



# CONSOREM

Consortium de recherche  
en exploration minérale

## 20 ANS D'INNOVATIONS !

# RAPPORT D'ACTIVITÉ



# 20 <sup>20</sup>/<sub>21</sub>





## Sommaire

Ce rapport d'activité présente les réalisations du CONSOREM pour l'année 2020-2021. 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.

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

- ♦ **2020-01** : Comparaison de la performance des algorithmes d'apprentissage machine (IA) appliqués à l'exploration minérale;
- ♦ **2020-02** : Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM);
- ♦ **2020-03** : Synthèse métallogénique, métamorphique et structurale d'*Eeyou Istchee* - Baie-James
- ♦ **2020-04** : Empreinte des gîtes hydrothermaux : Intégration de 20 années de développement d'outils au CONSOREM;
- ♦ **2020-05** : Couplage des levés régionaux de sédiments de fond de lacs et de till : Nouvelles approches de classification et de traitement;
- ♦ **2020-06** : Hydrogéochimie sous-terrainne appliquée à l'exploration minérale – phase V (Projet MISA);
- ♦ **2020-07** : Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel de prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur"– phase IV (Projet MISA);
- ♦ **2020-08** : Atlas géologique et géophysique des dépôts et gisements de métaux de bases et aurifères de l'Abitibi : mise à jour et numérisation pour utilisation en IA (projet spécial);
- ♦ **2020-09** : Accompagnements;

Le CONSOREM a tenu **7** activités administratives afin d'assurer le bon fonctionnement du consortium.

Le CONSOREM a réalisé **30** activités de suivi et de transfert pour l'année 2020-2021 :

- ♦ **22** activités réservées aux membres, dont **14** activités d'accompagnement et **8** réunions du comité de gestion scientifique (CGS);
- ♦ **5** activités de transfert, ouvertes à la communauté géoscientifique, soit le Forum technologique CONSOREM dans le cadre d'Explo-Abitibi *Virtual* 2020, une session de conférences portant sur les 20 ans de CONSOREM, présentée dans le cadre de Québec Mines + Énergie *Virtual* 2020, une session de conférence et un atelier au Forum CONSOREM-UQAM *Virtual*, ainsi que la participation au congrès virtuel du PDAC 2021;
- ♦ Le CONSOREM a également diffusé ses résultats et activités par l'entremise de son site web (**1**), par 20 publications LinkedIn (**1**) et par un article large public (**1**).

Les **7** projets de recherche réguliers, le projet spécial et le projet d'accompagnement 2020 ont permis de générer :

- ♦ **102** produits livrables aux membres, soit : **22** présentations *PowerPoint*, **2** fichiers de données (Excel, Acces), **1** base de données géoréférencée et **2** outils de géotraitement (*ArcGIS*), **6** rapports scientifiques; **5** nouvelles versions du logiciel LithoModeleur; **1** nouvelle version du logiciel MagnetoModeleur; **43** cartes prédictives; **1** document de description de corps minéralisés; **1** tableau synthèse des minéralisations; **12** cartes thématiques/métallogéniques; **5** bases de données bibliographiques;
- ♦ **9** nouveaux outils d'exploration minérale pour les membres, dont **2** outils méthodologiques (OM), **6** outils d'aide à l'interprétation (OAI) et **1** outil de ciblage (OC);
- ♦ Une production scientifique et technique libérée de la confidentialité dont **8** sommaires de projets rendus publics et **7** rapports scientifiques en révision;
- ♦ **1** article 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

### *UN CONSORTIUM FORT ET EN CROISSANCE!*

Chers partenaires du CONSOREM,

À titre de président du Conseil d'administration, je suis heureux de vous présenter les résultats des travaux de collaboration entre les différents partenaires et l'équipe du CONSOREM pour l'exercice 2020-2021. Après 20 ans d'existence, et près de 200 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 son équipe de recherche de haut niveau est la référence en recherche appliquée en exploration minérale au Québec. Il contribue grandement au succès de l'industrie non seulement avec ses projets de qualités, mais également par le transfert des connaissances de ses chercheurs lors de formation continue pour les professionnels de l'exploration.



Aujourd'hui, le CONSOREM a 19 membres industriels, un sommet depuis sa création. Le consortium bénéficie de la collaboration des universités UQAC, UQAM et UQAT, de Géologie Québec, de la Commission Géologique du Canada (CGQ) et plus récemment, d'experts du domaine de l'exploration qui ont contribué à plusieurs projets et bonifié les champs d'expertise du CONSOREM. Sur le plan financier, le consortium reçoit toujours un soutien important de ses membres, des ministères de l'Énergie et des Ressources naturelles et de l'Économie et de l'Innovation du Québec et de Développement économique Canada. Depuis quelques années, des membres associés tels que MISA, SIDEX et RMI contribuent également à augmenter l'offre du CONSOREM.

Le CONSOREM a procédé en 2020 à un tout nouvel exercice de planification stratégique. Le plan résultant est clair et il répond aux principaux enjeux qui ont été identifiés, dont la pertinence, l'efficacité, le rayonnement et la pérennité du consortium. Avec le plan stratégique et la mise en place des trois nouveaux comités financement, communication et technique, qui sont sous la responsabilité d'un(e) vice-président(e), l'équipe du CONSOREM est bien outillée pour passer à la mise en œuvre du plan d'action annuel 2021-2022 qui répond aux orientations et moyens identifiés pour atteindre nos objectifs.

Je termine en soulignant le travail remarquable de toute l'équipe et la contribution incroyable de tous les membres durant la crise sanitaire qui nous a frappés. Vous avez su être engagés et positifs malgré tous les défis que vous avez dû affronter. Je souhaite vous remercier grandement, car la programmation 2020-2021 du CONSOREM fut encore une fois des plus relevée avec des rencontres virtuelles enrichissantes et productives, de nouveaux outils géotechnologiques, des projets innovants et plusieurs présentations de grande qualité lors des conférences importantes en exploration minérale au Québec. Ensemble, continuons de jouer un rôle essentiel en recherche et innovation pour le futur de l'industrie de l'exploration minérale !

*Marco Gagnon*

Président du CONSOREM

## Mot du Directeur

Au cours de ma deuxième année en poste comme directeur du consortium, j'ai pu constater encore une fois la grande implication de nos membres industriels, universitaires et gouvernementaux ainsi que de nos chercheurs et de l'équipe de direction. Cette synergie qui caractérise le consortium a fait en sorte que, malgré les conditions particulières associées à la pandémie, les objectifs ont encore été atteints. Bien que ces conditions aient pu être limitatives par moment, elles nous ont également permis d'innover dans notre façon de fonctionner et certaines de ces pratiques seront sûrement préservées pour améliorer notre efficacité dans les années à venir.



Comme vous pourrez le constater à la lecture de ce rapport d'activités, l'année 2020-2021 du CONSOREM a été bien remplie avec la réalisation de 8 projets de recherche par nos chercheurs et chercheurs associés incluant deux projets en collaboration avec le Groupe MISA. Les résultats de ces projets de recherche appliquée collaborative ont une fois de plus fourni de nouveaux modèles et outils d'exploration pour l'industrie. Comme à l'habitude, le CONSOREM a aussi réalisé plusieurs activités de formation et de transfert vers ses membres et vers l'ensemble de la filière minérale comme le Forum Technologique, mais cette fois en mode virtuel. L'équipe du CONSOREM tenait à maintenir cet important créneau de formation et de transfert et a su déployer tous les efforts pour y arriver malgré l'impossibilité de se réunir.

Différents défis attendent le CONSOREM au cours de la prochaine année comme la réorganisation associée à la mise en œuvre de la planification stratégique et le renouvellement du financement provenant de nos partenaires gouvernementaux provincial (MERN) et fédéral (Développement économique Canada). Je demeure convaincu que le CONSOREM saura relever ces défis poursuivant ainsi 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 TABLEAUX.....	VI
LISTE DES FIGURES .....	VI
1. INTRODUCTION.....	1
2. PLANIFICATION STRATÉGIQUE 2020-2025 .....	1
3. STRUCTURE ORGANISATIONNELLE.....	6
<i>Membres 2020-2021</i> .....	7
<i>Chercheurs et collaborateurs du CONSOREM</i> .....	8
4. ACTIVITES ADMINISTRATIVES .....	9
5. RÉSULTATS DES PROJETS 2020 .....	10
<i>Projet 2020-01: Comparaison de la performance des algorithmes d'apprentissage machine (IA) appliqués à l'exploration minérale</i> .....	11
<i>Projet 2020-02 : Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM)</i> .....	13
<i>Projet 2020-03 : Synthèse métallogénique, métamorphique et structurale d'Eeyou Istchee - Baie-James</i> .....	15
<i>Projet 2020-04 : Empreinte des gîtes hydrothermaux : Intégration de 20 années de développement d'outils au CONSOREM</i> .....	18
<i>Projet 2020-05 : Couplage des levés régionaux de sédiments de fond de lacs et de till : Nouvelles approches de classification et de traitement</i> .....	20
<i>Projet 2020-06 : Projet 2020-06 : Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase V</i> .....	22
<i>Projet 2020-07 : Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel de prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur"– (Projet MISA – phase IV)</i> .....	24
<i>Projet 2020-08 : Atlas géologique et géophysique des dépôts et gisements de métaux usuels et aurifères de l'Abitibi : mise à jour et numérisation pour utilisation en IA</i> .....	27
<i>Projet 2020-09 : Accompagnements en entreprise</i> .....	29
6. ACTIVITES DE TRANSFERT POUR LES MEMBRES DU CONSOREM.....	31
7. ACTIVITES DE TRANSFERT OUVERTES A L'ENSEMBLE DE LA COMMUNAUTE GEOSCIENTIFIQUE.....	37
<i>18<sup>e</sup> Forum technologique CONSOREM 2020</i> .....	38
<i>Québec Mines + Énergie Virtuel 2020</i> .....	39
<i>Forum et atelier CONSOREM-UQAM 2021</i> .....	40
<i>Congrès PDAC 2021 Virtuel</i> .....	42
8. AUTRES ACTIVITÉS DE DIFFUSION .....	43
9. PRODUCTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU CONSOREM .....	45
10. OUTILS DU CONSOREM .....	50
11. ÉVALUATION DES PROJETS 2020.....	51
12. CONTRIBUTION DE L'EQUIPE DU CONSOREM A D'AUTRES ACTIVITES DE RECHERCHE, D'ENSEIGNEMENT ET DE DIFFUSION .....	54
13. RAYONNEMENT DU CONSOREM HORS CANADA.....	57

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau des comités <i>ad hoc</i> .....	5
Tableau 2 : Membres du CONSOREM .....	7
Tableau 3 : Liste des chercheurs, du personnel et des collaborateurs du CONSOREM .....	8
Tableau 4 : Liste des activités administratives 2020-2021 .....	9
Tableau 5 : Projets 2020 du CONSOREM et chercheurs responsables .....	10
Tableau 6 : Projets et ateliers présentés lors des accompagnements par visioconférence .....	30
Tableau 7 : Liste des rencontres d'accompagnement .....	31
Tableau 8 : Étapes de la programmation scientifique 2021-2022 par rapport à 2020-2021 .....	32
Tableau 9 : Liste des participants à la réunion virtuelle du CGS du 25 février 2021 .....	33
Tableau 10 : Liste des participants à la réunion virtuelle du CGS du 23 mars 2021 .....	34
Tableau 11 : Réunions du comité de gestion scientifique (CGS) du CONSOREM et participants .....	35
Tableau 12 : Synthèse des activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique .....	37
Tableau 13 : Ensemble des livrables pour les projets 2020 .....	45
Tableau 14 : Rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics .....	46
Tableau 15 : Résumés des projets rendus publics .....	46
Tableau 16 : Publication d'articles scientifiques .....	47
Tableau 17 : Conférences et événements .....	47
Tableau 18 : Description des outils développés au CONSOREM pour l'année 2020-2021 .....	50
Tableau 19 : Évaluation de la faisabilité des projets 2019-2020 .....	51
Tableau 20 : Évaluation des résultats des projets 2019-2020 .....	52
Tableau 21 : Activités d'enseignement à l'UQAC par les chercheurs du CONSOREM .....	54
Tableau 22 : Encadrement d'étudiant à l'UQAC par les chercheurs du CONSOREM .....	55
Tableau 23 : Activités favorisant le rayonnement du CONSOREM au Québec .....	56
Tableau 24 : Activités favorisant le rayonnement du CONSOREM hors Canada .....	57

## Liste des figures

Figure 1 : Planification stratégique CONSOREM 2020-2025 .....	2
Figure 2 : Les piliers du CONSOREM .....	3
Figure 3 : Organigramme du CONSOREM .....	6
Figure 4 : Choix des formations proposées en 2020-2021 .....	29
Figure 5 : Programme du 18 <sup>e</sup> Forum Technologique CONSOREM 2020 .....	38
Figure 6 : Programme de la session de conférences « Le CONSOREM : 20 ans d'innovations » .....	39
Figure 7 : Affiche atelier du Forum CONSOREM-UQAM, <i>Virtuel</i> .....	40
Figure 8 : Affiche Forum CONSOREM-UQAM <i>Virtuel</i> .....	41
Figure 9 : PDAC 2021 Virtuel .....	42
Figure 10 : Article des 20 ans du CONSOREM, revue Ressources et Industries Mines .....	43
Figure 11 : Exemple de publications des activités du CONSOREM sur LinkedIn .....	44
Figure 12 : Comparaison des évaluations des projets à la faisabilité et à la livraison .....	53



## 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 2020-2021 du CONSOREM permet de présenter les faits saillants des projets de recherche, des productions scientifiques et techniques, ainsi qu'une description des activités de diffusion, de formation et de transfert de connaissances vers ses membres et vers l'ensemble de la communauté géoscientifique.

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.

## 2. Planification stratégique 2020-2025

Le consortium s'est enrichi au fil du temps d'une expertise diversifiée et de qualité grâce à la synergie entre ses différents partenaires, membres industriels, universitaires, gouvernementaux et associés. Les 20 dernières années ont été marquées par un mode de fonctionnement efficace et par des résultats solides. Cependant, le temps était venu pour le CONSOREM de procéder en 2020 à un exercice de planification stratégique. Cet exercice a été orchestré par l'entreprise Reso-Lean conseils de juin à octobre 2020. Plusieurs consultations ont eu lieu, tant au niveau des employés, que des membres du Conseil d'administration, des chercheurs des universités membres et certains partenaires financiers. Il a permis de redéfinir la vision et la mission ainsi que nos piliers et nos valeurs. Il nous a permis de revoir nos choix stratégiques, soit nos enjeux, orientations et objectifs stratégiques. La figure suivante présente la synthèse des principaux éléments de la planification stratégique 2020-2025.

# PLANIFICATION STRATÉGIQUE CONSOREM 2020-2025

**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.

**Valeur :** Les défis de l'exploration minérale responsable se font par le développement d'outils et de méthodes qui optimisent la découverte de gisement de qualité tout en minimisant l'empreinte écologique et par ses membres qui s'inscrivent dans cette démarche de responsabilité.

**Vision :** CONSOREM assure 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.



## Enjeu 1 : La pertinence et l'efficacité des activités de recherche

**ORIENTATION :** Produire des résultats de recherche et des outils d'exploration minérale en adéquation avec les enjeux de l'industrie

**OBJECTIF 1 :** Se doter d'une vision sur les besoins, les innovations et les tendances en exploration minérale.

**OBJECTIF 2 :** Améliorer le processus de sélection des projets pour rencontrer les besoins des membres.

**OBJECTIF 3 :** Soutenir l'équipe de recherche dans la réalisation des projets novateurs.



## Enjeu 2 : L'efficacité des activités de transfert et de formation

**ORIENTATION :** Optimiser le transfert et l'implantation des outils et des résultats auprès des membres

**OBJECTIF 1 :** Améliorer l'efficacité du transfert des outils géotechnologiques.

**ORIENTATION :** Optimiser le transfert, la formation et l'implantation des outils auprès de la communauté géoscientifique

**OBJECTIF 1 :** Organiser et participer à de nouvelles activités de transfert et de formation auprès de la communauté géoscientifique.

**OBJECTIF 2 :** Réaliser une réflexion sur la mise en marché de certains outils CONSOREM.



## Enjeu 3 : Le rayonnement du CONSOREM

**ORIENTATION :** Rayonner au Québec

**OBJECTIF 1 :** Augmenter la visibilité du CONSOREM auprès de la communauté géoscientifique.

**ORIENTATION :** Rayonner au Canada et à l'international

**OBJECTIF 1 :** Augmenter la visibilité et le nombre de publications.

**OBJECTIF 2 :** Développer au besoin des partenariats/collaborations hors Québec.



## Enjeu 4 : La pérennité du CONSOREM

**ORIENTATION :** Maintenir l'équilibre de la structure

**OBJECTIF 1 :** Assurer une équité et un équilibre entre les membres.

**OBJECTIF 2 :** Assurer une adéquation avec la mission d'enseignement et de recherche des universités hôtes.

**OBJECTIF 3 :** Assurer une adéquation avec les orientations gouvernementales.

**ORIENTATION :** Maintenir une équipe de chercheurs de pointe et d'experts du domaine de l'exploration

**OBJECTIF 1 :** Assurer le perfectionnement et la relève de l'équipe de chercheurs.

**OBJECTIF 2 :** Consolider un réseau d'experts du domaine de l'exploration minérale.

**ORIENTATION :** Assurer le financement

**OBJECTIF 1 :** Augmenter le financement du CONSOREM.

**OBJECTIF 2 :** Devenir agile dans notre processus de financement.



**CONSOREM** 20 ANS D'INNOVATIONS !

Figure 1 : Planification stratégique CONSOREM 2020-2025

Nos **mission et vision** ont été revues et augmentées suite à l'exercice de planification stratégique.

**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.

Cette mission et vision s'appuient sur nos piliers et sur une **valeur essentielle, l'exploration minérale responsable**. En effet, les défis de l'exploration minérale responsable se font par le développement d'outils et de méthodes qui optimisent la découverte de gisement de qualité tout en minimisant l'empreinte écologique et par ses membres qui s'inscrivent dans cette démarche de responsabilité.

### Nos piliers

La recherche **précompétitive-collaborative** est faite sur une base collective et collaborative pour le compte d'un ensemble d'entreprises. Les résultats de la recherche sont partagés entre tous les membres. Les **utilisateurs** sont l'ensemble des membres et de la communauté géoscientifique qui utilisent les résultats, les produits, les méthodes réalisés par le CONSOREM pour le développement de son organisation. La **géotechnologie** définit tous les outils, méthodes, modèles, techniques et logiciels prototypes permettant d'optimiser le processus d'exploration minérale. Le CONSOREM se distingue par la réalisation de trois types d'outils géotechnologiques : méthodologiques, d'aide à la décision et de ciblage (Figure 2).

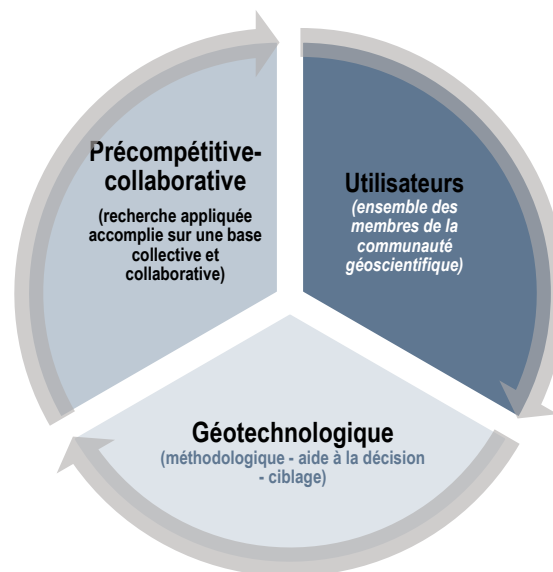


Figure 2 : Les piliers du CONSOREM

Les enjeux identifiés au CONSOREM sont au nombre de 4. À chacun de ses enjeux sont rattachés des orientations, objectifs et moyens pour leur atteinte.



