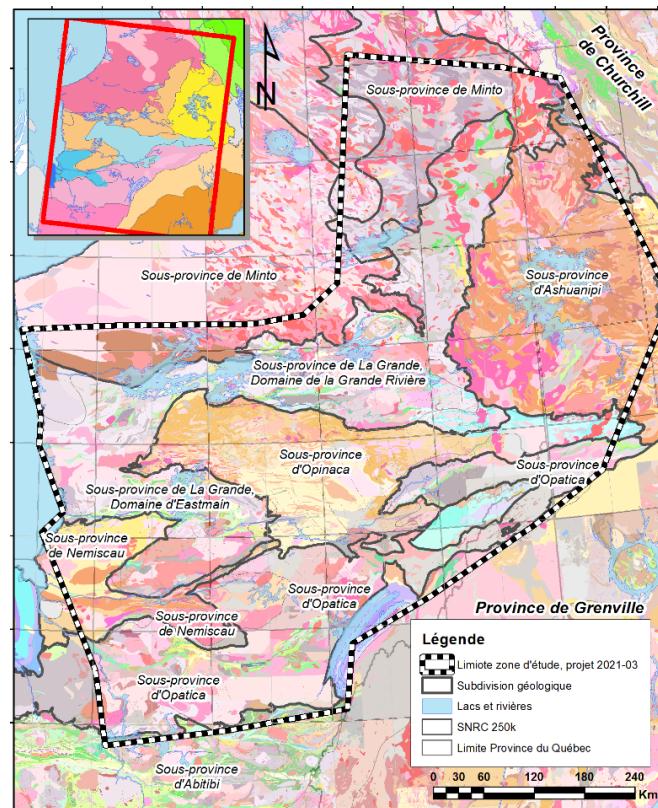


consorem

CONSORTIUM DE RECHERCHE EN EXPLORATION MINÉRALE

Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James Phases 1 et 2 – Rapport D

Jérôme Lavoie, ing., M. Sc. A.
Sylvain Trépanier, géo., M. Sc. A.
Jean Goutier, géo., M. Sc.
Mélanie Lambert, ing., M. Sc. A.



Projets 2020/21-03

Avertissement

Ce document présente certains résultats des travaux de recherche du CONSOREM (Consortium de Recherche en Exploration minérale) rendus publics au bénéfice de l'ensemble de la communauté géoscientifique, ceci après la période de confidentialité prévue aux règlements généraux du CONSOREM.

Bien que ce document ait subi un processus d'évaluation interne, des erreurs ou omissions peuvent s'y retrouver et seul CONSOREM en assume la responsabilité.

Le contenu du document demeure la propriété de son auteur et du CONSOREM et peut être reproduit en totalité ou en partie à des fins non commerciales en citant la référence suivante :

Lavoie, J., Trépanier, S., Goutier, J. et Lambert, M. (2022). Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James – PHASE I et II, Rapport D – Métallogénie et synthèse finale. Rapport, projets CONSOREM 2020-03 et 2021-03, 38 pages.

Toutefois, la reproduction multiple de ce document, en tout ou en partie, pour diffusion à des fins commerciales est interdite, sauf avec la permission écrite de CONSOREM.



Université du Québec à Chicoutimi
555, boulevard de l'Université
Chicoutimi, QC, G7H 2B1
Tél. : (418) 545-5011 poste 5634

Courriel : consorem@uqac.ca

Site Web: www.consorem.ca



Résumé

Depuis Albert P. Low et les équipes de la Commission géologique du Canada, de 1884 à 1905, de nombreux prospecteurs et géologues ont sillonné et ont exploré le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. Plusieurs phases d'explorations ont mené à la découverte de nombreux corps minéralisés, de quelques gîtes et de cinq gisements (gisement de cuivre Icon – découvert en 1965, production de 1967 à 1976; gisement d'or Eastmain – découvert en 1970, production de 1994 à 1995; gisement cupro-aurifère de Troilus – découvert en 1987, production de 1997 à 2009; gisement de diamant Renard – découvert en 2001, production de 2016 à 2020; et gisement d'or Roberto (mine Éléonore) – découvert en 2003, production de 2014 à ce jour). Malgré les nombreux travaux géoscientifiques effectués sur les indices minéralisés, la compréhension de ces minéralisations demeure souvent superficielle et fragmentaire. Les nouvelles découvertes des dernières années (p. ex. la zone Roberto à la mine Éléonore, le gîte de Cheechoo, les indices Mythril, Patwon) et les compilations et études synthèses produites (p. ex. Gauthier, 2000; Moukhsil *et al.*, 2003; 2007; Gauthier *et al.*, 2007; Bandyayera *et al.*, 2010; Parent, 2011; Goutier, 2019; Goutier et Côté-Roberge, 2019) ont grandement aidé à la compréhension du territoire et à l'acquisition de connaissance géoscientifique, et ont stimulé l'exploration minérale. Mais aucune étude récente n'a englobé la totalité du territoire. Pour maximiser les chances de découverte, il est également impératif d'avoir un portrait géologique complet d'un territoire. L'état des connaissances est mûr pour envisager une grande synthèse du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James.

L'objectif principal du projet, s'étalant sur deux phases, a été de produire une intégration synthèse métallogénique, géochronologique, métamorphique et structurale de la zone d'étude. Cette intégration synthèse permettra d'avoir une meilleure connaissance géologique et métallogénique du territoire, aidera à proposer de nouvelles interprétations et permettra de développer de nouvelles stratégies pour l'exploration et de cibler de nouveaux secteurs d'exploration minérale. La méthodologie employée dans le cadre de ce projet se résume en quelques points :

- Revue des principaux corps minéralisés en or et en métaux usuels travaillés avec une description détaillée, le tout intégré dans 10 formulaires thématiques d'une base de données spatiale relationnelle, spécifiquement élaborée pour le projet.
- Compilation des datations U-Pb et intégration dans la couche des polygones géologiques du SIGÉOM.
- Compilation des différents assemblages minéralogiques du métamorphisme avec délimitation des isogrades métamorphiques.
- Synthèse structurale par compilation des différentes phases de déformation et révision des failles, des zones de cisaillement (retracage et identification du type de mouvement, identification de l'ordre d'importance, etc.) et des grands plis.
- Synthèse métallogénique par définition des époques et des provinces métallogéniques à partir des résultats générés dans les points précédents.

Le projet s'est déroulé en deux phases, dans le cadre de deux projets CONSOREM : 1) la phase 1 (projet 2020-03) et la phase 2 (projet 2021-03). Les résultats de ces deux phases sont présentés dans un rapport final. Ce rapport final est divisé en quatre parties (A, B, C et D). La partie A porte sur la structure de la base de données et présente les résultats de la compilation des différents gisements, gîtes et indices sélectionnés dans le cadre de cette étude. La partie B porte sur la synthèse géochronologique et l'intégration des résultats à la base de données du projet ainsi qu'à la couche des polygones géologiques provenant de la base de données du SIGÉOM. La partie C décrit la portion de la synthèse portant sur la structure et le métamorphisme. Finalement, la dernière partie (D) détaille la métallogénie de la zone d'étude en intégrant les résultats des parties A à C.



Le premier rapport A présente les résultats suivants :

- 1) Description détaillée de 30 corps minéralisés, intégrée dans la base de données spatiale relationnelle et dans un document texte en format PDF.
- 2) Tableau synthèse, en 12 points clés, résumant les 30 descriptions détaillées.
- 3) Résumé de quelques observations tirées de la description des corps minéralisés.
- 4) Élaboration de cartes thématiques du Domaine d'Eastmain (8 cartes 1/250 000 - SNRC 33B et 33C, et 4 cartes format Lettre) ayant deux thématiques : 1) la métallogénie, c.-à-d. la taille, la direction, la forme et le groupe métallogénique des corps minéralisés; et 2) la lithologie encaissante des corps minéralisés.

Le rapport B présente les résultats suivants :

- 1) Compilation de 682 datations géochronologiques U-Pb, vérifiées et révisées, provenant de la base de données du SIGÉOM et de plusieurs études, et intégrées dans la base de données spatiale relationnelle.
- 2) Intégration géochronologique de la carte géologique du SIGÉOM (supplément géochronologique des différentes unités compilées) par type d'analyse (hérité, métamorphique, volcanique, intrusif et détritique) et divisée en épisodes volcaniques, intrusifs, sédimentaires et métamorphiques.
- 3) Synthèse géochronologique et métamorphique.

Le rapport C présente les résultats suivants :

- 1) Synthèse des différentes phases de déformation en relation avec le métamorphisme et la minéralisation.
- 2) Identification, réinterprétation partielle et hiérarchisation des principaux réseaux de failles, des principales zones de cisaillement et des grands plissemens.

Finalement, le rapport D présente les résultats suivants :

- 1) Synthèse métallogénique.
- 2) Intégration finale des résultats des rapports A, B et C.

Les apports scientifiques de ce projet sont énormes incluant : i) le lègue d'une structure de base de données relationnelle très performante intégrée dans un formulaire Microsoft Access pouvant être utilisé dans de nombreux contextes métallogéniques et ailleurs sur le territoire de la province de Québec; ii) une puissante base de données détaillée d'environ 300 corps minéralisés du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James (description provenant des deux projets CONCOREM 2020-03 et 2021-03 et de la base de données du SIGÉOM) et intégrés dans la structure de base de données relationnelle; iii) la bonification significative des analyses géochronologiques qui étaient disponibles dans le SIGÉOM et la littérature scientifique (682 datations); iv) l'intégration de ces analyses géochronologiques dans la carte géologique du SIGÉOM (couche spatiale lithogéochronologique); v) l'amélioration des connaissances métamorphiques de la zone d'étude par le raffinement des isogrades métamorphiques connus; vi) une meilleure connaissance des principaux évènements de déformation; vii) la définition de nouveaux épisodes métallogéniques et de nouvelles provinces métallogéniques; et finalement viii) de nouvelles cartes thématiques du Domaine d'Eastmain de la Sous-province de La Grande. Ce projet, étalé sur deux phases, représente les fondations qui pourront amener des discussions et générer de nouvelles idées dans le cadre de futures études. Ce n'est pas la fin de ces deux phases, mais plutôt le début d'une autre phase portant sur ce vaste territoire qui constitue, encore aujourd'hui, une nouvelle frontière pour l'exploration minérale. Cette synthèse a permis de remplir les objectifs fixés au début, soit d'avoir



une meilleure compréhension géologique de ce territoire afin de développer de nouvelles stratégies d'exploration dans l'optique de cibler de nouveaux secteurs pour l'exploration minérale.

Summary

Since Albert P. Low and the teams from the Geological Survey of Canada, from 1884 to 1905, numerous prospectors and geologists have travelled and explored the territory of Eeyou Istchee James Bay. Several phases of exploration led to the discovery of numerous mineralized bodies, a few occurrences and five deposits (Icon copper deposit – discovered in 1965, in production from 1967 to 1976; Eastmain gold deposit – discovered in 1970, in production from 1994 to 1995; Troilus copper-gold deposit – discovered in 1987, in production from 1997 to 2009; Renard diamond deposit – discovered in 2001, in production from 2016 to 2020; and Roberto gold deposit (Éléonore mine) – discovered in 2003, in production since 2014). Despite extensive geoscientific work on mineralized showings, the understanding of the mineralization often remains superficial and piecemeal. New discoveries in recent years (e.g., the Roberto zone at the Éléonore mine, the Cheechoo deposit, the Mythril and Patwon showings) and the compilations and synthesis studies produced (e.g., Gauthier, 2000; Moukhsil et al., 2003; 2007; Gauthier et al., 2007; Bandyayera et al., 2010; Parent, 2011; Goutier, 2019; Goutier and Côté-Roberge, 2019) have greatly contributed to our understanding of the territory and the acquisition of geoscientific knowledge, and have stimulated mineral exploration. However, no recent study has covered the entire territory. To maximize the chances of discovery, it is also imperative to have a complete geological picture of a territory. The state of knowledge was ripe for a major synthesis of the Eeyou Istchee James Bay Territory.

The main objective of the two-phase project was to produce a metallogenetic, geochronological, metamorphic and structural synthesis of the study area. This integrated synthesis will provide a better geological and metallogenetic understanding of the territory, help propose new interpretations, and enable the development of new exploration strategies and the targeting of new mineral exploration areas. The methodology used in this project can be summarized in a few points:

- Review of the main bodies mineralized in gold and base metals that have been mined, with detailed description, and integration of all information into 10 thematic forms in a relational spatial database specifically developed for the project.
- Compilation of U-Pb ages and integration of the information to the geological polygon layer of the SIGÉOM (geo-mining information system).
- Compilation of metamorphic mineralogical assemblages and delineation of isogrades.
- Structural synthesis by compiling the different deformation phases in correlation with the various metamorphic and metallogenetic events from the Paleoarchean to the Cambrian.
- Metallogenetic synthesis by defining metallogenetic epochs and provinces based on the results generated from the previous points.

The project was carried out in two phases, as part of two CONSOREM projects: 1) phase 1 (project 2020-03) and phase 2 (project 2021-03). The results of these two phases are presented in a final report. This final report is divided into four parts (A, B, C and D). Part A focuses on the structure of the database and presents the results of the compilation of the various deposits, occurrences and showings selected for this study. Part B focuses on the geochronological synthesis and the integration of the results into the project database and the geological polygon layer from the SIGÉOM database. Part C describes the portion of the synthesis dealing with structure and metamorphism. Finally, the last part (D) details the metallogeny of the study area by integrating the results of parts A to C.



Report A presents the following results:

- 5) Detailed description of 30 mineralized bodies, integrated into the relational spatial database and a PDF document.
- 6) Summary table of the 30 detailed descriptions in 12 key points.
- 7) Summary of key observations drawn from the description of the mineralized bodies.
- 8) Thematic maps of the Eastmain Domain (8 maps at 1:250,000 - SNRC 33B and 33C, and 4 letter-size maps) with two themes: 1) metallogeny, i.e., size, orientation, shape and metallogenic group of the mineralized bodies; and 2) host lithology of the mineralized bodies.

Report B presents the following results:

- 4) Compilation of 682 verified and revised U-Pb geochronological dates from the SIGÉOM database and several studies, integrated into the relational spatial database.
- 5) Geochronological integration of the SIGÉOM geological map (geochronological supplement of the various compiled units) by type of analysis (inherited, metamorphic, volcanic, intrusive and detrital) and divided into volcanic, intrusive, sedimentary and metamorphic episodes.
- 6) Geochronological and metamorphic synthesis.

Report C presents the following results:

- 3) Synthesis of the different deformation phases related to metamorphism and mineralization from the Paleoarchean to the Cambrian.
- 4) Refinement of the metamorphic isogrades of Gauthier et al. (2007).

Finally, Report D presents the following results:

- 3) Metallogenic synthesis.
- 4) Final integration of the results of reports A, B and C.

The scientific contribution of this project is enormous and includes: i) the legacy of a high-performance relational database structure integrated into a Microsoft Access form that can be used in many metallogenic contexts and elsewhere in the province of Quebec; ii) a powerful, detailed database of approximately 300 mineralized bodies in the Eeyou Istchee James Bay Territory (description from the two CONSOREM projects 2020-03 and 2021-03 and the SIGÉOM database) integrated into the relational database structure; iii) significant enhancement of the geochronological data available in SIGÉOM and the scientific literature (682 dates); iv) integration of the geochronological data into the SIGÉOM geological map (litho-geochronological spatial layer); v) improved knowledge of metamorphism in the study area through the refinement of known metamorphic isogrades; vi) better understanding of the main deformation events; vii) definition of new metallogenic episodes and new metallogenic provinces; and finally viii) new thematic maps of the Eastmain Domain of the La Grande Subprovince. This two-phase project lays the groundwork for discussions and to generate new ideas for future studies. This is not the end of these two phases, but rather the beginning of another phase focusing on this vast territory, which still represents a new frontier for mineral exploration. This synthesis has enabled us to meet the initial objective, namely, to gain better geological understanding of this territory in order to develop new exploration strategies aiming at targeting new areas for mineral exploration.



