



CONSOREM

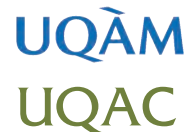
Consortium de recherche
en exploration minérale

20 ANS
D'INNOVATIONS !

RAPPORT D'ACTIVITÉ



20¹⁹/₂₀





Sommaire

Ce rapport d'activité présente les réalisations du CONSOREM pour l'année 2019-2020. 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.

Les 8 projets de recherche de la programmation scientifique 2019-2020 :

- 2019-01** : Géochimie des plutons et reconnaissance d'environnements métallogéniques favorables pour l'exploration : nouvelles approches – phase II
- 2019-02** : Reconnaissance géochimique de la contribution hydrothermale magmatique dans les minéralisations aurifères archéennes
- 2019-03** : Mise à jour et amélioration du logiciel « Calcul de potentiel minéral assisté par intelligence artificielle (IA) – version 2.0
- 2019-04** : Meilleurs outils pour l'exploration profonde : La sismique réflexion en exploration minérale
- 2019-05** : Intégration et synthèse métallogénique du segment nord-central de la Sous-province de l'Abitibi entre les camps miniers de Matagami et de Chibougamau
- 2019-06** : Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV – MISA
- 2019-07** : Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototype CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III - MISA
- 2019-08** : Accompagnements en entreprise

Le CONSOREM a réalisé **52** activités de suivi et de transfert pour l'année 2019-2020 :

- ♦ **45** activités réservées aux membres dont **14** rencontres lors de la tournée des membres visant à élaborer la programmation 2020-2021, **25** activités d'accompagnement et **6** réunions du comité de gestion scientifique;
- ♦ **7** activités de transfert ouvertes à la communauté géoscientifique, soit le Forum technologique CONSOREM tenu à Val-d'Or, un atelier présenté dans le cadre de Québec Mines + Énergie 2019, le Forum CONSOREM-UQAM et la participation à différents événements (PDAC, XPLORE 2019).
- ♦ **6** activités administratives qui assurent le bon fonctionnement du consortium.

Les **7** projets de recherche réguliers et le projet d'accompagnement de la programmation 2019 ont permis de générer :

- ♦ **37** produits livrables aux membres, soit : **20** présentations *PowerPoint*, **2** fichiers de données, **1** nouvelle couche géoréférencée, **6** rapports scientifiques (2 livrés et 4 en cours de rédaction); **2** nouvelles versions de logiciel; **6** bases de données bibliographiques;
- ♦ **8** nouveaux outils pour l'exploration minérale, dont **3** outils méthodologiques (OM), **3** outils d'aide à l'interprétation (OAI) et **2** outils de ciblage (OC);
- ♦ **43** cibles d'exploration dont **3** cibles locales de priorité 1, **40** cibles locales de priorité 2
- ♦ Une production scientifique et technique dont **8** sommaires de projets rendus publics, **7** rapports scientifiques en révision, **1** article dans des revues scientifiques, **8** conférences concernant les projets 2018 et 2019 du CONSOREM, **1** atelier de formation, **3** affiches présentées dans le cadre de Québec Mines + Énergie 2019 et **1** bulletin annuel.

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.





Mot du Président

Chers partenaires du CONSOREM,

Dans un premier temps, je désire remercier Monsieur Jean-Sébastien David, président sortant du conseil d'administration ainsi que toute l'équipe du CONSOREM pour tout le travail accompli. Au nom de tous les collaborateurs du CONSOREM, je tiens également à souhaiter la bienvenue à Monsieur Benoit Lafrance, à titre de nouveau directeur du consortium, suite au départ de notre coordonnateur et fondateur, M. Réal Daigneault. Après 20 ans d'existence sous sa direction, et plus de 221 projets de recherche touchant l'ensemble du territoire québécois, ainsi qu'une variété de sujets et de substances minérales, il ne fait aucun doute que le CONSOREM est devenu la référence en recherche appliquée en exploration minérale au Québec.



Le CONSOREM contribue grandement au succès de l'industrie, non seulement avec ses projets de qualités, mais également par le transfert des connaissances de ses chercheurs par le biais de la formation continue pour les professionnels de l'exploration. Durant toutes ces années, une synergie croissante s'est formée entre tous les membres du consortium qui compte aujourd'hui 14 membres industriels. Qu'ils soient industriels, universitaires, gouvernementaux ou associés, tous ses membres et son équipe de recherche de haut niveau contribuent aux succès du CONSOREM dans un esprit collaboratif.

En 2020, il est maintenant le temps pour le CONSOREM de réviser son plan stratégique ainsi que son mode de financement pour continuer de jouer un rôle clé pour la recherche en exploration minérale au Québec. Les enjeux et les orientations du CONSOREM en tenant compte des nouvelles sources de financement seront au cœur des discussions entre tous les partenaires. De nombreux défis attendent aussi l'industrie minérale suivant la crise sanitaire et de son impact économique actuel. L'arrimage entre les besoins de l'industrie, comment y répondre et financer le tout est la clé pour assurer la pérennité et le succès du CONSOREM considérant la conjoncture actuelle. À titre du président du conseil d'administration, je suis confiant qu'avec les membres et l'équipe actuelle nous saurons relever les défis à venir.

Marco Gagnon
Président du CONSOREM





Mot du Directeur

Le CONSOREM en est maintenant à sa 20^e année d'existence et a toujours comme mission de contribuer à une exploration minérale plus efficace sur le territoire québécois. Merci à Réal Daigneault qui a su maintenir en place cette structure de recherche et d'innovation collaborative quasi unique qui est maintenant reconnue comme étant « LA » référence en recherche pour l'exploration minérale au Québec. Ce succès est également bien sûr associé à la collaboration fertile entre tous les chercheurs et collaborateurs industriels, universitaires et gouvernementaux qui ont contribué au consortium au cours de toutes ces années.

Nous avons parfois eu des doutes à propos du CONSOREM. Après 5 ans, nous avons pensé que les sujets de recherche proposés par les sociétés minières membres seraient épuisés. Après 10 ans, non seulement les mêmes sujets avaient été souvent poussés plus loin, mais plusieurs nouvelles problématiques s'ajoutaient. Après 20 ans, il s'avère qu'il y a une source inépuisable de sujets de recherche innovants!

Comme vous serez à même de le constater dans ce rapport, l'année 2019-2020 a été encore une fois riche en réalisations au CONSOREM. Tout d'abord, avec le renouvellement du financement provenant de nos partenaires gouvernementaux provincial (MERN) et fédéral (Développement économique Canada). La collaboration avec le Groupe MISA a également débuté concrètement avec l'avancement de deux projets de recherche intégrés à la programmation régulière du CONSOREM. Les résultats des projets de recherche ont une fois de plus fourni de nouveaux modèles et outils d'exploration pour l'industrie. Comme à l'habitude, plusieurs activités de transfert vers l'ensemble de la filière minérale, un créneau important du CONSOREM, ont été réalisées tels que le Forum technologique, les ateliers de formation et la publication de rapports techniques.

Du point de vue économique, social, environnemental et législatif, les défis sont de plus en plus importants en exploration minérale. La contribution du CONSOREM en recherche et innovation est plus pertinente et importante que jamais afin d'être efficient en exploration. C'est donc avec enthousiasme que je prends la direction du CONSOREM afin d'assurer la pérennité de cette structure de recherche indispensable pour le bénéfice de l'exploration et du développement économique du Québec.



Benoit Lafrance
Directeur du CONSOREM





Table des matières

SOMMAIRE	I
MOT DU PRÉSIDENT	II
MOT DU DIRECTEUR	III
TABLE DES MATIÈRES	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	V
LISTE DES FIGURES	V
INTRODUCTION	1
1. LE CONSOREM	2
<i>Objectifs généraux du CONSOREM :</i>	<i>2</i>
2. STRUCTURE ORGANISATIONNELLE.....	3
<i>Membres.....</i>	<i>4</i>
<i>Chercheurs et collaborateurs du CONSOREM.....</i>	<i>5</i>
3. RÉSULTATS DES PROJETS 2019	6
<i>Projet 2019-01: Géochimie des plutons et reconnaissance d'environnements métallogéniques favorables pour l'exploration : nouvelles approches – phase II</i>	<i>7</i>
<i>Projet 2019-02 : Reconnaissance géochimique de la contribution hydrothermale magmatique dans les minéralisations aurifères archéennes.....</i>	<i>10</i>
<i>Projet 2019-03 : Mise à jour et amélioration du logiciel « Calcul de potentiel minéral assisté par intelligence artificielle (IA) » – version 2.0.....</i>	<i>14</i>
<i>Projet 2019-04 : Meilleurs outils pour l'exploration profonde : La sismique réflexion en exploration minérale</i>	<i>18</i>
<i>Projet 2019-05 : Intégration et synthèse métallogénique du segment nord-central de la Sous-province de l'Abitibi entre les camps miniers de Matagami et de Chibougamau</i>	<i>21</i>
<i>Projet 2019-06 : Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV – MISA</i>	<i>24</i>
<i>Projet 2019-07 : Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototype CONSOREM "MagnetoModeleur"– phase III – MISA.....</i>	<i>28</i>
<i>Projet 2019-08 : Accompagnements en entreprise.....</i>	<i>33</i>
4. ACTIVITES DE TRANSFERT POUR LES MEMBRES DU CONSOREM.....	35
5. ACTIVITES DE TRANSFERT OUVERTES A L'ENSEMBLE DE LA COMMUNAUTE GEOSCIENTIFIQUE.....	40
<i>17^e Forum technologique CONSOREM.....</i>	<i>41</i>
<i>Congrès XPLOR 2019.....</i>	<i>42</i>
<i>Québec Mines + Énergie 2019</i>	<i>43</i>
<i>Forum et atelier CONSOREM-UQAM.....</i>	<i>54</i>
<i>Congrès PDAC 2020</i>	<i>57</i>
6. ACTIVITES ADMINISTRATIVES	58
7. PRODUCTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	59
<i>Bulletin annuel du CONSOREM (page 1).....</i>	<i>63</i>
8. OUTILS DU CONSOREM	65
9. CIBLAGE POUR L'EXPLORATION.....	66
10. ÉVALUATION DES PROJETS 2019.....	68
11. CONTRIBUTION DE L'ÉQUIPE DU CONSOREM À D'AUTRES ACTIVITÉS DE RECHERCHE.....	71





Liste des tableaux

Tableau 1 : Membres du CONSOREM.....	4
Tableau 2 : Liste des chercheurs et collaborateurs	5
Tableau 3 : Projets 2019 du CONSOREM et chercheurs responsables.....	6
Tableau 4 : Projets et ateliers présentés lors des accompagnements.....	33
Tableau 5 : Liste des rencontres d'accompagnement	35
Tableau 6 : Réunions de programmation scientifique 2020-2021.....	36
Tableau 7 : Réunion du comité de gestion scientifique (CGS) du CONSOREM.....	37
Tableau 8 : Synthèse des activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique ..	40
Tableau 9 : Principales activités réalisées dans le cadre d'XPLOR 2019.....	42
Tableau 10 : Liste des intervenants rencontrés pour recrutement ou partenariats financiers.....	43
Tableau 11 : Liste des activités organisées par le CONSOREM dans le cadre de Québec Mines + Énergie 2019.....	44
Tableau 12 : Horaire de la tenue du kiosque CONSOREM no. 504	45
Tableau 13 : Liste des principaux intervenants rencontrés	45
Tableau 14 : Nouvelles idées et nouvelles approches en exploration minérale : applications en géophysique, géochimie, hydrogéochimie et aux études de potentiel minéral.....	46
Tableau 15 : Liste des participants à la formation Nouvelles idées et nouvelles approches en exploration minérale : applications en géophysique, géochimie, hydrogéochimie et aux études de potentiel minéral.....	47
Tableau 16 : Horaire de la session de conférences.....	48
Tableau 17 : Horaire de la réunion du comité de gestion scientifique de CONSOREM.....	53
Tableau 18 : Liste des principales rencontres réalisées dans le cadre de ce congrès.	57
Tableau 19 : Liste des activités administratives 2019-2020.....	58
Tableau 20 : Éléments de production par projet	59
Tableau 21 : Rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics.	60
Tableau 22 : Résumés des projets rendus publics	60
Tableau 23 : Publication d'articles scientifiques.....	61
Tableau 24 : Conférences, affiches géoscientifiques et événements	61
Tableau 25 : Description des outils développés au CONSOREM pour l'année 2019-2020.....	65
Tableau 26 : Cibles générées par le projet 2019-01	66
Tableau 27 : Cibles générées par le projet 2019-05	67
Tableau 28 : Évaluation de la faisabilité des projets 2019-2020	68
Tableau 29 : Évaluation des résultats des projets 2019-2020	69
Tableau 30 : Support du CONSOREM aux activités de recherche et d'enseignement à l'UQAC et à l'UQAM	71
Tableau 31 : Autres collaborations et activités de recherche de l'équipe du CONSOREM	72

Liste des figures

Figure 1 : Le CONSOREM : Synergie, Partenariat, Outils et Transferts.....	2
Figure 2 : Organigramme du CONSOREM.....	3
Figure 3 : Programme du Forum Technologique CONSOREM 2019	41
Figure 4 : Horaire de la réunion du Groupe MISA.....	51
Figure 5 : Affiche Forum CONSOREM-UQAM	54
Figure 6 : Affiche de l'atelier de Dominique Genna.....	55
Figure 7 : Comparaison des évaluations des projets à la faisabilité et à la livraison.....	70





Introduction

Les ressources minérales ont toujours compté pour une part importante de l'économie de plusieurs des régions du Québec. L'exploration minérale est le fer de lance du développement de toute cette industrie. Sans cette exploration, le renouvellement des ressources est impossible et peut hypothéquer l'avenir de tout le secteur, surtout lorsqu'on considère qu'il se passe plus d'une dizaine d'années entre la découverte d'un gisement et son éventuelle mise en production.

L'exploration au Québec et au Canada se trouve en concurrence directe avec le reste du monde pour la recherche en investissements. L'efficacité des compagnies d'exploration est donc primordiale dans un premier temps, pour aller chercher ce financement et dans un deuxième temps, pour investir ces sommes de manière efficiente. C'est ici qu'intervient le CONSOREM en fournissant des outils d'exploration optimaux et novateurs tout en contribuant à la formation de personnel hautement qualifié et en facilitant le transfert des connaissances géoscientifiques vers l'industrie. Ainsi, le CONSOREM supporte l'exploration minérale au Québec et ailleurs en contribuant à cibler les meilleurs secteurs pour faire émerger les gisements de demain. Il 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.

Fondé en 2000, le CONSOREM est une structure unique qui allie des membres industriels, gouvernementaux et universitaires. L'objectif est de permettre aux entreprises de se regrouper afin d'investir dans la recherche et le développement (R&D) précompétitif axé sur les besoins stratégiques de l'industrie.

Le rapport d'activités 2019-2020 permet de présenter les résultats de la 20^e année de fonctionnement du CONSOREM. Ce rapport comprend la présentation du CONSOREM, les faits saillants des projets de recherche, les 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.

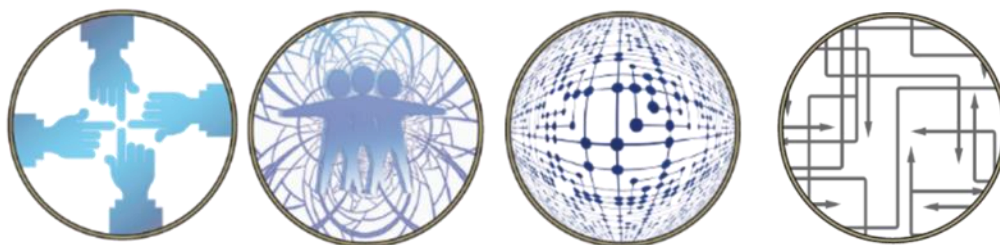




1. Le CONSOREM

Le Consortium de recherche en exploration minérale est un **partenariat** de recherche appliquée précompétitive qui vise à contribuer au succès de l'exploration minérale de l'ensemble du territoire québécois. Il implique quatre principaux volets, soit :

- ♦ une **synergie** entre entreprises, universités et gouvernements;
- ♦ une équipe de chercheurs dédiés à la réalisation de la programmation annuelle en **partenariat** avec l'industrie et les universités;
- ♦ une programmation de recherche orientée vers la confection d'**outils** d'exploration répondant aux besoins de l'industrie;
- ♦ des activités de **transfert** et d'accompagnements pour ses membres et à l'ensemble de l'industrie, contribuant à la formation de personnel hautement qualifié en exploration minérale.



Synergie Partenariat Outils Transfert

Figure 1 : Le CONSOREM : Synergie, Partenariat, Outils et Transferts

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. Structure organisationnelle

Les membres constituent le fondement du consortium. Leurs rôles sont de définir les priorités d'une programmation de recherche annuelle et de participer aux activités de recherche.

Il existe quatre catégories de membres :

- ♦ **A-INDUSTRIEL**
- ♦ **B-GOUVERNEMENTAL**
- ♦ **C-UNIVERSITAIRE**
- ♦ **D-ASSOCIÉ**

Le **conseil d'administration (CA)** est l'entité légale de la corporation. Son rôle est de :

- ♦ définir les **orientations stratégiques et financières** de l'organisation;
- ♦ élire ou de nommer les membres du comité exécutif.

Le **comité de gestion scientifique (CGS)** a pour principaux objectifs de :

- ♦ déterminer la **programmation annuelle** axée sur les besoins réels de l'industrie;
- ♦ suivre l'évolution des différents projets tout au long de leurs réalisations;
- ♦ favoriser les **échanges de connaissances** dans un groupe de collaboration unique.

Le **directeur** assure la **liaison entre le CA et le CGS** et **dirige les activités** de recherche, de diffusion et de transfert.

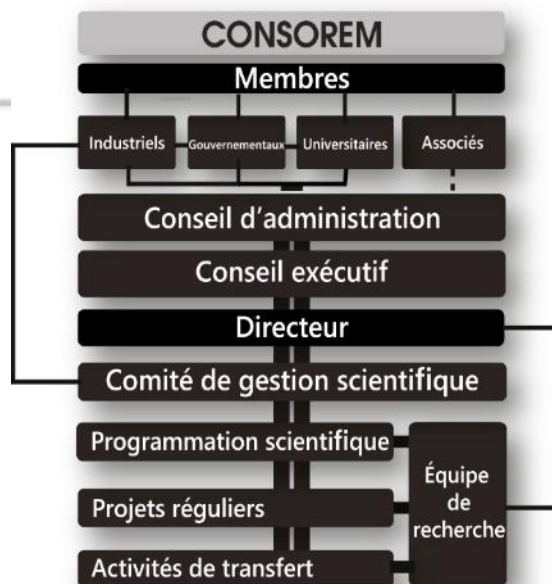


Figure 2 : Organigramme du CONSOREM

Notre mission :

Contribuer au succès de l'exploration minérale par des projets à fortes incidences économiques et la formation de personnel hautement qualifié





Membres

Les membres adhérents du **CONSOREM** étaient composés en 2019 de :

- ♦ **12** membres industriels réguliers (A);
- ♦ **3** membres universitaires (B);
- ♦ **2** membres gouvernementaux (C);
- ♦ **3** membres associés (D)
- ♦ **3** partenaires financiers :
 - Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles;
 - Développement économique Canada.
 - Ministère de l'Économie et de l'Innovation à travers le Groupe MISA

Tableau 1 : Membres du CONSOREM

MEMBRES	REPRÉSENTANT CA	REPRÉSENTANT CGS
A - INDUSTRIEL		
Agnico Eagle	Denis Vaillancourt - Administrateur	Olivier Côté-Mantha
Arianne Phosphate	Jean-Sébastien David – Administrateur	Stéphanie Lavaure
Exploration Midland	Gino Roger, Vice-président	Sylvain Trépanier
Ressources Falco	Claude Pilote - Vice-présidente	Claude Pilote
Glencore	Normand Dupras - Administrateur	Pascal Lessard
InnovExplo	Alain Carrier - Administrateur	Stéphane Faure
Abitibi Géophysique	Pierre Bérubé – Vice-président	Nadine Veillette
Alamos Gold	Raynald Vincent - Administrateur	Raynald Vincent
Probe Metals	Marco Gagnon - Président	Marco Gagnon, remplacé par Luc Théberge (mars 2020)
Minière Osisko	Pascal Simard remplacé par Rose-Anne Bouchard (février 2020) - Administratrice	Rose-Anne Bouchard
SOQUEM	Serge Perreault - Administrateur	Anthony Franco de Toni
EldoradoGold Lamaque	Jacques Simondeau – Admininstrateur	Luc Théberge, remplacé par Nancy Lafrance (février 2020).
B - UNIVERSITAIRE		
UQAC	Claude Gilbert - Administrateur	Damien Gaboury
UQAM	Alain Tremblay - Administrateur	Stéphane de Souza
UQAT	Li Zhen Cheng - Administrateur	Li Zhen Cheng
C - GOUVERNEMENTAL		
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	Jean-Yves Labbé - Administrateur	Yannick Daoudene
Développement économique Canada	Ann-Émilie Desbiens - Observatrice	Benoit Dubé
D- ASSOCIÉ		
Groupe MISA	Alain Beaséjour - Directeur	s.o.
SIDEX	Michel Champagne - Directeur général	Isabelle Cadieux, Directrice aux investissements
Ressources Mines et Industrie	Paul Dumas - Éditeur et rédacteur en chef	s.o.





Un nouveau membre associé c'est joint en 2020, il s'agit de Ressources Mines et Industries, une revue d'information spécialisée sur le développement des ressources naturelles et minérales au Québec. Le CONSOREM publie chaque année plusieurs articles dans cette revue et l'association entre les deux parties vise à augmenter le rayonnement du CONSOREM auprès de la communauté géoscientifique au Québec et dans le reste du Canada (numéros en anglais) en fournissant du contenu à la revue.

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 immédiats.

Tableau 2 : Liste des chercheurs et collaborateurs

CHERCHEURS ATTITRÉS ET PERSONNEL DU CONSOREM	
Benoit Lafrance	Directeur
Silvain Rafini	Professionnel de recherche
Dominique Genna	Professionnel de recherche
Morgane Gigoux	Professionnelle de recherche
Jérôme Lavoie	Professionnel de recherche
Mélanie Lambert	Professionnelle de recherche
Brigitte Poirier	Adjointe à la direction
Pierre-Luc Bilodeau	Technicien administratif
PROFESSEURS – CHERCHEURS	
Li Zhen Cheng	Professeure – UQAT
Damien Gaboury	Professeur – UQAC
Michel Jébrak	Professeur émérite – UQAM
Stéphane De Souza	Professeur – UQAM
Lucie Mathieu	Professeure-UQAC
Michel Allard	Chercheur associé – consultant Inter Géophysique
Mikaël Simard	Chercheur associé - consultant
Jean-Luc Cyr	Chercheur associé – consultant ADN Informatique
COLLABORATEURS	
Jean Goutier	MERN
Pierre Pilote	MERN
Benoit Dubé	Commission Géologique du Canada (CGC)
Yves Dufour	Centre Géomatique du Québec (CGQ)





3. Résultats des projets 2019

La programmation 2019 comptait 5 projets réguliers, deux projets collaboratifs MISA et un projet d'accompagnement (Tableau 3). 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 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), soit juste avant la mise en marché. 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.