Enjeu1 : La pertinence et l'efficacité des activités de recherche



Enjeu 2 : L'efficacité des activités de transfert et de formation



Enjeu 3 : Le rayonnement du CONSOREM






Enjeu 4 : La pérennité du CONSOREM

**L'enjeu 1** implique notamment pour le CONSOREM de se doter d'une vision sur les innovations et les tendances en exploration minière. **L'enjeu 2** nous amènera 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 par le biais notamment de l'augmentation de nos publications scientifiques. **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 d'atteindre nos objectifs, un plan d'action sera mis en place par le biais de comités *ad hoc* au courant de la prochaine année. Ces comités ont été formés au courant de l'année 2020 et les discussions ont été amorcées pour la rédaction d'un plan d'action 2021-2022. D'autres personnes pourraient s'ajouter au fil des années afin d'aller chercher l'expertise manquante. La fréquence des réunions sera entre deux à trois par année. Le tableau suivant présente chacun des comités.

Tableau 1 : Tableau des comités *ad hoc*

Comité	Principales fonctions	Composition
<p>Communication</p> 	<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, vice-présidente Marco Gagnon, Président</p> <p>Benoit Lafrance Brigitte Poirier</p>
<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, vice-président Marco Gagnon, président Stéphane de Souza, professeur UQAM Silvain Rafini, chercheur au CONSOREM Serge Perreault, collaborateur Michel Jébrak, professeur émérite UQAM</p> <p>Benoit Lafrance Brigitte Poirier</p>
<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-Vice-président Marco Gagnon, président Jovette Godbout, directrice IRME-UQAT Normand Champigny, chef de la direction QPM</p> <p>Benoit Lafrance Brigitte Poirier</p>

### 3. Structure organisationnelle

Les membres constituent le fondement du consortium. La structure du CONSOREM demeure essentiellement la même avec la nouvelle planification stratégique à l'exception de l'ajout des comités *ad hoc* qui travaillent en étroite collaboration avec le comité exécutif (Figure 3).

Le **conseil d'administration (CA)** est l'entité légale de la corporation. Il est composé d'un administrateur par entreprise, d'un observateur par membre gouvernemental, d'un observateur par université impliquée, 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.

Le **comité de gestion scientifique (CGS)** est composé d'un représentant par entreprise 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.

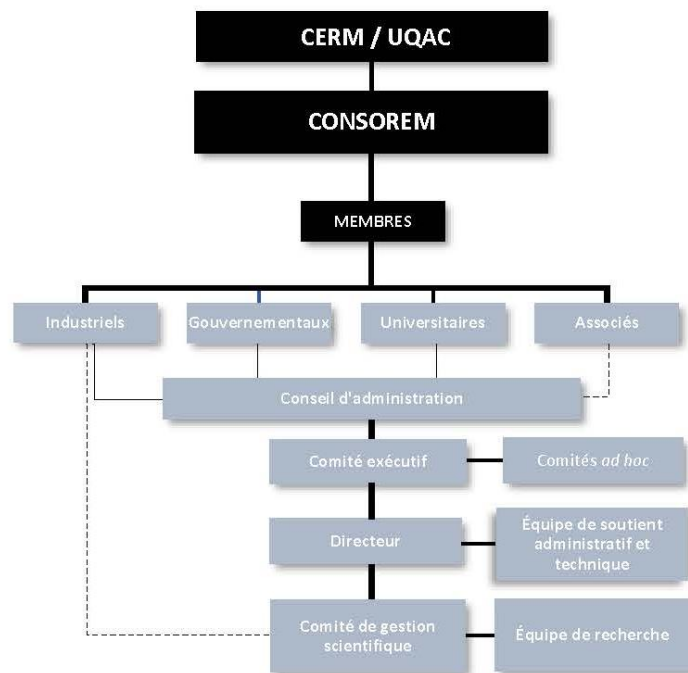


Figure 3 : Organigramme du CONSOREM

## Membres 2020-2021

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

- ♦ 16 membres industriels réguliers (A);
- ♦ 3 membres universitaires (B);
- ♦ 2 membres gouvernementaux (C);
- ♦ 3 membres associés (D)



Tableau 2 : Membres du CONSOREM

MEMBRES	REPRÉSENTANT CA	REPRÉSENTANT CGS
<b>A - INDUSTRIEL</b>		
Probe Metals	Marco Gagnon – <b>Président</b>	Luc Thériberge
Abitibi Géophysique	Pierre Bérubé – <b>Vice-président</b>	Nadine Veillette
Exploration Midland	Gino Roger – <b>Vice-président</b>	Jean-François Larivière
Ressources Falco	Claude Pilote – <b>Vice-présidente</b>	Claude Pilote
Agnico Eagle	Denis Vaillancourt – Administrateur	Olivier Côté-Mantha
Arianne Phosphate	Jean-Sébastien David – Administrateur	Stéphanie Lavaure
Alamos Gold	Raynald Vincent - Administrateur	Simon Comtois-Urbain
Corporation Métaux Précieux du Québec	Normand Champigny - Administrateur	Richard Nienimen
EldoradoGold Lamaque	Jacques Simoneau – Administrateur	Nancy Lafrance
ExplorationLaurentia	Alexis Paulin-Bissonnette –Administrateur	Maxime Bouchard
Glencore	Normand Dupras – Administrateur	Pascal Lessard
Harfang Exploration	François Goulet – Administrateur	François Huot
InnovExplo	Alain Carrier – Administrateur	Gustavo Durieux
Minière Osisko	Rose-Anne Bouchard - Administratrice	Rose-Anne Bouchard
Minière O3	Louis Gariépy – Administrateur	Sébastien Vigneau
SOQUEM	Serge Perreault – Administrateur, remplacé par Tony Brisson, 25 janvier 2021	Anthony Franco de Toni
<b>B – UNIVERSITAIRE</b>		
UQAC	Claude Gilbert – Administrateur	Damien Gaboury
UQAM	Alain Tremblay – Administrateur	Stéphane de Souza
UQAT	Li Zhen Cheng – Administratrice, remplacée par Jovette Godbout, 4 novembre 2020	Marc Legault
<b>C - GOUVERNEMENTAL</b>		
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
<b>D- ASSOCIÉ</b>		
Groupe MISA	Alain Beauséjour - Directeur	s.o.
SIDEX	Paul Carmel - Directeur général	Isabelle Cadieux, Directrice aux investissements
Ressources Mines et Industrie	Paul Dumas - Éditeur et rédacteur en chef	s.o.

À noter que le CONSOREM est membre du réseau québécois pour l'innovation Québec InnoVe.

## 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

<b>CHERCHEURS ATTITRÉS ET PERSONNEL DU CONSOREM</b>	
Benoit Lafrance	Directeur
Brigitte Poirier	Adjointe à la direction et professionnelle de recherche
Silvain Rafini	Professeur-chercheur sous octroi
Dominique Genna	Professeur invité
Morgane Gigoux	Post-doctorante
Jérôme Lavoie	Professionnel de recherche
Mélanie Lambert	Professionnelle de recherche - géomaticienne
Pierre-Luc Bilodeau	Technicien administratif
<b>PROFESSEURS – CHERCHEURS</b>	
Marc Legault	Professeur – UQAT
Damien Gaboury	Professeur – UQAC
Réal Daigneault	Professeur - UQAC
Michel Jébrak	Professeur émérite – UQAM
Stéphane De Souza	Professeur – UQAM
<b>COLLABORATEURS</b>	
Jean Goutier	Chercheur associé - consultant
Sylvain Trépanier	Chercheur associé - consultant
Mikaël Simard	Chercheur associé - consultant
Jean-Luc Cyr	Chercheur associé – consultant ADN Informatique
Michel Allard	Chercheur associé – consultant Inter Géophysique
Dominique Fournier	Collaborateur - Mira Géoscience
Jean-Philippe Paiement	Collaborateur - Mira Géoscience
Martin Blouin	Collaborateur - GéoLearn
Benoît Dubé	Commission Géologique du Canada (CGC)
Théo Hénault	Étudiant 2 <sup>e</sup> cycle UQAC



#### 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 7 activités administratives virtuelles au cours de l'année 2020-2021 (Tableau 4).

Tableau 4 : Liste des activités administratives 2020-2021

DATE	ACTIVITÉ	NOMBRE DE PARTICIPANTS
18 juin 2020	62 <sup>e</sup> CA pour l'année 2019-2020 21 <sup>e</sup> AGA des membres 63 <sup>e</sup> CA pour le début de l'année 2020-2021	13/17 pour l'AGA et pour le CA 62 et 12/17 pour le CA 63, plus directeur et adjointe
11 juin 2020	75 <sup>e</sup> réunion du CE et suivi des activités par visioconférence ZOOM	6/6, plus directeur Benoit Lafrance et adjointe Brigitte Poirier
1 <sup>er</sup> octobre 2020	76 <sup>e</sup> réunion du CE et suivi des activités par visioconférence ZOOM	5/6, plus directeur Benoit Lafrance et adjointe Brigitte Poirier
5 novembre 2020	77 <sup>e</sup> réunion du CE et suivi des activités par visioconférence ZOOM	6/6, plus directeur Benoit Lafrance et adjointe Brigitte Poirier
4 février 2021	78 <sup>e</sup> réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	4/6, plus directeur Benoit Lafrance et adjointe Brigitte Poirier
13 avril 2021	79 <sup>e</sup> réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	5/6, plus directeur Benoit Lafrance et adjointe Brigitte Poirier
20 avril 2021	80 <sup>e</sup> réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	5/6, plus directeur Benoit Lafrance et adjointe Brigitte Poirier

## 5. Résultats des projets 2020

La programmation 2020-2021 comptait **5** projets réguliers, **2** projets collaboratifs avec le Groupe MISA, **1** projet d'accompagnement, **1** projet d'amélioration du Logiciel LithoModeleur et **1** projet spécial (Tableau 5).

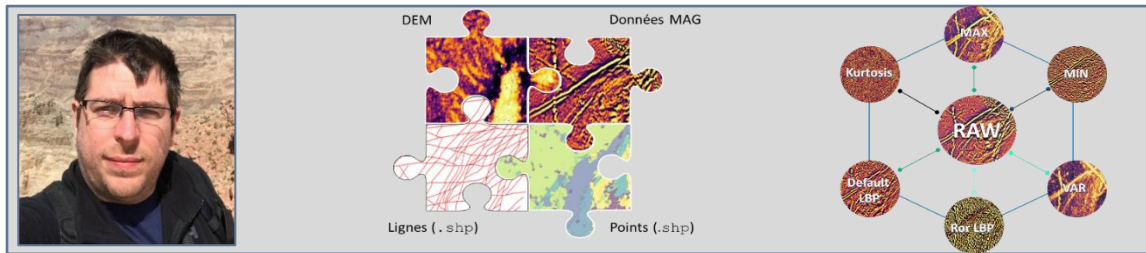
Les projets réguliers permettent de développer de nouveaux outils, de nouvelles méthodes et des logiciels prototypes en plus de générer, dans certains cas, des cibles d'exploration. Les projets avec le Groupe MISA sont des suites de projets CONSOREM pour lesquels il existe une possibilité de les amener 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 2020 du CONSOREM et chercheurs responsables

No.projet	Titre	Chercheur/collaborateurs
2020-01	Comparaison de la performance des algorithmes d'apprentissage machine (IA) appliqués à l'exploration minérale	<b>Dominique Genna</b> / Jean-Philippe Paiement, Martin Blouin et Sylvain Trépanier
2020-02	Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM)	<b>Morgane Gigoux</b> / Michel Allard et Dominique Fournier
2020-03	Synthèse métalogénique, métamorphique et structurale d'Eeyou Istchee - Baie-James	<b>Jérôme Lavoie</b> / Jean Goutier, Sylvain Trépanier et Mélanie Lambert
2020-04	Empreinte des gîtes hydrothermaux : Intégration de 20 années de développement d'outils au CONSOREM	<b>Dominique Genna</b> / Sylvain Trépanier
2020-05	Couplage des levés régionaux de sédiments de fond de lacs et de till : Nouvelles approches de classification et de traitement	<b>Morgane Gigoux</b> / Sylvain Trépanier et Mélanie Lambert
2020-06	Hydrogéochimie sous-terrainne appliquée à l'exploration minérale : campagne d'échantillonnage 2021 ( <b>Projet MISA, Phase IV</b> )	<b>Silvain Rafini</b>
2020-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel de prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – ( <b>Projet MISA – phase IV</b> )	<b>Jérôme Lavoie</b> / Michel Allard, Mikaël Simard, Jean-Luc Cyr
2020-08	Atlas géologique et géophysique des dépôts et gisements de métaux de bases et aurifères de l'Abitibi : mise à jour et numérisation pour utilisation en IA ( <b>Projet spécial</b> )	<b>Théo Henaut et Dominique Genna</b> / Benoît LaFrance
2020-09	Accompagnements	<b>Équipe CONSOREM</b>
Logiciel	LithoModeleur 4.2.1 - Nouvelle version livrée fin mars 2021 :	<b>Sylvain Trépanier</b>

## Projet 2020-01: Comparaison de la performance des algorithmes d'apprentissage machine (IA) appliqués à l'exploration minière



**Dominique Genna, géo, Ph.D. – CONSOREM**

**Collaborateurs : Martin Blouin, Ph.D., GéoLearn, Jean-Philippe Paiement géo, M. Sc., Mira Geosciences et Sylvain Trépanier, géo, M.Sc., chercheur associé CONSOREM**

L'Intelligence Artificielle (IA) est de plus en plus utilisée afin d'optimiser plusieurs aspects de l'exploration minière. Son utilisation est encouragée par la croissance continue des banques de données et par le nombre grandissant d'algorithmes d'Apprentissage Machine (AM) disponibles. Ce projet visait à poser les lignes directrices de l'utilisation de l'AM pour une application en cartographie prédictive. Les objectifs inclus : 1) l'identification du pouvoir de discrimination des couches de données brutes du SIGEOM et des produits dérivés et 2) la comparaison de plusieurs algorithmes d'AM.

Le territoire choisi pour cette étude (Figure 1a) se situe à cheval sur les sous-provinces de LaGrande et d'Opinaca (SNRC33G06 et 33G11) et couvre aussi bien des lithologies ignées, sédimentaires qu'une ceinture volcano-sédimentaire. Les données d'entrée brutes sélectionnées pour cette étude comprennent : le MNE (Modèle Numérique d'Élévation), les images LANDSAT, le levé magnétométrique et la géochimie des sédiments de fond de lac. Les produits dérivés des couches brutes incluent une sélection de variables statistiques et texturales sur des fenêtres mobiles de 3x3, 5x5 et 10x10. Trois jeux de données d'apprentissage ont été bâtis : 1) MNE, et levé magnétométrique; 2) MNT, levé magnétométrique et les produits dérivés; 3) MNT, levé magnétométrique et sédiments de fond de lac. Deux types de points d'entraînement ont aussi été testés : les affleurements de géofiches et les stations lithogéochimiques de distribution très hétérogène. Un protocole de simplification et d'unification des codes lithologiques des géofiches du SIGEOM a été développé et permet une reclassification objective de la couche d'entrée lithologique (ici en 8 classes). Au total, 6 algorithmes d'AM non-supervisé (*K-Means* et *segGAN*), semi-supervisé (*segGAN* conditionnel) et supervisé (*Random Forest*, réseau de neurones et *Extreme Gradient Boosting*) ont été utilisés et ont mené à plus de 45 simulations.

Les résultats indiquent que, sur notre territoire, les données brutes (levé magnétométrique et le MNE) sont suffisantes pour prédire les grands ensembles géologiques avec un algorithme relativement simple et non supervisé, comme *K-Means* (Figure 1b). L'utilisation des produits dérivés (variables statistiques et texturales) apporte un pouvoir discriminant supplémentaire, mais fonctionne seulement avec des algorithmes plus complexes et paramétrables comme le *Random Forest* et le *Extreme Gradient Boosting* (Figure 1c et d). Ces algorithmes permettent en plus de générer des cartes de probabilités par lithologie qui peuvent ensuite être valorisées. Il est délicat d'évaluer la performance des algorithmes pour la cartographie prédictive.

L'évaluation repose ici sur le 1) respect des données d'apprentissage (justesse et précision) et 2) sur la correspondance avec la carte géologique du MERN (bruit, indice de similarité structurelle et évaluation d'image neurale). Il en ressort que le *Random Forest* et le *Extreme Gradient Boosting* fournissent les prédictions les plus justes et les plus précises.

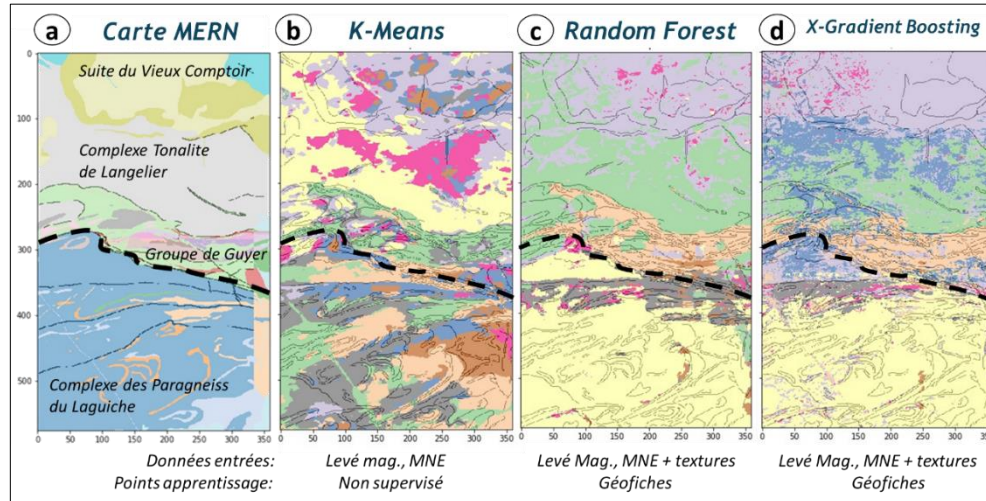
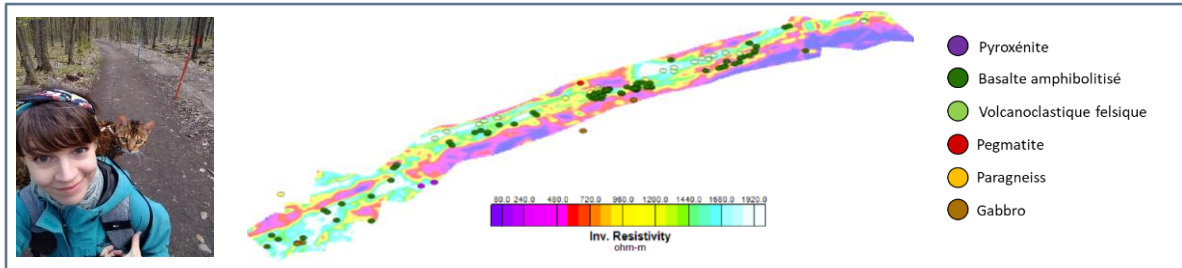


Figure 1 : a-Carte géologique du secteur d'étude (MERN); b-Cartographie prédictive non supervisée utilisant la K-Means; c-Cartographie prédictive supervisée utilisant le Random Forest; d-Cartographie prédictive supervisée utilisant le Extreme Gradient Boosting. La ligne pointillée représente la limite entre la sous-province du LaGrande au nord et d'Opinaca au sud.

## FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-01

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Réaliser une analyse prédictive par apprentissage automatique à partir des données disponibles sur le SIGEOM ;</li> <li>◆ Identifier les signatures statistiques des unités lithologiques à partir des données brutes (sans interprétation) ;</li> <li>◆ Évaluer le pouvoir discriminant des produits dérivés pour la cartographie prédictive ;</li> <li>◆ Comparer la performance des algorithmes d'apprentissage automatique en cartographie prédictive.</li> </ul>
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Les frontières géologiques prédictibles par apprentissage machine sont limitées aux contrastes présents dans les données de départ. Le levé magnétométrique et le MNE sont efficaces comme couches d'entrée de données brutes dans notre étude ;</li> <li>◆ Les méthodes qui produisent des cartes de probabilités par lithologies sont plus intéressantes que les méthodes de <i>clustering</i> ;</li> <li>◆ Utilisation des textures (produits dérivés) apporte un pouvoir de discrimination supplémentaire, mais n'est pas utile dans les méthodes non supervisées de segmentation ;</li> <li>◆ Utilisation de la lithogéochimie génère du bruit si sa distribution n'est pas homogène ;</li> <li>◆ <i>Random Forest</i> et <i>Extreme Gradient Boosting</i> donnent les prédictions les plus justes et les plus précises.</li> </ul>
<b>Innovations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Comparaison d'algorithmes pour la cartographie prédictive ;</li> <li>◆ Développement d'une méthode semi-automatique objective d'unification des codes lithologiques des géofiches du SIGEOM.</li> </ul>
<b>Produits livrés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Présentations et rapport</li> </ul>

## Projet 2020-02 : Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM)



Par Morgane Gigoux, Ph.D. – CONSOREM

Collaborateurs : Dominique Fournier, Ph.D., MIRA Géoscience et Michel Allard, ing., M.Sc., chercheur associé CONSOREM

La résistivité électrique est une propriété physique fondamentale des roches qui quantifie la force avec laquelle cette roche s'oppose à la circulation d'un courant électrique. Elle est l'inverse de la conductivité électrique qui peut se mesurer par une variété d'appareils de prospection électrique (DC-RES) et électromagnétique (EM). Tous ces appareils répondent à une grande variété de conducteurs tant naturels qu'artificiels (ex. : mort-terrain, argiles, graphite, sulfures massifs, zone de cisaillement, lignes hautes tensions, etc.). Les roches archéennes font partie des roches les plus résistives sur Terre (1000 à 100 000  $\Omega\text{m}$ , Palacky, 1988).

Ce projet va ainsi s'intéresser à la résistivité du sous-sol archéen au Québec (Abitibi et Baie-James). Dans un tel contexte de résistivité extrême, la problématique est d'évaluer la possibilité de faire ressortir les plus subtiles variations de résistivités au sein de ces roches qui pourraient être liées, entre autres, à des variations lithologiques et/ou des zones d'altérations. En réalité, la complexité de ce projet réside dans le fait que l'estimation de la résistivité d'une roche, en un endroit x, y, z dans le sous-sol à partir de mesures à la surface ou au-dessus du sol, va dépendre non seulement du contexte géologique, mais aussi de l'appareillage, de l'échelle à laquelle on travaille, de l'anisotropie lithologique, de l'épaisseur de mort-terrain ou de la présence de pergélisol, etc. Il s'agit donc d'une propriété physique délicate à interpréter. Les objectifs de ce projet ont donc été de 1) démontrer ou non la possibilité de cartographier la résistivité des roches archéennes d'un secteur à partir des différents systèmes EM utilisés par les compagnies minières et de 2) savoir quelles informations en tirer. En effet, l'idée initiale du projet était de savoir s'il existait un lien entre la géologie et la résistivité du sous-sol, de documenter l'effet de l'altération et de l'épaisseur de mort-terrain sur ce signal de résistivité.

Pour la réalisation du premier objectif, on a cherché à estimer la résistivité par la méthode d'inversion 1D de données de levés EM hélicoptés. Le résultat montre qu'il est possible de cartographier la résistivité par inversion des données EM dans certains contextes. En d'autres termes, tous les systèmes EM et tous les contextes géologiques ne sont pas adaptés aux inversions. En effet, certains secteurs, comme le secteur de Windfall, sont des contextes trop résistifs pour la réalisation de l'inversion 1D des données SkyTEM. Aussi parmi les systèmes EM testés dans le secteur de Matagami, le VTEM, l'HéliTEM et le SkyTEM sont des systèmes adaptés aux inversions contrairement au système ProspecTEM, testé sur le secteur de Myhril et Lac Harbor (Baie-James), qui ne l'est pas.

Pour la seconde partie du projet, le système SkyTEM a été investigué en détail avec les inversions des low moments (LM), plus sensibles aux variations de résistivités de surface. Les résultats sur le secteur de Veronneau ont démontré une relation entre les altérations en subsurface et les résistivités obtenues par inversions des LM à 2m de profondeur. La résistivité du secteur semble être plus réactive à la silicification (gain en Si) et la carbonatation (norme CO<sub>2</sub> et gain en CaO) des basaltes. Dans le secteur de Windfall, il existe aussi une bonne relation entre les valeurs du signal des canaux précoces du LM et les résistivités PP au sol, avec une forte anti-corrélation de -0.82. Dans le secteur de Veronneau, les résistivités obtenues par inversions se corrèlent bien avec les résistivités prédites des LM à partir des statistiques réalisées à Windfall. Cette relation resterait à valider dans d'autres secteurs, mais si celle-ci s'avère généralisable, cela signifierait qu'il serait alors possible de se passer des inversions, dans le cas où le mort-terrain est absent ou peu conducteur, pour avoir accès aux résistivités des roches en surface. Le signal des canaux précoces ressort donc comme étant une des clés pour accéder directement à l'information de résistivité des roches en subsurface. À noter que ces données LM sont disponibles pour le SkyEM mais également pour le système HéliTEM récemment mis à jour. Quant au VTEM, Geotech a récemment grandement amélioré la mesure des canaux précoces. Enfin, les derniers résultats de ce projet ont concerné la problématique du mort-terrain et de l'estimation de son épaisseur. La prédiction de l'épaisseur de mort-terrain par inversion 1D semble grandement améliorée en utilisant comme modèle de départ, en première approximation, une épaisseur et une résistivité déduite des « conductivity depth imaging (CDI) » qui est un processus de transformation simple des mesures en résistivité (Macnae *et al.*, 1991). En résumé, il s'agit d'un projet novateur qui vise ultimement à valoriser les données EM utiles à l'exploration minérale. L'idée est de soutirer un maximum d'informations utiles qui permettrait de rentabiliser les levés et de minimiser les coûts pour l'industrie. Les résultats de ce projet ouvrent des pistes de recherches futures liées à l'utilisation et à la valorisation des données EM en exploration.

#### FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-02

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Réalisation de cartographie de résistivité par inversion 1D à partir des données électromagnétiques ;</li> <li>◆ Investiguer les relations entre les altérations, la lithologie, l'épaisseur de mort terrain et le signal de résistivité.</li> </ul>
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Cartographie de résistivité par inversion 1D réalisée à partir des données SkyTEM, VTEM et HéliTEM à Matagami ;</li> <li>◆ Modifications et améliorations des modèles de départ pour les inversions de Matagami et estimation de l'épaisseur du mort-terrain à partir des CD ;l</li> <li>◆ La résistivité augmente avec les gains en silice/calcium et la norme CO<sub>2</sub> à Veronneau ;</li> <li>◆ Calcul de la résistivité prédite à Windfall à partir des données brutes des LM du SkyTEM.</li> </ul>
<b>Innovations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Valorisation des données EM en exploration minérale ;</li> <li>◆ Plusieurs pistes de recherche proposées (à valider sur d'autres cas géologiques) : 1) l'estimation de l'épaisseur de mort terrain à partir des CDI, 2) le calcul d'une résistivité prédite à partir des valeurs brutes des LM du SkyTEM, 3) l'utilisation des résistivités par inversion pour identifier des zones fortement silicifiées ou carbonatées.</li> </ul>
<b>Produits livrés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 1 Rapport et présentations</li> </ul>

## Projet 2020-03 : Synthèse métallogénique, métamorphique et structurale d'Eeyou Istchee - Baie-James



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

Collaborateurs : Sylvain Trépanier, géo, M.Sc.. et Jean Goutier, géo., M.Sc.A. chercheurs associés  
CONSOREM et Mélanie Lambert, ing. M.Sc.A., CONSOREM

Depuis Albert P. Low (CGC) à la fin des années 1800 (1884 à 1896), de nombreux prospecteurs et géologues ont sillonné et ont exploré le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. Les nombreuses phases d'explorations ont mené à la découverte de plusieurs corps minéralisés, de quelques gîtes et de 5 gisements (dont 2 sont en opération actuellement). Même aujourd'hui, la compréhension de ces corps minéralisés demeure superficielle et fragmentaire. Les nouvelles découvertes des dernières années (p. ex. Mine Éléonore, Cheechoo, Myrhril, Patwon, etc.) et quelques études synthèses produites (p. ex. Gauthier, 2000; Moukhsil et al., 2007; Gauthier et al. 2007; Bandyayera et al., 2010; Parent, 2011; Goutier et Côté-Roberge, 2019) ont grandement aidé à la compréhension du territoire et accéléré l'exploration, mais aucune étude n'a englobé la totalité du territoire. Ainsi, Pour maximiser les chances de découverte, il est impératif d'avoir un portrait géologique complet d'un territoire. L'état des connaissances est mûr pour envisager une grande synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale de ce vaste territoire.

L'objectif principal du projet, s'étalant sur deux phases, est de produire une intégration synthèse métallogénique, géochronologique, métamorphique et structurale de la zone d'étude. Cette intégration synthèse permettra d'avoir une meilleure connaissance géologique et métallogénique, et aidera à proposer de nouvelles interprétations, de développer de nouvelles stratégies d'exploration et de cibler de nouveaux secteurs d'exploration. La méthodologie employée peut se résumer 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 non exhaustive des datations U-Pb;
- ◆ Compiler les différents assemblages minéralogiques du métamorphisme et délimiter les isogrades métamorphiques.

La première phase a permis de générer plusieurs résultats préliminaires:

- ◆ La description détaillée de 10 corps minéralisés, intégrée dans la base de données spatiale relationnelle ou dans un document en format PDF;
- ◆ Un tableau, en 11 points clés, synthétisant les 10 descriptions détaillées ;

- ♦ Des cartes thématiques du Domaine d'Eastmain (8 cartes 1 :250 000 - SNRC 033B et 033C et 4 cartes format *Lettre* ayant deux thématiques: 1) la métallogénie, c.-à-d. la taille, la direction, la forme et le groupe métallogénique; et 2) la lithologie encaissante des corps minéralisés);
- ♦ 682 analyses géochronologiques U-Pb, vérifiées et révisées, provenant de la base de données SIGEOM et de plusieurs études, et intégrées dans la base donnée spatiale relationnelle;
- ♦ La compilation des assemblages minéralogiques de plus de 112 500 fiches (géofiches, affleurement de compilation, forages et lames minces) qui a permis de délimiter les isogrades métamorphiques des faciès schiste vert, amphibolite inférieure, amphibolite supérieure et granulites, et intégrée dans la base de données spatiale relationnelle.

Les apports scientifiques de cette phase consistent à une bonification significative des analyses géochronologiques (682 analyses), d'une amélioration de la synthèse métamorphique par le raffinement des isogrades métamorphiques connus, de nouvelles cartes thématiques du Domaine d'Eastmain, ainsi qu'une base de données géologique spatiale relationnelle du secteur d'Eeyou Istchee Baie-James. Cette première phase a permis de jeter les galons pour l'intégration synthèse finale qui sera effectuée lors de la deuxième phase du projet.

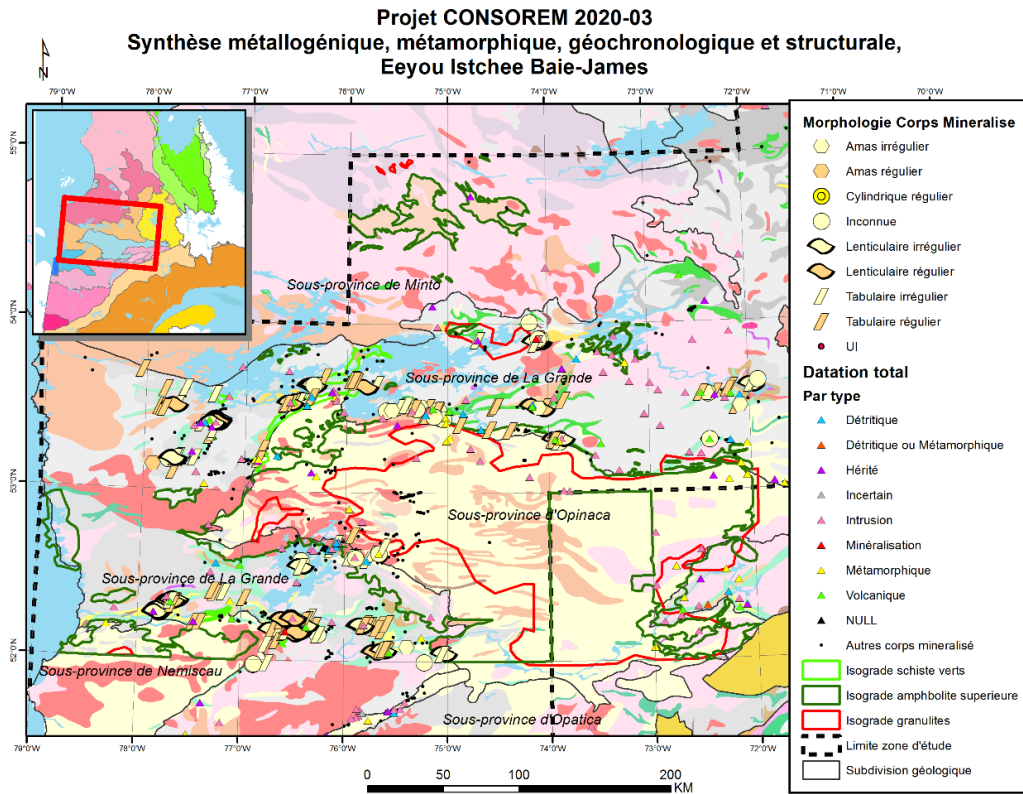


Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude et des principaux résultats découlant de la phase I du projet.



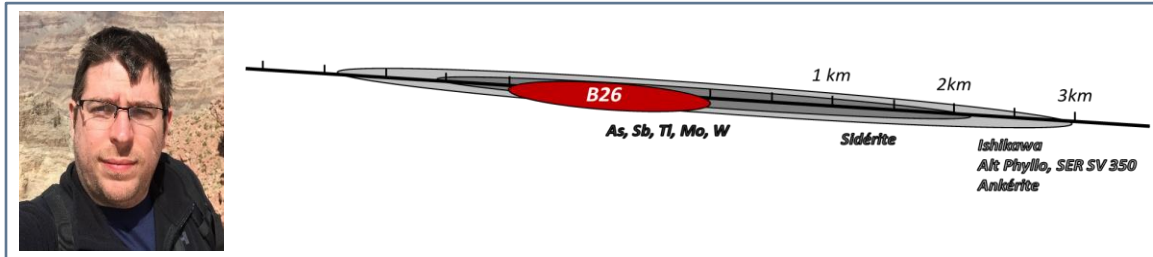
## FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-03

<b>Objectifs</b>	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.
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Description détaillée de 10 corps minéralisés dans une base de données relationnelle ;</li><li>◆ Compilation des datations U-Pb (682 analyses) ;</li><li>◆ Compilation des assemblages minéralogiques et délimitation des isogrades métamorphiques ;</li><li>◆ Cartes thématiques métallogéniques du Domaine d'Eastmain.</li></ul>
<b>Innovations</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Nouvelle synthèse métamorphique et géochronologique ;</li><li>◆ Nouvelles cartes thématiques métallogéniques du Domaine d'Eastmain ;</li><li>◆ Base de données relationnelle métallogénique du secteur d'Eeyou Istchee Baie-James.</li></ul>
<b>Produits livrés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Base de données : Access relationnelle avec formulaire d'entrée de données, livrée en 4 formats (Microsoft® Access, ArcGIS–ESRI®, QGIS et Datamine);</li><li>◆ 1 couche spatiale de points compilant les 682 analyses géochronologiques ;</li><li>◆ Couches spatiales i) des isogrades métamorphiques et ii) des minéraux métamorphiques compilés ;</li><li>◆ Descriptions détaillées 10 corps minéralisés accompagnés d'un tableau synthèse ;</li><li>◆ Cartes thématiques de métallogénie et lithologie encaissante des corps minéralisés : 8 cartes 1 :250 000 (SNRC 033B et 033C) et 4 cartes format Lettre ;</li><li>◆ 3 présentations Microsoft® PowerPoint ;</li><li>◆ 1 rapport d'étape de la phase I.</li></ul>

### RÉFÉRENCES :

- Bandyayera, D., Rheume, P., Maurice, C., Bedard, E., Morfin, S., Sawyer, E. W. (2010). Synthèse géologique du secteur du réservoir Opinaca, Baie-James. Université du Québec à Chicoutimi, MRNF. RG 2010-02, 46 pages et 1 plan.
- Gauthier, M. (2000). Styles et répartition des gîtes métallifères du territoire de la Baie-James (Québec). Chronique de la Recherche minière, (539), 17-61.
- Gauthier, M., Trépanier, S., & Gardoll, S. (2007). Metamorphic gradient: a Regional-Scale Area Selection Criterion for Gold in the Northeastern Superior Province, Eastern Canadian Shield. Society of Economic Geologists Newsletter, 69, 10-15.
- Goutier, J. et Côté-Roberge, M. (2019). Le métamorphisme d'Eetou Istchee – Baie-James. Énergie et Ressources naturelles Québec. Présentation dans le cadre du Forum CONSORE'-UQAM, 13 février 2019.
- Moukhsil, A., Legault, M., Boily, M., Doyon, J., Sawyer, E.W., Davis, D. W. (2007). Geological and metallogenic synthesis of the Middle and Lower Eastmain greenstone belt (Baie-James). MRN; ET 2007-01, 58 pages, 1 plan.
- Parent, M. (2011). Compilation géochronologique U-Pb des sous-provinces d'Ashuanipi, d'Opinaca, d'Opatica et de La Grande. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec

## Projet 2020-04 : Empreinte des gîtes hydrothermaux : Intégration de 20 années de développement d'outils au CONSOREM



**Dominique Genna, géo, Ph.D. – CONSOREM**

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

L'empreinte des gîtes hydrothermaux et un outil de vectorisation de premier ordre en exploration minérale. Avec plus d'une trentaine de projets dédiés au développement d'outils géochimiques visant l'identification et la caractérisation des empreintes, le CONSOREM a développé une expertise dans ce domaine. Ce projet vise à faire un inventaire de nos outils, leurs forces, leurs faiblesses et les conditions d'utilisation dans la détection des empreintes primaires associées à des minéralisations de type Sulfures Massifs Volcanogènes (SMV) et aurifères. Les outils peuvent être classés en 5 groupes (Figure 1) et incluent 1) les indices d'altération simples, 2) le calcul normatif (CONSONORM), 3) le bilan de masse par modélisation des précurseurs, 4) les métaux semi-volatils et 5) les halos aurifères en ultra-trace. Ces outils ont été développés au fil des années pour extraire un maximum d'information en fonction des types de données lithogéochimiques disponibles dans l'industrie (éléments majeurs seuls, éléments majeurs et traces et métaux et volatils) et permettent ainsi d'assurer un support à l'exploration minérale indépendant du type de données géochimiques.

Dans le cadre de ce projet, ces outils ont été testés sur 4 cas d'étude : 2 gîtes SMV (McLeod dans le camp minier de Matagami et B26 dans le camp de Selbaie) et 2 gîtes aurifères (Marban et Hosco-Héva le long de la faille de Cadillac). Pour les SMV, le halo d'altération étant très large, bien développé et zoné (chlorite proximale, séricite distale), tous les outils performant pour détecter l'empreinte proximale et distale. La méthode de calcul normatif (CONSONORM), ne nécessite que des analyses d'éléments majeurs, et donne bien souvent les meilleurs résultats en permettant d'identifier l'altération distale, en plus de faire ressortir la zonalité des carbonates (calcite distale; ankérite puis sidérite proximale). Pour les minéralisations aurifères, l'altération présente souvent une empreinte de dimension plus limitée. Une nouvelle fois, le calcul normatif permet de faire ressortir l'altération potassique proximale, en plus du corridor de carbonatation plus régional associé aux grands cisaillements (ex. : Faille de Cadillac). Cependant, pour les SMV comme pour les minéralisations aurifères, l'empreinte distale la plus large est bien souvent indiquée par des minéraux qui ne sont pas nécessairement indicateurs des capacités de transport des fluides : la séricite pour les SMV (qui peut aussi être l'expression d'une altération de fond marin classique et stérile) et les carbonates pour les minéralisations aurifères (qui sont tout aussi présents dans des segments stériles des grands cisaillements). Ainsi, il y a réellement un gain d'information en combinant la typologie des altérations, identifiée par les méthodes de traitement classique, avec la présence de métaux qui sont indicateurs des capacités de transport des fluides (ex : halo aurifère en ppb ou les métaux semi-volatils Sb, Tl, etc.).

