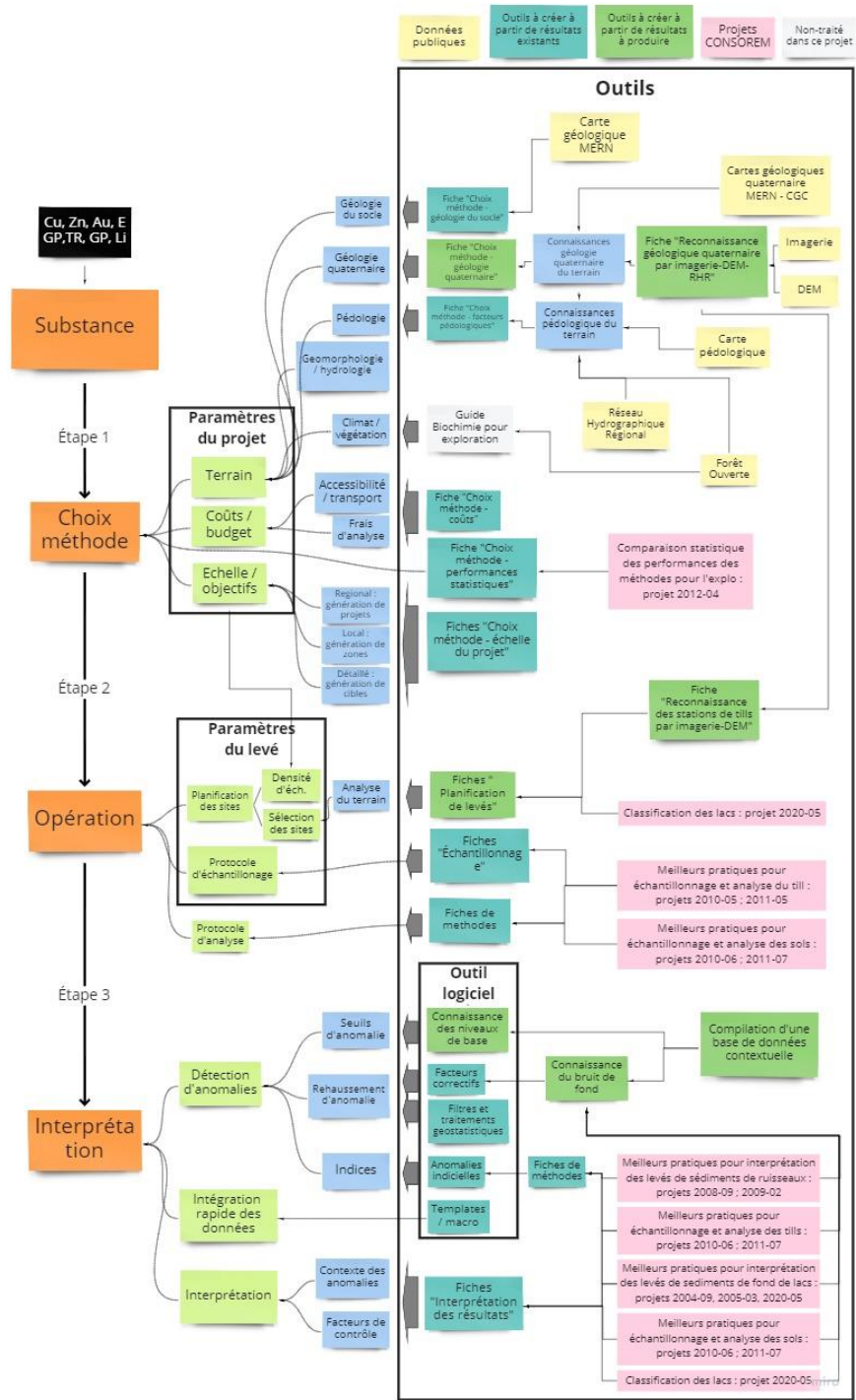


Figure 1 : Arbre de décision pour les levés d'environnement secondaire

Ces aspects sont détaillés dans la fiche A1.1. « Choix de la méthode selon les paramètres du terrain ». Une méthodologie de caractérisation de la favorabilité des terrains glaciaires à un levé d'exploration, à partir des couches d'information publique régionale d'imagerie satellitaire et de topographie, basée sur l'identification géomorphologique de structures d'écoulement glaciaire discriminantes, est détaillée dans la fiche A.1.2 « Reconnaissance des terrains quaternaires par imagerie-DEM pour les levés de géochimie secondaire en exploration minérale ». La **deuxième étape**, les choix de modes opératoires, porte d'une part sur la planification des stations d'échantillonnage, d'autre part sur les protocoles d'échantillonnage et d'analyse, tel qu'illustré sur l'arbre de décision. L'étape de la planification des stations d'échantillonnage permet généralement d'améliorer très significativement les chances de réussite d'un levé, en diminuant l'impact des inévitables biais d'échantillonnage causés par l'hétérogénéité du médium investigué. Les protocoles d'échantillonnage sont une autre étape d'importance primordiale pour la qualité et le succès d'un levé d'ES. L'utilisateur se référera aux fiches pour prendre connaissance des bonnes pratiques recommandées dans les protocoles d'échantillonnage pour chacune des méthodes classées par médium. Pour chaque méthode, le respect d'un protocole rigoureux permet de garantir la qualité du signal en termes de précision et de justesse, autrement dit l'évitement de contaminations de l'échantillon (justesse) d'une part, et d'autre part l'identification précise du médium échantillonné (précision). La **troisième et dernière étape** de ce guide porte sur l'interprétation des données. Un certain nombre d'outils, ou méthodes, ont été générés à l'occasion des projets de recherche réalisés au CONSOREM durant les 20 dernières années pour le traitement des données géochimiques et la détection d'anomalie. Une présentation synthétique de ces outils est offerte sous la forme de fiches dédiées, et par ailleurs ces outils font appel à différents traitements statistiques rendus accessibles aux utilisateurs au sein d'un outil-logiciel original. Ce dernier est implémenté sous la forme d'un « Mode Environnement Secondaire » dans le logiciel LITHOMODELEUR, développé par le CONSOREM. L'utilisateur se référera donc à l'outil-logiciel ainsi qu'aux fiches explicatives, ainsi qu'à l'aide dans le logiciel contenant une explication détaillée des outils de traitement.

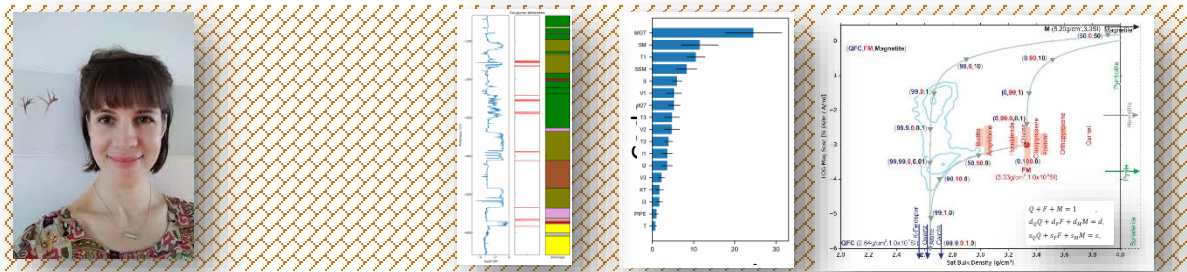
Ce projet d'intégration synthèse se déroule en deux phases annuelles. La première (2021-01) résumée ici a permis de mettre au point le guide, l'arbre de décision, le répertoire de fiches, et de rédiger les fiches intervenant dans la première étape, « Choix de la méthode ». De plus, cette première phase a permis d'amorcer la programmation du « Mode Environnement Secondaire » implémentée au logiciel LithoModeleur.

FICHE SOMMAIRE PROJET 2021-01

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Intégration synthèse des méthodes, contributions du CONSOREM et guide des bonnes pratiques
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Arbre de décision et section outils comprenant des fiches synthétiques pour accompagner l'utilisateur dans ses choix
Innovations	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Plutôt qu'un simple inventaire, intégration au sein d'un système de décision structuré
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Arbre de décision ; <ul style="list-style-type: none"> ♦ Phase I : 7 fiches et fiche d'introduction générale du guide d'utilisation de l'Environnement secondaire en exploration permettant d'accompagner le praticien dans ses choix à toutes les étapes de la réalisation d'un levé ; ♦ Création d'un outil logiciel de traitement de l'environnement secondaire implémenté dans Lithomodeleur ; ♦ Outils statistiques d'interprétation des levés et de détection d'anomalies.



Projet 2021-02 : Valorisation des données de susceptibilité magnétique en exploration minérale



Par Morgane Gigoux, Ph.D. – CONSOREM

Collaborateurs : Sylvain Trépanier, géo, M. Sc.A., chercheur associé CONSOREM, Valentin Peyrard, Étudiant, Polytechnique de Montréal, Charles L. Bérubé, Ph.D., Professeur adjoint, Département des génies civil, géologique et des mines, Polytechnique de Montréal et Michel Allard, ing., M.Sc.A., chercheur associé

Un premier volet du projet a été consacré à valoriser les données de susceptibilité magnétique (K) en créant un outil numérique permettant quatre applications pratiques : 1) la détection de coupure, 2) la détermination de la résolution optimale des prises de mesures, 3) l'analyse de sensibilité du signal prédit aux lithologies et 4) de tester la prédiction de K à partir des lithologies et inversement. Au total, plus de 1 million de données publiques et privées ont été utilisées pour la réalisation de ce premier objectif. Le second volet s'est concentré à améliorer les estimations des proportions de magnétite et de pyrrhotite à partir d'analyses roches totales et du soufre dans Lithomodeleur (Norme CIPW et Norme Bas Grade).

1) Valorisation des données de susceptibilité

Une collaboration a été initiée avec Charles Bérubé (professeur adjoint à Polytechnique Montréal) et Valentin Peyrard (étudiant à la maîtrise à Polytechnique Montréal) pour la réalisation de ce volet. Ils ont développé un modèle d'auto-encodeur à partir d'un code à 3 dimensions qui représente parfaitement les caractéristiques discriminantes de K à partir de 3 forages représentatifs et minéralisés du camp de Matagami (BD LAMROC). Ce code de segmentation par apprentissage non-supervisé est basé sur une architecture de réseau neuronal 1D. Il a pour avantage de générer un modèle qui tient compte non seulement des valeurs, mais aussi de la variabilité du signal. L'objectif n'était pas de reconstruire la lithologie du forage, mais de vérifier si l'auto-encodeur était capable d'identifier les caractéristiques discriminantes et les ruptures majeures dans le signal. Le résultat montre que le premier prototype d'auto-encodeur a la capacité de faire ressortir certaines variabilités au sein d'une lithologie en apparence homogène et d'identifier les principaux points de rupture. Ce modèle nécessitera d'être raffiné et renforcé dans une phase 2 qui se poursuit pour l'année 2022-2023. L'entraînement et les répétitions de l'auto-encodeur pour différentes tailles de fenêtres ont permis de suggérer une résolution optimale dans la prise des mesures à partir des forages de Matagami (BD LAMROC et Glencore). Un espacement limite de 16,5 m pour une profondeur moyenne de forage de 560 m a été estimé.



Le modèle a été utilisé dans un contexte métallogénique différent au Nunavik à partir de forage au sein de roches protérozoïques (BD Mine Raglan) : l'espacement maximal des mesures obtenu est d'environ 5 m pour une profondeur moyenne de forage de 350m. L'évaluation de la sensibilité de la prédiction du signal de K à la lithologie a permis de mettre en avant les lithologies qui avaient le plus d'effet sur l'amplitude du signal. Il s'agit sans grande surprise des sulfures massifs et semi-massifs à Matagami. Néanmoins la même analyse au Nunavik suggère que les roches ultra-mafiques soient beaucoup plus sensibles que les sulfures massifs. Cela signifie que dans un tel contexte métallogénique dominé par ce type de lithologie, l'utilisation de la susceptibilité magnétique pour la détection de sulfures massifs n'est pas optimale. Les tests de prédiction ont démontré qu'il était possible de prédire le signal de K à partir des lithologies, mais non l'inverse. En effet, le chevauchement des valeurs de K entre les lithologies et la grande variabilité qui existe au sein même d'une lithologie rendent la fiabilité de la prédiction impossible dans ce sens.

2) Amélioration des outils pour l'exploration

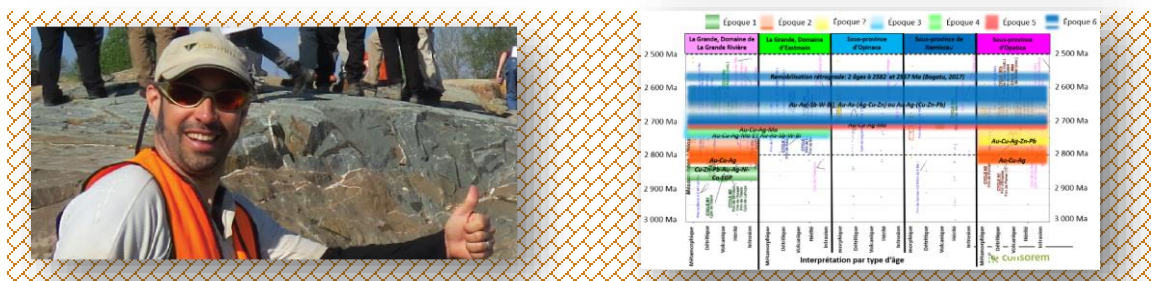
L'intégration de K, du soufre et de la pyrrhotite aux calculs des normes CIPW et Bas Grade a été réalisée à partir du système d'équations du modèle minéralogique quantitatif des travaux de Enkin *et al.*, (2020). Ce modèle permet d'estimer les proportions de minéraux à partir de la densité et de la susceptibilité des roches. Ils démontrent également que c'est un modèle compatible avec le calcul de la norme CIPW des roches ignées à partir des analyses géochimiques. Avec la collaboration de Sylvain Trépanier, ce modèle a été intégré au logiciel prototypage Lithomodeleur du CONSOREM (version 4.3) puis validé à partir de bases de données géochimiques en roches totales intégrant les analyses en soufre (Glencore et Midland) et pétrographiques (Midland). Le diagramme de Henkel (1976), ainsi qu'une base de données de référence des valeurs moyennes de K et de densité de minéraux et de roches en Abitibi, ont été intégrés également au logiciel.

FICHE SOMMAIRE PROJET 2021-02

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Valoriser les données de susceptibilité magnétique pour l'exploration ◆ Améliorer les calculs normatifs de la magnétite et des sulfures à partir de K et des analyses géochimiques roche totale et du soufre.
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Création d'un prototype d'auto-encodeur capable de faire ressortir les variabilités au sein d'une lithologie d'apparence homogène et d'identifier les points de rupture. ◆ Estimation de la résolution optimale des prises de mesures en fonction de la longueur moyenne des forages et du contexte métallogénique ◆ Évaluation de la sensibilité de la prédiction du signal de K à la lithologie : les sulfures massifs et semi-massifs ont le plus d'effet sur l'amplitude du signal à Matagami. Au Nunavik, ce sont les roches ultra-mafiques qui ressortent comme plus sensibles, bien devant les sulfures. ◆ Il est possible de prédire le signal de K à partir des lithologies, mais pas l'inverse.
Innovations	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Création d'un outil numérique (auto-encodeur) pour la valorisation de K en exploration ◆ Nouveaux outils de calculs normatifs dans une nouvelle version LithoModeleur 4.3.0
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Bases de données publiques (Finlande, Canada, LAMROC) ◆ Version Lithomodeleur 4.3.0 avec une base de données de référence (K et densité moyenne de minéraux et roches archéennes d'Abitibi) et 5 diagrammes intégrés ◆ Rapport et présentations



Projet 2021-03 : Synthèse métallogénique, métamorphique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James



Par : Jérôme Lavoie, ing., M. Sc.A., CONSOREM

Collaborateurs : Sylvain Trépanier, géo, M. Sc.A., chercheur associé CONSOREM ; Jean Goutier, géo., M. Sc.A., chercheur associé CONSOREM, Mélanie Lambert, ing., M. Sc.A., CONSOREM

Le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James est un secteur québécois de plus en plus prisé par les compagnies d'exploration. Même si la géologie est maintenant mieux connue, elle mérite d'être synthétisée dans certains secteurs. Il faut améliorer la compréhension de la métallogénie des différents gisements, gîtes et indices, par rapport aux différents événements de métamorphisme, aux événements de déformations (contrôles structuraux), à la géochronologie et à la lithostratigraphie. Il faut également mieux comprendre les contrôles à plus grande échelle sur leur distribution métallogénique, autant spatiale (provinces métallogéniques) que temporelle (époques métallogéniques). La dernière synthèse gîtologique produite, et essentiellement descriptive sur les gîtes et indices à la Baie-James, remonte à plus de 20 ans par Gauthier (2000).

L'objectif principal du projet, s'étalant sur deux phases, est de produire une intégration synthèse métallogénique, géochronologique, métamorphique et structurale du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. Pour atteindre l'objectif principal, le projet s'est divisé en quatre sous-objectifs : 1) effectuer une revue et une description détaillée des principaux corps minéralisés travaillés (c.-à-d. avec forages) d'or-argent et de métaux usuels (Cu-Mo-Pb-Zn); 2) produire une compilation des datations isotopiques U-Pb disponibles dans la littérature scientifique et les publications gouvernementales (âges de cristallisation du volcanisme et des intrusions; âges des différents épisodes de sédimentation; âges des différents événements de métamorphisme et de déformation; et âges de minéralisation); 3) une mise à jour des différents événements de déformation; une mise à jour et une hiérarchisation des zones de cisaillement majeures, des grands linéaments, des failles majeures, des plissements régionaux, etc. pour avoir une concordance et une homogénéisation structurale du territoire; et 4) réaliser une compilation des assemblages minéralogiques pour mieux délimiter les isogrades métamorphiques et présenter un raffinement de la carte métamorphique existante.

