



CONSOREM

Consortium de recherche
en exploration minérale

RECHERCHE &
INNOVATION

RAPPORT D'ACTIVITÉ

20¹⁸/₁₉



Sommaire exécutif

Le rapport d'activité présente les réalisations du CONSOREM pour l'année 2018-2019. Les faits saillants des projets de recherche y sont présentés ainsi que la description des activités et des événements de suivi et de transfert.

Les 8 projets de recherche de la programmation scientifique 2017-2018 :

Projet 2018-01 - **Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique** des levés aéromagnétiques de haute résolution – Phase II

Projet 2018-02 : **Typologie des intrusions felsiques à intermédiaire pour l'exploration à l'Archéen**

Projet 2018-03 : Typologie des granites de la Baie-James pour le ciblage des granites fertiles.

Projet 2018-04 : Optimisation des mailles de forages – Phase III.

Projet 2018-05 : Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'**exploration minérale**- Phase III Exploration pour l'or.

Projet 2018-06 : Fertilité des horizons graphiteux intervolcaniques

Projet 2018-07 : Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill

Projet 2018-08 : Méthodologie multidisciplinaire de création de cartes métamorphiques à différentes échelles

Les activités réalisées au CONSOREM pour l'année 2018-2019

Le CONSOREM a réalisé 36 activités de suivi et de transfert qui se répartissent de la manière suivante :

- ♦ 23 activités réservées aux membres dont 10 rencontres lors de la tournée des membres visant à élaborer la programmation 2019-2020, 9 **activités d'accompagnement** et 4 réunions du comité de gestion scientifique;
- ♦ 5 activités ouvertes à la communauté géoscientifique qui comptent notamment le Forum technologique tenu à Val-d'Or, un **atelier présenté à Québec Mines 2018**, le Forum UQAM et de nombreuses conférences lors de différents événements ;
- ♦ 8 activités exécutives qui assurent le bon fonctionnement du consortium.

Les 8 **projets de recherche réguliers** et le **projet d'accompagnement de la programmation 2018-2019** ont permis de générer :

- ♦ 187 produits livrables aux membres, soit 26 présentations *PowerPoint*, 46 bases de données,
- ♦ 10 nouvelles couches géoréférencées, 8 rapports scientifiques (en cours);
- ♦ **10 nouveaux outils pour l'exploration minérale**, dont 7 outils méthodologiques (OM), 1 **outils d'aide à l'interprétation (OAI)** et 2 outils de ciblage,
- ♦ **329 cibles d'exploration** dont 207 cibles locales de priorité 1, 59 cibles locales de priorité 2, 29 cibles zonales de priorité 2 et 64 cibles zonales de priorité 2
- ♦ Une production scientifique et technique de 60 éléments dont 8 sommaires de projets rendus publics, 8 sommaire en langue anglaise; 5 rapports scientifiques rendus publics; 2 articles dans des revues scientifiques; 34 conférences et 2 affiches présentées au cours de différents événements; 1 bulletin annuel.



Mot du Président

Chers partenaires du CONSOREM,

J'ai le plaisir de vous adresser ce dernier mot en tant que Président.

Je profite de cette occasion pour exprimer ma gratitude envers **Réal Daigneault, notre coordonnateur, qui fut nommé en cours d'année Vice-recteur à l'Enseignement à la Recherche et à la Création à l'UQAC**. Mes félicitations à Réal et un grand merci pour ton dévouement soutenu auprès du CONSOREM.

Un merci spécial aussi à Brigitte Poirier, adjointe à la coordination et à la recherche qui, suite à la nomination de Réal, a augmenté sa charge de travail afin de supporter la coordination des dossiers. Un merci aussi à nos chercheurs, Jérôme Lavoie, Silvain Rafini, Dominique Genna et Morgane Gigoux, qui ont su garder le cap et livrer leurs dossiers avec la pertinence et la qualité dont ils nous ont habitués.

J'aimerais également saluer l'implication de nos membres qui ont participé aux différents niveaux de fonctionnement du CONSOREM. Votre implication est nécessaire afin de faire valoir vos besoins en travaux, valoriser les connaissances acquises et permettre que les différents besoins en exploration soient comblés.

J'ai eu un grand plaisir à vous côtoyer et j'ai été fier de vous représenter devant les différentes instances. Il est maintenant temps pour moi de passer le flambeau et de remettre la présidence à du sang neuf. Toutefois, vous pourrez toujours compter sur mon support au besoin.

La mission du CONSOREM amène un soutien à l'exploration efficace du territoire québécois qui permettra de trouver les mines de demain.

Bonne continuité au CONSOREM et prospérité dans vos organisations respectives.



Jean-Sébastien David, géo.
Président du CONSOREM



Mot du Coordonnateur

Le CONSOREM **est issu d'une** concertation d'entreprises, d'universités et de gouvernements afin de développer la recherche et **l'innovation** dans le secteur de **l'exploration** minérale au Québec. Il a comme mission de contribuer à une exploration minérale plus efficace sur le territoire québécois, ceci par le biais de projets de recherche à forte incidence économique.

Comme l'exploration minérale est à la base de tout le processus menant au développement **minéral, on comprend l'importance que** revêt le succès de cette exploration. Le Québec dans son ensemble, et les territoires du Plan Nord en particulier, doivent prioriser des projets miniers robustes permettant de répondre aux enjeux économiques, sociaux, environnementaux et législatifs.

De meilleures connaissances, de meilleurs modèles **d'exploration**, et des outils plus performants pour la délimitation des zones potentielles représentent **l'ingrédient** qui permettra ultimement de faire émerger les meilleurs gisements pour le futur. Une performance accrue par la recherche et **l'innovation** en exploration permet de faire ressortir ces projets.

Les besoins en innovation sont grands et le défi demeure toujours de transférer les concepts, méthodes et outils vers les entreprises. Ceci est le créneau développé au CONSOREM. Afin de permettre un transfert efficace, il faut comprendre et définir les besoins des utilisateurs, réaliser un programme de recherche adapté puis transférer les résultats vers les entreprises **d'exploration**.

Depuis maintenant près de 20 ans, le CONSOREM demeure un instrument de recherche et de transfert pour le bénéfice de **l'exploration** et du développement économique du Québec. En dépit des nouvelles fonctions qui me sont attribuées, je réitère ici mon engagement indéfectible envers une **structure qui joue un rôle de premier plan dans le succès de l'exploration minérale au Québec.**



Réal Daigneault
Coordonnateur du CONSOREM



Table des matières

SOMMAIRE EXÉCUTIF	I
MOT DU PRÉSIDENT	II
MOT DU COORDONNATEUR.....	III
TABLE DES MATIÈRES	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	V
LISTE DES FIGURES.....	V

1. INTRODUCTION.....	1
2. LE CONSOREM	2
2.1 OBJECTIFS GÉNÉRAUX DU CONSOREM	2
3. STRUCTURE ORGANISATIONNELLE.....	3
4. MEMBERSHIP.....	4
5. MEMBRES ASSOCIÉS	5
5.1 ENTENTE AVEC SIDEX	6
6. CHERCHEURS ET COLLABORATEURS DU CONSOREM.....	7
7. RÉSULTATS DES PROJETS 2018-2019.....	8
7.1 PROJET 2018-01: DÉVELOPPEMENT DE NOUVELLES APPROCHES POUR LE TRAITEMENT ET.....	9
L'INTERPRÉTATION GÉOLOGIQUE DES LEVÉS AÉROMAGNÉTIQUES DE HAUTE RÉOLUTION – PHASE II.....	9
7.2 PROJET 2018-02: TYPOLOGIE DES INTRUSIONS FELSIQUES À INTERMÉDIAIRES POUR L'EXPLORATION À.....	12
L'ARCHÉEN	12
7.3 PROJET 2018-03 : DÉFINITION DES PARAMÉTRAGES DES ENVELOPPES D'ALTÉRATION.....	15
7.4 PROJET 2018-04: OPTIMISATION DES MAILLES DE FORAGES POUR LES BESOINS DU CALCUL DE RESSOURCES –.....	18
PHASE 318	18
7.5 PROJET 2018-05: HYDROGÉOCHIMIE SOUTERRAINE APPLIQUÉE À L'EXPLORATION MINÉRALE – PHASE 3 –.....	21
EXPLORATION POUR L'OR.....	21
7.6 PROJET 2018-06 : FERTILITÉ DES HORIZONS GRAPHITEUX INTERVOLCANIQUES	24
7.7 PROJET 2018-07: POTENTIEL MÉTALLOGÉNIQUE AU SEIN DE LA PROVINCE DE CHURCHILL	27
7.8 PROJET 2018-08: NOUVELLES APPROCHES LITHOGÉOCHIMIQUES POUR TRACER LE MÉTAMORPHISME À.....	32
DIFFÉRENTES ÉCHELLES	32
7.9 PROJET 2018-09 : ACCOMPAGNEMENTS 2018-2019	35
8. ACTIVITÉS DE SUIVI ET DE TRANSFERT VERS LES MEMBRES.....	37
8.1 TOURNÉE DE PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE 2019-2020.....	39
8.2 ACTIVITÉS DE TRANSFERT OUVERTES À L'ENSEMBLE DE LA COMMUNAUTÉ GÉOSCIENTIFIQUE.....	40
8.2.1 16 ^e FORUM TECHNOLOGIQUE.....	41
8.2.2 CONGRÈS XPLOR 2018.....	42
8.2.3 QUÉBEC MINES 2018.....	46
8.2.4 FORUM UQAM.....	56
8.2.4.1 ATELIER ABITBI GÉOPHYSIQUE : RÈGLES D'OR POUR LE BON USAGE DES OUTILS GÉOPHYSIQUES : VOLET 1 :.....	56
COMMENT CHOISIR LES BONS OUTILS?.....	56
8.2.4.2 THÈME FORUM UQAM.....	58
8.2.5 L'ASSOCIATION CANADIENNE DES PROSPECTEURS ET ENTREPRENEURS (PDAC), 3 AU 6 MARS 2019, METRO.....	59
TORONTO CONVENTION CENTRE.....	59
8.3 ACTIVITÉS EXÉCUTIVES.....	61



9.	PRODUCTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE	62
10.	BULLETIN ANNUEL DU CONSOREM	66
11.	OUTILS CONSOREM.....	69
12.	CIBLAGE POUR L'EXPLORATION.....	70
13.	ÉVALUATION DES PROJETS	71

Liste des tableaux

TABLEAU 1: MEMBRES DU CONSOREM.....	4
TABLEAU 2: LISTE DES CHERCHEURS ET COLLABORATEURS.....	7
TABLEAU 3: PROJETS 2018 DU CONSOREM ET RESPONSABLE.....	8
TABLEAU 4: ATELIERS ET PROJETS PRÉSENTÉS LORS DES ACCOMPAGNEMENTS.....	36
TABLEAU 5: LISTE DES ACTIVITES DE SUIVI ET DE TRANSFERT.....	37
TABLEAU 6: HORAIRE DE LA TOURNÉE DE PROGRAMMATION SCIENTIFIQUE 2019-2020.....	39
TABLEAU 7: SYNTHÈSE DES ACTIVITES DE TRANSFERT OUVERTES À L'ENSEMBLE DE LA COMMUNAUTÉ GEOSCIENTIFIQUE.....	40
TABLEAU 8: PRINCIPALES ACTIVITES RÉALISÉES DANS LE CADRE D'XPLOR 2018.....	42
TABLEAU 9 : PARTICIPANT PRÉSENT À LA RENCONTRE FILIÈRE GEOSCIENCE ET FORAGE.....	44
TABLEAU 10: LISTE DES ACTIVITÉS ORGANISÉES PAR LE CONSOREM DANS LE CADRE DE QUÉBEC MINES 2018.....	46
TABLEAU 11: HORAIRE DE LA TENUE DU KIOSQUE CONSOREM NO. 504.....	47
TABLEAU 12: HORAIRE DU DÉROULEMENT DE LA FORMATION NOUVELLES IDÉES ET NOUVELLES APPROCHES EN EXPLORATION MINÉRALE.....	49
TABLEAU 13: LISTE DES PARTICIPANTS À LA SÉANCE : NOUVELLES IDÉES ET NOUVELLES APPROCHES EN EXPLORATION MINÉRALE.....	50
TABLEAU 14: HORAIRE DU DÉROULEMENT DE SÉSSION DE CONFÉRENCES : LE QUÉBEC, BLEU COBALT.....	51
TABLEAU 15 : HORAIRE DE LA RÉUNION DU COMITÉ DE GESTION SCIENTIFIQUE DE CONSOREM.....	55
TABLEAU 16: LISTE DES PRINCIPALES RENCONTRES RÉALISÉES DANS LE CADRE DE CE CONGRÈS.....	60
TABLEAU 17: LISTE DES ACTIVITÉS EXÉCUTIVES.....	61
TABLEAU 18: ÉLÉMENTS DE PRODUCTION PAR PROJET.....	62
TABLEAU 19: RAPPORTS TECHNIQUES DE PROJETS LIBÉRÉS DE LA CONFIDENTIALITÉ ET RENDUS PUBLICS.....	63
TABLEAU 20: RÉSUMÉS DES PROJETS RENDUS PUBLICS.....	63
TABLEAU 21 : RÉSUMÉS ET/OU RAPPORT TRADUIT EN ANGLAIS.....	64
TABLEAU 22: PUBLICATION D'ARTICLES SCIENTIFIQUES.....	64
TABLEAU 23: CONFÉRENCES, AFFICHES SCIENTIFIQUES ET ÉVÉNEMENTS.....	65
TABLEAU 24: DESCRIPTION DES OUTILS DÉVELOPPÉS AU CONSOREM POUR L'ANNÉE 2018-2019.....	69
TABLEAU 25 : CIBLES GÉNÉRÉES PAR LES PROJETS 2018-06 ET 2018-07.....	70
TABLEAU 26 : ÉVALUATION DE LA FAISABILITÉ DES PROJETS 2018-2019.....	71
TABLEAU 27: ÉVALUATION DES RÉSULTATS DES PROJETS 2018-2019.....	71

Liste des figures

FIGURE 1 : ÉCHELLE DE NIVEAU DE MATURETÉ TECHNOLOGIQUE (NMT - TRL).....	5
FIGURE 2: PROGRAMME DU FORUM TECHNO 2019.....	42
FIGURE 3— PHOTOGRAPHIES DE LAMES MINCES DU PROJET CONSOREM (PROJET 2013-03) MAINTENANT GEOLOCALISÉES ET DISPONIBLE SUR LE PORTAIL CARTOGRAPHIQUE DU CONSOREM.....	48
FIGURE 4 - CIBLES D'EXPLORATION IDENTIFIÉES DANS LE SECTEUR CAMP LEBEL DANS LA.....	48
FIGURE 5 : AFFICHE PROMOTIONNELLE DE L'ATELIER.....	57
FIGURE 6: PROGRAMME DU FORUM UQAM 2019.....	58
FIGURE 7: COMPARAISON DES ÉVALUATIONS DES PROJETS FAISABILITÉ VERSUS LIVRAISON.....	72



1. Introduction

L'exploration au Québec et au Canada se trouve dans un contexte de mondialisation où les territoires, les juridictions et les projets miniers sont dans une concurrence de plus en plus féroce pour la recherche des investissements. Plusieurs des paramètres de ce grand jeu sont difficilement influençables. Toutefois, nos territoires doivent offrir les meilleurs projets pour faire émerger les gisements de demain. Ceci peut se faire par une exploration minière efficace qui cible les meilleurs secteurs par des méthodes optimales et novatrices.

Au-delà de la fertilité intrinsèque d'un territoire, les facteurs qui influencent le succès de l'exploration minérale sont :

- ♦ les investissements en exploration;
- ♦ la connaissance et l'information;
- ♦ les outils et techniques d'exploration;
- ♦ la compétence de la main-d'œuvre.

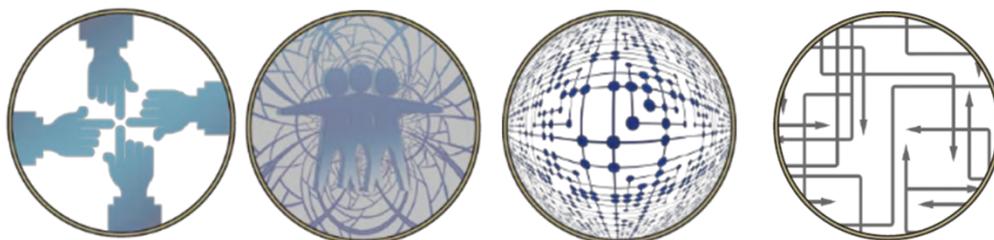
Il est difficile d'intervenir sur la première variable, mais il est possible de le faire sur les trois suivantes afin d'atteindre l'objectif d'un développement minéral. De meilleurs gisements permettent de réunir les conditions gagnantes au développement minéral durable et responsable.

Le rapport d'activité 2018-2019 permet de présenter les résultats de la 19^e année de fonctionnement du CONSOREM dont la mission vise justement l'atteinte de cet objectif. Ce rapport comprend, notamment, les faits saillants des projets de recherche et des activités de diffusion et de transfert de connaissances vers l'industrie.

2. Le CONSOREM

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

- ♦ une programmation de recherche orientée vers la confection d'outils d'exploration répondant aux besoins de l'industrie;
- ♦ une synergie entre entreprises, universités et gouvernements;
- ♦ une équipe de chercheurs dédiés à la réalisation de la programmation annuelle;
- ♦ 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

2.1 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.

3. 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

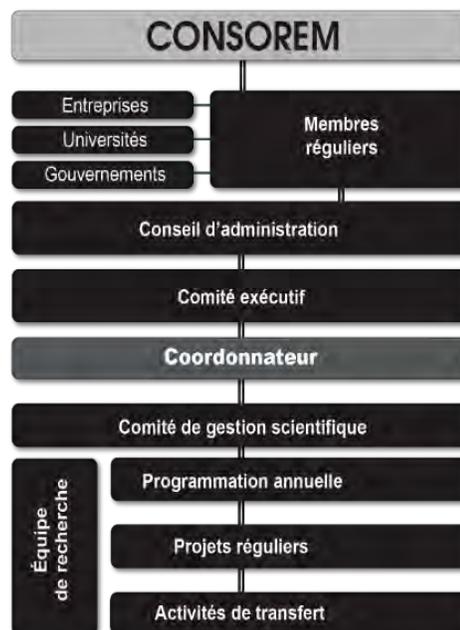
Le **conseil d'administration (CA)** est l'entité légale de la corporation, ses rôles sont de :

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

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

- ◆ détermine 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 coordonnateur assure la liaison entre le CA et le CGS et dirige les activités de recherche, de diffusion et de transfert.



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



4. Membership

Le membership du CONSOREM était composé en 2018-2019 de :

- ♦ 12 membres industriels réguliers (A);
- ♦ 3 membres universitaires (B);
- ♦ 3 membres gouvernementaux (C);
- ♦ 2 membres associés (D)
- ♦ 2 partenaires financiers :
 - Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles;
 - Développement Économique Canada.

Tableau 1: Membres du CONSOREM

MEMBRES	REPRÉSENTANT CA	REPRÉSENTANT CGS
A - INDUSTRIELS		
Agnico Eagle	Guy Gosselin, administrateur	Olivier Côté-Mantha
Arianne Phosphate	Jean-Sébastien David, Président	Stéphanie Lavaure et Daniel Boulianne
Exploration Midland	Gino Roger, administrateur	Mario Masson et Sylvain Trépanier
Ressources Falco	Claude Pilote, Vice-Présidente	Claude Pilote et Gilles Lanthier
Glencore	Pascal Lessard, administrateur	Pascal Lessard et Guillaume Ratté
InnovExplo	Alain Carrier, administrateur	Stéphane Faure
Abitibi Géophysique	Pierre Bérubé, administrateur	Pierre Bérubé
Alamos Gold	Raynald Vincent, administrateur,	Raynald Vincent
Probe Metals	Marco Gagnon, Vice-Président	Maco Gagnon
Minière Osisko	Pascal Simard, administrateur	Vital Pearson, Rose-Anne Bouchard
SOQUEM	Yan Ducharme, administrateur	Anthony Franco De Toni
Ressources Sirios	Dominique Doucet, administrateur	Jordi Turquoise
B – UNIVERSITAIRES		
Université du Québec à Chicoutimi	Claude Gilbert, administrateur	Damien Gaboury
Université du Québec à Montréal	Isabelle Marcotte, administratrice	Stéphane De Souza
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue	Vacant, administrateur	Vacant
C - GOUVERNEMENTAUX		
Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles	Jean-Yves Labbé, administrateur	Jean Goutier
Développement économique Canada	Claire de la Sablonnière, (observatrice)	Benoit Dubé
D- ASSOCIÉS		
GROUPE MISA	Alain Beaséjour, Directeur	Marie-Capucine Gilbert, Chargée de projet
SIDEX	Michel Champagne, Directeur général	Isabelle Cadieux, Directrice aux investissements

5. Membres associés

Une nouvelle alliance stratégique a été mise en place en 2018 avec l'ajout de deux nouveaux membres associés au sein de CONSOREM soit MISA et DIVEX. Le Groupe MISA propose des filières d'experts qui s'orchestrent autour des enjeux et des préoccupations communes des entreprises minières en matière d'innovation. Surtout orientée vers les besoins de la production et de la restauration minière, cette alliance avec CONSOREM permet de développer plus particulièrement la filière Géoscience. SIDEX est une société en commandite regroupant le Fonds de solidarité de la FTQ et le gouvernement du Québec qui a pour mission d'investir dans des entreprises engagées dans l'exploration minière au Québec afin d'encourager la relève et l'innovation.

L'alliance CONSOREM-MISA-SIDEX représente une nouvelle stratégie qui optimise l'ensemble des processus liés au succès de l'exploration minérale. Certains des projets CONSOREM qui se situent généralement dans le domaine précompétitif (échelles NMT ou TRL 3 à 6; Figure 1) vont être propulsés à des échelles supérieures grâce à MISA. De son côté SIDEX, via son programme de participation au sein des entreprises d'exploration encourage ces entreprises d'abord à devenir membre du CONSOREM et ensuite à utiliser les technologies développées au CONSOREM dans leur processus d'exploration.

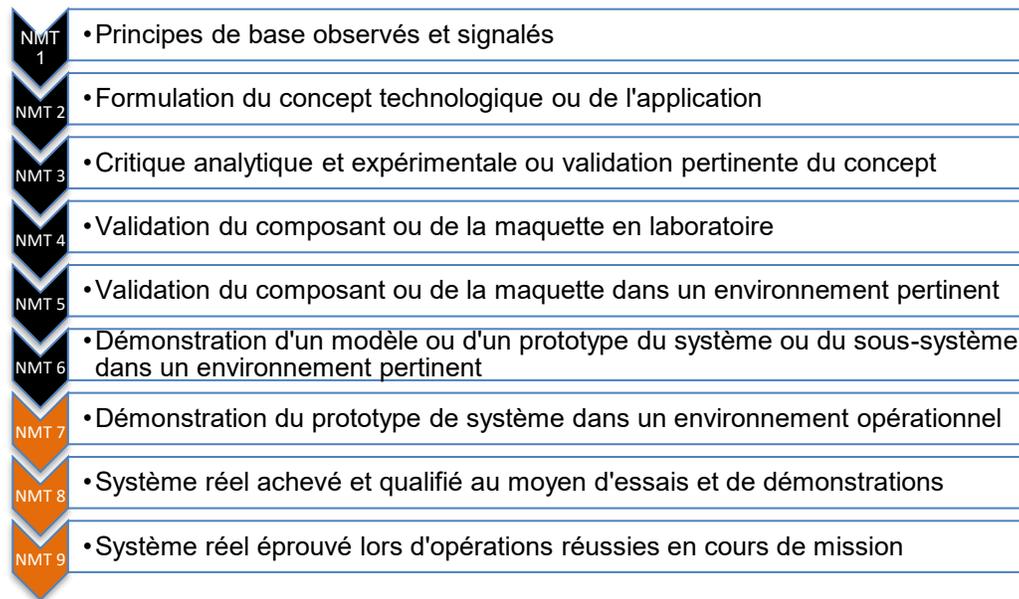


Figure 1 : Échelle de Niveau de maturité technologique (NMT - TRL)¹.

