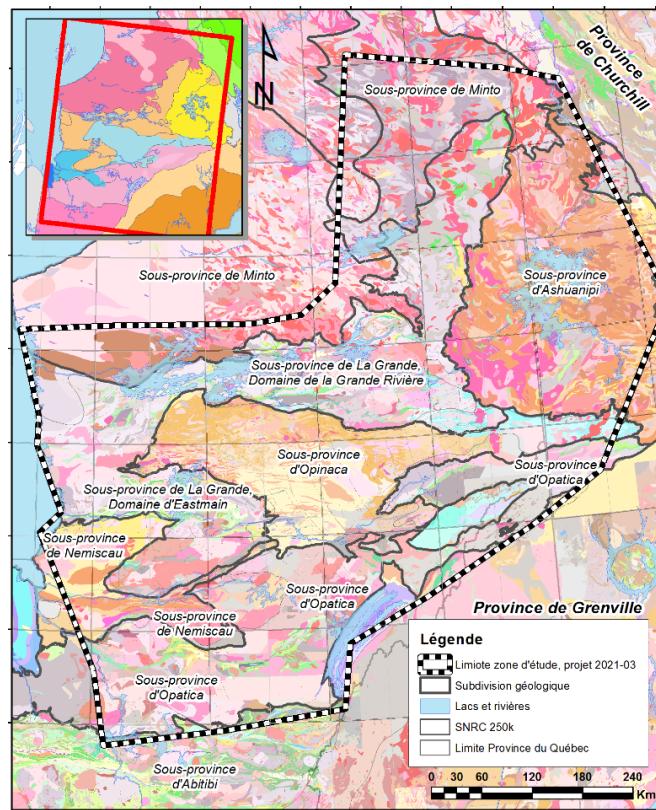


Synthèse métallogénique, métamorphique, géochronologique et structurale d'Eeyou Istchee Baie-James Phases 1 et 2 – Rapport B

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 B – Géochronologie. Rapport, projets CONSOREM 2020-03 et 2021-03, 53 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:

- 1) Detailed description of 30 mineralized bodies, integrated into the relational spatial database and a PDF document.
- 2) Summary table of the 30 detailed descriptions in 12 key points.
- 3) Summary of key observations drawn from the description of the mineralized bodies.
- 4) 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:

- 1) Compilation of 682 verified and revised U-Pb geochronological dates from the SIGÉOM database and several studies, integrated into the relational spatial database.
- 2) 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.
- 3) Geochronological and metamorphic synthesis.

Report C presents the following results:

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

Finally, Report D presents the following results:

- 1) Metallogenic synthesis.
- 2) 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 PALÉOARCHÉEN : 3600 à 3200 MA	19
5.1.1 <i>Domaine de La Grande Rivière</i>	19
5.1.2 <i>Sous-provinces d'Opinaca, d'Opatica, d'Ashuanipi et de Minto</i>	21
5.2 MÉSOARCHÉEN : 3200 à 2800 MA	22
5.2.1 <i>Épisodes M1 à M3</i>	25
5.3 NÉOARCHÉEN : 2800 à 2500 MA.....	26
5.3.1 <i>Épisodes N1 à N3 : 2800 à 2750 Ma</i>	26
5.3.2 <i>Épisodes N4 à N7 : 2750 à 2700 Ma</i>	28
5.3.3 <i>Période ~2700 à 2500 Ma</i>	32
5.4 MÉTAMORPHISME	34
5.4.1 <i>Métamorphisme antérieur à 2705 Ma</i>	34
5.4.2 <i>Métamorphisme ultérieur à 2705 Ma</i>	34
5.5 INTERPRÉTATION DE PALÉOLIMITES DE CRATONS PALÉO- À MÉSOARCHÉEN, PORTION NORD-EST DE LA PROVINCE DU SUPÉRIEUR.....	36
6- SYNTHÈSE ET CONCLUSIONS.....	46
7- LIVRABLES	46
8- REMERCIEMENTS.....	47
9- RÉFÉRENCES	47
LIENS UTILES	53



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).