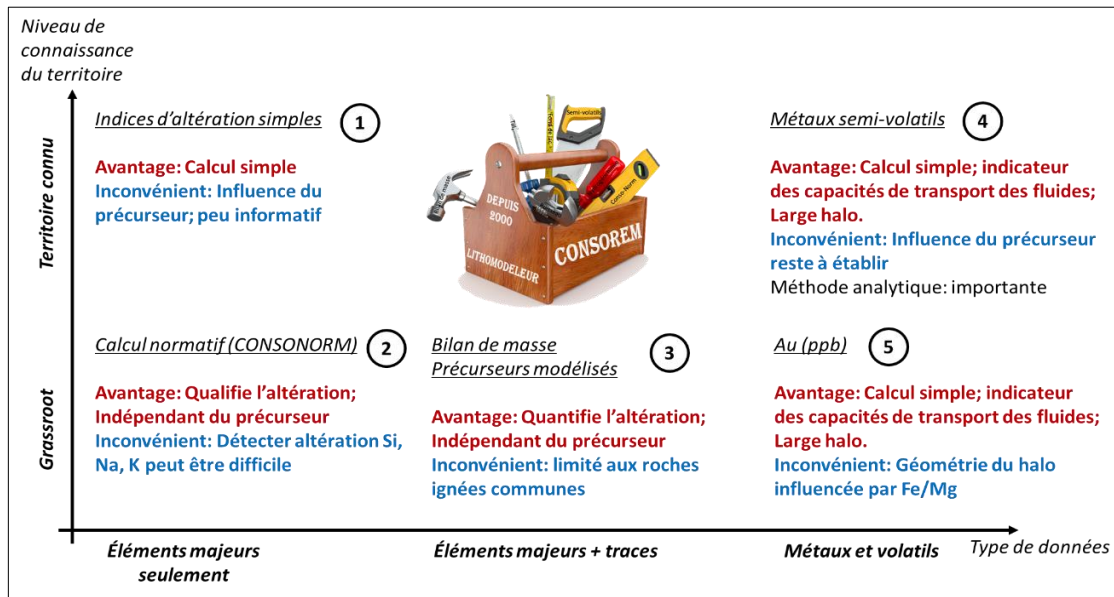
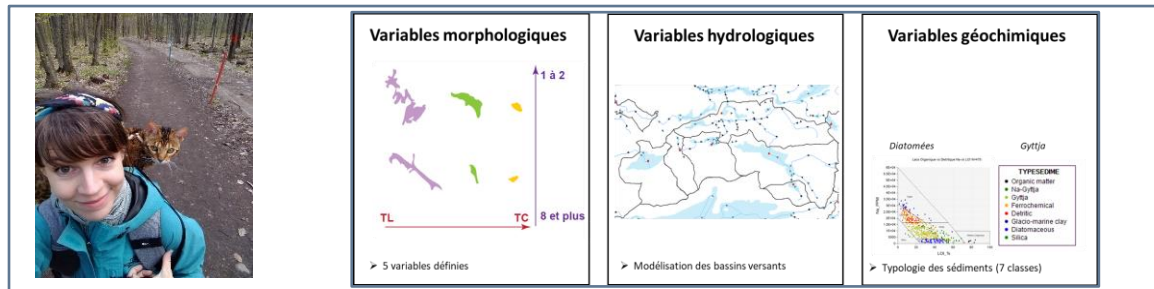


Figure 1 : Principaux outils CONSOREM (avantage et limite) pour caractériser l'empreinte primaire des gîtes hydrothermaux

#### FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-04

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Faire un inventaire de tous les outils CONSOREM qui permettent de détecter l'empreinte des gîtes hydrothermaux de types SMV et aurifère ;</li> <li>♦ Identifier les outils qui fournissent les empreintes primaires les plus larges et les plus performants ;</li> <li>♦ Identifier les contextes dans lesquels les outils sont utilisables (guide d'utilisation).</li> </ul>
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Les indices d'altération, bien que simple à calculer, sont peu informatifs ;</li> <li>♦ Le bilan de masse par modélisation des précurseurs permet la quantification de l'altération, mais ne s'applique que sur des roches ignées communes et requiert l'analyse éléments traces immobiles ;</li> <li>♦ Le calcul normatif (CONSONORM) permet une évaluation qualitative de l'altération qui est très efficace et ne requiert que les éléments majeurs ;</li> <li>♦ Les métaux semi-volatils et l'Au ont souvent un halo d'altération très large et fournissent une indication sur les capacités de transport des fluides (fertilité), mais nécessite des méthodes d'acquisitions spécifiques.</li> </ul>
<b>Innovations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Comparaison de la performance des outils CONSOREM.</li> </ul>
<b>Produits livrés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Fiches descriptives des différents outils CONSOREM ;</li> <li>♦ Cas d'études SMV (McLeod et B26) et aurifère (Marban et Joana) ;</li> <li>♦ Présentations et rapport.</li> </ul>

## Projet 2020-05 : Couplage des levés régionaux de sédiments de fond de lacs et de till : Nouvelles approches de classification et de traitement



Par Morgane Gigoux, Ph.D.- CONSOREM

Collaborateur : Sylvain Trépanier, géo, M.Sc., chercheur associé CONSOREM et Mélanie Lambert, ing. M.Sc.A., CONSOREM

Ce projet propose de nouvelles approches de classification des lacs et de nouveaux outils de traitement appliqués à l'environnement secondaire. La problématique étant d'évaluer les relations entre les signaux géochimiques des environnements lacustres (compilation de levés de lacs) et quaternaires (compilation de levés de tills). La première partie du projet a été consacrée à établir une classification raffinée des lacs. Nous sommes repartis des critères et paramètres travaillés dans les projets CONSOREM antérieurs (2004-09 et 2005-03, S. Trépanier; 2012-04, S. Rafini). Nous y avons ajouté de nouvelles variables morphologiques décrites dans le rapport de Bazoge et Blais (2005) utilisées par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs au Québec. Pour établir cette classification, deux levés haute densité ont été considérés : Mythril (Cu-Mo-Au, Baie-James) et Willbob (Au, Fosse du Labrador). Ce sont deux contextes géologiques et géomorphologiques bien distincts avec un protocole d'échantillonnage et d'analyses identiques (ICP-MS *aqua regia* et activation neutronique (AN)). La modélisation des bassins versants de chaque lac a été effectuée afin d'extraire les lithologies principalement drainées (socle et quaternaire). Puis nous nous sommes inspirés du diagramme de classification des sédiments de lacs utilisés par IOS pour venir classer en 7 catégories les sédiments des lacs compilés. Au final, trois types de variables vont définir nos lacs : 1) les variables morphologiques, 2) les variables hydrologiques et 3) les variables géochimiques (Figure 1). Des outils ArcGIS ont été créés afin d'automatiser le calcul des paramètres morphologiques ainsi que la modélisation des limites des bassins versants. Les différents diagrammes de classifications des sédiments de lacs ont été ajoutés à la version 4.2.1 de LithoModeleur parmi les diagrammes prédéfinis. Un guide des étapes à considérer pour optimiser le couplage des données de lac et de till est proposé, en fonction des paramètres disponibles, des méthodes d'analyses et de dissolution utilisées (ex. : vs ICP; *aqua regia* vs 4 acid).

La seconde partie du projet s'est intéressée aux anomalies extrêmes dans les lacs et les tills ainsi qu'au couplage des signaux des deux environnements. Nous avons utilisé une base de données de sédiments de lacs commune à Mythril et Willbob ainsi qu'une compilation d'échantillons de lacs et de tills du secteur d'Éléonore. Les résultats démontrent une relation entre le type de lac et les seuils anomaux en métaux : les lacs profonds (> 2 m) ont un niveau de base 1,5 à 2 fois plus élevé que les moins profonds. Les lacs à diatomées sont ceux qui concentrent le plus d'anomalies extrêmes métalliques (Ex : As, W, Mo). De plus, l'étude démontre également que les petits lacs organiques (lacs simples à diatomées et à gytja) sont ceux qui ont le plus d'intérêt en exploration. Dans le secteur Éléonore, les lacs à diatomées paraissent très efficaces

pour l'exploration aurifère avec une majorité d'anomalies extrêmes en As détectées, qui se superposent parfaitement au trend aurifère principal régional via les indices aurifères du SIGEOM et les échantillons de roches anomaux (> 200 ppm).

La dernière partie dédiée au couplage des signaux géochimiques révèle que ce sont les lacs profonds à diatomées (par analyses *aqua regia*) qui se corrént le mieux avec la fraction inférieure à 180 microns du till (par analyses 4 acides). D'après la méthode statistique de corrélation de rang de Spearman, ce sont les éléments métalliques qui montrent les meilleurs coefficients (> 0,4 ; As-Cu-Ni-Co-Pb-V-Ce) entre les lacs et les tills dans notre contexte. À partir des secteurs d'étude (Mythril, Willbob, Éléonore), nous avons mis en évidence un contexte de petits lacs organiques dominants, les lacs détritiques étant sous représentés. Ce projet démontre la force des petits lacs à diatomées pour l'exploration aurifère à la Baie-James.

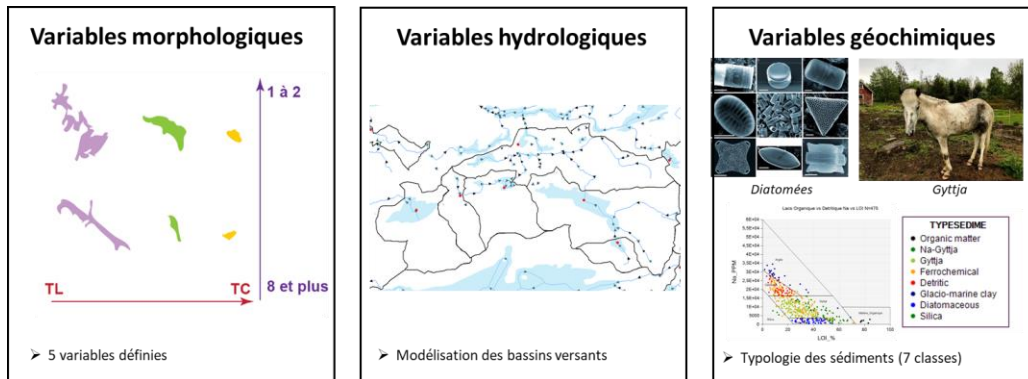
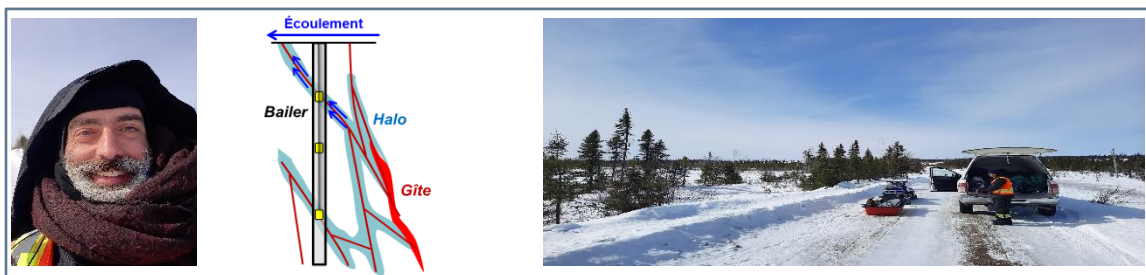


Figure 1 : Exemple de variables considérées pour la nouvelle classification détaillée des lacs pour l'exploration minérale

## FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-05

<b>Objectifs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Proposer de nouveaux outils de traitement appliqués à l'environnement secondaire ;</li> <li>◆ Évaluer les relations entre les signaux géochimiques des tills et des lacs ;</li> </ul>
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Nouvelle classification multi-variables des lacs ;</li> <li>◆ Nouvelle classification des sédiments de lacs adaptée aux données géochimiques disponibles ;</li> <li>◆ Les lacs profonds à diatomées concentrent le plus d'anomalies extrêmes en métaux et sont ceux qui se corrént le mieux avec les données géochimiques de tills ;</li> <li>◆ Les petits lacs simples organiques ressortent comme ceux qui ont le plus grand intérêt en exploration aurifère à la Baie-James ;</li> <li>◆ Création d'outils ArcGIS pour aider à la classification des lacs ;</li> <li>◆ Création de nouveaux diagrammes LithoModeleur 4.2.1.</li> </ul>
<b>Innovations</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Classification multi-variables des lacs intégrant les paramètres morphologiques (superficie, périmètre, complexité, bassin versant, etc.) et géochimiques (type de sédiments organiques à détritiques) ;</li> <li>◆ Première investigation du lien entre environnement glaciaire et lacustre sur le plan géochimique en fonction du type de lac et de till.</li> </ul>
<b>Produits livrés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 1 rapport ;</li> <li>◆ Présentations ;</li> <li>◆ Deux outils ArcGIS et procédure détaillée d'utilisation ;</li> </ul>

## Projet 2020-06 : Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase V



Par **Silvain Rafini, géo, Ph.D. – CONSOREM**

Depuis une décennie, l'hydrogéochimie est développée dans plusieurs régions du monde comme un nouvel outil d'exploration. L'accès récent de l'industrie à cette méthode est permis par l'amélioration considérable de la qualité analytique offerte par les laboratoires commerciaux avec la généralisation et le perfectionnement des outils ICP-MS. Le principe général de la méthode consiste en la détection de l'empreinte hydrogéochimique naturelle émanant de corps métallifères dans l'eau souterraine à des fins d'exploration, toutefois le modèle conceptuel varie selon les contextes hydrogéologiques et géologiques propres à chaque région : empreinte superficielle dans les eaux oxydantes (hyper)salines circulant dans les horizons saprolitiques du craton australien, empreinte superficielle dans les eaux de recharge circulant dans les aquifères sédimentaires des *Basin and Range* au Nevada, E.U.

Depuis 2016, le CONSOREM est mandaté pour développer cette méthode dans les contextes québécois. Il s'agit ici de détecter l'empreinte des gîtes dans l'aquifère de roc fracturé du Bouclier canadien, recouvert d'épaisseurs variables de sédiments glaciaires. Dans ce modèle, l'eau est échantillonnée à différentes profondeurs dans les forages après stabilisation de la nappe d'eau souterraine. Des études de cas ont été conduites en 2016, 2017 et 2018 sur deux gîtes de sulfure massif zincifère du camp de Matagami, Abitibi, ainsi que les deux gîtes d'or majeurs Windfall Lake et Pascalis des camps de Urban-Barry et Val-d'Or, respectivement. Ce « *proof-of-concept* » a été extrêmement concluant pour les gîtes de zinc. Un halo polymétallique, incluant Zn, a été clairement identifié dans l'environnement des deux gîtes, l'empreinte se fractionne et augmente en intensité dans les eaux profondes salines du Bouclier (> 1 km). Pour les gîtes d'or, l'empreinte aurifère mesurée dans l'environnement des gîtes est très discontinue et sporadique, même dans l'eau en contact direct avec les zones aurifères à haute teneur, l'or étant détecté dans seulement 7 échantillons sur 47. Au contraire, une empreinte en éléments « *pathfinder* » Ag, Sn, Sb, Ce, La, (Zn) beaucoup mieux marquée et continue est identifiée. L'analyse a montré que ces résultats mitigés concernant la détection de l'empreinte aurifère proviennent d'une part des perturbations hydrauliques causées par des forages en cours ou récents dans l'environnement immédiat, autrement dit une stabilisation insuffisante de la nappe d'eau souterraine et, d'autre part, de la limite de détection analytique encore trop élevée, bien que déjà aussi basse que 2 ppt.

La phase V se fixait donc pour objectif de réaliser de nouvelles études de cas sur des gîtes aurifères en corrigeant ces deux derniers points, c'est-à-dire en respectant des critères d'éloignement plus rigoureux vis-

à-vis des forages récents et en abaissant la limite de détection de l'or. Ceci a été rendu possible grâce à une nouvelle méthode analytique conçue à cet effet par le laboratoire ALS, où les processus sont optimisés pour les « *pathfinders* » aurifères communs et pour abaisser la limite de détection d'Au à 0.2 ppt !

Pour finir, il a été décidé d'expérimenter ce type de levé en conditions hivernales afin de profiter d'une meilleure accessibilité aux forages historiques – souvent très problématique lors des levés estivaux.

Cette nouvelle campagne d'acquisition de données d'hydrogéochimie souterraine a été réalisée en février et mars 2021, sur trois gîtes aurifères majeurs de l'Abitibi : Triangle-Plug 4, dans le camp de Val d'Or, Fénelon dans le camp de la Faille Sunday Lake (Détour), Windfall Lake, dans les camps de camp de Urban Barry. Au total 62 échantillons ont été prélevés dans 28 forages différents, à des profondeurs « *downhole* » comprises entre 190 et 1200 m. Un mode opératoire adapté aux conditions hivernales a été développé, ce qui permet de confirmer que cette période de l'année est la plus favorable pour ce type de levé. Le traitement des données n'est pas finalisé au moment de la rédaction de cette fiche, toutefois les résultats préliminaires montrent que l'or est détecté dans 36 échantillons, soit 62 %, contre 11 % lors de la campagne de 2018. Un halo aurifère ultratrace est détecté dans l'environnement des gîtes Fénelon et Windfall Lake. Ceci démontre d'ores et déjà que les efforts effectués pour améliorer la méthode, sur la résolution analytique et l'éloignement des forages récents, ont été concluants.

#### FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-06

##### **Objectifs**

- ◆ Développer la méthode d'exploration aurifère par l'hydrogéochimie souterraine ;
- ◆ Tester une modification des procédés : nouvelle méthode analytique, nouveaux critères de protection contre les perturbations hydrauliques causées par les forages récents ;
- ◆ Expérimenter le levé d'eau souterraine en conditions hivernales.

---

##### **Résultats (préliminaires)**

- ◆ Trois nouvelles études de cas autour de gîtes aurifères majeurs de l'Abitibi ;
- ◆ L'or est détecté dans 62 % des échantillons : validation de la méthode analytique et des critères de protection contre les perturbations hydrauliques ;
- ◆ Un halo aurifère est détecté autour des gîtes Windfall et Fénelon ;
- ◆ Complément de la base de données d'eau souterraine à haute résolution.

---

##### **Innovations**

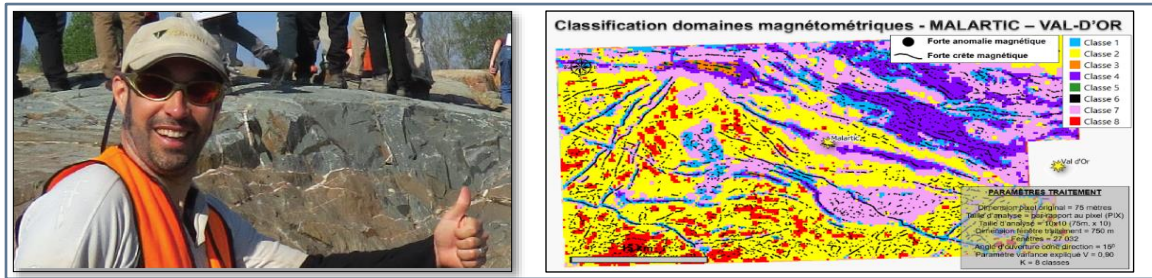
- ◆ Nouvelle méthode d'exploration avec protocoles d'échantillonnage, d'analyse et d'interprétation validés dans les contextes de l'exploration sur le territoire québécois.

---

##### **Produits livrés**

- ◆ 4 présentations ;
  - ◆ 1 rapport.
-

## Projet 2020-07 : Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel de prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – (Projet MISA – phase IV)



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

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

Le projet 2020-07 (Phase IV), en collaboration avec le réseau d'expertise en innovation minière MISA, a permis la poursuite du développement du logiciel prototypage « MagnetoModeleur » (projets 2017-01, 2018-01 et 2019-07). Le logiciel a été conçu spécifiquement pour l'aide à l'interprétation automatique et interactive des levés magnétométriques, autant à l'échelle régionale que locale. Le logiciel permet, par des techniques de segmentation d'images et de classification de 102 paramètres calculés sur des fenêtres de dimension déterminées par l'utilisateur, la délimitation de domaines magnétométriques. Les techniques de segmentation d'images implémentées combinent des processus existants (Pyradiomics: van Griethuysen et al., 2017; Zwanenburg et al., 2016) ou développés par CONSOREM (Lavoie et Allard, 2017). Le traitement classe alors les fenêtres statistiquement semblables en domaines magnétométriques. Pour cette phase, en plus des 3 collaborateurs initiaux, la compagnie Goldspot Discoveries Corp. a participé de manière ponctuelle au projet.