¹ Gouvernement du Canada, Annexe 2 – Échelle de Niveau de Maturité Technologique (NMT) En ligne, <http://www.ic.gc.ca/eic/site/ito-oti.nsf/fra/00849.html>, consulté en novembre 2018.

5.1 Entente avec SIDEX

SIDEX s'est joint au CONSOREM dans le but d'encourager l'utilisation de l'innovation en exploration au Québec. **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.**

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.**

Les sociétés minières membres peuvent demander un financement de SIDEX pour utiliser les techniques et/ou cibles développées par le CONSOREM **dans l'année en cours ou dans les années antérieures.**



6. 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 coordonnateur, compte également sur l'implication de professeurs-chercheurs universitaires et sur de nombreux collaborateurs représentants des membres. Le tableau suivant en dresse la liste des chercheurs et collaborateurs immédiats.

Tableau 2: Liste des chercheurs et collaborateurs.

CHERCHEURS ATTITRÉS ET PERSONNEL DU CONSOREM	
Réal Daigneault	Coordonnateur
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 recherche et à la coordination
Pierre-Luc Bilodeau	Technicien administratif
Claude Dallaire	Concepteur graphiste
PROFESSEURS – CHERCHEURS PARTICIPANTS AU CGS	
Nacim Foudil-Bey	Chercheur associé – UQAT
Damien Gaboury	Professeur – UQAC
Michel Jébrak	Professeur – UQAM
Stéphane De Souza	Professeur – UQAM
Lucie Mathieu	Professeure-UQAC
Michel Allard	Chercheur associé - Glencore
COLLABORATEURS	
Jean Goutier	MERN
Pierre Pilote	MERN
Jean-Yves Labbé	MERN
Benoit Dubé	CGC

7. Résultats des projets 2018-2019

La programmation 2018-2019 compte 8 projets réguliers (tableau 3) et un **projet d'accompagnement (2018-08)**. Les projets réguliers permettent de développer de nouveaux outils et méthodes, en plus de générer, dans **certains cas, des cibles d'exploration**. Pour chaque projet une **fiche sommaire est présentée identifiant les objectifs, les résultats, les innovations et les produits livrés**. Le **projet d'accompagnement se distingue** des projets réguliers avec **objectif de favoriser l'implantation des outils CONSOREM chez les équipes d'exploration des membres**. Chaque membre sélectionne les projets d'intérêt provenant d'anciennes programmations et pouvant lui être présenté par l'équipe CONSOREM.

Tableau 3: Projets 2018 du CONSOREM et responsable

PROJET	TITRE	RESPONSABLE
2018-01	Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution – Phase II	Jérôme Lavoie
2018-02	Typologie des intrusions felsiques à intermédiaire pour l'exploration à l'Archéen	Morgane Gigoux
2018-03	Définition des paramétrages des enveloppes d'altération	Dominique Genna
2018-04	Optimisation des mailles de forages – Phase 3	Silvain Rafini
2018-05	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase 3 – Exploration pour l'or	Silvain Rafini
2018-06	Fertilité des horizons graphiteux intervolcaniques	Dominique Genna
2018-07	Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill	Jérôme Lavoie
2018-08	Nouvelles approches lithogéochimiques pour tracer le métamorphisme à différentes échelles	Morgane Gigoux
2018-09	Projet d'accompagnements	Équipe CONSOREM

7.1 Projet 2018-01: Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution – Phase II



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 2018-01 découle du projet 2017-01 (phase I), qui a permis de développer une méthode novatrice d'interprétation des domaines magnétiques. Cette première phase a ouvert la voie au développement d'une méthode de classification et d'interprétation semi-automatique des domaines magnétiques à partir de l'énergie spectrale fréquentielle, directionnelle et des statistiques classiques (moyenne, écart-type, etc.) ainsi que par la caractérisation des crêtes magnétiques des levés de l'intensité magnétique. La méthodologie avait pour principal objectif d'éliminer le biais de l'observateur lors de l'interprétation des domaines magnétiques sur un territoire donné. Cette phase du projet correspondait à une démonstration de la faisabilité (POC « proof of concept »).

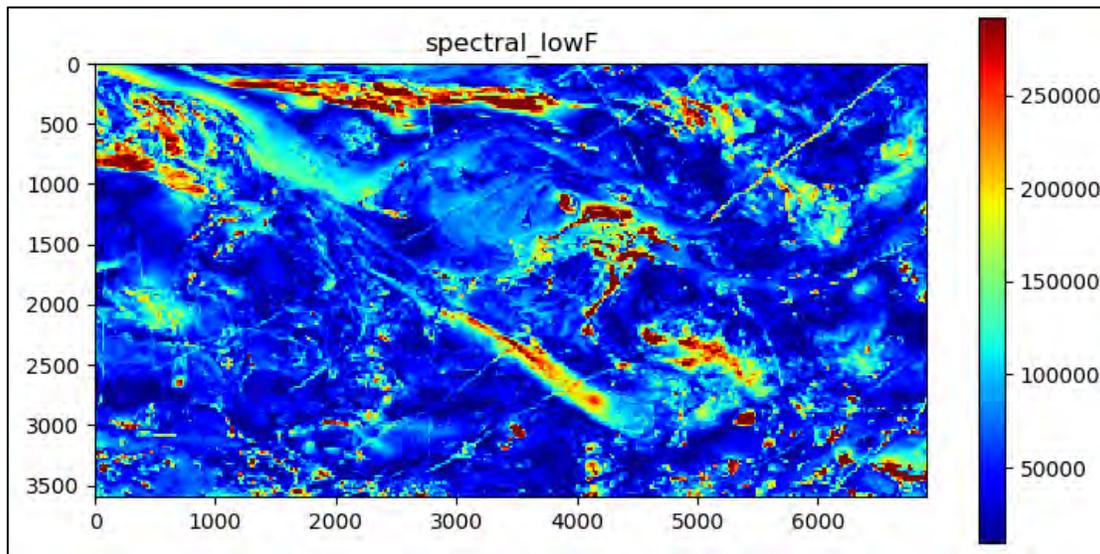
Suite aux résultats positifs de cette première phase, la deuxième phase du projet avait comme objet principal d'intégrer la méthodologie développée dans le cadre du projet 2017-01 dans un prototype. Ce prototype correspond à un outil complet, unique et innovateur pour permettre l'interprétation automatique et interactive des domaines magnétiques, par des méthodes de segmentation d'image et de classification à partir de l'énergie spectrale fréquentielle, directionnelle (l'énergie spectrale fréquentielle N-S, E-O, N045°-N225° et N135°-N315°) et des statistiques de l'intensité magnétique à différentes échelles. En plus du traitement original développé dans la première phase, plusieurs améliorations et nouveaux développements ont été apportés à la version originale du traitement au cours de ce mandat. Ces améliorations sont:

- ♦ Lecture de tous les fichiers de type .GRD (FLOAT) Geosoft® ;
- ♦ Discrétisation des cellules en trois résolutions selon 1) le champ de vue du levé magnétique ou 2) la résolution (pixel) de l'interpolation du levé ;
- ♦ Normalisation de la Transformée de Fourier : énergie spectrale normalisée par l'énergie spectrale totale de la fenêtre d'analyse (cellule par cellule);
- ♦ Corrections des effets de bordures (artéfacts) sur le spectrogramme dû aux traitements par les Transformées de Fourier;
- ♦ Amélioration des fréquences de coupure pour le calcul de l'énergie spectrale fréquentielle;

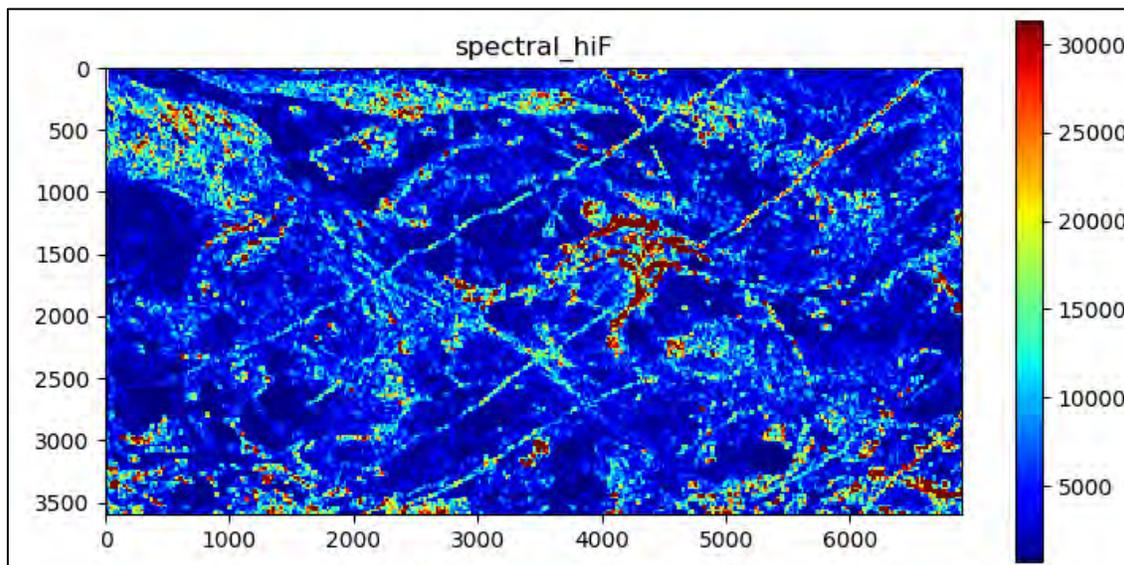


- ◆ Implémentation de l'analyse en composante principale et de l'algorithme de classification (partitionnement) k-moyennes.

Les premiers résultats préliminaires obtenus par le traitement des levés magnétiques avec l'outil MagnetoModeleur développé dans le cadre du projet 2018-01 annoncent un changement majeur dans les techniques d'interprétation des levés magnétiques. En plus d'éliminer le biais de l'observateur lors de l'interprétation des domaines magnétiques sur un territoire donné, l'outil permet un gain significatif en temps et un gain de productivité. De plus, l'outil se veut automatique, mais à la fois interactif, où l'utilisateur peut en tout temps ajuster et faire varier différents paramètres de traitement pour obtenir des résultats cohérents selon les connaissances du territoire étudié.



Résultat du traitement de l'énergie spectrale fréquentielle (basses fréquences) effectué sur la zone d'étude 2017-01 avec le logiciel magnetomodeleur. Résolution du traitement (cellule): 20x75 m par 20x75 m; données d'analyses : originales



Résultat du traitement de l'énergie spectrale fréquentielle (Hautes fréquences) effectué sur la zone d'étude 2017-01 avec le logiciel magnetomodeleur. Résolution du traitement (cellule): 20x75 m par 20x75 m; données d'analyses : originales

FICHE SOMMAIRE

<i>Objectifs</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Développer un outil logiciel interactif automatisant l'interprétation des domaines magnétiques à partir des données des levés magnétiques (fichier .GRD Geosoft®)
<i>Résultats</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Développement d'un outil pour l'aide à l'interprétation automatique et interactive des levés magnétiques, par la définition de domaines magnétiques, à partir de l'énergie spectrale fréquentielle et directionnelle et des statistiques de l'intensité magnétique.
<i>Innovations</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Développement d'un outil novateur et unique pour la classification de domaines magnétiques.
<i>Produits livrés</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ 1 rapport (à venir), 3 présentations PowerPoint◆ 1 Logiciel (MagnetoModeleur)

7.2 Projet 2018-02: Typologie des intrusions felsiques à intermédiaires pour l'exploration à l'Archéen



Par Morgane Gigoux, Ph. D.- CONSOREM

Ce projet propose de nouvelles approches de discrimination et de classification des plutons pour l'exploration à l'Archéen. Elles s'inspirent notamment des travaux récents en Europe, sur des exemples sud-africains et indiens (Moyen, 2011; Laurent *et al.*, 2014; Moyen *et al.*, 2018).

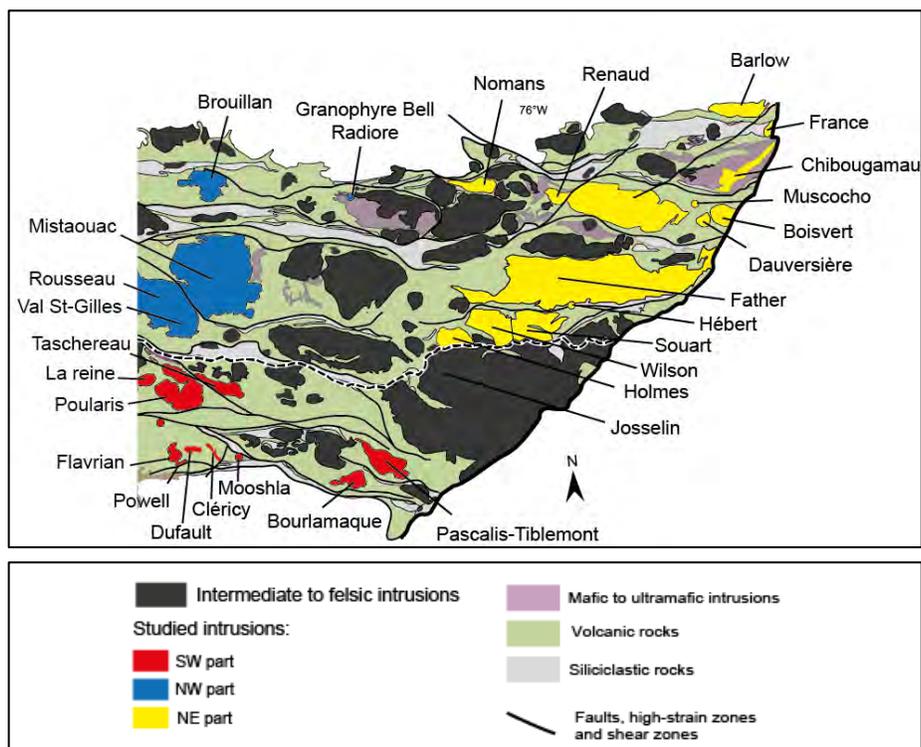
Bien qu'ils possèdent un potentiel minier important, les plutons de l'Abitibi restent mal connus. Deux familles ont été étudiées au cours de ce projet, les types tonalite-trondhémite-granodiorite (TTG) et les sanukitoïdes. Ce travail est basé sur un ensemble de données lithogéochimiques et géochronologiques 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) les 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, 2018); (3) la classification du potentiel métallogénique des rhyolites (Leshner *et al.*, 1985; Hart *et al.*, 2004; Gaboury et Pearson, 2008).

L'étude de 30 plutons, attribués à la famille des TTG, montre qu'il existe deux familles distinctes. Les plutons FIII, plus riches en HFSE (Y, Nb, Yb), qui sont associés aux plus gros camps à amas sulfurés volcanogènes d'Abitibi (Matagami et Noranda). Les plutons FI sont appauvris en incompatibles. Ils sont surtout situés au nord-est de l'Abitibi. Leurs sources semblent globalement plus profondes que celles des plutons du sud de la sous-province de l'Abitibi, mais la profondeur varierait dans le 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 NE, les plutons de type FI indiquent des épaisseurs crustales plus importantes avec des pressions de cristallisation statistiquement plus élevées, typiques d'un contexte de croûte épaisse.



Il existe cependant des plutons FI de faibles pressions de cristallisation qui démontrent un intérêt particulier pour l'exploration de minéralisations épithermales et de types porphyriques, par exemple dans le pluton de Chibougamau. Au SO, les plutons FIII 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 permettent 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.**

Les intrusions tardi-orogéniques d'affinité alcaline à sub-alcaline sont reconnues pour être spatialement 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. Les signatures des intrusions de Beattie, East-Sullivan, Granada et Baie-Renaud semblent comparables à celui du Closepet-type (sanukitoïdes HKCA) décrit par Moyen (2018). 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 de l'Abitibi serait nécessaire afin d'en tirer des conclusions plus pertinentes pour l'exploration. La complexité géochimique de ces magmas, issus d'un manteau métasomatisé hétérogène avec plus ou moins d'assimilation crustale, rend difficile la discrimination de ces intrusions.



Répartition des plutons TTG étudiés (colorés) dans le cadre du projet 2018-02.



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

FICHE SOMMAIRE

<i>Objectifs</i>	Préciser la nature probable d'une intrusion intermédiaire à felsique à partir d'un ou plusieurs échantillons lithogéochimiques
<i>Résultats</i>	<ul style="list-style-type: none">♦ Plutons TTG - L'approche de classification des rhyolites (FI, FII, FIII) a été testée pour les TTG. Les plutons FI sont majoritairement localisés au nord-est de la sous-province de l'Abitibi, reliés à un contexte de croûte épaisse, une source profonde du magma, une profondeur de cristallisation variable dans le temps. Les plutons FI de faibles pressions de cristallisation (< 2 kbar) sont favorables à des minéralisations épithermales ou porphyriques. Les plutons FIII sont les plus riches en HFSE, en contexte de croûte amincie, une source du magma peu profonde associée à une pression de cristallisation faible. Ils sont reliés aux plus gros camps SMV d'Abitibi (Noranda et Matagami).♦ Sanukitoïdes – Mise en évidence de différentes signatures de sanukitoïdes en Abitibi: les signatures de 1) Beattie-East-Sullivan., 2) Malartic-Bachelor et 3) Kirkland-Lake. Les signatures des intrusions de Beattie, East-Sullivan, Granada et Baie-Renaud semblent comparables à celui du Closepet-type (sanukitoïdes HKCA) décrit par Moyen (2018).
<i>Innovations</i>	♦ Nouvelle approche de classification et de discrimination des plutons par le calcul des pressions de cristallisation des plutons TTG (Yang, 2017) qui permet d'établir une relation entre la profondeur de la source et de la cristallisation des plutons en fonction de la géochronologie.
<i>Produits livrés</i>	<ul style="list-style-type: none">- 1 rapport, 4 présentations PowerPoint.- Table Excel des plutons TTG étudiés.- Revue de la littérature.

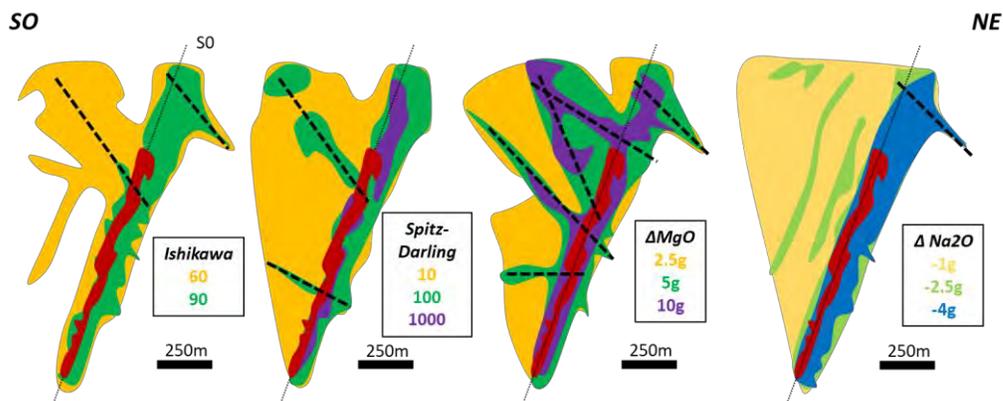


7.3 Projet 2018-03 : Définition des paramétrages des enveloppes d'altération



Par Dominique Genna, Ph.D - CONSOREM

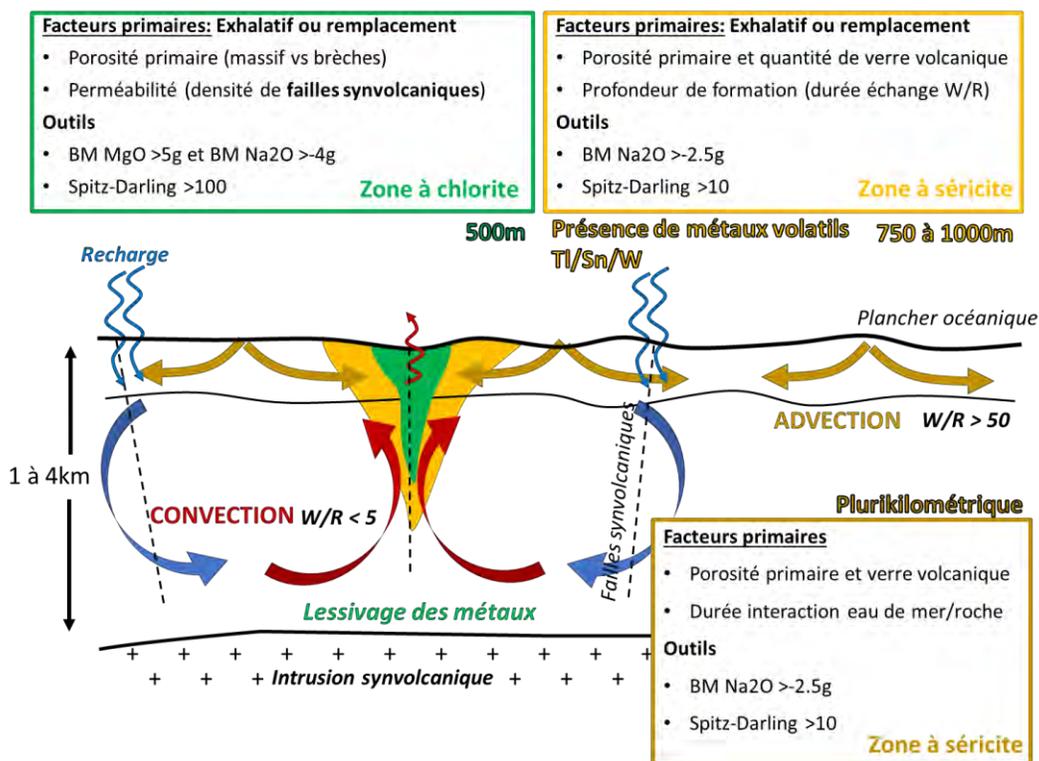
Les halos d'altération sont souvent bien plus larges que les minéralisations associées. C'est particulièrement vrai pour les Sulfures Massifs Volcanogènes (SMV), où les lentilles minéralisées (de l'ordre de la centaine de mètres) sont encaissées dans des halos de dimension souvent kilométrique. Il faut cependant différencier le halo proximal de chloritisation et le halo distal de séricitisation. De nombreuses études scientifiques, mais aussi de nombreux projets CONSOREM, se sont attardées sur la caractérisation de l'altération hydrothermale. Ainsi, des dizaines de méthodes existent pour qualifier et quantifier l'altération. Toutes sont basées sur les transformations minéralogiques des plagioclases vers la séricite et de la séricite vers la chlorite. Cependant, peu d'études se sont concentrées sur la géométrie des enveloppes, en particulier en 3D. Cela a pourtant des implications importantes pour l'exploration (carte de potentiel minéral; possibilité de détecter les halos lors de campagne régionale, etc.) Le projet 2018-03 a pour objectif 1) d'établir les seuils pour les indices classiques d'altération hydrothermale de type SMV; 2) de mesurer la dimension moyenne, en 3D, des halos proximaux (chlorite) et distaux (séricite); et 3) d'établir la liste des paramètres qui influent sur la dimension des halos. Pour la réalisation de cette étude, l'emphase a été mise sur des camps miniers historiques SMV de l'Abitibi: Matagami et Noranda.