La méthodologie employée dans le cadre de ce projet se résume en quelques points :

- ◆ Effectuer la revue des principaux corps minéralisés travaillés d'or et de métaux usuels, d'en produire une description détaillée, le tout intégré dans 10 formulaires thématiques d'une base de données spatiale relationnelle, spécifiquement élaborée pour le projet;

- ◆ Produire une compilation des datations U-Pb et d'intégrer celles-ci dans la couche des polygones géologique du SIGÉOM;
- ◆ Compiler les différents assemblages minéralogiques du métamorphisme et délimiter les isogrades métamorphiques;
- ◆ Effectuer une synthèse structurale par une compilation des différentes phases de déformation et par une révision des failles, des zones de cisaillement (retraçage et identification du type de mouvement, identification de l'ordre d'importance, etc.) et des grands plis;
- ◆ Élaborer une synthèse métallogénique, en définissant des époques et des provinces métallogéniques, à partir des résultats générés des points précédents.

La deuxième phase du projet a permis de générer plusieurs nouveaux résultats :

- ◆ Identification d'au moins 6 époques métallogéniques distinctes dans le nord de la Province du Supérieur (sous-provinces de La Grande, d'Opatoca, d'Opinaca, de Nemiscau et d'Ashuanipi);
- ◆ Délimitation de nouvelles provinces métallogéniques;
- ◆ Synthèse descriptive de 30 principaux corps minéralisés de la zone d'étude;
- ◆ Synthèse des différentes phases de déformation en fonction des sous-provinces et des domaines.

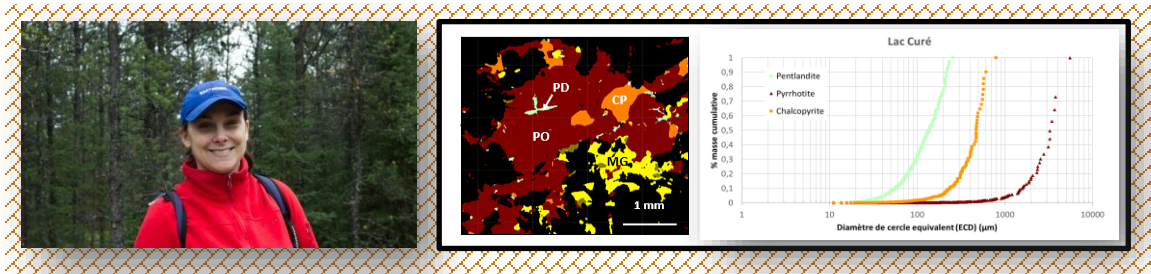
Les apports scientifiques de ce projet sont énormes. Ces apports consistent: i) au lègue d'une structure de base de données relationnelle très performante intégrée dans un formulaire Microsoft Access pouvant être utilisé dans de nombreux contextes métallogéniques et ailleurs sur le territoire de la province du Québec; ii) d'une puissante base de données détaillée d'environ 300 corps minéralisés du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James (description provenant des deux projets CONSOREM 2020-03 et 2021-03 et de la base de données du SIGÉOM) et intégrés dans la structure de base de données relationnelle; iii) d'une bonification significative des analyses géochronologiques qui étaient disponibles dans le SIGÉOM et la littérature scientifique (682 datations); iv) d'une intégration de ces analyses géochronologiques dans la carte géologique du SIGÉOM (couche spatiale litho-géochronologique); v) d'une amélioration des connaissances métamorphiques de la zone d'étude par le raffinement des isogrades métamorphiques connus; vi) d'une meilleure connaissance et d'une réinterprétation partielle des structures majeures et des grandes zones de plissement ainsi que de leur hiérarchisation; et finalement vii) de la définition de nouveaux épisodes métallogéniques et de nouvelles provinces métallogéniques. Ce projet représente les fondations qui pourront amener des discussions et générer de nouvelles idées dans le cadre de futures études. Il s'agit du début d'une autre phase portant sur ce vaste territoire, qui constitue, encore aujourd'hui, en une nouvelle frontière pour l'exploration minérale. Cette synthèse a permis de remplir les objectifs fixés au début, soit d'avoir une meilleure compréhension géologique de ce territoire afin de développer de nouvelles stratégies d'exploration dans l'optique de cibler de nouveaux secteurs pour l'exploration minérale.

FICHE SOMMAIRE PROJET 2021-03

Objectifs	<ul style="list-style-type: none">♦ Intégration et synthèse métallogénique, géochronologique, métamorphique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James dans l'optique de mieux comprendre ce territoire en proposant de nouvelles interprétations, de développer de nouvelles stratégies d'exploration et de cibler de nouveaux secteurs d'exploration.
Résultats	<ul style="list-style-type: none">♦ Identification d'au moins 6 époques métallogéniques distinctes dans le nord de la Province du Supérieur (sous-provinces de La Grande, d'Opatoca, d'Opinaca, de Nemiscau et d'Ashuanipi) ;♦ Délimitation de nouvelles provinces métallogéniques ;♦ Synthèse descriptive de 30 principaux corps minéralisés de la zone d'étude ;♦ Synthèse des différentes phases de déformation en fonction des sous-provinces et des domaines.
Innovations	<ul style="list-style-type: none">♦ Identification de nouvelles époques et provinces métallogéniques sur le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James ;♦ Nouvelle structure de base de données relationnelle ;♦ Base de données unique comptant : i) plus de 300 indices minéralisés, dont 30 comportant des descriptions très détaillées avec des hyperliens dynamiques vers des images et documents de la littérature ; ii) les isogrades métamorphiques à jour ; iii) les 682 analyses des datations U-Pb ; iv) les zones géologiques SIGÉOM bonifiées combinant la lithologie et la géochronologie (litho-géochronologie) ; v) couches des failles et plis majeurs ;♦ Mise à jour structurale ;♦ Uniformisation et hiérarchisation des principales failles, zones de cisaillement et zones de plissement.
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none">♦ Formulaire Microsoft® Access relationnelle ;♦ Base de données spatiale en 4 formats : 1) Microsoft® Access relationnelle ; 2) GDB relationnelle avec projet MXD (ArcGIS-ESRI®) ; 3) GPKG relationnelle avec projet QGZ (QGIS) ; et 4) fichiers vectoriels <i>Shapefile</i> (SHP). Une procédure d'utilisation vient avec chaque format ;♦ Tableau synthèse des descriptions de 30 corps minéralisés en format Microsoft® Excel et PDF ;♦ Document descriptif détaillé de 30 corps minéralisés en format PDF dynamique ;♦ Tableau synthèse des phases de déformation avec correspondance avec les différents épisodes de métamorphisme et de minéralisations en format Microsoft® Excel ;♦ Compilation du contenu métal par substance et du contenu métal total des gisements et gîtes de la zone d'étude ;♦ 3 présentations Microsoft® PowerPoint ;♦ 1 rapport divisé en 4 parties (A, B, C et D).♦ Douze (12) secteurs favorables représentant des cibles régionales et zonales.



Projet 2021-04 : Acquisition et valorisation de données géométrurgiques à un stade précoce d'exploration — Phase I



Stéphanie Lavaure, géo., Ph. D. — CONSOREM

La géométrurgie est une science qui regroupe plusieurs domaines d'expertises (géologie, métallurgie, chimie, génie minier, etc.) dans le but d'améliorer la compréhension de la variabilité d'un gisement et d'en optimiser le développement. La géométrurgie permet de lier les caractéristiques géologiques d'un gisement et de son encaissant avec leur comportement à l'usine de traitement de minerai et dans les parcs à résidus. En effet, les propriétés géologiques des roches (fracturation, minéralogie, granulométrie, géochimie, etc.) vont déterminer les capacités de concassage et de broyage, l'efficacité de la récupération, la qualité des concentrés, mais aussi le potentiel de valorisation des résidus miniers. L'objectif final de la géométrurgie étant de créer des bases de données regroupant l'ensemble des informations liées aux opérations minières autant au niveau du minerai que des roches encaissantes. Ces bases de données sont alimentées tout au long du cycle minier depuis l'étape d'exploration à la restauration minière. Les données minéralogiques sont une information essentielle de ces bases de données.

Intégrer une analyse des données minéralogiques dès l'exploration précoce est fondamental pour i) identifier les valorisations possibles du minerai et des futurs résidus miniers, et ii) déterminer le plus tôt possible les éventuels problèmes opérationnels qui devront être adressés lors des études techniques. De plus, l'introduction de la géométrurgie dès l'exploration précoce permettrait d'ajouter une couche d'informations supplémentaires afin de prioriser les travaux sur les indices les plus prometteurs autant en termes de teneur qu'en termes de qualité.

À travers une revue détaillée de la littérature, la première année du projet 2021-04 a permis d'établir un catalogue des problématiques géométrurgiques communes aux gisements aurifères ainsi qu'un catalogue pour les gisements Ni-Cu-Co-EGP magmatique. Pour chacun de ces types de gisement, une liste a été établie pour 1) les minéraux susceptibles de contenir la substance recherchée et les sous-produits possibles ; 2) les minéraux susceptibles de contenir des éléments problématiques (délétères) et 3) les facteurs minéralogiques influençant la performance lors du traitement de minerai. Un guide méthodologique, identifiant l'ensemble des éléments à évaluer selon la substance et le type d'indice, a ensuite été élaboré (Figure 1). Enfin, un guide des outils analytiques pouvant être utilisés pour acquérir les données nécessaires à l'évaluation a été réalisé. Ces guides aideront à la mise en place de protocoles d'acquisition de données chimiques et minéralogiques à l'étape précoce de l'exploration en fonction du type d'indice.

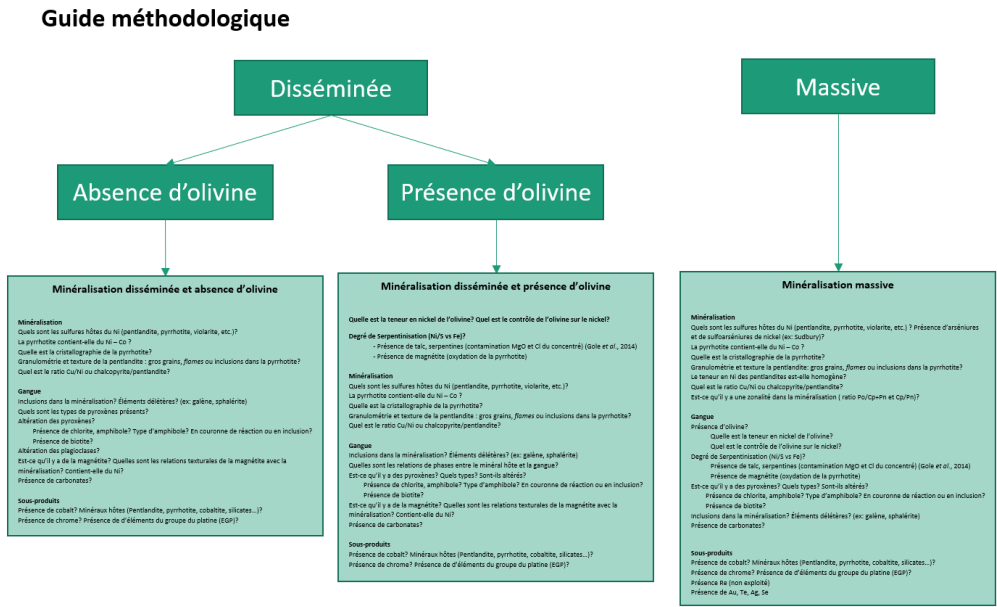


Figure 1 : Extrait du guide méthodologique pour les indices de Ni-Cu-Co-EGP magmatique

Le guide méthodologique établi pour les gisements Ni-Cu-Co-EGP magmatiques a été mis en application sur six indices de la région Saguenay Lac-Saint-Jean. Une compilation des informations existantes pour chacun des indices a été réalisée à partir de rapports disponibles sur le SIGEOM et d'une thèse universitaire. Pour deux de ces indices, des données minéralogiques ont également été acquises de manière automatisée sur des lames minces et sur des sections polies avec les outils ARTSection et ARTMin (développé par IOS services géoscientifiques). Une méthode de valorisation des données générées a ensuite été établie, notamment pour l'évaluation de la granulométrie des différentes phases minérales et des inclusions.

Une base de données de chimies minérales de pentlandite, pyrrhotite, chalcopyrite provenant de plusieurs gisements Ni-Cu-Co-EGP de classe mondiale a été montée à partir de données de la littérature afin de les comparer aux indices étudiés du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Les résultats ont notamment montré la forte teneur en cobalt des pentlandites de certains indices du Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ) (Figure 2).



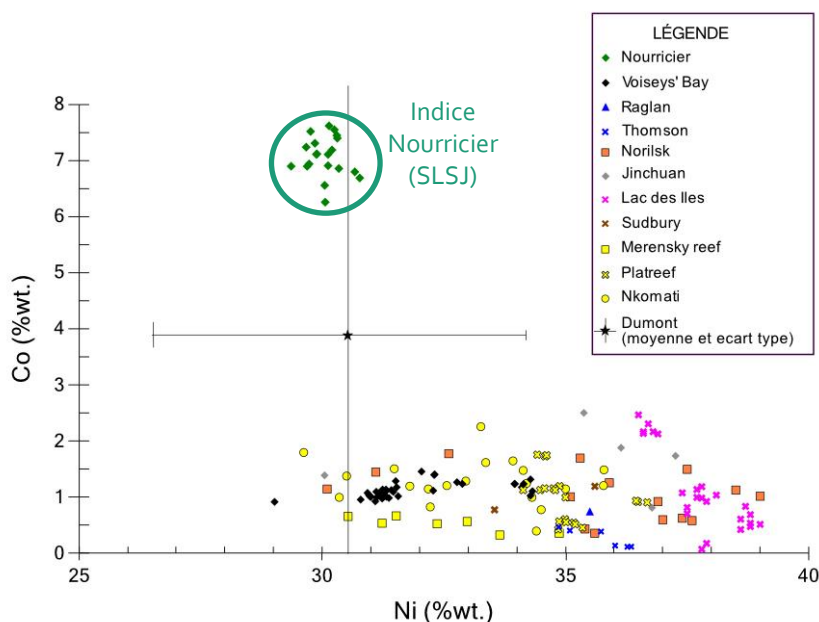


Figure 2 : Teneur en Ni vs Co dans les pentlandites.

Sources des données : Cabri *et al.*, 1984 ; Chen *et al.*, 2015 ; Chopard, 2017 ; Darlington Manyeruke, 2007 ; Dare *et al.*, 2010 ; Dare *et al.*, 2014 ; Duran, 2015 ; Huss, 2002 ; Godel, 2007 ; Jiao *et al.*, 2017 ; Kelvin, 2015 ; Liwanag, 2001 ; Mansur, 2020 ; Royal Nickel Corporation, 2019 ; Soquem et Mines d'or Virginia, 2000 et 2001 ; Van Zyl, 1996 ; Wang *et al.*, 2021

FICHE SOMMAIRE PROJET 2021-04

Objectifs

- ◆ Établir un catalogue des problématiques géométallurgiques communes pour différents types de minéralisation (Au, Ni-Cu-Co-EGP, Cu-Zn±Pb SMV, Fe-Ti-V, Nb-Te-ETR).
- ◆ Rédiger un guide aidant à la mise en place de protocoles d'acquisition de données chimiques et minéralogiques à l'étape précoce de l'exploration en fonction du type d'indices.

Résultats

- ◆ Catalogues des problématiques opérationnelles liées à la minéralogie pour deux types de minéralisation : Au et Ni-Cu-Co-EGP magmatique.
- ◆ Guides méthodologiques comprenant une description 1) des minéraux susceptibles de contenir la substance recherchée et les sous-produits possibles ; 2) des minéraux susceptibles de contenir des éléments problématiques (délétères) ; 3) des facteurs minéralogiques qui influencent la performance au traitement de minerai 4) un guide des outils analytiques pouvant être utilisés pour acquérir les données à l'étape précoce d'exploration.
- ◆ Compilation de données de chimies minérales de pentlandite, pyrrhotite, chalcopryrite provenant de neuf gisements Ni-Cu-Co-EGP à travers le monde et cinq indices du Saguenay-Lac-Saint-Jean.
- ◆ Évaluation d'un outil d'analyse minéralogique automatisée sur lames minces et sur sections polies.

Innovations

- ◆ Méthode de valorisation des données générées par l'analyse minéralogique automatisée sur lames minces et sur sections polies.