Lors de l'interprétation de levés magnétométriques, une partie du travail du géologue consiste à digitaliser le rubanement magnétique et la trajectoire des fortes anomalies. Ce rubanement a une incidence directe sur l'interprétation magnétométrique, structurale et géologique d'un territoire. Durant cette phase, l'objectif principal consistait à implémenter une méthodologie permettant la détection automatique, l'extraction, la vectorisation et l'exportation en format vectoriel des fortes anomalies magnétométriques « linéaires ». En plus de ce volet, d'autres nouveautés ont été implémentées. Voici la liste des objectifs réalisés dans le cadre de la phase IV du projet et des nouveautés implémentées dans la version 3.0. du logiciel prototypage :

1. Une méthodologie de détection, d'extraction, de vectorisation et d'exportation des fortes anomalies « linéaires » de type crête et de type bordure en format vectoriel (points et lignes) selon les algorithmes de Blakely (Blakely et Simpson, 1986) et la *Progressive Probabilistic Hough Transform (PPHT)* de Galambos et al. (1999);
2. Une méthodologie de traitement de filtrage de l'image sur les résultats de classification des domaines magnétométriques par une analyse des voisins (ou pixels) les plus proches;
3. L'implémentation d'un nouvel algorithme de classification, le modèle de mélange gaussien (<https://scikit-learn.org/>), avec la collaboration de Goldspot Discoveries Corp. et;
4. Une fonction d'exportation des résultats du traitement des 102 paramètres calculés par le logiciel prototypage, en une matrice en format. npz (Python).



Depuis 2010, environ 1 220 levés magnétométriques ont été effectués au Québec (Source: SIGEOM, 2021). Le logiciel prototypage CONSOREM MagnetoModeleur (VERSION 3.0.) sera un outil de plus en plus utilisé par les compagnies membres CONSOREM dans un futur rapproché. Avec cette phase, une étape importante de consolidation vient d'être franchie. Le logiciel prototypage permet maintenant :

- ♦ la délimitation et l'exportation de domaines magnétométriques, de manière automatique et interactive, en combinant des techniques existantes ou développées par CONSOREM;
- ♦ la reconnaissance des fortes anomalies magnétométriques (détection, extraction, vectorisation et exportation);
- ♦ l'utilisation des résultats des analyses dans tous les systèmes d'information géographiques (SIG ou GIS);
- ♦ une rapidité de traitement avec une analyse de levés couvrant de grandes surfaces en peu de temps.

Magnetomodeleur, version 3.0., représente bien l'avenir de l'exploration minérale : un outil innovant d'aide à l'interprétation, qui comble un besoin en exploration minérale par la compréhension de nouveaux territoires et l'aide à la recherche de nouveaux gisements.

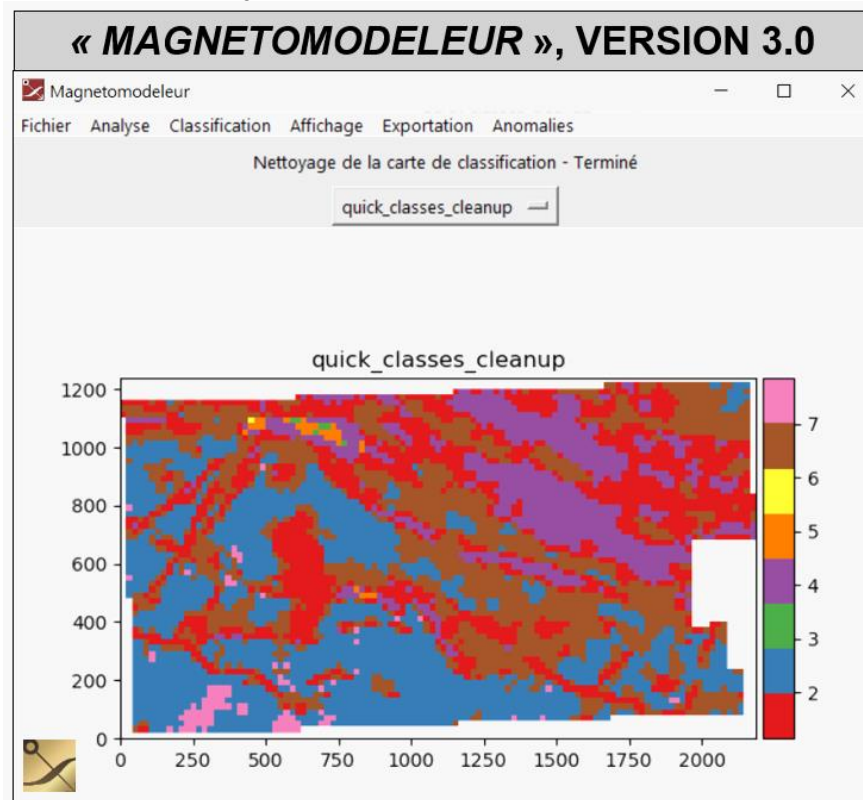


Figure 1 : Interface du logiciel prototypage « *MagnetoModeleur* », version 3.0.

## FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-07

<b>Objectifs</b>	Implémentation d'une méthodologie de détection automatique, d'extraction, de vectorisation et d'exportation en format vectoriel des fortes anomalies magnétométriques « <i>linéaires</i> » et consolidation du traitement existant.
<b>Résultats</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Méthodologie de détection, d'extraction, de vectorisation et d'exportation des fortes anomalies « linéaires » (crête et bordure) en format vectoriel (points et lignes) ;</li><li>♦ Méthodologie traitement de filtrage de l'image sur les résultats de classification par une analyse des voisins les plus proches ;</li><li>♦ Implémentation d'un nouvel algorithme de classification : Modèle de mélange gaussien (collaboration Goldspot) ;</li><li>♦ Une fonction d'exportation des résultats du traitement des 102 paramètres calculés en une matrice en format. npz (Python).</li></ul>
<b>Innovations</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Reconnaissance des fortes anomalies magnétométriques (détection, extraction, vectorisation et exportation) ;</li><li>♦ Développement d'un outil novateur, interactif, performant, compatible et unique pour l'aide à l'interprétation automatique des levés magnétométriques.</li></ul>
<b>Produits livrés</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>♦ Exécutable logiciel prototypage « MAGNETOMODELEUR » VERSION 3.0. ;</li><li>♦ Présentations Microsoft® PowerPoint ;</li><li>♦ Rapport technique ;</li><li>♦ Atelier d'accompagnement pour l'utilisation du logiciel prototypage.</li></ul>

## RÉFÉRENCES :

D'Amours, I., Intissar, R., 2012. Levé magnétique hélicoptère dans le secteur de Malartic, Abitibi. MRNF. DP 2012-04, 6 pages et 2 plans.

Lavoie, J. et Allard, M., 2018. Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution. Rapport, Projet CONSOREM 2017-01, 63 pages.

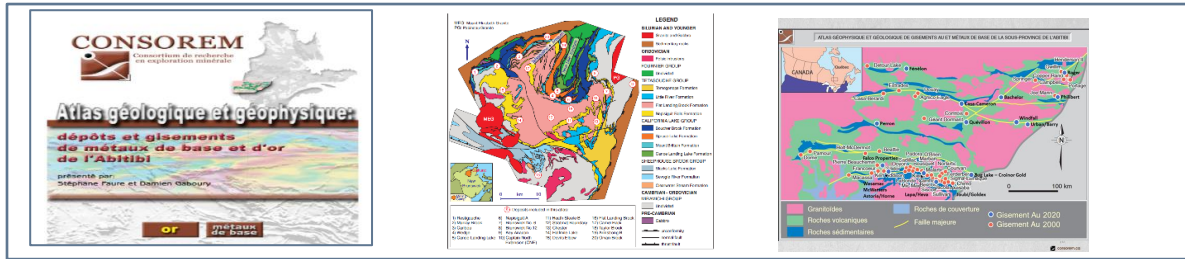
Van Griethuysen, J. J. M., Fedorov, A., Parmar, C., Hosny, A., Aucoin, N., Narayan, V., Beets-Tan, R. G. H., Fillon-Robin, J. C., Pieper, S., Aerts, H. J. W. L., 2017. Computational Radiomics System to Decode the Radiographic Phenotype. *Cancer Research*, 77(21), e104–e107. <https://cancerres.aacrjournals.org/content/77/21/e104>

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

<https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.mixture.GaussianMixture.html>

<https://sigeom.mines.gouv.qc.ca/>

## Projet 2020-08 : Atlas géologique et géophysique des dépôts et gisements de métaux usuels et aurifères de l'Abitibi : mise à jour et numérisation pour utilisation en IA



Par : **Théo Hénault**, Assistant de recherche, **CONSOREM** et **Dominique GENNA**, géo, Ph.D., **CONSOREM**

Un atlas géologique et géophysique des gisements de métaux usuels et aurifères de la sous-province d'Abitibi a été réalisé par le CONSOREM en 2000 (Faure et Gaboury, Projet 2000-01). L'atlas, divisé en fiches descriptives statiques, a été bâti à partir des données de l'époque et était, par manque d'informations disponibles, parfois incomplet.

Le projet 2020-08 est la relance de ce projet pour en faire la mise à jour, en version numérique, en valorisant les récents levés géophysiques de plus grandes définitions. L'engouement pour l'utilisation des méthodes d'apprentissage machine (AM) appliquées à l'exploration minière offre une opportunité intéressante de bâtir une banque de données du signal géophysique associé à des gisements de référence.

Les objectifs de ce projet sont : (1) l'actualisation de l'Atlas géologique et géophysique pour les gisements polymétalliques et aurifères en Abitibi, (2) réflexion sur le format d'une base de données géophysique en vue de l'utilisation par une intelligence artificielle (IA); (3) la création d'un outil de génération de cibles géophysiques grâce à l'AM.

Ainsi, une large campagne de compilation de données (250 Go de données) du SIGEOM (+250GM) et de nos partenaires a permis de rassembler une suite complète de données géophysiques (levés magnétométriques, électromagnétiques, polarisation provoquée, gravimétriques) provenant de 113 gîtes et gisements (Figure 1). Seul le premier objectif du projet a été atteint. Cette banque de données pourra être valorisée dans des projets CONSOREM futurs. Ce projet spécial est en mode continu et pourra être retravaillé dans les prochaines années selon les opportunités en ressources humaines et financières.

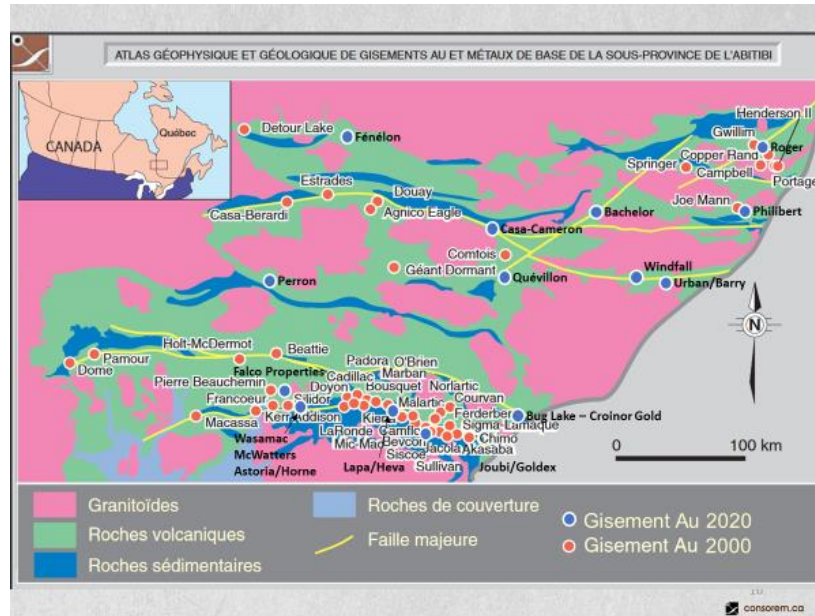


Figure 1 : Gisements en Au répertoriés en 2020

#### FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-08

##### Objectifs

- ◆ Actualisation de l'Atlas Géologique et Géophysique pour les gisements polymétalliques et aurifères en Abitibi;
- ◆ Réflexion sur le format d'une base de données géophysique en vue de l'utilisation par une intelligence artificielle (IA);
- ◆ Création d'un outil de génération de cibles géophysiques grâce à l'AM.

##### Résultats

- ◆ Plus de 250 Go de données (magnétométrie, électromagnétique, polarisation provoquée, gravimétrie);
- ◆ Au total +250 GM compilés, incluant 150 GM avec données géophysiques complètes
- ◆ 113 gisements/zones d'intérêt répertoriés;

##### Innovations

- ◆ Création d'une banque de données géophysique de la signature des gisements de l'Abitibi.

##### Produits livrés

Banque de données numériques, rapport préliminaire.

## Projet 2020-09 : Accompagnements en entreprise



Les activités d'**accompagnement** sont des formations sur mesure pour favoriser le transfert des connaissances vers l'industrie et les discussions avec les géologues. C'est à chaque membre industriel de choisir l'atelier ou la thématique de leur formation d'une demi-journée parmi la liste proposée. Ces formations se font habituellement au siège social des entreprises, en personne, mais ont plutôt été réalisées avec succès en mode virtuel cette année. Les choix proposés cette année étaient les suivants :

**1 Choisir un atelier logiciel parmi les suivants :**

- ◆ Logiciel LithoModeleur (version 4.0.2)
- ◆ Logiciel de potentiel minéral (version 2.0.4)
- ◆ Logiciel MagnetoModeleur (version 2.0.1)

**OU**

**2 Choisir un atelier thématique parmi les suivants :**

- ◆ Atelier sur les veines
- ◆ Atelier sur les VMS
- ◆ Atelier sur les simulations conditionnelles
- ◆ Atelier sur le ciblage par traitement statistique de la géochimie des sédiments de fond de lac
- ◆ Atelier sur l'utilisation des éléments semi-volatils en exploration minérale
- ◆ Atelier environnement secondaire appliqué à l'exploration aurifère
- ◆ Atelier de formation et exploration des gîtes aurifères orogéniques au Québec
- ◆ Atelier : Plutonisme et minéralisation

**OU**

**3 Choisir trois projets à thématique commune parmi tous les projets réalisés au CONSOREM depuis 2000.**

**OU**

**4 Choisir trois projets sans thématique commune parmi tous les projets réalisés au CONSOREM depuis 2000.**

Figure 4 : Choix des formations proposées en 2020-2021

Le tableau suivant présente la liste des 6 ateliers et du projet à thématique commune pour les accompagnements offerts aux membres du CONSOREM pour l'année 2020-2021.

Tableau 6 : Projets et ateliers présentés lors des accompagnements par visioconférence

<b>Atelier logiciel</b>	<b>Nombre de présentations</b>
Logiciel LithoModeleur (version 4.0.2)	5
Logiciel MagnetoModeleur (version 2.0.1)	4
Logiciel de potentiel minéral (version 2.0.4)	3
<b>Atelier thématique</b>	<b>Nombre de présentations</b>
Atelier plutonisme et minéralisation	1
Atelier environnement secondaire appliqué à l'exploration aurifère	1
Atelier sur les simulations conditionnelles	1
<b>Projets à thématique commune</b>	<b>Nombre de présentations</b>
Un seul projet demandé : (2018-07: Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill; 2015-04 Stratégies d'exploration pour les gîtes EGP-Au-Cu (et Ni-Cu) dans la Fosse du Labrador ; 2008-11 Fertilité des intrusions mafiques - ultramafiques pour le Cu-Ni)	1
<b>Projets sans thématique commune</b>	<b>Nombre de présentations</b>
Sans thématique commune	0
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>

#### FICHE SOMMAIRE PROJET 2020-09

##### *Objectifs*

- ◆ Transfert des connaissances vers l'industrie en favorisant les discussions et échanges avec les géologues des entreprises membres ;
- ◆ Formation continue sur mesure dans les bureaux des entreprises ;
- ◆ Présenter des projets choisis par les membres parmi tous ceux réalisés au cours des 20 années d'existence du CONSOREM ;
- ◆ Regrouper, revoir et présenter plusieurs projets des années antérieures dans une demi-journée de séances thématiques choisies par les membres ou d'ateliers thématiques proposés par les chercheurs ;
- ◆ Apprendre le fonctionnement des logiciels de prototypage développés par le CONSOREM.

##### *Résultats*

- ◆ 11 rencontres par ZOOM ;
- ◆ 14 entreprises d'exploration et un organisme gouvernemental rejoints ;
- ◆ 12 présentations d'ateliers logiciels ;
- ◆ 3 présentations d'ateliers thématiques ;
- ◆ 1 projet à thématique commune ;
- ◆ 148 participants au total.

##### *Produits livrés*

- ◆ Formation continue sur mesure ;
- ◆ Présentations *PowerPoint* des projets aux membres ;
- ◆ Enregistrement des ateliers ;
- ◆ Données pour exercices avec logiciels

## 6. 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 des présentations de résultats sur mesure (voir **projet 2020-09**);
- ♦ 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.

Le tableau suivant présente la liste des **14** rencontres d'accompagnement tenues par visioconférences ZOOM. Au total, **129** participants étaient présents aux accompagnements cette année en direct et **19** participants ont visionné une formation enregistrée ne pouvant être présent la journée de l'accompagnement. Les enregistrements des formations ont permis d'atteindre un plus grand nombre de participants. Par comparaison en 2019-2020, un total de 75 participants avaient suivi nos formations et cette année nous avons doublé le nombre de participants (148 participants). L'enregistrement de la formation LithoModeleur a été très apprécié par certaines entreprises pour former de nouveaux employés à l'utilisation du logiciel.

Tableau 7 : Liste des rencontres d'accompagnement

DATE	FORMATEUR(S)	ENTREPRISE	NOMBRE PARTICIPANTS
9 décembre 2020	Morgane Gigoux	Minière O3	16
10 décembre 2020	Jérôme Lavoie	SOQUEM et Agnico Eagle	17
15 décembre 2020	Sylvain Rafini	Alamos Gold	20
21 janvier 2021	Jérôme Lavoie	Arianne Phosphate et Ressources Falco	4
3 février 2021	Sylvain Rafini	Probe Metals	11
4 février 2021	Dominique Genne et Jérôme Lavoie	Exploration Midland	7
9 février 2021	Morgane Gigoux	Minière Osisko	10
7 mars 2021, 8 et 9 mars 2021	Visionnement de l'enregistrement de la formation de Morgane Gigoux	Minière Osisko	19
10 février 2021	Jérôme Lavoie	EldoradoGold Lamaque	6
16 février 2021	Morgane Gigoux	MERN et Innovexplo	20
19 février 2021	Sylvain Trépanier	Exploration Laurentia et Corporation métaux précieux du Québec	20
22 février 2021	Sylvain Trépanier	Glencore	2

L'exercice de la **programmation scientifique** vise à discuter des problématiques et des enjeux propres au domaine de la recherche appliquée à 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 différente. Le tableau 8 précise les modifications apportées au processus de la programmation scientifique.

La première étape s'est déroulée sous la forme d'un sondage qui a été acheminé aux représentants du CGS des **18** entreprises membres dont **3** entreprises nouvellement membres (Wallbridge, Yamana Gold, Canadian Royalties) 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 **12** nouvelles propositions de projet et de reconduire **13** idées de projets non réalisés des années antérieures pour un total de **25** projets.

Par la suite, une première rencontre par visioconférence avec **29** participants (Tableau 9) a eu lieu pour discuter des nouvelles idées de projets le 25 février 2021 puis, une seconde rencontre virtuelle le 23 mars 2021 a eu lieu avec **28** participants (Tableau 10) afin de présenter la liste courte des projets regroupés par bloc thématique. Le vote de sélection finale a été effectué en ligne du 23 au 26 mars 2021.