Table des matières

1- INTRODUCTION	8
2- PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIFS.....	10
2.1 PROBLÉMATIQUE.....	10
2.2 OBJECTIFS.....	10
3- ZONE D'ÉTUDE.....	10
3.1 DÉLIMITATION.....	10
3.2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	11
3.2.1 <i>Sous-province de La Grande</i>	11
3.2.2 <i>Sous-province d'Opinaca</i>	15
3.2.3 <i>Sous-province de Nemiscau</i>	16
4- MÉTHODOLOGIE.....	17
5- PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	19
5.1 COMPILATION DU CONTENU MÉTAL	19
5.2 COMPARAISON AVEC LES DÉPÔTS DE LA SOUS-PROVINCE DE L'ABITIBI	19
5.3 ÉPOQUES MÉTALLOGÉNIQUES	22
5.4 EXEMPLE : ÉPOQUE MÉTALLOGÉNIQUE 5 (2710 À 2698 MA - <i>Au-Cu-Ag-Mo</i>).....	23
6- SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS.....	32
7- LIVRABLES	33
8- REMERCIEMENTS.....	34
9- RÉFÉRENCES	34
LIENS UTILES	38

ANNEXE 1 : TABLEAU SYNTHÈSE DES 30 PRINCIPAUX CORPS MINÉRALISÉS (GISEMENTS, GÎTES ET INDICES TRAVAILLÉS D'AU ± AG ± CU ± ZN ± MO) D'EYOU ISTCHEE BAIE-JAMES



1-Introduction

Le vaste territoire d'Eeyou Istchee Baie-James est prisé depuis très longtemps pour ses ressources minérales. Dès les années 1880, la Commission géologique du Canada (CGC) entreprend de vastes expéditions sur ce territoire (Vallières, 1989). Le géologue Albert Peter Low et ses équipes sillonnent, de 1884 à 1905, les rivières Eastmain, Rupert, La Grande, Grande-Baleine et Caniapiscau et également celles situées plus à l'est (Ashuapmushuan, Manicouagan, Betsiamites, Romaine et Churchill), au nord (aux Mélèzes et aux Feuilles), quelques-unes au sud (Jacques-Cartier et Saint-Maurice) et les côtes du Labrador et des baies d'Ungava, d'Hudson et James (Figure 1). Low (1896) rapporte la présence de niveaux altérés et schisteux à chlorite contenant de la pyrite, ainsi que quelques veines de quartz avec un peu de chalcopyrite, sur la rivière Eastmain. Depuis, la découverte des veines de quartz-ankérite aurifères des indices des « rapides du Dôme » de la Dome Mines Ltd. au milieu des années 1930 jusqu'aux découvertes récentes des mines Éléonore (Mines Virginia inc.) et Renard (Ashton-SOQUEM), de nombreuses phases d'exploration pour de nombreuses substances minérales (Ag, Au, Co, Cr, Cu, ÉGP, Fe, Li, Mo, Ni, Pb, U, Zn, etc.) ont eu lieu sur ce territoire (Figure 2).

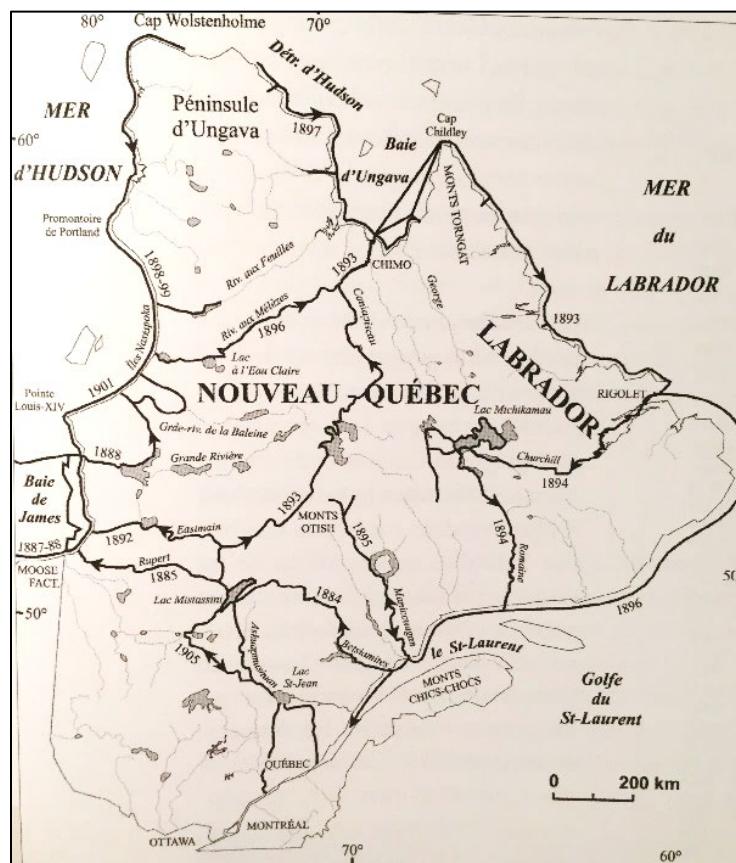


Figure 1. Carte des expéditions d'Albert Peter Low. Dessinée par Girard (U. de M.) et tirée de Laverdière (2003). Figure tirée de Huot *et al.* (2009). [Retour au texte](#).



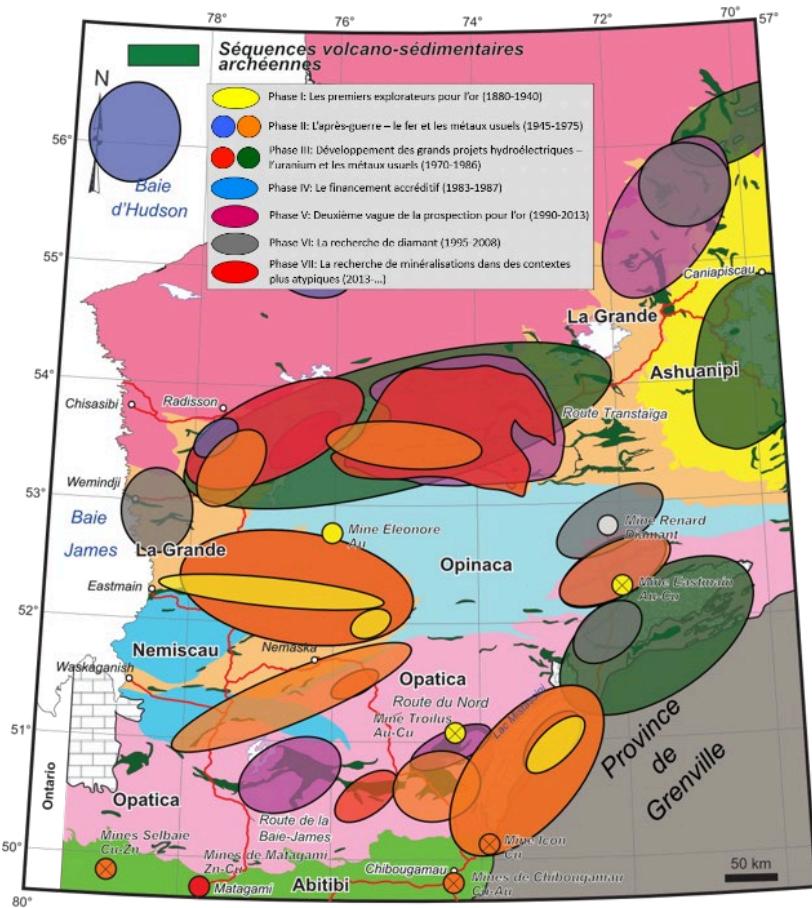


Figure 2. Les différentes phases d'exploration de 1884 à aujourd'hui (modifiée de Gauthier, 2000). Carte modifiée de Gigon *et al.* (2020). Géologie modifiée de Thériault et Beauséjour (2012) et du SIGÉOM (2021). [Retour au texte](#).

Les nouvelles découvertes des dernières années (p. ex. la zone Roberto à la mine Éléonore, le gîte aurifère de Cheechoo, les indices La Pointe, Mythril, Patwon) et les nombreuses compilations et études synthèses produites (p. ex. Gauthier, 2000; Moukhsil *et al.*, 2003, 2007; Gauthier *et al.*, 2007; Bandyayera *et al.*, 2010; Parent, 2011; Goutier, 2019; Goutier et Côté-Roberge, 2019) ont grandement aidé à la compréhension du territoire, à l'acquisition de connaissance géoscientifique et à l'accélération de l'exploration minérale. Le CONCOREM a également participé à la valorisation du territoire avec la production de plus de 25 études (potentiel métallogénique, ciblage et projet méthodologique) portant sur des thématiques aussi diversifiées que la structure, la géophysique, la fertilité des séquences volcano-sédimentaires, la géochimie de l'environnement secondaire (till, lac et ruisseaux), l'or dans les roches fortement métamorphisées, l'or dans les formations de fer, l'exploration pour l'uranium et le diamant, la cartographie prévisionnelle, les minéralisations en Cu-Au dans des systèmes porphyriques subalcalins, les granitoïdes aurifères, les minéralisations IOCG, les minéralisations associées au magmatisme mafique et ultramafique (Ni-Cu-Co ± ÉGP), etc., ainsi que de nombreux projets sectoriels. Mais aucune étude à ce jour n'a englobé la totalité de la Sous-province de La Grande, et encore moins sur l'ensemble d'Eeyou Istchee Baie-James. Pour maximiser les chances de nouvelles découvertes, et trouver les prochains gisements, il est impératif d'avoir un portrait géologique complet d'un territoire. L'état des connaissances est mûr pour produire une grande synthèse du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James.



2-Problématique et objectifs

2.1 Problématique

Le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James est un secteur québécois de plus en plus prisé par les compagnies d'exploration. Heffernan (1999) mentionnait dans le journal *Northern Miner* que ce territoire était considéré comme une des « *nouvelles* » frontières pour l'exploration minière. Et il l'est encore aujourd'hui. Même si la géologie est maintenant mieux connue, elle mérite d'être synthétisée dans certains secteurs. Il faut améliorer la compréhension de la métallogénie des différents gisements, gîtes et indices, par rapport aux différents événements de métamorphisme, aux événements de déformations (contrôles structuraux), à la géochronologie et à la lithostratigraphie. Il vaut également mieux comprendre les contrôles à plus grande échelle sur leur distribution métallogénique, autant spatiale (provinces métallogéniques) que temporelle (époques métallogéniques). La dernière synthèse gîtologique produite, et essentiellement descriptive sur les gîtes et indices à la Baie-James, remonte à plus de 20 ans par Gauthier (2000).

2.2 Objectifs

L'objectif principal du projet, s'étalant sur deux phases, est de produire une intégration synthèse métallogénique, géochronologique, métamorphique et structurale du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James.

Pour atteindre l'objectif principal, le projet s'est divisé en quatre sous-objectifs :

- 1) Effectuer une revue et une description détaillée des principaux corps minéralisés) en or-argent et en métaux usuels (Cu-Mo-Pb-Zn) travaillés (c.-à-d. avec forages).
- 2) Produire une compilation des datations isotopiques U-Pb disponibles dans la littérature scientifique et les publications gouvernementales (âges de cristallisation des roches volcaniques et des intrusions; âges maximaux des différents épisodes de sédimentation; âges des différents événements de métamorphisme et de déformation; et âges de minéralisation).
- 3) Répertorier les différents événements de déformation de la zone d'étude.
- 4) Réaliser une compilation des assemblages minéralogiques pour délimiter les isogrades métamorphiques et présenter un raffinement de la carte métamorphique existante.

Finalement, le projet permettra d'avoir de meilleures connaissances du cadre tectonique pour définir la distribution spatio-temporelle des principaux corps minéralisés en métaux précieux et usuels (Au-Ag-Cu-Mo-Pb-Zn). Ces nouvelles connaissances augmenteront les chances d'effectuer de nouvelles découvertes par : 1) la définition de nouveaux métallotectes; 2) le développement de nouvelles stratégies d'exploration; et 3) le ciblage de nouveaux secteurs historiquement négligés ou le retour sur des secteurs déjà explorés mais avec une nouvelle vision.

3-Zone d'étude

3.1 Délimitation

La zone d'étude (**Figure 3**) couvre une superficie d'environ 356 000 km². Elle est localisée dans la partie nord-est de la Province géologique du Supérieur (Card et Ciesielski, 1986; Card, 1990; Card et Poulsen, 1998). Elle couvre, en totalité ou majoritairement, la Sous-province à dominance volcano-plutonique de La Grande et les deux sous-provinces métasédimentaires d'Opinaca et de Nemiscau. Les sous-provinces d'Opatica, d'Ashuanipi et de Minto bordent les limites de la zone. Elles sont incluses partiellement et elles ne seront abordées que brièvement dans le cadre de cette étude. Aucune description géologique de ces trois sous-provinces n'accompagne le présent



rapport. Le lecteur peut se référer au [Lexique stratigraphique du Québec](#) pour une description détaillée de ces trois sous-provinces. Les descriptions géologiques des prochaines sections proviennent majoritairement du [Lexique stratigraphique du Québec](#) et des travaux récents de Géologie Québec.

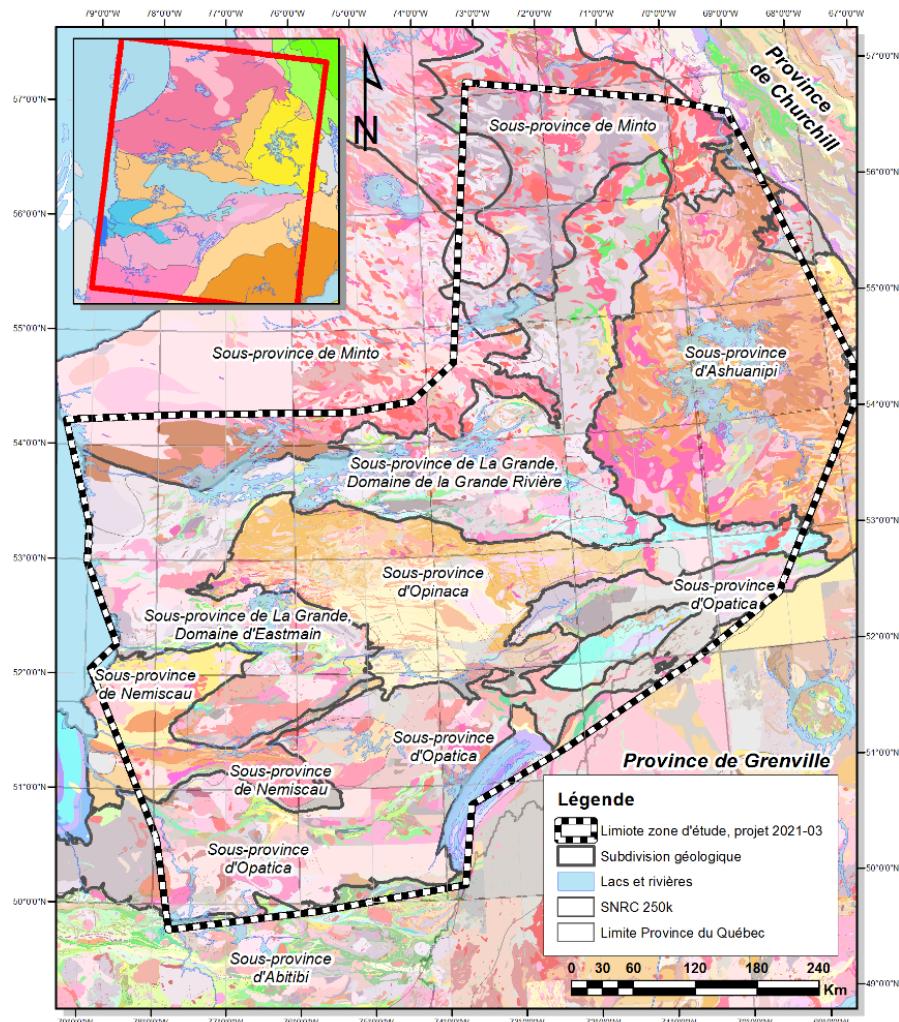


Figure 3. Localisation de la zone d'étude, projets 2020-03 et 2021-03. Géologie du SIGÉOM (2022). [Retour au texte](#)

3.2 Contexte géologique

3.2.1 Sous-province de La Grande

3.2.1.1 Généralités

La Sous-province de La Grande ([Figure 4](#)) représente un ensemble volcano-plutonique (Card et Ciesielski, 1986) composé d'un socle tonalitique et granitique ancien, aussi vieux que 3 452 Ma (feuillet 33F03, Davis *et al.*, 2014), de plusieurs séquences volcano-sédimentaires sous-marines mésoarchéennes et néoarchéennes et de multiples intrusions felsiques à ultramafiques. Les roches volcaniques sont principalement des basaltes tholéïtiques et quelques centres felsiques calco-



alcalins mineurs intercalés de séquences sédimentaires clastiques et de formations de fer. Des komatiites se retrouvent principalement dans la partie nord de cette sous-province. Des roches d'âges néoarchéens à paléoprotérozoïques (dykes de diabase et des roches clastiques arénitiques et conglomeratiques matures appartenant à la Formation de Sakami) y sont également répertoriées. La Sous-province de La Grande est divisée en deux domaines distincts ([Figure 4](#)) : 1) le Domaine de La Grande Rivière et 2) le Domaine d'Eastmain.