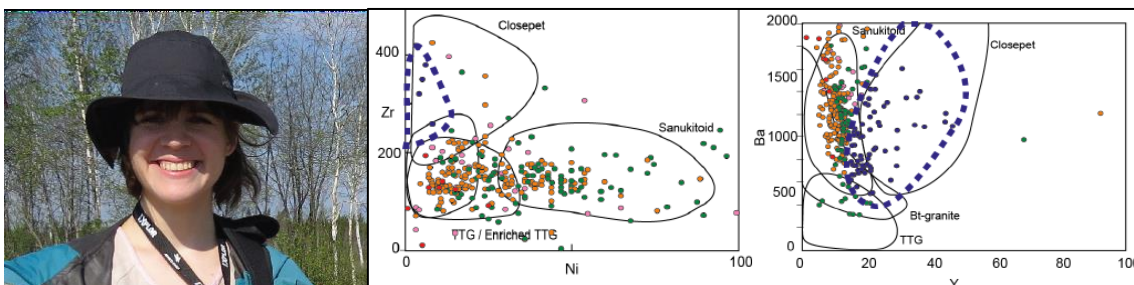
Tableau 3 : Projets 2019 du CONSOREM et chercheurs responsables

No.projet	Titre	Chercheur
2019-01	Géochimie des plutons et reconnaissance d'environnements métallogéniques favorables pour l'exploration : nouvelles approches – phase II	Morgane Gigoux
2019-02	Reconnaissance géochimique de la contribution hydrothermale magmatique dans les minéralisations aurifères archéennes	Dominique Genna
2019-03	Mise à jour et amélioration du logiciel « Calcul de potentiel minéral assisté par intelligence artificielle (IA) – version 2.0	Jérôme Lavoie (Collaboration : Centre Géomatique du Québec)
2019-04	Meilleurs outils pour l'exploration profonde : La sismique réflexion en exploration minérale	Dominique Genna
2019-05	Intégration et synthèse métallogénique du segment nord-central de la Sous-province de l'Abitibi entre les camps miniers de Matagami et de Chibougamau	Morgane Gigoux
2019-06	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV - MISA	Silvain Rafini
2019-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III - MISA	Jérôme Lavoie (Collaboration : Michel Allard, Mikael Simard, Jean-Luc Cyr)
2019-08	Accompagnements en entreprise	Silvain Rafini





Projet 2019-01: Géochimie des plutons et reconnaissance d'environnements métallogéniques favorables pour l'exploration : nouvelles approches – phase II



Par Morgane Gigoux, Ph. D.- CONSOREM

Ce travail fait suite au projet 2018-02 qui proposait de nouvelles approches de discrimination et de classification des plutons pour l'exploration à l'Archéen. Les outils développés lors de ce projet avaient été appliqués avec succès à la classification et la métallogénie des plutons de l'Abitibi. Le but du projet 2019-01 est d'exporter cette méthodologie pour caractériser les intrusions à la Baie-James, l'objectif étant de proposer une cartographie des intrusions en fonction de leur classification et typologie, et de faire ressortir des environnements métallogéniques favorables. En parallèle, un travail a été effectué pour améliorer la compréhension des différents diagrammes de classification, et notamment le diagramme ternaire de Laurent *et al.*, (2014).

Les typologies des intrusions à la Baie-James sont encore peu documentées, surtout pour les intrusions pouvant appartenir à la famille des sanukitoïdes (SNK). Pour aller traquer ces signatures à la Baie-James, la stratégie adoptée a été de prendre pour référence les premiers travaux effectués sur les SNK archéennes (Stern *et al.*, 1989; Stevenson *et al.*, 1999) qui ont été réalisés en Ontario dans la Sous-province à dominante plutonique de Wabigoon, un équivalent latéral probable de la Sous-province de La Grande au Québec (Percival *et al.*, 2012). Les compositions géochimiques des premières suites SNK archéennes ont été importées dans le diagramme ternaire de Laurent *et al.* et correspondent bien au champ des SNK archéens. Il est donc justifié d'utiliser ce diagramme à la Baie-James pour identifier ce type de signature à partir de la base de données du SIGEOM.

À la Baie-James (feuilles 32J à 33H pour ce projet), le diagramme de Laurent *et al.* permet de reconnaître l'appartenance à la famille des SNK pour 526 échantillons de monzodiorite, monzonite, syénite et granites alcalins (nommées d'après Middlemost) (Figure 1). Certains échantillons de syénites et de granites alcalins montrent une distribution particulière dans le diagramme ainsi que de fortes teneurs en K_2O associées à un degré de différenciation élevé. Il est intéressant de noter que l'ensemble des échantillons de type syénites riches en K se localisent au niveau de la syénite d'Amisquioumisca (2686 Ma) dans la Sous-province d'Opatoca. Il y a très peu de syénite à la Baie-James, la dominante étant la présence de monzodiorite-monzonite.

Un second volet a permis de visualiser la distribution des signatures géochimiques de plusieurs intrusions associées à des gîtes et gisements minéralisés du territoire dans le diagramme de Laurent *et al.* On aperçoit deux tendances : 1) sodique à alumineuse et 2) ferro-magnésienne à plus différenciée.





À noter que la première tendance correspond essentiellement aux signatures du domaine tonalite-trondhjémite-granodiorite (TTG) avec les gîtes de La Grande sud, Tilly, Marmion (Sous-province de Wabigoon) et Cheechoo (faciès porphyrique). La seconde tendance dans le champs hybrides à SNK du diagramme correspond à la distribution des gîtes de Mythril, de Ménarik et des intrusions de diorite-tonalite d'Éléonore. En parallèle, la base de données lithogéochimiques des porphyres Cu-Au mondiaux (2011-07, S. Faure) a été testée dans le diagramme de Laurent *et al.* Il en ressort des tendances en fonction du ratio Cu/Au et des cortèges métalliques associés. Globalement, le champ SNK va correspondre à des chimies plus mafiques et oxydées avec des minéralisations plus riches en $\text{Cu}\pm\text{Au}\pm\text{Mo}$, celui des TTG à des échantillons plus riches en $\text{Au}\pm\text{Cu}$, tandis que le champ des granites à biotite correspond à des chimies réduites et différenciées à Cu-Mo-W . Plus de 80 % des échantillons des gîtes de Mythril, Ménarik et Éléonore ont des chimies comparables à la base de données des porphyres Cu-Au mondiaux.

À partir de la classification des échantillons plutoniques du SIGEOM et aux signatures des différentes intrusions minéralisées à la Baie-James, plusieurs ciblage ont été effectués via quatre méthodologies distinctes. Deux d'entre eux ont été réalisés à partir de la chimie des signatures SNK identifiées en Abitibi dans la première phase du projet, type « Beattie » et type « Malartic ». Deux autres à partir de la signature de la récente découverte de Mythril (Cu-Au-Mo) et des travaux de Chariadia (2020) sur les caractéristiques géochimiques des porphyres Cu-Au récents. Les deux grandes familles TTG et SNK ont été travaillées et ciblées avec succès dans ce projet. Dans le détail, 11 cibles de type TTG et 10 cibles de type SNK (potentiels) ont été suggérées sur le territoire de la Baie-James.

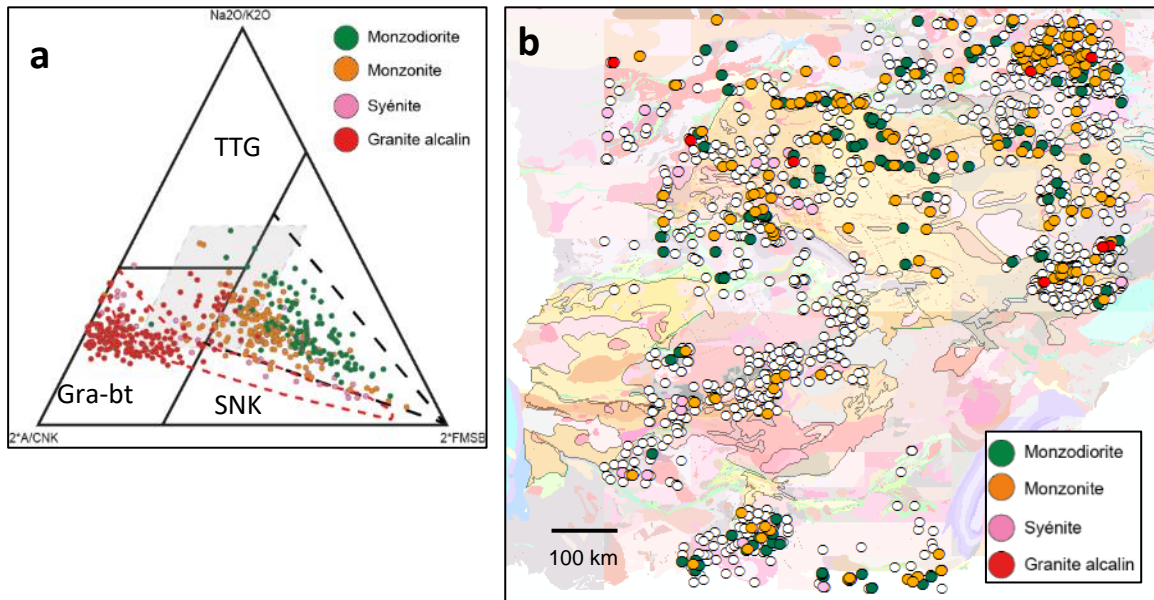


Figure 1a. Distribution sur le diagramme modifié de Laurent *et al.* (2014) des échantillons des champs SNK et granites à biotite en fonction de leur classification lithogéochimique (d'après Middlemost) à la Baie-James; b : Distribution géographique des échantillons appartenant strictement aux champs SNK à la Baie-James. En blanc, l'ensemble des échantillons ignés les moins altérés du SIGEOM.





FICHE SOMMAIRE PROJET 2019-01

Objectifs	<ul style="list-style-type: none">♦ Classer les intrusions felsiques à intermédiaires à la Baie-James♦ Cartographier les typologies et leurs potentiels métallogéniques associés
Résultats	<ul style="list-style-type: none">♦ 21 cibles locales générées (11 échantillons de type TTG et 10 de type SNK potentiels)♦ Modification du diagramme de Laurent <i>et al.</i> : la majorité des compositions des échantillons alcalins récents du Géoroc tombent dans le champ SNK archéennes du diagramme. Il existe une distribution spécifique pour les échantillons alcalins ultra-K. Un champ ultra-K a été rajouté au diagramme pour ce projet.♦ Très peu de syénite à la Baie-James♦ Dominance des typologies FI pour les TTG (source profonde du magma)
Innovations	Reconnaissance du potentiel porphyrique plus élevé à la Baie-James qu'en Abitibi (plusieurs secteurs de faible pression de cristallisation associés à des cibles de type Mythril, Malartic ou Beattie).
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none">♦ 1 rapport, 4 présentations <i>PowerPoint</i>.♦ Table <i>Excel</i> des cibles♦ Revue de la littérature.♦ Intégration du diagramme de Laurent <i>et al.</i> dans la version LithoModeleur 4.0.1





Projet 2019-02 : Reconnaissance géochimique de la contribution hydrothermale magmatique dans les minéralisations aurifères archéennes



Par Dominique Genna, Ph.D – CONSOREM

Une majorité des gisements aurifères encaissés dans les ceintures de roches vertes archéennes sont interprétés comme des gisements de type orogénique (veines quartz-carbonate). Il existe cependant une vaste typologie des minéralisations aurifères qui inclue : des minéralisations synvolcaniques (VMS-Au et Au-Cu-Mo des complexes TTG) et syntectoniques (veines, disséminées, associées aux intrusions alcalines). La contribution en fluides hydrothermaux-magmatiques est largement reconnue et acceptée dans les minéralisations synvolcaniques. Elle reste cependant débattue dans les minéralisations syntectoniques où l'on préfère bien souvent parler d'une origine métamorphique des fluides minéralisateurs. Indépendamment du style de minéralisation, la plupart des gisements aurifères sont distribués le long de structures majeures (ex : Faille de Cadillac-Larder Lake) et encaissés dans des terrains déformés et métamorphisés. Il est donc particulièrement difficile d'identifier la typologie des minéralisations à un stade précoce d'exploration. Cependant, l'identification d'une contribution de fluides magmatiques aurait un impact majeur sur les stratégies d'exploration déployées.

L'emphase a été portée sur le potentiel d'utilisation de la signature chimique des pyrites au LA-ICP-MS; une méthode qui a déjà fait ses preuves pour documenter l'évolution de divers systèmes hydrothermaux. La pyrite est un minéral hydrothermal omniprésent dans les minéralisations aurifères, et est réputée pour contenir plus d'une vingtaine d'éléments chimiques (Figure 1) en substitution directe dans sa structure cristalline ou en inclusions (nano ou micro). La signature des pyrites est influencée par de nombreux paramètres (chimie de la source, conditions de précipitation, etc.) ce qui implique que chaque style de minéralisation devrait avoir une signature unique qui peut être utilisée pour prédire la typologie des gîtes. L'approche novatrice utilisée dans ce projet réside dans la méthode utilisée pour réduire les données LA-ICP-MS. Nous avons choisi d'utiliser l'intégration du signal sur le grain complet (ligne). Cette approche à plusieurs bénéfices : 1) analyse représentative de la chimie du grain (limite effet pépite et les zonations); 2) simplification dans le traitement des données; et 3) résultats potentiellement transférables à une approche par concentré de pyrite.





Le projet 2019-02 a permis la construction d'une banque de données sur la chimie des pyrites de plus d'un millier d'analyses comprenant des exemples représentatifs de différents styles de minéralisation aurifère : 1) veines orogéniques encaissées dans des intrusions (ex : Goldex) ou dans des roches volcaniques (ex : Détour); 2) disséminées associées à des intrusions d'affinité alcaline intermédiaire (ex : Beattie) ou plus évoluée (ex : Bachelor); 3) disséminées au faciès amphibolite (ex : Lapa).

Le pôle matérialisant la chimie de pyrites d'origines hydrothermales-magmatiques est représenté par les cas de Lalolam (Papouasie Nouvelle-Guinée; 0.9Ma) et de Cripple Creek (États-Unis; 31Ma), deux exemples de minéralisations porphyriques alcalines récents.

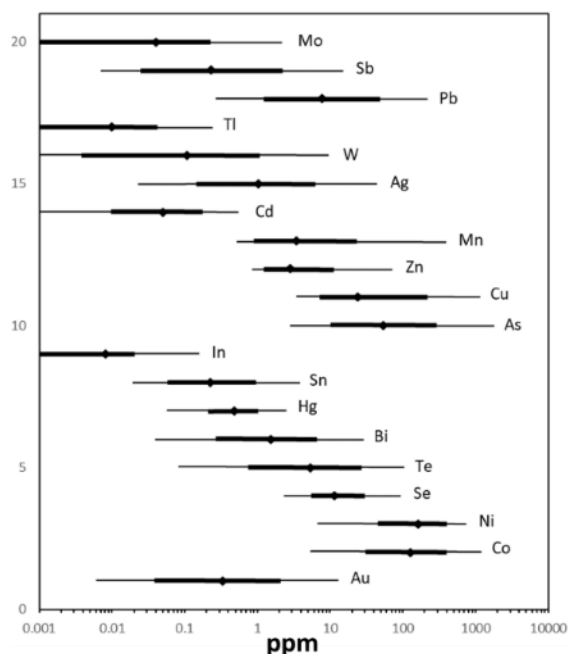


Figure 1. Diagramme illustrant la distribution statistique (10; 25; 50; 75; 90%) de 20 éléments chimiques qui sont au-dessus des limites de détection et qui ont été analysés dans les pyrites de gisements aurifères en Abitibi.

Nos principaux résultats démontrent que 1) pour la plupart des gisements la variabilité intragisement est relativement limitée et elle est souvent bien inférieure à la variabilité intergisements; 2) l'effet des lithologies encaissantes semble mineur et 3) la variabilité des données représente des différences au niveau de la source des fluides et des conditions de précipitation. Afin de faciliter la visualisation et la comparaison des données, un diagramme multiélément est proposé (Figure 2). Les éléments sont classés par ordre d'abondance dans les pyrites orogéniques de type veine et les analyses sont normalisées par rapport à la médiane des pyrites sédimentaires archéennes (PSA) d'Abitibi compilée dans le cadre de ce projet.

Spécifiquement, les pyrites provenant de gisements orogéniques de type veine sont appauvries dans la plupart des éléments traces. Seul le contenu en Au-Co-Ni est relativement similaire aux pyrites sédimentaires.





Les pyrites provenant de gisements où les minéralisations sont de type « disséminées associées aux intrusions alcalines » présentent des anomalies positives marquées en Au, Se-Te-Bi et Ag-W-Tl.

Il est par ailleurs fascinant de documenter que la chimie des pyrites associées aux syénites archéennes est quasi-identique à celle des pyrites provenant de gisements aurifères de style disséminé récent, qui sont associées à des intrusions porphyriques alcalines (Ladolam et Cripple Creek), et où la contribution en fluides magmatique est indiscutable (Sykora et al. 2018; Keith et al. 2020).

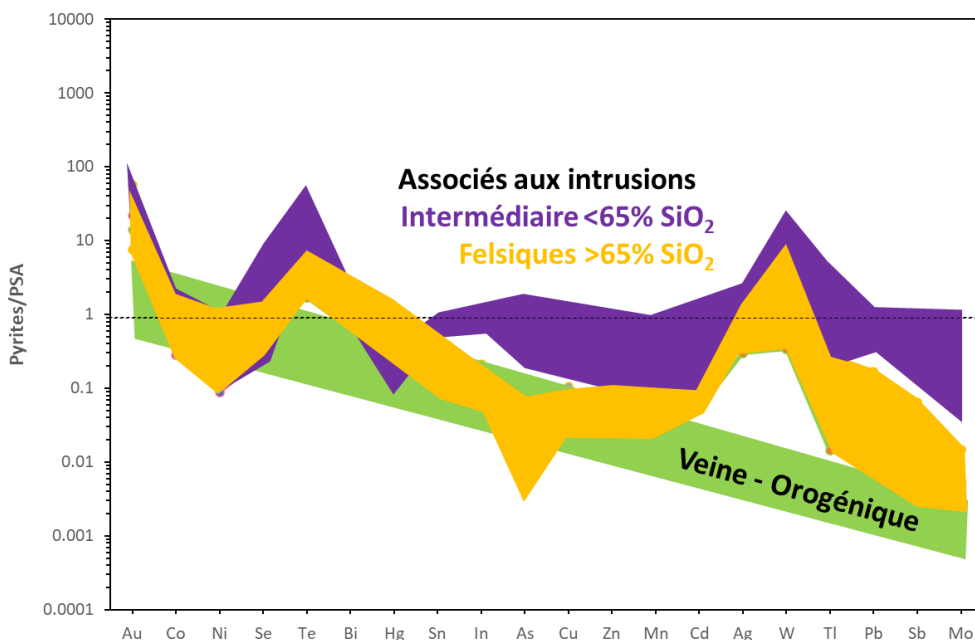


Figure 2. Diagramme multiélément de la chimie des pyrites provenant de gisements aurifères normalisés sur la médiane des pyrites sédimentaires archéennes (PSA). On identifie 3 champs distincts des pyrites orogéniques et des pyrites associées aux intrusions alcalines pour lesquelles une contribution en fluide magmatique-hydrothermal est suggérée.

Ce projet a des implications directes pour l'exploration des minéralisations aurifères. Il est désormais possible d'identifier à un stade d'exploration précoce : 1) la typologie des minéralisations et 2) la contribution de fluides magmatiques. Les implications sont plus larges lorsque l'on considère le potentiel d'utilisation de la chimie des pyrites dans l'environnement secondaire (tills) ou en métallurgie.





FICHE SOMMAIRE PROJET 2019-02

Objectifs	<ul style="list-style-type: none">◆ Développer un outil géochimique permettant l'identification d'une contribution hydrothermale magmatique sur des minéralisations aurifères en contexte d'exploration.◆ L'emphase est portée sur la chimie in situ des pyrites (LA-ICP-MS)
Résultats	<ul style="list-style-type: none">◆ Avec une approche statistique, intégrant le signal complet des grains de pyrite, il est possible d'identifier la typologie des minéralisations aurifères.◆ La variabilité intragisement est moins importante que la variabilité intergisements◆ La chimie des pyrites hydrothermales ne semble pas influencée par la chimie de l'encaissant.◆ Les pyrites de type veines orogéniques sont appauvries en éléments traces. Les pyrites disséminées spatialement associées à des intrusions alcalines sont systématiquement enrichies en Au-Se-Bi-Te-Ag-W-Ti. Les pyrites associées aux complexes syénitiques sont très proches des gisements porphyriques alcalins récents.
Innovations	<ul style="list-style-type: none">◆ Développement d'une méthodologie d'acquisition des données in situ efficace et applicable dans des conditions d'exploration.◆ Pyrites sédimentaires archéennes (PSA) utilisées comme valeur de normalisation.◆ Développement d'un diagramme multiélément permettant de comparer et de discriminer les signatures chimiques des pyrites.
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none">◆ 1 rapport, 3 présentations





Projet 2019-03 : Mise à jour et amélioration du logiciel « Calcul de potentiel minéral assisté par intelligence artificielle (IA) » – version 2.0



Par Jérôme Lavoie, Ing., M.Sc.A. - CONSOREM

Collaborateurs : Yves Dufour, Ing., analyste en informatique (Centre de Géomatique du Québec).

De nos jours, l'utilisation de l'intelligence artificielle est de plus en plus abondante. Et l'industrie minière ne fait pas exception dans l'utilisation des différents outils disponibles actuellement. Le CONSOREM a élaboré dans le passé un outil logiciel de prototypage qui permettait le calcul du potentiel minéral assisté par l'intelligence artificielle (IA) selon deux méthodes : 1) la logique floue et 2) les réseaux neuronaux (Sylvain Trépanier, projet 2007-11). Son utilisation était malheureusement devenue impossible avec les systèmes d'exploitation actuels et plusieurs de ses fonctionnalités internes étaient désuètes. Le projet 2019-03 se voulait d'être une mise à jour et une amélioration de l'outil. Le CONSOREM a fait appel à l'expertise du Centre de Géomatique du Québec (CGQ) pour effectuer les changements suivants à l'outil logiciel de prototypage : 1) assurer sa compatibilité avec les systèmes d'exploitation actuels, par exemple *Windows 10*, tout en conservant le langage informatique *Visual Basic (VB)*; 2) créer une nouvelle interface cartographique pour retirer les solutions cartographiques payantes (c.-à-d. *MapInfo®*); 3) permettre l'importation de données matricielles en format élargi; 4) vérifier et ajouter des projections pouvant être utilisées par ce dernier; 5) rétablir sa fonction d'aide en ligne et 6) corriger les possibles erreurs liées au calcul des probabilités (post-livraison).

Voici les nouveautés qui ont été ajoutées à la version 2.0 du logiciel prototypage et les améliorations effectuées dans le cadre du projet :

(1) Compatibilité avec les systèmes d'exploitation Microsoft®

Le logiciel prototypage est compatible avec les systèmes d'exploitation *Windows 7* et *Windows 10*.