Produits livrés

- ◆ Trois présentations PowerPoint
- ◆ Base de données Access de chimies minérales de pentlandite, pyrrhotite et chalcopryrite
- ◆ Guide méthodologique : Au et Ni-Cu-Co-EGP magmatique
- ◆ Revue de littérature
- ◆ Rapport



Projet 2021-05 : Minéralisations de type skarn à Cu-Au en contexte volcanique archéen



Morgane Gigoux, Ph.D.- CONSOREM

Collaborateur : Mélanie Lambert, ing. M.Sc.A., CONSOREM

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la convention CONSOREM-MERN pour le développement d'outils géotechnologiques pour l'exploration des métaux précieux, usuels et des minéraux critiques et stratégiques au Québec. Les minéralisations de type skarn sont essentiellement associées à des gisements de métaux usuels comme le fer, le cuivre, le tungstène et l'étain. Dans le cadre de ce travail, les skarns à Cu-Au ont été ciblés en contexte volcanique archéen. Une première partie du projet a permis de documenter les différences et les similitudes entre les skarns Cu-Au archéens en Abitibi et les skarns classiques, d'âges plus récents, observés ailleurs dans le monde à partir de la littérature. Un travail pédagogique a été apporté dans le cadre de ce volet afin de démystifier certains aspects autour des skarns. Cela a contribué à mettre en évidence les critères discriminants essentiels pour la mise en place de ces minéralisations et de les adapter au contexte archéen. L'analyse des données en lien avec quelques-uns de ces critères a permis d'observer notamment que les skarns Cu-Au archéens connus en Abitibi (secteur East-Sullivan et Akasaba) sont associés à des intrusions appartenant aux suites sanukitoïdes (SNK), dans des encaissements volcaniques mafiques à intermédiaires riches en CaO, CO₂ et K₂O, aux faciès schistes verts riches en épidote.

Les résultats ont notamment démontré que les basaltes les moins altérés de la Formation de Héva ont des teneurs médianes et moyennes en CaO (%) plus élevées que les teneurs des basaltes les moins altérés en Abitibi (9,6 % contre 8 % respectivement en moyenne). Les valeurs de CO₂ normatif (norme bas grade SV350) révèlent également que le secteur de Akasaba est ponctuellement riche en CO₂. La carbonatation de l'encaissant, quel que soit son âge, est très certainement favorable pour la mise en place de ces minéralisations au cours de l'Archéen.

L'objectif final du projet a consisté à synthétiser l'ensemble des informations compilées pour venir cibler des zones favorables pour la mise en place de skarns en Abitibi. Leur minéralogie est très variable et complexe à authentifier sur les terrains archéens. C'est la raison pour laquelle plusieurs critères ont été sélectionnés et additionnés afin d'optimiser l'exploration pour ce type de cible. Au total, six critères ont été choisis. Parmi eux, deux critères jugés prioritaires ont été particulièrement travaillés : 1) la nature des intrusions et 2) les encaissements favorables. À partir de six principaux critères et de 28 couches évidentielles, plusieurs cartes de favorabilité ont été réalisées en fonction de la nature de l'encaissant (basaltique ou andésitique), et de la subjectivité du géologue.



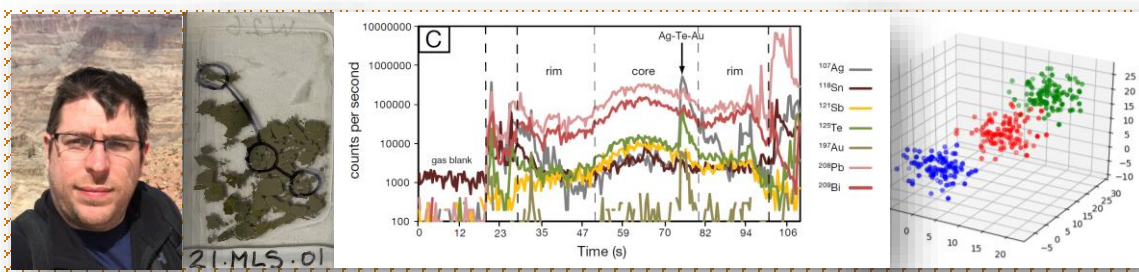
En considérant le biais dans la densité des données ponctuelles et continues utilisées, il en ressort une centaine de cibles à travers l'Abitibi dont des secteurs d'intérêt en bordure d'intrusions sous explorées (Ex : Enjarlan, Orvilliers, Guyenne, Mogador, Saint-Éloi).

FICHE SOMMAIRE PROJET 2021-05

Objectifs	<ul style="list-style-type: none">◆ Documenter les caractéristiques et vecteurs d'exploration pour les skarns à Cu-Au◆ Documenter les skarns à l'Archéen◆ Cibler des contextes favorables en Abitibi
Résultats	<ul style="list-style-type: none">◆ Skarns archéens de type « epidote-rich-type » en Abitibi qui sont des analogues à ceux décrits en BD par Ray (2013).◆ Association avec les suites sanukitoides, des encaissants volcaniques mafiques à intermédiaires, des altérations calco-silicatées et potassiques, zonations rétrogrades à epidote et amphibole, peu de pyroxène, faciès schistes verts. Minéralisations post 2684 Ma.◆ Deux cartes de favorabilité en fonction de l'encaissant volcanique (andésitique ou basaltique) et de la subjectivité du géologue. Une centaine de cibles pour un potentiel skarn et porphyre Cu-Au avec ré-évaluation métallogénique de certaines bordures d'intrusions sous explorées.
Innovations	<ul style="list-style-type: none">◆ Reconnaissance des critères clés associés aux skarns archéens à Cu-Au
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none">◆ Cartes de favorabilité◆ Fichier .gdb avec cibles et statistiques détaillées◆ Rapport et présentations



Projet 2021-06 : Utilisation de la chimie des pyrites en contexte d'exploration aurifère : Optimisation du protocole analytique et applications – Phase I



Dominique Genna, géo, Ph.D. – CONSOREM

Collaborateurs : Sylvain Trépanier, géo, M. Sc.A., chercheur associé CONSOREM, Damien Gaboury, géo. Ph.D., Professeur associé CONSOREM, Jean Goutier, géo., M. Sc.A., chercheur associé CONSOREM, Hugo Dubé-Loubert, géo., MERN.

La pyrite est un minéral omniprésent de la paragenèse des minéralisations aurifères. Sa signature métallique est influencée par plusieurs paramètres incluant principalement la source des fluides (eau de mer vs métamorphique vs magmatique) et les conditions de précipitations (température, fugacité d'oxygène, pH, etc.). Ce projet de recherche collaboratif CONSOREM-MISA vise la mise en œuvre, sur 2 années, d'un nouvel outil pour l'exploration aurifère à partir de la signature chimique de la pyrite. Il fait suite à un projet de démonstration de l'efficacité du concept (projet 2019-02). En utilisant les éléments traces contenus dans la pyrite, trois objectifs sont visés : 1) déterminer la fertilité (le potentiel aurifère), 2) discriminer le style de minéralisation et 3) vectoriser vers les zones les plus riches (cœur du système aurifère). L'approche méthodologique implique la quantification précise, au LA-ICP-MS (LabMaTer UQAC), du cortège métallique présent dans les pyrites provenant d'environnements stériles (sédimentaire et métamorphique) et des pyrites représentatives de la diversité des types de minéralisations aurifères du Québec.

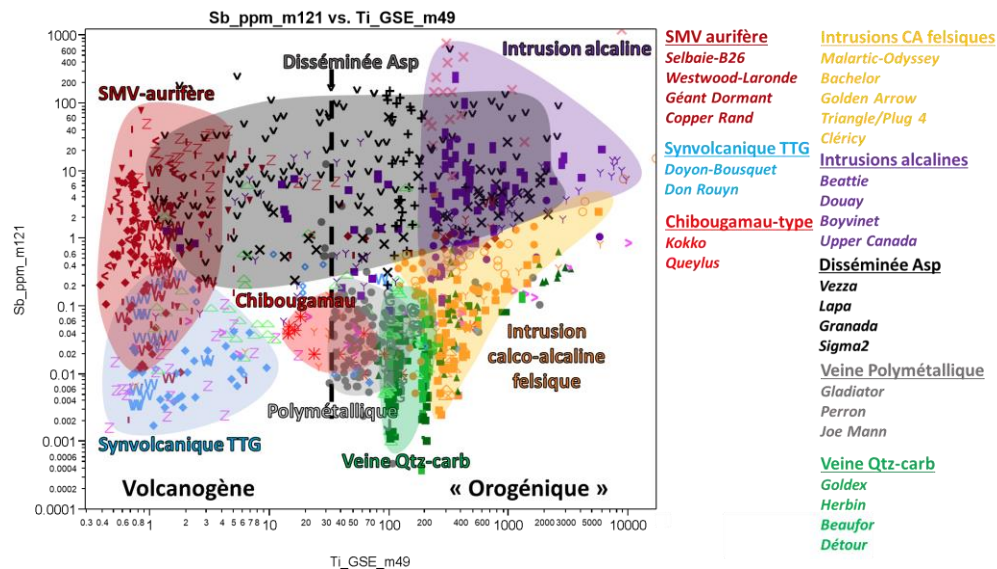
Cette première phase du projet a permis, en premier lieu, d'optimiser le protocole d'acquisition des données. Cela a permis d'augmenter significativement la quantité de données générées sur une base journalière et d'améliorer le traitement, le suivi de l'AQ/AC et le stockage des données dans une banque de données Access. Cette banque regroupe plus de 3500 analyses de pyrites provenant de 128 gites et gisements du Québec (Abitibi et Eyou Itsee Baie-James). L'intégration de ces données, dans des diagrammes de discrimination novateurs, permet d'atteindre notre objectif de discrimination du style de minéralisation. Une classification en 11 classes de gisements aurifères est proposée pour la sous-province de l'Abitibi. Une approche statistique avancée, par l'utilisation de l'intelligence artificielle (Random Forest et K-Means), confirme le potentiel de classification par l'utilisation des pyrites.

Le potentiel de vectorisation a été testé sur le gîte de Monique, Val-d'Or Est (Probe Metals). Les résultats, le long d'un transect de 2km, perpendiculaire au corridor minéralisé, ont permis de détecter un patron cohérent de variation chimique. Le S et le Se augmente à proximité de la minéralisation orogénique (halo d'enrichissement d'environ 500m autour de la zone minéralisée pour le S), alors que la plupart des autres éléments diminuent (Ti, V, As, Te, etc.).



Ces résultats préliminaires sont encourageants et démontrent le potentiel d'utilisation. L'approche sera approfondie dans la phase II du projet avec la comparaison avec d'autres gîtes de l'Abitibi. Le volet sur la fertilité sera aussi investigué dans la phase II du projet avec l'acquisition de données provenant de roches stériles (pyrites métamorphiques et sédimentaires).

Les livrables de cette première phase incluent un protocole analytique robuste, une banque de données, ainsi que de nouveaux diagrammes de discrimination.



FICHE SOMMAIRE PROJET 2021-06

Objectifs

- ♦ Rendre accessible l'utilisation de la chimie des sulfures en contexte de campagne d'exploration aurifère au travers de 3 sous-objectifs
- ♦ 1) Discriminer le style de minéralisation aurifère
- ♦ 2) Positionner l'échantillon dans un système minéralisateur (vectoriser)
- ♦ 3) Déterminer la fertilité aurifère d'un secteur

Résultats

- ♦ Optimisation du protocole analytique, facilitant l'acquisition et le traitement des données
- ♦ Développement d'une interface logicielle permettant le traitement avancé et le stockage des données dans une BD Access.
- ♦ Discrimination robuste du type de minéralisation basé sur une approche géologique, mais couplé à une approche utilisant l'intelligence artificielle (Random Forest et K-Means)
- ♦ Démonstration du potentiel d'utilisation de la pyrite pour vectoriser, avec le cas d'étude du gîte Monique (Val-d'Or Est)

Innovations

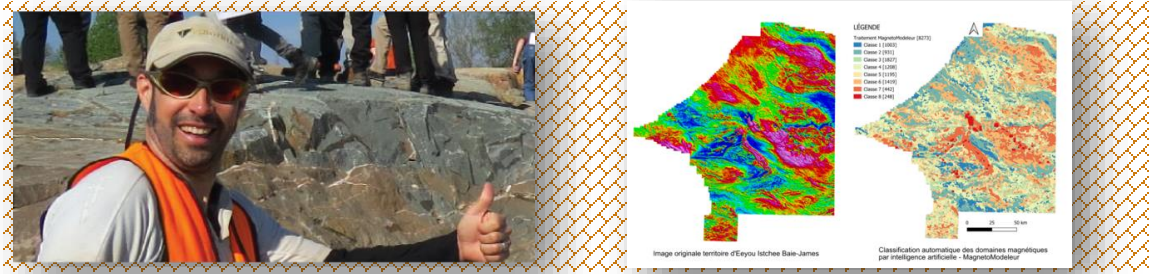
- ♦ Développement d'une méthodologie d'acquisition des données in situ efficace et applicable dans des contextes d'exploration minérale.
- ♦ Développement de diagrammes de discrimination permettant de comparer les signatures chimiques des pyrites
- ♦ Utilisation de l'intelligence artificielle pour la classification des gîtes aurifères

Produits livrés

- ♦ 1 rapport, 3 présentations
- ♦ Logiciel d'importation des données LA-ICP-MS
- ♦ Banque de données Access



Projet 2021-07 : Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel CONSOREM « MagnetoModeleur 4.0 » - PHASE V



Jérôme Lavoie, ing., M. Sc.A., CONSOREM

Collaborateurs : Michel Allard, ing., M.Sc.A., chercheur associé CONSOREM, Mikaël Simard, ing., Ph.D. Sc., chercheur associé CONSOREM et Jean-Luc Cyr, ing., M.Sc.A., chercheur associé CONSOREM

Le projet 2021-07 (Phase V), en collaboration avec le réseau d'expertise en innovation minière MISA, a permis de clore le développement du logiciel prototypage « MagnetoModeleur » (projets 2017-01, 2018-01, 2019-07 et 2020-07). Le logiciel CONSOREM MagnetoModeleur est un logiciel interactif et automatique unique, spécifiquement conçu pour le traitement et l'interprétation de levés magnétométriques, autant à l'échelle régionale que locale. Le traitement est effectué sur des cellules (ou fenêtres) chevauchantes ou fixes par : 1) le calcul de 11 paramètres fréquentiels spatiaux et fréquentiels spatiaux directionnels qui proviennent de développement unique au CONSOREM (Lavoie et Allard, 2017; Lavoie et al., 2019); 2) le calcul de 91 paramètres statistiques texturaux basé sur les travaux de Zwanenburg et al. (2016) et van Griethuysen et al. (2017); 3) la détection, l'extraction et la vectorisation des anomalies « linéaires » magnétométriques positives. Le logiciel permet, par des techniques de segmentation d'images, de réduction de variables (analyse en composante principale) et de classification des 102 paramètres calculés, la délimitation de domaines magnétométriques par 3 algorithmes différents. Le traitement classe alors les cellules statistiquement semblables en domaines magnétométriques.

Cette ultime phase a permis d'introduire dans le logiciel deux éléments qui changent de façon significative la façon dont le logiciel traite les levés magnétométriques : 1) une nouvelle méthode d'analyse par les cellules chevauchantes par rapport à l'espacement entre les lignes de vol; et 2) les calculs en parallèles sur plusieurs cœurs de l'ordinateur. La nouvelle méthode d'analyse par les cellules chevauchantes effectue le traitement sur une aire d'investigation plus grande que la cellule d'origine de l'extrapolation et qui chevauche les cellules voisines. Également, cette phase a permis l'implémentation d'un nouvel algorithme de classification, soit la k-moyenne spatiale (Alexandrov et Kobarg, 2011). Comme nouveauté, nous pouvons également mentionner que le logiciel peut actuellement exporter les 102 paramètres calculés dans un fichier multibande en format GeoTIFF et ce, en six (6) catégories différentes (paramètres fréquentiels, statistiques de premiers ordres et 4 catégories de paramètres texturaux). Ce fichier multibande peut être ouvert dans tous les logiciels SIG.

Finalement, le logiciel est en mesure d'enregistrer une séquence de traitement format *checkpoint* (.ckt) et en format texte (.txt), ce qui permet l'exportation d'un point de contrôle. Cette fonction sauvegarde une séquence de traitement par la mise en mémoire d'un levé d'intérêt, des paramètres d'analyse et du type d'analyse



effectué. L'utilisateur peut alors mettre en mémoire, avec la création d'un fichier *checkpoint* (.ckt), un chemin d'accès sur l'ordinateur pointant vers une image originale, les informations concernant les paramètres utilisés pour un traitement et la mise en mémoire de ce traitement en cours. Le fichier texte (.txt) offre un format lisible de la séquence de traitement sauvegardée. L'utilisateur peut donc reprendre une analyse en cours sans passer par toutes les étapes requises afin d'effectuer une première analyse.

Le logiciel CONSOREM MagnetoModeleur, version 4.0, permet le traitement interactif et automatique des levés magnétométriques par la classification et la délimitation de domaines magnétométriques. Tous les résultats générés des traitements effectués par le logiciel peuvent être exportés 1) en format matriciel géoréférencé (.GeoTIFF); 2) en format *Comma Separated Values* (.csv); ou 3) en format PDF haute résolution. Les résultats peuvent être visualisés dans la majorité des SIG ou dans la plupart des logiciels tableur (p. ex. Microsoft® Excel). Après cinq phases de développement, nous pouvons affirmer que le logiciel MagnetoModeleur représente très bien l'avenir de l'exploration minière. Il est un outil innovant d'aide à l'interprétation et qui comble plusieurs besoins en exploration minière, par exemple : 1) la compréhension de nouveaux territoires; 2) le gain de productivité pour les géologues et les entreprises; 3) et l'aide à la cartographie et à la recherche de nouveaux gisements.