Diagrammes illustrant la géométrie des halos d'altération en section, en utilisant les indices d'altération AI, Spitz-Darling et Bilan de masse par précurseur modélisé. Exemple de McLeod, Matagami.

Les banques de données colossales de nos partenaires (18K forages et 70K échantillons de lithogéochimie roche totale) nous ont permis de calculer 6 outils de caractérisation de l'altération : Ishikawa, CCPI, Spitz-Darling, Indices Séricite et Chlorite et le bilan de masse par précurseurs modélisés. Les seuils pour les indices les plus efficaces sont illustrés à la Figure 1, en utilisant l'exemple d'une section représentative du gisement McLeod à Matagami. Au total, ce sont plus d'une vingtaine de gisements qui ont été étudiés en 3D.

Les deux résultats sans doute les plus importants de l'étude sont : 1) il n'existe pas de corrélation entre la dimension des halos et le tonnage des gisements et 2) les outils classiques ne permettent pas de vectoriser de manière efficace vers les minéralisations. En effet, bien qu'ils permettent d'identifier la minéralogie d'altération (zone à chlorite vs zone à séricite), les valeurs ne varient pas manière cohérente en fonction de la distance aux minéralisations. En moyenne, le halo de chloritisation est de 500m de diamètre alors que le halo de séricitisation est de 750 à 1000m de diamètre. Cependant, la chloritisation est limitée à l'encaissant direct de la minéralisation et n'est donc pas nécessairement très utile dans une perspective d'exploration. La détection du halo de séricite, bien que beaucoup plus large, présente un défi puisque l'altération est souvent cryptique, aussi bien visuellement (grain très fin) que chimiquement (très similaire à une altération de fond marin, c'est-à-dire une interaction prolongée avec l'eau de mer par advection). L'utilisation des éléments volatils pourrait probablement permettre de différencier les deux styles d'altérations (projet 2016-02), mais aussi de fournir des vecteurs beaucoup plus efficaces.



Synthèse des processus d'altération sur le plancher océanique. Section schématique n'est pas à l'échelle.
Intégration des facteurs primaires et des outils pour les identifier.



Le travail de compilation fait aussi ressortir qu'il existe une altération systématiquement présente dans le toit des minéralisations. Ce résultat surprenant illustre que, dans les deux camps étudiés, le système hydrothermal était vigoureux et qu'il a perduré, ou été réactivé, après l'enfouissement de la séquence volcanique. Cela implique qu'il existe un potentiel pour l'exploration plus haut dans la séquence.

Outre la caractérisation de la dimension des halos, il est possible d'utiliser les altérations hydrothermales (Figure 2) pour : identifier les structures synvolcaniques; prédire le style minéralisateur et identifier des secteurs qui ont subi une interaction prolongée avec l'eau de mer (advection).

Finalement, il ressort de cette étude que les variations de dimension des halos d'altération dans les systèmes SMV sont contrôlées par cinq paramètres principaux, en accord avec les travaux de R. Large sur les gisements australiens : 1) les faciès volcaniques (massif vs brèche, abondance de verre volcanique, etc.); 2) la paléobathymétrie; 3) la perméabilité secondaire (densité de structure synvolcanique); 4) ratio fluide magmatique et eau de mer (acidité); 5) température des fluides.

FICHE SOMMAIRE

<i>Objectifs</i>	<ul style="list-style-type: none">♦ Établir la typologie permettant de définir les enveloppes d'altération des systèmes VMS♦ Paramétrer les enveloppes d'altération♦ Identifier une maille optimale pour l'échantillonnage lors de levés régionaux
<i>Résultats</i>	<ul style="list-style-type: none">♦ Halo à chlorite : 500m de diamètre en moyenne♦ Halo à séricite : 750 à 1000m de diamètre en moyenne♦ Il est possible d'utiliser les indices d'altération pour:<ul style="list-style-type: none">♦ Tracer l'architecture des failles synvolcaniques♦ De prédire le style minéralisateur : exhalatif versus remplacement♦ D'identifier des secteurs qui ont subi une interaction prolongée avec l'eau de mer♦ <u>Limite de l'utilisation des halos :</u><ul style="list-style-type: none">♦ Pas de lien entre la dimension des halos et le tonnage des gisements♦ Très difficile de vectoriser avec les indices classiques
<i>Innovations</i>	<ul style="list-style-type: none">♦ Première compilation de la dimension des halos d'altération SMV en Abitibi
<i>Produits livrés</i>	<ul style="list-style-type: none">♦ 1 rapport, 3 présentations, figures synthèses des halos des gisements du camp de Matagami et de Noranda

7.4 Projet 2018-04: Optimisation des mailles de forages pour les besoins du calcul de ressources – Phase 3

APPORT DES SIMULATIONS CONDITIONNELLES À LA CARACTÉRISATION DES RESSOURCES AURIFÈRES



Par Silvain Rafini, Ph.D. - CONSOREM

Ce projet avait pour mandat d'investiguer l'usage de la modélisation stochastique pour la caractérisation des ressources aurifères. Plus précisément, ces méthodes probabilistes permettent d'établir une cartographie tridimensionnelle de l'incertitude associée aux estimations de teneurs. L'implémentation de cette donnée quantitative dans la caractérisation des ressources revêt un fort intérêt potentiel au niveau de l'optimisation des mailles de forages, de la validation et de la classification. Deux méthodes de modélisation étaient pressenties dans ce projet : les simulations conditionnelles séquentielles gaussiennes (algorithme SGSIM) et les simulations de type « *filter-based* ». La première est une méthode gaussienne relativement standard faisant l'objet d'un consensus académique à défaut d'un consensus industriel. La deuxième, en revanche, relève des statistiques multipoints, une approche dont plusieurs aspects demeurent débattus dans le champ académique. Par ailleurs, la nature fortement entropique de la variable *teneur aurifère* est telle que sa modélisation par les SGSIM constitue en soi une tâche complexe, requérant plusieurs étapes de transformation des données d'entrée et de validation des modèles. Il a donc été décidé de concentrer ce projet sur l'utilisation des SGSIM en exploration aurifère. Le travail s'est réparti en deux volets : 1) documenter les étapes de la modélisation des valeurs aurifères par les SGSIM et faire une étude de sensibilité de ces modèles au paramétrage, 2) évaluer l'apport de cet outil dans la caractérisation des ressources aurifères au sein d'un gisement typique « orogénique » abitibien.

Le premier volet relève essentiellement d'une revue bibliographique. Plusieurs protocoles ont été tirés de la littérature, qui convergent sur le fait que la *préparation des données* et la *validation des modèles* sont deux étapes critiques pour la modélisation des teneurs aurifères. La préparation vise essentiellement à transformer les données d'entrées, intrinsèquement non gaussienne, en une variable modélisable autrement dit satisfaisant les postulats de l'approche variographique gaussienne. Elles se déclinent en trois points : transformation normale, écrêtage, et de « *trending* ». La validation des modèles, en fin de protocole, consiste à vérifier que les modélisations valident les propriétés fondamentales des données d'entrée, en premier lieu l'histogramme et le variogramme. Les auteurs insistent sur l'importance de cette étape, toute négligence conduisant potentiellement à des résultats fortement biaisés.

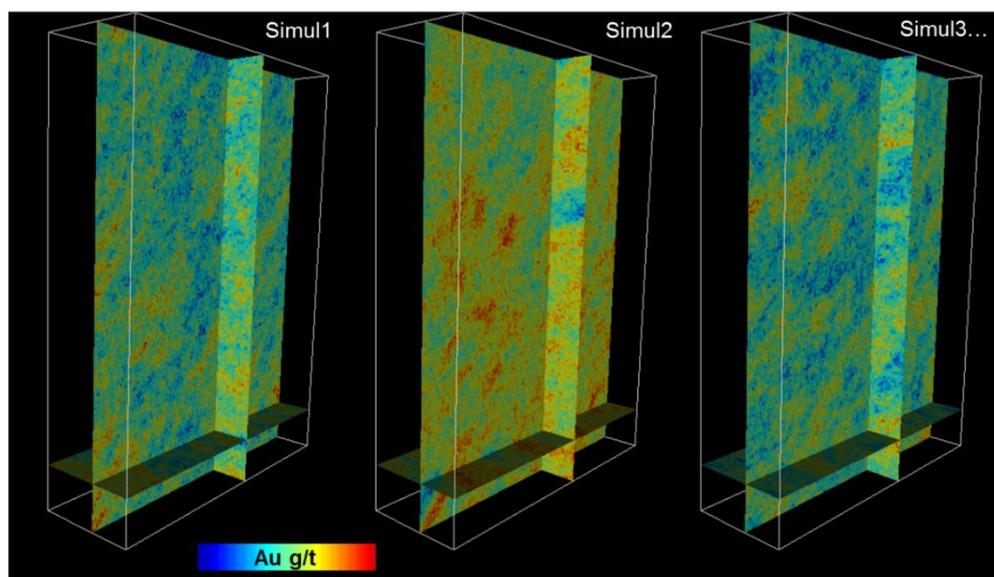


L'étude de sensibilité aux paramètres du modèle indique que l'orientation et la portée de l'ellipsoïde de recherche n'ont pas une forte influence et ne sont donc pas des sources d'incertitude significative. En contrepartie, la transformation normale des données d'entrée et l'effet pépète du variogramme modèle sont deux paramètres extrêmement critiques. Une mauvaise configuration de ces paramètres entraînera des erreurs majeures sur les résultats de la modélisation.

Dans le deuxième volet, le traitement des données aurifères du gîte de Pascalis (Abitibi) a constitué une **étude de cas pour évaluer l'apport des SGSIM en exploration aurifère. La fonction de probabilité cumulée sur 100 réalisations équiprobables permet d'associer des valeurs de certitude (probabilité) à des valeurs de tonnage au sein d'un domaine. En revanche, on démontre que les cartographies 3D des teneurs et probabilités locales ne sont reproductibles que dans les zones directement contraintes par les données d'entrée (points de contrôle). En effet, les coefficients de corrélation entre 3 séries de 100 réalisations, tout paramètre étant égal excepté le générateur de nombre aléatoire, chute drastiquement lorsque la maille locale des points de contrôle est inférieure 25 m. Une telle analyse de la reproductibilité des modèles au regard des propriétés géométriques locales de la maille procure, en première approximation, une estimation de la maille optimale moyenne dans un domaine donné. Il est par ailleurs démontré que l'effet quadratique de proportionnalité entre la variance et la teneur prévaut largement sur les variations locales de densité de la maille. En d'autres termes, les zones à forte teneur ont naturellement une incertitude plus élevée, il est impossible de diminuer significativement cette incertitude – dans le but de l'homogénéiser – par une modulation locale de la densité de forages. Pour finir, à l'échelle du domaine, les SGSIM permettent d'investiguer si un état de connaissance donné est « suffisant » ou non. La méthodologie proposée fait intervenir un *indice de représentativité*, correspondant à l'écart de tonnage à forte et faible probabilité conditionnelle, lequel est comparé au *degré de contrainte* du domaine (pourcentage de blocs contrôlés dans le domaine). Cette approche permet de comparer l'état de connaissance entre différents domaines et d'orienter ainsi les efforts de définition sur le bon domaine.**

En conclusion, ces travaux indiquent que **les SGSIM sont aptes à investiguer l'incertitude du tonnage ainsi que la validité d'une couverture de forages donnée à l'échelle du domaine, et procurent des indications sur la maille optimale moyenne dans un domaine. En revanche, elles sont inaptes à cartographier l'incertitude sur les estimations en dehors des zones influencées directement par des données d'entrées. Ceci découle de l'absence de prise en compte d'informations structurelles de la variable d'entrée, inhérent au postulat de stationnarité.**

Les simulations conditionnelles ne décrivent pas la réalité, mais la modélisent. Elles sont tributaires de postulats dont la validité doit être adressée au moyen d'un protocole rigoureux. Cette étude démontre qu'elles sont d'un usage précieux en exploration pour investiguer l'incertitude, dans certaines limites, et procure d'une certaine manière une analyse de sensibilité du krigeage ; leur usage est toutefois non trivial et requiert une expertise appropriée.



Exemple de simulations conditionnelles de valeurs aurifères sous le logiciel SGeMS

FICHE SOMMAIRE

Objectifs

- ◆ Investiguer l'utilité des simulations conditionnelles pour la caractérisation des ressources aurifères
- ◆ Faciliter l'accessibilité de ces méthodes pour les praticiens en exploration
- ◆ Investiguer la conception des images d'entraînement, dans les méthodes statistiques multipoints

Résultats

- ◆ Établissement de protocoles rigoureux pour la réalisation de simulations conditionnelles séquentielles gaussiennes : transformation des variables d'entrée et validation des modèles
- ◆ Analyse de sensibilité des modèles obtenus avec ces méthodes
- ◆ Proposition de méthodologies pour l'utilisation des simulations conditionnelles aux niveaux suivants de la caractérisation de ressources aurifères :
- ◆ Calcul de l'incertitude associée à des valeurs de tonnage au sein d'un domaine
- ◆ Analyse de la validité (« suffisante ») d'une couverture d'échantillons donnée au sein d'un domaine
- ◆ Analyse de la maille optimale moyenne au sein d'un domaine
- ◆ Ces méthodes ne permettent pas de cartographier l'incertitude au-delà de la zone d'influence directe des points de contrôle

Innovations

- ◆ Documentation rigoureuse des aptitudes et inaptitudes des simulations conditionnelles séquentielles gaussiennes pour la caractérisation des ressources aurifères
- ◆ Détermination des limites rigoureuses encadrant la quantification objective de l'incertitude par ces méthodes

Produits livrés

- ◆ 3 présentations, un rapport, et des ateliers sur l'utilisation des simulations conditionnelles sous le logiciel SGeMS

7.5 Projet 2018-05: Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale, Phase 3 – Exploration pour l'or



Par Silvain Rafini, Ph.D - CONSOREM

Le Consorem a consacré au cours des dernières années deux 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 ont pour but d'évaluer le potentiel de la recherche de tels halos en contexte d'exploration minérale, sur le territoire québécois, et notamment pour l'exploration profonde.

Les prélèvements réalisés dans l'environnement de corps de sulfures massifs ont permis d'établir que l'eau souterraine de l'aquifère de roc fracturé, en contact prolongé avec le corps métallifère, acquiert une composition géochimique anormale détectable latéralement jusqu'à plusieurs centaines de mètres de la source, à toutes les profondeurs investiguées (jusqu'au kilomètre), et en présence d'un couvert glaciaire essentiellement imperméable atteignant la centaine de mètres d'épaisseur. Ces travaux ont donc validé la méthode pour l'exploration de sulfures massifs zincifères enfouis à forte profondeur. Le mandat de cette troisième phase était de tester la méthode pour l'exploration aurifère. Les travaux réalisés se composent 1) d'une phase de documentation sur les études pertinentes réalisées dans le monde à ce sujet, et 2) de la réalisation d'une campagne d'échantillonnage sur deux gîtes aurifères au Québec.

La revue littéraire rapporte que l'existence de telles empreintes a été démontrée dans l'environnement de plusieurs gîtes aurifères, notamment en Australie (Gray et al., 2014 ; Gray et al., 2007 ; Gray, 1998 ; Giblin et Macchuselli, 1997 ; Carey et al., 2003), au Chili (Leybourne et Cameron, 2006), en Namibie (Bowell, 2014), en Inde (De Caritat et al., 2009), en Espagne (Pauwels et al., 2002), en Chine (Quian et al., 2008). Suite à un intérêt tout d'abord essentiellement académique, la méthode connaît actuellement un engouement international important en exploration minérale : elle est utilisée en Australie pour de la prospection régionale (Arne et Giblin, 2009 ; Gray et al., 2014), et, au Nevada, certaines compagnies d'exploration aurifère s'en sont fait une spécialité et une stratégie de vente. Tous les cas investigués l'ont été dans des conditions climatiques et hydrogéologiques très différentes du Bouclier canadien, le potentiel de la méthode au Québec demeurerait donc inconnu.

Deux sites ont été retenus pour ces levés expérimentaux : les gîtes aurifères de Windfall et de Pascalis, tous deux des gîtes majeurs localisés en Abitibi et faisant l'objet de travaux d'exploration actifs. Au total 66 échantillons ont été prélevés, plus deux blancs de terrain : 47 sur le gîte Windfall et 19 sur le gîte Pascalis. Les échantillons ont été prélevés suivant un protocole passif au moyen d'un "bailer" modifié et lesté, puis analysés par ICP-MS à haute résolution et par chromatographie ionique.

Les principaux résultats de ces investigations sont les suivants :

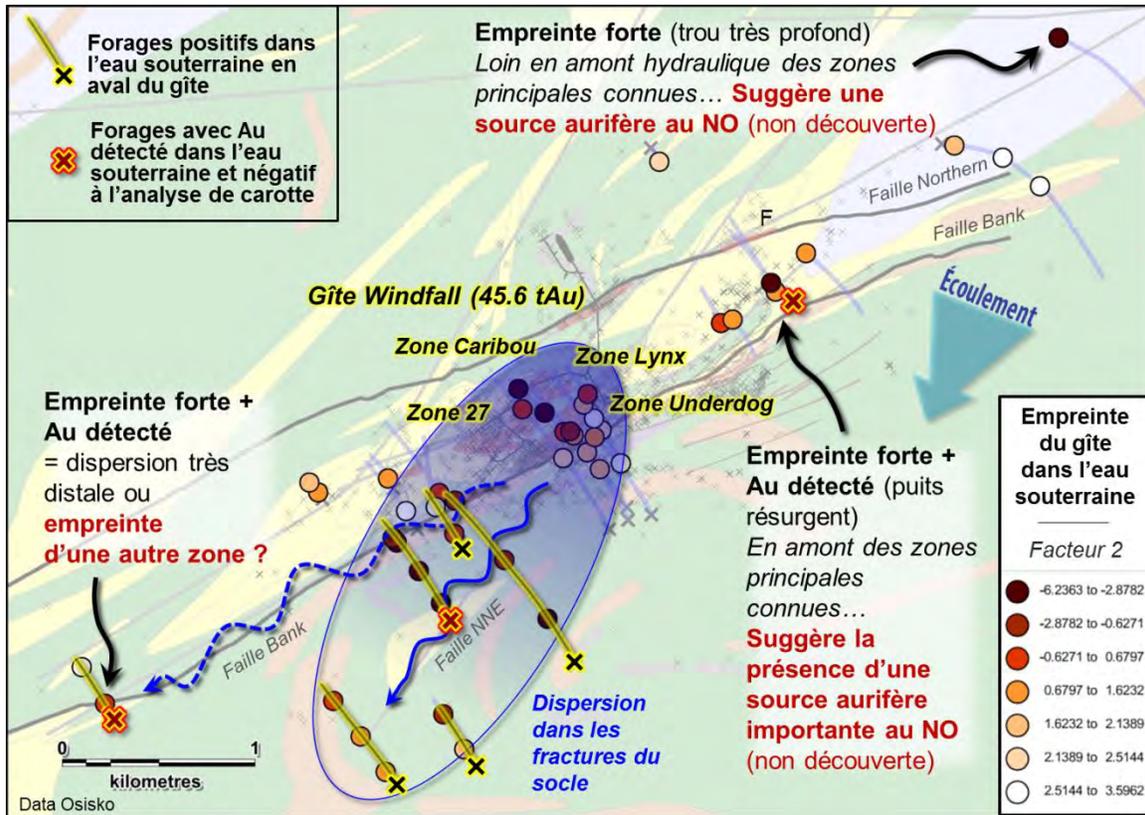
1. Une empreinte hydrogéochimique au contact du corps aurifère est détectée sur les deux sites d'étude. Cette empreinte constitue 15 et 20 % de variabilité géochimique totale, tandis que le facteur dominant est la salinisation continentale (temps de résidence de l'eau, profondeur).

3. De façon commune aux deux sites investigués, cette empreinte se caractérise par un enrichissement très marqué en Ag, Sb, Sn, Ce, La, et moins marqué en Zn, Cu, Mo, Be, Pt, Al. Sept échantillons de Windfall révèlent un enrichissement détectable en Au (limite de détection à 2 ng/L).

4. Cette empreinte est détectée depuis la subsurface jusqu'à 1153 m de profondeur verticale (maximum investigué). Latéralement, le panache semble avoir une géométrie très discontinue : 1) la dispersion du halo depuis la source est largement ségréguée dans les réseaux d'écoulement, et 2) le corps métallifère constitue en soi un objet extrêmement discret, ponctuel et de petit volume, de sorte que seuls les forages interceptant les réseaux de fractures recoupant directement le gîte sont positifs à l'analyse de l'eau. Le long de ces drains hydrauliques, l'empreinte du gîte est détectée en aval jusqu'à au moins 1.5 km de la source.

5. Sur le site de Windfall (principal site investigué), plusieurs forages proximaux et distaux au gîte, négatifs pour Au à l'analyse de roche, détectent son empreinte hydrogéochimique. Ceci démontre très clairement que l'analyse de l'eau souterraine a le potentiel de détecter la minéralisation aurifère là où l'analyse de roche ne le permet pas.

La méthode revêt donc un fort potentiel pour l'exploration aurifère à toutes les profondeurs investiguées et sous couvert glaciaire absent ou au contraire continu et épais. En revanche, plusieurs points critiques pour un usage efficace sont identifiés : la complexité du contexte hydrogéologique impose de bien caractériser les conditions d'écoulement (typologie hydrogéologique) ; des perturbations hydrauliques causées par des forages récents sont visibles sur les échantillons superficiels, indiquant que des critères plus stricts que ceux utilisés dans cette étude sont nécessaires (> 200 m des forages de moins de 2 mois) ; la limite de détection pour Au devrait être encore diminuée par l'usage de préconcentrateur au charbon actif ; une analyse approfondie des équilibres géochimiques est requise pour établir les états de saturation avec certaines phases minérales hydrothermales, dans le but de rehausser l'empreinte par l'usage d'indicateurs géochimiques.



Synthèse des observations hydrogéochimiques sur le site de Windfall.

FICHE SOMMAIRE

<i>Objectifs</i>	♦ Évaluer le potentiel de l'hydrogéochimie souterraine pour l'exploration aurifère dans sur le territoire québécois
<i>Résultats</i>	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Deux campagnes d'échantillonnage dans l'environnement de gîtes aurifères caractérisés ♦ Identification de l'empreinte hydrogéochimique sur les deux sites ♦ Détection d'un halo de dimension kilométrique à toutes les profondeurs investiguées ♦ Mise en évidence du potentiel de cette méthode pour l'exploration profonde et peu profonde ♦ Plusieurs aspects à perfectionnements ou mieux définir (recommandations)
<i>Innovations</i>	♦ Développement d'une méthode totalement novatrice et à fort potentiel pour l'exploration à toutes les profondeurs dans le Bouclier canadien
<i>Produits livrés</i>	♦ 3 présentations, 1 rapport, données hydrogéochimiques



7.6 Projet 2018-06 : Fertilité des horizons graphiteux intervolcaniques



Par Dominique Genna, Ph.D

Les horizons sédimentaires métallifères inter-volcaniques sont communs dans les ceintures de roches vertes. Ils sont caractéristiques des ceintures prospectives pour l'exploration minérale puisqu'on les retrouve spatialement associés à des Sulfures Massifs Volcanogènes (SMV), des gisements d'Or orogéniques, mais aussi des minéralisations Ni-EGP magmatiques. Leur composition est extrêmement variable : formation de fer de type Algoma, argilite graphiteux, chert ferrugineux, etc. Dans tous les cas, ils ressortent souvent comme des cibles géophysiques de premier choix, puisqu'ils forment de grands conducteurs linéaires, à cause de l'abondance de graphite et/ou sulfures. Il est donc particulièrement difficile de cibler des secteurs spécifiques, sur la base de la géophysique seule.