Tableau 8 : Étapes de la programmation scientifique 2021-2022 par rapport à 2020-2021

Étapes 2021-2022	Étapes 2020-2021
<b>ÉTAPE 1.</b> 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 ( <b>25 janvier 2021 au 15 février 2021</b> );	Tournée de programmation scientifique en février 2020
<b>ÉTAPE 2.</b> Rédaction par les chercheurs du CONSOREM de fiches qui résument les nouveaux projets (objectif, proposition de méthodologie, résultats attendus, etc.). ( <b>15 février au 25 février 2021</b> );	Idem
<b>ÉTAPE 3.</b> Réunion du Comité de gestion scientifique le <b>25 février 2021</b> par visioconférence ZOOM pour discuter en groupe des propositions de projets (longue liste de 25 projets);	Réunion en <b>présence</b> du CGS à l'UQAM dans le cadre du Forum minier CONSOREM/UQAM
<b>ÉTAPE 4.</b> Sondage via la plate-forme Google Drive pour la présélection de 15-16 projets à partir de la longue liste modifiée (selon commentaires membres) ( <b>8 mars au 19 mars 2021</b> );	Idem
<b>ÉTAPE 5.</b> Présentation des 15-16 projets retenus à partir du vote de présélection ( <b>23 mars 2021 en avant-midi</b> ) par visioconférence ZOOM. 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.	Réunion en <b>présence</b> du CGS suivant la livraison des projets de l'année 2019 et proposition des blocs thématiques aux membres pour les regrouper.
<b>ÉTAPE 6.</b> Vote pour la sélection finale des projets 2021 par le biais de la plateforme SURVEY MONKEY ( <b>23 au 26 mars 2021</b> ).	Idem



Tableau 9 : Liste des participants à la réunion virtuelle du CGS du 25 février 2021

Prénom, Nom	Entreprise
Anthony Franco De Toni	SOQUEM
Evan Slater	Wallbridge
Claude Pilote	Ressources Falco
Jean-Philippe Fleury	Harfang Exploration
Jean-François Larivière	Exploration Midland
Luc Théberge	Probe Metals
Nancy Lafrance	EldoradoGold Lamaque
Olivier Côté-Mantha	Agnico Eagle
Sébastien Vigneault	Minière O3
Pascal Lessard	Glencore
Maxime Boisvert	Canadian Royalties
Circé Malo Lalande	Canadian Royalties
Carlos Gustavo Durieux	InnovExplo
Simon Comtois-Urbain	Alamos Gold
Édouard Côté-Lavoie	Minière Osisko
Sharman Libby	BHP
Catherine Phaneuf	Abitibi Géophysique
<b>Total membres industriels</b>	<b>16 entreprises sur 18 invitées</b>
Benoît Dubé	Commission géologique du Canada
Yannick Daoudene	MERN
Stéphane de Souza	UQAM
Mac Legault	UQAT
Réal Daigneault	UQAC
<b>Total membres gouvernementaux et universitaires</b>	<b>5 sur 5 invités</b>
<b>Équipe CONSOREM</b>	
Benoît Lafrance	Directeur
Morgane Gigoux	Chercheure
Jérôme Lavoie	Chercheur
Dominique Genna	Chercheur
Brigitte Poirier	Adjointe à la direction
Sylvain Trépanier	Chercheur associé
Jean Goutier	Chercheur associé
Michel Allard	Chercheur associé

Tableau 10 : Liste des participants à la réunion virtuelle du CGS du 23 mars 2021

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 Larivière	Exploration Midland
Catherine Phaneuf	Abitibi Géophysique
Nancy Lafrance	Eldorado Gold Lamaque
Fabien Solgadi	MERN
Rose-Anne Bouchard	Minière Osisko
Sébastien Vigneault	Minière O3
Simon Comtois-Urbain	Alamos Gold
Libby Sharman	BHP
Pascal Lessard	Glencore
<b>Total</b>	<b>15 entreprises sur 18 invités</b>
Michel Jébrak	UQAM
Marc Legault	UQAT
Isabelle Cadieux	SIDEX
Benoît Dubé	CGC
<b>Total membres gouvernementaux et universitaires</b>	<b>4</b>
Jérôme Lavoie	Chercheur
Dominique Genna	Chercheur
Morgane Gigoux	Chercheur
Silvain Rafini	Chercheur
Sylvain Trépanier	Chercheur
Jean Goutier	Chercheur associé
Michel Allard	Chercheur associé
Benoît Lafrance	Directeur
Brigitte Poirier	Adjointe

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 11). Ces réunions sont habituellement au nombre de 5 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 séparés en deux demi-journées consécutives cette année augmentant le nombre de réunion à **8**.

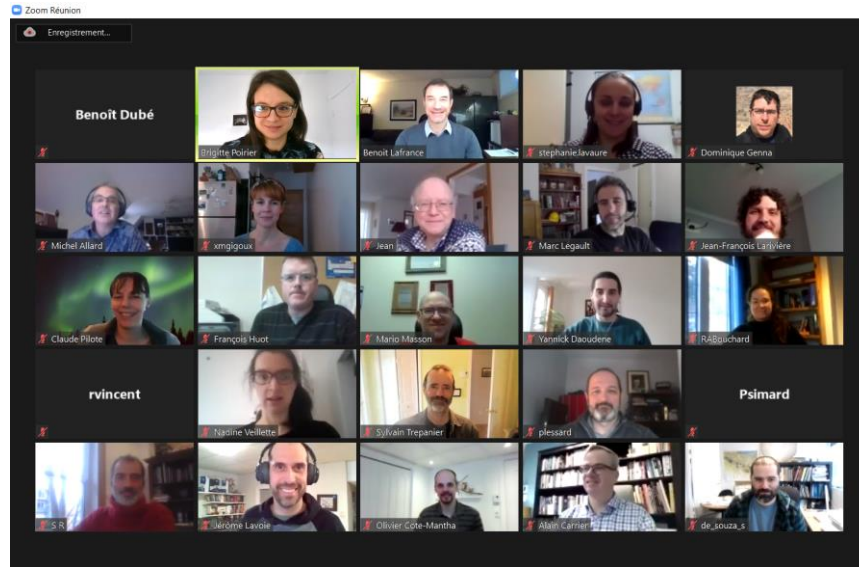
La première rencontre permet aux chercheurs de présenter la faisabilité des projets de la nouvelle programmation scientifique du CONSOREM (9 et 10 septembre 2020). La deuxième rencontre permet de faire le suivi de l'avancement des projets (2 et 3 décembre 2020). La troisième (25 février 2021) et la quatrième (23 mars 2021) rencontres permettent de proposer et de sélectionner la programmation scientifique de l'année à venir et la cinquième rencontre de présenter la livraison des résultats des projets de l'année en cours (28 et 29 avril 2021).

Tableau 11 : Réunions du comité de gestion scientifique (CGS) du CONSOREM et participants

DATE	DÉTAILS	MEMBRES PRÉSENTS	Nb. PARTICIPANTS
9 septembre 2020	Réunion du comité de gestion scientifique : faisabilité des projets 2020 <b>Séance 1 – par visioconférence</b>	Abitibi Géophysique (1); Arianne Phosphate (1); Agnico Eagle (1); Alamos Gold (1); Corporation métaux précieux du Québec (1); Eldorado Gold Lamaque (1); Exploration Midland (1); Glencore (1), Harfang Exploration (2), InnovExplo (2), Minière Osisko (1), Minière O3, Probe Metals (1), SOQUEM (2);  Commission géologique du Canada (2); UQAC (1) UQAM (2) UQAT (1)	22
10 septembre 2020	Réunion du comité de gestion scientifique : faisabilité des projets 2020 <b>Séance 2 – par visioconférence</b>	Abitibi Géophysique (1); Arianne Phosphate (1); Agnico Eagle (1); Alamos Gold (1); Corporation métaux précieux du Québec (1); Exploration Midland (1); Exploration Laurentia (1); Glencore (1); InnovExplo (1); Minière Osisko (1); Minière O3 (1); Probe Metals (1); Ressources Falco (1); SOQUEM (2)  Commission géologique du Canada (2); UQAM (2) UQAT (1).	20
2 décembre 2020	Présentation de la mi-parcours des projets 2020 <b>Séance 1 – par visioconférence</b>	Abitibi Géophysique (1); Arianne Phosphate (1); Agnico Eagle (1); Alamos Gold (1); Corporation métaux précieux du Québec (1); Eldorado Gold Lamaque (1), Exploration Midland (2); Glencore (1), Harfang Exploration (1), InnovExplo (2), Minière Osisko (1), Minière O3 (1), Probe Metals (1), Ressources Falco (1); SOQUEM (3);  Commission géologique du Canada (2); UQAC (1); UQAT (1); MERN (3)	25
3 décembre 2020	Présentation de la mi-parcours des projets 2020 <b>Séance 2 – par visioconférence</b>	Abitibi Géophysique (1); Arianne Phosphate (1); Agnico Eagle (1); Alamos Gold (1); Corporation métaux précieux du Québec (1); Eldorado Gold Lamaque (1), Exploration Midland (2); Glencore (1), Harfang Exploration (2), InnovExplo (2), Minière Osisko (2), Minière O3 (1), Probe Metals (1), Ressources Falco (1); SOQUEM (3);  Commission géologique du Canada (2); UQAT (1), UQAM (1); MERN (2)	27
25 février 2021	Réunion du comité de gestion scientifique : programmation scientifique 2021-2022 par visioconférence ZOOM pour discuter des propositions de projets (longue liste de 25 projets).	Abitibi Géophysique (1); Agnico Eagle (1); Alamos Gold (1); BHP (1); Canadian Royalties (2); Eldorado Gold Lamaque (1), Exploration Midland (1); Glencore (1), Harfang Exploration (1), InnovExplo (1), Minière Osisko (1), Minière O3 (1), Probe Metals (1), Ressources Falco (1); SOQUEM (1); Wallbridge (1)  Commission géologique du Canada (1); UQAC (1); UQAM (1); UQAT (1); MERN (1)	22

Tableau 11 (suite) : Réunions du comité de gestion scientifique (CGS) du CONSOREM et participants

DATE	DÉTAILS	MEMBRES PRÉSENTS	Nb. PARTICIPANTS
23 mars 2021	Réunion du comité de gestion scientifique pour présenter les 15-16 projets retenus à partir du vote de présélection regroupés par blocs thématiques.	Abitibi Géophysique (1); Alamos Gold (1); BHP (1); Canadian Royalties (1); Eldorado Gold Lamaque (1), Exploration Midland (1); Glencore (1), Harfang Exploration (1), InnovExplo (1), Minière Osisko (1), Minière O3 (1), Probe Metals (1); SOQUEM (1); Wallbridge (1)  Commission géologique du Canada (1); UQAM (1); UQAT (1); MERN (1), SIDEX (1)	19
28 avril 2021	Réunion du comité de gestion scientifique : livraison des projets 2020 <b>Séance 1 – par visioconférence</b>	Abitibi Géophysique (2); Ariane Phosphate (2); Agnico Eagle (1); Alamos Gold (2); Corporation métaux précieux du Québec (1); Exploration Midland (2); Eldorado Gold Lamaque (1); Glencore (2); Harfang exploration (1); InnovExplo (1); Minière Osisko (1); Minière O3 (2); Probe Metals (2); Ressources Falco (1); SOQUEM (3)  Commission géologique du Canada (2); UQAC (1); UQAM (2) UQAT (1), MERN (4)  Groupe MISA (1), SIDEX (1);	36
29 avril 2021	Réunion du comité de gestion scientifique : livraison des projets 2020 <b>Séance 2 – par visioconférence</b>	Abitibi Géophysique (1); Ariane Phosphate (2); Agnico Eagle (1); Alamos Gold (2); Corporation métaux précieux du Québec (1); Exploration Midland (2); Eldorado Gold Lamaque (1); Glencore (2); Harfang exploration (1); InnovExplo (1); Minière Osisko (1); Minière O3 (3); Probe Metals (2); Ressources Falco (2); SOQUEM (2);  Commission géologique du Canada (2); UQAM (2); UQAT (1), MERN (3)  Groupe MISA (1); SIDEX (1);	33



Réunion de la mi-parcours du 3 décembre 2020, par visioconférence ZOOM

## 7. 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 autre, 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 minière (Tableau 12). 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. Cette année, ces activités ont eu lieu de manière virtuelle ::


- ♦ **Forum technologique CONSOREM dans le cadre d'ExploAbitibi Virtuel 2020;**
- ♦ **Participation à une session de conférences, Québec Mines + Énergie Virtuel 2020;**
- ♦ **Forum CONSOREM-UQAM Virtuel 2020;**
- ♦ **Participation au congrès du PDAC Virtuel 2020 comme exposant en collaboration avec le MERN.**

Tableau 12 : Synthèse des activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique

DATE	ACTIVITE	PARTICIPANTS
26 mai 2020	18 <sup>e</sup> Forum technologique CONSOREM – Explo Abitibi Virtuel	197
18 novembre 2020	Québec Mines + Énergie Virtuel 2020 Session de conférences : Le CONSOREM : 20 ans d'innovations !	563 inscriptions
17 février 2021	Forum CONSOREM-UQAM – Virtuel – Atelier « Les granitoïdes »	176 (211 inscriptions)
17 février 2021	Forum CONSOREM-UQAM – Virtuel – Session de conférences « L'innovation en développement minéral : développement et perspective »	207 (241 inscriptions)
8 au 11 mars 2021	PDAC – 2021 – Virtuel – Kiosque virtuel du CONSOREM au sein du kiosque du MERN, animé par intervenants du MERN	106 visites du kiosque du MERN au PDAC

## 18<sup>e</sup> Forum technologique CONSOREM 2020

Le 18<sup>e</sup> Forum technologique CONSOREM s'est tenu le 26 mai 2020 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 197 participants ainsi que 8 conférenciers étaient présents. Pour la première fois dans le cadre du Forum technologique, une session spéciale sous forme de panel de discussion animée par le Chercheur Jérôme Lavoie a été présentée (Figure 5). Les trois participants experts en intelligence artificielle (IA) ont discuté de l'importance des données géologiques de départ pour la réalisation de modèle avec IA.



BLOC A		
09h35	<b>Benoit Lafrance</b> Directeur <b>CONSOREM</b>	Mot de bienvenue
09h45	<b>Morgane Gigoux</b> Chercheure <b>CONSOREM</b>	Typologie des intrusions felsiques à intermédiaires pour l'exploration à l'Archéen
10h15	<b>François Huot</b> Chef géologue, <b>Harfang Exploration</b>	Le projet Serpent (Eeyou Istchee Baie-James) : De l'or dans un contexte métallogénique atypique
10h55	<b>Jonathan Marleau</b> Candidat M.Sc., Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, <b>UQAM</b>	Les minéralisations aurifères dans la ceinture de roches vertes de la Haute Eastmain : Identifier les pièges stratigraphiques et structuraux pour l'or dans des terrains au faciès des amphibolites
11h25	<b>Normand Champigny</b> Chef de la direction, <b>Corporation Métaux Précieux du Québec</b>	Corporation Métaux Précieux du Québec : à la recherche de la prochaine mine d'or à la Baie-James
BLOC B		
13h06	<b>Dominique Genna</b> Chercheur et Professeur sous octroi, <b>CONSOREM-UQAC</b>	Fertilité des horizons métallifères intervalcaniques pour l'exploration des Sulfures Massifs Volcanogènes
13h35	<b>Quentin Fayard</b> Candidat, M.Sc., Département des sciences appliquées, <b>UQAC</b>	B26, un gîte de SMV argentifère Archéen dans le complexe volcanique de Brouillan
14h15	<b>Evan Slater</b> Géologue sénior de projet, <b>Wallbridge</b> <b>Luiz Felipe Salim Amaral</b> Géologue de projet, <b>Wallbridge</b>	Découverte et développement le long du corridor aurifère Détour-Fénélon, la ceinture aurifère émergente de l'Abitibi-Nord
14h45	<b>Animateur</b> <b>Jérôme Lavoie</b> Chercheur <b>CONSOREM</b>  <b>Spécialistes IA</b> <b>Martin Blouin</b> Président et directeur du développement en IA, <b>Geolearn</b>  <b>Vincent Dubé-Bourgeois</b> Chef des opérations, <b>GoldSpot Discoveries</b>  <b>Jean-Philippe Paiement</b> Directeur services-conseils, <b>Mira Geoscience</b>	Panel de discussion : Les données géologiques et les connaissances géologiques en IA: le nerf de la guerre ?

Figure 5 : Programme du 18<sup>e</sup> Forum Technologique CONSOREM 2020

## Québec Mines + Énergie Virtuel 2020

Québec Mines +Énergie Virtuel 2020 a eu lieu, le 18 novembre 2020. Le congrès a toutefois réduit ses activités pour offrir uniquement des sessions de conférences. Cette année, étant donné qu'il n'y avait pas d'atelier de formation dans le cadre du congrès virtuel 2020, l'équipe du CONSOREM a décidé de proposer une session de conférences visant à souligner les 20 ans d'innovations du CONSOREM. Il y a eu un total de 563 inscriptions pour cette session de conférences qui fût un franc succès malgré les circonstances. La figure 6 présente le programme ainsi que le résumé de cette session de conférences qui a été animée par Benoit Lafrance, directeur du CONSOREM et Michel Jébrak, professeur émérite, à l'UQAM.



The image shows a program flyer for a virtual conference. At the top, it features the logo for 'Québec Mines + Énergie' (QME) and the event title 'Le rendez-vous VIRTUEL 2020'. Below this, there are portraits and names of the session chairs: Benoit Lafrance, Directeur CONSOREM, and Michel Jébrak, Professeur et vice-recteur à la recherche et à la création UQAM. The main title of the session is 'Le CONSOREM : 20 ans d'innovations', dated '18 Novembre 2020, 13h30 à 15h30 par visioconférence'. A list of presentations follows, each with a time slot, a topic, and the presenter's name. At the bottom, there is information about the session being part of the 'Québec Mines + Énergie - Virtuel' event, with a registration link and the QME logo.

**QME**  
Québec Mines + Énergie  
Le rendez-vous  
**VIRTUEL 2020**

**Benoit Lafrance** | **Michel Jébrak**  
Directeur  
CONSOREM | Professeur et vice-recteur  
à la recherche et à la  
création  
UQAM

**CONSOREM**  
Consortium de recherche  
en exploration minérale  
20e anniversaire!

**Le CONSOREM : 20 ans d'innovations**  
**18 Novembre 2020, 13h30 à 15h30 par visioconférence**

**Présidents de session : Benoit Lafrance et Michel Jébrak**

**13h30** **Le défi de la concertation dans les partenariats de recherche appliquée : les 20 ans de CONSOREM**  
**Réal Daigneault (UQAC)**

**13h50** **Vingt ans d'innovations en lithogéochimie au CONSOREM**  
**Sylvain Trépanier (CONSOREM)**

**14h10** **Système hydrothermal et failles synvolcaniques dans les principaux camps de sulfures massifs volcanogènes de l'Abitibi.**  
**Stéphane Faure (InnovExplo)**

**14h30** **Déterminer l'efficacité d'un système hydrothermal volcanogène : tour d'horizon de 20 ans de recherche au CONSOREM**  
**Dominique Genna (CONSOREM/UQAC)**

**14h50** **Recherche et développement sur l'or orogénique au Québec : l'apport du CONSOREM**  
**Silvain Rafini (CONSOREM/UQAC)**

**15h10** **CONSOREM : 20 ans de collaboration, de réalisations et d'innovations intégrées aux travaux d'exploration de SOQUEM.**  
**Serge Perreault (SOQUEM)**

**15h25** **L'innovation au CONSOREM**  
**Benoit Lafrance (CONSOREM)**

**Session de conférences dans le cadre de Québec Mines + Énergie - Virtuel**  
**Inscription en ligne:**  
<https://mern.gouv.qc.ca/quebec-mines-energie-lance-rendez-vous-virtuel-2020>

**QME**  
Québec Mines + Énergie  
Le rendez-vous  
**VIRTUEL 2020**

*Cette session de conférence vise à souligner les 20 ans du Consortium de recherche en exploration minérale (CONSOREM) en présentant certains des projets et chercheurs marquants qui se sont succédé depuis ses débuts. Au fil des années, cette structure de recherche appliquée qui est constituée de membres industriels, universitaires et gouvernementaux, a su répondre aux besoins de l'industrie par la réalisation de projets novateurs et par la formation et le transfert vers la communauté géoscientifique. Ce sera donc l'occasion de découvrir, pour la jeune génération, ou de redécouvrir plusieurs des outils et résultats significatifs qui ont été développés par le CONSOREM.*

Figure 6 : Programme de la session de conférences « Le CONSOREM : 20 ans d'innovations »

## Forum et atelier CONSOREM-UQAM 2021

Le **Forum CONSOREM-UQAM Virtuel** a eu lieu le 17 février 2021. Un total de **176** participants ont pris part en avant-midi à l'atelier qui s'est déroulé en deux parties : Partie I présentée par le Professeur Jean-François Moyen de l'Université Jean Monnet Saint-Étienne, « Classer les granitoïdes : pourquoi et comment? » et la Partie II offerte par la chercheuse Morgane Gigoux du CONSOREM, « Les granitoïdes archéens en exploration au Québec (Abitibi- Baie-James) » (Figure 7). L'atelier a été suivi en après-midi par le Forum CONSOREM-UQAM sous le thème « L'innovation en exploration minérale : développement et perspectives » (Figure 8). Sept conférenciers ont pris part à l'événement et un total de **207** participants se sont connectés via la plate-forme ZOOM pour assister aux conférences.