(2) Interface cartographique

La combinaison de la librairie de conversion cartographique GDAL version 3.0.1 (<https://gdal.org/#>) et du module de visualisation des données et de géotraitement MapWinGIS version 5.1.1 (<https://www.mapwindow.org/documentation/mapwingis4.9/index.html>) pour la création d'un nouveau module cartographique et d'un nouveau gestionnaire de couches. La librairie GDAL est actuellement utilisée par plus de 100 logiciels et le module MapWinGIS peut traiter de nombreux formats de données vectorielles et matricielles.





L'ajout d'un gestionnaire de projection cartographique.

La projection de la couche du polygone d'intérêt sera reconnue et prise par défaut. Les autres couches devront être dans la même projection que cette couche.

La remise en fonction de « l'aide en ligne ».

Le projet 2019-03 a permis de remettre en fonction un outil CONSOREM très puissant. Cet outil logiciel de prototypage, assisté par l'intelligence artificielle (IA), permet d'effectuer un grand nombre de calculs géomatiques et d'évaluer le potentiel minéral d'une région selon deux méthodes : 1) par la logique floue ou 2) par les réseaux neuronaux. L'outil permet de faire une évaluation systématique d'une région cible pour une ou des substance(s) selon un modèle métallogénique ou un type de gisement donné. Il permet d'intégrer facilement, avec un seul chiffre, l'information pertinente d'un nombre potentiellement important de couches d'informations pour la mise en valeur de nouveaux secteurs potentiels, où il est parfois difficile d'intégrer manuellement ou visuellement l'information autrement. Les compagnies membres pourront à nouveau utiliser cet outil pour rapidement vérifier et tester des hypothèses sur des concepts, des idées ou des méthodes d'exploration qui leur sont exclusives, sans nécessairement passer par une compagnie de consultation externe.

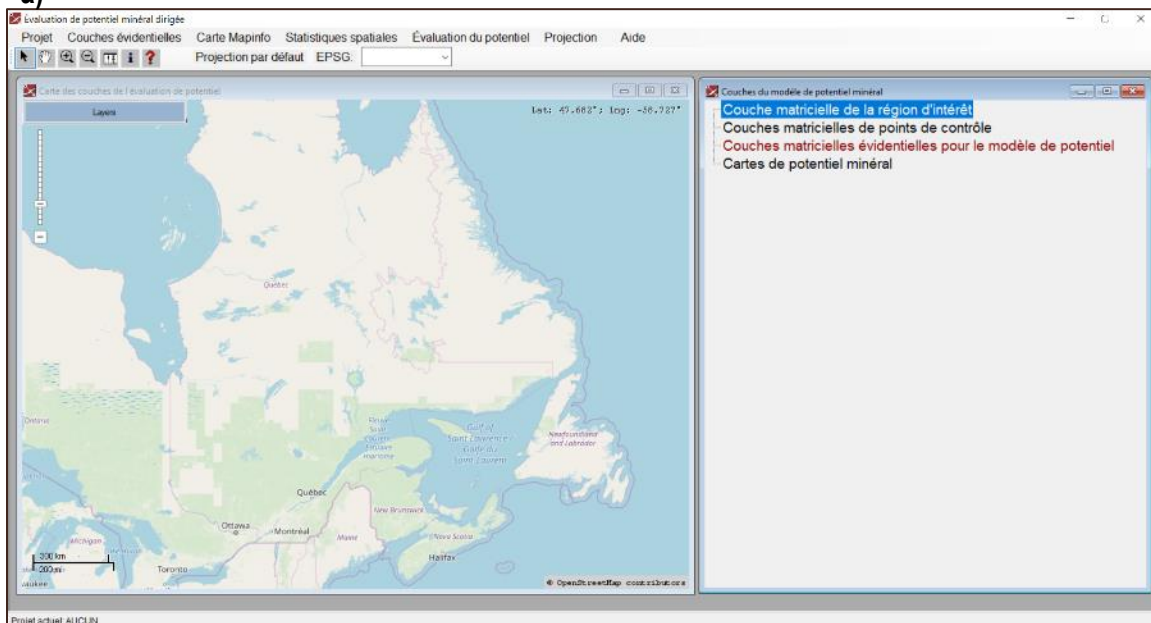
Vector	Raster	Grid
ESRI Shapefile (.shp)	ASCII Grid Images (.asc)	ASCII Text (ESRI Ascii Grid) (.asc, .arc)
	Binary Terrain Images (.bt)	BIL (ESRI HDR/BIL Images) (.bil)
	BIL (ESRI HDR/BIL Images) (.bil)	DTED Elevation (.dhm, .dt0, .dt1)
	Bitmap Images (.bmp)	ERDAS Imagine (.img)
	Dem Images (.dem)	ESRI FLT (.flt)
	ECW Images (.ecw)	ESRI Grid (sta.adf)
	Erdas Imagine Images (.img)	GeoTIFF (.tif)
	GIF Images (.gif)	PAux (PCI .aux Labelled) (.aux)
	PC Raster Images (.map)	PIX (PCIDSK Database File) (.pix)
	JPEG2000 Images (.jp2)	USGS ASCII DEM (.dem)
	JPEG Images (.jpg)	USGS SDTS 30m (.ddf)
	SID (MrSID Images) (.sid)	USU Binary (.bgd)
	PNG Images (.pgm;.pnm;.png;.ppm)	
	CADRG (.LF2)	
	BSB/KAP (.kap)	
	Tagged Image File Format (.tif)	

Figure 1 : Formats de données vectorielles et matricielles gérés par le module de visualisation des données et de géotraitement MapWinGIS (Source : <https://www.mapwindow.org/documentation/mapwingis4.9/overview.html>).





a)



b)

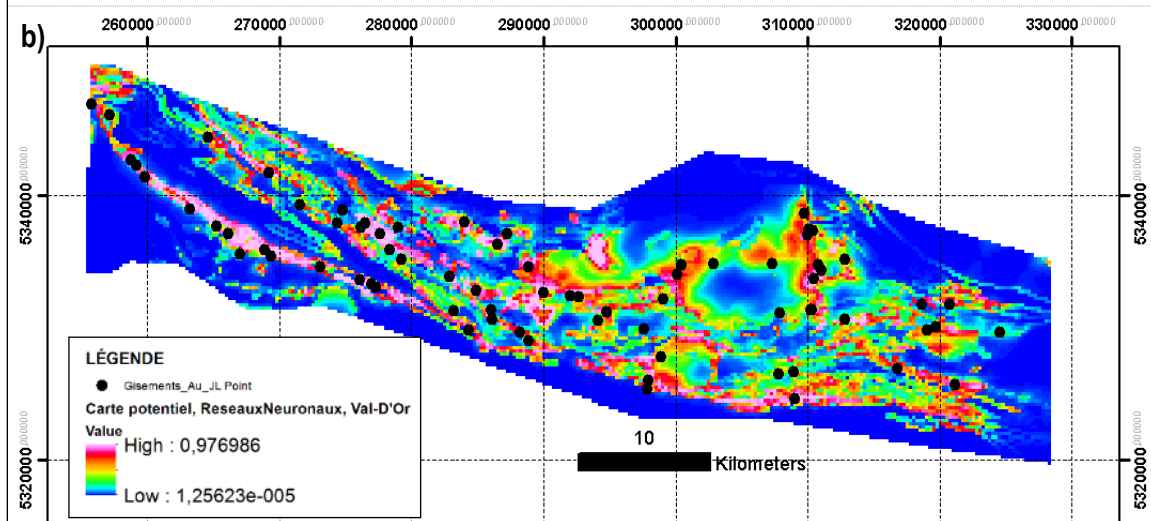


Figure 2 : a) Interface graphique de l'outil logiciel de prototypage « Calcul du potentiel minéral assisté par IA ». b) Exemple de calcul de potentiel minéral généré à partir de l'outil logiciel de prototypage : carte du potentiel minéral du camp minier de Val-d'Or. Les couleurs chaudes représentent le potentiel minéral des zones les plus favorables pour retrouver des minéralisations aurifères de type or orogénique, selon un concept métallogénique bien précis.





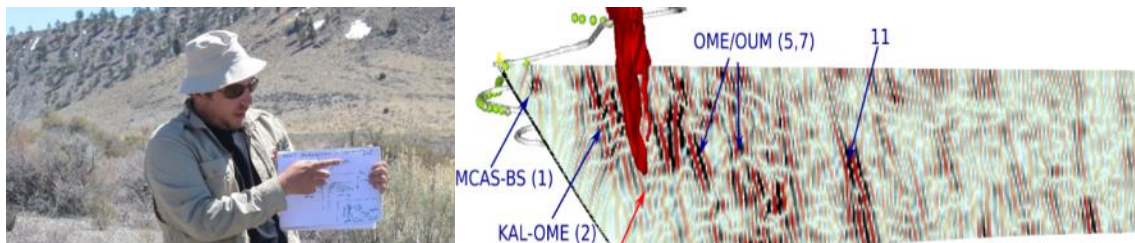
FICHE SOMMAIRE PROJET 2019-03

Objectifs	Mise à jour et amélioration de l'outil logiciel de prototypage « Calcul du potentiel minéral assisté par IA ».
Résultats	Livraison de la version 2.0 mise à jour, bonifiée et améliorée de l'outil logiciel de prototypage.
Innovations	<ul style="list-style-type: none">♦ Ajout de plusieurs fonctionnalités :<ul style="list-style-type: none">♦ nouvelle librairie de conversion cartographique;♦ nouveau module de visualisation des données et de géotraitement;♦ nouveau gestionnaire de couches;♦ ajout d'un gestionnaire de projection cartographique.
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none">♦ 1 outil logiciel de prototypage (Calcul du potentiel minéral assisté par IA, v2.0) ;♦ 1 rapport sous forme de « Manuel de l'utilisateur » (à venir) ;♦ 3 présentations <i>PowerPoint</i> ;♦ Formations et ateliers aux membres pour l'utilisation de l'outil logiciel de prototypage.





Projet 2019-04 : Meilleurs outils pour l'exploration profonde : La sismique réflexion en exploration minérale



Dominique Genna, géo, Ph.D. – CONSOREM

La plupart des méthodes géophysiques utilisées en exploration minérale utilisent les propriétés physiques des minéralisations (conductivité, chargeabilité, magnétisme). Bien que ces méthodes soient efficaces dans les 500 premiers mètres, la sensibilité diminue drastiquement avec la profondeur. Les méthodes sismiques sont une des rares méthodes géophysiques qui démontrent un maintien, voire une amélioration relative, de la résolution avec la profondeur. En ce sens, elles représentent donc une avenue particulièrement intéressante pour l'exploration des ressources minérales enfouies. La sismique réflexion utilise la propagation des ondes élastiques pour mesurer la déformation du sous-sol. Le chemin emprunté par les ondes dépend de l'élasticité du milieu. S'il y a présence de discontinuité dans le milieu, l'onde sismique va être déviée (réflexion et réfraction). L'enregistrement des différents temps d'arrivée et des amplitudes des ondes est ensuite utilisé pour imaginer le sous-sol.

La plupart des gisements de sulfures massifs produisent des contrastes sismiques marqués dus à l'abondance de sulfures et donc à une augmentation de la densité (Figure 1). L'identification d'un réflecteur est dépendante d'un contraste d'impédance acoustique assez élevé, l'impédance étant le produit de la vitesse de propagation des ondes et de la densité du milieu. On peut voir sur la Figure 1 l'alignement des lithologies depuis les roches sédimentaires jusqu'aux roches ultramafiques. On peut également noter que les champs des minéralisations métalliques sont décalés vers des densités plus grandes illustrant que la plupart du temps, il y a un contraste d'impédance suffisant entre la lithologie et les minéralisations pour créer un réflecteur sismique. Il est donc attendu, à condition que l'épaisseur soit suffisante, qu'une zone minéralisée fournisse un fort signal sismique (en réflexion ou réfraction) qui peut être utilisé pour cibler des ressources à grande profondeur.

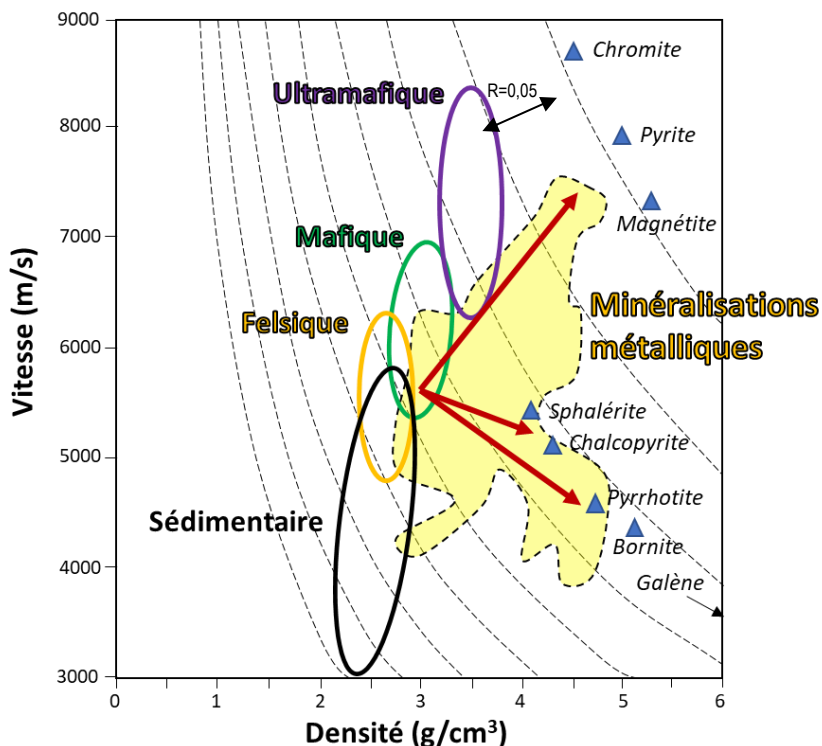
Des avancées significatives ont été réalisées dans ce domaine au cours des dernières décennies. Au travers d'une revue détaillée de plusieurs cas d'étude, le projet 2019-04 vise à mettre en avant le potentiel d'utilisation, mais aussi les limites des techniques d'utilisation de la sismique réflexion sur le territoire québécois. Spécifiquement, les cas sélectionnés dans le projet illustrent : 1) les levés conventionnels depuis la surface en 2D, semi-3D et 3D; 2) les levés tomographiques (source en surface ou en profondeur et récepteurs en profondeur) dans des mines actives; 3) le retraitement et l'optimisation d'anciennes données; 4) les levés de sismiques passive et 5) l'acquisition de signal sismique durant le forage.





Ce tour d'horizon permet de conclure que les méthodes sismiques actives ont un potentiel d'utilisation pour l'exploration profonde des ressources minérales, en particulier dans les camps matures ou pour l'exploration sur le pourtour d'une mine en production.

Les méthodes passives démontrent un potentiel très intéressant, mais la plupart sont encore en développement. Dans les deux cas, l'arrimage avec la géologie et la pétrophysique des lithologies environnantes est indispensable pour de meilleures caractérisations.





FICHE SOMMAIRE PROJET 2019-04

Objectifs

- ♦ Inventaire, performance et analyse de cas d'étude de différentes méthodes de sismiques réflexions disponibles pour l'exploration des gisements en profondeur.

Résultats

- ♦ Avec l'amélioration des techniques d'acquisition et de traitement du signal sismique, il y a clairement un potentiel d'utilisation sur le territoire québécois.
- ♦ Nécessite un arrimage avec la géologie et la pétrophysique pour une meilleure caractérisation.
- ♦ Le potentiel d'utilisation est principalement dans les camps matures et mines en activités.
- ♦ Les levés de sismiques passive et de sismique durant le forage (*Seismic While Drilling*) sont deux avenues particulièrement intéressantes puisque les coûts d'acquisition sont à une fraction du prix d'un levé conventionnel. Ces méthodes sont cependant encore en développement.

Innovations

- ♦ Mise en évidence du potentiel d'utilisation de la sismique réflexion appliquée à l'exploration minérale au Québec.

Produits livrés

- ♦ 1 rapport, 3 présentations *PowerPoint*

RÉFÉRENCES :

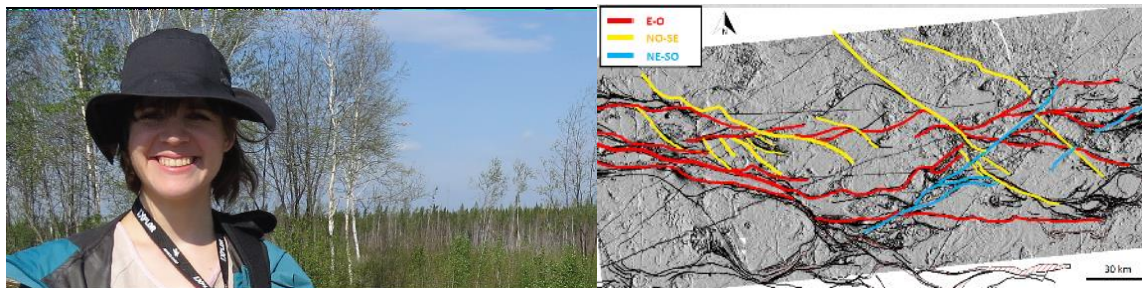
Hurich C.A., Deemer S.J., Indares A. and Salisbury M., 2001. Compositional and metamorphic controls on velocity and reflectivity in the continental crust: An example from the Grenville Province of eastern Quebec. *Journal of Geophysical Research*, B106, 665– 682.

Riedel M., Cosma C., Enescu N., Koivisto E., Komminaho K., Vaittinen K., and Malinowski M., 2018. Underground vertical seismic profiling with conventional and fiber-optic systems for exploration in the Kylylahti polymetallic mine, Eastern Finland. *Minerals*, 8, 538.





Projet 2019-05 : Intégration et synthèse métallogénique du segment nord-central de la Sous-province de l'Abitibi entre les camps miniers de Matagami et de Chibougamau



Par Morgane Gigoux, Ph. D.- CONSOREM

Ce travail de synthèse s'intègre dans les projets CONSOREM de type synthèse-intégration réalisés au nord de l'Abitibi. Cinq projets au total ont été réalisés entre 2009 et 2013 couvrant d'est en ouest la partie nord de l'Abitibi. Il existait néanmoins une lacune d'information dans la partie nord-centrale, entre Matagami et Chapais. L'objectif de ce projet était donc de réaliser un travail d'intégration métallogénique de ce secteur afin de proposer de nouveaux guides d'exploration pour l'or, les métaux de base et d'autres substances. Les données intégrées sont les suivantes : 1) indices minéralisés SIGEOM; 2) domaine magnétique et signatures MAG; 3) fertilité des couloirs et zones de paléopressions modélisées (projet 2006-06 et 2008-01); 4) typologie des intrusions (2018-02) et potentiel porphyre (2011-07); 5) fertilité des rhyolites; 6) altérations et bilans de masse et 7) ciblage CONSOREM (2010-04 et 2010-03). L'intégration de l'ensemble de ces données a permis de faire ressortir des secteurs favorables en fonction des substances et des modèles métallogéniques qui peuvent y être éventuellement associés.

La stratigraphie de la partie ouest-centrale du secteur (Matagami-Lac au Goéland) est relativement bien contrainte dans le temps, avec les unités les plus anciennes correspondant aux rhyolites de Watson à 2725-2723 Ma jusqu'aux unités les plus récentes qui vont correspondre aux épisodes magmatiques protérozoïques avec la mise en place de la Carbonatite de Montviel (1894 Ma) et de kimberlites (ex : Ailly, 1098 Ma). La partie est, dans le secteur de Chapais, est beaucoup moins bien contrainte avec des lacunes géochronologiques au niveau des bassins sédimentaires et des intrusions. Ce secteur est caractérisé par de grands bassins plus ou moins conglomératiques avec 1) la formation métasédimentaire de La Trêve qui est probablement un équivalent latéral du bassin de Chebistuan, dont l'âge maximal est estimé à 2704 Ma, et 2) la Formation de Hauy (volcanites mafiques alcalines) dont l'âge maximal a été estimé à 2691 Ma.

La synthèse des données structurales permet de distinguer deux domaines. Le domaine Est, qui est dominé par des structures E.-O., N.-O. et N.-E. avec la présence de nombreux nœuds structuraux. La rencontre des structures E-O supracrustales, généralement interprétées comme correspondant à des limites d'arcs volcano-sédimentaires en Abitibi, avec les structures obliques plus profondes N.-O. (Nottaway) et N.-E. (Lamarck) va constituer un drain important pour la remontée des fluides hydrothermaux des niveaux crustaux profonds jusqu'aux niveaux plus superficiels. Il existe de nombreux indices de Cu, Zn et Au et des anciennes mines à l'intérieur de ces nœuds structuraux qui témoignent de la circulation des fluides hydrothermaux.





Le domaine Ouest dominé par les structures E.-O. relativement bien continues et les structures N.-O. avec l'alignement de plusieurs mines de Cu-Zn le long des structures synvolcaniques au niveau du camp de Matagami.

La synthèse métallogénique est découpée en trois secteurs dans ce projet :

Secteur central

C'est un secteur favorable pour les minéralisations de type Nb-REE et diamantifère (syénite-carbonatite, kimberlite), SMV mafique et également, avec des ombres de pressions modélisées autour du pluton du Lac au Goéland, pour le piégeage de minéralisations aurifères. Il existe aussi un potentiel porphyrique Cu-Au dans ce dernier secteur, avec une faible pression de cristallisation calculée pour la Tonalite de Nomans (2708 Ma, 1 kbar) et des intrusions à dominante F1. Le tracé de l'équivalent latéral de la faille de Sunday-Lake passe très probablement par ce secteur le long de la Formation de Waswanipi (tuf mafique alcalin, wacke et conglomérat polygénique) au nord du Pluton du Lac au Goéland.

Secteur Est

Le secteur Est est caractérisé, à l'est de la faille de Nottaway par un alignement de petits stocks sub-alcalins (monzonite à quartz) à alcalins (syénite) le long d'un grand bassin métasédimentaire avec la présence de conglomérats polygéniques (BD de forages, affleurement de géofiches, échantillons de roche). Il existe un potentiel porphyrique (Cu-Au) au niveau du secteur de la Syénite de Branssat, avec la présence d'une intrusion probablement cachée (signature haut MAG) dans le bassin métasédimentaire de la Trêve ainsi qu'un petit stock de granodiorite sub-alcalin au nord-est de Branssat. Autre observation intéressante, la Monzonite de Moraine montre une chimie, une signature MAG et des assemblages minéralogiques semblables aux intrusions de monzodiorite et de Monzonite du secteur de Malartic. Il existe également un potentiel pour les minéralisations Ni-Cu-EGP le long du bassin conglomératique avec quelques indices minéralisés et la présence d'intrusions ultramafiques.

Secteur Ouest

Le camp de Matagami montre un potentiel porphyrique Cu-Au sous-estimé avec la présence de plusieurs monzonite à quartz sub-alcaline comme les plutons de Daniel, de la Baie-Dunlop ou de Cavelier. Plusieurs nouvelles cibles locales ont été proposées suite aux calculs des bilans de masse en K_2O et Na_2O couplés au CO_2 normatif (SV) dans le camp minier.