Le projet 2018-06 a pour objectif 1) d'évaluer l'apport d'une approche géochimique pour différencier entre les horizons favorables vs stériles pour des minéralisations de type SMV et 2) de développer un indice qui permettrait de rehausser le signal hydrothermal afin de vectoriser vers les paléo-événements hydrothermaux. Le défi réside dans la complexité de l'interprétation de la signature géochimique. La figure suivante illustre une panoplie de paramètres qui vont influencer la chimie en éléments majeurs et traces des horizons de sédiments métallifères (et graphiteux).

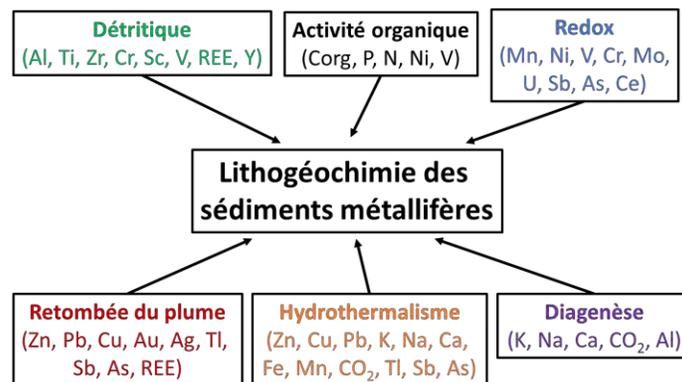


Diagramme illustrant la complexité géochimique des sédiments métallifères, modifié de Piercey.

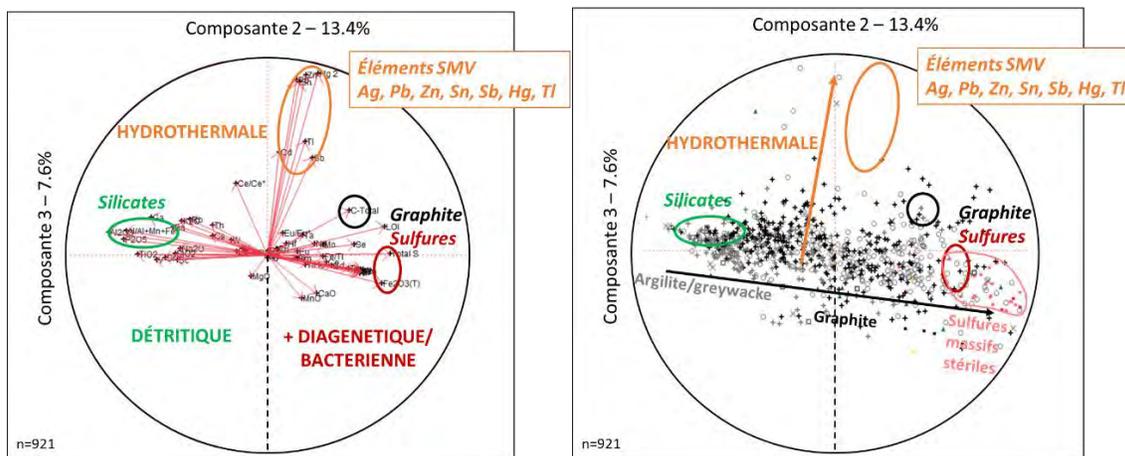


De nombreux auteurs ont essayé au fil des années de développer des indices dans les horizons exhalatifs. Ces indices (Fe/Ti; Al/Al+Fe+Mn; Eu/Eu*; etc.) sont généralement très efficaces, en particulier si le pôle hydrothermal est dominant; c'est-à-dire s'il n'a pas été trop dilué par la composante détritique. Tout se complique en présence de graphite. Même si l'origine du graphite est encore débattue, on reconnaît un enrichissement en sulfures et en métaux systématique des horizons graphiteux, ce qui empêche de vectoriser de manière efficace.

Deux cas d'étude, d'âges différents (Cambrien et Archéen), ont été regardés en détail : 1) la ceinture de Tally Pond, Terre- Neuve et 2) le secteur de Timmins-Kidd Creek, Ontario. Dans les deux cas, des horizons graphiteux sont spatialement associés à des minéralisations SMV économiques et stériles. En utilisant une approche statistique (Analyse en Composante Principale – ACP), il a été possible de décortiquer la signature géochimique des horizons métallifères graphiteux. Une suite d'éléments volatils (Ag, Sn, Sb, Tl et Hg), aussi présents dans les gisements zincifères économiques (Projet 2013-08), se distingue clairement de la présence de sulfures stériles et de la présence de graphite dans l'horizon. Sur cette base, un indice SMV_graphite a été développé et testé. L'association spatiale entre les fortes valeurs de l'indice SMV_graphite et les anomalies fortement positives en Eu/Eu* permet d'identifier une série de secteurs favorables prioritaires pour l'exploration des SMV.

Finalement, il est reconnu que les variations chimiques importantes peuvent se produire sur des intervalles stratigraphiques relativement minces (<1 m). Il est donc proposé qu'un échantillonnage systématique et continu des horizons marqueurs d'un hiatus volcanique soit optimal dans un contexte d'exploration en forage, afin de faciliter les corrélations latérales et formuler des vecteurs efficaces. De plus, il est recommandé d'utiliser une méthode d'analyse 4-acides et ICP-MS afin de préserver le contenu en éléments volatils lors du processus de digestion.

En conclusion, ce projet a des implications directes pour l'exploration des SMV. En plus de la génération de secteurs cibles, nous proposons une approche géochimique novatrice qui permet de valoriser des secteurs qui sont difficiles à explorer.



Résultats de l'ACP illustrant la différence de signature entre les sulfures stériles, la présence de graphite et la signature hydrothermale associée à un système minéralisateur. Banque de données MRD-291 et MRD-271; Secteur Timmins-Kidd Creek.



FICHE SOMMAIRE

<i>Objectifs</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Décortiquer la signature géochimique des horizons métallifères inter-volcaniques◆ Identifier le cortège d'éléments traceurs de l'hydrothermalisme◆ Rehausser le signal en développant un indice de signatures favorables pour : 1) horizons fertiles (signature distale) et 2) indice de proximité (signature proximale)
<i>Résultats</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Avec une approche statistique, il est possible de décortiquer les contributions chimiques dans les horizons métallifères et graphiteux◆ La signature de proximité des événements est caractérisée par une signature de fluide de haute température, et une faible interaction avec l'eau de mer.◆ D'un point de vue géochimique, cela se traduit par :◆ Fe/Al élevé et Al/Al+Fe+Mn faible;◆ Forte anomalie positive en Eu;◆ Enrichissement d'une suite d'éléments volatils (Ag, Sn, Sb, Tl, Ag);◆ Total REE faible.◆ Il faut tenir compte de l'âge des séquences volcaniques puisque de la quantité d'O dans l'eau de mer va influencer la réponse géochimique
<i>Innovations</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Développement d'un outil géochimique efficace qui permet de vectoriser vers les événements hydrothermaux, malgré la présence de graphite et de sulfures stériles (pyrite-pyrrhotite). Cette méthode devient une alternative intéressante dans des secteurs où l'utilité de la géophysique est limitée.
<i>Produits livrés</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ 1 rapport, 3 présentations, banque de données publiques, Indice SMV_graphite, cibles (80 échantillons avec une signature favorable)



7.7 Projet 2018-07: Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill



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

Le projet 2018-07 avait pour principal objectif de vérifier le potentiel métallogénique pour retrouver des minéralisations de type Ni-Cu-Co \pm EGP magmatique dans le sud-est de la Province de Churchill (en excluant la Fosse du Labrador). **L'évaluation** du potentiel pour ce type de minéralisation est justifié par les éléments suivants : 1) 99% des platinoïdes, 70% du nickel, et 2% du cuivre ainsi que de nombreux sous-produits **métalliques tels que le fer, le manganèse, le chrome, le cobalt, l'étain, et parfois l'or sont produits par ces** gisements magmatiques (Jébrak et Marcoux, 2008) et 2) le gisement de classe mondiale de Ni-Cu \pm Co \pm **EGP de Voisey's Bay (Terre-Neuve-Et-Labrador)** est localisé dans la même province géologique et que les mêmes types de roches qui encaissent la minéralisation sur ce gisement (lithologique et âge) sont également **observées sur la zone d'étude. Par contre, selon plusieurs auteurs** (p. ex. Barnes et Lightfoot, 2005; Lamberg, 2005; Eckstrand et Hubert, 2007), plusieurs étapes sont essentielles pour la mise en place des gîtes de Ni-Cu magmatiques : (1) un fort degré de fusion partielle du manteau qui permet la libération du Ni de l'olivine (Fo); (2) le transport du magma dans la croûte par des structures transcrustales; (3) la saturation en soufre du magma par contamination de matériel riche en soufre (souvent des sédiments); (4) le captage des métaux par le liquide sulfuré; (5) la concentration du liquide sulfuré dans les pièges structuraux des conduits (p. ex. des dépressions); (6) la cristallisation des sulfures, massive à la base de la chambre magmatique; et (7) des événements hydrothermaux de re-concentration et de bonification des sulfures (facultatif). Ainsi, autre que le **gisement magmatique de Voisey's Bay, quel est le potentiel réel pour l'exploration de ce type de gisement** dans cette province géologique ?

La zone d'étude (~115 000 km²) couvre la presque-totalité du sud-est de la Province de Churchill du côté du Québec (1- la Zone Rachel-Laporte ; 2 – la Zone Noyau et 3- l'**Orogène des Torngat**). Selon Wardle et al. (2002), la Zone Noyau représente un microcontinent archéen séparé de la Province de Supérieur par un rift (1,91 à 1,89 Ga) et qui serait entré en collision avec le craton archéen de la Province de Nain (1,87 à 1,85 Ga) lors de l'orogénèse des Torngat. Subséquemment, le craton du Supérieur serait entré en collision (1,82 à 1,77 Ga) avec la Zone noyau lors de l'orogénèse du Nouveau-Québec. Selon Simard et al. (2013), la Zone noyau est composée de gneiss, de migmatites, de roches intrusives, de paragneiss et d'amphibolites, d'âges archéens à paléoprotérozoïques, métamorphisés au faciès des amphibolites et des granulites. Elle comprend une intrusion granitique et charnockitique d'envergure régionale, le Batholite de De Pas (1840 à 1805 Ma).

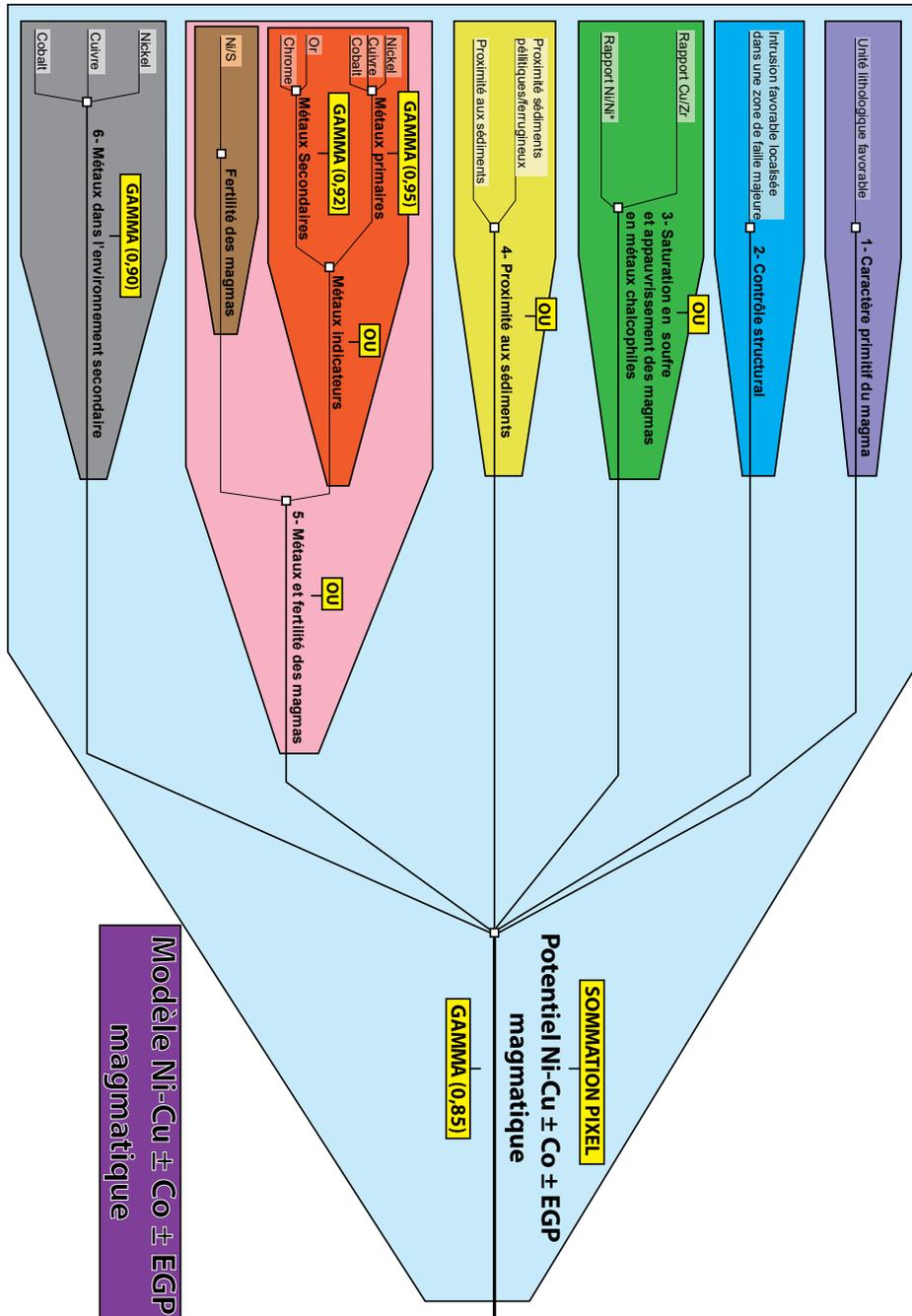
Ce grand batholite s'étend vers le sud sur une distance de plus de 600 km et est interprété comme un arc magmatique subductionnel dans l'arrière-pays de l'Orogène du Nouveau-Québec.

La Zone Noyau a été divisée en différents domaines lithotectoniques en fonction de la composition et de l'âge des roches dominantes (Van der Leeden et *al.*, 1990; James et *al.*, 1996, Hammouche et *al.*, 2011 et 2012). Ces domaines sont séparés par de grands couloirs de cisaillement ayant une forte composante de décrochement. La partie sud de la Zone noyau est également recoupée par des intrusions postorogéniques mésoprotérozoïques de compositions variées (anorthosite-gabbro-troctolite, granite, syénite, granite hyperalcalin) qui transcendent la limite entre les provinces de Churchill et de Nain. Le grade métamorphique **augmente de l'ouest vers l'est passant du faciès schiste vert au faciès granulite.**

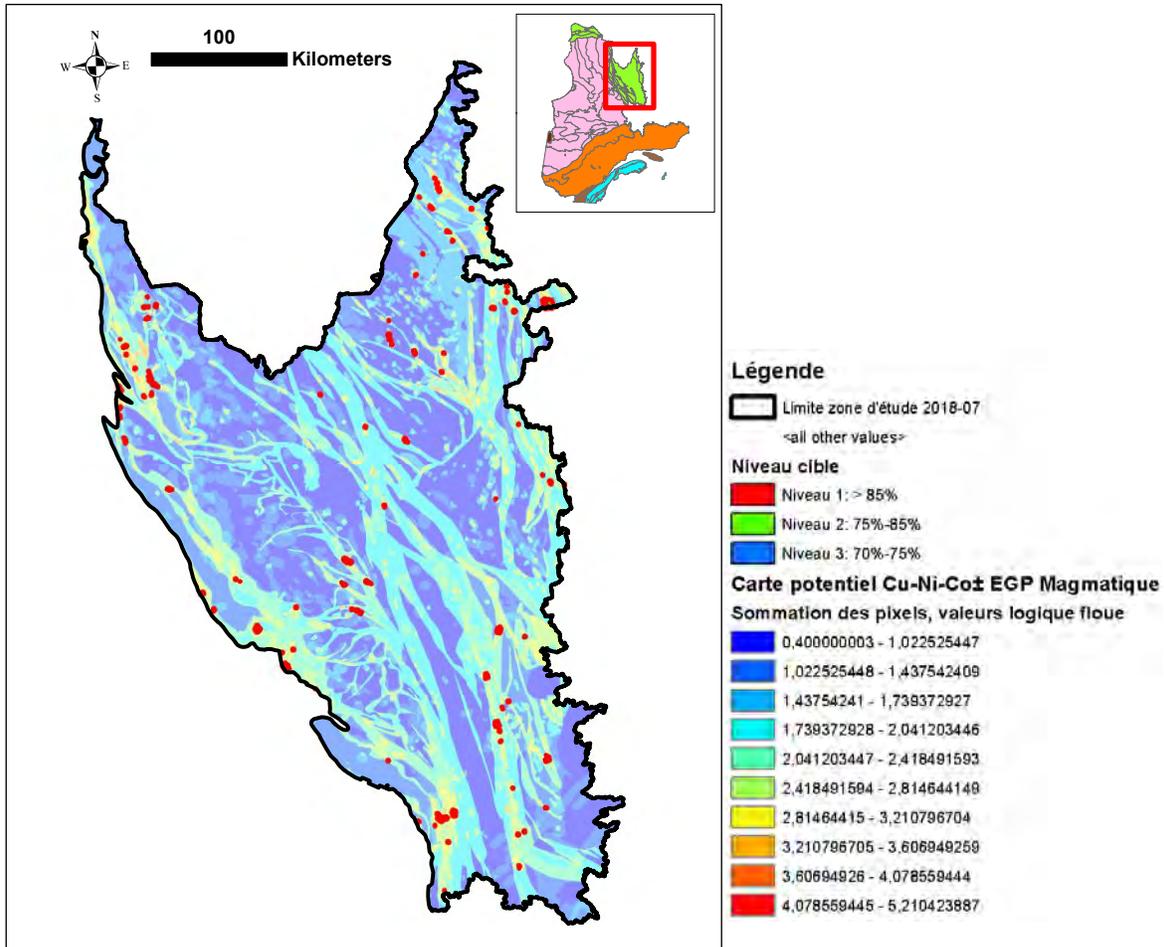
La méthodologie employée dans le cadre de ce projet fut l'élaboration d'un modèle d'inférence (modèle de potentiel) spécifique pour les minéralisations de type Ni-Cu-Co ± EGP magmatique composée à partir de 6 paramètres géologiques: 1- le caractère primitif du magma ; 2- le contrôle structural (présence de zone de cisaillement régionale majeure ayant pu jouer le rôle de conduits transcrustaux) ; des critères de saturation en soufre du magma (rapport Cu/Zr; *p. ex.* Lightfoot et Hawkesworth, 1997; Li et *al.*, 2000; Naldrett et Li, 2007; Keays et Lightfoot, 2010; Darling et *al.*, 2010) **et d'appauvrissement des magmas en métaux chalcophiles** (rapport Ni/Ni* ; *p. ex.* Lightfoot et *al.*, 2001, 2011; Darling et *al.*, 2010) ; 4- la proximité des sédiments ; 5- la présence de métaux primaires (Ni-Cu-Co), de métaux secondaires (Au-Cr) et la fertilité des magmas (rapport Ni/S ; Longuépée et Mathieu, 2014) et finalement **6- les métaux dans l'environnement secondaire** (anomalies résiduelles en Ni-Cu-Co dans les sédiments de fond de lac calculés par régression spatiale calculée par la méthode de Trépanier, 2006). À partir de ces 6 paramètres, les couches évidentielles ont été construites avec les données de SIGEOM par des approches de type conceptuelles qui reposent sur l'expertise du modélisateur pour la détermination du poids des paramètres en fonction du modèle d'exploration à partir de techniques combinant la logique floue (An et *al.*, 1991) et la logique booléenne.

Le projet 2018-07 a permis de dresser, pour la première fois, un portrait global du potentiel métallogénique des minéralisations de type Ni-Cu-Co ± EGP magmatique au sein du sud-est de la Province de Churchill. **L'étude propose des guides d'exploration pour ce type de minéralisation à partir de 6 paramètres géologiques.** En tout, 276 cibles, couvrant une surface totale de 238 km², ont pu ainsi être générées et divisées en 3 niveaux: Niveau 1 (>85% des valeurs du modèle de potentiel), Niveau 2 (valeurs du modèle de potentiel situées entre 75% et 85%) et Niveau 3 (valeurs du modèle de potentiel situées entre 70% et 75%). Le projet aura également permis de traiter les données ré-analysées de sédiments de fond de lac par régression spatiale selon la méthode de Trépanier (2006). Ce traitement a permis de générer 111 anomalies sélectionnées avec de nouveaux critères selon 5 contextes métallogéniques : 1- minéralisations de type Ni-Cu-Co-EGP magmatique; 2- minéralisations en Cu-Zn associées aux sulfures massifs volcanogènes ; 3- minéralisations en Zr-Y-ETR-Métaux rares associées aux intrusions alcalines ; 4- minéralisations Au-As orogénique ; et 5- minéralisations Cu-Mo ± Au associées aux intrusions. De plus, le traitement des levés aéromagnétiques de haute résolution a permis : **1) l'extraction des crêtes magnétiques sur la zone d'étude selon la méthodologie de Lavoie et Allard (2018) et 2) l'interprétation des principaux couloirs de déformation.** Finalement, le projet aura permis de faire un retour sur de nombreux projets CONSOREM ayant touché à la thématique Ni-Cu-Co ± EGP magmatique et de nombreux projets méthodologiques.

Cet objectif constitue également un apport important dans le cadre de ce projet puisque le volet transfert et intégration est l'une des missions du CONSOREM.



Modèle d'inférence utilisé pour le traitement des 6 paramètres géologiques. Les divers paramètres ainsi que les sous-modèles ont été combinés à l'aide d'opérateur de logique floue ou logique booléenne.



Carte de potentiel de minéralisation de type Ni-Cu-Co ± EGP magmatique et cibles de favorabilité pour l'observation de ce type de minéralisation sur la zone d'étude 2018-07 (n = 276 cibles; surface = 238 km²). Les cibles sont définies à partir du modèle d'inférence ci-haut et classées en 3 niveaux de favorabilité.