3.2.1.2 Déformation et métamorphisme

Le style structural de la Sous-province de La Grande résulte de la superposition de plusieurs épisodes de déformation ductile et fragile, impliquant à la fois des portions de socle ancien tonalitique et granitique, la couverture de roches supracrustales volcano-sédimentaires et les roches intrusives archéennes. Les nombreux épisodes de déformation (tectonique polyphasée) sont responsables de la mise en place d'une architecture en dômes et bassins, avec la présence de failles majeures et de plis kilométriques affectant les séquences volcano-sédimentaires. Les observations de terrain et les données recueillies révèlent plusieurs épisodes de déformation :

- 1) Au moins un épisode paléoarchéen.
- 2) Au moins un épisode mésoarchéen.
- 3) Au moins 8 épisodes néoarchéens.
- 4) 8 épisodes cassants de la fin du Néoarchéen au Paléo- et Mésoprotérozoïque (dont un épisode de bassins restreints).
- 5) Deux épisodes cassants au Néoprotérozoïque.
- 6) Un épisode cassant au Cambrien.

Le lecteur peut se référer au rapport C portant sur la déformation pour plus de détails.

Le métamorphisme régional des roches archéennes varie du faciès des schistes verts au faciès des granulites. Une nette dominance des faciès des amphibolites et des granulites est observée. Les roches paléoprotérozoïques (dykes de diabase et Formation de Sakami) ne sont pas affectées par un métamorphisme supérieur à celui du faciès des schistes verts. Les relations de recouplement entre les différentes unités et les datations U-Pb permettent d'établir que plusieurs grands épisodes de métamorphisme archéen et protérozoïque ont affecté les roches de la Sous-province de La Grande. Le lecteur peut se référer aux rapports B et C pour plus de détails sur les principaux épisodes de métamorphisme.



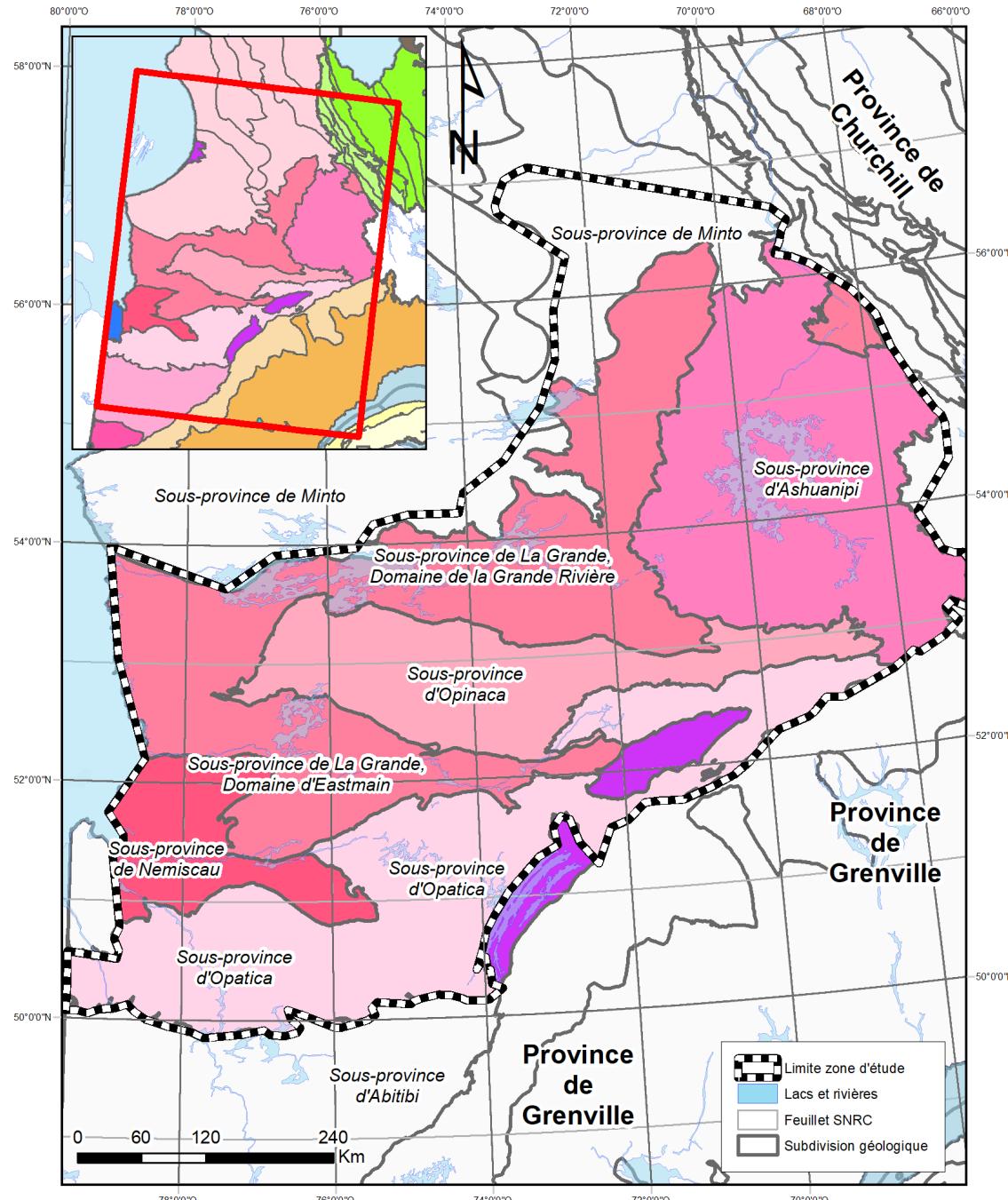


Figure 4. Localisation de la zone d'étude. Géologie du SIGÉOM (2023). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#).

3.1.2.3 Métallogénie

Du point de vue métallogénique, la Sous-province de La Grande est reconnue pour sa grande variété et ses nombreux styles de minéralisations (Figure 5). Les styles suivants s'y retrouvent :

- Minéralisations aurifères ou cupro-aurifères associées à des cisaillements et contenues dans des veines de quartz ± tourmaline ± carbonates, des filonets, des lentilles massives ou

des disséminations de sulfures (*p. ex.* la Mine Eastmain, le gîte Zone Eau Claire, les indices des « *rapides du Dôme* », les indices du secteur Aquilon et de Patwon).

- Minéralisations aurifères à remplacement et disséminations de sulfures (*p. ex.* le gisement Éléonore avec la zone Roberto, la zone Marco).
- Minéralisations aurifères associées à des veines de quartz-carbonates encaissées dans des granitoïdes (*p. ex.* le gîte Cheechoo).
- Minéralisations aurifères stratiformes associées à des formations de fer, au faciès des sulfures et des oxydes-silicates, de type Algoma (*p. ex.* le gîte Orfée, les indices d'or des formations de fer des formations d'Auclair et de Dalmas).
- Minéralisations volcanogènes (SMV) en métaux usuels (Cu-Zn-Pb ± Au ± Ag; *p. ex.* le gîte de Coulon);
- Minéralisations à Cu-Au-Mo associées à des intrusions felsiques à intermédiaires porphyriques (*p. ex.* la Mine Troilus, le gîte Réservoir-Grid C-52, l'intrusion porphyrique de Moly).
- Minéralisations à Cu-Au-Ag-Mo magmatiques-hydrothermales associées à des intrusions felsiques ou à des dykes de pegmatite granitique (*p. ex.* le gîte du lac MacLeod, l'indice Mythril).
- Minéralisations épithermales argentifères (*p. ex.* le gîte du lac Elmer).
- Minéralisations à métaux usuels (Ni-Cu ± Co ± ÉGP ± Au) associées à du magmatisme mafique et ultramafique (*p. ex.* le gîte du lac Rocher, les indices du secteur du lac Gayot).
- Minéralisations chromifères (Ni ± ÉGP ± Au ± Ag) associées aux roches intrusives ultramafiques (*p. ex.* le gîte du Lac Menarik).
- Minéralisations de métaux rares (Li-Cs-Nb-Ta) associées aux granitoïdes ou à des dykes de pegmatite à spodumène (*p. ex.* les gîtes James Bay Lithium, Rose, Whabouchi).
- Minéralisations en fer associées à des formations de fer oxydé de type Algoma à quartz-magnétite (*p. ex.* les gîtes Duncan no 2, 3, 4 et 5).
- Minéralisations en uranium et thorium associées à des grès et des zones de faille et à des paléoplacers conglomératiques pyriteux uranifères (*p. ex.* le gîte d'Apple).
- Minéralisations diamantifères associées à des intrusions et des dykes kimberlitiques (*p. ex.* le gisement Renard).

L'intérêt pour la région d'Eeyou Istchee Baie-James s'est notamment accru durant les deux dernières décennies à la suite de la découverte en 2003, par Mines Virginia inc., des minéralisations aurifères épigénétiques de type « Éléonore » dans les roches métasédimentaires près de la limite des sous-provinces d'Opinaca et de La Grande (Ravenelle *et al.*, 2010; Ravenelle, 2013; Fontaine *et al.*, 2015; Fontaine, 2019) et, plus récemment, par la découverte de la zone aurifère Patwon, localisée dans la portion occidentale du Domaine d'Eastmain, sur le projet Elmer/Duxbury d'Azimut Exploration inc. La minéralisation aurifère est associée à des veines de quartz-pyrite et des épontes minéralisées et parfois bréchiques, qui s'injectent dans une zone de cisaillement à l'intérieur d'intrusions felsiques (± porphyriques), de volcanites felsiques et mafiques et de gabbro (Lulin, 2020). Le lecteur peut se référer au rapport D pour plus de détails sur la synthèse métallogénique de la Sous-province de La Grande.



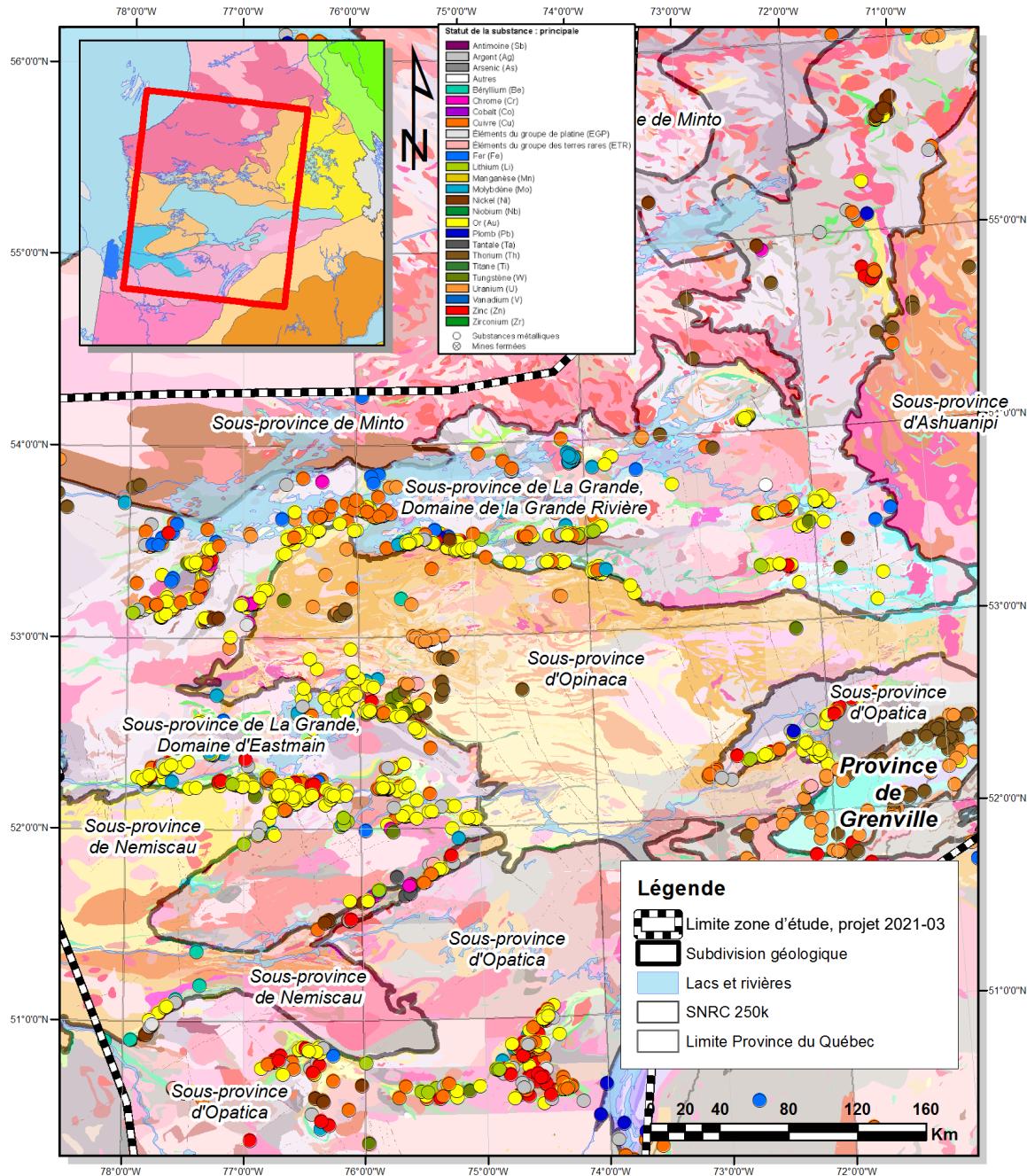


Figure 5. Localisation des corps minéralisés, par substance principale, de la base de données du SIGÉOM. Géologie du SIGÉOM (2022). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#).

3.2.2 Sous-province d'Opinaca

La Sous-province d'Opinaca (**Figure 4**; Card et Ciesielski, 1986; Card, 1990) est une sous-province métasédimentaire constituée d'un vaste ensemble de paragneiss et de migmatites dérivés de wackes feldspathiques comparable aux bassins d'English River et de Quetico en Ontario (Stott et al., 2010). Ces roches sont injectées de multiples intrusions dont la composition varie de felsique à ultramafique (**SIGÉOM, 2022**). L'ensemble métasédimentaire forme le Complexe de Laguiche et s'étend sur presque toute la superficie de l'Opinaca (**Figure 5**). Ce complexe est majoritairement composé de paragneiss, de métatexite et de diatexite provenant de la transformation progressive

de wackes feldspathiques et de mudrocks, avec des lithologies mineures interstratifiées avec les roches métasédimentaires, par exemple, des métabasaltes et tufs felsiques, des formations de fer et des conglomérats polygéniques. La composition du mobilisat varie de tonalitique à granitique. Ces roches sont injectées de grands plutons de composition intermédiaire, fréquemment porphyriques à feldspath potassique, d'un volume important de tonalite et de granite, ainsi que par des intrusions ultramafiques métriques à hectométriques.

Ce grand bassin de wacke quartzo-feldspathique à biotite repose sur les roches des sous-provinces de La Grande et d'Opatica, mais le contact avec les roches du La Grande est maintenant affecté par des zones de cisaillement ou par des contacts intrusifs. La Sous-province d'Opinaca montre un métamorphisme croissant de ces bordures vers le centre et vers l'est. Le métamorphisme passe du faciès des schistes verts et atteint celui des granulites, avec l'apparition de l'orthopyroxène dans les roches détritiques et dans certaines intrusions. Le Complexe de Laguiche correspond aux vestiges d'un grand bassin sédimentaire dont l'âge de déposition se situerait entre 2720 Ma et 2690 Ma (Goutier et Côté-Roberge, 2019). Les datations U-Pb et les études de Duparc *et al.* (2016) et Duparc (2014) indiquent que les unités sédimentaires de l'Opinaca seraient contemporaines avec des unités sédimentaires de la Sous-province de La Grande comme les formations de Marbot, Keyano, de la Rivière Salomon et d'Auclair. Selon des études, la Sous-province d'Opinaca, ainsi que les sous-provinces de Quetico, de Nemiscau et d'Ashuanipi constituerait soit :

- 1) un vaste prisme accrétionnaire (Percival, 1989; Percival et Williams, 1989),
- 2) des bassins d'arrière-arc (Percival, 1989; Moukshil *et al.*, 2003) ou
- 3) un complexe métamorphique (Lapointe, 2008).