FICHE SOMMAIRE PROJET 2021-07

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Développement d'un outil logiciel pour le traitement automatique des levés magnétométriques ; ♦ Optimisation de l'outil logiciel.
Résultats	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Implémentation d'un calcul par cellules chevauchantes ; ♦ Calculs en parallèles sur plusieurs cœurs de l'ordinateur ; ♦ Exportation des 102 paramètres calculés dans un fichier multibande format GeoTIFF ; ♦ Enregistrement d'une séquence de traitement de style Workspace ; ♦ Exportation des résultats en format PDF de haute résolution.
Innovations	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Logiciel avec calculs de paramètres uniques développés par CONSOREM ; ♦ Résolution du traitement décuplée par l'implémentation d'un calcul par cellules chevauchantes.
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Exécutable MagnetoModeleur, version 4.0 avec procédure d'installation ; ♦ Rapport 2021-07 ; ♦ 3 présentations ; ♦ Accompagnement disponible sur demande.

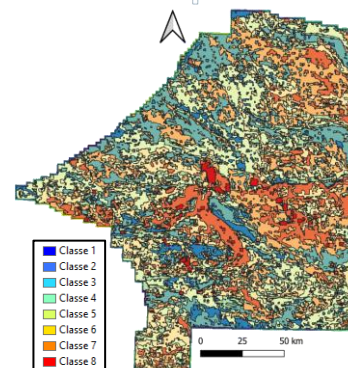


Figure 1 : Logiciel CONSOREM MagnetoModeleur, version 4.0 et exemple de traitement d'un levé magnétométrique, secteur Grande Rivière de la Baleine (DP 2016-04 ; Intissar et Benhamed, 2016 et DP 2021-09 ; Intissar et Benhamed, 2021).



RÉFÉRENCES

Alexandrov, T., & Kobarg, J. H. (2011). Efficient spatial segmentation of large imaging mass spectrometry datasets with spatially aware clustering. *Bioinformatics*, 27(13), i230-i238.

Intissar, R., Benhamed, S. (2016). Levé aéromagnétique dans le secteur ouest de la Grande Rivière de la Baleine, Baie-James. MERN, GEO DATA SOLUTIONS GDS INC; DP 2016-02, 7 pages, 2 plans.

Intissar, R., Benahmed, S., Khan, K., 2021. Levé aéromagnétique dans le secteur de la Grande Rivière de la Baleine, Province du Supérieur. MERN, GEO DATA SOLUTIONS GDS INC; DP 2021-09, 50 pages.

Lavoie, J., & Allard, M. (2017). Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution. Projet CONSOREM 2017-01.

Lavoie, J., Allard, M. et Simad, M. (2019). Traitement automatique des levés magnétométriques : le logiciel prototypage CONSOREM « MagnetoModeleur » – Phase III. Projet CONSOREM 2019-07.

van Griethuysen, J. J. M., Fedorov, A., Parmar, C., Hosny, A., Aucoin, N., Narayan, V., Beets-Tan, R. G. H., Fillon-Robin, J. C., Pieper, S., Aerts, H. J. W. L., 2017. Computational Radiomics System to Decode the Radiographic Phenotype. *Cancer Research*, 77(21), e104–e107. <https://cancerres.aacrjournals.org/content/77/21/e104>

Zwanenburg, A., Leger, S., Vallières, M., & Löck, S. .2016. Image biomarker standardization initiative. arXiv preprint arXiv:1612.07003.

<https://pyradiomics.readthedocs.io/en/latest/features.html>

Projet 2021-08 : Accompagnements CONSOREM

Les activités d'accompagnement sont des formations sur mesure pour favoriser le transfert des connaissances vers l'industrie et les discussions avec les géologues. Historiquement, chaque membre industriel pouvait choisir une formation sur mesure d'une durée d'une demi-journée. Avec l'obligation de tenir les activités en mode virtuel et le nombre croissant de membres, le CONSOREM propose maintenant ses activités d'accompagnement sous forme de rencontres virtuelles ouvertes à tous ses membres et non plus en accompagnement individuel comme auparavant. Cette année, 13 choix d'atelier ont été proposés par l'équipe de recherche. Les membres devaient choisir à l'aide d'un sondage en ligne leurs 3 ateliers préférés de façon à retenir les 7 les plus populaires. Silvain Rafini a proposé un atelier en bonus suite aux choix des 7 ateliers : Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale offert le **13 décembre 2021**. Au final les membres avaient donc accès à 8 ateliers de formation plutôt qu'un seul comme pour les années passées.

Le tableau suivant présente la liste des **8** rencontres d'accompagnement tenues par visioconférences ZOOM, le nombre d'entreprise ayant participé ainsi que du nombre de participants par atelier. Au total, **332** participants étaient présents aux accompagnements cette année. Par comparaison en 2020-2021, un total de 129 participants avaient suivi nos formations et cette année nous avons plus que doublé le nombre de participants. Cela est attribuable au fait que les membres pouvaient participer aux 8 ateliers si cela était souhaité. Ce format pour les accompagnements a été apprécié par les membres. Un autre avantage est que les ateliers ont été enregistrés et sont disponibles pour visionnement ou révision pour les membres.

Tableau 1 : Liste des rencontres d'accompagnement et participants

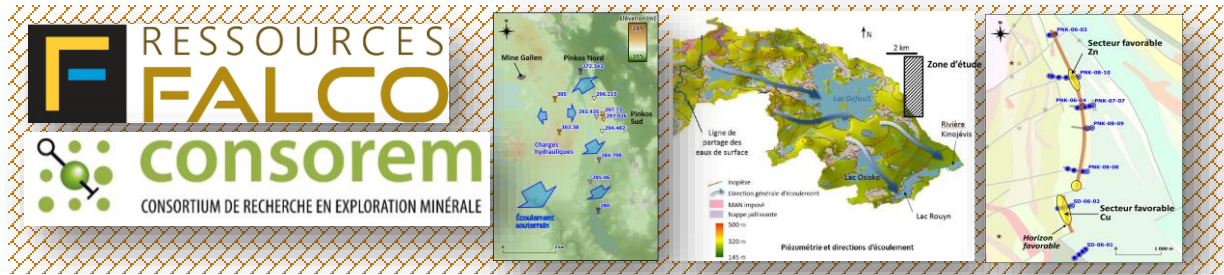
DATE / TITRE	FORMATEUR(S)	NB. D'ENTREPRISES AYANT PARTICIPÉ	NOMBRE PARTICIPANTS
4 novembre 2021 Atelier thématique sur le Ni-Cu	Jérôme Lavoie	11 + MERN	50
9 novembre 2021 Qualification et quantification de l'altération hydrothermale	Dominique Genna	14 + MERN	50
17 novembre 2021 Atelier sur le logiciel LithoModeleur (v. 4.2.1)	Sylvain Trépanier	13 + MERN	50
13 décembre 2021 Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale	Silvain Rafini	4 + MERN	16
20 décembre 2021 Atelier sur le plutonisme et minéralisation	Morgane Gigoux	13 + MERN	44
13 janvier 2022 Formation et exploration des gîtes aurifères orogéniques au Québec	Silvain Rafini	11 + MERN	62
26 janvier 2022 Atelier sur le logiciel d'évaluation de potentiel minéral (version 2.0.7)	Sylvain Trépanier	12 + MERN	35
3 février 2022 Atelier logiciel MagnetoModeleur v.3.1.1	Jérôme Lavoie	10 + MERN	25



FICHE SOMMAIRE PROJET 2021-08

Objectifs	<ul style="list-style-type: none">◆ Transfert des connaissances vers l'industrie en favorisant les discussions et échanges avec les géologues des entreprises membres ;◆ Formation continue reconnue pour les professionnels ;◆ Regrouper, revoir et présenter plusieurs projets des années antérieures dans des ateliers thématiques proposés par les chercheurs ;◆ Apprendre le fonctionnement des logiciels de prototypage développés par le CONSOREM.
Résultats	<ul style="list-style-type: none">◆ 8 rencontres par ZOOM ;◆ 16 entreprises d'exploration et un organisme gouvernemental rejoints ;◆ 3 présentations d'atelier logiciel ;◆ 4 ateliers thématiques ;◆ 1 atelier bonus sur l'hydrogéochimie◆ 332 participants au total
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none">◆ Formation continue ;◆ Présentations PowerPoint des projets aux membres ;◆ Enregistrement des ateliers ;◆ Données pour exercices avec logiciels.

6. Projet pilote : Levé hydrogéochimique pour l'exploration de Zn, Cu sur la propriété Pinkos/Cyprus/Marcillac, Canton de Dufresnoy, Abitibi, Québec



Silvain Rafini, Ph.D., géo.

Collaboratrices : Claude Pilote, géo., et Isabelle Robillard, géo., Ressources Falco

L'objectif de ce projet de levé hydrogéochimique est de valider auprès des membres la faisabilité de la méthodologie en contexte réel de façon à pouvoir évaluer son potentiel commercial. Il s'agit du dernier projet en contexte pré-compétitif de cette méthodologie développée par le CONSOREM de 2016 à 2021 dans le cadre de projets collaboratifs MISA-CONSOREM. Le projet Pinkos/Cyprus/Marcillac de ressource Falco qui possède un potentiel pour des minéralisations de sulfures massifs volcanogènes à Zn-Cu le long d'un horizon de 6 km a été choisi pour ce levé.

La méthodologie employée consiste à échantillonner l'eau souterraine à forte profondeur dans les forages de la maille kilométrique, dans le but de détecter l'empreinte dans l'aquifère de roc fracturé émanant de corps métallifères non-interceptés, situés entre les forages. La méthode a été validée par plusieurs études de cas sur des gîtes caractérisés en Abitibi, lors d'investigations menées par le CONSOREM entre 2016 et 2021 (Rafini, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022).

Les travaux préparatoires de la campagne d'échantillonnage ont débuté le 5 février 2022. La campagne d'échantillonnage a été réalisée entre le 7 et 17 mars 2022. L'interprétation des résultats et la rédaction du rapport ont été réalisées en avril et en juin 2022.

Les informations sur la chimie de l'aquifère profond le long de l'axe prospectif apportent un nouveau regard sur son potentiel métallogénique. Notamment :

- ♦ L'indice Pinkos Nord n'est associé à aucun halo significatif, ce qui indique qu'il s'agit d'une minéralisation ponctuelle mineure ;
- ♦ Le secteur sud montre un halo hydrogéochimique enrichi en plusieurs éléments chalcophiles incluant le Cu, centré sur le forage SD-06-02. Ceci suggère la présence d'un sulfure massif cuprifère dans ce secteur. L'empreinte mesurée dans le forage SD-06-02 est relativement distale, suggérant que le corps métallifère est à plus de 300 m de ce forage ;

- ♦ L'empreinte Zn dans le secteur de l'indice Pinkos Sud est identifiée, toutefois un halo zincifère plus important, de type très proximal, est détecté à 800 m au nord de cet indice, dans le forage PKN-08-10. Ceci indique la présence d'un corps zincifère non-intercepté, dans l'environnement proximal de ce forage (env. < 200 m) ;
- ♦ Le secteur sud ne présente que des enrichissements sporadiques mineurs en Zn indiquant l'absence de minéralisation significative ;
- ♦ L'absence d'enrichissement en Au, indique qu'il n'y a pas de corps aurifère significatif dans la zone d'étude.

Les investigations hydrogéochimiques réalisées sur la propriété Pinkos/Cyprus/Marcillac ont donc permis de valider la méthode visant à vectoriser l'exploration vers deux secteurs cibles en utilisant de la chimie des eaux souterraines. Ces travaux ont montré que la chimie de l'eau souterraine permet de détecter la présence de corps minéralisés là où aucun signal n'est détectable dans la roche, c'est-à-dire à plusieurs centaines de mètres du corps. De plus, le levé a permis de valider la faisabilité d'un tel levé en condition réelle lors d'une campagne hivernale en Abitibi.

7. Activités de transfert pour les membres du CONSOREM

Les activités de suivi et de transfert assurent une transmission optimale des outils CONSOREM vers les membres. Ces activités impliquent :

- ♦ des activités d'**accompagnement** qui permettent aux membres d'avoir une formation continue reconnue (voir **projet 2021-08**);
- ♦ la consultation des membres afin de définir la **programmation scientifique**;
- ♦ des réunions du **comité de gestion scientifique (CGS)** permettant de suivre l'évolution des projets et ultimement d'assister à la livraison annuelle des résultats.

L'exercice de la **programmation scientifique** vise à discuter des problématiques et des enjeux propres au domaine de l'exploration minérale auprès de nos membres industriels, dans le but de récolter de nouvelles idées de projet. Cette année, puisque les rencontres en présence n'étaient pas possibles, la manière de fonctionner a été adaptée. Le tableau 6 résume la démarche pour l'élaboration de la programmation scientifique de cette année.

La première étape s'est déroulée sous la forme d'un sondage qui a été acheminé aux représentants du CGS des **20** entreprises membres pour récolter les nouvelles idées de projets. Certains membres ont même contribué à la rédaction des fiches de projets. L'exercice a permis de générer **6** nouvelles propositions de projet et de reconduire **17** idées de projets non réalisés des années antérieures et **2** projets phase II MISA pour un total de **25** projets.

Par la suite, une première rencontre par visioconférence avec **23** participants (Tableau 7) a eu lieu pour discuter des nouvelles idées de projets le 21 février 2022, puis une seconde rencontre virtuelle le 22 février 2022 avec **26** participants (Tableau 8).

La liste courte des projets regroupés par bloc thématique a été présentée le **23 mars 2022** auprès de **19** participants (Tableau 9). Le vote de sélection finale a été effectué en ligne du **23 au 26 mars 2022**.

Tableau 6 : Étapes de la programmation scientifique 2022-2023

Étapes de la programmation scientifique 2022-2023
ÉTAPE 1. Sondage en ligne pour récolter les nouvelles idées de projet ainsi que les choix et commentaires à propos des projets des années antérieures non retenus (12 janvier 2022 au 9 février 2022);
ÉTAPE 2. Rédaction par les membres et les chercheurs du CONSOREM de fiches qui résument les nouveaux projets (objectif, proposition de méthodologie, résultats attendus, etc.). (10 février au 18 février 2022);
ÉTAPE 3. Réunion du comité de gestion scientifique le 21 et 22 février 2022 par visioconférence ZOOM pour discuter en équipe des propositions de projets (longue liste de 25 projets);
ÉTAPE 4. Sondage via la plate-forme Google Drive pour la présélection de 15-16 projets à partir de la longue liste modifiée (selon les commentaires des membres) (28 février au 16 mars 2022);
ÉTAPE 5. Présentation des 15-16 projets retenus à partir du vote de présélection (23 mars 2022) par visioconférence ZOOM au comité de gestion scientifique . Projets regroupés par blocs thématiques afin d'assurer l'équilibre de la programmation en termes des types de projets, des thématiques, des substances, des régions.
ÉTAPE 6. Vote pour la sélection finale des projets 2022 par le biais de la plateforme Google Forms (24 mars au 1er avril 2022).



Tableau 7 : Liste des participants à la réunion virtuelle du CGS du 21 février 2022

Équipe QUARTZ animée par Sylvain Trépanier, Morgane Gigoux et Benoit Lafrance	
Représentant CGS	Entreprise
Circé Malo Lalande	Canadian Royalties
Anthony Franco de Toni	SOQUEM
Pape Mactar Dieng	Eldorado Gold Québec
Édouard Côté-Lavoie	Minière Osisko
Simon Comtois-Urbain	Alamos Gold
Normand Champigny (Absent)	QPM
Stéphane de Souza	UQAM
Simon T. Hébert	SDBJ
Équipe FELDPATH animée par Silvain Rafini, Jérôme Lavoie et Jean Goutier	
Représentant CGS	Entreprise
Christopher Kelly	Wallbridge
Olivier Côté-Mantha	Agnico Eagle
Yannick Daoudène	MERN
Luc Théberge	Probe Metals
Sébastien Vigneau	Minière O3
Marc Legault	UQAT
Isabelle Cadieux	SIDEX
Équipe PLAGIOCLASE animée par Stéphanie Lavaure et Dominique Genna	
Représentant CGS	Entreprise
Yueshi Lei	Canadian Royalties
Claude Pilote	Ressources Falco
Stéphane Faure	Glencore
Libby Sharman	BHP
Jean-François Larivière	Exploration Midland
Sarah Dare	UQAC
Patrick Mercier-Langevin	CGC
Michel Jébrak	UQAM

Tableau 8 : Liste des participants à la réunion virtuelle du CGS du 22 février 2022

Équipe QUARTZ animée par Sylvain Trépanier, Morgane Gigoux et Benoit Lafrance	
Représentant CGS	Entreprise
Christopher Kelly	Wallbridge
Jean-François Ravenelle	Yamana Gold
Yannick Daoudène	MERN
Luc Théberge	Probe Metals
Sébastien Vigneau	Minière O3
Arnaud Fontaine	InnovExplo
Marc Legault	UQAT
Isabelle Cadieux	SIDEX
Équipe FELDPATH animée par Silvain Rafini, Jérôme Lavoie et Jean Goutier	
Représentant CGS	Entreprise
Circé Malo Lalande	Canadian Royalties
Anthony Franco de Toni	SOQUEM
Pape Mactar Dieng	Eldorado Gold Québec
Édouard Côté-Lavoie	Minière Osisko
Simon Comtois-Urbain	Alamos Gold
François Huot	Harfang Exploration
Olivier Côté-Mantha	Agnico Eagle
Stéphane de Souza	UQAM
Simon T. Hébert	SDBJ
Équipe PLAGIOCLASE animée par Stéphanie Lavaure et Dominique Genna	
Représentant CGS	Entreprise
Yueshi Lei	Canadian Royalties
Claude Pilote	Ressources Falco
Stéphane Faure	Glencore
Libby Sharman	BHP
Jean-François Larivière	Exploration Midland
Nadine Veillette	Abibiti Géophysique
Sarah Dare	UQAC
Patrick Mercier-Langevin	CGC
Michel Jébrak	UQAM

Tableau 9 : Liste des participants au CGS du 23 mars 2022

Prénom, nom	Entreprise
Anthony Franco de Tony	SOQUEM
Christopher Kelly	Wallbridge
François Huot	Harfang Exploration
Carlos Gustavo Durieux	InnovExplo
Luc Théberge	Probe Metals
Maxim Boisvert	Canadian Royalties
Jean-François Larrivière	Exploration Midland
Catherine Phaneuf	Abitibi Géophysique
Nancy Lafrance	Eldorado Gold Québec
Fabien Solgadi	MERN
Rose-Anne Bouchard	Minière Osisko
Sébastien Vigneault	Minière O3
Simon Comtois-Urbain	Alamos Gold
Libby Sharman	BHP
Pascal Lessard	Glencore
Michel Jébrak	UQAM
Marc Legault	UQAT
Isabelle Cadieux	SIDEX
Benoit Dubé	CGC
Équipe CONSOREM	
Jean Goutier	Chercheur associé
Michel Allard	Chercheur associé
Jérôme Lavoie	Chercheur
Dominique Genna	Chercheur
Morgane Gigoux	Chercheuse
Silvain Rafini	Chercheur
Sylvain Trépanier	Chercheur
Benoit Lafrance	Directeur
Brigitte Poirier	Adjointe à la direction et à la recherche

En plus des réunions pour la programmation scientifique, tel que décrit précédemment, le **comité de gestion scientifique (CGS)** du CONSOREM tient des réunions pour la faisabilité, le suivi et la livraison des projets de recherche (Tableau 10). Ces réunions sont habituellement au nombre de 3 chaque année. Par contre, étant donné l'obligation de tenir les réunions en visioconférences et par souci d'alléger le temps des réunions, certaines rencontres ont été séparées en plusieurs demi-journées augmentant le nombre de réunion à 7.