FICHE SOMMAIRE

<i>Objectifs</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Établir des guides d'exploration pour des minéralisations de type Ni-Cu-Co ± EGP magmatique dans le sud-est de la Province de Churchill;◆ Définir des cibles d'exploration suite à l'élaboration de guides d'exploration ;◆ Augmenter les connaissances géologiques de la zone d'étude ;◆ Rétrospective de plusieurs projets sur la thématique Ni-Cu magmatique et outils méthodologiques développés au CONSOREM (volet transfert et intégration) ;
<i>Résultats</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Élaboration de nouveaux guides pour l'exploration de gisements de type Ni-Cu-Co ± EGP magmatique dans la Province de Churchill ;◆ 276 cibles d'exploration pour des minéralisations de type Ni-Cu-Co ± EGP magmatique (238 km²).
<i>Innovations</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Pour la première fois, un portrait global est dressé sur le potentiel métallogénique pour des minéralisations de type Ni-Cu-Co-EGP magmatique dans la Province de Churchill ;◆ Nouveaux guides d'exploration pour des minéralisations de type Ni-Cu-Co-EGP magmatique ;◆ Nouveau traitement des ré-analyses ICP-MS des sédiments de fond de lac par des techniques de régression spatiale.◆ Nouveau traitement des levés aéromagnétiques de haute résolution.
<i>Produits livrés</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ 3 présentations PowerPoint et 1 rapport ;◆ Guides d'exploration sous forme d'un modèle de potentiel minéral applicable à d'autres secteurs prospectifs pour retrouver des minéralisations de type Ni-Cu-Co ± EGP magmatique;◆ 276 cibles d'exploration pour des minéralisations de type Ni-Cu-Co ± EGP magmatique (238 km²) répartie sur la zone d'étude et divisée en 3 niveaux:◆ 12 cibles de niveau 1 (>85% des valeurs du modèle de potentiel)◆ 122 cibles de niveau 2 (valeurs du modèle de potentiel situées entre 75% et 85%)◆ 141 cibles de niveau 3 (valeurs du modèle de potentiel situées entre 70% et 75%)◆ Valeurs résiduelles des sédiments de fonds de lac calculés par régression spatiale basée sur la méthode de Trépanier (2006) sur les ré-analyses ICP-MS et 111 anomalies sélectionnées avec de nouveaux critères basés selon 5 contextes métallogéniques :◆ Minéralisations de type Ni-Cu-Co ± EGP magmatique ;◆ Minéralisations en Cu-Zn associées aux sulfures massifs volcanogènes ;◆ Minéralisations en Zr-Y-ETR-Métaux rares associées aux intrusions alcalines ;◆ Minéralisations Au-As orogénique ;◆ Minéralisations Cu-Mo ± Au associées aux intrusions.◆ 2 couches vectorielles obtenues par le traitement des levés aéromagnétiques de haute résolution : 1) les crêtes magnétiques selon la méthodologie de Lavoie et Allard (2018) et 2) l'interprétation des couloirs de déformation sur la zone d'étude;◆ Couche matricielle de la cartographie prévisionnelle des intrusions mafiques et ultramafiques selon la méthodologie modifiée de Trépanier (2008) et Bigot (2015);◆ Base de données GDB et Revue de littérature

7.8 Projet 2018-08: Nouvelles approches lithogéochimiques pour tracer le métamorphisme à différentes échelles



Par Morgane Gigoux, Ph.D. - CONSOREM

Il existe un lien spatial clair entre les minéralisations aurifères et les faciès schistes verts (SV) à schistes verts supérieurs (SVS) en Abitibi comme le suggère la première carte métamorphique de la région réalisée dans le cadre du projet CONSOREM 2013-03 (Faure, 2013). Cette relation présente un intérêt de premier ordre pour **l'exploration car le faciès SVS renferme deux fois plus d'or au km²** que le faciès SV. Cependant la distinction de ces faciès reste difficile.

L'idée du projet 2018-08 a été d'investiguer une nouvelle méthodologie basée sur les éléments traces pour tracer le métamorphisme à différentes échelles (sous-province, bassins, gîte et forage) et pour différentes lithologies (basalte, diorite et sédiment). L'utilisation des volatils a déjà fait ses preuves avec la perte de Au, As et Sb au faciès amphibolite (Leventis, 2017). Cependant, certains volatils (Te, Se) vont se comporter différemment. Serait-il possible d'utiliser les éléments traces analysés en routine en lithogéochimie pour reconnaître les transitions métamorphiques ?

On considère que le métamorphisme est isochimique c'est-à-dire qu'il ne s'accompagne pas de modification de la composition chimique des roches. Cette théorie est vraie pour les éléments majeurs et à basse température. Il reste toutefois beaucoup d'incertitude quant au comportement des éléments majeurs et traces à haute température. De plus le processus de déshydratation entraîne des circulations fluides qui pourront solubiliser certains éléments traces au cours du métamorphisme. Il est ainsi très complexe de dissocier métamorphisme et métasomatisme puisque les deux peuvent être liés à certaines conditions P-T. Ce projet revient sur la complexité des différents paramètres à prendre en considération et qui vont influencer les variations en éléments majeurs et en traces de la roche totale au cours du métamorphisme: 1) la lithologie, 2) l'homogénéité de la source; 3) la qualité des analyses; 4) l'effet de l'altération.

La stratégie adoptée pour l'étude des éléments traces a été inspirée de plusieurs travaux, essentiellement dans un contexte métasédimentaire (Hammerli et al., 2016; Bebout, 2016, Bebout et al., 1999; Heier et Brunfelt, 1970). Les résultats ont démontré le contrôle de certains minéraux métamorphiques clés (phengite, biotite, minéraux de titane, grenat, etc.) sur les concentrations en éléments traces (Cs, Rb, Ba, U, REE, Nb, Ta).



FICHE SOMMAIRE

Objectifs Investiguer une nouvelle méthodologie basée sur la lithogéochimie pour tracer le métamorphisme à plusieurs échelles et pour différentes lithologies

Résultats

- ♦ Mobilité de CaO à haute température en contexte métasédimentaire
- ♦ Relation entre la présence de faille et/ou cisaillement et la concentration en LILE dans le Pontiac (Cs, Ba, Rb)
- ♦ La mobilité du lithium dans les basaltes révèle une forte influence du métasomatisme. **L'impact du métamorphisme pour les roches ultramafiques et mafiques est difficilement dissociable de l'hydrothermalisme**
- ♦ Comportement antagoniste de Zn et Cu au cours du métamorphisme essentiellement contrôlé par la dévolatilisation de la pyrite.
- ♦ La transition SVS-AMP est identifiable à partir des variations en certains éléments traces (Ex. : Cs, Nb, Cu, Zn) qui vont se comporter de la même manière pour différentes lithologies (diorite et sédiments) et à plusieurs échelles (gîte à bassin)

Innovations

- ♦ Utilisation des éléments traces (autres que les volatils) pour tracer le métamorphisme : **première phase d'investigation** et de faisabilité de la méthode

Produits livrés

- ♦ 1 rapport, 4 présentations PowerPoint.
- ♦ Base de données australienne
- ♦ Fichiers Excel des données utilisées en Abitibi
- ♦ Revue de la littérature.



7.9 Projet 2018-09 : Accompagnements 2018-2019

FICHE SOMMAIRE

<i>Objectifs</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Formation continue dans les entreprises.◆ Regrouper, revoir et présenter plusieurs projets des années antérieures dans une journée thématique dans les bureaux des entreprises.◆ Favoriser des discussions et des échanges avec les géologues d'une compagnie.◆ Apprendre le fonctionnement du logiciel de traitement de la géochimie LithoModeleur.
<i>Résultats</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ 10 rencontres, Montréal – Québec – Val-d'Or – Rouyn Noranda◆ 8 entreprises d'exploration, et un organisme gouvernemental◆ 9 présentations de projets◆ 2 ateliers sur les veines◆ 2 ateliers LithoModeleur◆ 2 ateliers sur les VMS◆ 2 accompagnements sur logiciels LithoModeleur◆ 1 atelier sur le logiciel de potentiel minéral◆ 68 participants au total
<i>Produits livrés</i>	<ul style="list-style-type: none">◆ Présentations PowerPoint des projets aux membres.





Le tableau suivant présente la liste des ateliers et des projets offerts en accompagnement aux membres de **CONSOREM pour l'année 2018-2019**.

Tableau 4: Ateliers et projets présentés lors des accompagnements.

DATE	NO. PROJET	TITRE	FORMATEUR(S)	NOMBRE PARTICIPANTS
3 déc 2018	Atelier	Atelier de formation LithoModeleur	Silvain Rafini et Morgane Gigoux	Ressources Sirios : 8
6 déc 2018	2017-07	Intégration synthèse des SMV	Dominique Genna et Jérôme Lavoie	Ariane Phosphate : 2
	2012-03	Exploration des gîtes magmatiques cuprifères dans la Province de Grenville		
	2008-05	Structures crustales et potentiel des intrusions mafiques dans le Grenville pour les minéralisations magmatiques de Cu-Ni		
10 déc 2018	Atelier	Atelier de formation LithoModeleur	Silvain Rafini et Dominique Genna	Minière Osisko: 10
	2017-07	Intégration synthèse des SMV		
25 jan 2019	Atelier	Atelier sur les veines	Silvain Rafini et Morgane Gigoux	Exploration Midland : 7
4 fév 2018	Atelier	Atelier sur les VMS	Dominique Genna et Morgane Gigoux	SOQUEM : 7
5 fév 2019	2017-01	Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution : Jérôme Lavoie	Morgane Gigoux et Jérôme Lavoie	MERN : 13
	2016-01	Sous-province de l'Opatica : nouveau territoire pour l'exploration minérale: Jérôme Lavoie		
	2017-03	Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James: les granitoïdes aurifères		
5 fév 2019	Atelier	Logiciel potentiel minéral	Silvain Rafini et Dominique Genna	Agnico Eagle : 8
	2015-07	Intégration et synthèse - or orogénique en Abitibi		
6 fév 2019	Atelier	Atelier sur les VMS	Silvain Rafini	Ressources Falco : 2
7 fév 2019	Atelier	Atelier sur les veines	Silvain Rafini et Jérôme Lavoie	Probe Metals : 11
	2017-04	Discrimination de l'altération potassique par les nouveaux outils portatifs d'analyse		

8. Activités de suivi et de transfert vers les membres

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

- ♦ une tournée de consultation des membres afin de définir la programmation annuelle;
- ♦ 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;
- ♦ des activités **d'accompagnement** qui permettent aux membres **d'avoir** des présentations de résultats sur mesure.

Tableau 5: Liste des activités de suivi et de transfert.

DATE	ENTREPRISE	DÉTAILS	NOMBRE PARTICIPANTS
23 nov 2018	Réunion CGS	Réunion mi-parcours projets	30
3 déc 2018	Ressources Sirios	Atelier de formation LithoModeleur	8
6 déc 2018	Ariane Phosphate	Accompagnement projets 2017-07,2012-03, 2008-05.	2
10 déc 2018	Minière Osisko	Atelier de formation LithoModeleur Accompagnement projets Intégration synthèse des SMV	10
25 janv 2019	Exploration Midland	Atelier de formation sur les veines	7
22 janv 2019	Minière Osisko	Tournée de programmation scientifique	7
24 janv 2019	Ariane Phosphate	Tournée de programmation scientifique	8
4 fév 2019	Abitibi Géophysique	Tournée de programmation scientifique	6
4 fév 2019	SOQUEM	Tournée de programmation scientifique	9
4 fév 2019	SOQUEM	Atelier de formation sur les VMS	7
5 fév 2019	MERN	Accompagnement projets 2017-01; 2016-01; 2017-03	13
5 fév 2019	Agnico Eagle	Tournée de programmation scientifique	7
5 fév 2019	Agnico Eagle	Atelier de formation sur le logiciel potentiel minéral et Accompagnement projets 2015-07	8
6 fév 2019	Ressources Falco	Atelier de formation sur les VMS	2
6 fév 2019	Ressources Falco	Tournée de programmation scientifique	8
7 fév 2019	MERN	Tournée de programmation scientifique	8
7 fév 2019	Probe Metals	Atelier de formation sur les VMS Accompagnement projets 2017-04	11
8 fév 2019	InnovExplo	Tournée de programmation scientifique	7
8 fév 2019	Probe Metals	Tournée de programmation scientifique	8
12 fév 2019	Glencore	Tournée de programmation scientifique	7
14 fév 2019	Réunion CGS	Programmation 2018-2019	16
28 mars 2019	Réunion CGS	Livraison des projets 2017	21
29 mars 2019	Réunion CGS	Vote de présélection des projets de la programmation 2019-2020	21

Accompagnements, ateliers et programmation scientifique 2019-2020



Arianne Phosphate



Probe Metals



Ressources Falco



Minière Osisko



InnovExplo



SOQUEM

8.1 Tournée de programmation scientifique 2019-2020

La tournée de programmation scientifique est un exercice important qui permet la visite individuelle de chacun des membres du CONSOREM dans leurs bureaux respectifs. Cette visite se fait en présence de l'équipe du CONSOREM et de plusieurs représentants de l'entreprise ce qui permet de discuter des problèmes et des enjeux pour chacune. Cette année l'exercice a permis de réaliser 10 rencontres. La tournée a permis de reconduire 10 propositions de projets ayant été amenées dans l'exercice 2016-2017 et d'ajouter 21 nouvelles propositions de projet.

Faits saillants : 10 rencontres des membres – 21 propositions de projets – 16 projets de la dernière programmation = 37 propositions de projets au total et 26 participants parmi nos membres

Tableau 6: Horaire de la tournée de programmation scientifique 2019-2020.

DATE	MEMBRE	NOMS DES PARTICIPANTS
22 janvier 2019	Minière Osisko	Minière Osisko : Rose-Anne Bouchard, Vital Pearson, CONSOREM : Jérôme Lavoie, Dominique Genna, Silvain Rafini, Morgane Gigoux et Brigitte Poirier en visio.
24 janvier 2019	Arianne Phosphate	Arianne Phosphate : Daniel Boulianne, Stéphanie Lavaure et Jean-Sébastien David. CONSOREM : Jérôme Lavoie, Dominique Genna, Brigitte Poirier et Silvain Rafini et Morgane Gigoux en visio.
4 février 2019	Abitibi Géophysique	Abitibi Géophysique : Pierre Bérubé CONSOREM : Jérôme Lavoie, Silvain Rafini, Dominique Genna, Morgane Gigoux et Brigitte Poirier
4 février 2019	SOQUEM	SOQUEM : Serge Perreault, Anthony Franco De Tony, Philippe d'Amboise (visio), Jean-Daniel Fortin (visio) CONSOREM : Jérôme Lavoie, Silvain Rafini, Dominique Genna, Morgane Gigoux et Brigitte Poirier
5 février 2019	Agnico Eagle	Agnico Eagle : Olivier Côté-Mantha et Stéphane Villeneuve CONSOREM : Jérôme Lavoie, Silvain Rafini, Dominique Genna, Morgane Gigoux et Brigitte Poirier
6 février 2019	Ressources Falco	Ressources Falco : Claude Pilote, Guy Belleau, Raphaël Morand CONSOREM : Jérôme Lavoie, Silvain Rafini, Dominique Genna, Morgane Gigoux et Brigitte Poirier
8 février 2019	InnovExplo	InnovExplo : Stéphane Faure et Alain Carrier. CONSOREM : Jérôme Lavoie, Silvain Rafini, Dominique Genna, Morgane Gigoux et Brigitte Poirier.
7 février 2019	MERN	MERN : Jean Goutier, Fabien Solgadi et James Moorhead CONSOREM : Jérôme Lavoie, Silvain Rafini, Dominique Genna, Morgane Gigoux et Brigitte Poirier.
8 février 2019	Probe Metals	Probe Metals : Marco Gagnon, Breanne Beh, Caroll Desormeaux. CONSOREM : Jérôme Lavoie, Silvain Rafini, Dominique Genna, Morgane Gigoux et Brigitte Poirier.
12 février 2019	Glencore	Glencore : Guillaume Ratté et Pascal Lessard CONSOREM : Jérôme Lavoie, Dominique Genna, Silvain Rafini, Morgane Gigoux et Brigitte Poirier

8.2 Activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique

Les activités publiques de transfert 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**. Il s'agit de forums organisés par le CONSOREM, de la tenue de séances **de formation ou d'ateliers** dans le cadre de colloque. Les principales activités de transfert sont :

- ♦ Forum technologique **dans le cadre d'Explo Abitibi**;
- ♦ Québec Mines et présentation de deux séances de formation;
- ♦ Forum UQAM;
- ♦ Participation au congrès XPLOR comme exposant et conférencier;
- ♦ Participation au congrès du PDAC comme exposant en collaboration avec le MERN.

Tableau 7: Synthèse des activités de transfert ouvertes à l'ensemble de la communauté géoscientifique.

DATE	ACTIVITE	PARTICIPANTS
29 mai 2018	16 ^e Forum technologique	237
17 et 18 octobre 2018	Congrès XPLOR 2018	Plus de 1000 participants
19 novembre 2018	Québec Mines : Formation : Nouvelles approches en exploration minérale (Projets CONSOREM 2017) Chercheurs CONSOREM : Silvain Rafini, Morgane Gigoux, Jérôme Lavole, Dominique Genna	25
20 novembre 2018	Québec Mines 2018 : Le Québec, bleu cobalt Michel Jébrak et Réal Daigneault	Non connu
14 février 2019	Forum UQAM	107
4 au 7 mars 2018	PDAC - 2018	Plus de 25 000



8.2.1 16^e Forum technologique

Le 16^e Forum technologique s'est tenu le 29 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 minière. Au total, 237 participants ont participé à ce Forum ainsi que 13 conférenciers. Cet événement a également été l'occasion pour le CONSOREM de tenir la réunion de son comité de gestion scientifique, le 30 mai 2019 afin de présenter la faisabilité des projets de la programmation scientifique 2018-2019. Au total, 25 membres ont participé à cette réunion.

16^e FORUM TECHNOLOGIQUE
VAL-D'OR
Hôtel Forestel
29 mai 2018
CONSOREM - DIVEX

présenté en collaboration avec l'événement **Explo 2018**

PROGRAMME

- 9h00 **Mot de bienvenue** > Réal Daigneault / Coordonnateur – CONSOREM
- 9h10 **Sous-province d'Opatica: territoire négligé pour l'exploration minière ?**
> Jérôme Lavote / Chercheur – Consorem
- 9h35 **Le corridor aurifère Pascalis, Val-d'Or Est, Québec**
> Marco Gayron / Vice-président exécutif – Probes Métaux
- 10h00 **Reconnaissance optique des sulfures et d'oxydes en grains à l'aide d'une caméra multispectrale**
> Ludvine Mathieu / Etudiante boursière – Divex
- 10h25 Pause
- 10h45 **Origine des zones de magnétite massive des gisements SMV du camp de Matagami, Abitibi: implications pour l'exploration**
> Dominique Genna / Chercheur – CONSOREM
- 11h10 **Identification des minéraux indicateurs par μ KRF**
> Laurène-Marie Wevrant / Coordonnatrice – Divex
- 11h35 **Synthèse des travaux d'exploration à la Baie James, de Virginia à Osisko**
> Vital Pearson / Mineière Osisko
- 12h05 Dîner
- 13h30 **Les récentes avancées technologiques en géophysique d'exploration minière**
> Pierre Barubé / Président – Abitibi Géophysique
- 13h55 **Le projet Metal Earth à Chibougamau**
> Lucie Mathieu / Titulaire de la Chaire institutionnelle UQAC sur les processus métallogéniques archéens
- 14h20 **Géologie du gisement Home 5, Abitibi, Québec**
> Alexandre Krushnisky / Étudiant – INRS-ETE
- 14h45 **Métallogénie du pluton East-Sullivan, Abitibi Canada**
> Florent Bigot / Étudiant Boursier – Divex
- 15h10 **Hydrogéochimie Phase I**
> Sylvain Rafini / Chercheur – CONSOREM
- 15h35 **Mot de la fin**
> Georges Beaudouin / Directeur – Divex

Pour information et inscription :
Brigitte Poirier, Consorem
tél.: 418-545-6011 poste 2552
courriel: Brigitte1_Poirier@uqac.ca

DIVEX DÉVELOPPEMENT MINÉRIER
CONSOREM Consortium de recherche en exploration minière

Figure 2: Programme du Forum Techno 2019.

8.2.2 Congrès XPLOR 2018

Le congrès XPLOR 2018 s'est tenu le 17 et 18 octobre 2018, à la Place Bonaventure à Montréal. Ce dernier a connu une participation de plus de 1000 visiteurs et 110 exposants étaient présents. L'équipe du CONSOREM était sur place afin de répondre aux questions des visiteurs et afin de recruter de nouveaux membres. Le tableau 8 dresse la liste des principales rencontres et activités réalisées dans le cadre de ce congrès.

Tableau 8: Principales activités réalisées dans le cadre d'XPLOR 2018

DATE	ACTIVITÉS	PARTICIPANTS
17 octobre 2018	Déjeuner – conférences : projets de la filière géosciences et forage : Groupe MISA : Présentation de Jérôme Lavoie et de Silvain Rafini	14 participants
18 octobre 2018	Conférence par Dominique Genna: Importance de la magnétite dans les SMV du camp minier de Matagami, Abitibi : implications pour l'exploration	Non connu
18 octobre 2018	Réunion Groupe MISA : Projet « Discrimination des sulfures par la polarisation provoquée » présenté par Pierre Bérubé d'Abitibi Géophysique et	20 participants
17 et 18 octobre 2018	Tenu du kiosque de CONSOREM	Plus de 1000 participants

8.2.2.1 Tenue du kiosque CONSOREM XPLOR 2018



Kiosque CONSOREM | XPLOR 2018

Les chercheurs du CONSOREM et l'adjointe à la recherche et à la coordination ont tenu le kiosque de CONSOREM dans le cadre d'XPLOR 2018. Le portail cartographique de CONSOREM et ses nouveautés y ont été présentés. Plus de 1000 participants sont présents à ce congrès, ce qui donne au CONSOREM une visibilité intéressante pour y présenter ses projets et recruter d'éventuels nouveaux membres.

8.2.2.2 Conférence de Dominique Genna, Scientifique de recherche | CONSOREM

Dominique Genna a présenté dans le cadre d'XPLOR 2018 une conférence « Importance de la magnétite dans les SMV du camp minier de Matagami, Abitibi : implications pour l'exploration ».

Il s'agit d'un projet réalisé en collaboration avec la Professeure Sarah Dare au département des sciences appliquées de l'UQAC pour la Chaire de Recherche du Canada (Niveau 2) en Géochimie Appliquée aux Gisements Métalliques. Cette participation fait partie des activités de transfert de connaissances à laquelle les chercheurs de CONSOREM peuvent être appelés à participer en dehors de leurs projets réguliers.

8.2.2.3 Déjeuner-conférence du 17 octobre 2018 | Groupe MISA

Le Groupe MISA propose des filières d'experts qui s'orchestrent autour des enjeux et des préoccupations communes des entreprises minières en matière d'innovation. Surtout orientée vers les besoins de la production et de la restauration minière, cette alliance avec CONSOREM permet de développer plus particulièrement la filière Géoscience.

Dans le cadre d'XPLOR 2018, le Groupe MISA en a profité pour tenir sa réunion de sa filière géosciences et forages et inviter le CONSOREM à présenter aux participants de la filière deux potentiels projets collaboratifs, soit le projet du chercheur Jérôme Lavoie : **Traitement de l'Énergie spectrale du champ magnétique – applications pour l'exploration et le projet du chercheur** Silvain Rafini, Vectorisations hydrogéochimique pour **l'exploration**. Quatorze (14) participants étaient présents à cette rencontre, principalement des entreprises membres du CONSOREM (Tableau 9).

Cette alliance CONSOREM-MISA représente une nouvelle stratégie qui optimise l'ensemble des processus liés au succès de l'exploration minérale. Certains des projets CONSOREM qui se situent généralement dans le domaine précompétitif vont être propulsés à des échelles supérieures grâce à MISA. Les discussions et travaux entre CONSOREM et MISA ont mené à l'élaboration de projets collaboratifs et à l'obtention de subventions du MEI pour leur réalisation dans le cadre de la programmation scientifique de CONSOREM 2019-2020.

Tableau 9 : Participant présent à la rencontre filière géoscience et forage.

Nom	Entreprise
Isabelle Cadieux	Sidex
Sylvain Trépanier	Exploration Midland
Olivier Côté-Mantha	Agnico Eagle
Claude Pilote	Ressources Falco
Marco Gagnon	Probes Metal
Dominique Genna	CONSOREM
Morgane Gigoux	CONSOREM
Silvain Rafini	CONSOREM
Jérôme Lavoie	CONSOREM
Yves Dessureault	Probes Metal
François Robert	Barric Gold
Denis Chénard	Hecla Mining
Joël Perron	MIRA Géosciences
Alexandre Néron	IOS Services Géoscientifiques
Christian D'Amours	Géotic



8.2.2.4 Projet Innovation: discrimination des sulfures par la polarisation provoquée

Le projet (2017-08) de discrimination des sulfures par la polarisation provoquée a été développé par Michel Allard, consultant au CONSOREM et Jérôme Lavoie. Les résultats de cette première étude ont démontré que les techniques courantes de mesures de la polarisation provoquée (PP) ont peu évolué depuis ses débuts et que plusieurs études théoriques et empiriques, incluant celle-ci, laissent croire que si des améliorations majeures étaient apportées, la PP pourrait permettre une certaine discrimination des sulfures.