Ces modèles ne cadrent pas avec les nouvelles observations associées aux projets de cartographie géologique des dernières années par le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. La présence d'un contact concordant ou paraconcordant préservé des roches sédimentaires de l'Opinaca sur les volcanites du La Grande, l'absence d'une zone tectonique systématique entre ces deux sous-provinces et un métamorphisme qui augmente en s'éloignant du contact sont des éléments qui vont à l'encontre d'un modèle de prisme d'accrétion. La taille restreinte des ceintures volcaniques et l'abondance de socle ne concordent pas avec la définition d'un arc volcanique, contrairement aux bassins d'arrière-arc. Les roches exposées d'un complexe métamorphique sont sous-jacentes et plus anciennes que celles de la périphérie du complexe, ce qui n'est pas le cas dans cette sous-province. Sans toutefois éliminer complètement les trois hypothèses mentionnées ci-haut, plusieurs éléments suggèrent d'autres modèles de formation possibles pour ces sous-provinces (Opinaca, Nemiscau et Ashuanipi).

3.2.3 Sous-province de Nemiscau

La Sous-province de Nemiscau ([Figure 4](#); Card et Ciesielski, 1986; Card, 1990) est une sous-province métasédimentaire formée principalement de paragneiss migmatitisés à différents degrés, ainsi que de niveaux volcaniques en faible proportion, d'intrusions de composition tonalitique, granitique à granodioritique variablement migmatitisées et déformées, de filons-couche ultramafiques et de grandes masses pegmatitiques (Pedreira Pérez *et al.*, 2018; SIGÉOM, 2022). Les bandes composées principalement d'assemblages de roches volcaniques et de roches intrusives mafiques à ultramafiques sont régulièrement disposées le long des contacts entre la Sous-province de Nemiscau et les sous-provinces voisines (Pedreira Pérez *et al.*, 2018). La majorité des roches métasédimentaires a été assignée aux complexes de Rupert (Bandyayera et Daoudene, 2017; 2019) et de Jolicoeur (SIGÉOM, 2022). Ces deux complexes sont composés de paragneiss plus ou moins migmatitisés, de métatexites et de diatexites (60 % de la superficie du complexe) dérivées de paragneiss (Remick et Ahmedali, 1974; Bandyayera et Daoudene, 2019). Ces roches sont injectées d'intrusions felsiques d'épaisseur centimétriques à kilométriques.



La géologie de la Sous-province de Nemiscau diffère de celle d'Opinaca puisqu'elle contient une composante volcanique non négligeable, ainsi que des bandes de granulites dérivées de la fusion des unités de tonalite, de diorite, d'amphibolite et de paragneiss ([Lexique stratigraphique, 2022](#)). Les travaux antérieurs effectués dans le Domaine d'Eastmain (Moukhsil et Doucet, 1999; Moukhsil, 2000; Moukhsil *et al.*, 2001; Moukhsil et Legault, 2002) suggèrent que les sous-provinces de Nemiscau et d'Opinaca sont localement en contact stratigraphique avec la Sous-province de La Grande. Ceci pourrait indiquer que l'Opinaca et le Nemiscau ne représentent pas des roches métasédimentaires allochtones par rapport aux roches de la Sous-province de La Grande (Moukhsil et Doucet, 1999; Goutier *et al.*, 1999a, 1999b). Les relations stratigraphiques, ainsi que des datations U-Pb (volcanisme, zircons détritiques et formation des diatexites) indiquent que la sédimentation de ce bassin se situe entre 2706 et 2697 Ma (Moukhsil *et al.*, 2003 Beauchamp, 2018; David, 2018a; 2018b; 2020a; 2020b). La datation d'une intrusion granitique coupant les roches métasédimentaires indique aussi un âge minimum de sédimentation de 2672 ±2 Ma (Davis *et al.*, 1995).

Le métamorphisme de cette sous-province est mal documenté puisque de grands secteurs n'ont fait l'objet que d'une cartographie de reconnaissance (Remick et Ahmedali, 1974). Dans le secteur sud du réservoir Opinaca (indice Mustang), les travaux de Mines Virginia inc. ont montré que le métamorphisme passe du faciès des schistes verts dans le secteur de la digue OA-11 et croit vers l'ouest pour atteindre le faciès des amphibolites supérieurs (Beauchamp, 2018). Dans le secteur de la rivière Pontax, situé entre les zones de cisaillement de la Basse-Eastmain, de Causabiscau et de la rivière Rupert, le métamorphisme croit du nord au sud, passant du faciès inférieur des amphibolites au faciès supérieur des amphibolites, marqué par l'accroissement du mobilisat dans les paragneiss (Remick et Ahmedali, 1974; Moukhsil, 2000; Moukhsil *et al.*, 2001; Moukhsil et Legault, 2002). Le secteur du lac Nemiscau, situé plus au sud entre la zone de cisaillement de la Rivière Rupert et la Sous-province d'Opatica, montre un métamorphisme qui atteint celui des granulites (Pedreira Pérez *et al.*, 2018; Bandyayera et Daoudene, 2017; 2019).

À l'image de la Sous-province de l'Opinaca, cette sous-province correspond au vestige d'un grand bassin sédimentaire qui se serait formé un peu avant 2700 Ma. Une étude géochimique et statistique par Doyon (2004) semble indiquer que les caractéristiques pétrologiques et géochimiques du bassin de Quetico sont similaires à celles des bassins de Nemiscau et d'Opinaca, ce qui suggère que ces trois bassins représentent un seul et même vaste bassin, et que les quelques différences, relativement mineures, sont probablement reliées à des sources d'érosion locales. Selon Card (1990) et Stott *et al.* (2010), l'extension vers l'est de la Sous-province d'English River pourrait être composée des bassins sédimentaires de Nemiscau et d'Opinaca du côté québécois.

4- Méthodologie

La méthodologie employée pour le volet métallogénie (rapport D) en est majoritairement une de compilation, de description systématique et d'extraction d'informations provenant de la littérature portant sur les différents gisements, gîtes et indices de la zone d'étude ([Annexe 1](#)). Cette information a été compilée minutieusement dans une base de données relationnelle Microsoft® Access et bien documentée dans la **section 4 du rapport A**. La **Figure 6** montre la localisation des corps minéralisés sélectionnés selon la source de la description. Les descriptions des corps minéralisés proviennent de 4 sources distinctes :

- 1) 9 corps minéralisés décrits dans le cadre de la Phase I du projet (2020-03) par Jérôme Lavoie.
- 2) 21 corps minéralisés décrits dans la Phase II du projet (2021-03) par Jérôme Lavoie.



- 3) 249 corps minéralisés décrits partiellement dans le cadre de la Phase II du projet (2021-03) par les assistants de recherche Gauthier D'Harlingue et Rémi Naulot, en collaboration avec la Société de développement de la Baie James (SDBJ).
- 4) 22 corps minéralisés dont la description provient de la base de données SIGÉOM (2021).

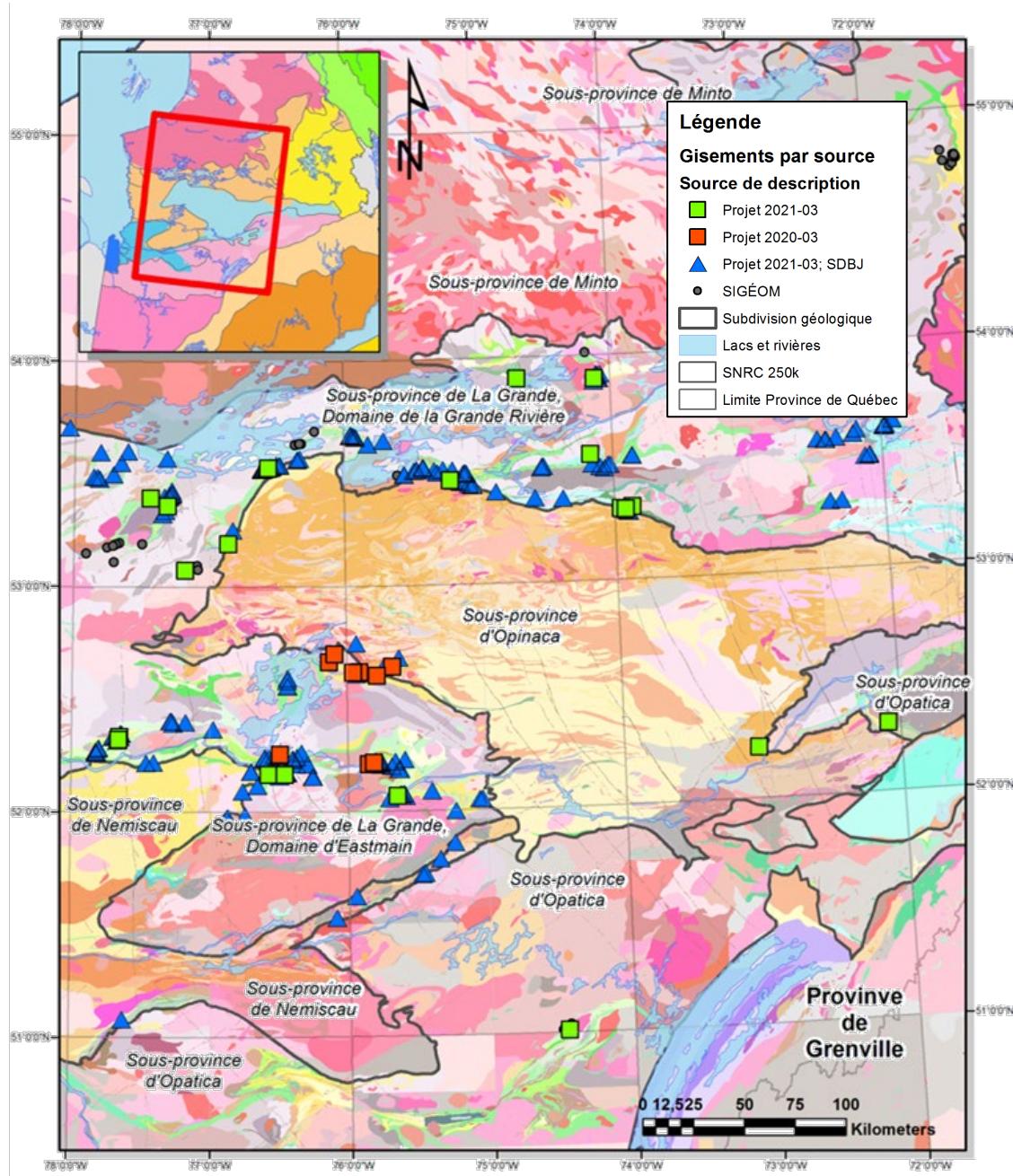


Figure 6 : Localisation des corps minéralisés selon la source de la description. Géologie du SIGÉOM (2021). [Retour au texte.](#)



Cette partie de la synthèse se divise en trois sections :

- 1) Compilation du contenu métal des gisements et gîtes de la zone d'étude.
- 2) Comparaison des gisements et gîtes de la zone d'étude avec les dépôts de la Sous-province archéenne de l'Abitibi.
- 3) Définition et délimitation des différentes époques métallogéniques.

La prochaine section présente les résultats finaux de la synthèse.

5- Présentation des résultats

5.1 Compilation du contenu métal

La synthèse a permis de compiler le contenu métal total, soit l'extraction, les ressources et les réserves, et ce, par substance (Au, Cu, Ag, Mo; [Tableau 1](#)) et par gisement ou gîte ([Tableau 2](#)) sur l'ensemble de la zone d'étude (décrise à la [section 3](#)). Les données compilées proviennent du [SIGÉOM \(2022\)](#), Richard (2020), Daigle (2020), Yassa (2019), [Newmont \(2019\)](#), Puritch *et al.* (2018), Winter (2011), Lavallée et Lavallée (2004), Cayer (2003), du communiqué de presse de Mines Virginia daté du 11 mars 1999 et cité dans Mercier-Langevin *et al.* (2012) et Nicholls (1996). Il est important de souligner que les réserves et les ressources rapportées ne sont pas toutes calculées selon le règlement 43-101 sur l'information concernant les projets miniers. Plusieurs sont des réserves et des ressources historiques ou inconnues. Néanmoins, la compilation du contenu métal de la zone d'étude a permis de faire quelques observations qui seront décrites dans la section suivante ([section 5.2](#)).

La majorité du contenu métal total (extraction, ressources et réserves) provient de quelques gisements ou gîtes, soit les mines Troilus et Éléonore ainsi que les gîtes Cheechoo, Zone Eau Claire et Lac MacLeod ([Tableau 2](#)). Plus de la moitié de la production, des réserves et des ressources combinées (56%) proviennent de la mine Troilus. Seul le gîte du Lac MacLeod possède des ressources en molybdène.

5.2 Comparaison avec les dépôts de la Sous-province de l'Abitibi

À la suite de la compilation du contenu métal de la zone d'étude, la question suivante peut alors être posée : est-ce que les gisements et les gîtes de la zone d'étude sont comparables aux dépôts de la Province du Supérieur, et en particulier à ceux de la Sous-province de l'Abitibi ?

Pour répondre à cette question, la base de données de Gosselin et Dubé (2005), qui compile les dépôts d'or >3 t Au de la Province du Supérieur (N=151), a été utilisée comme référence de comparaison avec les gisements et les gîtes de la zone d'étude (N=10). Pour avoir une comparaison équitable, deux diagrammes de fréquences cumulées pour les gisements et les gîtes (tonnes Au, production et ressources combinées) ont été produits ([Figure 7](#) et [Figure 8](#)) :

- 1) Diagramme de fréquences cumulées de la taille du gisement (tonnes Au) en fonction du nombre de dépôts en pourcentage (%).
- 2) Diagramme de fréquences cumulées de la taille du gisement (tonnes Au) en fonction des tonnes Au cumulées en pourcentage (%).



Tableau 1. Contenu métal total (extraction, ressources et réserves) par substance (Au, Cu, Ag, Mo). Le tableau inclus les mises à jour de 2023 pour les gisements et gîtes suivants : Mine Troilus, Zone Eau Claire, Cheechoo, Patwon et Mine Eastmain. [Retour au texte](#).

Au	Minerai (Mt)	526,88
	Au (Moz)	19,11
Cu	Minerai (Mt)	408,99
	Cu (Mlbs)	1031,27
Ag	Minerai (Mt)	325,15
	Ag (Moz)	15,36
Mo	Minerai (Mt)	29,67
	Mo (Mlbs)	49,73

Tableau 2. Contenu métal total (extraction, ressources et réserves) par substance (Au, Cu, Ag, Mo) et par gisement/gîte. Le tableau inclut les mises à jour de 2023 pour les gisements et gîtes suivants : Mine Troilus, Zone Eau Claire, Cheechoo, Patwon et Mine Eastmain. [Retour au texte](#).