La faisabilité et l'avancement des projets de la nouvelle programmation scientifique du CONSOREM ont été présentés en trois séances par visioconférence (13, 14 et 15 septembre 2021; Tableau 10). La deuxième rencontre permet de présenter la mi-parcours des projets (6 et 7 décembre 2021; Tableau 10). La livraison des projets a été présentée en deux séances (27 et 28 avril 2022).



Tableau 10 : Réunions du comité de gestion scientifique (CGS) du CONSOREM et participants

DATE	DÉTAILS	MEMBRES PRÉSENTS	Nb. PARTICIPANTS
13 septembre 2021	Réunion du comité de gestion scientifique : faisabilité et avancement des projets 2021 Séance 1 – par visioconférence	Agnico Eagle (1); Alamos Gold (1); BHP (1); Exploration Midland (1); Glencore (1), Harfang Exploration (1); InnovExplo (1); Minière Osisko (1); Minière O3 (1); Probe Metals (1); SOQUEM (3); Ressources Falco (1); Wallbridge (1); Yamana Gold (1). Commission géologique du Canada (1); UQAC (1) UQAM (1); UQAT (1); MERN (2) et SIDEX (1). Équipe CONSOREM (10)	23
14 septembre 2021	Réunion du comité de gestion scientifique : faisabilité et avancement des projets 2021 Séance 2 – par visioconférence	Agnico Eagle (1); Alamos Gold (1); BHP (1); Exploration Midland (1); Glencore (1), Harfang Exploration (1), InnovExplo (1), Minière Osisko (1); Minière O3 (1); Probe Metals (1); SOQUEM (3), Ressources Falco (1); Wallbridge (1); Yamana Gold (1); Canadian Royalties (1). Commission géologique du Canada (1); UQAC (1); UQAM (1); UQAT (1); MERN (2), SIDEX (1) et Collaborateurs (3). Équipe CONSOREM (8)	27
15 septembre 2021	Réunion du comité de gestion scientifique : faisabilité et avancement des projets 2021 Séance 3 – par visioconférence	Agnico Eagle (1); Alamos Gold (1); BHP (1); Exploration Midland (1); Glencore (1); InnovExplo (1); Minière Osisko (1); Minière O3 (1); Probe Metals (1); Ressources Falco (1); Wallbridge (1); Yamana Gold (1); Canadian Royalties (1). Commission géologique du Canada (1); UQAC (1); UQAM (1); UQAT (1); MERN (2) et SIDEX (1). Équipe CONSOREM (7)	20
6 décembre 2021	Présentation de la mi-parcours des projets 2021 Séance 1 – par visioconférence	Agnico Eagle (1); Alamos Gold (1); BHP (1); Corporation métaux précieux du Québec (1); Exploration Midland (1); Glencore (1), Harfang Exploration (1); InnovExplo (1), Minière Osisko (1); Minière O3 (1); Niobay Metals (1); Probe Metals (1); Ressources Falco (1); SOQUEM (2); Yamana Gold (1); Wallbridge (1). UQAC (1); UQAM (2); UQAT (1); MERN (1); SIDEX (1); SDBJ (1) et collaborateurs (3) Équipe CONSOREM (10)	27

Tableau 10 : Réunions du comité de gestion scientifique (CGS) du CONSOREM et participants (suite)

DATE	DÉTAILS	MEMBRES PRÉSENTS	Nb. PARTICIPANTS
7 décembre 2021	Présentation de la mi-parcours des projets 2021 Séance 2 – par visioconférence	Agnico Eagle (1); Alamos Gold (1); BHP (1); Exploration Midland (1); Glencore (1), Harfang Exploration (1); Minière Osisko (1); Minière O3 (1); Probe Metals (1); Ressources Falco (1); SOQUEM (2); Yamana Gold (1); Wallbridge (1). UQAC (1); UQAM (2); UQAT (1); MERN (1); SIDEX (1); SDBJ (1) et Collaborateur (1). Équipe CONSOREM (9)	22
27 avril 2022	Réunion du comité de gestion scientifique : livraison des projets 2021 Séance 1 – par visioconférence	Abitibi Géophysique (1); Agnico Eagle (2); AlamosGold (1); BHP (1); Corporation Métaux Précieux du Québec (1); Canadian Royalties (2); Eldorado Gold Québec (1); Glencore (1); Harfang Exploration (1); Laurentia Exploration (1); Exploration Midland (1); Niobay Metals (1); Minière Osisko (1); Minière O3 (1); Probe Metals (1); Ressources Falco (2); SOQUEM (1); Yamana Gold (1); Wallbridge (1). UQAC (2); UQAM (2); UQAT (1); MERN (1); SIDEX (1) et Collaborateurs (3). Équipe CONSOREM (9)	32
28 avril 2022	Réunion du comité de gestion scientifique : livraison des projets 2021 Séance 2 – par visioconférence	Abitibi Géophysique (1); Agnico Eagle (1); AlamosGold (1); BHP (1); Corporation Métaux Précieux du Québec (1); Canadian Royalties (2); Eldorado Gold Québec (1); Glencore (1); Harfang Exploration (1); Laurentia Exploration (1); Exploration Midland (1); Niobay Metals (1); Minière Osisko (1); Minière O3 (1); Probe Metals (1); Ressources Falco (2); SOQUEM (1); Yamana Gold (1); Wallbridge (1). UQAC (2); UQAM (2); UQAT (1); MERN (1); SIDEX (1); Collaborateurs (1). Équipe CONSOREM (10)	28

8. Activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique

Les activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique permettent, entre autres, la diffusion des résultats des projets CONSOREM après la période de confidentialité réservée aux membres. Ces activités favorisent également la formation d'une relève hautement qualifiée en exploration minérale. Il s'agit de forums organisés par le CONSOREM et de la tenue de séances de formation, d'ateliers ou de conférences dans le cadre de congrès ou de colloques (Tableau 11). Cette année, ces activités ont eu lieu de manière virtuelle :

- ♦ **19^e Forum technologique CONSOREM** dans le cadre de **d'ExploAbitibi Virtuel 2021**;
- ♦ Session de conférences CONSOREM dans le cadre de **Québec Mines + Énergie Virtuel 2021**;
- ♦ Organisation d'une session de conférences dans le cadre de **Québec Mines + Énergie Virtuel 2021**;
- ♦ Conférence dans le cadre de **Québec Mines + Énergie Virtuel 2021**;
- ♦ **Forum CONSOREM-UQAM Virtuel 2021**;
- ♦ **PDAC, juin 2022**

Tableau 11 : Synthèse des activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique

DATE	ACTIVITE	PARTICIPANTS
26 mai 2021	19 ^e Forum technologique CONSOREM – Explo Abitibi Virtuel	189
27 mai 2021	19 ^e Forum technologique CONSOREM – Explo Abitibi Virtuel	148
22 novembre 2021	Québec Mines + Énergie Virtuel 2021 Session de conférences CONSOREM - Savoirs et méthodes en exploration minérale au Québec : nouveaux résultats des recherches du CONSOREM	48
25 novembre 2021	Québec Mines + Énergie Virtuel 2021 Session de conférences - Le cuivre au Québec : que savons-nous, que cherchons-nous ?	90
25 novembre 2021	Québec Mines + Énergie Virtuel 2021: Conférence de Dominique Genna dans la session portant sur l'intelligence artificielle au Québec : « Comparaison de la performance d'algorithmes d'apprentissage machine appliqués à la cartographie prédictive ».	103
15 février 2022	Forum CONSOREM-UQAM – Le Forum CONSOREM-UQAM Virtuel a eu lieu le 15 février 2022, sous le thème : « Le renouveau du camp minier de Chapais-Chibougamau et du secteur de Frotet-Troilus »	245 (361 inscriptions)
13 au 15 juin 2022	PDAC 2022 en présence à Toronto Kiosque du CONSOREM au sein du kiosque du MERN.	17 445 visiteurs au PDAC


19^e Forum technologique CONSOREM 2021

Le **19^e Forum technologique CONSOREM** s'est tenu en deux sessions de conférences les 26 et 27 mai 2021, dans le cadre d'Explo Abitibi - Virtuel de l'Association de l'exploration minière du Québec (AEMQ). Il s'agit d'une série de conférences sur les avancées technologiques pour l'exploration minérale. Au total **189** participants ont pris part à l'événement le 26 mai 2021 ainsi que 4 conférencières et conférenciers et **148** participants ont pris part à la session du 27 mai 2021, ainsi que 4 autres conférencières et conférenciers (Programme; figure 3).

19^e FORUM TECHNOLOGIQUE CONSOREM

26 mai et 27 mai 2021 à 9h

Visioconférence ZOOM



26 mai 2021

9h00 Mot de Bienvenue
Benoit Lafrance, géo., Ph.D. Directeur / CONSOREM - UQAC

9h10 Les minéralisations Ni-Cu-(ÉGP), Cr-(ÉGP) et Fe-Ti-V associées aux roches mafiques et ultramafiques: une perspective des métaux critiques dans la province du Supérieur
Michel Houlé, Ph.D., Scientifique de recherche / Commission géologique du Canada

9h40 Le gisement de classe mondiale de Windfall : état de l'évolution des connaissances
Edouard Côté-Lavoie, géo., M.Sc.A, Géologue d'exploration / Minière Osisko

10h10 Pause

10h25 La chimie des pyrites: un outil de discrimination pétrogénétique pour les minéralisations aurifères de l'Abitibi
Dominique Genna, géo., Ph.D., Scientifique de recherche-Professeur invité / CONSOREM-UQAC

10h55 L'empreinte naturelle des gîtes aurifères dans l'eau souterraine : études de cas et perspectives pour l'exploration
Silvain Rafini, géo., Ph.D., Professeur-Chercheur Sous Octroi / CONSOREM-UQAC

11h25 Mot de la fin
Silvain Rafini, géo., Ph.D., Professeur-Chercheur Sous Octroi / CONSOREM-UQAC

27 mai 2021

9h00 Mot de Bienvenue
Benoit Lafrance, géo., Ph.D., Directeur / CONSOREM-UQAC

9h05 Mise à jour sur les récents résultats d'exploration sur la propriété Malartic de Minière O3
Sébastien Vigneau, géo., M.Sc.A., Directeur exploration / Minière O3

9h35 Caractérisation géologique et structurale du projet Odyssey, camp minier de Malartic, Abitibi, QC : Age et contrôles structuraux de la minéralisation aurifère
Elliott Theas, Candidat à la maîtrise / UQAM


10h05 Pause

10h20 Metal Earth à Chibougamau : révisions de l'architecture et de l'évolution tectono-stratigraphique du Nord-Est de l'Abitibi
Pierre Bedeaux, géo., Ph.D. / UQAC

10h50 Synthèse métallogénique du segment nord-central de la sous-province d'Abitibi entre les camps miniers de Matagami et de Chibougamau
Morgane Gigoux, Ph.D., Scientifique de recherche / CONSOREM-UQAC

11h20 Mot de la fin
Silvain Rafini, géo., Ph.D., Professeur-Chercheur Sous Octroi / CONSOREM-UQAC

Inscription en ligne : <https://forms.gle/hKDVwQvy89F5phao7>
Date limite inscription : 25 mai 2021 à 12h00 AM
Pour information: bpoirier@uqac.ca



CONSOREM
Consortium de recherche en exploration minérale

Figure 3 : Programme du 19^e Forum Technologique CONSOREM 2021

Québec Mines + Énergie Virtuel 2021

Québec Mines +Énergie Virtuel 2021 a eu lieu du 22 au 25 novembre 2021. Le congrès a réduit ses activités pour offrir uniquement des sessions de conférences. Le CONSOREM a planifié deux sessions dans le cadre de cet événement. La première une session de conférence (22 novembre 2021) portait sur les résultats des projets CONSOREM de l'année précédente, soit « Savoirs et méthodes en exploration minérale au Québec : nouveaux résultats des recherches du CONSOREM » et la seconde (25 novembre 2021) portait sur « Le cuivre au Québec : que savons-nous, que cherchons-nous ? ». Le chercheur Dominique Genna a aussi participé, à titre de conférencier, à une session de conférences portant sur l'intelligence artificielle au Québec (25 novembre 2021).

Savoirs et méthodes en exploration minérale au Québec : nouveaux résultats des recherches du CONSOREM

Cet atelier, animé par le directeur du CONSOREM Benoit Lafrance, présentait en primeur les résultats des projets de recherche réalisés en 2020 par les chercheurs du CONSOREM (Tableau 12). Les résultats des sept projets couvraient un large spectre de thématiques reliées à l'exploration minérale, soit synthèse métallogénique, géochronologie, environnement secondaire, magnétométrie, cartographie des zones de résistivités, gîtes hydrothermaux et hydrogéochimie. Un recueil des présentations était également offert aux participants, document téléchargeable sur le site web QM+E. Le nombre de participants inscrit a été de **51** personnes et **48** personnes se sont connectées. Trente-trois (33) participants étaient des employés du MERN et **15** participants étaient externes.

Tableau 12 : Horaire de la session du 22 novembre 2021 « Savoirs et méthodes en exploration minérale au Québec : nouveaux résultats des recherches du CONSOREM ».

Heure	Titre de la conférence	Conférenciers(ères)
9h00	Mot de bienvenue	Benoit Lafrance, CONSOREM
9h05	Projet 2020-03 : Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James – Phase 1	Jérôme Lavoie, CONSOREM
9h30	Projet 2020-04 : Empreinte des gîtes hydrothermaux : Intégration de 20 années de développement d'outils au CONSOREM	Dominique Genna, CONSOREM
9h55	Projet 2020-05 : Couplage de la géochimie des tills et des sédiments de fond de lac pour l'exploration minérale dans l'environnement secondaire	Morgane Gigoux, CONSOREM
10h20	Projet 2020-01 : Comparaison de la performance d'algorithmes d'apprentissage machine appliqués à la cartographie prédictive	Dominique Genna, CONSOREM
10h50	Projet 2020-07 : Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM « MagnetoModeleur » version 3.0 – phase IV - MISA	Jérôme Lavoie, CONSOREM
11h15	Projet 2020-02 : Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM)	Morgane Gigoux, CONSOREM
11h40	Projet 2020-06 : Empreinte ultratrace des gîtes aurifères dans les eaux souterraines : hydrogéochimie pour l'exploration - Phase V	Silvain Rafini, CONSOREM



Session de conférences : Le cuivre au Québec : que savons-nous, que cherchons-nous ?

Cette session de conférences, organisées et animées par Michel Jébrak (UQAM) et Silvain Rafini (CONSOREM-UQAC) présentait une mise à jour des connaissances sur les principaux projets et région cuprifères du Québec, afin de mettre en perspective le potentiel du territoire et de valoriser les nouveautés quant aux processus métallogéniques, aux métallotectes majeurs et aux concepts d'exploration (Tableau 13). Le nombre de participants à cette session de conférences a été de **90**.