Le potentiel métallogénique du segment nord-central d'Abitibi a trop longtemps été sous-estimé. L'intégration des données existantes démontre un fort potentiel pour diverses substances. Il se distingue par : 1) ses formations volcaniques mafiques alcalines ; 2) la grande superficie de ses bassins sédimentaires conglomératiques ; 3) du rôle des grandes structures profondes de l'Opatoca et 4) d'une métallogénie protérozoïque non négligeable.





Figure 1 : Carte géologique du secteur d'étude et potentiel métallogénique associé.

FICHE SOMMAIRE PROJET 2019-05

Objectifs Intégration-synthèse du secteur nord-central de la Sous-province d'Abitibi (Matagami à Chapais)

Ré-évaluation métallogénique régionale

Résultats ♦ Au total, **22 cibles** locales générées dans 3 secteurs différents :

- ♦ **Secteur central** : favorable pour les minéralisations Nb-REE-diamant (carbonatite, kimberlite), SMV mafique, et piège aurifère. Le tracé de l'équivalent de la faille de Sunday-Lake passe très probablement par ce secteur le long de la Formation de Waswanipi (tuf mafique alcalin, wacke et conglomérat polygénique).
- ♦ **Secteur est** : alignement de stocks alcalins et sub-alcalins le long de formations conglomératiques. Potentiel porphyrique (Cu-Au ; Au) du secteur de la Syénite de Branssat et de la Monzonite de Moraine (signature similaire à Malartic).
- ♦ **Secteur ouest** : potentiel sous-évalué des intrusions de type monzonite à Matagami (ex : plutons de Daniel, Baie Dunlop, Cavalier) et favorabilité pour des minéralisations porphyriques Cu-Au.

Innovations ♦ Utilisation du logiciel MagnetoModeleur pour faire ressortir des domaines magnétiques favorables pour les minéralisations.

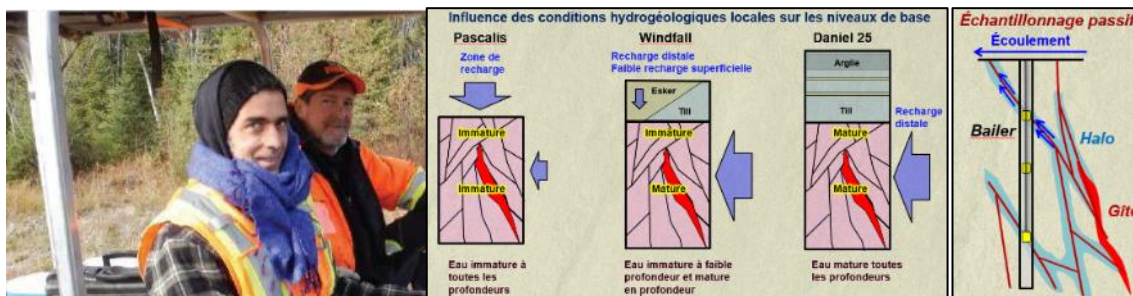
Produits livrés

- ♦ Table *Excel* des cibles détaillées
- ♦ Revue de la littérature.
- ♦ Présentations *PowerPoint*
- ♦ Rapport





Projet 2019-06 : Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV – MISA



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

Le CONSOREM a consacré depuis 2016 trois projets de recherche au développement d'une nouvelle méthode d'exploration minérale : l'hydrogéochimie souterraine. Ces trois phases ont été des études de cas sur quatre gisements représentatifs de l'Abitibi : deux gîtes zincifères de type sulfure massif volcanogène du camp de Matagami (Phelps Dodge 1 et Daniel 25), un gîte aurifère orogénique typique porté par des veines discrètes (Pascalis, camp de Val-d'Or), et un gîte aurifère atypique (Windfall, ceinture de Urban Barry). Ces trois projets ont permis d'acquérir une base de données unique au monde sur la composition chimique complète (majeurs, traces et ultra-traces) de l'eau souterraine profonde dans l'environnement de corps minéralisés. Ils ont d'ores et déjà donné lieu à plusieurs conclusions majeures sur la validation de la méthode :

1. Aux contacts des quatre gîtes investigués, l'eau souterraine acquiert un bagage métallique anormal très marqué, depuis la subsurface (100^{nes} de m) jusqu'aux niveaux très profonds (env. 1200 m) ;
2. Le transport de ces empreintes dans l'aquifère de roc fracturé produit des halos de forme variable et de grande dimension (env. 2 km), typiquement supérieure au signal accessible par l'analyse de carotte de sorte que plusieurs forages négatifs à l'analyse lithogéochimique se sont avérés positifs à l'analyse hydrogéochimique ;
3. L'empreinte hydrogéochimique des gîtes métallifères augmente en profondeur ;
4. Les tests expérimentaux ont permis d'établir des protocoles opératoires, d'échantillonnages et d'analyses valides dans les conditions de terrain nordique québécois.

Le mandat du projet 2019-06, la quatrième phase, était de poursuivre le développement de la méthode en approfondissant plusieurs aspects importants de son utilisation : connaissance des niveaux de bases et de leur variabilité naturelle, influence de la profondeur sur la formation de l'empreinte et sa composition, influence des conditions hydrostructurales et hydrostratigraphiques sur les paramètres d'acquisition et d'interprétation, analyse des fractionnements chimiques lors du transport, apport des indices géochimiques pour le marquage des minéralisations (indices de saturation, ratios d'éléments). Sur le plan méthodologique, un traitement approfondi des quatre jeux de données générés lors des phases d'acquisition a été réalisé, tandis que la modélisation géochimique a permis d'investiguer les mécanismes impliqués dans la formation des empreintes ainsi que leurs différents facteurs contrôlants.





Les principaux apports de cette étude sont les suivants :

1. La modélisation des équilibres géochimiques prédit un accroissement de la mobilité du Zn en profondeur, en lien avec les changements de composition chimique de l'eau (évolution inverse de Cl et P) lors du processus de salinisation continentale, c.-à-d. la prolongation des échanges eau-roche. Ces résultats expliquent l'augmentation de l'intensité de l'empreinte en Zn observée à forte profondeur de façon particulièrement nette sur le gîte Daniel 25. Par ailleurs, les concentrations en Zn modélisées à l'équilibre avec la sphalérite dans une eau dont la composition évolue progressivement d'une eau immature peu profonde vers une saumure continentale sont inférieures à celles mesurées, ce qui pourrait s'expliquer par la présence de Zn sous forme de nanoparticules non-réactives.
2. Une analyse méticuleuse des quatre jeux de données a permis d'identifier avec confiance une population *background*. Sur cette population statistique valable, les niveaux de base ont été établis pour l'ensemble des éléments ainsi que leur variabilité naturelle et leur évolution lors de la « maturation » (salinisation) de l'eau en profondeur. Ces valeurs fournissent des repères jusqu'alors inexistantes et particulièrement utiles à la détection des concentrations anormales (Figure 1).
3. L'analyse des empreintes par rapport à un niveau de base non local a permis d'identifier quels éléments caractérisent les larges halos associés potentiellement à un environnement fertile. Il s'agit, pour le cas du gîte aurifère Windfall, du W et de l'indice Au régional $\sqrt[4]{Ag_{Std} \cdot Ce_{Std} \cdot La_{Std} \cdot W_{Std}}$. Le Sc est aussi remarquablement enrichi régionalement dans le secteur du gîte Daniel 25.
4. La comparaison des conditions hydrostratigraphiques et hydrostructurales des 4 sites investigués met en évidence les contrôles hydrogéologiques de premier ordre sur l'efficacité de la méthode : les conditions libre/captive de l'aquifère de roc ainsi que la distance de recharge influencent drastiquement le degré de maturité de l'eau à toutes les profondeurs, et par conséquent l'intensité de l'empreinte. Par ailleurs, les minéralisations très discrètes (gîtes Au) produisent des halos géométriquement plus discontinus et ségrégués dans les fractures directement connectées aux lentilles minéralisées en amont, du fait même des propriétés discontinues du milieu fracturé.
5. Un retour sur les mesures réalisées dans le secteur central de Windfall a permis de préciser les conditions d'utilisation de cette méthode en contexte d'exploration active. Il est observé que la zone d'influence hydraulique au voisinage de forages actifs est limitée à la portion supérieure du socle. En effet, tous les échantillons au contact des zones minéralisées à plus de 700 m de profondeur verticale montrent clairement une empreinte aurifère, tandis que les autres ont une signature diluée, voire absente.



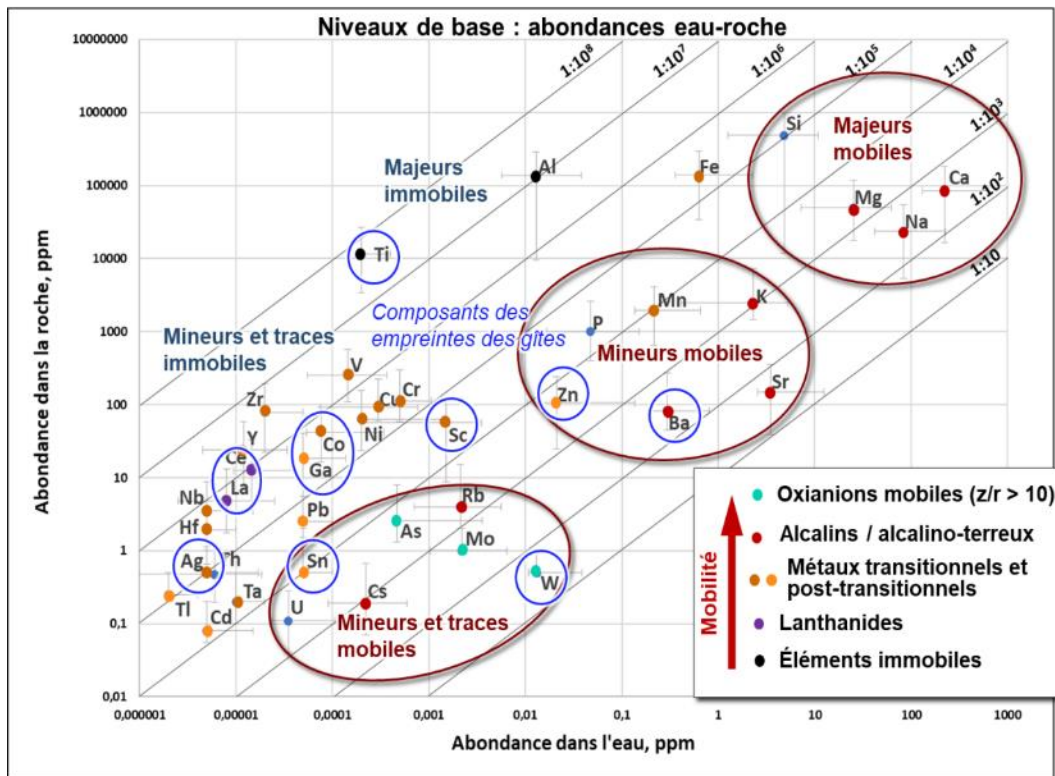


Figure 1. Abondance et mobilité d'éléments majeurs et traces dans la roche et l'eau en contexte d'encaissant igné à dominante mafique-intermédiaire du secteur de Matagami (données Glencore, ce projet).

D'un point de vue pratique, ces résultats permettent de mieux comprendre les conditions optimales d'utilisation de cette méthode d'exploration : 1) les stratégies d'échantillonnage (mailles) doivent être adaptées aux caractéristiques géométriques typiques des gîtes explorés (discret vs continu) ; 2) la présence de forages actifs au voisinage n'est pas restrictive, mais nécessite d'adapter les profondeurs d'échantillonnage ; 3) la détection est plus efficace à forte profondeur et/ou en présence d'une forte épaisseur de sédiments glaciaires.

En conclusion, l'ensemble des résultats permet de démontrer qu'il s'agit d'une méthode particulièrement indiquée et efficace pour l'exploration profonde et aveugle, tant à proximité de gîtes connus qu'en contextes peu explorés, autrement dit à tous les stades d'exploration.





FICHE SOMMAIRE PROJET 2019-06

Objectifs

- ♦ Poursuivre le développement de la méthode d'exploration par l'hydrogéochimie souterraine.
- ♦ Établir les conditions optimales d'utilisation de la méthode.
- ♦ Déterminer les niveaux de bases élémentaires dans l'eau souterraine ainsi que leur variabilité géographique et en profondeur, par modélisation et par analyse statistique.

Résultats

- ♦ Établissement d'une BD des niveaux de base pour l'ensemble des éléments analysés permettant de connaître leur variabilité et évolution en profondeur.
- ♦ Meilleure compréhension des conditions optimales d'utilisation de cette méthode d'exploration ; avec ajustement des stratégies d'échantillonnage selon les conditions géologiques et hydrogéologiques, et selon le contexte d'exploration (forages actifs ou récents).
- ♦ Méthode particulièrement indiquée et efficace pour l'exploration profonde tant à proximité de gîtes connus qu'en contextes peu explorés.

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.

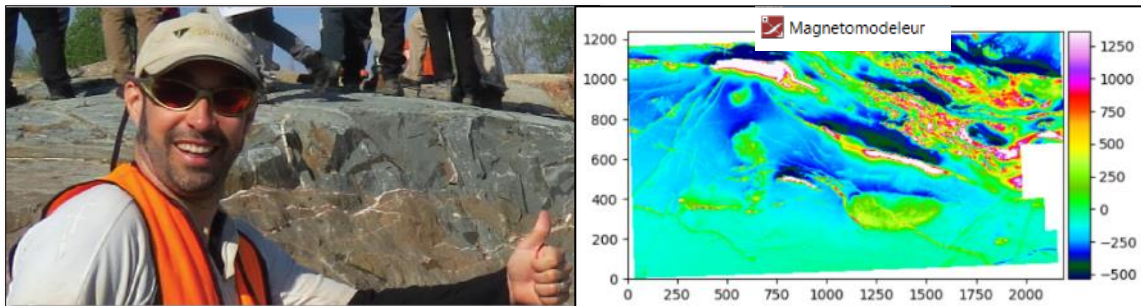
Produits livrés

- ♦ 3 présentations
 - ♦ Rapport
 - ♦ Base de données des niveaux de base et coefficients d'évolution avec la salinisation continentale de l'eau en profondeur.
-





Projet 2019-07 : Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III – MISA



Par Jérôme Lavoie, Ing., M.Sc.A. - CONSOREM

Collaborateurs : Michel Allard, Ing., M.Sc.A., Mikaël Simard, M.Sc.A. et Jean-Luc Cyr, Ing.

Le projet 2019-07 (Phase III), en collaboration avec le réseau d'experts en innovation minière du Groupe MISA, a permis la poursuite du développement de l'outil logiciel de prototypage « MagnetoModeleur » (projets 2017-01 et 2018-01). Le logiciel a été conçu spécifiquement pour l'aide à l'interprétation automatique et interactive des levés magnétométriques. Le logiciel permet la délimitation des domaines magnétiques par des techniques de segmentation d'images et de classification de 102 paramètres calculés à partir de l'énergie fréquentielle spatiale de l'intensité magnétique, de l'énergie fréquentielle spatiale directionnelle de l'intensité magnétique et des textures de l'intensité magnétique. Le traitement divise un levé magnétométrique en « N » fenêtres de dimension « i x j » puis calcule, pour chaque fenêtre, un spectrogramme (c.-à-d. un calcul de la quantité ou de la puissance d'énergie) contenue dans les différentes composantes fréquentielles du signal magnétométrique spatiale. Ce calcul est effectué à partir de différentes méthodes, par exemple les transformées discrètes de Fourier. Basé sur la méthode développée dans le cadre du projet 2017-01 (Lavoie et Allard, 2018), le traitement rapporte la puissance associée à chaque fréquence spatiale ($nT^2 \cdot \text{cycles/km}$) sur chaque fenêtre.

Plusieurs nouveautés ont été ajoutées au logiciel prototypage durant cette phase :

Format des fichiers traités

Le logiciel prototypage peut maintenant ouvrir et traiter des fichiers en format *.GRD décompressé (FLOAT) et en format *.GeoTIFF.

Affichage de la dimension des fenêtres d'analyse

Dans les paramètres d'analyse géométriques, la dimension des fenêtres d'analyse s'affiche selon le type d'analyse choisi (c.-à-d. la résolution du traitement; type d'analyse selon la grosseur du pixel d'origine (PIX.) ou selon la dimension du levé magnétométrique (CEL)).





Analyse des paramètres fréquentiels spatiaux (3 paramètres)

Calcul automatique des fréquences spatiales de coupures (selon un % de la fréquence de Nyquist¹) pour le calcul des paramètres fréquentiels spatiaux ;

Sélection manuelle des fréquences spatiales de coupures (selon un % de la fréquence de Nyquist¹) pour le calcul des paramètres fréquentiels spatiaux.

Analyse des paramètres fréquentiels spatiaux directionnels (8 paramètres)

Calcul de 4 paramètres fréquentiels spatiaux directionnels supplémentaires (N022⁰, N067⁰, N112⁰ et N1570⁰).

Sélection manuelle de l'angle d'ouverture « Ø » du cône d'analyse pour le calcul des paramètres fréquentiels spatiaux directionnels.

Analyse des paramètres texturaux de l'intensité magnétique

Implémentation du calcul des 91 paramètres texturaux de l'intensité magnétique basé sur les travaux de Zwanenburg et coll. (2016) et van Griethuysen et coll. (2017).

Analyse des paramètres de l'analyse en composantes principales

Implémentation de l'analyse en composantes principales.

Ajout du paramètre « V ». Ce paramètre permet de choisir un pourcentage (%) de la variance expliquée (fraction de la variance entre 0 et 1) pour sélectionner le nombre de composantes principales qui seront utilisées ultérieurement lors de la classification. Ce paramètre devrait diminuer la contribution du bruit dans la classification des domaines magnétiques. Le traitement conservera uniquement le nombre de composantes principales qui explique V% de la variabilité dans les données initiales. Plus « V » est petit, plus un petit nombre de composantes principales sera conservé.

Sélection des paramètres spectraux : 1) à inclure, ou 2) à exclure de l'analyse en composantes principales.

Affichage de la variance relative des composantes principales. Les variances sont normalisées, c.-à-d. que leurs sommes sont égales à 1.

Un explorateur des 10 premières composantes principales calculées sous forme de tableau et leurs contributions sur chaque paramètre calculé par le traitement (exprimés en %).

¹ Fréquence maximale que doit contenir un signal pour permettre sa description non ambiguë par un échantillonnage à intervalles réguliers.





Classification des paramètres calculés

Implémentation de l'algorithme de partitionnement des données *k-moyennes*. Cet algorithme permet la classification des 102 paramètres calculés par le traitement en différents domaines statistiquement semblables.

Sélection manuelle du nombre de classes voulues pour la classification.

Implémentation d'une palette de couleur (échelle qualitative) pour la visualisation des résultats classifiés (*Color Brewer 2.0*, <http://colorbrewer2.org>).

Exportation des résultats

Exportation des résultats de classification et des résultats de l'analyse en composantes principales en format *.TIFF. Par contre, si le traitement est effectué avec un fichier en format GRD décompressé (FLOAT), le traitement peut être effectué, mais l'exportation des résultats s'avèrera impossible. Pour les résultats de l'analyse en composantes principales, le fichier de sortie en format *.TIFF est multi-bandes, où chaque bande correspond à une composante principale.

Exportation des résultats des composantes principales en format *.CSV.

La phase III du projet a permis de bonifier et d'améliorer significativement le logiciel de prototypage et a permis de livrer la version 2.0 de « MagnetoModeleur » qui est, jusqu'à aujourd'hui, novateur et unique en son genre. De plus, le caractère interactif du logiciel fait en sorte que l'utilisateur peut interagir rapidement et faire varier plusieurs paramètres lors de l'interprétation des levés magnétométriques. Le traitement et l'exportation des résultats en format *.TIFF et *.CSV fait de lui un logiciel très versatile, en permettant l'ouverture des fichiers dans plusieurs logiciels. Finalement, le traitement de levés magnétométriques, autant à l'échelle locale qu'à l'échelle régionale, en fait un logiciel très performant.



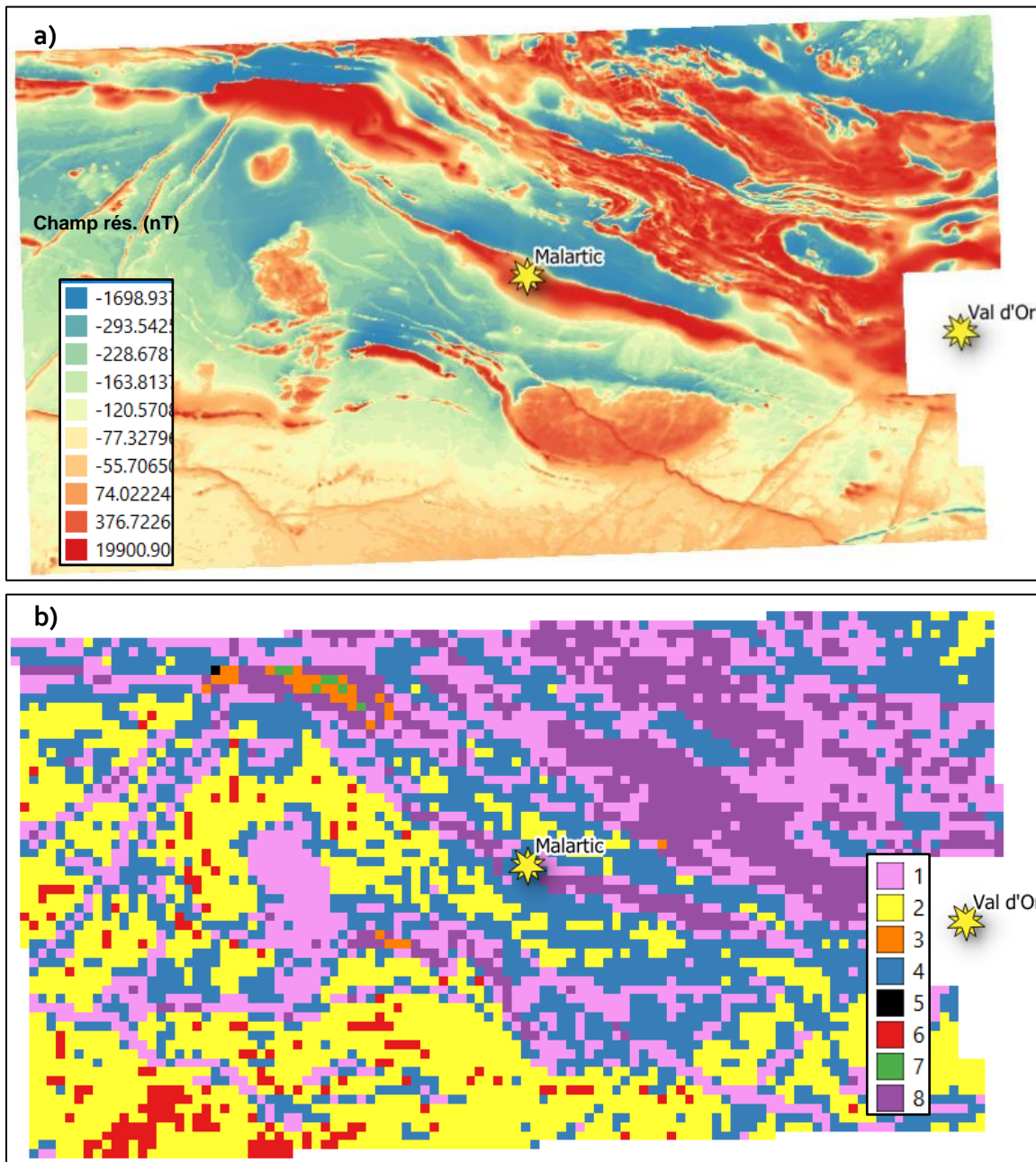


Figure 1 : Exemple de traitement d'un levé magnétométrique effectué par le logiciel prototypage « MagnetoModeleur ».
a) Champ total résiduel du levé magnétométrique DP2012-04, secteur de Malartic, Abitibi (D'Amours et Intissar, 2012).
b) Résultats de classification du levé magnétométrique DP2012-04, secteur de Malartic, Abitibi. Paramètres de traitement : dimension du pixel d'origine = 75 m. ; taille d'analyse = par rapport au pixel (PIX.) ; taille d'analyse (résolution du traitement) = 20x20 ; dimension de la fenêtre de traitement = 1,5 x 1,5 km ; angle d'ouverture du cône d'analyse directionnel = 15° ; paramètre « V » (% de variance expliquée) : V = 0,90 ; nombre de classes : K = 8 classes.