	Au			Cu			Ag			Mo		
	Minerai (Mt)	Teneur Au (g/t)	Au (Moz)	Minerai (Mt)	Teneur Cu (ppm)	Cu (Mlbs)	Minerai (Mt)	Teneur Ag (g/t)	Ag (Moz)	Minerai (Mt)	Teneur Mo (ppm)	Mo (Mlbs)
Mine Lac Troilus	363,4	0,9	10,5	363,64	809,48	648,95	294,0	1,12	10,57			
Mine Éléonore	16,1	5,12	4,09									
Cheechoo	93,0	0,65	1,94									
Patwon	13,2	1,94	0,82									
Zone Eau Claire	6,68	6,3	1,35									
Mine Eastmain	1,6	8,11	0,42	1,48	1417,52	4,62	1,48	8,08	0,38			
Zone 32	4,2	2,1	0,28	4,2	2000,0	18,52						
Réservoir Grid C-52	10,0	0,65	0,21	10,0	1200,0	26,46						
La Pointe	1,7	2,5	0,14									
Orfée	0,2	14,5	0,09									
Lac Macleod	29,67	0,1	0,07	29,67	5086,75	332,73	29,67	4,62	4,4	29,67	760,3	49,73
Yasinski-NE	0,09	3,08	0,01									
Total	526,9		19,1	409,0			1031,3	325,2		15,4	29,67	79,73



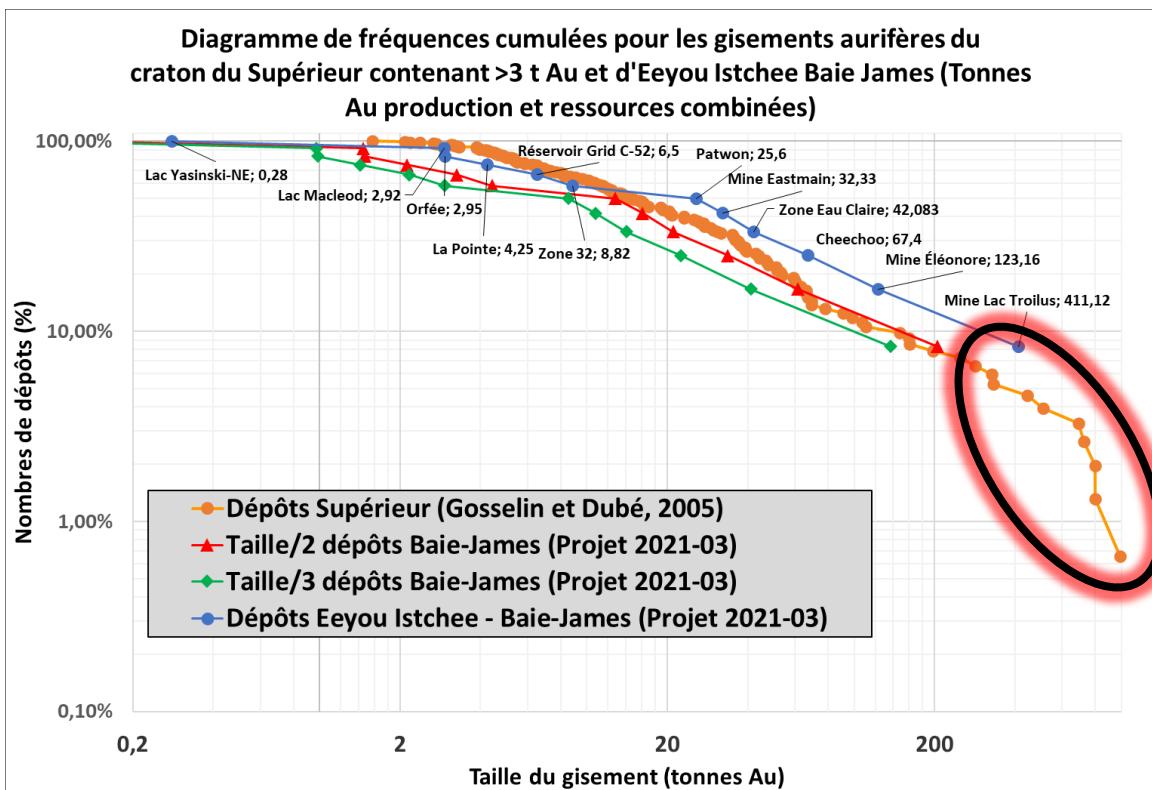


Figure 7. Diagramme de fréquences cumulées de la taille du gisement (tonnes Au) en fonction du nombre de dépôts en pourcentage (%) d'après les données de Gosselin et Dubé (2005) et cette étude. [Retour au texte.](#)

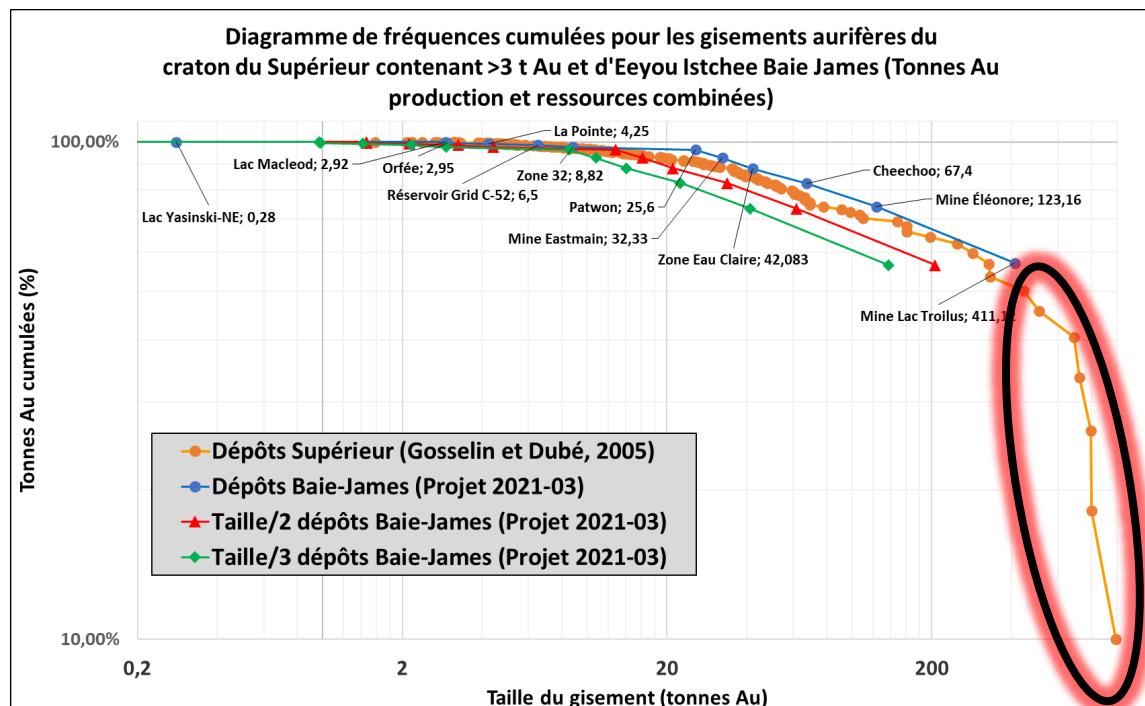


Figure 8. Diagramme de fréquences cumulées de la taille du gisement (tonnes Au) en fonction des tonnes Au cumulées en pourcentage (%) d'après les données de Gosselin et Dubé (2005) et cette étude. [Retour au texte.](#)



En analysant les deux graphiques, quelques constats peuvent être émis :

- 1) Les courbes de fréquences cumulées des dépôts de la Province du Supérieur (Gosselin et Dubé, 2005) et des gisements et gîtes d'Eeyou Istchee Baie-James (cette étude) se ressemblent beaucoup.
- 2) Les gisements et les gîtes d'or d'Eeyou Istchee Baie-James ne sont pas plus petits que les dépôts de la Province du Supérieur. Même en divisant par 2 ou par 3 la taille des gîtes et gisements d'or d'Eeyou Istchee Baie-James (ligne et triangles rouges; ligne et losanges verts respectivement à la [Figure 7](#) et à la [Figure 8](#)), les courbes de fréquences cumulées des deux graphiques montrent que le nombre de dépôts (%) et les tonnes Au cumulées (%) sont équivalents.
- 3) Six gisements ou gîtes d'or d'Eeyou Istchee Baie-James contiennent plus d'or comparativement aux dépôts de la Province du Supérieur, soit les mines Lac Troilus et Éléonore ainsi que les gîtes Cheechoo, Zone Eau Claire, l'ancienne mine Eastmain et Patwon.
- 4) Finalement, il semblerait que, jusqu'à ce jour, les plus gros gisements aurifères n'ont pas encore été découverts sur la zone d'étude, c.-à-d. des équivalents à McIntyre - Hollinger - Coniaurum, Campbell Red Lake - Arthur White - Robin Red Lake, Kirkland Lake, Detour Lake, Canadian Malartic, Hemlo, East Amphi, Dome, Sigma - Lamaque - Triangle, Horne - Horne 5, Kerr Addison - Chesterville, Côté Gold, Donald J. La Ronde 3 - La Ronde Penna, Pamour, Young-Davidson, Goldex, etc., et souligné par les deux ovales rouges de la courbe des dépôts de la Province du Supérieur à la [Figure 7](#) et à la [Figure 8](#).

Ces résultats supportent les conclusions de Pearson (2007) émises dans le cadre du projet CONSOREM 2004-01 portant sur la fertilité des petites ceintures archéennes. Ce dernier mentionnait que les petites séquences volcano-sédimentaires et appareils hydrothermaux associés ont autant de potentiel de contenir des gisements significatifs que les grandes séquences.

Avec les résultats de l'étude de Pearson (2007), il semble que le potentiel de retrouver de gros gisements sur la zone d'étude est égal au potentiel d'en retrouver dans le reste de la Province du Supérieur, particulièrement dans la Sous-province de l'Abitibi. Pearson (2007) donne comme exemple dans son étude le dépôt de Boddington dans la séquence volcano-sédimentaire de Saddleback en Australie. Ce porphyre aurifère archéen contient 726 Mt à une teneur de 0,84 g/t Au, lequel est associé à une séquence de moins de 350 km² (environ 10 x 35 km). Cet exemple illustre bien qu'il n'y a pas d'incompatibilité à retrouver des appareils hydrothermaux de grande envergure associés à des séquences volcano-sédimentaires de petites dimensions.

5.3 Époques métallogéniques

Pour la définition et la délimitation des époques métallogéniques, la présente étude s'est basée sur les travaux de Gauthier *et al.* (1994) portant sur la définition des époques et des provinces métallogéniques dans le sud-est des Appalaches (Estrie-Beauce). Il faut cependant introduire préalablement quelques définitions très importantes pour la suite du rapport.

- i. **Modèle descriptif** : description des caractéristiques de la norme de chacun des regroupements de gisements (fréquence à l'intérieur d'un même regroupement).
- ii. **Époque métallogénique** : environnement métallogénique qui a une durée limitée. En métallogénie régionale, une époque métallogénique est assignée à chacun de ces environnements métallogéniques successifs (Gauthier, 1998).



- iii. **Province métallogénique** : région qui héberge une variété de gisements qui se sont formés au cours d'une époque métallogénique (~20 Ma) et qui sont caractérisés par une relation entre la composition minérale, la forme des gisements et l'intensité de la minéralisation (Petascheck, 1965; Mitchell et Garson, 1981).

Il est important de noter ici que les environnements métallogéniques peuvent se juxtaposer ou se superposer à ceux formés précédemment.

En combinant la lithogéochronologie (stratigraphie), c'est-à-dire les âges des lithologies encaissantes majeures, la signature métallique dominante des corps minéralisés, et l'interprétation des modèles de formation, des intervalles d'âge de formation de la minéralisation pour la formation des principaux corps minéralisés ont pu être interprétés. À partir de ces interprétations d'âge de formation, au moins 7 époques métallogéniques distinctes ont été identifiées dans le nord de la Province du Supérieur, soit dans les sous-provinces d'Opatica, de Nemiscau, d'Opinaca, de La Grande et d'Ashuanipi ([Tableau 3](#), [Figure 9](#) et [Figure 10](#)). Les sept époques métallogéniques définissent plusieurs provinces métallogéniques dans cette partie de la Province du Supérieur qui se chevauchent et se croisent. Chaque province présente des hétérogénéités dans le contenu en métaux, dans la signature métallique et dans la distribution des types de gisements, gîtes et corps minéralisés. Selon Gauthier (1998), cette hétérogénéité est due à plusieurs facteurs, par exemple :

1. Les environnements tectoniques différents pendant la formation des dépôts.
2. L'âge et la lithologie des roches encaissantes.
3. La provenance des sédiments.
4. La profondeur de la mise en place de la minéralisation.
5. La localisation relative du dépôt dans l'appareil hydrothermal (cellule de convection hydrothermale).

Contrairement à la Sous-province de l'Abitibi, où la minéralisation s'étend sur environ 120 Ma (2740 à 2620 Ma; Dubé et Mercier-Langevin, 2020), la minéralisation dans le nord-est de la Province du Supérieur s'étend sur une période beaucoup plus longue, soit sur ~270 Ma (2880 à 2600 Ma), et est beaucoup plus précoce dans l'histoire tectonique.

La synthèse démontre que plusieurs gisements, gîtes et indices sont d'origine magmatique-hydrothermale et que de nombreuses intrusions, contenues dans des époques métallogéniques définies dans le cadre de ce projet, sont largement sous-explorées. Leur potentiel de minéralisation demeure élevé.

Il est important de noter qu'une époque distincte a été définie entre les époques 2 et 3, et ce, même si aucun corps minéralisé n'a été décrit en détail et relié à cette époque ([Tableau 3](#) et [Figure 9](#)). Peu d'analyses géochronologiques sont disponibles dans cette partie de la Province du Supérieur (Sous-province d'Opatica). Les auteurs recommandent une réévaluation de la cartographie géologique datant des années 1980 et 1990. Cette réévaluation serait un atout majeur pour reconnaître, par exemple, les intrusions intermédiaires à felsiques porphyriques qui auraient pu être confondues avec des roches volcaniques felsiques à intermédiaires.

5.4 Exemple : époque métallogénique 5 (2710 à 2698 Ma - Au-Cu-Ag-Mo)

Sans décrire toutes les époques en détail, autre que l'époque 6 qui est très importante dans la métallogénie régionale de la zone d'étude (minéralisations aurifères épigénétiques), l'époque 5 (de 2710 à 2698 Ma) est particulièrement intéressante par son envergure spatiale ([Tableau 3](#), [Figure 9](#)



et [Figure 11](#)). Cet évènement est majeur, car il se retrouve dans toutes les sous-provinces de la zone d'étude. La fin de cette époque correspond avec le début de l'épisode de métamorphisme débutant vers 2700 Ma dans les sous-provinces de La Grande, d'Opinaca, de Nemiscau et d'Opatica (cf. rapports B et C).

Deux exemples de ces minéralisations sont le gîte à Cu-Mo-Au-Ag du Lac MacLeod et l'indice de Cu-Au-Ag du Lac Ell encaissé dans la diorite de l'Intrusion du Lac Ell. Les roches encaissantes de ces deux corps minéralisés sont datées à ~2705 Ma. Les minéralisations sont encaissées dans des intrusions felsiques à intermédiaires polyphasées plus ou moins porphyriques, soit le Batholite de MacLeod (2704 ± 2 Ma; Davis, 2019) et la diorite de l'Intrusion du Lac Ell ($2705 \pm 1,9$ Ma; Ravenelle *et al.*, 2010), ou près des contacts de ces intrusions dans les roches encaissantes de ces dernières. Le gîte du Lac MacLeod contiendrait, selon Winter (2011), 26,67 Mt à 0,51 % Cu (332,73 Mlb Cu), 0,08 % Mo (49,73 Mlb Mo), 0,1 g/t Au (68 411 oz Au) et 4,62 g/t Ag (4,4 Moz Ag). Ce sont actuellement les seules ressources et réserves connues de molybdène de la zone d'étude.

L'association métallique générale à cet indice est à Cu-Au-Ag-(Mo)-(W)-(Bi), les rapports Au:Ag sont inférieurs à 1, une zonation des différents types d'altérations est observée et les minéralisations se présentent en disséminations, stockwerks, veinules ou veines de quartz-tourmaline-sulfures, dans les fractures, ou de façon concordante. Au gîte du Lac MacLeod, la structure granoblastique des sulfures dans les zones d'injection de fluide riche en silice suggère qu'une partie importante de la minéralisation est antérieure à l'épisode de métamorphisme et de migmatitisation régional affectant les lithologies encaissantes (Beauchamp, 2020).