Tableau 13 : Horaire de la session du 25 novembre 2021 : « Le cuivre au Québec : que savons-nous, que cherchons-nous ? »

Heure	Titre de la conférence	Conférenciers(ères)
9h30	Introduction	Michel Jébrak, UQAM
9h40	Le cas des gisements archéens d'Au-Cu de type porphyrique lié à des intrusions : exemples du craton du Supérieur	Daniel J. Kontak, Université Laurentienne
10h10	Contrôles physico-dynamiques sur les minéralisations magmatiques de Ni-Cu : leçons apprises de Voisey's Bay et applications à l'exploration au Québec	Benoit-Michel Saumur, UQAM
10h30	Le cuivre dans la région de Chapais-Chibougamau, ceinture de roches vertes de l'Abitibi	Lucie Mathieu, CERM-UQAC
10h50	Le projet Wabash d'Exploration Kintavar : le potentiel argentifère des minéralisations de cuivre stratiforme de la Haute-Mauricie et des Laurentides	Alain Cayer, Exploration Kintavar et Ressources GéoMégA
11h10	Contexte géologique du gîte Cu-Au-Mo-Ag de Mythril, Baie-James	Sylvain Trépanier, Exploration Midland
11h30	Le potentiel cuprifère du projet Kwyjibo, Province de Grenville	Serge Perreault, SOQUEM


Session de conférences portant sur l'intelligence artificielle au Québec

Jeudi 25 novembre à 13h30

14 h 30

Comparaison de la performance d'algorithmes d'apprentissage machine appliqués à la cartographie prédictive

CONFÉRENCIER

 **Dominique Genna**
CONSOREM-UQAC
[LinkedIn](#)

Détails de la conférence +

Le chercheur Dominique Genna a participé, à titre de conférencier, à une session de conférences portant sur l'intelligence artificielle au Québec. Cette session était animée par Jean-Philippe Paiement de Mira Géosciences ainsi que par Benoit Charrette du MERN. Le chercheur du CONSOREM a présenté un projet qu'il a réalisé dans le cadre de ses activités de recherche au CONSOREM « Comparaison de la performance d'algorithmes d'apprentissage machine appliqués à la cartographie prédictive. Le nombre de participants à l'ensemble de la session a été de **103**.



Forum CONSOREM-UQAM 2021

Le **Forum CONSOREM-UQAM Virtuel** a eu lieu le 15 février 2022. Un total de **245** participants ont pris part à l'événement portant sur le thème : « Le renouveau du camp minier de Chapais-Chibougamau et du secteur de Frotet-Troilus ». La figure suivante présente les détails de la session de conférences.



15 février 2022 - 13h
Par Webinaire

LE RENOUVEAU DU CAMPS MINIER DE CHAPAIS-CHIBOUGAMAU ET DU SECTEUR DE FROTET-TROILUS

Résumé de session

Le camp minier de Chapais-Chibougamau est reconnu historiquement pour ses minéralisations à Cu-Au. Avec la demande grandissante pour le cuivre qui est associée à l'électrification des transports et l'intérêt habituel pour l'or, le secteur connaît depuis quelques années un nouvel élan d'activité d'exploration comme en témoigne la carte actuelle des titres miniers.

Ces efforts d'exploration peuvent bénéficier de l'acquisition de nouvelles connaissances géologiques et métallogéniques de la région, notamment par les travaux du MERN et du projet Metal Earth. Cette demi-journée de conférences vise à dresser un portrait des connaissances géoscientifiques et métallogéniques actuelles de la région en plus de présenter certains projets d'exploration significatifs.

PROGRAMME

13h00	Benoit Lafrance, directeur / CONSOREM Introduction
13h20	Jean Goutier, géologue / UQAT Les nouvelles datations U-Pb du secteur de Chapais-Chibougamau et l'impact sur la stratigraphie de la région
13h45	Yannick Daoudene, géologue cartographe / MERN La transition Abitibi-Opatika, Province du Supérieur, Québec, Canada : analyse structurale, thermochronologie 40Ar/39Ar et implications pour la tectonique archéenne
14h10	Maxime Dour, étudiant M.Sc. en géologie, génie géologique / UQAC Les minéralisations Cu-Au de type "Opémiska". Un exemple de minéralisation magmatique-hydrothermale ?
14h35	Pause
14h50	Youssef Ahmadou, géologue d'exploration / Doré Copper Mining Le gisement Cu-Au de Corner Bay, région de Chibougamau
15h15	David Stevenson, Chief Geophysicist / Kenorland Minerals Geochemistry & Geophysical Response of the Regnault High-Grade Gold System, Frotet-Evans Greenstone Belt
15h40	Stéphane de Souza, Professeur / UQAM Mot de la fin

Inscription en ligne
(cliquez ici)



Figure 4 : Affiche du Forum CONSOREM-UQAM, *Virtuel*



Congrès PDAC 2022

Le CONSOREM est invité par le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERN) à participer au congrès de l'Association canadienne des prospecteurs et entrepreneurs (PDAC) afin d'y présenter ses réalisations. Cette année, le PDAC a eu lieu en présence exceptionnellement du 13 au 15 juin 2022 plutôt qu'au mois de mars. Benoit Lafrance et Brigitte Poirier étaient présents dans l'espace CONSOREM situé au sein du kiosque du MERN (Figure 5) ayant ainsi l'opportunité de rencontrer des centaines de personnes et de participer à des activités réseautages. Cela a permis de discuter avec d'éventuels candidats comme chercheur au CONSOREM et aussi d'envisager des partenariats possibles ou encore d'amorcer des discussions pour recruter de futurs membres CONSOREM.



Figure 5 : Kiosque du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles et espace CONSOREM

Les membres de l'équipe du CONSOREM présents ont eu l'opportunité de participer à une activité de réseautage avec les membres de l'équipe du MERN et de connaître quelques intervenants d'Investissement Québec à l'international ainsi que des membres du Ministère des Relations internationales de la Francophonie. L'effervescence des relations entre le Gouvernement du Québec et plusieurs intervenants internationaux du secteur minier (Inde, États-Unis, Chine, Japon et Europe) était palpable lors de cette rencontre. La sous-ministre associée aux mines, Mme Nathalie Camden, était présente pour discussions d'affaires ainsi que le ministre de l'Énergie et des Ressources naturelles, Jonathan Julien.

Bourses et stages CONSOREM

Le CONSOREM a contribué à trois bourses de 500\$ pour l'Expo-sciences Hydro-Québec 2022 pour la région du Saguenay-Lac-St-Jean. Les Expo-sciences Hydro-Québec est un programme du Réseau Technoscience et de ses organismes régionaux. Le Réseau Technoscience vise à développer l'intérêt des jeunes pour la science au Québec. Il stimule et transmet la passion des sciences, de la technologie et de l'innovation chez les jeunes en encourageant la relève scientifique. Les exposantes et exposants du Saguenay-Lac-Saint-Jean ont bénéficiés de plus de 40 000\$ en bourses et participations grâce aux partenaires régionaux (notamment UQAC, Rio Tinto, l'Ordre des ingénieurs du Québec) et du CONSOREM qui a contribué à la hauteur de 1 500\$ en bourses.

Dans le cadre de l'entente CONSOREM-SDBJ, deux stages d'une valeur de 5 000 \$ chacun ont été offert à deux étudiants inscrit à la maîtrise à l'UQAC. Les stagiaires, Rémi Naulot et Gauthier D'Harlingue, ont contribué à synthétiser l'information et à l'inclure dans la base de données du projet 2021-03 « Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James » du chercheur Jérôme Lavoie.

9. Autres activités de diffusion

Le CONSOREM diffuse également ses résultats et ses activités par l'entremise de son site web, des réseaux sociaux et par la publication d'article large publique.

Site web du CONSOREM

Le site web du CONSOREM a été bonifié en 2021 avec l'ajout de sa nouvelle image de marque, l'amélioration du moteur de recherche de sa bibliothèque virtuelle qui facilite l'accès aux nombreux documents réalisés par le CONSOREM depuis 2000 (Figure 6).



Figure 6 : Extrait de la page d'accueil du CONSOREM

Page LinkedIn du CONSOREM

Les nouvelles du CONSOREM sont partagées en temps réel sur sa page LinkedIn. Ce moyen est également interactif et permet à nos membres et non membre de réagir à nos publications et de les partager. Ces publications concernent les nouveaux partenaires et collaborateurs, les nouveaux membres, les événements et les congrès. Cette année une dizaine de publications ont été faites. La figure 7 en présente quelques exemples.

The figure displays four examples of LinkedIn posts from CONSOREM:

- Top-left post:** Announced on 24/05/2022, it details the 20th AEMQ forum. A specific session on 'MINÉRAUX CRITIQUES ET STRATÉGIQUES' is highlighted, listing topics like lithium exploration and graphite challenges, along with speakers and their affiliations.
- Top-right post:** Announced on 09/02/2022, it promotes the CONSOREM-UQAM forum on February 15th, 2022, held via webinar. It includes a registration link and a list of speakers and topics.
- Bottom-left post:** Announced on 5 mois + Modified, it features a technical map titled 'Projet 2016-05 - Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minière - Phase I'. The map shows various mineral halos (Zn-Fe, Zn-Fe-Sn, Zn-Fe-Sb-Be) and a contact footprint, with a legend and scale provided.
- Bottom-right post:** Announced on 6 mois +, it is a welcome message for two new members: NioBay Metals and Société de développement de la Baie-James.

Figure 7 : Exemples de publications des activités du CONSOREM sur LinkedIn



Publication du cahier spécial sur les mines d'Informe Affaires Saguenay-Lac-Saint-Jean de mars 2022

L'équipe du CONSOREM a collaboré avec le Centre d'études sur les Ressources Minérales (CERM) a une série d'entrevues concernant le potentiel minéral au Saguenay-Lac-Saint-Jean. Brigitte Poirier a parlé notamment du mandat de la TRCM et du potentiel minéral régional révélé par la géomatique, soit la carte routière minérale. Benoît Lafrance a traité de la possibilité d'une filière batterie au SLSJ ainsi que du potentiel en minéraux critiques et stratégiques. Stéphanie Lavaure a parlé de l'importance de la géométtallurgie pour l'exploration précoce et connaître la qualité des indices en région (Figure 8).

Page 20 | MARS 2022
INFORME AFFAIRES, LE MENSUEL ÉCONOMIQUE D'ICI
MARS 2022 | Page 19

Nos mines, à exploiter

Le potentiel minéral de la région révélé grâce à la géomatique

SAGUENAY – La Table régionale de concertation minière (TRCM) vient de conclure son premier mandat (2018-2021). L'une de ses missions était de visionner le potentiel minéral de la région, cela a permis à l'équipe du TRCM de rassembler les données sur les mines minérales dans un puissant outil de géomatique.

« C'est de la géomatique, c'est un système très puissant parce qu'il est capable de rassembler dans la même interface l'ensemble des informations requises en ce qui concerne les ressources, leur potentiel et leur emplacement. Ce n'est pas une tâche de routine, nous sommes en fait de ce qui est le plus complexe de ce mandat du TRCM. Tous les ans, on a des chercheurs et spécialistes, comme Brigitte Poirier de l'USC, de l'Université du Québec à Chaudière (UQCh), ont développé un outil spécifique aux ressources minérales du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Pour de faire, la recherche et son équipe ont fait deux choses, gestion et files. L'un rassemble les données, l'autre les analyse et les fait entrer dans une base de données. »

« Nous voulons que tout soit à la portée de celui ou celle qui utilise cette interface. L'approche générale de conseil de la composition en données et donc au bout de quoi la position géographique, la composition des données, les données de géomatique. De plus, en activant un second filer, l'utilisateur est en mesure de voir les aires nodales, énergétiques et hydrologiques accessibles au site. La base de données rassemble un maximum d'informations pour inclure les initiatives de développement sur les territoires, présente le cheminement qui ajoute que des données sur les mines minérales et les aires protégées sont aussi disponibles. Cela permet de mieux orienter sur les minéraux critiques et stratégiques (MCS) et sur le développement responsable. »

Favoriser les retombées régionales

La transition énergétique et technologique qui nous attend implique de nouveaux usages à effet de serre (GES) positifs et négatifs, soit l'hydrogène, le lithium, le zinc, le cobalt, le nickel, le cuivre, le graphite, le manganèse et le lithium. Des éléments qui sont dans la région, présents en grande quantité dans notre région. Au Québec, nous sommes les premiers à développer les minéraux, à développer les minéraux.

Nos mines, à exploiter

Une filière batterie au Saguenay-Lac-Saint-Jean ?

SAGUENAY – La création d'une filière batterie pourrait se révéler intéressante pour le développement économique du Saguenay-Lac-Saint-Jean, selon Benoît Lafrance, directeur de la Table régionale de concertation minière (TRCM).

« L'objectif est de créer une filière industrielle, notamment en raison de l'essor des technologies et l'électrification des transports. Le gouvernement du Québec a d'ailleurs manifesté un intérêt pour le développement de cette filière en lançant le Stratégie industrielle de développement de la filière batterie, qui couvre toute la chaîne, de l'exploration minière au recyclage des produits. Des milliards d'investissements publics sont en jeu, ce qui est très intéressant. Le moment est donc particulièrement propice pour l'industrie et la communauté. »

« Deux entreprises ayant des propriétés minérales dans la région, Ariane Phosphate et Nobay Metals, s'intéressent à aller à ces technologies. Ariane Phosphate, qui vise le développement de son projet de Lac à l'Est, a annoncé l'an dernier des essais afin de valider le potentiel de son minerai de phosphate pour les batteries. Lithium-Phosphate (LFP). Cette avenue pourrait lui permettre de sécuriser de nouveaux contrats d'approvisionnement, depuis nécessaire à l'obtention du financement pour la construction de la mine. Le minerai des batteries LFP est en phase minière, il devrait prendre une grande part de marché dans les véhicules électriques, au moins dans les prochaines années », indique Raphaël Gauthier, chef des opérations d'Ariane Phosphate.

« Selon lui, les batteries LFP sont intéressantes, elles peuvent accepter plusieurs cycles de charge et d'autonomie. Elles peuvent être produites sur une durée de vie jusqu'à cinq fois supérieure à celle de la batterie conventionnelle au lithium-nickel-manganèse-cobalt. L'autre avantage, c'est que c'est plus facile à produire, voir pour ces minéraux dans des endroits où les pratiques de mine et de transformation respectent l'environnement et la communauté. »

« L'objectif est de créer une filière industrielle, notamment en raison de l'essor des technologies et l'électrification des transports. Le gouvernement du Québec a d'ailleurs manifesté un intérêt pour le développement de cette filière en lançant le Stratégie industrielle de développement de la filière batterie, qui couvre toute la chaîne, de l'exploration minière au recyclage des produits. Des milliards d'investissements publics sont en jeu, ce qui est très intéressant. Le moment est donc particulièrement propice pour l'industrie et la communauté. »

« Selon lui, les batteries LFP sont intéressantes, elles peuvent accepter plusieurs cycles de charge et d'autonomie. Elles peuvent être produites sur une durée de vie jusqu'à cinq fois supérieure à celle de la batterie conventionnelle au lithium-nickel-manganèse-cobalt. L'autre avantage, c'est que c'est plus facile à produire, voir pour ces minéraux dans des endroits où les pratiques de mine et de transformation respectent l'environnement et la communauté. »

Nos mines, à exploiter

Minéraux critiques et stratégiques

Le Saguenay pourrait tirer son épingle du jeu

SAQUENAY – Le gouvernement du Québec s'est fixé comme objectif de devenir chef de file mondial en matière de production, transformation et recyclage des minéraux critiques et stratégiques. Avec un tel objectif, le Saguenay-Lac-Saint-Jean pourrait bien être profit de cette conjonction.

Plus grande anorthosite

En raison du potentiel géologique régional, certains minéraux critiques et stratégiques pourraient être plus intéressants à cibler pour le Saguenay-Lac-Saint-Jean. Les chercheurs se penchent d'ailleurs sur le sujet. « Dans les grands gisements de lithium au Québec, il y a le lac Tio sur le Côte-Nord, qui est dans une zone non protégée. Il y a aussi le lac St-Jacques sur le Côte-Nord. Nous avons des données qui permettent de mieux connaître les ressources de la région. »

Nos mines, à exploiter

Géométtallurgie : un intérêt pour l'exploration précoce

(K.B.) SAQUENAY – La chercheuse Stéphanie Lavaure a travaillé avec la Table régionale de concertation minière (TRCM) et le CONSOREM se penche sur l'utilisation de la géométtallurgie dans les stades précoces de l'exploration minière. Cette façon de faire permettrait d'évaluer les indices en fonction de leurs qualités plutôt que de leur seule valeur en minéral particulier.

La géométtallurgie est, en fait, l'intégration d'informations géologiques, minérales, métallurgiques, économiques et environnementales pour optimiser le développement et la mise en production d'un gisement. Elle est étroitement liée à la géologie et à la métallurgie.

« L'objectif est de créer une filière industrielle, notamment en raison de l'essor des technologies et l'électrification des transports. Le gouvernement du Québec a d'ailleurs manifesté un intérêt pour le développement de cette filière en lançant le Stratégie industrielle de développement de la filière batterie, qui couvre toute la chaîne, de l'exploration minière au recyclage des produits. Des milliards d'investissements publics sont en jeu, ce qui est très intéressant. Le moment est donc particulièrement propice pour l'industrie et la communauté. »

« Selon lui, les batteries LFP sont intéressantes, elles peuvent accepter plusieurs cycles de charge et d'autonomie. Elles peuvent être produites sur une durée de vie jusqu'à cinq fois supérieure à celle de la batterie conventionnelle au lithium-nickel-manganèse-cobalt. L'autre avantage, c'est que c'est plus facile à produire, voir pour ces minéraux dans des endroits où les pratiques de mine et de transformation respectent l'environnement et la communauté. »

« L'objectif est de créer une filière industrielle, notamment en raison de l'essor des technologies et l'électrification des transports. Le gouvernement du Québec a d'ailleurs manifesté un intérêt pour le développement de cette filière en lançant le Stratégie industrielle de développement de la filière batterie, qui couvre toute la chaîne, de l'exploration minière au recyclage des produits. Des milliards d'investissements publics sont en jeu, ce qui est très intéressant. Le moment est donc particulièrement propice pour l'industrie et la communauté. »

« Selon lui, les batteries LFP sont intéressantes, elles peuvent accepter plusieurs cycles de charge et d'autonomie. Elles peuvent être produites sur une durée de vie jusqu'à cinq fois supérieure à celle de la batterie conventionnelle au lithium-nickel-manganèse-cobalt. L'autre avantage, c'est que c'est plus facile à produire, voir pour ces minéraux dans des endroits où les pratiques de mine et de transformation respectent l'environnement et la communauté. »

Figure 8 : Extrait d'articles du Cahier Mines d'Informe Affaires de mars 2022

10. Production scientifique et technique du CONSOREM

Chaque année, un ensemble de fichiers Excel, fichiers de données cartographiques, données brutes, rapport, bibliographie et autre production du CONSOREM sont rendus disponibles aux membres. Il y a également une partie de ces données comme les rapports de projets et certaines données cartographiques qui sont libérés de la confidentialité et rendus publics sur le site web de CONSOREM. Certaines webdiffusions sont également téléchargeables.