**ATELIER** **UQAM**  
**CONSOREM**

17 FÉVRIER 2021  
9 h  
Par visioconférence ZOOM

**Partie I**  
**Classer les granitoïdes : pourquoi, comment ?**

La première partie de l'atelier vise à présenter des approches essentiellement pétrochimiques pour proposer une typologie des granitoïdes. On discutera la signification de quelques termes communs (alcalin, calco-alcalin...), les principaux paramètres qui permettent de classer les granitoïdes, leur lien avec la minéralogie et leur signification pétrogénétique. On présentera aussi la façon dont il est possible de construire des diagrammes qui mettent ces propriétés en évidence, et quelques outils logiciels à cette fin. Enfin, on discutera des applications de ces approches aux granitoïdes Archéens.

**Jean-François Moyen**  
Université Jean Monnet  
Saint-Étienne

**Partie II**  
**Les granitoïdes archéens en exploration au Québec (Abitibi, Baie-James)**

**Morgane Gigoux**  
CONSOREM

Cette seconde partie de l'atelier propose de nouvelles approches de discrimination et de classification des plutons pour l'exploration à l'Archéen. Elles s'inspirent notamment des travaux réalisés par Jean-François Moyen et son équipe de recherche française (Moyen, 2011; Laurent et al., 2014; Moyen et al., 2018).

Bien qu'ils possèdent un potentiel minier important, les plutons de l'Abitibi restent mal connus. Deux familles ont été étudiées au cours du projet Consorem 2018-02, les incontournables tonalite-trondhémite-granodiorite (TTG) et les sulfureux sanukitoïdes (SNK). Ce travail est basé sur un ensemble de données lithogéochimiques et géochronologiques déjà disponibles pour plusieurs plutons répartis sur tout le territoire abitibien (SIGEOM, compagnies membres, travaux universitaires, projets Consorem). Trois approches ont été spécifiquement utilisées : (1) l'utilisation des pressions de cristallisation des magmas selon la méthode de Yang (2017) ; (2) la détermination des sources dans des diagrammes de classification géochimiques utilisant les éléments majeurs et traces (Laurent et al., 2014, Moyen, 2019); (3) l'utilisation de la classification du potentiel métallogénique des rhyolites (Leshner et al., 1985; Hart et al., 2004; Gaboury et Pearson, 2008). Ces approches ont été appliquées sur les plutons de la Baie-James dans une perspective de ciblage dans le cadre du projet Consorem 2019-01.

**CONSOREM**  
Consortium de recherche  
en exploration minérale

Inscrivez-vous en ligne avant le 16 février 2021

Figure 7 : Affiche atelier du Forum CONSOREM-UQAM, *Virtuel*



# FORUM

## CONSOREM

17 FÉVRIER 2021  
13 h  
Par visioconférence ZOOM

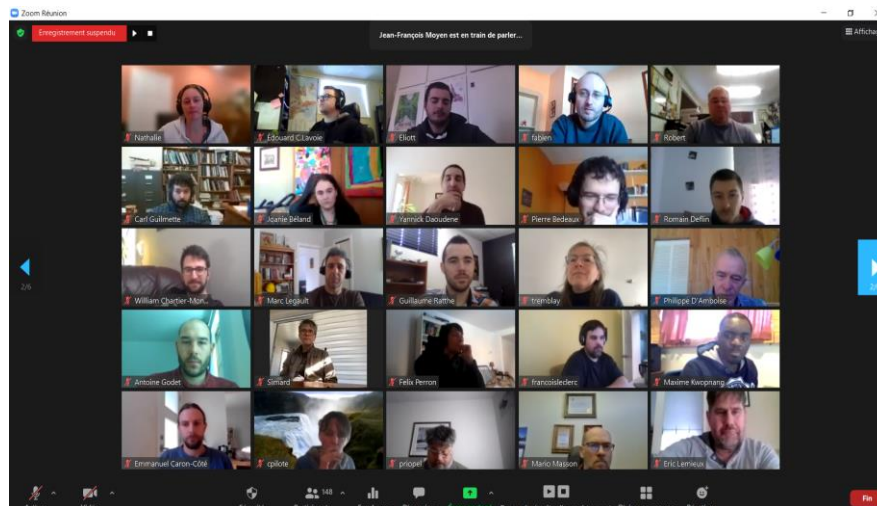
### L'innovation en exploration minérale : développements et perspectives

Le renouvellement des ressources minérales constitue le cœur du travail des géologues d'exploration. L'exigence d'innovation provient de la dissonance entre les faits et leur représentation, entre les besoins et les techniques disponibles. A la fois processus et résultat, l'innovation en exploration repose sur des modèles et des techniques. Les modèles d'exploration, constructions à la fois scientifiques, économiques et culturelles, portent sur de nouveaux territoires, de nouveaux gisements et résultent souvent de nouvelles méthodes d'observation. Les techniques d'exploration ont bénéficié de l'intégration des données, de l'accélération des traitements, mais aussi de l'utilisation de nouveaux outils d'acquisition sur le terrain et en laboratoire. Quelques pistes sont proposées pour la prochaine décennie.

PROGRAMME	
13h00	<b>Benoit Lafrance / Directeur CONSOREM</b> Introduction
13h15	<b>Michel Jébrak / Professeur émérite - UQAM</b> Innover en exploration minière : origines, modèles, techniques
13h40	<b>Réjean Girard et Alexandre Néron / IOS Services Géoscientifiques</b> La pétrographie automatisée: Un nouveau regard sur les altérations hydrothermales
14h05	<b>Raphaël Mermillod-Blondin / Expert métallurgiste R&amp;D - Agnico Eagle</b> Lignes directrices métallurgiques et environnementales pour une approche géométallurgique dès l'exploration
Pause	
14h45	<b>Carl-Philippe Folkesson / Candidat à la maîtrise - UQAM</b> Les ceintures de roche verte du Mary River, île de Baffin: un aperçu stratigraphique et géochronologique, et des implications pour l'exploration au Nunavut
15h10	<b>Erwan Gloaguen / Professeur - INRS</b> L'intelligence artificielle au secours du géologue pour l'interprétation des données géophysiques
15h35	<b>Jérôme Lavoie / Chercheur CONSOREM</b> Le logiciel prototypage CONSOREM « MagnetoModeleur » : une innovation significative pour le traitement de levés magnétométriques
16h00	<b>Jérôme Lavoie / Chercheur CONSOREM</b> Mot de la fin

Inscrivez-vous en ligne avant le 16 février 2021

Figure 8 : Affiche Forum CONSOREM-UQAM Virtuel



Capture d'écran des participants lors du Forum CONSOREM-UQAM Virtuel

## Congrès PDAC 2021 *Virtual*

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 format Virtuel du 8 au 11 mars 2021. Des généralistes du MERN étaient présents au kiosque virtuel pour clavarder avec les visiteurs. Il n'y a eu qu'un total de **106** visites au kiosque du MERN soulignant par le fait même que la formule de kiosques virtuels n'est pas très populaire.

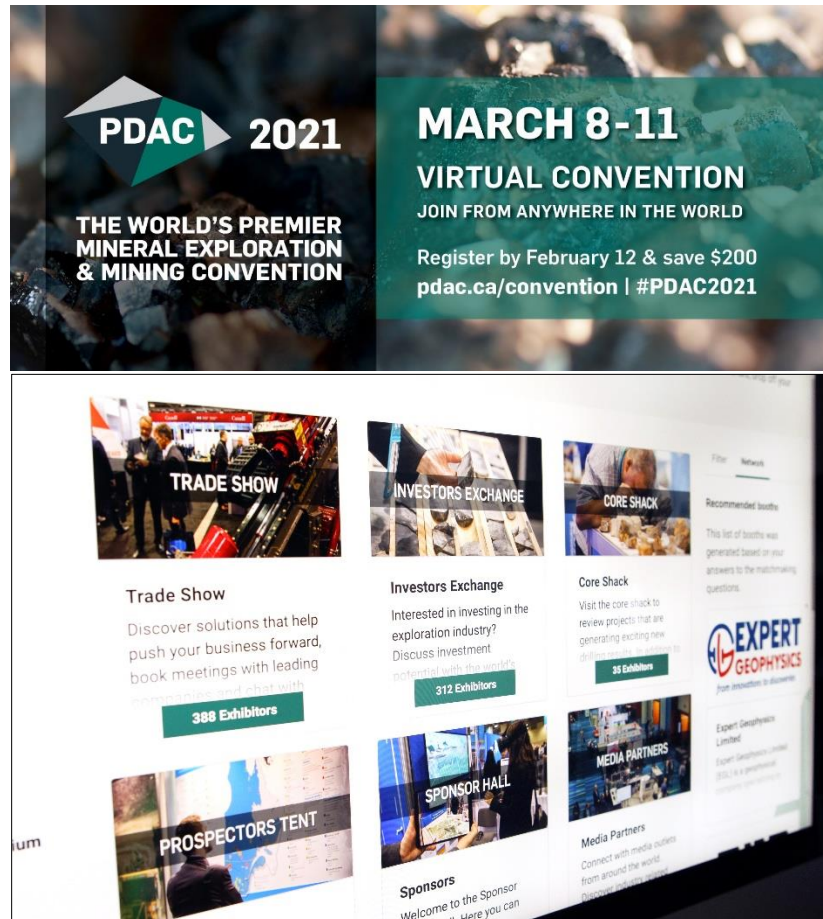


Figure 9 : PDAC 2021 Virtual

## 8. 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 2020 avec l'ajout d'une bibliothèque virtuelle qui facilite l'accès aux nombreux documents réalisés par le CONSOREM. Un outil de recherche a également été mis en place.



The screenshot shows the CONSOREM website interface. At the top left is the CONSOREM logo and the text 'Bibliothèque virtuelle'. On the right is a search bar with the placeholder text 'mots clés, année, ...' and two buttons: 'Rechercher' and 'Connexion'. Below this is the heading 'RAPPORTS SCIENTIFIQUES' followed by a table with three columns: 'Année', 'NoProjet', and 'Description'.

1	Année	NoProjet	Description	11
1	2017	2017-01	Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution	
1	2016	2016-01	Sous-province d'Opatica: nouveau territoire pour l'exploration minérale	

### Publication dans la revue Ressources et Industrie Mines

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, une article large public a été publié dans la revue spécialisée Ressources et Industrie Mines (volume 7, numéro 1). L'article, rédigé par le directeur du CONSOREM, effectue un survol des 20 années d'existence du consortium (Figure 10).



The image shows the cover of an article. At the top left, there is a dark banner with the text 'EXPLORATION MINIÈRE'. The main image is a photograph of three people in safety vests walking on a rocky terrain. Overlaid on the bottom right of the image is the title 'Les 20 ans du consortium de recherche en exploration minérale (CONSOREM)' and the subtitle 'Portrait d'un succès en recherche et innovation au Québec'. Below the image is a small portrait of a man and his name 'Par Benoit Lafrance, géo., Ph.D. Collaborateur'. At the bottom, there is a short paragraph of text.

**EXPLORATION MINIÈRE**

**Les 20 ans**  
**du consortium de recherche**  
**en exploration minérale**  
**(CONSOREM)**  
**Portrait d'un succès en recherche**  
**et innovation au Québec**

Par Benoit Lafrance, géo., Ph.D.  
Collaborateur

Il y a 20 ans, un groupe de professeurs universitaires et de professionnels de l'industrie de l'exploration minérale a fait le pari qu'en regroupant plusieurs sociétés d'exploration au sein d'une même structure de recherche collaborative, il pourrait y avoir des retombées bénéfiques pour tous. Fondé en 2000, le Consortium de Recherche en Exploration minérale (CONSOREM) est une structure de recherche unique qui allie des membres industriels, gouvernementaux et universitaires. L'idée était bonne, puisque dès le départ, la mise en commun de l'expertise et des moyens financiers a permis de générer des projets d'avant-garde novateurs, de donner accès à la recherche pour les petites sociétés et de répondre aux besoins stratégiques de l'industrie.

Figure 10 : Article des 20 ans du CONSOREM, revue Ressources et Industries Mines

## Page LinkedIn du CONSOREM

Le bulletin annuel du CONSOREM a été remplacé cette année par la page LinkedIn du CONSOREM. Les nouvelles sont ainsi partagées en temps réel. 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 vingtaine de publications ont été fait. La figure 11 en présente quelques exemples.

The image shows a screenshot of the CONSOREM LinkedIn page. At the top, the profile banner features the CONSOREM logo and the text "20 ANS D'INNOVATIONS | Consortium de recherche en exploration minérale". The profile information indicates it is a Research organization in Chicoutimi, Québec, with 465 followers. To the right, a "Similar pages" section lists related organizations like Sciences de la Terre - Earth Sciences - UQAC, Geolearn, and Laurentia Exploration Inc.

Below the profile, several posts are visible:

- Post 1:** Announces 4 new members and lists them: Harfang Exploration, Laurentia Exploration Inc., O3 Mining Inc., and Métalux Précieux du Québec. Includes a graphic with logos for Harfang, Laurentia, O3 Mining, and Métalux.
- Post 2:** Reports on a collaboration with the Saguenay-Lac-Saint-Jean Regional Mining Table (TRCM) for a geochemical study. Includes a map of the region.
- Post 3:** Celebrates 20 years of innovation and promotes a virtual conference session in partnership with the Quebec Mines-Energy Virtual Program (QMÉ).
- Post 4:** Announces a collaboration with GoldSpot Discoveries Corp. for an AI-based project on automatic processing of magnetic levelling data. Includes logos for GoldSpot and Mira Geoscience.

Figure 11 : Exemple de publications des activités du CONSOREM sur LinkedIn

## 9. Production scientifique et technique du CONSOREM

Chaque année, un ensemble de fichiers Excel, fichiers de données cartographiques, données brutes, rapport, bibliographie et autres productions 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 rendu publique sur le site web de CONSOREM. Certaines webdiffusions sont également téléchargeables.

La production 2020-2021 du CONSOREM comprend :

- ♦ les livrables des projets 2020 remis aux membres (tableau 13);
- ♦ des rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics (tableau 14);
- ♦ des résumés de projets rendus publics (tableau 15);
- ♦ des articles scientifiques (tableau 16);
- ♦ des conférences et des affiches scientifiques d'intérêt général (tableau 17);

Tableau 13 : Ensemble des livrables pour les projets 2020

PROJET	PP	FICHIERS EXCEL/ACCESS	ARCGIS/MAP INFO	RAPPORT	AUTRES	BIBLIO	TOTAL
2020-01	3	1	--	1	43 Cartes prédictives	1	49
2020-02	1	--	--	1		1	3
2020-03	3	1 : BD Accès des corps minéralisés	1 : Base de données ArcGIS	1	1 : Document de description de corps minéralisés 1 Tableau synthèse des minéralisations 12 Cartes metallogéniques thématiques	1	21
2020-04	3	--		1		--	4
2020-05	2		2 Outils géotraitement	1		--	5
2020-06	3	Livraison reportée	Livraison reportée	Livraison reportée	Livraison reportée	--	3
2020-07	3			1	1 Logiciel MagnetoModleur v.3.0	1	6
2020-08	1	n/ap	n/ap	n/ap	n/ap	1	2
2020-09	--	n/ap	n/ap	n/ap	n/ap	n/ap	--
Mise à jour LithoModleur	3				5 versions LithoModleur Versions : 4.0.1, 4.0.2, 4.1, 4.2, 4.2.1		8
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>63</b>	<b>5</b>	<b>102</b>

Tableau 14 : Rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics.

PROJET	TITRE	AUTEUR	ÉTAT	PUBLICATION SITE WEB
2019-01	Géochimie des plutons et reconnaissance d'environnements métallogéniques favorables pour l'exploration : nouvelles approches – phase II	Morgane Gigoux	Rédigé	À venir
2019-02	Reconnaissance géochimique de la contribution hydrothermale magmatique dans les minéralisations aurifères	Dominique Genna	Édition	À venir
2019-03	Mise à jour et amélioration du logiciel de calcul de potentiel minéral assisté par IA	Jérôme Lavoie	Rédigé	À venir
2019-04	Meilleurs outils pour l'exploration en profondeur	Dominique Genna	Édition	À venir
2019-05	Intégration et synthèse métallogénique du segment nord-est de la sous-Province d'Abitibi entre les camps miniers de Matagami et de Chibougamau	Morgane Gigoux	Édition	À venir
2019-06	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV - <b>MISA</b>	Silvain Rafini	Édition	À venir
2019-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III - MISA	Jérôme Lavoie	Rédigé	À venir

Tableau 15 : Résumés des projets rendus publics

PROJET	TITRE	AUTEUR	FRANÇAIS	ANGLAIS
2019-01	Géochimie des plutons et reconnaissance d'environnements métallogéniques favorables pour l'exploration : nouvelles approches – phase II	Jérôme Lavoie	X	À venir
2019-02	Reconnaissance géochimique de la contribution hydrothermale magmatique dans les minéralisations aurifères	Morgane Gigoux	X	À venir
2019-03	Mise à jour et amélioration du logiciel de calcul de potentiel minéral assisté par IA	Dominique Genna	X	À venir
2019-04	Meilleurs outils pour l'exploration en profondeur	Silvain Rafini	X	À venir
2019-05	Intégration et synthèse métallogénique du segment nord-est de la sous-Province d'Abitibi entre les camps miniers de Matagami et de Chibougamau	Silvain Rafini	X	À venir
2019-06	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV - <b>MISA</b>	Dominique Genna	X	À venir
2019-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III - MISA	Jérôme Lavoie	X	À venir
2019-08	Atlas géologique et géophysique des dépôts et gisements de métaux usuels et aurifères de l'Abitibi : mise à jour et numérisation pour utilisation en IA	Théo Hénault	X	À venir

Tableau 16 : Publication d'articles scientifiques

PUBLICATIONS	REVUE PAIRS
Gaboury D, <b>Genna D</b> , Trottier J, Bouchard M, Augustin J, Malcolm K (2021) The Perron gold deposit, Archean Abitibi belt, Canada: exceptional high-grade ore related to higher gold-carrying capacity of hydrocarbon-rich fluids. Ore Geology Reviews (Submitted)	X

Tableau 17 : Conférences et événements

TITRE	AUTEUR	WEBDIFFUSION
<b>18<sup>e</sup> Forum technologique CONSOREM, mai 2020</b>		
Typologie des intrusions felsiques à intermédiaires pour l'exploration à l'Archéen	<b>Morgane Gigoux</b> Chercheure <b>CONSOREM</b>	X
Le projet Serpent (Eeyou Istchee Baie-James) : De l'or dans un contexte métallogénique atypique	François Huot Chef géologue, Harfang Exploration	X
Les minéralisations aurifères dans la ceinture de roches vertes de la Haute Eastmain : Identifier les pièges stratigraphiques et structuraux pour l'or dans des terrains au faciès des amphibolites	Jonathan Marleau Candidat M.Sc., Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, UQAM	X
Corporation Métaux Précieux du Québec : à la recherche de la prochaine mine d'or à la Baie-James	Normand Champigny Chef de la direction, Corporation Métaux Précieux du Québec	X
Fertilité des horizons métallifères intervulcaniques pour l'exploration des Sulfures Massifs Volcanogènes	<b>Dominique Genna</b> Chercheur et Professeur sous octroi, <b>CONSOREM-UQAC</b>	X
B26, un gîte de SMV argentifère Archéen dans le complexe volcanique de Brouillan	Quentin Fayard Candidat, M.Sc., Département des sciences appliquées, UQAC	X
Découverte et développement le long du corridor aurifère Détour-Fénélon, la ceinture aurifère émergente de l'Abitibi-Nord	Evan Slater Géologue sénior de projet, Wallbridge Luiz Felipe Salim Amaral Géologue de projet, Wallbridge	X
Panel de discussion : Les données géologiques et les connaissances géologiques en IA: le nerf de la guerre ?	<u>Animateur</u> <b>Jérôme Lavoie</b> Chercheur <b>CONSOREM</b>  <u>Spécialistes IA</u> Martin Blouin Président et directeur du développement en IA, <u>Geolearn</u>  Vincent Dubé-Bourgeois Chef des opérations, <u>GoldSpot Discoveries</u>  Jean-Philippe Paiement Directeur services-conseils, Mira Geoscience	X