Les résultats du projet 2017-08 ont **convaincu les membres de CONSOREM d'aller plus loin**. Des discussions ont ainsi été entreprises avec le Groupe MISA afin de poursuivre ce projet et de le financer via un projet innovation en partenariat avec le MEI, CONSOREM et Abitibi Géophysique. Abitibi Géophysique possède **l'expertise et les outils nécessaires pour développer un tel projet** en 4 principales étapes : (1) Revue de littérature (2) Acquisition de données terrain (3) Analyse des résultats selon 3 axes d'études et finalement (4) l'optimisation des paramètres d'acquisition des levés. Le projet en est encore à son élaboration et à son montage financier.



Réunion projet innovation PP spectrale | Groupe MISA et CONSOREM.

8.2.3 Québec Mines 2018

L'équipe du CONSOREM a participé à plusieurs activités dans le cadre de Québec Mines (Tableau 10). La première activité à une session de formation des projets de recherche CONSOREM réalisés en 2017. La seconde, à la coordination et l'animation d'une session de conférences sur Le Québec, bleu cobalt en collaboration avec Michel Jébrak de Sidex. La troisième à la tenue du kiosque CONSOREM afin de présenter le consortium et de recruter des nouveaux membres (Tableau 11, page suivante). Le CONSOREM a profité de l'affluence du congrès et de la présence de ses membres corporatifs et gouvernementaux pour y tenir son 58^e conseil d'administration ainsi que pour y tenir la réunion son comité de gestion scientifique (CGS) afin de présenter à ses membres un bilan de l'avancement (mi-parcours) des projets de recherche 2018.

Tableau 10: Liste des activités organisées par le CONSOREM dans le cadre de Québec Mines 2018.

Date	Titre	Heure	Salle
Lundi 19	Formation : Nouvelles approches en exploration minérale. Projets 2017 présentés par l'équipe CONSOREM	9h00 à 16h30	Salle 308-B
Mardi 20	Le Québec, bleu cobalt, session de conférences Michel Jébrak et Réal Daigneault	14h00 à 16h30	Salle 303-AB
Jeudi 22	56 ^e réunion du Conseil d'administration du CONSOREM Participants : Réal, Brigitte et membres du CA.	13h30 à 16h00	Salon Kent Marriott Québec Centre-ville
Vendredi 23	Réunion du Comité de gestion scientifique Participants : <u>toute l'équipe du CONSOREM</u> et membres du CGS	8h30 à 17h00	Salon Kent Marriott Québec Centre-ville

8.2.3.1 La tenue d'un kiosque pour y présenter l'ensemble des activités du CONSOREM a eu lieu du lundi 19 novembre au jeudi 22 novembre 2018

Tableau 11: Horaire de la tenue du kiosque CONSOREM no. 504

Date	Heure
Lundi 19 novembre	14h à 20h – Montage du kiosque
Mardi 20 novembre	9h.00 à 17h.00
Mercredi 21 novembre	9h.00 à 17h.00
Jeudi 22 novembre	9h.00 à 13h.00



Kiosque Québec Mines 2018

Mélanie Lambert et Brigitte Poirier

Silvain Rafini et Dominique Genna

La tenue du kiosque CONSOREM a été l'occasion de présenter le portail cartographique et ses nouveautés à nos membres et aux congressistes, notamment l'ajout d'une couche d'information qui localise les détails des échantillons du socle rocheux recueillis dans le cadre du projet CONSOREM 2013-03. Ce projet avait donné naissance à une toute nouvelle carte métamorphique synthèse à l'échelle de la Sous-province archéenne de l'Abitibi, carte qui est d'ailleurs diffusée depuis un an sur le portail. De plus, les photos des lames minces produites à partir des échantillons recueillis ont été géolocalisées et peuvent être consultées directement sur le portail. Pour les visualiser, il suffit de cliquer sur l'échantillon et ensuite sur *Plus d'info* dans la fenêtre contextuelle (Figure 3). Les cibles identifiées au cours des projets CONSOREM de cartographie géologique de certains secteurs dans la Sous-province géologique de l'Abitibi (Camp Lebel, Détour, Taschereau-Amos-Senneterre, etc.) s'y retrouvent également (Figure 4).

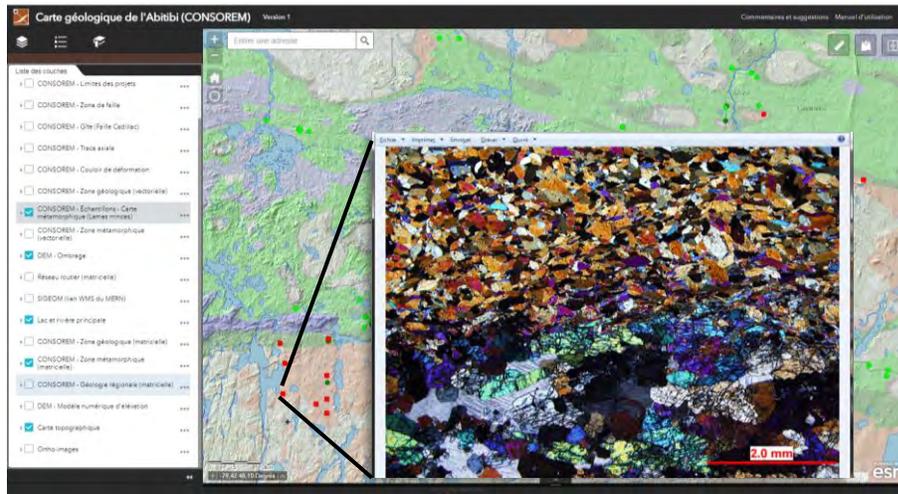


Figure 3— Photographies de lames minces du projet CONSOREM (projet 2013-03) maintenant géolocalisées et disponible sur le portail cartographique du CONSOREM.

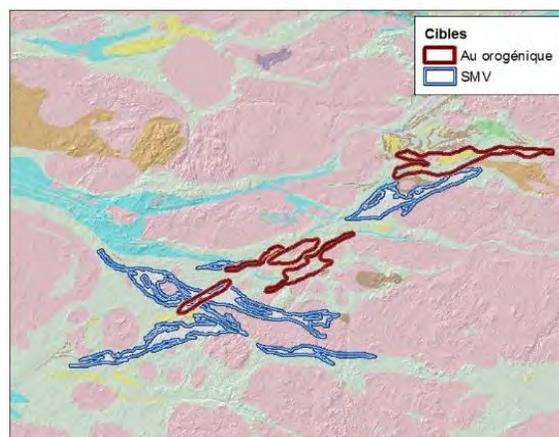


Figure 4 - Cibles d'exploration identifiées dans le secteur Camp Lebel dans la Sous-province géologique de l'Abitibi.

8.2.3.2 Formation: nouvelles idées et nouvelles approches en exploration minérale

Cette formation **d'une** journée, le lundi 19 novembre 2018, a permis de présenter les principaux résultats de la programmation de recherche du CONSOREM de **l'année** 2017-2018. Cette séance a été animée par Brigitte Poirier, adjointe la recherche et à la coordination du CONSOREM. Les chercheurs Morgane Gigoux, Jérôme Lavoie, Dominique Genna et Silvain Rafini ont présenté leurs projets de recherche réalisés en 2017. Le tableau 12 présente **l'horaire** du déroulement de cette formation. Un recueil de cette séance a été remis aux participants. Un total de 25 participants était présent lors de cette séance (Tableau 13).

Tableau 12: Horaire du déroulement de la formation nouvelles idées et nouvelles approches en exploration minérale.

Heure	Projet	Titre	Conférencier (ière)
9h00		Introduction : le CONSOREM	B. Poirier et S. Rafini
9h15	2017-01	Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution	J. Lavoie
10h00	2017-02	Reconnaissance des halos aurifères en exploration: applications en Abitibi	D. Genna
11h00	2017-03	Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James: les granitoïdes aurifères	M. Gigoux
13h30	2017-04	Discrimination de l'altération potassique par les nouveaux outils portatifs d'analyse	J. Lavoie
14h15	2017-05	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase 2	S. Rafini
15h30	2017-07	Intégration synthèse des SMV	D. Genna



L'équipe CONSOREM | Québec Mines 2018.

Tableau 13: Liste des participants à la séance : Nouvelles idées et nouvelles approches en exploration minérale.

	Nom	Prénom	Entreprise
1	Ahmadou	Youssef	UOAC
2	Bergeron	Katrie	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
3	Bernard	Jean	Fancamp Exploration Ltd
4	Brisson	Harold	InnovExplo Inc.
6	Bugnon	Marie-France	IAMGOLD Corporation
7	Chartier	Dominic	SRK Consulting Inc.
8	D'Amboise	Philippe	SOQUEM Inc.
9	Degnan	Yacouba Koutohi Yohannes	Université du Québec à Chicoutimi (UOAC)
10	Joly	Mario	IOS Services Géoscientifiques Inc.
11	Laforest	Jean	Les Ressources Tectonic inc.
12	Langlois	Martin	Minière Osisko Inc.
13	Leblanc	Michel	Eastmain Resources Inc.
14	Likeng	Jonathan	Minière Osisko Inc.
15	Mailloux	Julien	Eastmain Resources Inc.
16	Oswald	Robert	Harfang Exploration Inc.
17	Ouellet	Antoine	
18	Pelletier	Mathieu	Minière Osisko, inc.
19	Roy	Ghyslain	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles
20	St-Onge	Benjamin	Quantec Geoscience
21	Théberge	Donald	Solumines
22	Théberge	Luc	Eldorado Gold Corporation
23	Théberge	Jeannot	Services Géologiques T-REX
24	Tolan	Clémence	Minière Osisko
25	Trulin	François	UOAM



Participants à la séance de formation CONSOREM à Québec Mines 2018.

8.2.3.3 Session de conférences : le Québec, bleu cobalt

Cette session a été présidée par Michel Jébrak (UQAM, Sidex) et par Réal Daigneault, coordonnateur du CONSOREM. « **Avec le développement de l'économie verte, la demande en cobalt a doublé depuis 10 ans** ». Le Québec est un producteur de ce minerai et présente des environnements favorables aux nombreux styles de minéralisations en cobalt, seuls ou comme sous-produits du cuivre et du nickel. La séance permettra de présenter les divers types de gisement de cobalt dans leur environnement géologique, et plusieurs projets **d'exploration au Québec** ».

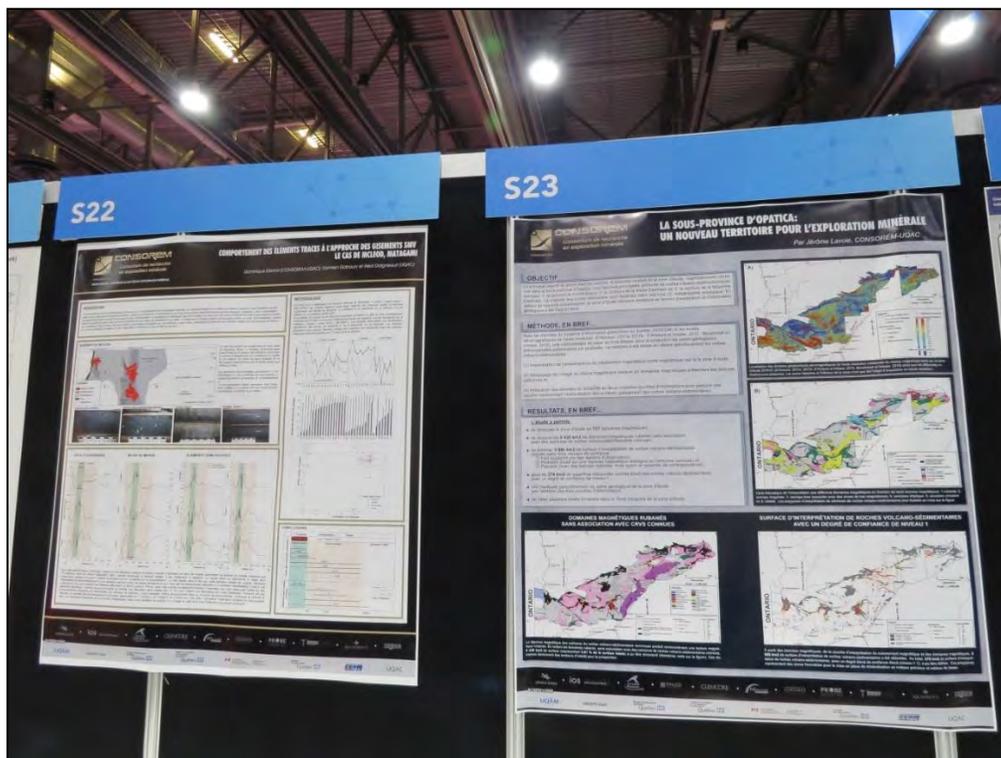
Tableau 14: Horaire du déroulement de session de conférences : le Québec, bleu cobalt

Heure	Titre	Conférencier
14h00	Métallogénie du cobalt et potentiel au Québec	Michel Jébrak (UQAM, Sidex) Coauteures : Noémie Fayol (IMT Mines Alès) et Isabelle Cadieux (SIDEX)
14h35	Le cobalt dans le gisement Dumont, Abitibi	Alger St-Jean (RNC Minerals)
15 h 05	Le cobalt et le scandium dans les profils latéritiques	Marc Antoine Audet (Sama Resources)
15 h 35	Quelques contrôles sur les minéralisations de cobalt	Phil C. Thurston (Université Laurentienne), Shawna White et Frank Santaguida (First Cobalt)
16 h 05	Managem fête son 90e anniversaire dans le domaine de la valorisation de cobalt en Afrique	Mohammed Zouhair, Younes Halhal, Belkadir Yassine et Hassan Nabil (Managem)

8.2.3.4 Affiches géoscientifiques

Deux affiches géoscientifiques ont également été présentées par CONSOREM soit :

- 1) Sous-province d'Opatica : Nouveau territoire pour l'exploration minérale, Jérôme Lavoie
- 2) Comportement des éléments traces à l'approche des gisements d'or et de sulfures massifs volcanogènes : cas d'études en Abitibi, Dominique Genna



Affiches géoscientifiques CONSOREM | Québec Mines 2018.

1) Sous-province d'Opatica : Nouveau territoire pour l'exploration minérale

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

Résumé

La zone d'étude est localisée dans la Province de Supérieur et majoritairement localisée dans la Sous-Province d'Opatica. Trois ceintures majeures de roches volcano-sédimentaires y sont reconnues : (1) Frotet-Evans (2) Haute Eastmain et (3) Moyenne Eastmain (Némiscau). Une grande diversité géologique est observée avec la présence de nombreux indices et gîtes de métaux précieux, de métaux de base et de substances non-métalliques associés à une diversité de contextes métallogéniques. La majorité de ces corps minéralisés sont localisés au sein des métallotectes principaux que sont les ceintures majeures. En dehors de ces ceintures, le secteur est constitué d'assemblages métaplutoniques et l'information géologique y est fragmentaire. Ce secteur demeure donc immature en termes d'exploration.

Avec les données de la base de données géominières du Québec (SIGÉOM) et des levées aéromagnétiques à haute résolution disponibles, l'objectif était de valoriser le potentiel minéral de la zone d'étude. Pour ce, une méthodologie en trois étapes a été développée. La première étape fut l'interprétation de l'anisotropie ou du rubanement magnétique sur la totalité de la zone d'étude. La deuxième étape consistait à découper l'image du champ magnétique en domaines magnétiques présentant des textures uniformes. Ainsi six (6) textures magnétiques ont été définies: (i) la texture rubanée, (ii) la texture isotrope lisse (associée avec des zones de bas magnétisme), (iii) la texture isotrope chagrinée, (iv) la texture annulaire circulaire ou (v) elliptique, et (vi) la texture lobée. La troisième étape consistait à l'intégration des données du SIGÉOM à ces deux nouvelles couches d'informations pour produire une troisième couche portant sur l'interprétation des surfaces (polygones) des roches volcano-sédimentaires. Au total, 278 km² de surface d'interprétation de ces roches, avec un degré élevé de confiance de niveau 1 (c.-à-d. supporté par des stations d'observation), a ainsi pu être défini.

La réalisation du projet s'est faite par une approche pluridisciplinaire de compilation et de synthèse des données, ainsi que par une approche interprétative des données aéromagnétiques. Cette approche a abouti à deux principales contributions : (1) le développement d'une méthodologie de base pour la production de cartes géologiques prévisionnelles préliminaires à partir de trois couches d'information et (2) un ciblage de plusieurs zones d'intérêts avec un potentiel pour l'observation de ceintures de roches volcano-sédimentaires dans la Terra Incognita de la zone d'étude. La méthode a été testée en ciblant spécifiquement les roches volcano-sédimentaires mais pourrait très bien être appliquée à d'autres types de roches, dans différents contextes géologiques et ailleurs au Québec où l'information géologique est fragmentaire.

2) Comportement des éléments traces à l'approche des gisements d'or et de sulfures massifs volcanogènes : cas d'études en Abitibi

Par : Dominique Genna, CONSOREM-UQAC, Damien Gaboury, CONSOREM-UQAC et Réal Daigneault, CONSOREM-UQAC

Résumé

La reconnaissance d'halos géochimiques primaires est un outil important pour l'exploration minérale. Les éléments majeurs sont utilisés de manière routinière, mais l'utilisation des éléments traces reste encore marginale au Québec, malgré un fort potentiel. Ces éléments ne sont pas en proportion stœchiométriques dans les minéraux d'altération et leur concentration peut grandement varier lorsque l'on se rapproche de la minéralisation. Le potentiel pour développer des outils-vecteurs est donc réel. Ce projet CONSOREM visait à documenter le comportement des éléments traces dans les halos d'altération de deux styles de minéralisation en Abitibi: or orogénique et sulfures massifs volcanogènes (SMV). Au total, 230 échantillons, répartis sur 4 gisements (Lapa, Goldex, McLeod et B26) ont été récoltés et échantillonnés par une méthode « super traces » permettant de conserver les éléments volatils lors du processus de dissolution 4-acides précédant l'analyse ICP-MS. Cette affiche s'attarde sur le cas du SMV de McLeod.

Le SMV de McLeod est localisé dans le camp minier de Matagami. La stratégie d'échantillonnage visait l'étude de la variation des éléments traces dans l'encaissant : la rhyolite du Groupe de Watson. Les outils géochimiques historiques, basés sur les éléments majeurs et traces (indices d'altération et bilan de masse) permettent de détecter la zonalité classique que l'on retrouve dans les halos d'altération SMV: chlorite proximale et séricite distale. C'est réellement la détection du signal distal qui représente un enjeu pour l'exploration, puisque la zone à chlorite est limitée au mur immédiat de la minéralisation. Le défi réside dans le fait que cette altération distale est, à priori, identique visuellement et géochimiquement à une altération de fond marin de basse température qui n'est pas nécessairement associée à un système minéralisateur. C'est le cas à McLeod où la zone à séricite est détectée (BM Na_2O et Rb/Sr) jusqu'à 1000m, dans des roches visuellement fraîches. Cependant, les outils classiques, basés sur des éléments lithophiles, n'offrent aucune indication de fertilité. Les éléments semi-volatils (Sb, Tl, Sn, etc.) offrent une alternative. Plusieurs de ces éléments ont des comportements géochimiques ambivalents et peuvent se comporter comme des lithophiles ou des chalcophiles en fonction de la présence ou non de sulfures. Successivement, on identifie des enrichissements significatifs en Tl (1500m), W (1000m), Sn (750m) et Li, Sb (50m). Ce patron d'altération constitue un outil puissant pour non seulement vectoriser vers les zones minéralisées, mais aussi identifier la position d'un forage au sein d'un halo d'altération de grande envergure.

8.2.3.5 Réunions du CONSOREM dans le cadre du Québec Mines 2018

Le congrès Québec Mines est l'occasion pour le CONSOREM de réunir ses membres pour ses rencontres annuelles, notamment un de ses conseils d'administration et le comité de gestion scientifique.



Conseil d'administration de CONSOREM | jeudi 22 novembre 2018

De droite à gauche Jean-Sébastien David, (Ariane Phosphate), Pierre Bérubé (Abitibi Géophysique), Raynald Vincent (Alamos Gold), Claude Pilote (Ressources Falco), Normand Dupras (Glencore), Jean-Yves Labbé (MERN), Marco Gagnon (Probe Metals), Olivier Côté-Mantha (Agnico Eagle), Réal Daigneault (CONSOREM) Marie-Capucine Gilbert (MISA), Gino Roger (Exploration Midland) Michel Champagne (SIDEX), Claude Gilbert (UOAC) : Centre de droite à gauche : Yan Ducharme (SOQUEM), Pascal Simard (Minière Osisko), Stéphane Faure (InnovExplo), Stéphane de Souza (UOAM).

Le tableau 15 présente le déroulement du comité de gestion scientifique **qui vise à présenter l'avancement** des projets CONSOREM de la programmation scientifique (2018-2019).

Tableau 15 : Horaire de la réunion du comité de gestion scientifique de CONSOREM.

Heure	No. projet	Titre	Chercheur
8h30	--	Mot de bienvenue	Réal Daigneault
8h40	2018-02	Typologie des intrusions felsiques à intermédiaire pour l'exploration à l'Archéen	Morgane Gigoux
9h20	2018-01	Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés magnétiques, Phase II.	Jérôme Lavoie
10h00	2018-03	Définition des paramètres des enveloppes d'altération	Dominique Genna
11h00	2018-04	Optimisation des mailles de forages – Phase 3	Silvain Rafini
11h40	--	Le portail cartographique du CONSOREM	Mélanie Lambert
11h50	--	<i>LithoModeleur</i> , nouvelle version et support aux membres	Jean-Luc Cyr
13h30	2018-08	Méthodologie multidisciplinaire de création de cartes métamorphiques à différentes échelles	Morgane Gigoux
14h10	2018-05	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase 3 – Exploration pour l'or	Silvain Rafini
15h00	2018-06	Fertilité des horizons graphiteux intervalcaniques	Dominique Genna
15h40	2018-07	Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill	Jérôme Lavoie

8.2.4 Forum UQAM

Le Forum UQAM a eu lieu le 13 février 2019 sous le thème « **L'exploration à la Baie-James de puis Éléonore** ». Six **conférences ont été présentées. Afin de permettre à un plus grand nombre de participants d'assister au forum**, ce dernier a été webdiffusé. Le public a très bien répondu à cette proposition et plus de 100 personnes ont assistées sur place et 44 personnes ont assistées par webdiffusion.

Un atelier présenté par Abitibi Géophysique a été offert en avant-midi par Nadine Veillette. Les **règles d'or** pour le bon usage des outils géophysiques. Volet 1 : Comment choisir les bons outils? Quinze (15) personnes ont participé à cet atelier.

8.2.4.1 Atelier Abitibi Géophysique : **Règles d'or pour le bon usage des outils géophysiques** : Volet 1 : Comment choisir les bons outils?

Résumé de l'atelier donné par Nadine Veillette dans le cadre du Forum UQAM :

« **Lorsque les budgets sont minces, les géologues d'exploration ne sont pas très motivés à écouter les « vendeurs du temple** ». Quand les fonds sont disponibles, ce sont souvent des contraintes de temps qui les empêchent de bien réfléchir aux **méthodes et outils géophysiques à utiliser pour leurs travaux d'exploration**. Alors, ils optent pour faire la même chose que la dernière fois où ils choisissent de répéter ce que les précédents ont fait ou, encore pires, ils adoptent la « **saveur du mois** », la dernière méthode qui a mené à une découverte, même si les objectifs et le contexte de cette découverte sont totalement différents de leur projet.