Les relations de terrain et les interprétations suggèrent que ces minéralisations sont pré-métamorphiques et d'origine magmatique-hydrothermale associées à des intrusions intermédiaires à felsiques porphyriques (ou des minéralisations de style porphyrique). Pour le gîte du Lac MacLeod, plusieurs interprétations sont émises selon les différentes études, dont des minéralisations porphyriques, de type skarn ou volcanogènes. Dans tous les cas, une partie de la minéralisation pourrait être d'origine syn-métamorphique associée à une ou des phases de déformation (D1 à l'indice Lac Ell et D2 au Lac MacLeod), ou remobilisée par ces événements de déformation. Quoi qu'il en soit, le potentiel demeure énorme pour retrouver ce type de minéralisation associée durant cette époque vu le nombre élevé d'intrusions (grande superficie) mis en place durant l'intervalle d'âge compris entre 2710 à 2698 Ma sur la zone d'étude :

- Sous-provinces d'Opatica et d'Opinaca :
 - Batholite de MacLeod
 - Complexe de Mabille
 - Suite de Cadieux
 - Suite de Lépante (non datée, mais mêmes caractéristiques que Batholite de MacLeod selon Beauchamp, 2020)
 - Suite intrusive de Rocher-Quenonisca (*p. ex.* minéralisations à Ni-Cu-Co-ÉGP magmatiques du Lac Rocher)
- Domaine de La Grande Rivière :
 - Suite de Bézier (dyke de diorite, indice aurifère Ilto)
 - Phases tardives du Batholite de Polaris et Intrusion de Moly



- Pluton de Sauvolles
- Intrusions au contact des sous-provinces d'Opinaca et La Grande dans le secteur Poste Le Moyne (p. ex. Suites de Bézier et Féron)
- Granite du Lac Taylor
- Pluton de Tipitipisu

- Domaine d'Eastmain :
 - Intrusion du Lac Ell
 - Complexe de Rivière au Mouton
 - Batholite de Le Caron
 - Pluton de Kali
 - Pluton de Valiquette
 - Pluton de Wapamisk
 - Pluton du Réservoir Opinaca

- Sous-province d'Ashuanipi :
 - Suite de Beaussac et indices à Au-Cu-Ag-Mo (secteur du Lac Pau)
 - Suite de Marquiset
 - Suite de Joinville (non datée) secteur de la séquence volcano-sédimentaire de Raynouard et minéralisations à Cu-Au-Mo (p. ex. Indice Falcon)

Sans négliger les autres époques métallogéniques décrites et délimitées dans la présente étude, cet événement minéralisateur de grande envergure spatiale à Au-Cu-Ag-Mo du Néoarchéen (entre ~2710 et ~2698 Ma), pré-métamorphique et d'origine magmatique-hydrothermale, constitue une époque qui semble importante dans l'histoire métallogénique de cette partie de la Province du Supérieur. Il devient alors important de cibler les intrusions du même âge que les roches intrusives qui encaissent les minéralisations de l'époque 5, c'est-à-dire les intrusions se mettant en place entre 2710 et 2698 Ma, ainsi que les roches adjacentes à ces intrusions.



Tableau 3. Synthèse des époques métallogéniques et potentiel de minéralisation associé sur la zone d'étude. Les corps minéralisés en **gras** dans le tableau sont ceux décrits en détail dans le cadre de cette étude.
[Retour au texte.](#) [Retour au texte.](#)

Époque	Sous-province	Domaine	Intervalle (Ma)	Gisement/Gîte/Indice	Signature métallique	Interprétation de la formation	Litho. avec potentiel de minéralisation	Commentaires
1	La Grande	La Grande Rivière	2880-2839	<ul style="list-style-type: none"> Lingo 3 Ouest (Aquilon) Ouf (?) Coulon Pankots Palace (?) Lac Gayot 	<ul style="list-style-type: none"> Cu-Zn-Pb-(Au)-(Ag) Au-Ag-(Te)-(Pb)-(Cu)-(Zn) Ni-Cu-(Co)-(ÉGP) 	<ul style="list-style-type: none"> Syngénétique (sulfures exhalatifs type VMS, épithermale ou magmatique associée aux coulées komatiitiques) 	<ul style="list-style-type: none"> Complexe de Gayot Séquence volcano-sédimentaire de Coulon (?) Complexe de Lafarge Formation de Rouget Formation de Trieste Groupe d'Aquilon (?) Formation d'Aubert (?) 	<ul style="list-style-type: none"> Minéralisations pré-métamorphiques Groupe d'Aquilon, Séquence volcano-sédimentaire de Coulon et Formation d'Aubert non datées
2	La Grande Opatica	La Grande Rivière Frotet-Troilus	2820-2600	<ul style="list-style-type: none"> Poste Lemoyne Plug Pontois-TR-97-04 Mine Troilus Mine Eastmain Lessard Tortigny Clairy Domergue Moléon Regnault (?) 	<ul style="list-style-type: none"> Au-Cu-Ag-(Bi)-(Te)-(Mo)-(As) 	<ul style="list-style-type: none"> Syngénétique (volcanogène ou exhalative secteur mine Eastmain ou magmatique-hydrothermale porphyrique secteur mine Troilus) ET Épigénétique (filonniennes ou disséminées) -> débat ouvert pour mine Troilus 	<ul style="list-style-type: none"> Segment litho-tectonique de Frotet-Troilus Groupe de Guyer (secteur Guyer-Keyano) Complexe de la Hütte Complexe de Misasque 	<ul style="list-style-type: none"> Minéralisations pré-métamorphiques anciennes avec évidences de remobilisation Secteur de Guyer: nombreuses minéralisations syngénétiques interprétées (p. ex. secteur Tyrone)
?	Opatica		2770-2750(?)	<ul style="list-style-type: none"> Lac Marcaut 	<ul style="list-style-type: none"> Au Cu-Ag-Zn-Pb Ni-Cu-(Co)-(ÉGP) Mo-W 	<ul style="list-style-type: none"> Syngénétique (épithermale, sulfures exhalatifs type VMS ou magmatique associée aux coulées komatiitiques) 	<ul style="list-style-type: none"> Formation de Dolent Formation de Clément Pluton de l'Île Bohier Groupe de Colomb-Chabouillié Formation de Rabbit Formation de Storm Complexe de Rocher Suite intrusive de Salamandre 	<ul style="list-style-type: none"> Aucune description détaillée de corps minéralisé dans le cadre de cette étude
3	La Grande	La Grande Rivière Eastmain	2750-2720	<ul style="list-style-type: none"> Zone 32 (La Grande-Sud) Firecracker (Intrusion de Moly) Sao Lac Elmer-Zone A21 (Lac Elmer) 	<ul style="list-style-type: none"> Cu-Au-Ag-(Bi)-(Te) 	<ul style="list-style-type: none"> Magmatique-hydrothermale (porphyrique ou épithermale) 	<ul style="list-style-type: none"> Pluton de Semonville Phases précoces Intrusion de Moly Suite de Coates Pluton de La Savonnière Batholite de Polaris Pluton de Nochet Formation de Kauputauch Pluton d'Elmer. 	<ul style="list-style-type: none"> Minéralisations pré-métamorphiques, précoces à contemporaines à un ou des événements déformation



Époque	Sous-province	Domaine	Intervalle (Ma)	Gisement/Gîte/Indice	Signature métallique	Interprétation de la formation	Litho. avec potentiel de minéralisation	Commentaires
3	La Grande	La Grande Rivière	2750-2650	<ul style="list-style-type: none"> • La Pointe • Lac Yasinski-NE • Duncan no.1 à no. 5 	<ul style="list-style-type: none"> • Au-As-Sb-W-Bi-(Ag)-(Cu)-(Pb)-(Zn) • Fe 	<ul style="list-style-type: none"> • Syngénétique (exhalative) ou magmatique-hydrothermale (épithermale au Lac Yasinski-NE? et porphyrique secteur La Grande-Sud) ET • Épigénétique (filoniennes ou disséminées) 	<ul style="list-style-type: none"> • Groupe de Yasinski (p. ex. secteurs des indices Lac Gasosabeeatch, Lac Ultra, Lac Shabudowan, Lac Talc, Lac Morrison; affleurement 99-JG-2532; secteur Chiskamish). 	Minéralisations pré-métamorphiques anciennes avec évidences de remobilisation ou bonification syn-métamorphique associée à un ou des événements déformation
4	La Grande	La Grande Rivière	2739-2710	<ul style="list-style-type: none"> • Mythril • Pierre • Orfée (?) • Sous-Marin (?) • Route Fort-George (km 70) • Réservoir Grid C-52 (gîtes du Réservoir) • Rosemary (Robert) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cu-Au-Ag-Mo-(W)-(Te)-(Bi) 	<ul style="list-style-type: none"> • Magmatique-hydrothermale (porphyrique) ou syngénétique (volcanogène ou exhalative). 	<ul style="list-style-type: none"> • Batholites de Mythril, de Kasapawatish, de Village • Suite de Coates, de Bézier • Intrusions de Duncan • Plutons de la Frégate, de Radisson, d'Amisach Wat, d'Amikap • Intrusions syénitiques encaissées congolérats polygéniques type « <i>Timiskaming</i> » (p. ex. formations d'Ekomia, de Shabudowan, de Keyano, de Magin, de Low (cycle 1), de Wabamisk) • Formation de Marbot (formation de fer); • Intrusions felsiques à intermédiaires dans formations d'Anatacau-Pivert ou de Natel 	<ul style="list-style-type: none"> • Minéralisations pré-métamorphiques (partie minéralisation précoce gîte Orfée) • Indice Pierre: similitudes avec « <i>Gisements aurifères disséminés associés aux syénites</i> » (Robert, 2001) • Partie minéralisation syn-métamorphique (?) associée phase(s) déformation plus tardive (Pierre, Rosemary et Orfée)



Époque	Sous-province	Domaine	Intervalle (Ma)	Gisement/Gîte/Indice	Signature métallique	Interprétation formation	Litho. avec potentiel de minéralisation	Commentaires
5	La Grande Opatica Opinaca Ashuanipi Nemiscau	La Grande Rivière Eastmain	2710-2698	<ul style="list-style-type: none"> Ilto Lac Ell Lac Kali Lac Rocher Lac MacLeod Jedi, Beaussac-II, Tricorne (Lac Pau) Falcon (Raynouard) 	<ul style="list-style-type: none"> Cu-Au-Ag-Mo-(W)-(Bi) 	<ul style="list-style-type: none"> Magmatique-hydrothermale (porphyrique, type skarn Lac MacLeod?) ou syngénétique (volcanogène Lac MacLeod?) Épigénétique ou remobilisée 	<ul style="list-style-type: none"> Domaine de La Grande Rivière : Suite de Bézier (?) (dyke diorite indice aurifère Ilto), phases tardives Batholite de Polaris et Intrusion de Moly, Pluton de Sauvolles, intrusions contact Opinaca-La Grande (p. ex. Suites de Bézier et Féron), Granite du Lac Taylor, Pluton de Tipitipisu. Domaine d'Eastmain : Intrusion du Lac Ell, Complexe de Rivière au Mouton, Batholite de Le Caron, plutons de Kali, de Valquette, de Wapamisk, du Réservoir Opinaca. Opatica et Opinaca : Batholite de MacLeod, Complexe de Mabille, suites de Cadieux, de Lépante (non datée) et intrusive de Rocher-Quenonisca (minéralisations Ni-Cu-Co-ÉGP magmatiques Lac Rocher). Sous-province d'Ashuanipi : suites de Beaussac, de Marquiset, de Joinville (non datée) (indices à Au-Cu-Ag-Mo Lac Pau et Falcon). 	<ul style="list-style-type: none"> Minéralisations pré-métamorphiques Partie minéralisation associée phase(s) de déformation, ou remobilisée
6	La Grande Opinaca	La Grande Rivière Eastmain	2710-2600	<ul style="list-style-type: none"> La Pointe Orfée/Orfée Est Zone Marco (secteur Corvette) Secteur La Grande-Sud Moby-Dick Mine Éléonore Cheechoo Zone Eau Claire Patwon Zone Contact Ouest Mustang Zone Contact Dome A (secteur Dome) JT Claude Manuel 	<ul style="list-style-type: none"> Au-As- OU Au-Ag-(Sb)-(W)-(Bi)-(Te)-(Mo)-(Cu)-(Zn)-(Pb) 	<ul style="list-style-type: none"> Épigénétique (filonienne ou disséminée), syn-métamorphique dites orogéniques OU Magmatique-hydrothermale (tardi-métamorphique) associée à intrusions felsiques (p. ex. Cheechoo, JT) 	<ul style="list-style-type: none"> Secteurs avec fort gradient entre faciès métamorphiques et sous-explorés: contact Nemiscau et Domaine d'Eastmain, contact sud Opinaca et nord Opatica, contact sud Haute-Eastmain et Opatica, contact nord-est Haute-Eastmain et Opinaca, contact nord-est Opinaca et Domaine de La Grande Rivière (secteurs Corvette-Trieste-Escale) et contact est Domaine de La Grande Rivière et Ashuanipi. Intrusions tardives bordures contacts sous-provinces, ou autres, mises en place entre 2710 à 2600 Ma : p. ex. Suite Granitique du Vieux Comptoir, Pluton de Barlow, Pluton de Pichi, Pluton de Rotis, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Minéralisations précoces, syn- à tardi-métamorphiques Certaines minéralisations présentent évidences de remobilisation ou bonification minéralisation durant phases(s) de déformation Fort gradient entre faciès métamorphiques SV et AMP Remobilisation rétrograde: 2 âges à 2582 et 2557 Ma (Bogatu, 2017)



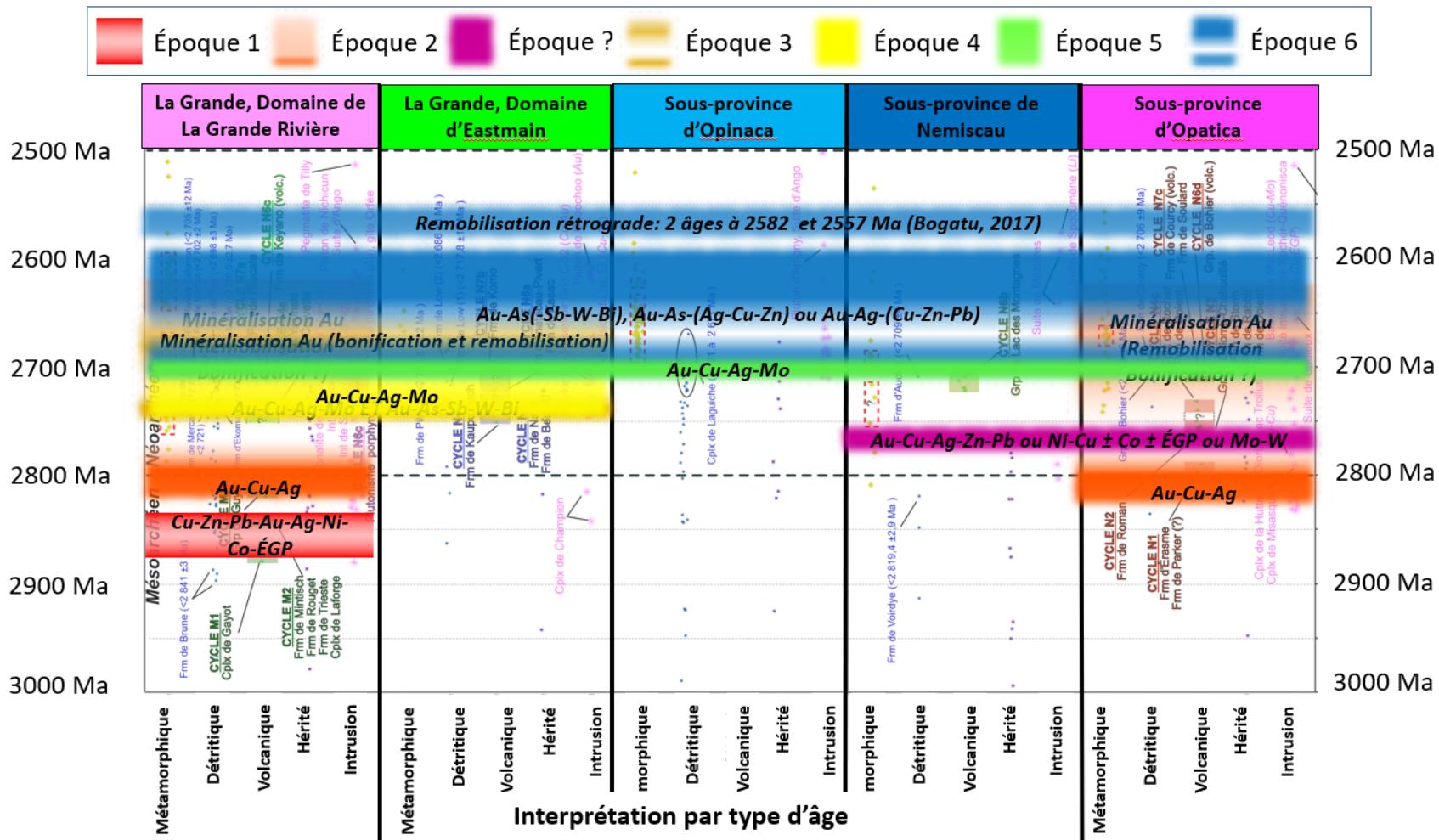


Figure 9. Définition temporelle des 7 époques métallogéniques. [Retour au texte](#).