Tableau 17 : Conférences et événements (suite)

Congrès Québec Mines + Énergie Virtuel 2021 : Le CONSOREM : 20 ans d'innovations		DOCUM. TÉLÉCH. CONSOREM.CA
Le défi de la concertation dans les partenariats de recherche appliquée : les 20 ans de CONSOREM	Réal Daigneault (UQAC) et Michel Jébrak (UQAM)	ND
Vingt ans d'innovations en lithogéochimie au CONSOREM	<b>Sylvain Trépanier (CONSOREM)</b> , Lucie Mathieu (UQAC), Stéphane Faure (InnovExplo), Damien Gaboury (UQAC), Benoit Lafrance (CONSOREM), Dominique Genna (UQAC-CONSOREM), Morgane Gigoux (CONSOREM), Hugues Longuépée (IOS), Vital Pearson (Minière Osisko)	ND
Synthèse de 20 ans de travaux au Consorem sur la reconnaissance par lithogéochimie de failles volcaniques dans les principaux camps de sulfures massifs volcanogènes de l'Abitibi.	Stéphane Faure (InnovExplo), Sylvain Trépanier (CONSOREM) et Réal Daigneault (UQAC).	ND
Déterminer l'efficacité d'un système hydrothermal volcanogène : tour d'horizon de 20 ans de recherche au CONSOREM	<b>Dominique Genna (UQAC-CONSOREM)</b> , Sylvain Rafini (UQAC-CONSOREM), Benoit Lafrance (CONSOREM), Sylvain Trépanier (CONSOREM)	ND
Recherche et développement sur l'or orogénique au Québec : l'apport du CONSOREM	<b>Sylvain Rafini (UQAC-CONSOREM)</b> , Stéphane Faure (InnovExplo), Sylvain Trépanier (CONSOREM), Dominique Genna (UQAC-CONSOREM), Morgane Gigoux (CONSOREM), Ludovic Bigot (Goldspot), Benoit Lafrance (CONSOREM), Vital Pearson (Minière Osisko), Réal Daigneault (UQAC)	ND
CONSOREM : 20 ans de collaboration, de réalisations et d'innovations intégrées aux travaux d'exploration de SOQUEM.	Serge Perreault (SOQUEM)	ND
L'innovation au CONSOREM	<b>Benoit Lafrance (CONSOREM)</b> , Jérôme Lavoie (CONSOREM), Sylvain Rafini (UQAC-CONSOREM), Dominique Genna (UQAC-CONSOREM), Morgane Gigoux (CONSOREM), Sylvain Trépanier (CONSOREM), Jean Goutier (consultant), Réal Daigneault (UQAC)	ND



Tableau 17 : Conférences et événements (suite)

<b>Atelier dans le cadre du Forum CONSOREM-UQAM, 17 février 2021</b>		WEBDIFFUSION
Classer les granitoïdes : pourquoi et comment?	Jean-François Moyen / Université CONSOREM	X
Les granitoïdes archéens en exploration au Québec (Abitibi, Baie-James)	Morgane Gigoux/ CONSOREM	X
<b>Forum CONSOREM-UQAM 17 février 2021</b>		WEBDIFFUSION TÉLÉCHARGEABLE
Mot d'introduction	Benoit Lafrance / CONSOREM	X
Innover en exploration minière : origines, modèles, techniques	Michel Jebrak – UQAM	X
La pétrographie automatisée: Un nouveau regard sur les altérations hydrothermales	Réjean Girard et Alexandre Néron – IOS	X
Lignes directrices métallurgiques et environnementales pour une approche géométallurgique dès l'exploration	Raphaël Mermillod-Blondin – Agnico Eagle	X
Les ceintures de roche verte du Mary River, île de Baffin: un aperçu stratigraphique et géochronologique, et des implications pour l'exploration au Nunavut	Carl-Philippe Folkesson – UQAM	X
L'intelligence artificielle au secours du géologue pour l'interprétation des données géophysiques	Erwan. Gloaguen – INRS	X
Le logiciel prototypage CONSOREM « MagnetoModeleur » : une innovation significative pour le traitement de levés magnétométriques	Jérôme Lavoie - CONSOREM	X

## 10. 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 2020 auront permis de générer (Tableau 18) :

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

Tableau 18 : Description des outils développés au CONSOREM pour l'année 2020-2021

PROJET	DESCRIPTION DE L'OUTIL	OM	OAI	OC
<b>2020-01</b>	Comparaison de performance d'algorithmes d'IA appliqués à l'exploration minérale		X	
<b>2020-02</b>	Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM)		X	
<b>2020-03</b>	Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James		X	
<b>2020-04</b>	Empreinte des gîtes hydrothermaux : Intégration de 20 années de développement d'outils au CONSOREM		X	
<b>2020-05</b>	Couplage des levés régionaux de sédiments de fond de lacs et de till : traitement géostatistique, rehaussement d'anomalies, seuils indicels	X	X	
<b>2020-06</b>	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV - <b>MISA</b>	X		X
<b>2020-07</b>	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototype CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III - <b>MISA</b>		X	
<b>TOTAL</b>		2	6	1

## 11. Évaluation des projets 2020

La faisabilité des projets a été présentée aux membres du comité de gestion scientifique (CGS) par visioconférence ZOOM le 9 et 10 septembre 2020. 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 19).

Tableau 19 : Évaluation de la faisabilité des projets 2019-2020

PROJET	TITRE PROJET	CRITÈRES					TOTAL	NB. EVAL.
		1	2	3	4	5		
		79	78	76	86	76	79	17
2020-01	Comparaison de performance d'algorithmes d'IA appliqués à l'exploration minérale	79	78	76	86	76	79	17
2020-02	Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM)	79	82	73	79	76	78	18
2020-03	Synthèse métallogénique, métamorphique et structurale d'Eeyou Istchee - Baie-James	93	63	71	90	84	80	17
2020-04	Empreinte des gîtes hydrothermaux : Intégration de 20 années de développement d'outils au CONSOREM	84	56	85	82	88	79	17
2020-05	Couplage des levés régionaux de sédiments de fond de lacs et de till	84	74	82	82	80	80	18
2020-06	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV - MISA	83	94	77	84	80	84	17
2020-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III - MISA	79	86	84	86	85	84	17
		83	76	78	84	81	81	17

Les résultats d'évaluation de la faisabilité montrent que la perception relative des projets selon les 5 critères d'évaluation varie de 79 à 84 %.

La livraison des résultats des projets CONSOREM a eu lieu par visioconférence (ZOOM) en deux séances, soit les 28 et 29 avril 2020. À cette occasion, les membres ont évalué les résultats pour chacun des projets selon cinq critères (Tableau 20) : 1) résultats pratiques pour l'exploration, 2) composante recherche & innovation, 3) rencontre des objectifs, 4) réponse par rapport aux attentes et 5) qualité des résultats.

Tableau 20 : Évaluation des résultats des projets 2019-2020

PROJET	TITRE PROJET	CRITÈRES					TOTAL	NB. EVAL.
		1	2	3	4	5		
2020-01	Comparaison de performance d'algorithmes d'IA appliqués à l'exploration minérale	78	82	89	84	82	83	18
2020-02	Cartographie des zones de résistivité à partir des ondes électromagnétiques (EM)	76	80	80	82	78	79	18
2020-03	Synthèse métallogénique, métamorphique et structurale d'Eeyou Istchee - Baie-James	83	62	81	89	84	80	18
2020-04	Empreinte des gîtes hydrothermaux : Intégration de 20 années de développement d'outils au CONSOREM	82	62	86	87	85	80	18
2020-05	Couplage des levés régionaux de sédiments de fond de lacs et de till	79	79	85	82	86	82	18
2020-06	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV - MISA	n/ap	n/ap	n/ap	n/ap	n/ap	n/ap	n/ap
2020-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III - MISA	78	87	85	87	88	85	18
<b>MOYENNE</b>		<b>79</b>	<b>75</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>84</b>	<b>82</b>	<b>18</b>

La perception des résultats des projets à la livraison, selon les 5 critères varie de 79 à 85 %. À noter que le projet 2020-06 n'a pas fait l'objet d'une évaluation étant donné qu'il a été prolongé jusqu'en décembre 2021. En effet, la collecte des données sur le terrain a été retardée à l'hiver 2021 à cause des restrictions en lien avec la crise sociosanitaire rendant la livraison des résultats en avril impossible.

La figure 12 permet de comparer les évaluations de la faisabilité et de la livraison. Dans 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.

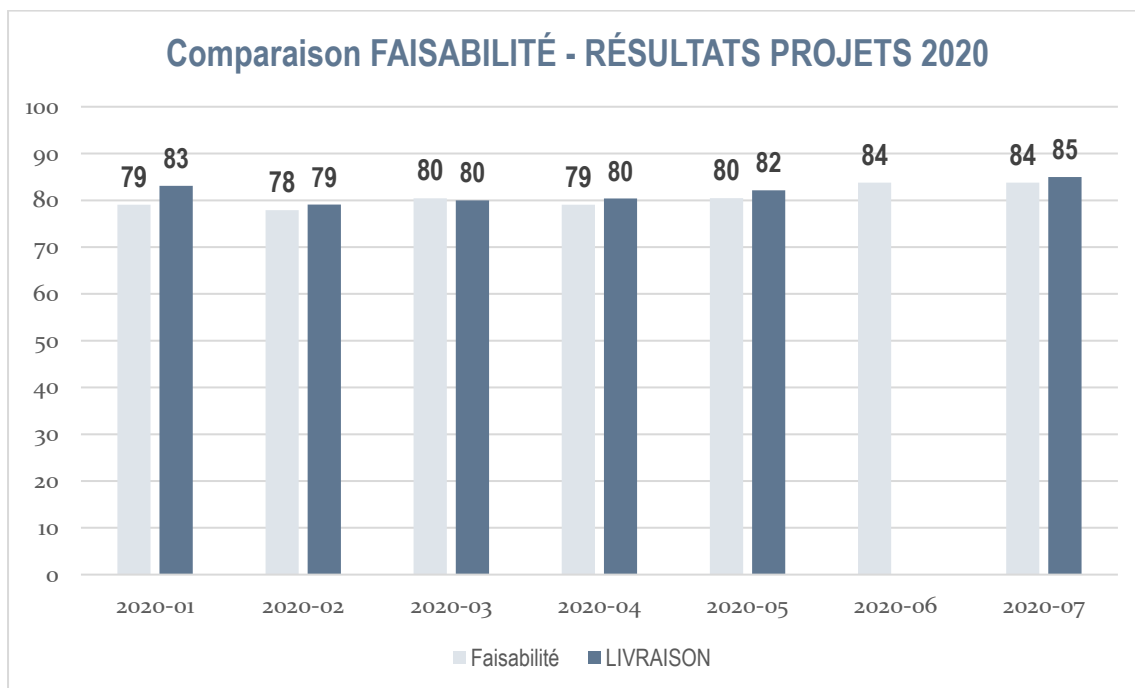


Figure 12 : Comparaison des évaluations des projets à la faisabilité et à la livraison

## 12. 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<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> 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 21 et 22). 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 21 : Activités d'enseignement à l'UQAC par les chercheurs du CONSOREM

Activités	Description	Chercheur CONSOREM
Cours session été 2020	Stages en exploration minérale (6SCT880), 2eme cycle, 3 crédits,	Dominique Genna
Cours de formation continue en ligne, session été 2020	Planifier et interpréter les résultats d'une campagne d'exploration minérale en contexte périglaciaire et environnements secondaires associés	Silvain Rafini
Cours de formation continue en ligne, session été 2020	Définir les meilleures stratégies d'exploration pour les sulfures massifs volcanogènes	Dominique Genna
Cours de formation continue en ligne, session été 2020	Utiliser les outils géochimiques en exploration minérale	Dominique Genna
Cours de formation continue en ligne, session été 2020	Adapter ses stratégies d'exploration pour les gites aurifères orogéniques sur le territoire québécois	Jérôme Lavoie
Cours session automne 2020	Volcanologie Physique (6SCT854) 2e cycle, 3 crédits	Dominique Genna
Cours session automne 2020	Pétrologie Ignée (6GLS306), 1er cycle, 2 cours. Volcanisme et textures	Dominique Genna
Cours session Hiver 2021	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 2021	Géométallurgie (6SCT839), dans le cadre du programme de maîtrise professionnelle en exploration minérale, 1 crédit.	Benoit Lafrance
Cours session Hiver 2021	Géochimie d'exploration des milieux secondaires (6SCT838), dans le cadre du programme de maîtrise professionnelle en exploration minérale, 1 crédit.	Silvain Rafini
Cours session hiver 2021	Travaux de terrains encadré (6SCT853), 2eme cycle, 3 crédits,	Dominique Genna

Tableau 22 : Encadrement d'étudiant à l'UQAC par les chercheurs du CONSOREM

Activités	Description	Chercheur CONSOREM
Encadrement d'étudiant au doctorat	Meite Daouda, Doctorat, « Caractérisation hydrogéologique des aquifères complexes basée sur l'analyse des dimensions d'écoulement »,	<b>Silvain Rafini</b> , co-supervisé avec Romain Chesnaux et Annouk Ferroud.
Encadrement d'étudiant à la maîtrise	Gauthier D'Harlingue, M.Sc.(depuis 2019). Caractérisation métallogénique de la minéralisation aurifère du gisement Gladiator, Ceinture d'Urban-Barry, Abitibi.	<b>Dominique Genna</b> , Co-supervision avec Damien Gaboury (UQAC)
Superviseur d'un stage de recherche de 3 mois, en partenariat avec SOQUEM (membre du CONSOREM)	Rémi Naulot, M.Sc. Pro (2021) Caractéristiques des zones d'altération en carbonates de la région de Selbaie : Quelle importance pour l'exploration des métaux de base?	<b>Dominique Genna</b>
Superviseur d'un stage recherche de 3 mois – (Projet CONSOREM 2020-08)	Théo Hénault, M.Sc. Pro (2020) Atlas géologique et géophysique des dépôts et gisements de métaux de base et aurifères de l'Abitibi : Mise à jour et numérisation pour l'utilisation en IA.	<b>Dominique Genna et Benoit Lafrance</b>
Superviseur de Projet de fin d'étude (PFE), en partenariat avec SOQUEM (membre CONSOREM)	Mathieu Loiselle, PFE (2020) Caractérisation géochimique des horizons de sulfures massifs stériles de la propriété Calixa, Camp de Selbaie.	<b>Dominique Genna et Benoit Lafrance</b>
Évaluation de Thèses et mémoires	Brochu A, (2021) : Facteurs de contrôle sur la minéralisation aurifère du gisement Philibert, corridor de déformation de Guercheville, district minier de Chibougamau-Chapais.	<b>Dominique Genna</b>
Évaluation de Thèses et mémoires	Meite Daouda, Doctorat, « Caractérisation hydrogéologique des aquifères complexes basés sur l'analyse des dimensions d'écoulement »,	<b>Silvain Rafini</b> , co-supervisé avec R. 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 23). Ces activités augmentent le rayonnement du CONSOREM et permettent de développer des partenariats au Québec.

Tableau 23 : Activités favorisant le rayonnement du CONSOREM au Québec

<b>Activités</b>	<b>Description</b>	<b>Chercheur CONSOREM</b>
Midi conférence des Sciences de la Terre – UQAC et du CERM (Centre d'études sur les Ressources minérales) – en ligne  (2 novembre 2020)	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM « MagnetoModeleur » Projet 2019-03	Jérôme Lavoie
Conférence : Soirée 5@7 de l'Association des prospecteurs du SLSJ – en ligne  (16 décembre 2020)	Le ciblage par traitement statistique des sédiments de fond de lac de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean: un terrain fertile!	Jérôme Lavoie
Midi conférence des Sciences de la Terre – UQAC et du CERM (Centre d'études sur les Ressources minérales) – en ligne  (26 janvier 2021)	Déterminer l'efficacité d'un système hydrothermal volcanogène : tour d'horizon de 20 ans de recherche au CONSOREM et exemples d'applications.	Dominique Genna
Article dans le journal Le Quotidien et clavardage MIDI UQAC dans le cadre de l'activité zoom sur nos professeurs-chercheurs de l'UQAC	Les minéraux critiques et stratégique : un maillon important de la transition vers une économie sans carbone.	Paul Bédard (CERM) et Benoit Lafrance
Midi conférence des Sciences de la Terre – UQAC et du CERM (Centre d'études sur les Ressources minérales) – en ligne  (20 avril 2021)	Le devenir des virus dans l'eau souterraine : état des connaissances et modélisation numérique	Silvain Rafini
Conférence : dans le cadre du Forum minier régional 02 organisé par la Table régionale de concertation minière du Saguenay – Lac-St-Jean.  Projet collaboratif CONSOREM-TRCM  (22 avril 2021)	Le ciblage par traitement statistique des sédiments de fond de lac de la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean: un terrain fertile! » dans le cadre du Forum Minier régional Saguenay-Lac-St-Jean - La région du Saguenay-Lac-Saint-Jean : un pôle d'expertise pour les minéraux critiques et stratégiques	Jérôme Lavoie
Projet de la Table régionale de concertation minière (TRCM) du Saguenay – Lac-St-Jean (2020-2021)	Participation active aux activités de la TRCM (directeur et professionnelle de recherche)	Brigitte Poirier et Benoit Lafrance
Groupe de recherche R <sup>2</sup> eau (2020-2021)	Participation aux activités de recherche	Silvain Rafini
Projet interuniversitaire (Polytechnique MTL, UQAC, mandat MELCC) « Évaluation des normes d'aménagement et de protection des puits résidentiels » (2020-2021)	En charge du volet modélisation	Silvain Rafini



### 13. Rayonnement du CONSOREM hors Canada

Les chercheurs du CONSOREM participent également, en dehors de la programmation régulière du CONSOREM, 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 CONSOREM auprès de la communauté géoscientifiques 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 24 : Activités favorisant le rayonnement du CONSOREM hors Canada

Activités	Description	Chercheurs
Conférence dans le cadre de l'événement SEG2020 : Society of Exploration Geophysicists <b>Houston (Texas) USA</b>  (11 au 16 octobre 2020)	<i>The first crustal collapse of an Archean continental crust, illustrated by alkaline magmatism and gold mineralization</i>	Christophe Azevedo, Michel Jébrak, <b>Dominique Genna</b>
Conférence dans le cadre de l'événement GSA 2020, Geological Society of America - en ligne. <b>Boulder (Colorado) USA</b>  (26 au 30 octobre 2020)	<i>Identifying a magmatic-hydrothermal contribution in Archean auriferous mineralization using pyrite chemistry</i>	<b>Dominique Genna</b> , Damien Gaboury, Christophe Azevedo et Michel Jébrak
<b>Cours de formation</b> : Karlsruhe Institute of Technology – KIT, <b>Karlsruhe, Allemagne</b>  (Hiver 2020)	Contribution dans le cours de 2e cycle : <i>Mineral Exploration 6321410</i> <b>3 cours</b> : <i>Use of Semi-volatile metals in mineral exploration.</i>	<b>Dominique Genna</b>
<b>Conférence</b> dans le cadre d'un séminaire à l'Université de Cergy- Paris – en ligne <b>Pontoise, France</b>  (14 janvier 2021)	Participation à un séminaire de laboratoire pour présenter le CONSOREM et un aperçu des travaux au Laboratoire géosciences et environnement Cergy (GEC). Titre de la présentation : Le Consortium de recherche en exploration minérale au Québec : une structure de recherche et d'innovation incontournable.	<b>Morgane Gigoux</b>
<b>Cours de formation</b> : Chapitre étudiant SEG-SGA UniLaSalle, Pôle d'enseignement supérieur <b>Beauvais, France</b>  (Hiver 2021)	Outils géochimiques appliqués à l'exploration des Sulfures Massifs Volcanogènes.	<b>Dominique Genna</b>