La crise amorcée en 2012 nous a permis de prendre le temps de discuter avec nos clients et de développer **avec eux une approche en quatre étapes pour le choix d'une méthode d'exploration géophysique adaptée** au contexte et aux objectifs de chaque projet :

1. Obtention des propriétés physiques intrinsèques de la minéralisation type recherchée et des roches encaissantes, soit par :
 - a. Mesure en labo sur des échantillons;
 - b. Mesure in situ dans les trous de forage;
 - c. Modélisation de levés antérieurs;
 - d. Recherche dans la littérature.
2. Sélection de la ou des méthodes montrant un potentiel de réussite.
3. Mise à **l'essai sur le terrain et optimisation des paramètres de mesure**.
4. **Définition de l'étendue de la couverture requise pour explorer les zones à haut potentiel et** exécution.

Dans ce premier volet de Règles d'or pour l'usage des outils géophysiques, après une courte introduction sur les propriétés physiques, nous vous présenterons des exemples illustrant le succès de cette démarche. Ce premier cours intensif servira de base pour le volet 2016 qui traitera des « **Pièges à éviter lors de la commande et l'utilisation de la PP** ».



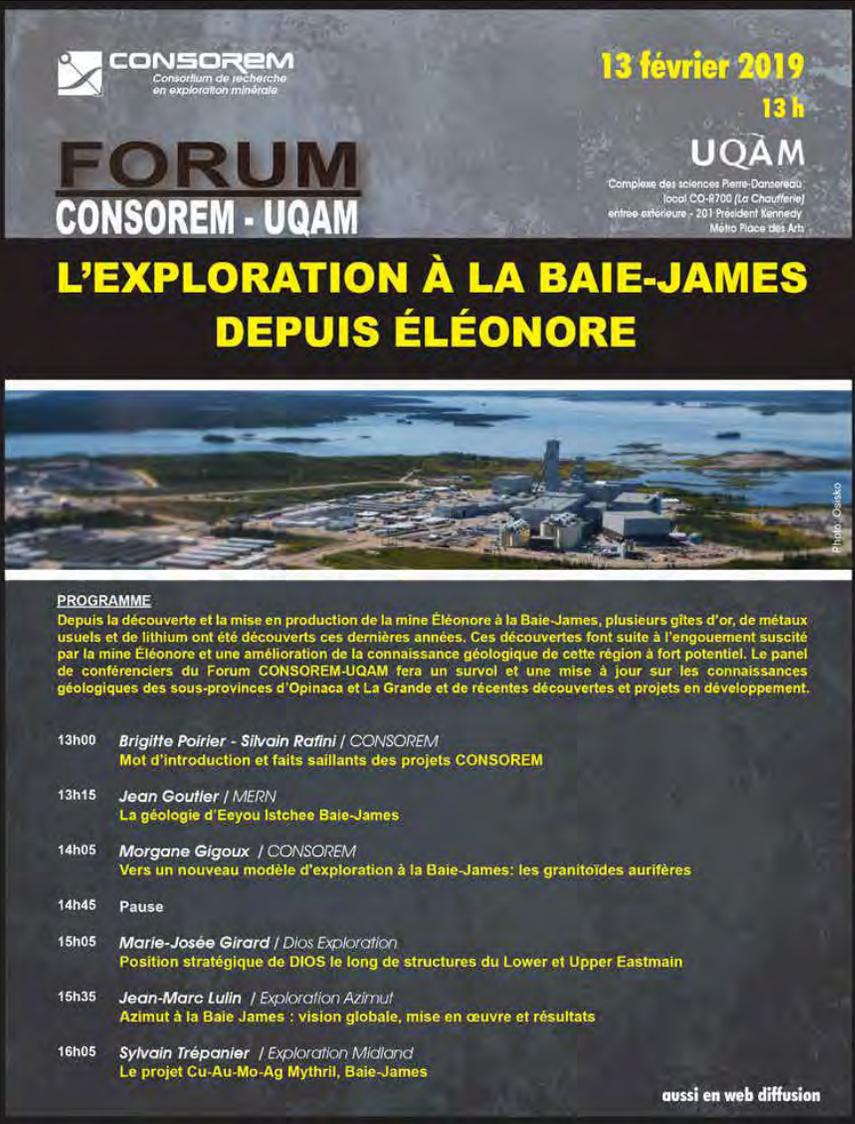
Figure 5 : Affiche promotionnelle de l'atelier



Conférenciers (ères) | Forum UQAM 2019
 Dominique Genna, Nadine Veillette et Jérôme Lavoie.

8.2.4.2 Thème Forum UOAM

Le thème l'exploration à la Baie-James depuis Éléonore se voulait de traiter de la découverte et de la mise en production de la mine Éléonore à la Baie-James dans laquelle plusieurs gîtes d'or, de métaux usuels et de lithium ont été découverts ces dernières années. Ces découvertes font suite à l'engouement suscité par la mine Éléonore et une amélioration de la connaissance géologique de cette région à fort potentiel. Le panel de conférenciers du Forum CONSOREM-UOAM a fait un survol et une mise à jour des connaissances géologiques des sous-provinces d'Opinaca et La Grande et des récentes découvertes et projets en développement. La figure suivante présente le programme du forum.



CONSOREM
Consortium de recherche
en exploration minière

13 février 2019
13 h

FORUM
CONSOREM - UOAM

UOAM
Complexe des sciences Pierre-Danreault,
local CC-4700 (La Chaufferie)
entrée extérieure - 201 Président Kennedy
Metro Place des Arts

**L'EXPLORATION À LA BAIE-JAMES
DEPUIS ÉLÉONORE**

PROGRAMME

Depuis la découverte et la mise en production de la mine Éléonore à la Baie-James, plusieurs gîtes d'or, de métaux usuels et de lithium ont été découverts ces dernières années. Ces découvertes font suite à l'engouement suscité par la mine Éléonore et une amélioration de la connaissance géologique de cette région à fort potentiel. Le panel de conférenciers du Forum CONSOREM-UOAM fera un survol et une mise à jour sur les connaissances géologiques des sous-provinces d'Opinaca et La Grande et de récentes découvertes et projets en développement.

13h00 **Brigitte Poirier - Silvain Rafini / CONSOREM**
Mot d'introduction et faits saillants des projets CONSOREM

13h15 **Jean Goutier / MERN**
La géologie d'Eyou Istchee Baie-James

14h05 **Morgane Gigoux / CONSOREM**
Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James: les granitoïdes aurifères

14h45 Pause

15h05 **Marie-Josée Girard / DIOS Exploration**
Position stratégique de DIOS le long de structures du Lower et Upper Eastmain

15h35 **Jean-Marc Lulin / Exploration Azimut**
Azimut à la Baie James : vision globale, mise en œuvre et résultats

16h05 **Sylvain Trépanier / Exploration Midland**
Le projet Cu-Au-Mo-Ag Mythril, Baie-James

aussi en web diffusion

Figure 6: Programme du Forum UOAM 2019.

8.2.5 L'Association canadienne des prospecteurs et entrepreneurs (PDAC), 3 au 6 mars 2019, Metro Toronto Convention Centre

Le CONSOREM est invité par le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) à participer au congrès du PDAC à Toronto afin d'y présenter ses réalisations. En effet, le CONSOREM fait partie de la vision stratégique du développement minier au 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 appliquées pour l'exploration.

Dominique Genna (Chercheur au CONSOREM), Jérôme Lavoie (Chercheur au CONSOREM) et Brigitte Poirier (Adjointe à la coordination) 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 2019
Dominique Genna, Brigitte Poirier et Jérôme Lavoie.

Tableau 16: Liste des principales rencontres réalisées dans le cadre de ce congrès.

RECONTRE	PERSONNES PRÉSENTES	OBJET DE LA RENCONTRE
MERN : Ministre Jonathan Julien	Brigitte Poirier	Présentation du CONSOREM
Eldorado Gold : Peter Lewis- Vice-président- Exploration Jacques Simoneau Directeur de l' exploration Est et Tim Baker – Géo scientifique en chef	Équipe CONSOREM sur place	Recrutement nouveau membres
Belo Mining : Stéphane Amireault, Président exploration	Équipe CONSOREM sur place	Recrutement nouveau membre
Dundee Precious Metal : Jules Riopel : Exploration manager;	Équipe CONSOREM sur place	Recrutement nouveau membre
Kintavar : Alain Cayer VP-Exploration :	Équipe CONSOREM sur place	Recrutement nouveau membre
Exploration Azimut : Jean-Marc Lulin, Directeur;	Équipe CONSOREM sur place	Recrutement nouveau membre
Mira Géosciences : Sébastien Hengsen;	Jérôme Lavoie et Brigitte Poirier	Recrutement nouveau membres
Vale Inco Limited : Enrick Tremblay, Manager Technical services;	Équipe CONSOREM sur place	Recrutement nouveau membre
Ressources Tarku : Benoit Lafrance, VP - Exploration et Julien Davy ,Président et chef de la direction;	Équipe CONSOREM sur place	Recrutement nouveau membre
Goldstar Minerals : Marc Battaglieri – Directeur de projet;	Équipe CONSOREM sur place	Recrutement nouveau membre
SIDEX, Isabelle Cadieux, Directrice aux investissements et Michel Champagne, Directeur Général.	Brigitte Poirier et Dominique Genna	Partenariat CONSOREM-SIDEX pour financement entreprises membres et non membre

8.3 Activités exécutives

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

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

Le tableau suivant dresse la liste des activités exécutives de l'année 2018-2019.

Tableau 17: Liste des activités exécutives.

DATE	ACTIVITÉ	NOMBRE DE PARTICIPANTS
Jeudi 17 mai 2018	19 ^e AGA des membres 56 ^e CA pour l'année 2017-2018 57 ^e CA pour le début de l'année 2017-2018	13/16 pour l'AGA et les deux CA, plus coordonnateur et secrétaire,
Mercredi 1 ^{er} août 2018	66 ^e réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	5/5, plus coordonnateur et secrétaire
Vendredi 7 septembre 2018	67 ^e réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	5/5, plus coordonnateur et secrétaire
Mardi 2 octobre 2018	68 ^e réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	4/5, plus coordonnateur et secrétaire
Jeudi 22 novembre 2018	58 ^e CA pour discuter des affaires financières en cours	17/18, plus coordonnateur et secrétaire
Vendredi 18 janvier 2019	69 ^e réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	5/6, plus coordonnateur et secrétaire
Vendredi 15 mars 2019	70 ^e réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	5/6, plus coordonnateur et secrétaire
Vendredi 12 avril 2019	71 ^e réunion du CE et suivi des activités par conférence téléphonique	5/6, plus coordonnateur et secrétaire



Membres du conseil d'administration de CONSOREM (AGA, 56^e et 57^e C.A.)

Claude Pilote, Ressources Falco, Normand Dupras, Glencore, Réal Daigneault, Coordonnateur, Jean-Yves Labbé (MERN), Nicole Gauthier, Ressources Sirios, Alain Tremblay (UQAM), Olivier-Côté Mantha (Agnico-Eagle), Mario Masson (Exploration Midland), Olivier Grondin (SOQUEM), Alain Beauséjour (Groupe MISA), Alain Carrier (InnovExplo), Jean-Sébastien David (Arianne Phosphate, Michel Champagne (Sidex).



9. Production scientifique et technique

Un ensemble de fichiers, Excel, fichiers de données cartographiques, données brutes, rapport, bibliographie et autres qui sont remis 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 2018-2019 du CONSOREM comprend :

- ♦ les livrables des projets 2018-2019 remis aux membres (tableau 18) ;
- ♦ des rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics (tableau 19);
- ♦ des résumés de projets rendus publics (tableau 20);
- ♦ des articles scientifiques (tableau 21);
- ♦ des conférences et des affiches scientifiques **d'intérêt général (tableau 22)**;
- ♦ des présentations publiques téléchargeables via le site WEB du CONSOREM (tableau 23);
- ♦ le bulletin annuel publié en mars 2018.

Tableau 18: Éléments de production par projet.

PROJET	PP	FICHIERS EXCEL ACCESS	ARCGIS	RAP	AUTRES	TOT
2018-01	3	1 Logiciel : MagnétoModeleur 1 Viewer GéoSoft	--	1	1 Bibliographie et articles scient.	7
2018-02	4	1 BD tableur (Moyen et al 2018) 1 BD Plutons TTG	--	1	1 Bibliographie et articles scient.	8
2018-03	4	--	--	1	1 Bibliographie et articles scient.	6
2018-04	2	7 tableurs de routine	--	1	1 Bibliographie et articles scient. 1 fichier Scripts Python 1 fichier logiciel SGeMS	13
2018-05	3	3 tableurs des résultats bruts 1 tableur résultats Pascalis 2 tableurs résultats Windfall 3 tableurs Hydro Final	--	1	1 Bibliographie et articles scient. 9 certificats d'analyse	23
2018-06	3	2 tableurs de données publiques	--	1	1 Bibliographie et articles scient. 1 tableur de cibles d'exploration	8
2018-07	3	1 tableur cibles d'exploration	1 carte pot. CuNi-Mag 1 BD cibles 1 GDB 10 lay files	1	1 Bibliographie et articles scient.	18
2018-08	4	Abitibi : 5 BD ; 2 liste ECH Australie: 1 BD 1 BD GAreCORD_App12_WRA 1 BD Mineral_data_analyses Goldex : 3 tableurs Lapa : 4 tableurs Pontiac : 4 tableurs analyses 1 tableur analys_Géoroc_Cs_Mica	--	1	1 Bibliographie et articles scient. Australie : 18 appendices 3 résumés 5 cartes terrain 1 affiche Eats Tilgran Craton 6 affiches Goscombe 5 présentations Goldex 31 photos car., 3 rap sond.	104
TOTAL	26	46	13	8	92	187

Tableau 19: Rapports techniques de projets libérés de la confidentialité et rendus publics.

PROJET	TITRE	AUTEUR
2017-01	Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution	Jérôme Lavoie
2017-03	Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James : Les granitoïdes aurifères	Morgane Gigoux
2017-04	Discrimination de l'altération potassique par les nouveaux outils portatifs d'analyse	Jérôme Lavoie
2017-05	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase 2	Silvain Rafini
2017-08	Discrimination des sulfures par la polarisation provoquée	Michel Allard

Tableau 20: 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	en cours
2018-02	Typologie des intrusions felsiques à intermédiaire pour l'exploration à l'Archéen	Morgane Gigoux	X	en cours
2018-03	Définition des paramétrages des enveloppes d'altération	Dominique Genna	X	en cours
2018-04	Optimisation des mailles de forages – Phase 3.	Silvain Rafini	X	en cours
2018-05	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase 3 – Exploration pour l'or	Silvain Rafini	X	en cours
2018-06	Fertilité des horizons graphiteux intervolcaniques	Dominique Genna	X	en cours
2018-07	Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill	Jérôme Lavoie	X	en cours
2018-08	Méthodologie multidisciplinaire de création de cartes métamorphiques à différentes échelles	Morgane Gigoux	X	en cours

Tableau 21 : Résumés et/ou rapport traduit en anglais.

PROJET	TITRE	RÉSUMÉ TRADUIT	RAPPORT TRADUIT
2016-01	Sous-Province de l'Opatica : Nouveau Territoire pour l'exploration minérale.	X	
2016-02	Optimisation des analyses des suites multiéléments ICP-MS pour l'exploration minérale – Phase II	X	
2016-03	Optimisation des mailles de forage pour les besoins du calcul des ressources	X	
2016-04	Empreinte d'altération dans la fosse du Labrador, études de cas des gîtes volcanogènes à CU + ZN + PB + AU + AG et filoniens à AU	X	
2016-05	Hydrogéochimie appliquée à l'exploration minérale Phase II : les eaux souterraines	X	
2016-06	Revue des dykes de lamprophyres et usage pour l'exploration	X	
2016-07	Intégration des méthodes géochimiques pour la quantification des altérations hydrothermales	X	
2017-01	Développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés aéromagnétiques de haute résolution	X	
2017-02	Reconnaissance des halos aurifères en exploration: Applications en Abitibi	X	
2017-03	Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James : Les granitoïdes aurifères	X	
2017-04	Discrimination de l'altération potassique par les nouveaux outils portatifs d'analyse	X	
2017-05	Hydrogéochimie souterraine appliquée à l'exploration minérale – Phase 2	X	X
2017-07	Intégration synthèse des SMV	X	
2017-08	Discrimination des sulfures par la polarisation provoquée	X	

Tableau 22: Publication d'articles scientifiques.

PUBLICATIONS	REVUES PAIRS
Guay, Francis, et al. "Early Gold-Bearing Quartz Veins within the Rivière-Héva Fault Zone, Abitibi Subprovince, Quebec, Canada." <i>Canadian Journal of Earth Sciences</i> , vol. 55, no. 10, 2018, pp. 1139–1157., doi:10.1139/cjes-2018-0029.	X
Genna D. and Gaboury D. (soumis) Use of semi-volatile metals as a new vectoring tool for VMS exploration: example of the McLeod mine, Abitibi, Canada. <i>Journal of Geochemical Exploration</i> .	X

Tableau 23: Conférences, affiches scientifiques et événements

TITRE	AUTEUR	DOCUM. TÉLÉCH. CONSOREM CA
16^e Forum technologique CONSOREM-Divex, mai 2017		
Mot d'ouverture : La recherche et l'innovation en exploration minérale	Réal Daigneault CONSOREM	X
Sous-province d'Opatca territoire négligé par l'exploration minérale?	Jérôme Lavoie CONSOREM	X
Le corridor Pascalis, Val d'Or Est, Québec	M. Gagnon / Vice-président exécutif - Probe Metals	
Reconnaissance optique des sulfures et d'oxydes en grains à l'aide d'une caméra multispectrale	Ludivine Mathieu Étudiante boursière - Divex	
Origine des zones de magnétite massive des gisements SMV du camp de Matagami, Abitibi : implications pour l'exploration	Dominique Genna CONSOREM	X
Identification des minéraux indicateurs par uXRF	Laurène-Marie Wavrant / Coord. -Divex	
Synthèse des travaux d'exploration à la Baie-James, de Virginia à Osisko	Vital Pearson – Géologue Sénior – Minière Osisko	
Les récentes avancées technologiques en géophysique d'exploration minière	Pierre Bérubé / Président – Abitibi Géophysique	
Le projet <i>Metal Earth</i> à Chibougamau	Lucie Mathieu / Chaire UQAC	
Géologie du gisement Horne 5, Abitibi, Québec	Alexandre Krunshnisky / Étudiant – INRS-ETE	X
Métallogénie du pluton East-Sullivan, Abitibi, Canada	Florent Bigot / Étudiant boursier - Divex	X
Hydrogéochimie Phase I	Silvain Rafini CONSOREM	X
Congrès Québec Mines 2018 Mardi 20 novembre - Le Québec, bleu cobalt : session de conférences		
Mot d'introduction	Michel Jébrak et Réal Daigneault	
Métallogénie du cobalt et potentiel au Québec	Michel Jébrak / UQAM, Sidex, Noémie Fayol (MT Mines Alès) et Isabelle Cadieux (SIDEX)	
Le cobalt dans le gisement Dumont, Abitibi	Alger St-Jean / RNC Minerals	
Le cobalt et le scandium dans les profils latéritiques	Marc Antoine Audet / Sama Resources	
Quelques contrôles sur les minéralisations de cobalt	Phil C. Thurston / Univ. Laurentienne, Shawna White et Frank Santaguida/First Cobalt	
Managem fête son 90e anniversaire dans le domaine de la valorisation de cobalt en Afrique	Mohammed Zouhair, Younes Halhal, Belkabir Yassine et Hassan Nabil (Managem)	
Affiches géoscientifiques dans le cadre de Québec Mines 2018		
Sous-province d'Opatca : Nouveau territoire pour l'exploration	Jérôme Lavoie / CONSOREM	
Comportement des éléments traces à l'approche des gisements d'or et de sulfures massifs volcanogènes	Dominique Genna et Réal Daigneault/CONSOREM	
Atelier géophysique (dans le cadre du Forum – UQAM)		
Règles d'or pour le bon usage des outils géophysiques Volet 1 : Comment choisir les bons outils?	Nadine Veillette / Abitibi Géophysique (membre CONSOREM)	X memb re
Forum UQAM 13 février 2018		
Mot d'introduction et faits saillants des projets CONSOREM	Brigitte Poirier et Silvain Rafini / CONSOREM	X
La géologie d'Eeyou Istchee Baie-James	Jean Goutier / MERN	X
Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James : les granitoïdes aurifères	Morgane Gigoux	X
Position stratégique de DIOS le long de structures du Lower et Upper Eatsmain	Marie-Josée Girard / Dios Exploration	X
Azimet à la Baie-James : vision globale, mise en oeuvre et résultats	Jean-Marc Lulin / Exploration Azimet	X
Le projet Cu-Au-Mo-Ag Mythril, Baie-James	Sylvain Trépanier / Exploration Midland	X
Arctic Geology Tromso, Norvege.		
Geochemical signatures of massive sulfides from VMS deposits: Implications for petrogenesis and exploration. Mineral resources in the Arctic, Tromso, Norway, 11th-13th June 2018.	Dominique Genna CONSOREM (Conférencier émérite)	X

10. Bulletin annuel du CONSOREM



MOT DU PRÉSIDENT



Partenaires, lecteurs, amis du CONSOREM, permettez-moi, pour ce bulletin, de consacrer mon billet pour remercier et faire valoir les états de services de notre ami et coordonnateur Réal Daigneault.

Réal a accepté de prendre, par intérim, le poste de vice-recteur enseignement, recherche et création à l'UQAC, ce qui veut donc dire qu'un nouveau coordonnateur sera bientôt en place pour poursuivre la mission. Rappelons, chers membres, que le CONSOREM est ce qu'il est aujourd'hui, soit un organisme qui touche des problématiques collées aux besoins de l'industrie et qui s'occupe du nécessaire transfert vers les utilisateurs. Depuis 18 ans, Réal a su donner une reconnaissance et une crédibilité au CONSOREM auprès des acteurs de notre industrie. En mon nom et celui du conseil d'administration, je te souhaite bonne chance Réal, dans tes nouvelles fonctions.

L'année 2018 a bien débuté au CONSOREM. Nous pouvons constater du degré d'avancement de notre programmation 2018 et remarquer que plusieurs activités de transfert, sous forme d'atelier, ont déjà eu lieu. De plus, le CONSOREM s'assure d'être présent dans les différents Forums et colloques miniers se tenant sur l'ensemble du territoire québécois. Notre association avec le Groupe MISA et SIDEX en 2017, laisse entrevoir un rôle beaucoup plus grand et déterminant pour l'avenir de CONSOREM. Comme souvent cela s'est produit par le passé, le CONSOREM doit renouveler ses partenariats financiers avec les paliers provinciaux et fédéraux d'ici la fin de l'année afin d'assurer la pérennité du CONSOREM pour mars 2019. Je suis persuadée que nous serons à nouveau créatifs pour sécuriser ce financement.

J'aimerais également remercier notre groupe de chercheurs qui font un excellent travail et souhaiter la bienvenue à notre nouvel employé Pierre-Luc Bilodeau qui agit à titre de technicien administratif pour le CONSOREM et au consultant Jean-Luc Cyr, programmeur informatique, qui travaille à nous préparer une nouvelle version améliorée de notre logiciel LithoModéleur.

Je vous invite à participer à notre prochain CA qui se tiendra dans le cadre du congrès Québec Mines, le jeudi le 22 novembre prochain où le bilan et le plan de match seront présentés. Je rappelle toujours que le CONSOREM poursuit sa mission de soutenir une exploration efficace qui permettra de trouver les mines de demain.

Bonne continuité à tous !