La production 2021-2022 du CONSOREM comprend :

- ♦ les livrables des projets 2021 remis aux membres (tableau 14);
- ♦ des rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics (tableau 15);
- ♦ des résumés de projets rendus publics (tableau 16);
- ♦ des articles scientifiques (tableau 17);
- ♦ des webdiffusions de conférences (tableau 18);

Tableau 14 : Ensemble des livrables pour les projets 2021

PROJET	PP	FICHIERS EXCEL/ACCESS	ARCGIS/MAP INFO	RAPPORT	AUTRES	BIBLIO	TOTAL
2021-01	3	--	--	1	1 arbre de décision 7 fiches des bonnes pratiques 1 Intégration d'outils à LithoModeleur pour le traitement des données d'environnement secondaire	--	13
2021-02	3	3 BD publique	--	1	1 Version Lithomodeleur 4.3.0 avec une base de données de référence (K et densité moyenne de minéraux et roches archéennes d'Abitibi) et 5 diagrammes intégrés	1	14

Tableau 14 : Ensemble des livrables pour les projets 2021 (suite)

PROJET	PP	FICHIERS EXCEL/ACCESS	ARCGIS/MAP INFO	RAPPORT	AUTRES	BIBLIO	TOTAL
2021-03	4	1 Fichier Excel datations Baie-James 1 Fichier Excel des Corps minéralisés 1 Fichier Excel Phases de déformation	1 Base de données spatiale en 4 formats 1 Outil shape file ArcGIS	1	1 Document description des corps minéralisés 2 Tableaux tonnage Total (Au-Cu-Ag-Mo) PDF 1 fichier de 12 cibles d'exploration	1	15
2021-04	3	1 BD Accès de la chimie des minéraux Ni-Cu-Co	--	1	1 Guide méthodologique sur l'Au 1 Guide méthodologique sur le Ni-Cu-Co	1	8
2021-05	3	--	1 fichier de 434 cibles d'exploration en format .gdb	1	2 cartes de favorabilité	1	8
2021-06	3	1 Banque de données Access	--	1	1 Logiciel d'importation des données LA-ICP-MS	--	6
2021-07	3	--	--	1	1 Logiciel MagnetoModeleur v.4.0 1 Procédure d'installation	1	7
TOTAL	22	8	3	7	26	5	71

Tableau 15 : Rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics.

PROJET	TITRE	AUTEUR	ÉTAT	PUBLICATION SITE WEB
2016-01	Sous-province d'Opatika: nouveau territoire pour l'exploration minérale	Jérôme Lavoie	Final	X
2016-03	Optimisation des mailles de forages pour les besoins du calcul des ressources	Lucie Mathieu	Final	X
2016-05	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - Phase I	Silvain Rafini	Final	X
2016-06	Revue des dykes de lamprophyres et usage pour l'exploration	Lucie Mathieu	Final	X

Tableau 16 : Résumés des projets rendus publics

PROJET	TITRE	AUTEUR	FRANÇAIS	ANGLAIS
2020-01	Comparaison de performance d'algorithmes d'IA appliqués à l'exploration minérale	Dominique Genna	X	À venir
2020-02	Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM)	Morgane Gigoux	X	À venir
2020-03	Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James	Jérôme Lavoie	X	À venir
2020-04	Empreinte des gîtes hydrothermaux : Intégration de 20 années de développement d'outils au CONSOREM	Dominique Genna	X	À venir
2020-05	Couplage des levés régionaux de sédiments de fond de lacs et de till : traitement géostatique, rehaussement d'anomalies, seuils indiciaires	Morgane Gigoux	X	À venir
2020-06	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV - MISA	Silvain Rafini	X	À venir
2020-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM « MagnetoModeleur » – phase IV - MISA	Jérôme Lavoie	X	À venir

Tableau 17 : Publication d'articles scientifiques

PUBLICATIONS	REVUE PAIRS
Méité, D., Rafini, S., Chesnaux, R., & Ferroud, A. (2022). Review of Petroleum and Hydrogeology Equations for Characterizing the Pressure Front Diffusion during Pumping Tests. <i>Geosciences</i> , 12(5), 201.	X
Azevedo C., Jébrak M., Genna D., Pinti DL. (2022). Gold related to Neoproterozoic alkaline magmatism in the Abitibi (Canada) evidenced by mineral paragenesis and microscale trace element mapping in pyrite. <i>Ore Geology Reviews</i> 145, 104878.	X

Tableau 18 : Webdiffusion de conférences et événements

TITRE	AUTEUR	WEBDIFFUSION
19^e Forum technologique CONSOREM : Session du 26 mai 2021		
9h00 Mot de Bienvenue	Benoit Lafrance, géo., Ph.D. Directeur / CONSOREM - UQAC	X
9h10 Les minéralisations Ni-Cu-(ÉGP), Cr-(ÉGP) et Fe-Ti-V associées aux roches mafiques et ultramafiques: une des métaux critiques dans la province du Supérieur	Michel Houlié, Ph.D., Scientifique de recherche / Commission géologique du Canada	X
9h40 Le gisement de classe mondiale de Windfall : état de l'évolution des connaissances	Édouard Côté-Lavoie, géo., M.Sc.A, Géologue d'exploration / Minière Osisko	X
10h25 La chimie des pyrites: un outil de discrimination pétrogénétique pour les minéralisations aurifères de l'Abitibi	Dominique Genna, géo., Ph.D., Scientifique de recherche-Professeur invité / CONSOREM-UQAC	X
10h55 L'empreinte naturelle des gîtes aurifères dans l'eau souterraine : études de cas et perspectives pour l'exploration	Silvain Rafini, géo., Ph.D., Professeur-Chercheur Sous Octroi / CONSOREM-UQAC	X
11h25 Mot de la fin	Silvain Rafini, géo., Ph.D., Professeur-Chercheur Sous Octroi / CONSOREM-UQAC	X
19^e Forum technologique CONSOREM : Session du 27 mai 2021		
9h00 Mot de Bienvenue	Benoit Lafrance, géo., Ph.D. Directeur / CONSOREM - UQAC	X
9h05 Mise à jour sur les récents résultats d'exploration sur la propriété Malartic de Minière O3	Sébastien Vigneau, géo., M.Sc.A., Directeur exploration / Minière O3	X
9h35 Caractérisation géologique et structurale du projet Odyssey, camp minier de Malartic, Abitibi, QC : Âge et contrôles structuraux de la minéralisation aurifère	Eliott Theas, Candidat à la maîtrise / UQAM	X
10h20 Metal Earth à Chibougamau : révisions de l'architecture et de l'évolution tectono-stratigraphique du Nord-Est de l'Abitibi	Pierre Bedeaux, géo., Ph.D. / UQAC	X
10h50 Synthèse métallogénique du segment nord-central de la sous-province d'Abitibi entre les camps miniers de Matagami et de Chibougamau	Morgane Gigoux, Ph.D., Scientifique de recherche / CONSOREM-UQAC	X
11h20 Mot de la fin	Silvain Rafini, géo., Ph.D., Professeur-Chercheur Sous Octroi / CONSOREM-UQAC	X

Tableau 18 : Webdiffusion de conférences et événements (suite)

Congrès Québec Mines + Énergie Virtuel 2021			DOCUM. TÉLÉCH. CONSOREM.CA
Savoirs et méthodes en exploration minérale au Québec : nouveaux résultats des recherches du CONSOREM – 22 juin 2022			
Heure	Titre	Conférencier(ère)	
9h00	Mot de bienvenue	Benoit Lafrance, CONSOREM	Oui
9h05	Projet 2020-03 - Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James – PHASE I	Jérôme Lavoie, CONSOREM	Oui
9h30	Projet 2020-04 - Empreinte des gîtes hydrothermaux : Intégration de 20 années de développement d'outils au CONSOREM	Dominique Genna, CONSOREM	Oui
9h55	Projet 2020-05 - Couplage de la géochimie des tills et des sédiments de fond de lac pour l'exploration minérale dans l'environnement secondaire	Morgane Gigoux, , CONSOREM	Oui
10h20	Projet 2020-01 - Comparaison de la performance d'algorithmes d'apprentissage machine appliqués à la cartographie prédictive	Dominique Genna, CONSOREM	Oui
10h50	Projet 2020-07 - Traitement automatique des levés magnétométriques : le logiciel prototypage CONSOREM « MagnetoModeleur » version 3.0. – PHASE IV	Jérôme Lavoie, CONSOREM	Oui
11h15	Projet 2020-02 - Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM)	Morgane Gigoux, CONSOREM	Oui
11h40	Projet 2020-06 - Empreinte ultratrace des gîtes aurifères dans les eaux souterraines : Hydrogéochimie pour Explo - Phase V	Silvain Rafini, CONSOREM	Oui
Session de conférences : Le cuivre au Québec : que savons-nous, que cherchons-nous ? – 25 juin 2022			
Heure	Titre	Conférencier(ère)	DOCUM. TÉLÉCH. CONSOREM.CA
9h30	Introduction	Michel Jébrak, UQAM	Non
9h40	Le cas des gisements archéens d'Au-Cu de type porphyrique lié à des intrusions : exemples du craton du Supérieur	Daniel J. Kontak, Université Laurentienne	Non
10h10	Contrôles physico-dynamiques sur les minéralisations magmatiques de Ni-Cu : leçons apprises de Voisey's Bay et applications à l'exploration au Québec	Benoit-Michel Saumur, UQAM	Non
10h30	Le cuivre dans la région de Chapais-Chibougamau, ceinture de roches vertes de l'Abitibi	Lucie Mathieu, CERM-UQAC	Non
10h50	Le projet Wabash d'Exploration Kintavar : le potentiel argentifère des minéralisations de cuivre stratiforme de la Haute-Mauricie et des Laurentides	Alain Cayer, Exploration Kintavar et Ressources GéoMégA	Non
11h10	Contexte géologique du gîte Cu-Au-Mo-Ag de Mythril, Baie-James	Sylvain Trépanier, Exploration Midland	Non
11h30	Le potentiel cuprifère du projet Kwjibo, Province de Grenville	Serge Perreault, SOQUEM	Non

Tableau 18 : Webdiffusion de conférences et événements (suite)

Forum CONSOREM-UQAM 15 février 2022			WEBDIFFUSION TÉLÉCHARGEABLE
13h00	Mot d'introduction	Benoit Lafrance / CONSOREM	X
13h20	Les nouvelles datations U-Pb du secteur de Chapais-Chibougamau et l'impact sur la stratigraphie de la région	Jean Goutier, UQAT	X
13h45	La transition Abitibi-Opatca, Province du Supérieur, Québec, Canada : analyse structurale, thermochronologie 40Ar/39Ar et implications pour la tectonique archéenne	Yannick Daoudène, MERN	X
14h10	Les minéralisations Cu-Au de type « Opémiska ». Un exemple de minéralisation magmatique-hydrothermale ?	Maxime Dour	X
14h50	Le gisement Cu-Au de Corner Bay, région de Chibougamau	Youssef Ahmadou, Doré Copper	X
15h15	Geochemistry & geophysical response of the Regnault high-grade gold system, Frotet-Evans greenstone belt	Dave Stevenson, Kenorland Minerals	X
15h40	Mot de la fin	Stéphane de Souza, UQAM	X

11. Outils du CONSOREM

Les outils technologiques découlant des résultats des projets de recherche et développés au CONSOREM sont de trois types:

- ♦ les **outils méthodologiques (OM)** qui sont de nouvelles méthodes élaborées ou modifiées par le CONSOREM et qui permettent de traiter un ensemble de données indépendamment du territoire;
- ♦ les **outils d'aide à l'interprétation (OAI)** et à la décision qui permettent l'intégration, la comparaison et l'analyse d'un ensemble de données spécifiques afin d'évaluer le potentiel minéral;
- ♦ les **outils de ciblage (OC)** qui grâce à l'intégration de données de diverses banques et/ou par l'acquisition de nouvelles connaissances permettent d'appliquer de nouveaux concepts afin de délimiter des zones prospectives sur des territoires spécifiques.

Les projets 2021 auront permis de générer (Tableau 19) :

- ♦ **5** outils méthodologiques (OM);
- ♦ **4** outils d'aide à l'interprétation (OAI);
- ♦ **4** outils de ciblage (OC).

Tableau 19 : Description des outils développés au CONSOREM pour l'année 2021-2022

PROJET	DESCRIPTION DE L'OUTIL	OM	OAI	OC
2021-01	Intégration/synthèse des outils pour le traitement de l'environnement secondaire	X	X	
2021-02	Valorisation des données de susceptibilité magnétique en exploration minérale	X		
2021-03	Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James – Phase II		X	X
2021-04	Acquisition et valorisation des données géométallurgiques à un stade précoce d'exploration	X		X
2021-05	Minéralisation de type skarn à Cu-Au en contexte volcanique archéen			X
2021-06	Utilisation de la chimie des pyrites en contexte d'exploration aurifère : Optimisation du protocole analytique et applications - MISA	X	X	
2021-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM « MagnetoModeleur » – phase V - MISA	X	X	X
TOTAL		5	4	4

12. Ciblage pour l'exploration

Les livrables réalisés au CONSOREM comprennent communément des outils de ciblage qui permettent de mettre en valeur certains secteurs selon les résultats des projets. Nous les classons selon : 1) l'aspect tangible de la cible et 2) sa dimension. Les cibles tangibles, soit celles associées à des données factuelles sur le terrain (p. ex. un échantillon ou une anomalie géophysique), sont dites de niveau 1 (ou directes). Les cibles intangibles, soit celles issues de modélisations géologiques et/ou numériques, donc basées sur des hypothèses ou des méthodes, sont dites de niveau 2 (ou indirectes). Elles peuvent être classées en priorité 1 ou 2 selon le cas.

La dimension des cibles est décrite comme suit :

- ♦ cible régionale : territoire favorable dépassant la centaine de km²;
- ♦ cible zonale : territoire favorable dépassant le km²;
- ♦ cible locale : territoire favorable inférieur au km².

Deux projets ont généré des cibles d'exploration, le projet de Jérôme Lavoie 2021-03 qui a généré **12** cibles d'exploration régionales et zonales (Tableau 20) et le projet 2021-05 de la chercheuse Morgane Gigoux qui a généré **434** cibles d'exploration zonales (Tableau 21) et les cibles sont classifiées selon leur niveau d'échelle de priorité

Tableau 20 : Cibles générées par le projet 2021-03

Projet	Nombre	Niveau	Échelle	Priorité	Cible	Nom des cibles
2021-03	8	2	Régionale	1	Structures plissées, charnières de plis	33I03-01, 33I07-01, 33I07-02, 39E09-01, 33E09-02, 33E08-01, 33B05-01, 33J02-01
2021-03	1	2	Zonale	1	Intrusion ultramafique ovale	33I02-01
2021-03	3	2	Zonale	2	Structures plissées, charnières de plis	33H09-01, 33G13-01 et 33C09-01

Tableau 21 : Cibles générées par le projet 2021-05

Projet	Nombre	Niveau	Échelle	Priorité*	Cible	Description
2021-05	130	2	Zonale	2	Potentiel skarn/porphyre à Cu-Au dans les encaissants volcanique mafique à intermédiaire (Skarn andésite)	Carte de favorabilité 1
2021-05	108	2	Zonale	2	Potentiel skarn/porphyre à Cu-Au dans les encaissants volcaniques mafiques à intermédiaire (Skarn basalte)	Carte de favorabilité 1
2021-05	88	2	Zonale	2	Potentiel skarn/porphyre à Cu-Au dans les encaissants volcaniques mafiques à intermédiaire (Skarn andésite)	Carte de favorabilité 2
2021-05	108	2	Zonale	2	Potentiel skarn/porphyre à Cu-Au dans les encaissants volcaniques mafiques à intermédiaire (Skarn basalte)	Carte de favorabilité 2

*Dans le détail si l'on classe les polygones par scores, ceux qui ont le plus fort score peuvent devenir une priorité 1 à l'échelle zonale.



13.Évaluation des projets 2021

La faisabilité des projets a été présentée aux membres du comité de gestion scientifique (CGS) par visioconférence ZOOM le 13, 14 et 15 septembre 2022. L'évaluation des études de faisabilité permet de juger si le projet est bien orienté et d'exprimer également les attentes des membres, selon 5 critères : 1) pertinence pour l'exploration, 2) potentiel R&D et innovation, 3) réalisme des objectifs, 4) méthodologie proposée et 5) intérêt général pour le projet (Tableau 22).