FICHE SOMMAIRE PROJET 2019-07

Objectifs	Poursuite du développement du logiciel de prototypage « MagnetoModeleur », conçu pour l'interprétation automatique et interactive des levés magnétométriques.
Résultats	Livraison de la version 2.0 bonifiée et améliorée du logiciel prototypage.
Innovations	<ul style="list-style-type: none">♦ Développement d'un outil novateur, interactif, performant, versatile et unique pour l'aide à l'interprétation des levés magnétométriques par la classification et la délimitation automatique des domaines magnétiques.
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none">♦ 1 logiciel de prototypage (MagnetoModeleur v2.0) ;♦ 1 rapport sous forme de « Manuel de l'utilisateur » (à venir) ;♦ 3 présentations <i>PowerPoint</i>.

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.





Projet 2019-08 : Accompagnements en entreprise



Les activités d'**accompagnement** sont des formations sur mesure dans les bureaux des entreprises pour favoriser le transfert des connaissances vers l'industrie et les discussions avec les géologues. C'est à chaque membre industriel de choisir la thématique de leur formation d'une demi-journée parmi la liste des projets réalisés depuis 2000. Cette année, ils ont eu le choix entre quatre activités d'accompagnement :

- (1) trois choix de projets CONSOREM depuis 2000;
- (2) une séance de 3 projets choisis par les membres sur une thématique commune;
- (3) un des 3 ateliers thématiques proposés par les chercheurs :
 - a. atelier sulfures massifs volcanogènes (SMV);
 - b. atelier sur les simulations conditionnelles;
 - c. atelier sur les veines.
- (4) des ateliers de formation sur les logiciels CONSOREM (ex : LithoModeleur, MagnetoModeleur, etc.).

Le tableau suivant présente la liste des 25 projets et ateliers d'accompagnement offert aux membres du CONSOREM pour l'année 2019-2020.

Tableau 4 : Projets et ateliers présentés lors des accompagnements

Projets réguliers	Nombre de présentations
2018-01 : Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution - Phase II	5
2018-06 : Fertilité des horizons graphiteux intervalcaniques	1
2017-01 : Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution	1
2017-02 : Reconnaissance des halos aurifères en exploration; applications en Abitibi	1
2016-07 : Intégration des méthodes géochimiques pour la quantification des altérations hydrothermales	1
2015-07 : Intégration et synthèse - or orogénique en Abitibi	2
2013-07 : Typologie des altérations associées aux minéralisations aurifères en Abitibi	1
Séances thématiques	
Environnement secondaire appliqué à l'exploration aurifère	1
Typologie et empreinte hydrothermale des gîtes Au associés à la Faille de Cadillac	1
Plutonisme et minéralisation en Abitibi	1





Tableau 4 (suite)

Ateliers thématiques	Nombre de présentation
Atelier sur les veines	2
Atelier sur les sulfures massifs volcanogènes (SMV)	1
Atelier sur les simulations conditionnelles	2
Ateliers de formations sur les logiciels du CONSOREM	
Formation sur le logiciel de prototypage « MagnetoModeleur »	3
Formation LithoModeleur	1
Formation sur le logiciel de prototypage de calcul du potentiel minéral	1
TOTAL	25

FICHE SOMMAIRE PROJET 2019-08

Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Transfert des connaissances vers l'industrie en favorisant les discussions et échanges avec les géologues des entreprises membres. ♦ Formation continue 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	<ul style="list-style-type: none"> ♦ 14 rencontres, Montréal – Québec – Chicoutimi – Val-d'Or – Rouyn Noranda ♦ 12 entreprises d'exploration, et un organisme gouvernemental ♦ 12 présentations de projets ♦ 3 présentations de séances thématiques ♦ 5 présentations d'ateliers thématiques ♦ 5 ateliers de formations sur le fonctionnement des logiciels du CONSOREM ♦ 75 participants au total
Produits livrés	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Formation continue sur mesure ♦ Présentations <i>PowerPoint</i> des projets aux membres.





4. 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 2019-08**);
- ♦ une tournée de 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 à Montréal, Québec, Chicoutimi, Val-d'Or et Rouyn-Noranda. Au total, **75** participants étaient présents aux accompagnements cette année.

Tableau 5 : Liste des rencontres d'accompagnement

DATE	FORMATEUR(S)	ENTREPRISE	NOMBRE PARTICIPANTS
Lundi 27 mai 2019	Jérôme Lavoie et Morgane Gigoux	InnovExplo	5
		MERN	1
		EldoradoGold Lamaque	1
		Ressources Falco	1
Lundi 27 mai 2019	Silvain Rafini	InnovExplo	6
Mardi 3 décembre 2019	Silvain Rafini et Morgane Gigoux	Alamos Gold	5
Mardi 14 janvier 2020	Jérôme Lavoie et Silvain Rafini	Minière Osisko	5
Jeudi 16 janvier 2020	Jérôme Lavoie	Arianne Phosphate	3
Lundi 3 février 2020	Silvain Rafini et Morgane Gigoux	Ressources Falco	2
Mardi 4 février 2020	Jérôme Lavoie	Abitibi Géophysique	3
Mardi 4 février 2020	Silvain Rafini	SOQUEM	8
Mercredi 5 février 2020	Morgane Gigoux, Silvain Rafini et Dominique Genna	EldoradoGold Lamaque	4
Mercredi 5 février 2020	Jérôme Lavoie	Glencore	2
Jeudi 6 février 2020	Morgane Gigoux et Silvain Rafini	Agnico Eagle	5
Jeudi 6 février 2020	Jérôme Lavoie	MERN	6
Vendredi 7 février 2020	Jérôme Lavoie	Probe Metals	9
Mardi 18 février 2020	Dominique Genna	Exploration Midland	4





L'exercice de **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. L'équipe du CONSOREM rend visite à chaque entreprise membre afin de recueillir des idées de projets de recherche afin de répondre à leurs besoins en R&D appliquée à l'exploration.

Cette année, l'exercice a permis de réaliser **14** rencontres et a impliqué la participation de **53** membres. Il a aussi permis de reconduire **17** propositions de projets ayant été amenées dans l'exercice 2019-2020 et d'ajouter **16** nouvelles propositions de projets.

Le tableau suivant présente la liste des rencontres pour l'exercice de programmation scientifique chez les entreprises membres. Deux nouveaux membres pour l'année 2020 ont été invités à participer à l'exercice de programmation soit, Harfang Exploration et Corporation métaux précieux du Québec.

Tableau 6 : Réunions de programmation scientifique 2020-2021

DATE	ENTREPRISE	NOMS DES PARTICIPANTS	Nb
13 janvier 2020	Corporation métaux précieux du Québec	Normand Champigny	1
14 janvier 2020	Minière Osisko	Édourad C. Lavoie, Vital Pearson, Rose-Anne Bouchard	3
15 janvier 2020	Harfang Exploration	François Huot, François Goulet, Jean-Philippe Fleury	3
16 janvier 2020	Arianne Phosphate	Jean-Sébastien David, Raphaël Gaudreault, Stéphanie Lavaure	3
3 février 2020	Ressources Falco	Claude Pilote, Mélanie Bathalon	2
3 février 2020	Alamos Gold	Raynald Vincent, Simon Comtois-Urbain, Marie Létourneau	3
4 février 2020	SOQUEM	Angélique Beaudin, Catherine Jalbert, Yan Ducharme, Serge Perreault, Anthony Franco de Toni / Laury Schmitt, Philippe d'Amboise, Joanie Béland, Gabrielle Rochefort (en ligne)	10
4 février 2020	Abitibi Géophysique	Pierre Bérubé, Nacim Foudil Bey, Madtim Cheman	3
5 février 2020	EldoradoGold Lamaque	Jacques Simoneau, Nancy Lafrance, Pape Nactar Dieng	3
5 février 2020	Glencore	Pascal Lessard, Guillaume Ratthé	2
6 février 2020	Agnico Eagle	Olivier Côté-Mantha	1
6 février 2020	MERN	Fabien Solgadi, James Moorhead, Laurent Roy, Yannick Daoudene, Hugo Dubé-Loubert, Catherine Fontaine, Benoit Charrette, Siham Benhamed	8
7 février 2020	Probe Metals	Marco Gagnon, Luc Théberge, Breanne Beh, Caroll Desormeaux.	4
12 février 2020	Exploration Midland	Jean-François Larivière, Sylvain Trépanier, Florence Bédard, Philippe Allard, Louis-Philippe Richard	5
17 février 2020	InnovExplo	Stéphane Faure et Alain Carrier	2





Les réunions du **comité de gestion scientifique** (CGS) du CONSOREM sont au nombre de 5 chaque année (Tableau 7). La première rencontre permet aux chercheurs de présenter la faisabilité des projets de la nouvelle programmation scientifique du CONSOREM. La deuxième rencontre permet de faire le suivi de l'avancement des projets. La troisième et la cinquième rencontre permettent de proposer et de sélectionner la programmation scientifique de l'année à venir et la quatrième rencontre de présenter la livraison des résultats des projets de l'année en cours. Ces rencontres se font généralement en personne. La crise sociosanitaire de la COVID-19, du début mars 2020, et l'obligation d'isolement pour l'ensemble de la population du Québec durant 3 mois a occasionné une réorganisation de notre manière de travailler ayant pour incidence de repousser la livraison des résultats au mois d'avril plutôt qu'à la fin mars et à tenir cette dernière par visioconférence en trois séances.

Tableau 7 : Réunion du comité de gestion scientifique (CGS) du CONSOREM

DATE	DÉTAILS	ENTREPRISE	Nb.
29 mai 2019	Réunion du comité de gestion scientifique : faisabilité des projets CONSOREM 2019	Membres industriels 2019 Falco (1), Osisko (1), Eldorado (1), InnovExplo (2) Agnico Eagle (1), Midland (1), Glencore (1), SOQUEM (2), MERN (2), SIDEX (1), UQAT (1)	14
22 novembre 2019	Réunion du comité de gestion scientifique : suivi des projets CONSOREM – mi-parcours	Agnico Eagle (1), Abitibi géophysique (1), Alamos Gold (1), Exploration Midland (2) Minière Osisko (2) Eldorado Gold Lamaque(1), Sidex(1), Tertio(1), SOQUEM(1), Glencore (1) UQAM (1)	13
20 février 2020	Réunion du comité de gestion scientifique (CGS) : réunion de programmation 2020-2021	Abitibi Géophysiques (1), Exploration Midland (1) Eldorado Gold Lamaque (1), Arianne Phosphate (1) MERN (1) Corp.Métaux Précieux du Qc (1) Harfang Exploration (1), Agnico Eagle (1), Alamos Gold (1), Sidex (1), SOQUEM (1), InnovExplo (1) Minière Osisko (1)	13
21 avril 2020	Livraison des projets CONSOREM par ZOOM en séance 1	MERN (1) Exploration Midland (2), Arianne Phosphate (1), UQAM (2), InnovExplo (2), Minière Osisko, Glencore (3), Agnico Eagle (1), Abitibi Géophysique (1), Eldorado Gold Lamaque (1), Probe Metals (1), UQAT (1), SOQUEM (3) SIDEX (1), UQAC (2), Ressources Falco (1)	23
23 avril 2020	Livraison des projets CONSOREM par ZOOM en séance 2	MERN (1), Exploration Midland (2), Stéphanie Arianne Phosphate (1), UQAM (1), InnovExplo (2), Minière Osisko (1), Glencore (3), Agnico Eagle (1), Abitibi Géophysique (1), Eldorado Gold Lamaque (1), UQAM (2), Probe Metals (1), UQAT (1), SOQUEM (2), SIDEX (1), Ressources Falco (1), UQAC (2).	23
28 avril 2020	Livraison des projets CONSOREM par ZOOM en séance 3	MERN (2), Exploration Midland (3), Arianne Phosphate (1) Abitibi Géophysique (1), Glencore (3), Minière Osisko (1), Agnico Eagle (1), UQAM (2), Probe Metals (1), UQAT (1), SOQUEM (2), UQAC (2), SIDEX (1), Groupe MISA (1), Glencore (1), Ressources Falco (1), Mickaël Simard (consultant), Eldorado Gold Lamaque (1)	26





Accompagnements et programmation scientifique 2020



ARIANNE PHOSPHATE



PROBE METALS



MERN



ABITIBI GÉOPHYSIQUE



SOQUEM



ALAMOS GOLD





Accompagnements, ateliers et programmation scientifique 2019-2020



ELDORADOGOLD LAMAQUE



AGNICO EAGLE

Rencontre du comité de gestion scientifique – 20 février 2020



Livraison des projets 2019, les 21, 22 et 23 avril 2020 par ZOOM





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

Les activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique permettent la diffusion des résultats des projets CONSOREM après la période de confidentialité réservée aux membres. Ces activités favorisent également la formation d'une relève hautement qualifiée en exploration minérale (Tableau 8). Il s'agit de forums organisés par le CONSOREM et de la tenue de séances de formation ou d'ateliers dans le cadre de colloques. Les principales activités de transfert sont :

- ♦ **Forum technologique CONSOREM** dans le cadre d'**Explo Abitibi 2019**;
- ♦ **Participation au congrès Québec Mines + Énergie 2019**;
- ♦ **Forum CONSOREM-UQAM 2020**;
- ♦ Participation au congrès **XPLOR 2019** comme exposant et conférencier;
- ♦ Participation au congrès du **PDAC 2020** comme exposant en collaboration avec le **MERN**.

Tableau 8 : Synthèse des activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique

DATE	ACTIVITE	PARTICIPANTS
28 mai 2019	17 ^e Forum technologique CONSOREM	231
23 et 24 octobre 2019	Kiosque et conférences au congrès XPLOR 2019 de l'Association de l'exploration minière du Québec (AEMQ)	Plus de 1100
18 au 21 novembre 2019	Kiosque dans le cadre du congrès Québec Mines + Énergie 2019 du MERN	Près de 2000
18 novembre 2019	Québec Mines + Énergie 2019 : Session de formation : nouvelles idées et nouvelles approches en exploration minérale : applications en géophysique, géochimie, hydrogéochimie et aux études de potentiel minéral.	24
19 novembre 2019	Québec Mines + Énergie 2019 : Minéralisation tardi-orogénique « Les minéralisations arrivent quand les orogènes s'effondrent : une introduction » Michel Jébrak et Réal Daigneault	Non disponible
19 février 2020	Forum CONSOREM-UQAM - Atelier : Utilisation des éléments semi-volatils en exploration minérale	31 sur place 31 webdiffusion Total : 62
19 février 2020	Forum CONSOREM-UQAM - Conférences : Regard sur les minéraux critiques et stratégiques (MCS) au Québec	50 sur place 43 webdiffusion Total : 93
1 au 4 mars 2020	PDAC - 2020	25 800





17^e Forum technologique CONSOREM

Le 17^e Forum technologique CONSOREM s'est tenu le 28 mai 2019 dans le cadre d'Explo Abitibi en collaboration avec 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, **231** participants ainsi que **10** conférenciers étaient présents (Figure 3). Cet événement a également été l'occasion pour le CONSOREM de tenir la réunion de son comité de gestion scientifique, le 29 mai 2019 afin de présenter la faisabilité des projets de la programmation scientifique 2019-2020. Au total, **14** membres ont participé à cette réunion.

17^e FORUM TECHNOLOGIQUE
CONSOREM

Mardi **28 mai** 2019
9h
VAL-D'OR
Hôtel Forestel

présenté en collaboration avec **Explo Abitibi 2019**

9h00 Mot de Bienvenue
> Jérôme Lavoie / Scientifique de recherche - CONSOREM

9h10 Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James : Les granitoïdes aurifères
> Morgane Gigoux / Scientifique de recherche - CONSOREM

9h35 Géologie du pluton aurifère Archéen Mistumis, Baie-James, Québec
> François Blü / Etudiant - UQAM

10h00 Le Camp Noranda : le meilleur terrain de jeux pour l'exploration
> Claude Pilote / Ingénieure de projet senior - Ressources Falco

10h25 Pause

10h50 L'énergie spectrale : nouvel outil pour l'interprétation des levés magnétiques
> Jérôme Lavoie / Scientifique de recherche - CONSOREM

11h15 La criticité des ressources minérales stratégiques : des opportunités pour SOQUEM
> Serge Perreault / Géologue Sénior - SOQUEM

11h40 Les Sulfures Massifs Volcanogènes: Synthèse de près de 20 ans de recherche au CONSOREM: Contributions scientifiques et impacts sur l'exploration au Québec
> Dominique Genna / Scientifique de recherche - CONSOREM

12h05 Dîner

13h30 30 ans du Complexe LaRonde : Historique, Perspectives et Défis futurs
> David Pitre / Géologue Sénior - AGNICO EAGLE

13h55 L'innovation chez IOS : 28 années de folie et de vision
> Réjean Girard / Président-directeur général, expert-conseil - IOS Services Géoscientifiques

14h20 Tarku : de nouvelles approches pour la découverte de nouveaux gisements au Québec
> Benoit Lafrance, Directeur de l'exploration et Julien Davy, Président et chef de la direction - Ressources Tarku

14h45 À la recherche d'un gîte zincifère de type Balmat-Edwards dans la MRC de Pontiac
> Serge Perreault / SOQUEM et Jeremie Ryan, Président, Chef de la direction - Ressources Sphinx

15h10 La géochimie des eaux souterraines : un outil novateur pour l'exploration minérale
> Silvain Raffni / Scientifique de recherche - CONSOREM

15h35 Mot de la fin
> Silvain Raffni / Scientifique de recherche - CONSOREM

Inscription : Explo Abitibi 2019 à www.aemq.org
Pour information : Brigitte1_Poirier@uqac.ca

CONSOREM
Consortium de recherche
en exploration minérale

Figure 3 : Programme du Forum Technologique CONSOREM 2019





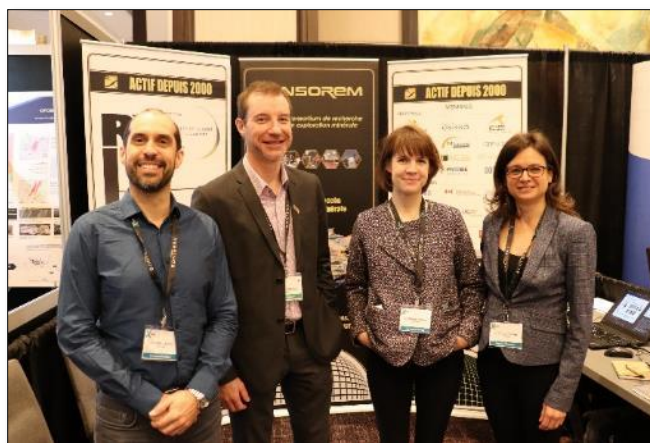
Congrès XPLOR 2019

Le congrès **XPLOR 2019** s'est tenu le **23 et 24 octobre 2019** au *Fairmont Reine Élisabeth*. Ce dernier a connu une participation de plus de **1100** visiteurs. L'équipe du CONSOREM était sur place afin de répondre aux questions des visiteurs et pour recruter de nouveaux membres. Le tableau suivant dresse la liste des principales rencontres et activités réalisées dans le cadre de ce congrès.

Tableau 9 : Principales activités réalisées dans le cadre d’XPLOR 2019

DATE	ACTIVITÉS	PERSONNES IMPLIQUÉES
21 et 22 octobre 2019	Réunion de coordination à l'UQAM Discussion de l'avancement des projets 2019.	CONSOREM : Benoit Lafrance, Silvain Rafini, Morgane Gigoux, Dominique Genna, Jérôme Lavoie, Brigitte Poirier UQAM : Michel Jébrak, professeur émérite
22 octobre 2019	Participation atelier XPLOR 2019 : Nouveautés au MERN en matière de programmes et de politiques propres au secteur minier.	CONSOREM : Brigitte Poirier
23 octobre 2019	Rencontre avec Alain Beauséjour : Groupe MISA – 10h00	CONSOREM : Benoit Lafrance et Brigitte Poirier
23 et 24 octobre 2019	Exposition commerciale et conférences XPLOR 2019 Promotion et recrutement de nouveaux membres ou recherche de partenaires financiers.	CONSOREM : Benoit Lafrance, Silvain Rafini, Morgane Gigoux, Dominique Genna, Jérôme Lavoie, Brigitte Poirier

Tenue du kiosque CONSOREM XPLOR 2019



Kiosque CONSOREM à XPLOR 2019



L'équipe du CONSOREM a tenu un kiosque dans le cadre d'XPLOR 2019. Plus de 1100 participants ont été présents à ce congrès, ce qui a donné au CONSOREM une visibilité intéressante pour y présenter ses projets et recruter d'éventuels nouveaux membres. Plusieurs entreprises ont été approchées et ont été invitées à venir à notre kiosque pour connaître le CONSOREM et les intéresser éventuellement à devenir membres et/ou à devenir un partenaire financier. Le tableau suivant dresse la liste des principales rencontres.

Tableau 10 : Liste des intervenants rencontrés pour recrutement ou partenariats financiers

INTERVENANT	ENTREPRISE	TYPE
Boris Artigan, Géologue de terrain	Bonterra	Membre potentiel
Simon Tremblay Hébert, Directeur du portefeuille minier	Société de développement de la Baie-James	Membre potentiel et/ou financement de projets
Alexis Paulin-Bissonnette	Exploration Laurentia	Membre potentiel
Isabelle Proulx, Présidente et DG. et Michel Boily, Président CA.	Stelmine	Membre potentiel
Janek Wozniowski, Gestionnaire Exploration et Francis MacDonald, VP Exploration	Kenorland Minerals	Membre potentiel
Carl Corriveau, Gestionnaire exploration	Eastman Ressources	Membre potentiel
Marie-France Bugnon, Directrice générale	lamagold	Membre potentiel

Le tenu du kiosque a été aussi l'opportunité de faire la promotion du portail cartographique de CONSOREM.