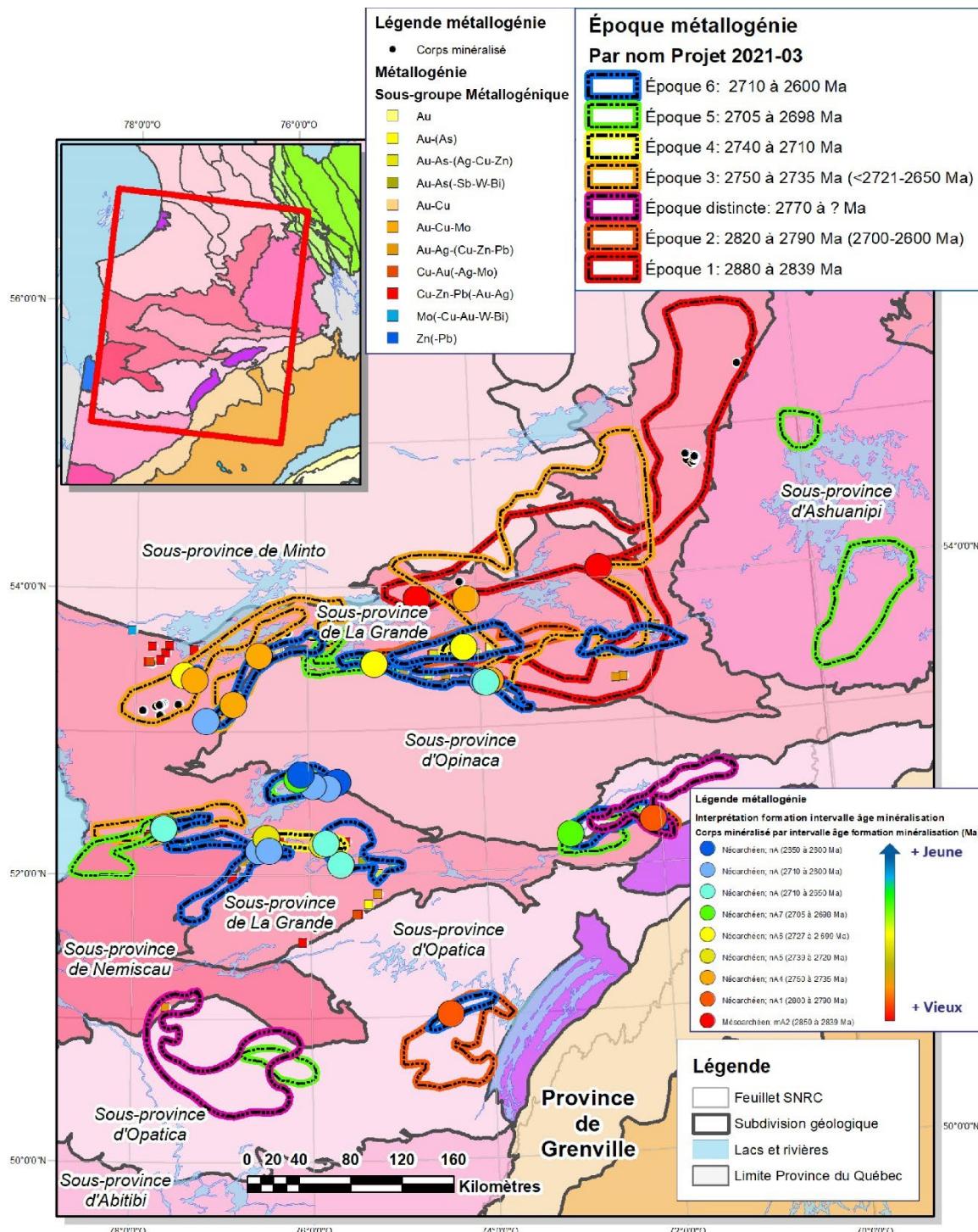


Figure 10. Délimitation spatiale des 7 époques métallogéniques avec la localisation des principaux gisements, gîtes et indices décrits en fonction de l'âge de formation interprété. Géologie du SIGÉOM (2021). [Retour au texte](#).

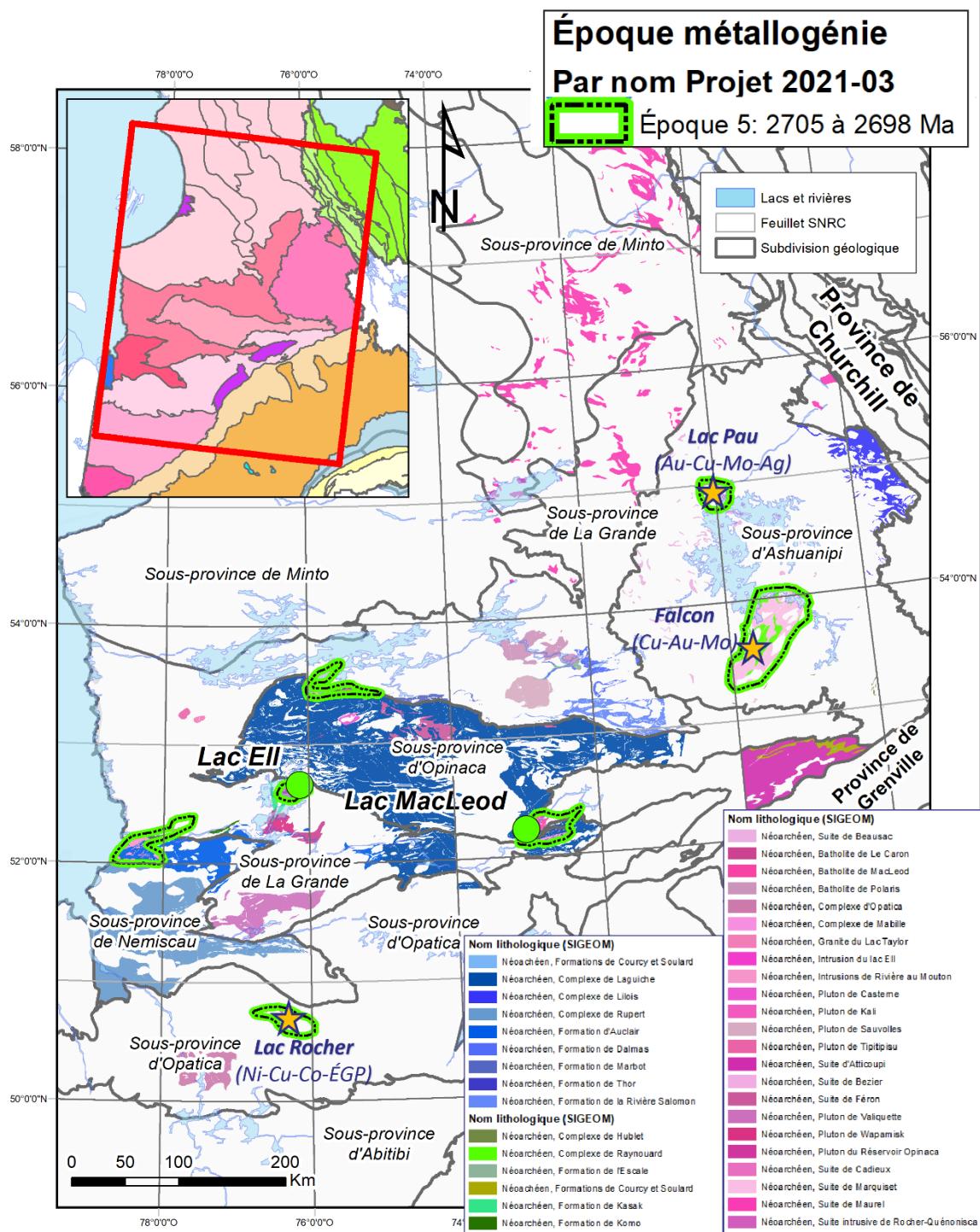


Figure 11. Délimitation spatiale de l'époque métallogénique 5 avec la localisation des principaux gisements, gîtes et indices associés à cette époque. Géologie du SIGÉOM (2021). [Retour au texte](#).

6- Synthèse et conclusions

L'apport scientifique majeur de la partie D du projet est, sans l'ombre d'un doute, la définition et la délimitation, pour la première fois sur la zone d'étude, d'au moins 7 époques métallogéniques ainsi que de nouvelles provinces métallogéniques. Cet apport amène nécessairement à une meilleure compréhension de la métallogénie, de la géochronologie, du métamorphisme et de la structure du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James. Ces nouvelles connaissances du cadre tectonique et de la distribution spatio-temporelle des principaux corps minéralisés en métaux précieux et usuels (Au-Ag-Cu-Mo-Pb-Zn) augmenteront les chances d'effectuer de nouvelles découvertes par : 1) la définition de nouveaux métallotectes; 2) le développement de nouvelles stratégies d'exploration; et 3) le ciblage de nouveaux secteurs historiquement négligés ou le retour sur des secteurs déjà explorés, mais avec une nouvelle vision.

Également, la synthèse a permis de mettre en lumière l'incidence des minéralisations interprétées comme étant pré-métamorphiques, (c'est-à-dire que les assemblages minéralogiques originaux associés à la minéralisation ont été modifiés par l'assemblage de l'apogée métamorphique) et d'origine syngénétique (du moins une partie de la minéralisation) sur une grande proportion des gisements et gîtes de la zone d'étude. Au total, la minéralisation d'environ 60 % des corps minéralisés sélectionnés pour cette étude est interprétée, en partie, comme s'étant formée antérieurement aux épisodes de métamorphisme, soit 170 corps minéralisés sur 291 corps minéralisés de la base de données. Ce constat s'avère fondamental pour la métallogénie régionale. Dans une chaîne orogénique, des environnements métallogéniques précoce sont localement préservés et d'autres repris par des événements métallogéniques plus tardifs (Gauthier, 1998). Les premiers environnements métallogéniques, plus ou moins remaniés, pourront être recoupés par des environnements plus récents. Les mêmes zones de faiblesse auront alors tendance à être réempruntées. Ceci constitue, en d'autres termes, i) l'étape de préparation du terrain, soit l'attendrissement des lithologies par l'altération hydrothermale (favorable à l'initiation des zones de faille lors des événements de déformation), et ii) l'enrichissement précoce des lithologies encaissantes et adjacentes en métaux précieux et usuels par les processus hydrothermaux et minéralisateurs. En sachant que les faciès métamorphiques dominants sur la zone d'étude sont ceux des amphibolites et que la majorité des corps minéralisés sont métamorphisés à ces faciès supérieurs (parfois même aux faciès des granulites), une excellente connaissance des minéraux d'altération, selon les lithologies, s'avère primordiale pour reconnaître les subtilités des altérations sur le terrain.

Un autre constat très important fait dans le cadre de l'étude est le potentiel métallogénique fortement négligé et les incidences métallogéniques de l'activité platonique sur la zone d'étude. Sachant que plus de la moitié (57 %) de la production et des ressources combinées de la zone d'étude proviennent d'un seul porphyre archéen à Au-Cu-Ag de 6 x 1 km (Diorite de Troilus; mine Lac Troilus), et que plusieurs gisements, gîtes et indices compilés dans l'étude sont interprétés comme étant d'origine magmatique-hydrothermale, l'étude démontre que de nombreuses intrusions, contenues dans des époques métallogéniques définies dans le cadre de ce projet, sont largement sous-explorées. Si l'origine magmatique-hydrothermale d'au moins une partie de la minéralisation présente, par exemple à la mine Lac Troilus, est confirmée, le gisement représenterait un autre exemple de minéralisation syn-magmatique dans la Province du Supérieur, associée à un événement métallogénique précoce du Néoarchéen. Cette interprétation implique que les complexes intrusifs plus anciens présentent un excellent potentiel pour d'autres minéralisations d'origine magmatique-hydrothermale. Selon Sinclair (2007), bien que l'exploration des gisements de type porphyrique dans les cratons précambriens ait été limitée, de nombreux gisements à Cu-Au-Ag-Mo de ce type, associés à des intrusions archéennes et protérozoïques, sont déjà reconnus. Le potentiel de retrouver ce type de gisement dans ces cratons précambriens est grandement négligé. Les séquences volcano-sédimentaires dans lesquelles des plutons ont



pénétré les roches volcaniques ou subvolcaniques, marines ou subaériennes peu profondes ainsi que les roches sédimentaires associées, sont considérées comme les zones les plus favorables pour l'exploration (Sinclair, 2007). Étant donné le manque d'analyses géochronologiques disponibles, comme dans la partie de la séquence volcano-sédimentaire de Frotet-Troilus, il n'est pas toujours possible d'identifier ces intrusions.

La majorité des corps minéralisés sélectionnés pour cette étude se retrouvent à l'intérieur des séquences volcano-sédimentaires dont la densité de connaissances géoscientifiques est substantielle, démontrant une fois de plus le potentiel négligé des intrusions localisées à l'extérieur de ces dernières. Plusieurs découvertes récentes dans la Province du Supérieur, conforme à des contextes métallogéniques de type magmatique-hydrothermal (p. ex. Wawa, Côté Lake, 58N Detour, Windfall, Mythril) laissent croire que d'autres découvertes, ou de nouveaux camps miniers, sont en latences autant dans la partie sud que dans la partie nord de la Province du Supérieur.

De plus, les minéralisations à *Au-Mo-Bi* associées aux intrusions tardi-métamorphiques représentent également un contexte métallogénique à fort potentiel et grandement négligé sur la zone d'étude. L'or n'est pas toujours remobilisé dans ces contextes (p. ex. gîte Cheechoo encaissé dans l'intrusion sodique de Cheechoo). L'or dans les pegmatites pourrait également être économique (p. ex. des minéralisations aurifères de type *Intrusion-related*). En sachant qu'un large volume d'intrusions tardi-tectoniques, c'est-à-dire mises en place entre 2700 et 2600 Ma, est présent sur la zone d'étude (p. ex. les suites granitiques du Vieux Comptoir et de Kaupanaukau) et largement sous-exploré, il est permis de penser qu'un grand potentiel existe dans ces contextes métallogéniques sur la zone d'étude.

La question alors qu'il faut se poser est la suivante : quelle est l'incidence métallogénique des intrusions dans cette partie de la Province du Supérieur ? Pour l'instant, il n'est pas possible de répondre à cette question, mais il n'en demeure pas moins qu'il s'agit d'une excellente piste pour des recherches futures.

Les auteurs recommandent fortement deux autres phases à ce projet, soit :

- i. Une synthèse métallogénique des sous-provinces d'Opatica et d'Ashuanipi, pour venir faire le pont entre la Sous-province de l'Abitibi et la zone d'étude de cette étude.
- ii. Une grande synthèse finale de tous les travaux CONSOREM portant sur le territoire d'Eeyou Istchee Baie-James.

Ce projet n'en est qu'à ses balbutiements, à l'image de la pointe d'un iceberg. La prolongation de ce projet via le ministère des Ressources naturelles et des Forêts, dans la Direction de l'acquisition des connaissances géoscientifiques permettra sans aucun doute d'avoir une meilleure compréhension de l'évolution géologique et souvent complexe de ce vaste territoire.

7- Livrables

Les produits livrés sont pour cette partie de la synthèse :

1. Base de données spatiale en 4 formats : 1) Microsoft® Access relationnelle; 2) GDB relationnelle avec projet MXD (ArcGIS-ESRI®); 3) GPKG relationnelle avec projet QZG (QGIS); et 4) fichiers vectoriels Shapefile (SHP). Une procédure d'utilisation vient avec chaque format.
2. Compilation du contenu métal par substance et du contenu métal total des gisements et gîtes de la zone d'étude.



3. 1 tableau synthèse des 30 principaux corps minéralisés (gisements, gîtes et indices travaillés d'Au ± Ag ± Cu ± Zn ± Mo) d'Eeyou Istchee Baie-James.
4. 6 présentations Microsoft® PowerPoint.
5. 1 rapport (Rapport D).

8- Remerciements

Je tiens à remercier dans un premier temps les partenaires et membres du CONSOREM. Je remercie également mes collègues du CONSOREM qui ont su apporter des échanges constructifs et robustes. Je remercie Brigitte Poirier pour les nombreux commentaires, la révision et la mise en forme finale du document. Un merci particulier à Sylvain Trépanier et Jean Goutier pour leurs apports essentiels à ce projet avec leurs connaissances inégalées du territoire. Je remercie également Mélanie Lambert pour son expertise essentielle dans le domaine de la géomatique, et les assistants de recherche Gauthier D'Harlingue et Rémi Naulot pour l'apport considérable à la description des corps minéralisés, venant ainsi enrichir la base de données.