Tableau 22 : Évaluation de la faisabilité des projets 2021

PROJET	TITRE PROJET	CRITÈRES					TOTAL	NB. EVAL.
		1	2	3	4	5		
2021-01	Intégration/synthèse des outils pour le traitement de l'environnement secondaire	89	69	80	87	83	81	20
2021-02	Valorisation des données de susceptibilité magnétique en exploration minérale	89	74	82	79	81	81	20
2021-03	Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James – Phase II	85	70	82	85	77	80	19
2021-04	Acquisition et valorisation des données géométallurgiques à un stade précoce d'exploration	74	69	82	79	78	76	20
2021-05	Minéralisation de type skarn à Cu-Au en contexte volcanique archéen	80	67	82	79	75	77	19
2021-06	Utilisation de la chimie des pyrites en contexte d'exploration aurifère : Optimisation du protocole analytique et applications - MISA	84	88	88	88	81	86	20
2021-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM « MagnetoModeleur » – phase V - MISA	90	86	87	89	86	87	20

Les résultats d'évaluation de la faisabilité montrent que la perception relative des projets selon les 5 critères d'évaluation varie de 76 à 87 %.

La livraison des résultats des projets CONSOREM a eu lieu par visioconférence (ZOOM) en deux séances, soit les 27 et 28 avril 2022. À cette occasion, les membres ont évalué les résultats pour chacun des projets selon cinq critères: 1) résultats pratiques pour l'exploration, 2) composante recherche et/ou innovation, 3) rencontre des objectifs, 4) qualité des résultats et 5) appréciation générale du projet (Tableau 23).



Tableau 23 : Évaluation des résultats des projets 2021

PROJET	TITRE PROJET	CRITÈRES					TOTAL	NB. EVAL.
		1	2	3	4	5		
2021-01	Intégration/synthèse des outils pour le traitement de l'environnement secondaire	93	74	92	93	85	87	22
2021-02	Valorisation des données de susceptibilité magnétique en exploration minière	71	79	83	82	76	79	22
2021-03	Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James – Phase II	86	77	89	87	86	85	21
2021-04	Acquisition et valorisation des données géométallurgiques à un stade précoce d'exploration	75	75	85	86	78	80	22
2021-05	Minéralisation de type skarn à Cu-Au en contexte volcanique archéen	85	75	88	85	84	83	22
2021-06	Utilisation de la chimie des pyrites en contexte d'exploration aurifère : Optimisation du protocole analytique et applications - MISA	85	93	92	90	91	90	22
2021-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototype CONSOREM « MagnetoModeleur » – phase V - MISA	90	90	90	90	90	90	22

La perception des résultats des projets à la livraison selon les 5 critères varie de 80 à 90 %.

La figure 9 permet de comparer les évaluations de la faisabilité et de la livraison. Dans presque tous les cas, l'évaluation des résultats de la livraison dépasse l'évaluation de la faisabilité, ce qui indique que les membres sont satisfaits des résultats livrés et que les attentes ont été atteintes. Ceci souligne également l'excellent travail de l'équipe de recherche.

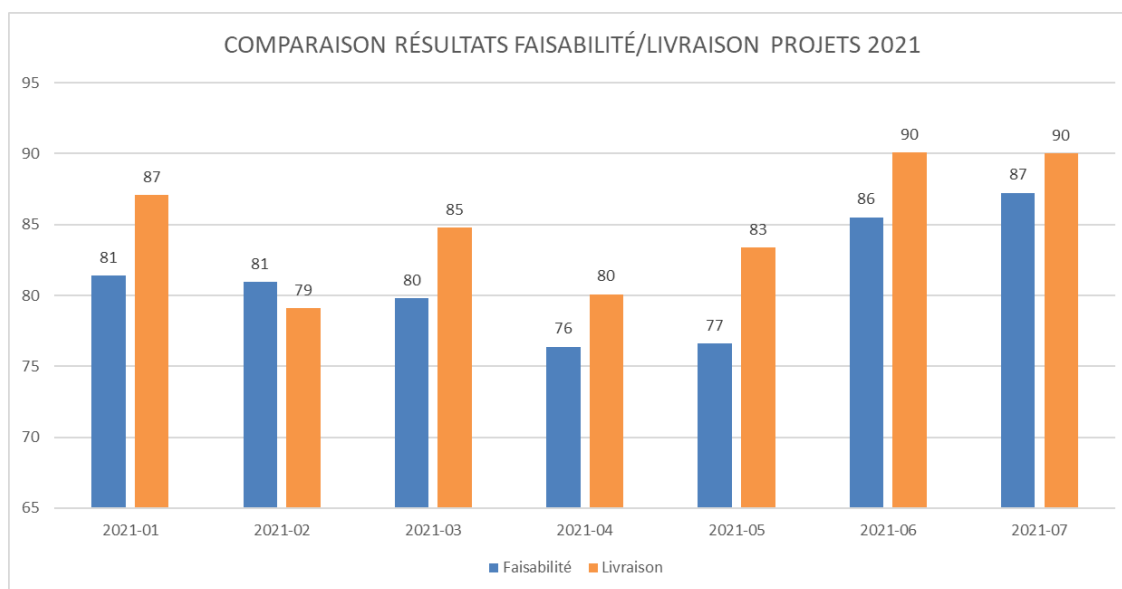


Figure 9 : Comparaison des évaluations des projets à la faisabilité et à la livraison

14. Contribution de l'équipe du CONSOREM à d'autres activités de recherche, d'enseignement et de diffusion

L'équipe du CONSOREM contribue également à d'autres activités en dehors de la programmation régulière du CONSOREM, soulignant l'importance et le support du consortium pour la réalisation de certaines activités d'enseignement et de recherche universitaire ou d'autres collaborations qui contribuent au rayonnement du CONSOREM au Québec.

Les contributions incluent l'enseignement, l'encadrement d'étudiants de 2^e et 3^e cycles ainsi que l'évaluation de mémoires et de thèses à l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC) et à l'Université du Québec à Montréal (UQAM) (Tableaux 24 et 25). Ceci permet aux étudiants de bénéficier de l'accès aux données de l'industrie et de contacts auprès des membres de l'industrie par l'entremise des chercheurs du CONSOREM. De plus, l'enseignement et l'encadrement contribuent à assurer le transfert des compétences aux étudiants dans le domaine de l'exploration minérale et à maintenir le lien essentiel entre les membres industriels l'enseignement et la recherche.

Tableau 24 : Activités d'enseignement à l'UQAC par les chercheurs du CONSOREM

Activités	Description du cours	Chercheur CONSOREM
Cours session Automne 2021	Financement de l'exploration minérale (6SCT840), 1 crédit, dans le cadre du Programme court de 2 ^e cycle en développement professionnel en sciences et génie d'exploration minérale et maîtrise en géologie et génie géologique	Stéphanie Lavaure
Cours session Automne 2021	Évaluation de projets en ressources minérales (6SCT855), 1 crédit, dans le cadre du Programme court de 2 ^e cycle en développement professionnel en sciences et génie d'exploration minérale et Maîtrise en géologie et génie géologique	Stéphanie Lavaure
Cours session Automne 2021	Volcanologie Physique (6SCT854) 2 ^e cycle (3 crédits)	Dominique Genna
Cours session Automne 2021	Pétrologie Ignée (6GLS306), 1 ^{er} cycle, 2 cours. Volcanisme et textures	Dominique Genna
Cours session Automne 2021	Géomorphologie et géologie appliquée (6GLG206), 1 ^{er} cycle, 1 cours. Introduction à la volcanologie physique	Dominique Genna
Cours session Automne 2021	Conférence donnée dans le cadre du cours de « Géochimie environnementale » (6GCH410) octroyé par le Professeur Julien Walter, le 26 nov. 2021.	Silvain Rafini
Cours session Hiver 2022	Géométallurgie (6SCT839), dans le cadre du programme de maîtrise professionnelle en exploration minérale, 1 crédit.	Stéphanie Lavaure
Cours session Hiver 2022	Géométallurgie appliquée à l'exploration du graphite, dans le cadre du cours Géométallurgie (6SCT839), du programme de maîtrise professionnelle en exploration minérale	Benoit Lafrance

Tableau 24 : Activités d'enseignement à l'UQAC par les chercheurs du CONSOREM (suite)

Activités	Description du cours	Chercheur CONSOREM
Cours session Hiver 2022	Gravimétrie et magnétométrie appliquées à l'exploration minérale (6SCT830), dans le cadre du programme de maîtrise professionnelle en exploration minérale, 1 crédit.	Jérôme Lavoie
Cours session Hiver 2022	Travaux de terrains encadré (6SCT853), 2 ^e cycle, 3 crédits	Dominique Genna
Cours session Hiver 2022	Projet de conception en sciences de la Terre (6GLG420), 1 ^{er} cycle, 1 cours. Projets d'exploration minière et de développement minier : exemple du graphite	Benoit Lafrance
Cours session Hiver 2022	Géochimie d'exploration en milieu secondaire (6SCT838), Programme court de 2 ^e cycle en développement professionnel en sciences et génie d'exploration minérale, 1 crédit	Silvain Rafini
Session été 2022	Stages en exploration minérale (6SCT880), 2 ^e cycle, 3 crédits	Dominique Genna

Tableau 25 : Encadrement d'étudiant à l'UQAC par les chercheurs du CONSOREM

Activités	Description de l'encadrement	Chercheur CONSOREM
Évaluation d'un doctorat	Alireza Shahbazi Decembre 2021 - Janvier 2022 Titre du projet : Hydraulique des milieux rocheux fracturés	Silvain Rafini , président de soutenance
Encadrement d'étudiant à la maîtrise	Valentin Peyrard, Polytechnique de Montréal Titre provisoire du projet: Développement d'un modèle de prospection minérale par valorisation des données de susceptibilité magnétique.	Morgane Gigoux , en Co-supervision avec Charles Bérubé (Directeur).
Encadrement d'étudiant au doctorat	Daouda Meite, Doctorat, « Using advanced technics for interpreting pumping tests to characterize hydraulic connections in discontinuous porous medium »,	Silvain Rafini , co-supervisé avec Romain Chesnaux et Annouk Ferroud.
Encadrement d'étudiant à la maîtrise	Gauthier D'Harlingue, M.Sc. (depuis 2019). Titre du projet : Caractérisation métallogénique de la minéralisation aurifère du gisement Gladiator, Ceinture d'Urban-Barry, Abitibi.	Dominique Genna , Co-supervision avec Damien Gaboury (UQAC)

Tableau 25 : Encadrement d'étudiant à l'UQAC par les chercheurs du CONSOREM (suite)

Activités	Description	Chercheur CONSOREM
Encadrement d'étudiant à la maîtrise	Rémi Naulot (Depuis 2022) Titre du projet : Vectoriser vers les SMV du camp de Selbaie, Abitibi, avec les horizons carbonatés	Dominique Genna , co-supervision avec Sarah Dare (UQAC), membre du comité Benoit Lafrance
Encadrement d'étudiant à la maîtrise	Maxime Dour, M.Sc. (Depuis 2019) Titre du projet : Les minéralisations Cu-Au dans les filons couches mafiques et ultramafiques archéens. Étude de cas : les minéralisations de type Opémiska, Chapais, Québec.	Dominique Genna , co-supervision avec Renée-Luce Simard (UQAC) et Pierre Bedaux.
Projet de fin d'études	Marie-Julie Boucher-Dumont, PFE (2022) Titre du projet : Caractérisation de la minéralisation profonde du gisement Triangle, ceinture de roches vertes de l'Abitibi, Québec, Canada.	Dominique Genna en co-supervision Michel Jébrak, en partenariat avec Eldorado Gold Québec
Projet de fin d'étude	Cédric Lebel-Racicot, PFE (2022) Titre du projet : Caractérisation lithogéochimique des lithologies et des altérations associées aux indices de la propriété Joannes-Nord. Comparaison avec le camp de Doyon-Bousquet-Laronde.	Dominique Genna , superviseur, en partenariat avec Agnico Eagle Mines, collaboration Benoit Lafrance
Encadrement stage post-doctoral	Dominique Richard (2021) Titre de son projet : Modélisation numérique du transport des virus dans les eaux souterraines	Silvain Rafini , co-supervisé avec Romain Chesnaux et A. Ferroud.

L'équipe du CONSOREM participe également à plusieurs autres activités de recherche et de diffusion auprès de la communauté géoscientifique ou du public en général au Québec (Tableau 26). Ces activités augmentent le rayonnement du CONSOREM et permettent de développer des partenariats au Québec.

Tableau 26 : Activités favorisant le rayonnement du CONSOREM au Québec

Activités	Description	Chercheur CONSOREM
Projet de recherche avec la Table régionale de concertation minière du Saguenay-Lac Saint-Jean.	Opportunités de développement durable pour la filière des minéraux critiques et stratégiques (MCS) au Saguenay – Lac-Saint-Jean dans le cadre du PADS : Valorisation géométallurgique des indices de minéraux critiques et stratégiques du SLSJ	Stéphanie Lavaure
Forum minier régional 02 - conférence	Valorisation géométallurgique des indices de minéraux critiques et stratégiques du SLSJ	Stéphanie Lavaure
Forum minier régional 02 - conférence	Les retombés du mandat 2018-2021 de la TRCM	Brigitte Poirier
Forum minier régional 02 - conférence	Introduction au Forum	Benoit Lafrance
Midi-conférence des Sciences de la Terre – UQAC et du CERM (Centre d'études sur les Ressources minérales) – en ligne (9 novembre 2021)	Les granitoïdes archéens en exploration au Québec	Morgane Gigoux
Midi-conférence des Sciences de la Terre – UQAC et du CERM (Centre d'études sur les Ressources minérales) – en ligne (12 octobre 2021)	Potentiel métallogénique des minéralisations en Ni-Cu-Co ± EGP associées au plutonisme mafique et ultramafique dans le sud-est de la Province de Churchill : où sera le prochain Voisey's Bay?	Jérôme Lavoie

15. Rayonnement du CONSOREM hors Québec

Les chercheurs du CONSOREM participent également, en dehors de sa programmation régulière à des activités de recherche, de transfert et de formation qui contribuent au rayonnement du CONSOREM au Canada et à l'international. Ces activités contribuent à augmenter la visibilité du consortium auprès de la communauté géoscientifique et également à développer des partenariats à l'international. Le tableau suivant présente les activités réalisées par les chercheurs en dehors de la programmation régulière du CONSOREM.

Tableau 27 : Activités favorisant le rayonnement du CONSOREM hors Québec

Activités	Description	Chercheurs
Proceedings of the 16th SGA Biennial Meeting, 28-31 March 2022	Developing trace elements in pyrite as a petrogenetic tool for gold mineralization: example from the Abitibi greenstone belt, Canada. In: Christie AB (ed.)	Genna D, Gaboury D, Dare D, Azevedo C, Jébrak M (2022)

Publication dans la revue Resources Mines & Industry

En continuité avec la tenue de la session de conférence pour souligner les 20 ans du CONSOREM qui a eu lieu à Québec Mines + Énergie 2020 virtuel, un article large public avait été publié dans la revue spécialisée Ressources et Industrie Mines (volume 7, numéro 1). À l'automne 2021, la version anglaise de cet article a été publiée dans la revue *Resources Mines & Industry* (volume 2, numéro 2). L'article, rédigé par le directeur du CONSOREM, effectue un survol des 20 années d'existence du consortium (Figure 10). Cette revue est largement distribuée principalement du côté du Canada anglophone.

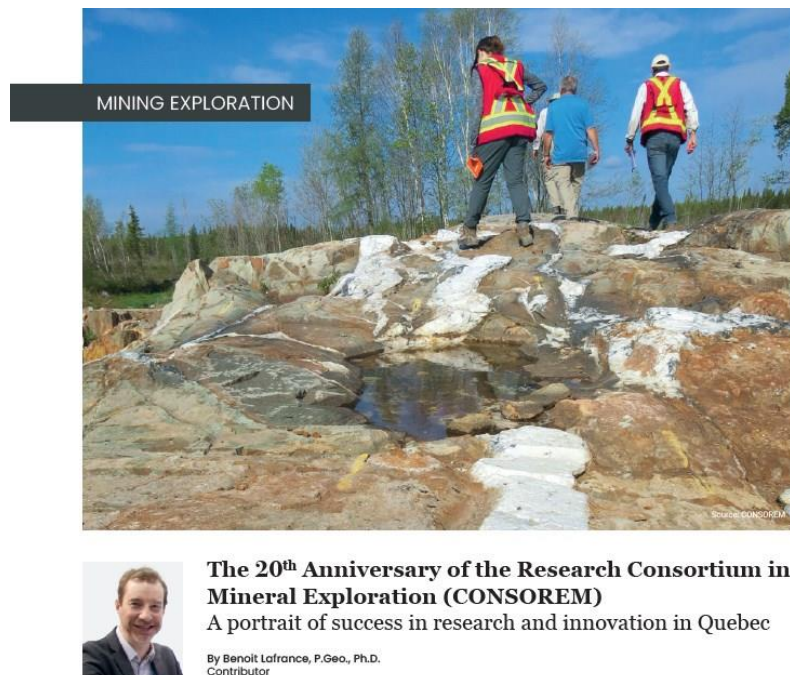
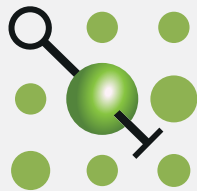


Figure 10 : Version anglaise de l'article des 20 ans du CONSOREM, revue Resources Mines & Industry



www.consorem.ca