Québec Mines + Énergie 2019

L'équipe du CONSOREM a participé à plusieurs activités dans le cadre du congrès Québec Mines + Énergie 2019 du MERN (Tableau 11) : 1) session de formation lors de laquelle les projets de recherche CONSOREM réalisés en 2018 ont été présentés; 2) coordination et animation d'une session de conférences sur les minéralisations tardi-orogéniques par Michel Jébrak et Réal Daigneault; 3) réunion avec la filière géoscience et forage du Groupe MISA et 4) tenue du kiosque CONSOREM afin de présenter le consortium et de recruter de nouveaux membres. Le CONSOREM a profité de l'affluence du congrès et de la présence de ses membres corporatifs et gouvernementaux pour y tenir la 61^e réunion de son conseil d'administration ainsi qu'une réunion de son comité de gestion scientifique (CGS) pour présenter à ses membres un bilan de l'avancement (mi-parcours) des projets de recherche 2019.





Tableau 11 : Liste des activités organisées par le CONSOREM dans le cadre de Québec Mines + Énergie 2019

DATE	TITRE	HEURE	SALLES/LIEU
Lundi 18	Formation : Nouvelles idées et nouvelles approches en exploration minérale : applications en géophysique, géochimie, hydrogéochimie et aux études de potentiel minéral — CONSOREM	9h00 à 16h30	Salle 309-B
Mercredi 20	Les minéralisation tardi-orogéniques : de l'Archéen à aujourd'hui. Michel Jébrak et Réal Daigneault	13h30 à 15h30	Salle 306-B
Jeudi 21	Filière Géoscience et forage avec le Groupe MISA	9h00 à 12h30	Salon Kent Marriott Québec Centre-ville 850, Place d'Youville Québec, G1R 3P6
Jeudi 21	Conférence : La géochimie des eaux souterraines : un outil novateur pour l'exploration profonde — Silvain Rafini	9h50	Salle 306-B
Jeudi 21	61 ^e réunion du Conseil d'administration du CONSOREM Participants : Benoit Lafrance, Réal Daigneault, Brigitte Poirier et membres du CA.	13h30 à 16h00	Salon Kent Marriott Québec Centre-ville 850, Place d'Youville Québec, G1R 3P6
Vendredi 22	Réunion du Comité de gestion scientifique Participants : toute l'équipe du CONSOREM et membres du CGS	8h30 à 15h00	Salon Kent Marriott Québec Centre-ville 850, Place d'Youville Québec, G1R 3P6





La tenue d'un kiosque pour y présenter l'ensemble des activités du CONSOREM a eu lieu du lundi 18 novembre au jeudi 21 novembre 2019 (Tableau 12).

Tableau 12 : Horaire de la tenue du kiosque CONSOREM no. 504

Date	Heure
Lundi 18 novembre	9h à 20h – Montage du kiosque
Mardi 19 novembre	9h00 à 17h00
Mercredi 20 novembre	9h.00 à 17h00
Jeudi 21 novembre	9h00 à 13h30



Kiosque Québec Mines + Énergie 2019

La tenue du kiosque a permis de faire connaître le CONSOREM à de nouveaux intervenants du milieu (Tableau 13). Les compagnies Harfang Exploration et Corporation métaux précieux du Québec, qui sont maintenant membre du CONSOREM, ont notamment été rencontrées lors du congrès. Des représentants de Mitacs et du CNRC ont aussi été rencontrés en lien avec des possibilités de financement du consortium. Plusieurs étudiants ont démontré un intérêt à travailler pour le CONSOREM.

Tableau 13 : Liste des principaux intervenants rencontrés

INTERVENANT	ENTREPRISE	TYPE
François Goulet, Président et chef de direction et François Huot, Chef géologue	Harfang Exploration	Membre potentiel
Normand Champigny, Chef de la direction	Corporation métaux précieux du Québec	Membre potentiel
Clément Villemont, Spécialiste du développement des affaires	MITACS	Financement de projets
Alain Beauséjour, Directeur	Groupe MISA	Financement de projets





Session de formation : nouvelles idées et nouvelles approches en exploration minérale : applications en géophysique, géochimie, hydrogéochimie et aux études de potentiel minéral

Cette formation d'une journée, le lundi 18 novembre 2019, a permis de présenter les principaux résultats de la programmation de recherche du CONSOREM de l'année 2018-2019. Cette séance a été animée par Benoit Lafrance, directeur du CONSOREM. Les chercheurs Morgane Gigoux, Jérôme Lavoie, Dominique Genna et Silvain Rafini ont présenté leurs projets de recherche réalisés en 2018. Le tableau 14 présente l'horaire du déroulement de cette formation. Un recueil de cette formation a été remis aux participants. Au total, 24 participants étaient présents lors de cette session (Tableau 15).



L'équipe CONSOREM lors de la session de formation

Tableau 14 : Nouvelles idées et nouvelles approches en exploration minérale : applications en géophysique, géochimie, hydrogéochimie et aux études de potentiel minéral

HEURE	TITRE	CONFÉREN.
9h00	Mot de bienvenue	Benoit Lafrance
9h10	Projet 2018-01 : Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution – Phase II	Jérôme Lavoie
9h45	Projet 2018-02 : Typologie des intrusions felsiques à intermédiaire pour l'exploration à l'Archéen	Morgane Gigoux
10h20	Pause-Café (20 minutes)	
10h40	Projet 2018-04 : Optimisation des mailles de forages – Phase 3	Silvain Rafini
11h15	Projet 2018-03 : Définition des paramétrages des enveloppes d'altération	Dominique Genna
11h50	Dîner (1h30)	
13h30	Projet 2018-05 : Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase 3 – Exploration pour l'or	Silvain Rafini
14h05	Projet 2018-08 : Nouvelles approches lithogéochimiques pour tracer le métamorphisme à différentes échelles	Morgane Gigoux
14h40	Pause-café (20 minutes)	
15h00	Projet 2018-07 : Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill	Jérôme Lavoie
15h35	Projet 2018-06 : Fertilité des horizons graphiteux intervalcaniques	Dominique Genna
16h05	Fin de la session	





Tableau 15 : Liste des participants à la formation Nouvelles idées et nouvelles approches en exploration minérale : applications en géophysique, géochimie, hydrogéochimie et aux études de potentiel minéral

Nom	Prénom	Entreprise
Baker	Mona	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)
Barré	Benjamin	Université du Québec à Montréal (UQAM)
Beaudette	Mélanie	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)
Beauregard	Alain-Jean	Géologica Groupe-Conseil Inc.
Block	Mikael	IOS Services Géoscientifiques Inc.
Bourassa	Sandro	Exploration Midland Inc.
Brassard	Bertrand	Troilus Gold Corp.
Cloutier	Robert	RNC Minerals
Côté	Sophie	Cégep de Thetford
Dion	Claude	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)
Dubé-Loubert	Hugo	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)
Gaudreault	Daniel	Géologica Groupe-Conseil Inc.
Genna	Dominique	CONSOREM - UQAC
Gigoux	Morgane	CONSOREM - UQAC
Lacoste	Pierre	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)
Laforest	Jean	Les Ressources Tectonic inc.
Lafrance	Benoit	Directeur - CONSOREM
Lavoie	Jérôme	CONSOREM - UQAC
Lavoie	Jonathan	IOS Services Géoscientifiques Inc.
Martel	Bernard-Olivier	Gespeg Copper Resources (GCR)
Mathieu	Guillaume	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)
Ouellet	Antoine- Rhéaume	Non connu
Pilote	Pierre	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)
Poirier	Brigitte	Adjointe à la direction - CONSOREM
Rafini	Silvain	CONSOREM - UQAC
Richard	Louis-Philippe	Exploration Midland Inc.
Roy	Laurent	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)
Schmit	Hugo	Université du Québec à Montréal (UQAM)
St-Hilaire	Charles	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)
Togola	N'golo	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)





Session de conférences : Les minéralisations tardi-orogéniques : de l'Archéen à aujourd'hui.

Cette session de conférence d'une demi-journée a été organisée et présidée par Michel Jébrak (UQAM) et Réal Daigneault (UQAC) dans le cadre d'une collaboration entre le MERN et le CONSOREM. Cette session a offert une revue des processus de minéralisations actifs de l'Archéen à aujourd'hui, illustrés par des exemples au Québec et dans le monde (Tableau 16).

Tableau 16 : Horaire de la session de conférences

Heure	Titre	Conférencier
13h30	Les minéralisations arrivent quand les orogènes s'effondrent : une introduction	Michel Jébrak (UQAM, Sidex) et Réal Daigneault (UQAC)
13h50	La chaîne des Cyclades (Grèce), un modèle récent pour les minéralisations post-orogéniques de type porphyre (Cu-Au +/- Mo) à épithermal (Pb-Zn-Ag)	Christophe Scheffer Université Laval Université de Lorraine Olivier Vanderhaeghe Université de Lorraine Université de Toulouse
14h 20	L'importance de l'extension le long des failles pour les minéralisations aurifères archéennes de type orogénique : exemples de la Sous-Province de l'Abitibi, Québec	Pierre Bedeaux - UQAC
15h 00	Granites pegmatitiques à terres rares de la Province de Grenville central : un nouveau type de minéralisation témoin de l'évolution post-collisionnelle	François Turlin UQAM Université de Lorraine
15h30	Phases de relaxation, magmatisme et minéralisation associées à l'effondrement des chaînes orogéniques : cas des gisements Au-Ag d'Afrique du Nord	Mohammed Bouabdellah Université Mohammed Premier-Oujda, Maroc et Miche Jébrak, UQAM





Affiches géoscientifiques

Deux affiches géoscientifiques ont été présentées par deux chercheurs du CONSOREM dans l'espace géoscientifique du MERN

Hydrogéochimie ultratrace des eaux souterraines - l'avènement d'un nouvel outil pour l'exploration profonde

Résumé du projet, par Silvain Rafini

Le CONSOREM a consacré au cours des dernières années plusieurs projets de recherche afin d'investiguer le développement de halos hydrogéochimiques dans l'eau souterraine à partir des corps métallifères à des profondeurs variables. Ces travaux visent à évaluer le potentiel de tels halos en contexte d'exploration minérale, sur le territoire québécois, et notamment pour l'exploration profonde.

Cette affiche présente les travaux expérimentaux conduits en 2016 et 2017 sur deux gîtes de sulfures massifs zincifères profonds dans le camp de Matagami (Abitibi). La première campagne analysait une trentaine d'échantillons d'eau souterraine dans l'environnement du sulfure massif zincifère de Phelps Dodge 1 et confirmait l'existence d'une empreinte multiélément très marquée à toutes les profondeurs investiguées, et étendue horizontalement sur plusieurs centaines de mètres. Ces résultats préliminaires étaient toutefois obtenus à partir d'un faible nombre d'échantillons, et le mode opératoire était encore largement à développer. Une deuxième campagne d'échantillonnage a été réalisée sur le site du gîte Daniel 25, recouvert d'une couverture sédimentaire épaisse de 60 à 100 m, voisin de Phelps Dodge. Quatre-vingt-trois (83) échantillons ont été prélevés entre la surface et 780 m de profondeur verticale, dans 31 forages. Les résultats établissent la présence d'un halo hydrogéochimique extrêmement enrichi en Zn détectable à toutes les profondeurs testées. La géométrie des fractures ouvertes du socle est caractérisée par le biais de l'analyse tridimensionnelle des profils de température de l'eau en forage. Cette approche révèle une forte anisotropie de la conductivité. Ce projet confirme une nouvelle méthode d'exploration ayant prouvé son efficacité dans le Bouclier canadien 1) pour la reconnaissance de nouvelles zones à l'échelle d'une propriété, 2) pour augmenter la « portée » des forages d'exploration, 3) pour l'exploration profonde. Elle livre un savoir-faire novateur avec des protocoles d'échantillonnage testés appropriés aux conditions de terrain dans le Nord québécois.

hydraulique du roc fracturé, qui se reflète sur la forme du halo hydrogéochimique : distance de dispersion horizontale est supérieure à 600 m vers l'ouest (ouvert) et inférieure à 100 m vers le N. L'empreinte zincifère s'accroît en profondeur, avec un facteur d'enrichissement moyen de l'ordre de 500 à forte profondeur, et de l'ordre de 30 à faible profondeur. Ce comportement s'oppose à celui du Cu, dont l'enrichissement dans l'eau au contact du sulfure massif est plus marqué à faible profondeur. La mobilité de l'élément dans le milieu aqueux exerce donc un contrôle de premier ordre sur l'amplitude de l'empreinte en profondeur. Les autres éléments de l'empreinte du corps sulfuré massif sont : Co, Ni, Al, (Ce), ainsi qu'à faible profondeur, Zr, U, Y, (Mo) et à forte profondeur, Sb, V, As, (Sn). Ce bagage géochimique est sensiblement identique à celui observé sur le gîte Phelps Dodge 1, à l'exception des éléments Fe et SO₄ du fait de la présence de pyrite massive dans l'environnement distal (niveaux de base locaux).

L'intérêt de la méthode pour l'exploration s'illustre remarquablement au travers plusieurs forages proximaux, n'interceptant les corps minéralisés et n'ayant aucune anomalie métallique à l'analyse de la carotte : l'analyse de l'eau dans ces forages détecte très clairement un panache zincifère, qui aurait permis de suspecter la proximité du sulfure massif en contexte d'exploration. Enfin, les doublets de mode opératoire confirment le fait que l'échantillonnage passif, c.-à-d., sans perturbation hydraulique du système, procure un signal plus représentatif de l'environnement direct du forage que l'échantillonnage avec pompage, où des connexions hydrauliques artificielles avec des réservoirs distaux sont générées.





Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James : les granitoïdes aurifères

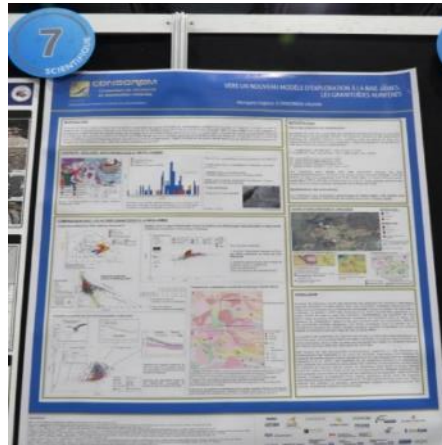
Résumé du projet par Morgan Gigoux

Ce projet est né de l'intérêt croissant des industriels à comprendre la récente découverte de minéralisations aurifères dans le pluton de Cheechoo. Localisée proche du contact entre la Sous-province d'Opinaca et la Sous-province de La Grande à moins de 15 km au sud de la mine Éléonore, cette intrusion datée à 2612 Ma, présente un fort potentiel aurifère d'après les récents travaux de sondages de la compagnie minière Ressources Sirios. Le projet visait à identifier les caractéristiques et les contextes favorables pour les granitoïdes aurifères du territoire de la Baie-James. Au vu du contexte particulier de la tonalite aurifère de Cheechoo, constituant l'unique intrusion de nature tonalitique très tardive actuellement connue à la Baie-James, l'objectif principal de ce projet a été de déterminer sa signature géochimique et d'en comparer ses caractéristiques avec celles des autres granitoïdes du territoire.

La première partie du projet a été de déterminer la signature du pluton de Cheechoo (minéralogie et géochimie) afin d'en comparer ses caractéristiques avec les autres granitoïdes à la Baie-James. La seconde partie du projet s'est concentrée sur les différentes caractéristiques géochimiques des granitoïdes à la Baie-James (diorite, tonalite, granodiorite et granite) grâce à l'ensemble des échantillons contraints par la géochronologie et disponibles dans la base de données lithogéochimiques du SIGEOM.

Sur la base des analyses de roches totales en éléments majeurs, les pressions de cristallisation des différents types de granitoïdes ont pu être déterminées à partir des équations de Yang (2017). La méthode a été vérifiée sur certains plutons de différentes natures en Abitibi. Les pressions ont été calculées à partir des concentrations en éléments majeurs modélisées d'après la méthode des précurseurs modélisés sous Lithomodeleur. En termes d'exploration minière, l'intérêt d'identifier les basses pressions de cristallisation est qu'elles peuvent indiquer la mise en place de système porphyrique à faibles profondeurs (< 8 km). À l'aide des bilans de masses calculés et des minéraux normatifs caractéristiques à Cheechoo, des échantillons de granitoïdes (SIGEOM) ont pu être ciblés et considérés comme ayant une signature géochimique comparable. Ce guide d'exploration des granitoïdes permet de faire ressortir quatre secteurs d'intérêts à la Baie-James. Suite à ce projet de

recherche, la compagnie Ressources Sirios a fait l'acquisition de deux blocs de claims qui sont les nouvelles propriétés Amikap et Keoz comprenant 169 (87 km²) et 66 claims (34 km²) respectivement. La propriété Keoz correspond au ciblage évalué de priorité 1, à l'issue des résultats de ce projet, dans le complexe de Laguiche.



Photos des affiches de Silvain Rafini ci-haut et de Morgan Gigoux ci-bas.





Réunion du Groupe MISA pour la filière géoscience et forage

Cette séance a été présidée par Marco Gagnon, président de la filière et animée par Alain Beauséjour, directeur du Groupe MISA. Benoit Lafrance, directeur du CONSOREM, y a présenté une courte synthèse de l'avancement des projets du CONSOREM qui font l'objet de projets collaboratifs MISA-CONSOREM, soit le projet sur l'Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV – projet 2019-06 et Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III, projet 2019-07. La figure suivante présente l'horaire complet de la rencontre.

FILIÈRE MISA GEOSCIENCE FORAGE



PRÉSIDENT DE LA FILIÈRE: MARCO GAGNON
Vice-président exécutif, Probe Metals Inc

DATE: 21 novembre 2019

LIEU: Mariott centre ville de Québec, Salon Kent

HORAIRE: de 9h à 12h30

#	ORDRE DU JOUR	Responsable	Début	Fin
OUVERTURE DE LA SÉANCE				
1	Mot de bienvenue du président de la filière Géoscience & Forage	M. Gagnon	09:00	
	Actualités MISA	A. Beauséjour		09:20
OPPORTUNITÉ				
2	Projets Energie	A. Beauséjour	09:20	
	Solution solaire BLOK en camps miniers LEKLA			09:40
SUIVI DE PROJETS				
3	Foreuse Autonome			
	Etat d'avancement - résultats	Versadrill	09:40	
	Échanges entre les membres			10:25
4	Projet Outils diamantés			
	Etat d'avancement - résultats	RIDD	10:30	
	Échanges entre les membres			11:15
5	Projet LIBS			
	Etat d'avancement	Elemission	11:20	
	Échanges entre les membres			12:00
6	Projets CONSOREM : Hydrogéochimie et MagSpectral			
	Etat d'avancement	Chercheurs CONSOREM	12:05	
	Échanges entre les membres			12:25
7	VARIA			
	Prochaine rencontre	M. Gagnon		12:30
FIN DE LA RENCONTRE				
Diner 1h			12:30	13:30
LA FILIÈRE SERA SUIVIE DU CA CONSOREM			13:30	16:30

Figure 4 : Horaire de la réunion du Groupe MISA





Réunions du CONSOREM dans le cadre du Québec Mines + Énergie 2019

Le CONSOREM a profité du congrès Québec Mines + Énergie 2019 pour y tenir la 61^e réunion de son conseil d'administration le jeudi 21 novembre 2019 au Salon Kent de l'Hôtel Marriott Québec Centre-ville 850, Place d'Youville Québec, voici quelques faits saillants de ce CA :

- (1) La nomination d'un nouveau président du CONSOREM soit Marco Gagnon de Probe Metals;
- (2) La nomination de deux nouveaux administrateurs, soit Alain Tremblay de l'UQAM et Li Zhen Cheng de l'UQAT;
- (3) L'avancement de la réflexion sur la nouvelle planification stratégique du CONSOREM et des nouvelles méthodes de financement;
- (4) Souligner, par le biais d'un vin d'honneur et d'un mot de remerciement de Michel Jébrak, le départ du coordonnateur Réal Daigneault.



Discours de Michel Jébrak pour souligner le travail exceptionnel pendant 19 ans de Réal Daigneault comme coordonnateur du CONSOREM



Le CONSOREM a également profité du congrès Québec Mines + Énergie 2019 pour tenir une réunion du comité de gestion scientifique (CGS) afin de présenter à ses membres l'état d'avancement des projets de recherche à la mi-parcours du mandat (Tableau 17). La majorité des membres étaient présents. Au total 20 personnes étaient présentes à cette rencontre.



Réunion du CGS, Québec Mines + Énergie 2019

Tableau 17 : Horaire de la réunion du comité de gestion scientifique de CONSOREM

Heure	No. projet	Titre	Chercheur
8h30	--	Mot de bienvenue	Benoît Lafrance
8h40	2019-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III - MISA	Jérôme Lavoie
9h20	2019-02	Reconnaissance géochimique de la contribution hydrothermale magmatique dans les minéralisations aurifères	Dominique Genna
10h00	Pause de 20 minutes		
10h20	2019-01	Géochimie des plutons et reconnaissance d'environnements métallogéniques favorables pour l'exploration : nouvelles approches – phase II	Morgane Gigoux
11h00	2019-06	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV - MISA	Silvain Rafini
11h40	Diner (1h00)		
12h40	2019-04	Meilleurs outils pour l'exploration en profondeur	Dominique Genna
13h20	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
14h00	Pause 10 minutes		
14h10	2019-03	Mise à jour et amélioration du logiciel de calcul de potentiel minéral assisté par IA	Jérôme Lavoie
14h50	2019-08	Accompagnements	Silvain Rafini
15h00	Fin de session		





Forum et atelier CONSOREM-UQAM

Le Forum CONSOREM-UQAM a eu lieu le 19 février 2020 sous le thème « Regard sur les minéraux critiques et stratégiques (MCS) au Québec » visant essentiellement à donner un portrait des connaissances actuelles et des modèles métallogéniques associés aux minéralisations du lithium, cobalt, vanadium, terres rares, graphite, niobium-tantale et autres et à définir de futures avenues de recherche (Figure 5). Le nombre de participants a été de **50** sur place et de **43** par webdiffusion pour un total de **93**.

FORUM CONSOREM 19 FÉVRIER 2020
UQAM 13 h
Complexe des sciences Pierre-Dansereau - local CO-R700 (La Chaufferie),
entrée extérieure - 201, Président Kennedy - Métro Place des Arts

Regard sur les minéraux critiques et stratégiques (MCS) au Québec

L'évolution des sociétés modernes est intimement liée au développement des technologies à faible impact environnemental telles que les énergies renouvelables ou vertes (solaire, éolien, etc.), le stockage d'énergie, les télécommunications ou l'électrification des transports. Ces technologies impliquent une demande croissante en minéraux critiques et stratégiques (MCS). Le Québec possède un fort potentiel de découverte et de mise en valeur pour les MCS et pourrait assurément se démarquer au niveau économique mondial.

Cette demi-journée de conférences vise à dresser un portrait des connaissances actuelles et des modèles métallogéniques associés aux minéralisations de lithium, cobalt, vanadium, terres rares, graphite, niobium-tantale et autres et à définir de futures avenues de recherche.