9- Références

- Bandyayera, D., Daoudene, Y. (2017). Géologie de la région du lac Rodayer (SNRC 32K13-32K14-32N03 et 32N04-SE). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; RG 2017-01, 60 pages, 2 plans.
- Bandyayera, D., Daoudene, Y. (2019). Géologie de la région du lac Nemiscau, secteur ouest de la rivière Rupert (SNRC 32N06, 32N07 et 32N11). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; RG 2018-03, 56 pages, 1 plan.
- Bandyayera, D., Rheaume, P., Maurice, C., Bédard, É., Morfin, S., Sawyer, E. W. (2010). Synthèse géologique du secteur du réservoir Opinaca, Baie-James. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune; RG 2010-02, 46 pages et 1 plan.
- Beauchamp, A.-M. (2018). L'indice Mustang: géologie et altération d'une minéralisation aurifère mise en place dans les turbidites de la ceinture de la Basse-Eastmain, Eeyou Istchee Baie-James. Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, Québec, Canada; mémoire de maîtrise, 360 pages.
- Beauchamp, A.-M. (2020). Géologie de la région du lac Cadieux, sous-provinces d'Opatica et d'Opinaca, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Feuilles SNRC 33A02, 33A07 et la partie NE du feuillet 33A03. MERN, [BG 2019-02. https://gq.mines.gouv.qc.ca/bulletins-geologiques/lac-cadieux/](https://gq.mines.gouv.qc.ca/bulletins-geologiques/lac-cadieux/)
- Bogatu, A. (2017). The Orfée prospect: a Neoarchean orogenic gold occurrence along the contact between the La Grande and Opinaca subprovinces (Eeyou Istchee James Bay, Québec). Université Laval, Québec, Canada; mémoire de maîtrise, 217 pages.
- Card, K. D. (1990). A review of the Superior Province of the Canadian Shield, a product of Archean accretion. Precambrian Research; pages 99-156.
- Card, K. D., Ciesielski, A. (1986). Subdivisions of the Superior province of the Canadian shield. Geoscience Canada; pages 5-13.
- Card, K. D., Poulsen, K. H. (1998). Geology and mineral deposits of the Superior Province of the Canadian Shield. In: Geology of the Precambrian Superior and Grenville Provinces and Precambrian Fossils in North America (Lucas, S. B.; St-Onge, M. R., éd.). Commission géologique du Canada, Géologie du Canada no. 7, pages 15-204.



- Cayer, A. (2003). Programme de forage, automne 2002 - hiver 2003, propriété Poste Le Moyne Extension. Mines d'Or Virginia inc, Corporation TGW. Rapport statutaire soumis au gouvernement du Québec. GM 60336, 595 pages et 38 plans.
- Daigle P. (2020). Technical Report and Mineral Resource Estimate on the Troilus Gold-Copper Project Quebec, Canada. AGP Mining Consultants Inc. pour Troilus Gold Corporation, rapport technique, 212 pages.
- David, J. (2018a). Datation U-Pb dans la Province du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2015-2016. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; MB 2018-16, 24 pages.
- David, J. (2018b). Datations U-Pb dans les provinces de Grenville et du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2016-2017. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; MB 2018-17, 22 pages.
- David, J. (2020a). Datations U-Pb dans les provinces du Supérieur et de Churchill effectuées au GEOTOP en 2017-2018. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; MB 2020-05, 29 pages.
- David, J. (2020b). Datations U-Pb dans les provinces du Supérieur et de Churchill effectuées au GEOTOP en 2018-2019. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; MB 2020-01, 30 pages.
- Davis, D. W. (2019). Rapport sur les datations U-Pb de roches du Québec 2018-2019, projets Lac Cadieux et Lac Watts. University of Toronto. MB 2019-09, 82 pages.
- Davis, W. J., Machado, N., Gariépy, C., Sawyer, E. W., Benn, K. (1995). U-Pb geochronology of the Opatica tonalite-gneiss belt and its relationship to the Abitibi greenstone belt, Superior Province, Quebec. Canadian Journal of Earth Sciences, pages 113-127.
- Davis, D. W., Simard, M., Hammouche, H., Bandyayera, D., Goutier, J., Pilote, P., Leclerc, F., Dion, C. (2014). Datations U-Pb effectuées dans les provinces du Supérieur et de Churchill en 2011-2012. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; RP 2014-05, 62 pages.
- Doyon, J. (2004). Comparaison de la composition des roches métasédimentaires archéennes dans six bassins de la Province du Supérieur : une étude géochimique et statistique. Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, Canada; mémoire de maîtrise, 271 pages.
- Dubé, B., Mercier-Langevin, P. (2020). Gold deposits of the Archean Abitibi greenstone belt, Canada. In: Geology of the World's Major Gold Deposits and Provinces. Special Publications of The Society of Economic Geologists, Volume 23. Authors: Richard H. Sillitoe, Richard J. Goldfarb, François Robert, Stuart F. Simmons. Pages 669-708.
- Duparc, Q. (2014). Corrélations de formations sédimentaires du nord-est de la Sous-province de La Grande, Québec, Canada. Université du Québec à Chicoutimi, Saguenay, Canada; mémoire de maîtrise, 243 pages.
- Duparc, Q., Dare, S. A., Cousineau, P. A., Goutier, J. (2016). Magnetite chemistry as a provenance indicator in Archean metamorphosed sedimentary rocks. Journal of Sedimentary Research, 86(5), pages 542-563.
- Fontaine, A. (2019). Géologie des minéralisations aurifères de la mine Éléonore, Eeyou Istchee Baie-James, province du Supérieur, Québec, Canada. Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, Québec, Canada; thèse de doctorat, 526 pages.
- Fontaine, A., Dubé, B., Malo, M., McNicoll, V. J., Brisson, T., Doucet, D., Goutier, J. (2015). Geology of the metamorphosed Roberto gold deposit (Éléonore Mine), James Bay region, Quebec: Diversity of mineralization styles in a polyphase tectonometamorphic setting. In : Targeted Geoscience Initiative 4. Geological Survey of Canada; Open File 7852, pages 209-225.
- Gauthier, M. (1998). Concepts et méthodes de la métallogénie régionale. Cours intensif APGGQ, mai 1998, 72 pages.
- Gauthier, M. (2000). Styles et répartition des gîtes métallifères du territoire de la Baie-James (Québec). Chronique de la Recherche minière; no. 539, pages 17-61.
- Gauthier, M., Chartrand, F., Trottier, J. (1994). Metallogenic epochs and metallogenic provinces of the Estrie-Beauce region, southern Quebec Appalachians. Economic Geology, 89(6), pages 1322-1360.



- Gauthier, M., Trépanier, S., Gardoll, S. (2007). Metamorphic gradient: a Regional-Scale Area Selection Criterion for Gold in the Northeastern Superior Province, Eastern Canadian Shield. Society of Economic Geologists Newsletter; pages 10-15.
- Gigon, J., Goutier, J., Côté-Roberge, M. (2020). Géologie de la région du lac de Villaret (SNRC 33F01 et 33F08), municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; RG 2019-01, 42 pages, 1 plan.
- Gosselin, P., Dubé, B. (2005). Gold deposits of the world: distribution, geological parameters and gold content. Ottawa: Geological Survey of Canada. 271 pages. Open files 4895 et 4896.
- Goutier, J. (2019). La géologie d'Eeyou Istchee Baie-James. Conférence durant le forum CONSOREM-UQAM.
- https://consorem2.uqac.ca/presentation_pub/a_forum_uqam_019/2_Baie-James%202019-UQAM.pdf
- Goutier, J., Côté-Roberge, M. (2019). Le métamorphisme d'Eeyou Istchee Baie-James. Conférence durant le forum CONSOREM-UQAM.
- https://consorem2.uqac.ca/presentation_pub/a_forum_uqam_019/3_M%C3%A9tamorphisme_2019.pdf
- Goutier, J., Dion, C., Lafrance, I., David, J., Parent, M., Dion, D.-J. (1999). Géologie de la région des lacs Langelier et Threefold (33F/03 et 33F/04). Ministère des Ressources naturelles; RG 98-18, 54 pages, 2 plans.
- Heffernan V. (1999). Quebec's northern frontier awakens. *The Northern Miner*, 85. no. 40. C1.
- Huot, F., Désy, J., Hamelin, L. E. (2009). La Baie-James des uns et des autres: Eeyou Istchee. Productions FH. 305 p.
- Lapointe, I. (2008). Environnements sédimentaires aurifères en terrain de haut grade métamorphique : Le cas des bassins sédimentaires d'Opinaca-Némiscau, Baie-James. Rapport, projet CONSOREM 2007-07, 36 pages.
- Lavallée, J., Lavallée, J. S. (2004). Rapport des travaux de février et mars 2004, Propriété Sakami. Matamec Explorations inc., Rapport statutaire soumis au Gouvernement du Québec; GM 61190, 96 pages, 3 plans.
- Laverdière, C. (2003). Albert Peter Low: le découvreur du Nouveau-Québec (vol. 38). XYZ éditeur/XYZ Publishing.
- Low, A. P. (1896). Rapport sur des explorations faites dans la péninsule du Labrador le long de la Grande-Rivière de l'Est, des rivières Koksoak, Hamilton, Manicouagan et de parties d'autres rivières en 1892-93-94-95. Commission géologique du Canada; rapport annuel volume 8, partie L, 443 pages, 4 plans.
- Lulin, J.-M. (2020). La découverte aurifère d'Elmer, région de la Baie-James, Québec. Conférence présentée dans le cadre du congrès XPLOR 2020, 21 octobre 2020, 26 pages.
- Mercier-Langevin, P., Daigneault, R., Goutier, J., Dion, C., Archer, P. (2012). Geology of the Archean Intrusion-Hosted La-Grande-Sud Au-Cu Prospect, La Grande Subprovince, James Bay Region, Quebec. *Economic Geology*, 107(5), pages 935-962.
- Mitchell, A. H. G., & Garson, M. S. (1981). Mineral deposits and global tectonic settings. Academic Press.
- Moukhsil, A. (2000). Géologie de la région des lacs Pivert (33C/01), Anatacau (33C/02), Kauputauchechun (33C/07) et Wapamisk (33C/08). Ministère des Ressources naturelles; RG 2000-04, 49 pages, 4 plans.
- Moukhsil, A., Doucet, P. (1999). Géologie de la région des lacs Village. Ministère des Ressources naturelles; RG 99-04, 33 pages, 1 plan.
- Moukhsil, A., Legault, M. (2002). Géologie de la région de la Basse-Eastmain occidentale (33D/01, 33D/02, 33D/07 et 33D/08). Ministère des Ressources naturelles; RG 2002-09, 32 pages, 4 plans.



- Moukhsil, A., Legault, M., Boily, M., Doyon, J., Sawyer, E.W., Davis, D. W. (2003). Synthèse géologique et métallogénie de la ceinture de roches vertes de la Moyenne et de la Basse-Eastmain (Baie-James). Ministère des Ressources naturelles; ET 2002-06, 57 pages, 1 plan.
- Moukhsil, A., Legault, M., Boily, M., Doyon, J., Sawyer, E.W., Davis, D. W. (2007). Geological and metallogenic synthesis of the Middle and Lower Eastmain greenstone belt (Baie-James). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune; ET 2007-01, 58 pages, 1 plan.
- Moukhsil, A., Voicu, G., Dion, C., David, J., Davis, D. W., Parent, M. (2001). Géologie de la région de la Basse-Eastman centrale (33C03, 33C04, 33C05 et 33C06). Ministère des Ressources naturelles; RG 2001-08, 54 pages, 4 plans.
- Nicholls, P. R. J. (1996). Report on the 1995 diamond drilling, Reservoir project. Ressources Westmin Itée, rapport statutaire soumis au gouvernement du Québec; GM 54620, 125 pages, 4 plans.
- Parent, M. (2011). Compilation géochronologique U-Pb des sous-provinces d'Ashuanipi, d'Opinaca, d'Opatica et de La Grande. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune; MB 2011-04, 14 pages, 1 plan.
- Pearson, V. (2007). Fertilité des petites ceintures de roches vertes archéennes. Rapport, projet CONSOREM 2004-01, 134 pages.
- Pedreira Pérez, R., Daoudene, Y., Tremblay, A., Bandyayera, D. (2018). Étude structurale et métamorphique du secteur du lac Nemiscau, Sous-province de Nemiscau, Baie-James, Québec : évolution tectonique d'un bassin sédimentaire. Résultats préliminaires. UQÀM, MERN; MB 2018-10, 55 pages.
- Percival, J. A. (1989). A regional perspective of the Quetico metasedimentary belt, Superior Province, Canada. Canadian Journal of Earth Sciences; pages 677-693.
- Percival, J. A., Williams, H. R. (1989). Late Archean Quetico accretionary complex, Superior Province, Canada. Geology; pages 23-25.
- Petascheck, W. E. (1965). Typical features of metallogenic provinces. Economic Geology, 60(8), pages 1620-1634.
- Puritch, E., Yassa, A., Bradfield, A. and, Armitage, A. (2018). Updated mineral resource estimate and preliminary economic assessment on the Eau Claire gold deposit, Clearwater Property, Québec, Canada. For Eastmain Resources Inc. P&E Mining Consultants Inc. NI-43-101 & 43-101F1. Technical report. Report No. 339, 298 pages.
- Ravenelle, J.-F. (2013). Amphibolite facies gold mineralization: an example from the Roberto deposit, Éléonore property, James Bay, Quebec. Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau Terre Environnement, Québec, Canada; thèse de doctorat, 325 pages.
- Ravenelle, J.-F., Dubé, B., Malo, M., McNicoll, V., Nadeau, L., Simoneau, J. (2010). Insights on the geology of the world-class Roberto gold deposit, Éléonore property, James Bay area, Quebec. Geological Survey of Canada; Current Research 2010-1, 26 pages.
- Remick, J. H., Ahmedali, T. (1974). Cartes annotées de la région de Fort Rupert (Nouveau Québec). MRN; DP 274, 23 plans.
- Richard, P. L., Torrealba, J., Evangelista, D. (2020). Mineral Resource Estimate for the Cheechoo Project, Eeyou Istchee James Bay, Québec, Canada. NI 43-101 – Technical Report and Mineral Resource Estimate. BBA, 205 pages.
- Robert, F. (2001). Syenite-associated disseminated gold deposits in the Abitibi greenstone belt, Canada. Mineralium Deposita, 36(6), 503-516.
- Sinclair, W. D. (2007). Porphyry deposits. Mineral deposits of Canada: A synthesis of major deposit-types, district metallogeny, the evolution of geological provinces, and exploration methods: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication, 5, 223-243.
- Stott, G. M., Corkery, M. T., Percival, J. A., Simard, M., Goutier, J. (2010). A revised terrane subdivision of the Superior Province. Ontario geological survey; Open File Report 6260, pages 20-1 à 20-7.



- Thériault, R., Beauséjour, S. (2012). Carte géologique du Québec - édition 2012. Ministère des Ressources naturelles; DV 2012-06, 8 pages, 1 plan.
- Vallières, M. (1989). Des mines et des hommes: histoire de l'industrie minérale québécoise: des origines au début des années 1980. Publications du Québec; 439 pages.
- Winter, L.D.S. (2011). Technical report NI 43-101 for the MacLeod Lake property, Chibougamau mining district, Quebec, préparé pour Western Troy Capital Resources Inc., NI 43-101 Report; 74 pages.
- Yassa, A. (2019). NI 43-101 Technical Report and Mineral Resource Estimate on the Eastmain Mine Property James Bay District, Quebec. For Benz Mining Corp. P&E Mining Consultants Inc. Report 358, 139 pages.

Liens utiles

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

<http://gq.mines.gouv.qc.ca/lexique-stratigraphique/>

<https://newmont.com/>



Annexe 1 : Tableau synthèse des 30 principaux corps minéralisés (gisements, gîtes et indices travaillés d'Au ± Ag ± Cu ± Zn ± Mo) d'Eeyou Istchee Baie-James [Retour au texte.](#)

*Données en date d'avril 2022.



Tableau synthèse final - Description des gisements, gîtes et indices Au ± Cu ± Mo d'Eeyou Istchee - Baie-James

Tableau synthèse final - Description des gisements, gîtes et indices Au ± Cu ± Mo d'Eeyou Istchee - Baie-James

Tableau synthèse final - Description des gisements, gîtes et indices Au ± Cu ± Mo d'Eeyou Istchee - Baie-James