Jean-Sébastien David, géo.
Président du CONSOREM

Bienvenu à un nouveau membre de notre équipe!



Depuis juin dernier, un nouveau visage figure parmi les membres du CONSOREM.

En effet, il s'agit de **Pierre-Luc Bilodeau** notre technicien en administration, finissant de la dernière cohorte 2018 de l'UQAC en administration. Il aura notamment le mandat, au courant de la prochaine année, de s'occuper de la gestion des différents budgets du CONSOREM.

LithoModéleur en développement

par **Jean-Luc Cyr**, consultant en informatique et programmation

Le logiciel LithoModéleur aura sa nouvelle version améliorée. Le programmeur informatique Jean-Luc Cyr a été embauché par le CONSOREM afin d'évaluer et de solutionner les différentes problématiques de la version 3.7.0 du logiciel LithoModéleur. Il offre également un support technique aux membres du CONSOREM pour le logiciel. Il pourra s'impliquer dans le développement de nouvelles applications ainsi que dans la mise à jour et le développement d'outils pratiques pour nos autres logiciels. Jean-Luc possède plus de 25 années d'expérience dans le développement de logiciel et complète actuellement sa maîtrise en génie à l'UQAC dans le domaine de la sécurité informatique.



NOUVEAUX MEMBRES AU CONSOREM - 2018

Le CONSOREM est fier de compter parmi ses rangs deux nouveaux membres industriels qui apporteront une nouvelle vision au CONSOREM en matière de développement des projets de recherche dans les domaines de la géophysique et de l'exploration.



Abitibi Géophysique offre une gamme complète de services géophysiques au sol et en forage, d'application intelligente de la géophysique pour toutes les ressources minières pour l'acquisition, le traitement, la modélisation, l'inversion ainsi que l'interprétation.

Ressources Sirios a ses activités d'exploration à la Baie-James depuis plus de 20 ans (Eeyou Itshee), et est l'une des premières sociétés minières à y avoir mené des travaux. Au fil des années, cette entreprise a découvert un très grand nombre d'indices de métaux précieux dans ce secteur, notamment avec les projets Pontak, Golderak, Keoz et Amikap.

Le CONSOREM est également fier de compter parmi ces membres deux nouveaux membres collaboratifs.



Le Groupe MISA propose des filières d'expert qui s'orchestrent autour des enjeux et des préoccupations communes des entreprises minières en matière d'innovation. Le CONSOREM travaille à développer, pour la filière géoscience et forage, un projet d'innovation, soit la polarisation provoquée spectrale avec le consultant Michel Allard d'Inter Géophysique et Pierre Bérubé d'Abitibi Géophysique, ainsi que deux projets collaboratifs avec les chercheurs du CONSOREM : Vectorisation hydrogéochimique pour l'exploration et Traitement de l'énergie spectrale du champ magnétique - Phase 3 : applications pour l'exploration.

SIDEX a pour mission d'investir dans des entreprises engagées dans l'exploration minière au Québec afin d'encourager la relève et l'innovation. Le maillage avec le Groupe MISA et SIDEX pourrait amener plus loin les projets CONSOREM. Le Groupe MISA pourrait les amener jusqu'à la mise en marché et SIDEX via son programme, financerait les entreprises qui utilisent la technologie. entreprises qui utilisent la technologie.

Nouveau partenariat pour le projet de recherche nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés magnétiques

par **Jérôme Lavoie**, Ing. Et M. Sc. A., professionnel de recherche

Un nouveau partenariat pour la réalisation du projet 2018-01 portant sur le développement de nouvelles approches pour le traitement et l'interprétation géologique des levés magnétiques a été mis en place entre Michel Allard Ing. d'Inter Géophysique, Mikael Simard B. Ing. étudiant au doctorat en physique, ainsi que Jean-Luc Cyr Ing. d'ADN Informatique. Le projet est la continuité du projet 2017-01 qui a innové par le développement de deux nouvelles méthodologies semi-automatiques pour l'interprétation des levés aéromagnétiques, soit i) la classification de domaines magnétiques au moyen de la segmentation d'images et ii) la reconnaissance des crêtes magnétiques. La méthode a été développée sur un secteur cible localisé en majeure partie dans la portion ouest de la Sous-province d'Opatica. Suite aux résultats positifs du projet, une deuxième phase a été lancée, le projet 2018-01, qui propose de développer une application (EXE) pour traiter tous les types de levés magnétique à différentes échelles et une classification en domaines magnétiques. Le CONSOREM est très fier de s'affilier avec ces trois scientifiques pour le développement de ce nouvel outil qui permettra d'optimiser l'interprétation des données magnétiques.

REFFÉRENCE

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, 119 p.



CONSOREM

Actif depuis 2000

Rapport d'activité 2018-2019



consorem.ca

consorem.ca

LE BULLETIN

DU CONSOREM

Consortium de recherche en exploration minière



numéro 15

octobre 2018

PROJET DE RECHERCHE

Un projet générateur de cibles d'exploration : Vers un nouveau modèle d'exploration à la Baie-James, les granitoïdes aurifères

par Morgane Gigoux, Ph.D. géo., professionnelle de recherche



Ce projet, initialement intitulé « les granitoïdes aurifères de la Baie-James », est né de l'intérêt croissant des industriels à comprendre la récente découverte de minéralisations en or 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 tonalité 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 litho-géochimique 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 des 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 Lithomodelleur afin de s'affranchir de l'effet de l'altération. En termes d'exploration minière, l'intérêt de ces basses pressions de cristallisation est qu'elles peuvent indiquer une mise en place de système de type porphyrique à faibles profondeurs (< 8 km).

À l'aide des bilans de masses calculés et des minéraux normatifs caractéristiques de l'intrusion de Cheechoo, des échantillons cibles de granitoïdes (SIGEOM) ont pu être sélectionnés 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. Les résultats du projet permettent également de souligner l'importance des minéralisations aurifères associées aux intrusions sodiques à la Baie-James, et remettent au goût du jour la traque du métasomatisme sodique, qui pourrait être étendue en Abitibi.

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 68 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.

À SURVEILLER

Tableaux des activités CONSOREM à venir automne 2018 hiver 2019

DATE	ACTIVITÉ
18 octobre 2018	XPLOR 2018
19 novembre 2018	Québec Mines 2018 : Formation nouvelles approches en exploration minière (projets CONSOREM 2017)
20 novembre 2018	Québec Mines 2018 : Le Québec, bleu cobalt Réal Daigneault et Michel Jébrak
22 novembre 2018	Conseil d'administration (CA)
23 novembre 2018	Comité de gestion scientifique (CGS)
14 février 2019	Forum UQAM
Février 2018	Tournée de programmation scientifique 2019-2020
29 mars 2019	Livraison des projets 2018

ACTIVITÉ DE TRANSFERT

a) Excursion géologique en Abitibi – Abitibi Explo 2018

L'excursion géologique organisée par CONSOREM, dans le cadre d'Abitibi Explo 2018 a été un succès. Une trentaine de personnes de diverses entreprises d'exploration y ont pris part. L'excursion géologique a permis de voir une série d'affleurements de la région qui ont permis d'apprécier une diversité de phénomènes liés au volcanisme, aux déformations et aux minéralisations. Parmi les arrêts notons : 1) Brèche de Dubuisson, 2) Décapage de la Faille Manneville Sud, 3) Conglomérat de la Fm Fiedmont 4) Décapage Vénus; 5) Coussins renversés de la Faille Manneville secteur Québec-Lithium; 6) Décapage Pascal (Probe Metals). Merci à Réal Daigneault pour ce bel itinéraire d'excursion géologique!



b) Forum technologique 2018

La 16^e Forum technologique CONSOREM-DIVEX s'est tenue à l'hôtel le Forestal de Val-d'Or le 29 mai 2018, dans le cadre d'Explo Abitibi 2018. L'activité a permis de rassembler plus de 240 personnes de la communauté géoscientifique, dont douze conférenciers qui ont offert des prestations exceptionnelles permettant d'informer la communauté sur les différents projets actifs en exploration minière et sur les développements récents en recherche liée à l'exploration minière.

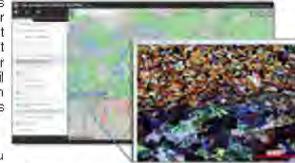
LES NOUVEAUTÉS DU PORTAIL CARTOGRAPHIQUE DU CONSOREM

par Mélanie Lambert, Ing. jr., professionnelle de recherche



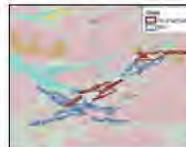
De nouvelles couches d'information sont maintenant disponibles sur le portail cartographique du CONSOREM.

La localisation ainsi que tous les détails sur les échantillons du socle rocheux recueillis dans le cadre du projet CONSOREM 2013-03 se retrouvent maintenant sur le portail cartographique. Ce projet avait donné naissance à une toute nouvelle carte métamorphique synthèse à l'échelle de la Sous-province archéenne de l'Abitibi, carte qui est d'ailleurs diffusée depuis un an sur le portail. De plus, les photos des lames minces produites à partir des échantillons recueillis ont été géolocalisées et peuvent être consultées directement sur le portail. Pour les visualiser, il suffit de cliquer sur l'échantillon et ensuite sur Plus d'info dans la fenêtre contextuelle.



Photographies de lames minces du projet CONSOREM 2013-03, maintenant géolocalisées et disponible sur le portail cartographique du CONSOREM.

Les cibles identifiées au cours des projets CONSOREM de cartographie géologique de certains secteurs dans la Sous-province géologique de l'Abitibi (Camp Lebel, Détour, Taschereau-Amos-Senneterre etc.) sont maintenant présentes sur le portail cartographique.



Les données diffusées sur le portail cartographique du CONSOREM sont des données interprétées par les chercheurs du CONSOREM et libérées de la confidentialité. La plupart des couches d'information sont téléchargeables en format numérique directement à partir du portail cartographique.

Cibles d'exploration identifiées dans le secteur Camp Lebel dans la Sous-province géologique de l'Abitibi

Portail cartographique du CONSOREM à consulter en ligne:

consorem.ca

Suivez-nous sur:



consorem.ca



Actif depuis 2000

MINIÈRE OSISKO - FALCO RESOURCES - AGNICO EAGLE - MIDLAND EXPLORATION - PROBE METALS - SOQUEM
ARLANNÉ PHOSPHATE - SIRIOS - ABITIBI GÉOPHYSIQUE - INNOMEXPL - ALAMOS GOLD - GLENCORE - MISA - SIDEX
UQAC - UQAM - URSTHMQAT - MERN - SDPL - DEC



CONSOREM

Actif depuis 2000

Rapport d'activité 2018-2019



consorem.ca

consorem.ca

LE BULLETIN

DU **CONSOREM**

Consortium de recherche en exploration minière



numéro 15

octobre 2018

PROJET DE RECHERCHE

Une troisième phase pour le projet d'hydrogéochimie des eaux souterraines

par *Silvain Rafini, Ph.D. géo., professionnel de recherche*



La géochimie de l'eau souterraine connaît actuellement un essor international important en exploration minière. Au contact prolongé d'un corps métallifère, l'eau souterraine du roc fracturé acquiert une composition géochimie anormale qui se disperse dans l'aquifère. La détection de ces empreintes secondaires constitue potentiellement un bon outil d'exploration, notamment pour la recherche de nouvelles zones sur des propriétés disposant déjà d'une couverture de forage. Plus spécifiquement, elle présente un intérêt majeur en exploration profonde et dans des régions à couverture transportée. Cette méthode est utilisée en Australie pour de la prospection régionale, et, au Nevada, certaines compagnies d'exploration aurifère s'en sont fait une spécialité et une stratégie de vente. Le potentiel de cette méthode dans les contextes du territoire québécois n'avait jamais été testé.

Le CONSOREM a donc été mandaté en 2016 et 2017 pour réaliser deux projets de recherche sur ce sujet, à l'occasion desquels deux campagnes d'échantillonnage d'eau profonde ont été réalisées sur des sites tests, à proximité de minéralisations volcanogènes zincifères caractérisées, dans le camp de Matagami (Abitibi). Ces études ont établi que cette méthode permet de tracer très efficacement les corps de sulfures massifs enfouis à forte profondeur dans le roc, et sous une couverture glaciaire très épaisse. L'empreinte interceptée à toutes les profondeurs présente un enrichissement très marqué en plusieurs éléments solubles associés à la minéralisation. Cette empreinte se fractionne verticalement et horizontalement. La minéralisation est détectée jusqu'à des profondeurs dépassant le kilomètre, l'enrichissement en Zn est plus marqué en profondeur qu'en surface (facteurs d'enrichissement respectif 500 et 30); ceci est vraisemblablement relié à la durée prolongée des échanges eau-roche en profondeur et une plus faible dilution par les eaux de recharge. La méthode revêt donc un intérêt décisif pour l'exploration profonde. Enfin, un intérêt particulier a été porté sur le développement expérimental de la méthode, des protocoles opératoires ont été élaborés pour l'échantillonnage d'eau très profonde en contexte d'exploration nordique.

L'exploration aurifère dans la province du Supérieur est une tâche particulièrement complexe en raison de l'empreinte extrêmement restreinte de ces gîtes, tant géochimique (empreintes primaires et secondaires) que géophysique. Dans ce contexte, il apparaissait extrêmement pertinent de tester la méthode hydrogéochimique dans un environnement métallogénique aurifère : c'est le mandat du projet en cours (phase III). Cette fois encore, la méthodologie choisie consiste à réaliser un levé expérimental dans l'environnement immédiat d'un gîte aurifère connu.

Le gîte Windfall a été retenu, et le levé aura lieu en octobre 2018. Il sera opéré par le chercheur, avec un support logistique substantiel de la part de la compagnie possédant la concession. Les analyses seront de qualité ultra-trace (limite détection Au 2 ppt). Les questions auxquelles ce levé tentera de répondre sont les suivantes : est-ce que les gîtes aurifères ont une empreinte dans l'eau souterraine dans les contextes hydrogéologiques québécois ? Quelles sont les propriétés de cette empreinte (composition, dimensions) ? Est-elle détectable à forte profondeur ? Comment est-elle impactée par les facteurs hydrogéologiques ?



Actif depuis 2000

MINIÈRE OSSISKO - FAJCO RESOURCES - AGNICO BAGLE - MIDLAND EXPLORATION - PRIBEE METALS - SOQUEM
ARAXINE PHOSPHATE - SIRIO - ABITIBI GÉOPHYSIQUE - INNOVEX PLO - ALA MOR GOLD - GLENORE - MISA - SIBEX
LOAC - LOAM - LUSTIMLOAT - MERN - SIDL - DEO



11. Outils CONSOREM

Les outils technologiques 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 permettent l'intégration, la comparaison et l'analyse d'un ensemble de données spécifiques afin d'évaluer le potentiel minéral d'une région donnée;
- ♦ 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 2018-2019 auront permis d'établir :

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

Tableau 24: Description des outils développés au CONSOREM pour l'année 2018-2019.

PROJET	DESCRIPTION DE L'OUTIL	OM	OAI	OC
2018-01	Outil pour l'aide à l'interprétation automatique et interactive des levés magnétiques, par la définition de domaines magnétiques, à partir de l'énergie spectrale fréquentielle et directionnelle et des statistiques de l'intensité magnétique.		X	
2018-01	Outil logiciel innovateur et unique pour la classification de domaines magnétiques.	X		
2018-02	Nouvelle approche de classification et de discrimination des plutons par le calcul des pressions de cristallisation des plutons TTG (Yang, 2017) qui permet d'établir une relation entre la profondeur de la source et de la cristallisation des plutons en fonction de la géochronologie.	X		
2018-03	Typologie permettant de définir les enveloppes d'altération des systèmes VMS Paramétrage des enveloppes d'altération; maille optimale pour l'échantillonnage lors de levés régionaux; Première compilation de la dimension des halos d'altération SMV en Abitibi.	X		
2018-04	Documentation rigoureuse des aptitudes et inaptitudes des simulations conditionnelles séquentielles gaussiennes pour la caractérisation des ressources aurifères et des limites rigoureuses encadrant la quantification objective de l'incertitude par ces méthodes	X		
2018-05	Outil permettant d'évaluer le potentiel de l'hydrogéochimie souterraine pour l'exploration aurifère dans 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		
2018-06	Méthodologie pour caractériser la fertilité des horizons graphiteux malgré la présence de sulfures stériles (pyrite-pyrrhotite).	X		
2018-06	Outil géochimique (indice SMV_graphite) qui permet de vectoriser vers les événements hydrothermaux			X
2018-07	Nouveaux guides pour l'exploration de gisements de type Ni-Cu-Co ± EGP magmatique dans la Province de Churchill			X
2018-08	Utilisation des éléments traces (autres que les volatils) pour caractériser le métamorphisme : première phase d'investigation et de faisabilité de la méthode	X		



12. Ciblage pour l'exploration

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

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

La dimension des cibles est décrite comme suit :

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

Deux projets ont généré des cibles, soit le projet 2018-06 avec 79 cibles et le projet 2018-07 qui a avec 276 cibles. Le tableau suivant présente la classification des cibles selon leur niveau, leur échelle et leur priorité.

Tableau 25 : Cibles générées par les projets 2018-06 et 2018-07.

PROJET	N	NIV.	ÉCH.	PRIOR.	SUBST.	DESCRIPTION
2018-06	30	1	Locale	1	Métaux de base (Zn-Cu)	Secteur Régional Kidd Creek - Timmins (Ontario)
2018-06	50	1	Zonale	2	Métaux de base (Zn-Cu)	Secteur Régional Kidd Creek - Timmins (Ontario)
2018-07	10	1	Locale	1	Ni-Cu-Co ± EGP magmatique	Cible correspondant à 85% et plus des valeurs de la carte de potentiel
2018-07	3	1	Zonale	1	Ni-Cu-Co ± EGP magmatique	Cible correspondant à 85% et plus des valeurs de la carte de potentiel
2018-07	79	1	Locale	1	Ni-Cu-Co ± EGP magmatique	Cible correspondant aux valeurs de la carte de potentiel entre 75% et 85%
2018-07	11	1	Zonale	1	Ni-Cu-Co ± EGP magmatique	Cible correspondant aux valeurs de la carte de potentiel entre 75% et 85%
2018-07	25	1	Locale	2	Ni-Cu-Co ± EGP magmatique	Cible correspondant aux valeurs de la carte de potentiel entre 75% et 85%
2018-07	7	1	Zonale	2	Ni-Cu-Co ± EGP magmatique	Cible correspondant aux valeurs de la carte de potentiel entre 75% et 85%
2018-07	88	1	Locale	1	Ni-Cu-Co ± EGP magmatique	Cible correspondant aux valeurs de la carte de potentiel entre 70% et 75%.
2018-07	12	1	Zonale	1	Ni-Cu-Co ± EGP magmatique	Cible correspondant aux valeurs de la carte de potentiel entre 70% et 75%.
2018-07	34	1	Locale	2	Ni-Cu-Co ± EGP magmatique	Cible correspondant aux valeurs de la carte de potentiel entre 70% et 75%.
2018-07	7	1	Zonale	2	Ni-Cu-Co ± EGP magmatique	Cible correspondant aux valeurs de la carte de potentiel entre 70% et 75%.

13. Évaluation des projets

La faisabilité des projets a été présentée aux membres du comité de gestion scientifique réunis à Val-d'Or le 23 mai 2017. **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 | 5-Intérêt général pour le projet.

Tableau 26 : Évaluation de la faisabilité des projets 2018-2019.

PROJET	TITRE PROJET	CRITÈRES					TOTAL	NB. ÉVAL.
		1	2	3	4	5		
2018-01	Outil d'aide à l'interprétation géologique des levés magnétiques	62	75	63	60	74	67	13
2018-02	Typologie intrusions felsiques à intermédiaire l'exploration l'Archéen	65	69	71	75	72	70	13
2018-03	Définition paramétrages des enveloppes d'altération	82	65	63	71	77	71	13
2018-04	Optimisation des mailles de forages – Phase 3	72	74	69	65	77	71	13
2018-05	Hydrogéochimie – phase 3	82	91	72	83	89	83	13
2018-06	Fertilité des horizons graphiteux intervalcaniques	71	71	74	71	75	72	13
2018-07	Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill	78	55	71	71	69	69	13
2018-08	Cartes métamorphiques à différentes échelles	66	72	51	69	71	66	13
MOYENNE		72	72	67	71	76	71	13

Les résultats des projets CONSOREM ont été livrés et présentés aux membres le mardi 28 mars 2017 à Saguenay. À cette occasion, les membres ont évalué les résultats pour chacun des projets selon cinq critères (tableau 27) : 1-Résultats pratiques pour l'exploration | 2-Composante recherche & innovation | 3-Rencontre des objectifs | 4-Réponse par rapport aux attentes | 5-Qualité des résultats.

Tableau 27: Évaluation des résultats des projets 2018-2019.

PROJET	TITRE PROJET	CRITÈRES					TOTAL	NB. ÉVAL.
		1	2	3	4	5		
2018-01	Outil d'aide à l'interprétation géologique des levés magnétiques	82	95	82	91	86	87	13
2018-02	Typologie intrusions felsiques à intermédiaire l'exploration l'Archéen	71	92	83	85	88	84	13
2018-03	Définition paramétra-ges des enveloppes d'altération	79	74	77	72	79	76	13
2018-04	Optimisation des mailles de forages – Phase 3	46	79	62	66	80	67	13
2018-05	Hydrogéochimie – phase 3	82	93	83	87	89	87	13
2018-06	Fertilité des horizons graphiteux intervalcaniques	82	71	83	84	83	81	13
2018-07	Potentiel métallogénique au sein de la Province de Churchill	92	69	85	80	84	82	13
2018-08	Cartes métamorphiques à différentes échelles	50	77	63	64	80	67	13
MOYENNE		73	81	77	77	84	79	13

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 varient entre 66 à 83% (graphique ci-bas).

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 entre 67 à 87%.

Dans la presque majorité des cas, l'ensemble des résultats de la livraison dépassent l'évaluation de la faisabilité ce qui indique que les membres sont satisfaits en général des résultats livrés pour les projets.

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

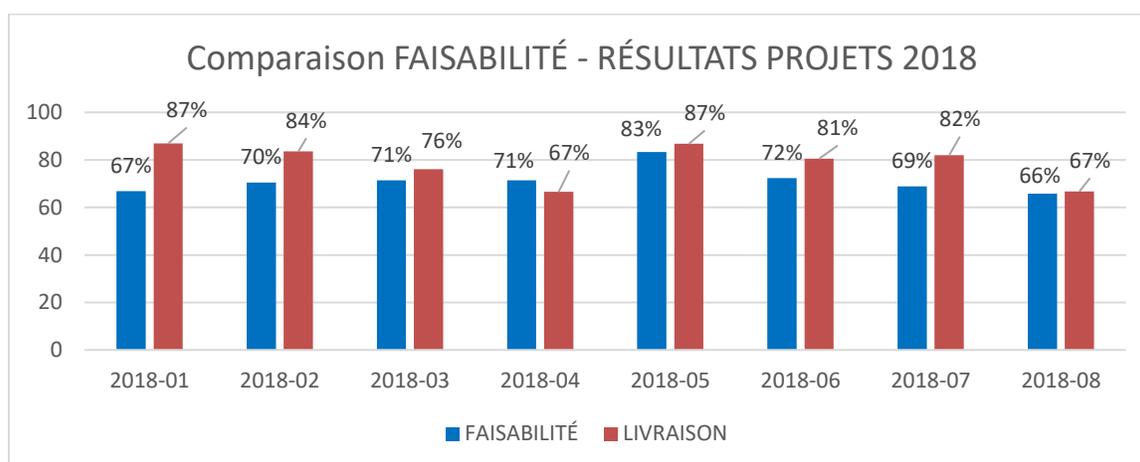


Figure 7: Comparaison des évaluations des projets | faisabilité versus livraison.