PROGRAMME

23 V Vanadium	22 Ti Titane	3 Li Lithium	27 Co Cobalt	41 Nb Niobium	6 C Carbone
----------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	--------------------------

13h30 Benoit Lafrance / CONSOREM
Introduction

13h40 Serge Perreault / SOQUEM
Les métaux critiques et stratégiques : concepts, enjeux et axes d'exploration pour SOQUEM

14h30 Stéphanie Lavaure / Arianne Phosphate
Gisements d'apatite : les éléments clés à identifier lors de l'exploration

15h00 Pause

15h30 Jérôme Lavoie / CONSOREM
Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill (Ni-Cu-Co-EGP)

16h00 Olivier Nadeau / Professeur agrégé, China university of geosciences
Terres rares critiques au complexe alcalin-carbonatitique de Montviel, Québec, Canada

16h30 Réjean Girard / IOS Services Géoscientifiques
Regard critique sur la stratégie pour les minéraux

CONSOREM Consortium de recherche en exploration minérale

20 ANS D'INNOVATIONS !

Disponible en Webdiffusion

Veuillez SVP confirmer votre présence en vous inscrivant en ligne avant le 14 février 2020 : Info : bpoirier@uqac.ca

Figure 5 : Affiche Forum CONSOREM-UQAM





Cette année, l'atelier présenté en avant-midi du forum a été ouvert à tous (Figure 6). Dominique Genna, chercheur au CONSOREM, a présenté l'atelier « Utilisation des éléments semi-volatils en exploration minérale ». Le nombre de participants a été de 31 sur place et de 31 par webdiffusion pour un total de 62.

Atelier

CONSOREM

19 FÉVRIER 2020

Ouvert à tous!

UQAM

9 h

Complexe des sciences Pierre-Danvers - local CO-R700 (La Chaufferie),
 entrée extérieure - 201 Président Kennedy - Métro Place des Arts

Utilisation des éléments semi-volatils en exploration minérale

Dominique Genna

Chercheur CONSOREM

Métallogénie, volcanologie,
géochimie

DESCRIPTION DE L'ATELIER

Métaux de transition Ag, Cd, Au, Hg	Post-Transitionnels Ga, In, Ti, Sn, Bi, Pb	Métalloïdes Ge, As, Sb, Te, Se
--	---	-----------------------------------

Les éléments semi-volatils sont une suite d'éléments traces caractérisés par un point de fusion relativement bas et une mobilité accrue dans les systèmes hydrothermaux (sous forme liquide, vapeur ou aérosol). Ces éléments appartiennent au groupe des métaux de transition (Ag, Cd, Au, Hg), post-transitionnels (Ga, In, Sn, Ti, Bi, Pb) et métalloïdes (Ge, As, Sb, Te, Se). Les propriétés physico-chimiques de ces éléments en font des éléments indicateurs efficaces pour l'exploration d'un large éventail de gîtes hydrothermaux (Porphyres/Épithermaux, SMV, SEDEX, Orogénique). Spécifiquement, plusieurs éléments ont des comportements ambivalents (lithophile et chalcophile/sidérophile) leurs permettant d'être incorporés à la fois dans les sulfures, mais aussi dans les minéraux silicatés de l'enveloppe d'altération. Ils deviennent alors des éléments particulièrement efficaces pour vectoriser vers les minéralisations. Le caractère volatil de ces éléments entraîne cependant des défis analytiques qui n'ont été résolus que récemment par les laboratoires commerciaux.

Cet atelier d'une demi-journée vise à faire une synthèse, illustrée de cas d'étude CONSOREM, de l'utilisation des éléments semi-volatils dans un contexte d'exploration minérale. L'atelier est divisé en 5 volets : 1) Définition et comportement des éléments semi-volatils dans les systèmes volcaniques; 2) Méthodes d'analyse; Implications pour l'exploration des gisements 3) contexte porphyriques et épithermaux; 4) contexte de sulfures massifs volcanogènes et 5) contexte orogénique.

CONSOREM
 Consortium de recherche
 en exploration minérale

Disponible en Webdiffusion

20 ANS
 D'INNOVATIONS !

Veuillez SVP confirmer votre présence en vous inscrivant en ligne **avant le 14 février 2020** : Info.: bpoirier@uqac.ca

Figure 6 : Affiche de l'atelier de Dominique Genna





Nos conférenciers : Dominique Genna (CONSOREM), Benoit Lafrance (président de session, CONSOREM), Jérôme Lavoie (CONSOREM), Olivier Nadeau (Professeur, China university of geosciences) Réjean Girard (IOS Services géoscientifiques), Stéphanie Lavaure (Arianne Phosphate), Serge Perreault (conférencier d'honneur, SOQUEM)



Benoit-Michel Saumur du Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère de l'UQAM à clos le Forum en présentant un mot de la fin rappelant l'importance de la recherche en exploration pour favoriser le développement de la filière des minéraux critiques et stratégiques au Québec. Il remet ici le prix Étudiant Logan GAC-PDAC à une de ses étudiantes, Laurence Guyoy-Messier.



Congrès PDAC 2020

Le CONSOREM est invité par le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) à participer au congrès de l'Association canadienne des prospecteurs et entrepreneurs (PDAC) au Metro Convention Centre à Toronto afin d'y présenter ses réalisations. En effet, le CONSOREM fait partie de la vision stratégique du développement minier du gouvernement du Québec à travers l'objectif suivant : « Favoriser le transfert technologique aux entreprises juniors d'exploration en soutenant le consortium de recherche en exploration minérale CONSOREM ». Pour le CONSOREM, il s'agit également d'une opportunité afin de mettre en place de nouveaux partenariats dans le domaine de la recherche appliquée pour l'exploration.

Du 1^{er} au 4 mars 2020, Benoit Lafrance, directeur du CONSOREM et Brigitte Poirier, adjointe à la direction ont représentés le CONSOREM au kiosque du Gouvernement du Québec. Le tableau suivant dresse la liste des principales rencontres effectuées dans le cadre de ce congrès.



Kiosque du CONSOREM | PDAC 2020
Benoit Lafrance

Tableau 18 : Liste des principales rencontres réalisées dans le cadre de ce congrès.

Intervenants	Entreprise	Objet de la rencontre
Attila Pentek, VP Exploration	Wallbridge	Recrutement nouveau membre
Louis Gariépy, VP Exploration	O3	Recrutement nouveau membre
Brigitte Dejou, VP Exploration	Exploration Lasalle	Recrutement nouveau membre
Charles Beaudry, VP Exploration	Power Ore	Recrutement nouveau membre
Vincent Dubé-Bourgeois, Directeur des opérations	GoldSpot Discoveries	Intérêt conférence Forum Techno
Alexis Paulin-Bissonnette, Directeur	Laurentia Exploration	Recrutement nouveau membre



6. 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 8 activités administratives au cours de l'année 2019-2020 (Tableau 19).

Tableau 19 : Liste des activités administratives 2019-2020

DATE	ACTIVITÉ	NOMBRE DE PARTICIPANTS
17 mai 2019	59 ^e CA pour l'année 2018-2019 20 ^e AGA des membres 60 ^e CA pour le début de l'année 2019-2020	13/16 pour l'AGA et les deux CA, plus coordonnateur et adjointe
12 avril 2019	71 ^e réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	5/6, plus coordonnateur Réal Daigneault et adjointe Brigitte Poirier
13 septembre 2019	72 ^e réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	4/6, plus coordonnateur Réal Daigneault et adjointe Brigitte Poirier
21 janvier 2020	73 ^e réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	6/6, plus directeur Benoit Lafrance et secrétaire
24 février 2020	74 ^e réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	4/6, plus directeur Benoit Lafrance et adjointe Brigitte Poirier
21 novembre 2019	61 ^e réunion du Conseil d'administration du CONSOREM	16/18 plus le directeur et adjointe (deux nouvelles personnes sur le CA : Li Zhen Cheng, UQAT et Paul Dumas, Ressources mines et Industrie, comme observateur).





7. Production scientifique et technique

Chaque année, un ensemble de fichiers Excel, fichiers de données cartographiques, données brutes, rapport, bibliographie et autres productions sont rendus disponibles aux membres. Une partie de ces données soit, les rapports de projets et certaines données cartographiques sont libérés de la confidentialité et rendu publique sur le site web de CONSOREM.

La production 2019-2020 du CONSOREM comprend :

- ♦ les livrables des projets 2019-2020 remis aux membres (tableau 20) ;
- ♦ des rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics (tableau 21);
- ♦ des résumés de projets rendus publics (tableau 22);
- ♦ des articles scientifiques (tableau 23);
- ♦ des conférences et des affiches scientifiques d'intérêt général (tableau 24);
- ♦ des présentations publiques téléchargeables via le site WEB du CONSOREM (tableau 25);
- ♦ le bulletin annuel publié en octobre 2019.

Tableau 20 : Éléments de production par projet

PROJET	PP	FICHIERS EXCEL/ACCESS	ARCGIS/MAP INFO	RAPPORT	AUTRES	BIBLIO.	TOTAL
2019-01	1	1	--	1		1	4
2019-02	3	--	--	1		1	5
2019-03	3		1	1	Logiciel calcul de potentiel minéral v.2.0	1	7
2019-04	3	1		1		1	6
2019-05	1					1	2
2019-06	3			1			4
2019-07	3			1	Logiciel Magnetom odeleur v.2.0	1	6
2019-08	3	--	--	--	--	--	3
TOTAL	20	2	1	6	2	6	37





Tableau 21 : Rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics.

PROJET	TITRE	AUTEUR	ÉTAT	PUBLICATION SITE WEB
2018-01	Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution – Phase II (suite Projet 2017-01)	Jérôme Lavoie	En révision	À venir
2018-02	Typologie des intrusions felsiques à intermédiaire pour l'exploration à l'Archéen	Morgane Gigoux	En révision	À venir
2018-03	Définition des paramétrages des enveloppes d'altération	Dominique Genna	En révision	À venir
2018-04	Optimisation des mailles de forages pour les besoins du calcul de ressources – phase III Apport des simulations conditionnelles à la caractérisation des ressources aurifères	Silvain Rafini	En révision	À venir
2018-05	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase 3 – Exploration pour l'or	Silvain Rafini	En révision	À venir
2018-06	Fertilité des horizons graphiteux intervalcaniques	Dominique Genna	En révision	À venir
2018-07	Potentiel Ni-Cu-Co ± EGP Magmatique au sein de la province de Churchill	Jérôme Lavoie	En révision	À venir

Tableau 22 : Résumés des projets rendus publics

PROJET	TITRE	AUTEUR	FRANÇAIS	ANGLAIS
2018-01	Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution – Phase II (suite Projet 2017-01)	Jérôme Lavoie	X	À venir
2018-02	Typologie des intrusions felsiques à intermédiaire pour l'exploration à l'Archéen	Morgane Gigoux	X	À venir
2018-03	Définition des paramétrages des enveloppes d'altération	Dominique Genna	X	À venir
2018-04	Optimisation des mailles de forages – Phase 3.	Silvain Rafini	X	À venir
2018-05	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase 3 – Exploration pour l'or	Silvain Rafini	X	À venir
2018-06	Fertilité des horizons graphiteux intervalcaniques	Dominique Genna	X	À venir
2018-07	Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill	Jérôme Lavoie	X	À venir
2018-08	Méthodologie multidisciplinaire de création de cartes métamorphiques à différentes échelles	Morgane Gigoux	X	À venir





Tableau 23 : Publication d'articles scientifiques

PUBLICATIONS	REVUE PAIRS
Genna D, Gaboury D, (2019) Use of semi-volatile metals as a new vectoring tool for VMS exploration: example from the Zn-rich McLeod deposit, Abitibi, Canada. Journal of Geochemical Exploration 207, article 106358	X

Tableau 24 : Conférences, affiches géoscientifiques et événements

TITRE	AUTEUR	DOCUM. TÉLÉCH. CONSOREM.CA
17^e Forum technologique CONSOREM, mai 2019		
Mot d'ouverture de bienvenue	Jérôme Lavoie CONSOREM	À venir
Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James : Les granitoïdes aurifères	Morgane Gigoux CONSOREM	À venir
Géologie du pluton aurifère Archéen Mistumis, Baie-James, Qc	François Blu / Étudiant – UQAM	À venir
Le Camp Noranda : le meilleur terrain de jeux pour l'exploration	Claude Pilote/ Ressources Falco	À venir
L'énergie spectrale : nouvel outil pour l'interprétation des levés magnétiques	Jérôme Lavoie CONSOREM	À venir
La criticité des ressources minérales stratégiques : des opportunités pour SOQUEM	Serge Perreault / Géologue Sénior - SOQUEM	À venir
Les Sulfures Massifs Volcanogènes: Synthèse de près de 20 ans de recherche au CONSOREM: Contributions scientifiques et impacts sur l'exploration au Québec	Dominique Genna CONSOREM	À venir
30 ans du Complexe LaRonde : Historique, Perspectives et Défis futurs	David Pitre / Géologue Sénior – AGNICO EAGLE	À venir
L'innovation chez IOS : 28 années de folie et de vision	Réjean Girard / Président- directeur général, expert- conseil -IOS Services Géoscientifiques	À venir
Tarku : de nouvelles approches pour la découverte de nouveaux gisements au Québec	Benoit Lafrance, Directeur de l'exploration et Julien Davy, Président et chef de la direction - Ressources Tarku	À venir
À la recherche d'un gîte zincifère de type Balmat-Edwards dans la MRC de Pontiac	Serge Perreault / SOQUEM et Jeremie Ryan, Président et chef de la direction – Ressources Sphinx	À venir
La géochimie des eaux souterraines : un outil novateur pour l'exploration minérale	Silvain Rafini / Scientifique de recherche – CONSOREM	À venir
Congrès Québec Mines + Énergie 2019 : Conférences		DOCUM. TÉLÉCH. CONSOREM.CA
Les minéralisations arrivent quand les orogènes s'effondrent : une introduction	Michel Jébrak (UQAM, Sidex) et Réal Daigneault (UQAC)	À venir
La géochimie des eaux souterraines : un outil novateur pour l'exploration profonde	Silvain Rafini, CONSOREM	À venir





Tableau 24 (suite) : Conférences, affiches géoscientifiques et événements

Congès Québec Mines + Énergie 2019 : Affiches géoscientifiques			DOCUM. TÉLÉCH. CONSOREM.CA
	Hydrogéochimie ultratrace des eaux souterraines - l'avènement d'un nouvel outil pour l'exploration profonde	Silvain Rafini / CONSOREM	À venir
	Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James : les granitoïdes aurifères	Morgane Gigoux /CONSOREM	À venir
	Caractérisation métallogénique de la minéralisation aurifère du gisement Gladiator, Ceinture d'Urban-Barry, Abitibi. Québec Mines, Québec, 18-21 Novembre 2019.	Gauthier D'Harlingue, Damien Gaboury, Dominique Genna	À venir
Atelier dans le cadre du Forum CONSOREM-UQAM, 19 février 2020			WEBDIFFUSION TÉLÉCHARGEABLE
	Utilisation des éléments semi-volatils en exploration minérale	Dominique Genna / CONSOREM	À venir
Forum CONSOREM-UQAM 19 février 2020 : Regard sur les minéraux critiques et stratégiques (MCS) au Québec			WEBDIFFUSION TÉLÉCHARGEABLE
	Mot d'introduction	Benoit Lafrance / CONSOREM	À venir
	Les métaux critiques et stratégiques : concepts, enjeux et axes d'exploration pour SOQUEM	Serge Perreault /SOQUEM	À venir
	Gisements d'apatite : les éléments clés à identifier lors de l'exploration	Stéphanie Lavaure / Arianne Phosphate	À venir
	Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill (Ni-Cu-Co-EGP)	Jérôme Lavoie / CONSOREM	À venir
	Terres rares critiques au complexe alkalin-carbonatitique de Montviel, Québec, Canada	Olivier Nadeau / Professeur agrégé, China university of geosciences	À venir
	Regard critique sur la stratégie pour les minéraux	Réjean Girard /IOS Services Géoscientifiques	À venir





Bulletin annuel du CONSOREM (page 1)



✓ **MOT DU DIRECTEUR**



En tant que nouveau directeur du CONSOREM, il me fait extrêmement plaisir de prendre la relève de Réal Daigneault et de me joindre à une structure de recherche et d'innovation qui a fait ses preuves depuis maintenant presque 20 ans. Je m'engage donc à relever le défi afin d'assurer la continuité de cette collaboration fertile entre les entreprises du secteur minéral, les organismes gouvernementaux et la recherche universitaire, dans le but de contribuer à une exploration minérale responsable, plus efficace, et favorable au développement économique du Québec.

L'année 2019 a été riche en réalisations au CONSOREM. Tout d'abord avec le renouvellement du financement de nos partenaires gouvernementaux provincial (MERN) et fédéral (DEC Canada). La collaboration avec le Groupe Misa a également débuté concrètement avec l'avancement de deux projets de recherche intégrés à la programmation régulière du CONSOREM. La très attendue version 4.0 de notre logiciel LithoModelleur est présentement en période de mise à l'essai et sera disponible à l'hiver 2020. Plusieurs activités de transfert vers l'ensemble de la filière minérale comme le Forum technologique, les ateliers de formation et la publication de rapport ont été réalisées. Et comme à l'habitude, nos chercheurs sont à générer des résultats très intéressants pour les projets de l'année en cours, mais ça c'est seulement pour les membres! (les projets deviennent publics après une année de confidentialité).

On a parfois eu des doutes à propos du CONSOREM. Après 5 ans, on a pensé que les sujets de recherche proposés par les sociétés minières membres seraient épuisés. Après 10 ans, non seulement les mêmes sujets avaient été souvent poussés plus loin, mais plusieurs nouvelles problématiques s'ajoutaient. Après 20 ans, il s'avère qu'il y ait une source inépuisable de sujets de recherche! En effet, en plus de travailler lors des vingt dernières années sur des sujets mieux connus au Québec comme l'or, les métaux de bases, l'altération ou l'Abitibi, nos chercheurs ont toujours pu travailler sur de nouvelles idées proposées par nos membres. Ces idées provenant de l'application de modèles de gîte moins connu au Québec (IOCG, porphyre, épithermaux, shale noir, sedex), de l'évolution des marchés des métaux et des minéraux (EGP, diamant, titane, métaux rares), l'intérêt pour des thématiques et des secteurs moins connus (environnement secondaire, Grenville, Fosse du Labrador) ou encore le développement de nouvelles technologies (géophysique plus performante, intelligence artificielle).

Du point de vue économique, social, environnemental et législatif, les défis sont de plus en plus importants en exploration minérale. La contribution du CONSOREM en recherche et innovation est plus pertinente et importante que jamais puisqu'elle mène à un transfert efficace et à de meilleurs modèles et outils d'exploration pour l'industrie.

C'est donc avec mon troisième retour à l'UQAC, après mes études et mon passage comme chercheur au CONSOREM de 2009 à 2012, que j'entreprends avec enthousiasme la 20^e année d'existence du CONSOREM. Enfin je tiens à souligner l'apport de tous au fil des années, un consortium c'est une grande équipe, une grande famille.

Longue vie au CONSOREM!

Benoit Lafrance, Ph.D. géo.
Directeur

✓ **LITHOMODELEUR 4.0 ET NOUVEAU SITE WEB**

Le CONSOREM lancera, à l'hiver 2020, la version 4.0 tant attendue de LithoModelleur. Cette version sera maintenant supportée par Windows 10, ce qui réglera les problèmes d'installation et de fonctionnement des outils intégrés du logiciel. La version 4.0 est maintenant mise à l'épreuve par notre chercheur Jérôme Lavoie qui met au défi notre programmeur, Jean-Luc Cyr, de régler les « bug » supplémentaires. Une fois prêt, nous aviserons tous nos utilisateurs afin de leur fournir cette dernière version. Et ce n'est pas tout! Vous n'aurez plus besoin d'envoyer un courriel afin d'obtenir votre licence. Cette dernière sera disponible en ligne sur notre nouveau site web!

✓ **ACTIVITÉS DE TRANSFERT**



Le CONSOREM fait du transfert l'un des éléments phares de sa mission. Ainsi chaque année, plusieurs activités sont d'abord organisées pour les membres mais également pour la filière de l'exploration en général.

- Québec Mines 2019 - 18 au 21 novembre 2019
Session de formation des projets CONSOREM 2018-2019 - **Ouvert à tous**
- Accompagnements : formations sur mesure - **Membres**
- Tournée de programmation scientifique: pour répondre aux besoins de l'industrie en matière de recherche appliquée en exploration - **Membres**
- Forum CONSOREM-UQAM et atelier - 20 février 2020 - **Ouvert à tous**
- 4 Comités de gestions scientifiques pour le suivi des projets, la livraison des résultats et la sélection des nouveaux projets de recherche - **Membres**
- Forum Technologique - 26 mai 2020, dans le cadre d'Explo Abitibi - **Ouvert à tous**

✓ **NOUVEAU MEMBRE**



Un nouveau membre s'est joint au CONSOREM le 30 mars 2019. Il s'agit d'Eldorado Gold Lamaque qui exploite le gisement d'or Triangle situé à 2,5 km au sud des mines historiques de classe mondiale Lamaque et Sigma dont l'histoire minière souterraine remonte à plus de 80 ans! Son directeur d'exploration, Jacques Simoneau siège sur le conseil d'administration de CONSOREM et Luc Théberge, Géologue en Chef, exploration, siège sur le comité de gestion scientifique (CGS).

✓ **OPPORTUNITÉ D'ADHÉSION POUR LES ENTREPRISES NON-MEMBRE**



SIDEX s'est joint au CONSOREM dans le but d'encourager l'utilisation de l'innovation en exploration au Québec. Pour les sociétés qui ne font pas encore partie du CONSOREM mais qui souhaiteraient y adhérer, SIDEX serait disposé à ce qu'une portion d'un financement standard lequel doit généralement être entièrement consacré à des travaux d'exploration, puisse être affecté aux frais d'adhésion du CONSOREM. Il faut rappeler que SIDEX finance des projets d'exploration en équité, c'est-à-dire en faisant un placement dans la société en contrepartie d'actions et bons de souscription.

✓ **PARTENARIAT MISA-CONSOREM**



Le Groupe MISA a fait une demande d'aide financière au Ministère de l'Économie et de l'Innovation (MEI) dans le cadre du Programme d'appui au développement des secteurs stratégiques et des créneaux d'excellence (PADS) pour la réalisation de deux projets de recherche qui seront réalisés par le CONSOREM : Projet Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV (PADS44212) et le Projet Traitement de l'énergie spectrale du champ magnétique : applications pour l'exploration (PADS44213). Ces projets sont en cours de réalisation par nos chercheurs Silvain Rafini et Jérôme Lavoie respectivement.





Bulletin annuel du CONSOREM (page 2)

✓ **PROJET DE RECHERCHE 2018-02**

Typologie des intrusions felsiques à intermédiaires pour l'exploration à l'Archéen

Par : Morgane Gigoux, Ph.D., Chercheure



Le principal obstacle pour classer les plutons archéens est la forte controverse associée aux diagrammes de discrimination utilisés de façon systématique qui sont établis à partir de signatures géochimiques post-archéennes. Le projet propose, ici, une approche originale pour une classification spécifiquement développée pour les intrusions archéennes avec un objectif principal qui est de préciser la nature probable d'une intrusion intermédiaire à felsique à partir d'un ou plusieurs échantillons peu altéré(s) prélevés sur le terrain au cours d'une campagne d'exploration.

Bien qu'ils possèdent un potentiel minier important, les plutons de l'Abitibi restent mal connus. Deux familles ont été étudiées au cours de ce projet, les types tonalite-trondhémite-grandiorite (TTG) et les controversés intrusions post-orogéniques de type sanukitoïdes. 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 plus 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 (Moyen et Laurent, 2018); (3) l'utilisation de la classification du potentiel métallogénique des rhyolites (Leshar et al., 1986). L'étude de 30 plutons, attribués à la famille des TTG, montre qu'il existe deux familles distinctes. Les plutons FILL, plus riches en HFSE (Y, Nb, Yb), qui sont associés aux plus gros camps à amas sulfurés volcanogènes d'Abitibi (Matagami et Noranda) et les plutons FI qui sont appauvris en incompatibles et majoritairement situés au nord-est de l'Abitibi (Fig.1). Leurs sources semblent globalement plus profondes que celles des plutons du sud de la sous-province, mais la profondeur varierait dans temps.

L'idée novatrice de ce projet a été l'utilisation des pressions de cristallisation appliquée aux granitoïdes TTG à partir de la méthode de Yang (2017). Ce critère permet d'appuyer les différences qui existent entre le sud-ouest et le nord-est de la sous-province, déjà visibles à travers les données géochimiques. Au nord-est, les plutons de type FI (en jaune, Fig.1) indiquent des épaisseurs crustales plus importantes avec des pressions de cristallisation statistiquement plus élevées, typiques d'un contexte d'arc magmatique. Il existe cependant des plutons FI de faibles pressions de cristallisation qui démontrent un intérêt particulier pour l'exploration de minéralisations épithermales à porphyriques, comme le pluton de Chibougamau. Au sud-ouest, les plutons FILL (en rouge, Fig.1) sont associés à des pressions plus faibles (< 2 kbar) et à des profondeurs de cristallisation globalement inférieures à 4 km. Ces résultats ont une implication sur l'interprétation de la géodynamique globale en Abitibi et permet d'apporter des éléments clés importants dans la compréhension des profondeurs de mise en place des intrusions dites « syn-volcaniques » et « syn-tectoniques » à l'Archéen.

Pour ce qui est des intrusions tardi-orogéniques de type sanukitoïdes elles sont reconnues pour être associées à des minéralisations aurifères. Elles ont fait l'objet d'une étude comparée de leurs caractéristiques géochimiques sur la base des diagrammes existants (Laurent et al., 2014) et de nouveaux diagrammes sur les éléments traces les plus discriminants. Il est ainsi possible de mettre en évidence trois différents types de sanukitoïdes en Abitibi: les signatures de 1) Beattie-East-Sullivan, 2) Malartic-Bachelor et 3) Kirkland-Lake.

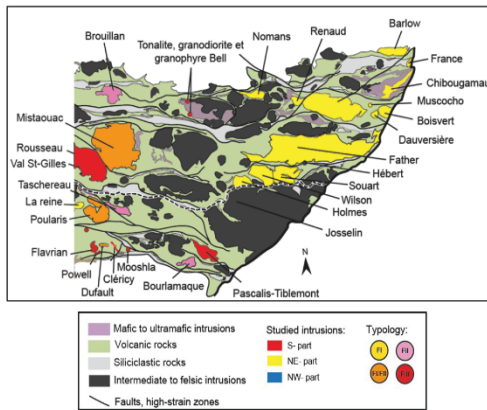


Figure 1 : carte de la distribution des plutons de type TTG en Abitibi en fonction de leur typologie. En rouge : les plutons FILL; en jaune : les plutons FI; en orange : les plutons FI-FILL. À noter que seule la phase tonalite-granodiorite du pluton de Pascalis-Tibermont est de typologie FILL (modifié de Monecke et al., 2017).

Ces intrusions sont majoritaires au sud de l'Abitibi, mais une étude plus approfondie des petits stocks syénitiques tardi-orogéniques au nord de la sous-province serait nécessaire afin d'en tirer des conclusions plus pertinentes pour l'exploration. La complexité géochimique de ces magmas, issus d'un manteau métasomaté hétérogène avec plus ou moins d'assimilation crustale, rend difficile la discrimination de ces intrusions.

Les nouveaux diagrammes (classification et fertilité) proposés dans ce projet (non présentés ici) ont été spécifiquement construits à partir des signatures archéennes des plutons de la sous-province d'Abitibi. Il reste néanmoins nécessaire de les valider et de les contraindre pour d'autres sous-provinces ou provinces archéennes dans le monde.

✓ **COLLABORATION SPÉCIALE**

Collaboration spéciale du CONSOREM avec la Table Régionale de Concertation Minière - Saguenay-Lac-St-Jean (TRCM)

Par : Jérôme Lavoie, Ing., M.Sc.A., Chercheur CONSOREM



La Table régionale de concertation minière (TRCM) vise à doter la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean (SLSJ) d'une stratégie de développement minier responsable. Elle est chapeautée par le Centre d'études sur les ressources minérales (CERM) de l'Université du Québec à Chicoutimi (UQAC), une initiative soutenue financièrement par le Fonds d'appui au rayonnement des régions (FARR) du Ministère des Affaires municipales, et de l'habitation (MAMH). Un des mandats de la TRCM est de développer et de valoriser le potentiel minier de la région avec une emphase sur la filière des métaux stratégiques/minéraux industriels, notamment en participant à établir une vision stratégique pour l'acquisition des connaissances du territoire. À cet effet, des analyses géochimiques de sédiments de fond de lac générés par le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) a fait l'objet d'un traitement par Jérôme Lavoie, chercheur au CONSOREM, dans le cadre d'une collaboration CONSOREM-TRCM.

Un traitement statistique par régression spatiale basé sur la méthode développée dans le cadre du projet 2004-09 « Identification de domaines géochimiques à partir des levés régionaux de sédiments de fond de lac » (Trépanier, 2007) a été effectué sur les analyses et les ré-analyses par ICP-MS (digestion partielle par aqua-regia) des sédiments de fond de lac de la région du Saguenay-Lac-St-Jean (total de 7 784 échantillons : Labbé, 2011; Labbé, 2009). Basé sur des critères de sélection précis, le traitement a permis de faire ressortir un total de 173 anomalies résiduelles de sédiments de fond de lac calculées selon 5 contextes métallogéniques et leurs minéralisations associées : (i) Ni-Cu-Co ± EGP associés aux gîtes du plutonisme mafique et ultramafique; (ii) métaux rares (Y-Zr-Nb-Ta-Be-Li-REE ± U) associés aux gîtes du plutonisme alcalin; (iii) Cu-Au-Mo associés aux gîtes du plutonisme intermédiaire à felsique (porphyre); (iv) Fe-Ox-Cu-Au-U associés aux gîtes du plutonisme intermédiaire à felsique (IOCG); et (v) Au-As associés aux gîtes d'or orogénique.

Ce traitement aura permis de livrer à la TRCM: 1) une base de données format File Geodatabase (GDB); 2) une couche d'entités spatiales des sédiments de fond de lac avec traitement statistique par régression spatiale; 3) une couche spatiale des anomalies résiduelles de sédiments de fond de lac et 4) des cibles et/ou secteurs de favorabilité pour l'exploration selon 5 contextes métallogéniques et leurs minéralisations associées (PowerPoint).

Ces nouvelles anomalies seront ajoutées à la Carte Routière Minière (CRM) du Saguenay-Lac-St-Jean de la TRCM pour contribuer à orienter les travaux de prospection et pour favoriser la découverte de nouveaux indices et gîtes dans la région. Pour le CONSOREM, cette collaboration aura permis d'effectuer une revue de plusieurs de ses projets portant sur la Province géologique de Grenville et spécifiquement les projets localisés dans la région administrative 02 (Projets CONSOREM 2003-02B, 2006-05, 2007-02, 2008-05, 2010-08, 2011-03, 2011-07 et 2012-03). Cette collaboration et cette revue des projets CONSOREM démontrent bien le fort potentiel minier de la Province géologique de Grenville au Saguenay-Lac-St-Jean. Dans plusieurs secteurs, la faible densité de travaux géoscientifiques justifierait de pousser plus profondément la prospection et les travaux d'exploration. La Carte Routière minière peut être consultée sur : www.trcm-slsj.ca.

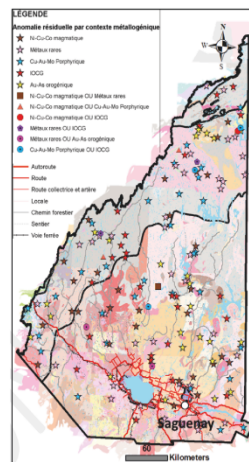


Figure 1 – Localisation des 173 anomalies résiduelles de sédiments de fond de lac calculées à partir des analyses et des ré-analyses de la base de données SIGEOM (Labbé, 2011; Labbé, 2009)





8. 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 2019-2020 auront permis de générer :

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

Le tableau suivant présente la description des outils développés 2019-2020

Tableau 25 : Description des outils développés au CONSOREM pour l'année 2019-2020

PROJET	DESCRIPTION DE L'OUTIL	OM	OAI	OC
2019-01	Outil géochimique permettant la reconnaissance d'environnements métallogéniques favorable pour l'exploration			X
2019-01	Aide à l'interprétation et à la détermination de la typologie des intrusions felsiques à intermédiaires à l'Archéen		X	
2019-02	Outil géochimique permettant l'identification d'une contribution hydrothermale magmatique sur des minéralisations aurifères en contexte d'exploration.	X		
2019-02	Diagramme multiélément permettant de comparer et de discriminer les signatures chimiques des pyrites		X	
2019-03	Outil de calcul du potentiel minéral assisté par IA, v2.0			X
2019-06	Outil permettant d'évaluer le potentiel de l'hydrogéochimie souterraine pour l'exploration aurifère sur le territoire québécois; développement d'une méthode totalement novatrice et à fort potentiel pour l'exploration à toutes les profondeurs dans le bouclier canadien.	X		
2019-07	Outil logiciel innovateur et unique pour l'aide à l'interprétation automatique et interactive des levés magnétiques, par la classification de domaines magnétiques, à partir de l'énergie spectrale fréquentielle et directionnelle et des statistiques de l'intensité magnétique.	X	X	
TOTAL		3	3	2





9. Ciblage pour l'exploration

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

Elles peuvent être classées en priorité 1 ou 2 selon le cas.

La dimension des cibles est décrite comme suit :

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

Deux projets réalisés par la chercheuse Morgane Gigoux ont généré des cibles, soit le projet 2019-01 avec 21 cibles et le projet 2019-05 qui a avec 22 cibles. Les tableaux 26 et 27 présentent la classification des cibles selon leur niveau, leur échelle et leur priorité.

Tableau 26 : Cibles générées par le projet 2019-01

Projet	Nombre	Niveau	Échelle	Priorité	Cible	Description
2019-01	3	2	Locale	1	Syénite alcaline et monzonite à quartz alcaline	Type Beattie : Syénite riche en HFSE, et ultra-K. Indice Cu-Ag-Mo-W non loin.
2019-01	4	2	Locale	2	Granite subalcalin et monzonite à quartz subalcaline	Type Malartic : échantillon de géochronologie (2699 Ma), faciès porphyrique décrit dans les géofiches. Indices Au-Ag-Pb proximaux ; Type Malartic : Dans les conglomérats de la Formation de Chebistuan ; Type Malartic : En bordure du Pluton de Chevrillon
2019-01	3	2	Locale	2	Monzodiorite alcaline, monzonite à quartz subalcaline et monzonite subalcaline	Type Mythril : Échantillon alcalin dans le conglomérat polygénique de la Formation de Keyano (< 2710 Ma); Type Mythril : Échantillon dans le Pluton de Rotis en bordure du bassin d'Opinaca, Indices Au aux alentours; Type Mythril : Indice Cu proche (< 5 km); Géofiche d'affleurement 1155, présence de pegmatite avec magnétite
2019-01	11	2	Locale	2	Granodiorite et tonalite	Géofiches : 5204, 2006, 6153, 1019, 1040, 4184, 1196, 3041





Tableau 27 : Cibles générées par le projet 2019-05

Projet	Nombre	Niveau	Échelle	Priorité	Cible	Description
2019-05	12	2	Locale	2	Diorite et tonalite-granodiorite	Potentiel porphyre : Alignement de petits stocks au nord-est du Pluton de Mclvor, regroupement de 4 échantillons dans le Pluton d'Olga et échantillon dans une petite intrusion cartographiée dans le Groupe de Manthet.
2019-05	5	2	Locale	2	Tonalite-granodiorite et kimberlite	Potentiel porphyre : Échantillon dans la Formation de Dussieux (tuf à lapilli et conglomérat polygénique). Roches volcaniques mafiques alcalines. Échantillon dans le Pluton du Lac au Goéland. Kimberlite potentielle.
2019-05	5	2	Locale	2	Diorite et granodiorite	Potentiel porphyre : Stock Louis-Olivier, indice Nb/Y étendu supérieure à 0,6. Échantillon dans la Formation de Daubrée (sédiment) proche de la syénite de Saussure. Stock inconnu, intrusion cachée dans le bassin conglomératique (signature haut MAG).





10. Évaluation des projets 2019

La faisabilité des projets a été présentée aux membres du comité de gestion scientifique (CGS) réunis à Val-d'Or le 29 mai 2019. 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 28).

Tableau 28 : Évaluation de la faisabilité des projets 2019-2020

PROJET	TITRE PROJET	CRITÈRES					TOTAL	NB. EVAL.
		1	2	3	4	5		
2019-01	Géochimie des plutons et reconnaissance d'environnements métallogéniques favorables pour l'exploration : nouvelles approches – phase II	66	62	82	78	74	72	10
2019-02	Reconnaissance géochimique de la contribution hydrothermale magmatique dans les minéralisations aurifères archéennes	72	72	74	74	74	73	10
2019-03	Mise à jour et amélioration du logiciel « Calcul de potentiel minéral assisté par intelligence artificielle (IA) – version 2.0	84	78	62	74	84	76	10
2019-04	Meilleurs outils pour l'exploration profonde : La sismique réflexion en exploration minérale	82	58	78	72	76	73	10
2019-05	Intégration et synthèse métallogénique du segment nord-central de la Sous-province de l'Abitibi entre les camps miniers de Matagami et de Chibougamau	88	54	86	90	80	80	10
2019-06	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV	80	88	84	86	82	84	10
2019-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III	80	84	86	88	80	84	10
MOYENNE		79	71	79	80	79	77	10

Les résultats d'évaluation de la faisabilité montrent que la perception relative des projets selon les 5 critères d'évaluation : pertinence pour l'exploration, potentiel R&D (recherche et développement) et innovation; réalisme des objectifs, méthodologie proposée et intérêt général pour le projet varie de 72 à 84 %.

Cette année, l'obligation de confinement reliée à crise sociosanitaire de la Covid-19 a impliqué que la livraison des résultats des projets CONSOREM à nos membres ait lieu par visioconférence (ZOOM) en trois séances, soit les 21, 23 et 28 avril 2019. À cette occasion, les membres ont évalué les résultats pour chacun des projets selon cinq critères (Tableau 29) : 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 29 : Évaluation des résultats des projets 2019-2020

PROJET	TITRE PROJET	CRITÈRES					TOTAL	NB. EVAL.
		1	2	3	4	5		
2019-01	Géochimie des plutons et reconnaissance d'environnements métallogéniques favorables pour l'exploration : nouvelles approches – phase II	79	76	80	77	77	78	14
2019-02	Reconnaissance géochimique de la contribution hydrothermale magmatique dans les minéralisations aurifères archéennes	81	86	81	83	86	83	14
2019-03	Mise à jour et amélioration du logiciel « Calcul de potentiel minéral assisté par intelligence artificielle (IA) – version 2.0	87	67	79	77	80	78	14
2019-04	Meilleurs outils pour l'exploration profonde : La sismique réflexion en exploration minérale	67	61	77	76	80	72	14
2019-05	Intégration et synthèse métallogénique du segment nord-central de la Sous-province de l'Abitibi entre les camps miniers de Matagami et de Chibougamau	83	63	77	73	71	73	14
2019-06	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale - phase IV	76	91	71	74	77	78	14
2019-07	Traitement automatique des levés magnétométriques : Le logiciel prototypage CONSOREM "MagnetoModeleur" – phase III	89	88	86	83	88	87	13
MOYENNE		80	76	79	78	80	79	14

La perception des résultats des projets à la livraison, selon les 5 critères : résultats pratiques pour l'exploration, composante recherche et/ou innovation, rencontre des objectifs, réponse par rapport aux attentes, qualité des résultats varient de 72 à 87 %.

La figure 7 permet de comparer les évaluations de la faisabilité et de la livraison. Dans la presque majorité des cas, l'évaluation des résultats de la livraison dépasse l'évaluation de la faisabilité, ce qui indique que les membres sont en général satisfaits des résultats livrés pour les projets.

Il est important de mentionner que ces statistiques servent à titre indicatif et ne remettent pas en cause l'importance et la qualité du travail effectué par les chercheurs. En effet, les résultats de recherche ne sont pas toujours ceux attendus, et dans certains cas, il est nécessaire d'envisager une seconde phase au projet pour rencontrer les objectifs.



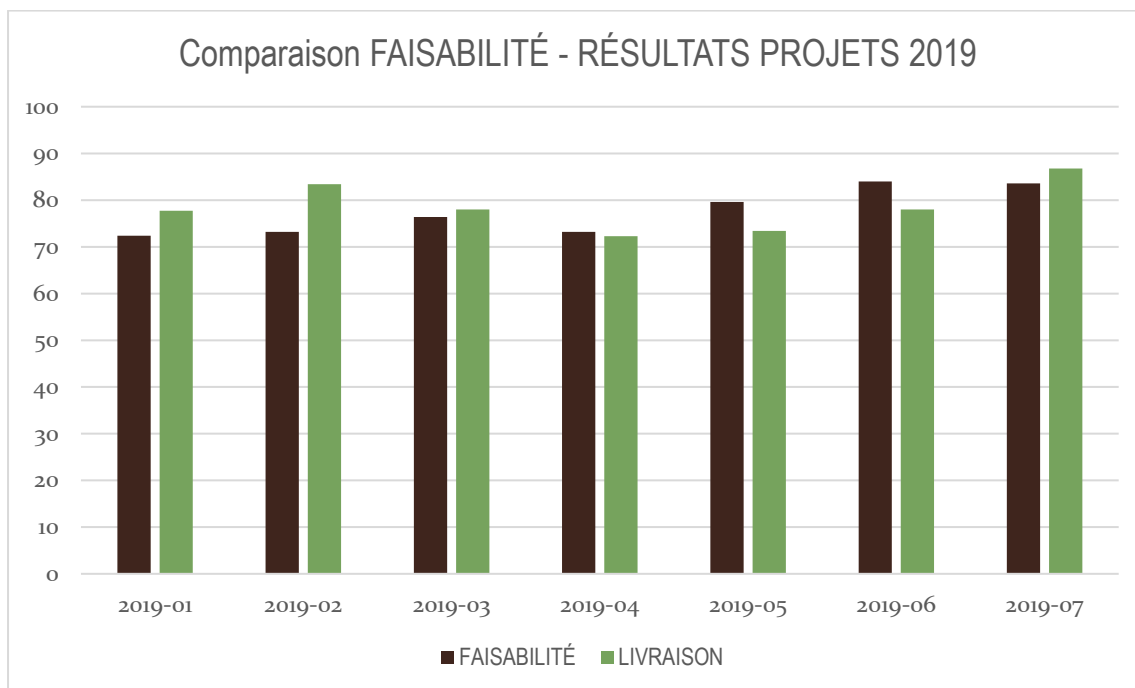


Figure 7 : Comparaison des évaluations des projets à la faisabilité et à la livraison



11. Contribution de l'équipe du CONSOREM à d'autres activités de recherche

L'équipe du CONSOREM contribue également à d'autres activités de recherche en dehors des projets réguliers 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. Les contributions incluent l'encadrement d'étudiants, l'enseignement 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; Tableau 30). Certains membres de l'équipe sont également impliqués dans d'autres projets de recherche universitaires comme la Table Régionale de Concertation minière du Saguenay – Lac-Saint-Jean, le groupe de recherche R²eau et le projet « Évaluation des normes d'aménagement et de protection des puits résidentiels » (Tableau 31).

Tableau 30 : Support du CONSOREM aux activités de recherche et d'enseignement à l'UQAC et à l'UQAM

Type d'activité	Personnel	Description
Encadrement d'étudiants	Dominique Genna	Co-supervision avec D. Gaboury de la maîtrise de Gauthier D'Harlingue (UQAC). Caractérisation métallogénique de la minéralisation aurifère du gisement Gladiator, Ceinture d'Urban-Barry, Abitibi.
	Silvain Rafini	Co-encadrement du doctorat de Daouda Meite (avec Prof. Romain Chesnaux et Anouck Ferroud – UQAC) « Dynamique de l'écoulement hétérogène en milieu non-uniforme – apport des tests d'interférence »
Enseignement à l'UQAC	Dominique Genna	<ul style="list-style-type: none"> – Automne 2019 : Volcanologie Physique (6SCT854) niveau maîtrise et doctorat – Hiver 2019 : Travaux de terrain encadré (6SCT853). Programme de Maîtrise Professionnelle appliquée à l'exploration minérale (1667) – Été 2020 : Stage en exploration minérale (6SCT860). Programme de Maîtrise Professionnelle appliquée à l'exploration minérale (1667)
Évaluation de mémoires et de thèses	Dominique Genna	<ul style="list-style-type: none"> – Huguet J, (2019) Chimie du Pluton de Chevrillon et relation structurale avec le Groupe d'Opémisca (région de Chibougamau, Québec). Mémoire de maîtrise, UQAC, 223 p. – Munger A, (2019) Facteurs de contrôle et organisation des filons aurifères orogéniques du gisement de Goldex, Val-d'Or, Québec. Mémoire de maîtrise, UQAC, 249 p. – Tague P D. (2019). Caractérisation pétrologique et géochimique des roches mafiques et ultramafiques de la ceinture de Colomb-Chaboulié (Baie-James). Mémoire de maîtrise, UQAC, 318 p.
	Silvain Rafini	Évaluateur de l'examen doctoral et du devis de recherches de Abi Attoumane et de Daouda Meite (UQAM)
	Benoit Lafrance	Évaluateur du devis de maîtrise de Randolph Maier (UQAC)





Tableau 31 : Autres collaborations et activités de recherche de l'équipe du CONSOREM

Type d'activité		Description
Projets de recherche	Benoit Lafrance et Brigitte Poirier	Directeur et professionnelle de recherche pour la Table Régionale de Concertation minière du Saguenay - Lac-Saint-Jean (TRCM).
	Jérôme Lavoie	Traitement statistique par régression spatiale des données de géochimie des sédiments de fond de lac de la région du Saguenay–Lac Saint-Jean, pour la TRCM.
	Silvain Rafini	– En charge du volet modélisation dans le projet interuniversitaire (Polytechnique MTL, UQAC, mandat MELCC) « Évaluation des normes d'aménagement et de protection des puits résidentiels » – Membre actif du groupe de recherches R ² eau.
Cours intensifs et séminaires	Silvain Rafini	– Séminaire GEOTOP-UQAM : « Footprints of Base Metal Deposits in Canadian Shield Brines: Towards the Use of Groundwater Chemistry in Deep », UQAM.