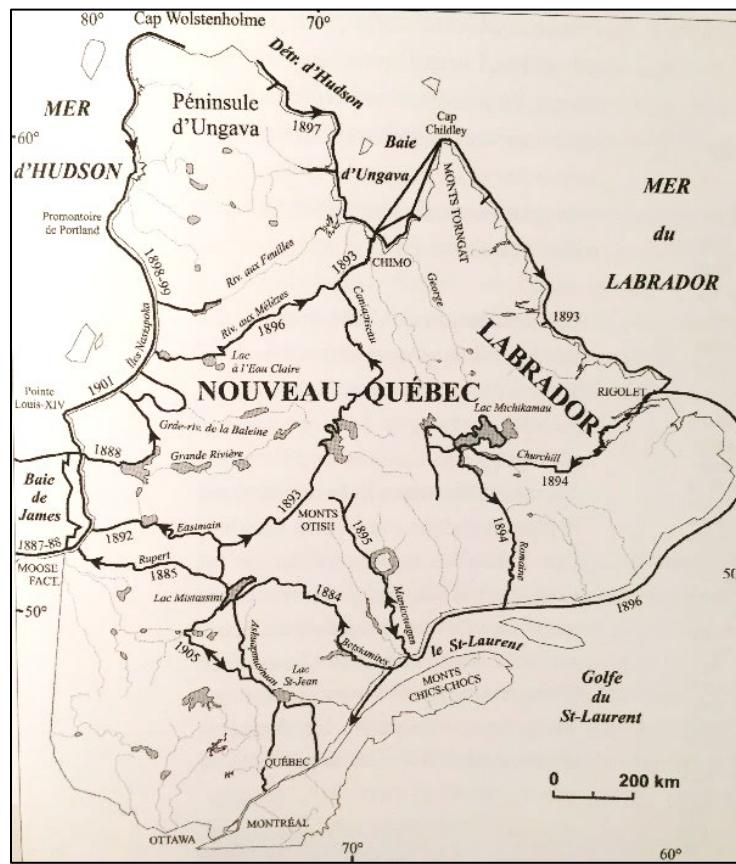


Figure 1. Carte des expéditions d'Albert Peter Low. Dessinée par Girard (U. de M.) et tirée de Laverdière (2003). Figure tirée de Huot *et al.* (2009). [Retour au texte](#).



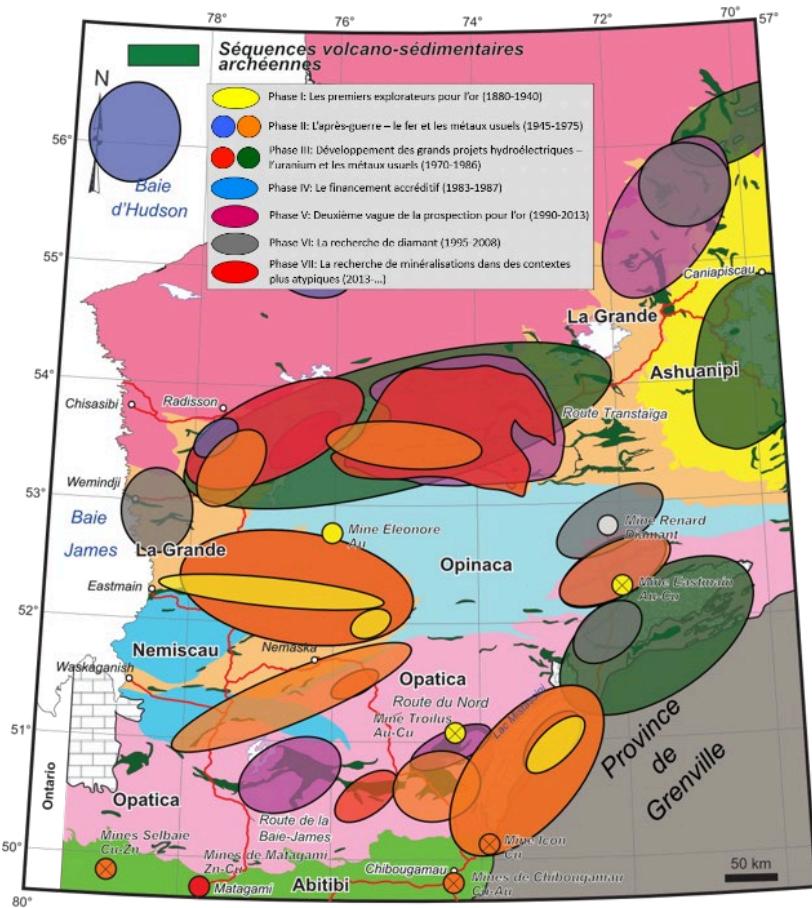


Figure 2. Les différentes phases d'exploration de 1884 à aujourd'hui (modifiée de Gauthier, 2000). Carte modifiée de Gigon *et al.* (2020). Géologie modifiée de Thériault et Beauséjour (2012) et du SIGÉOM (2021). [Retour au texte](#).

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.

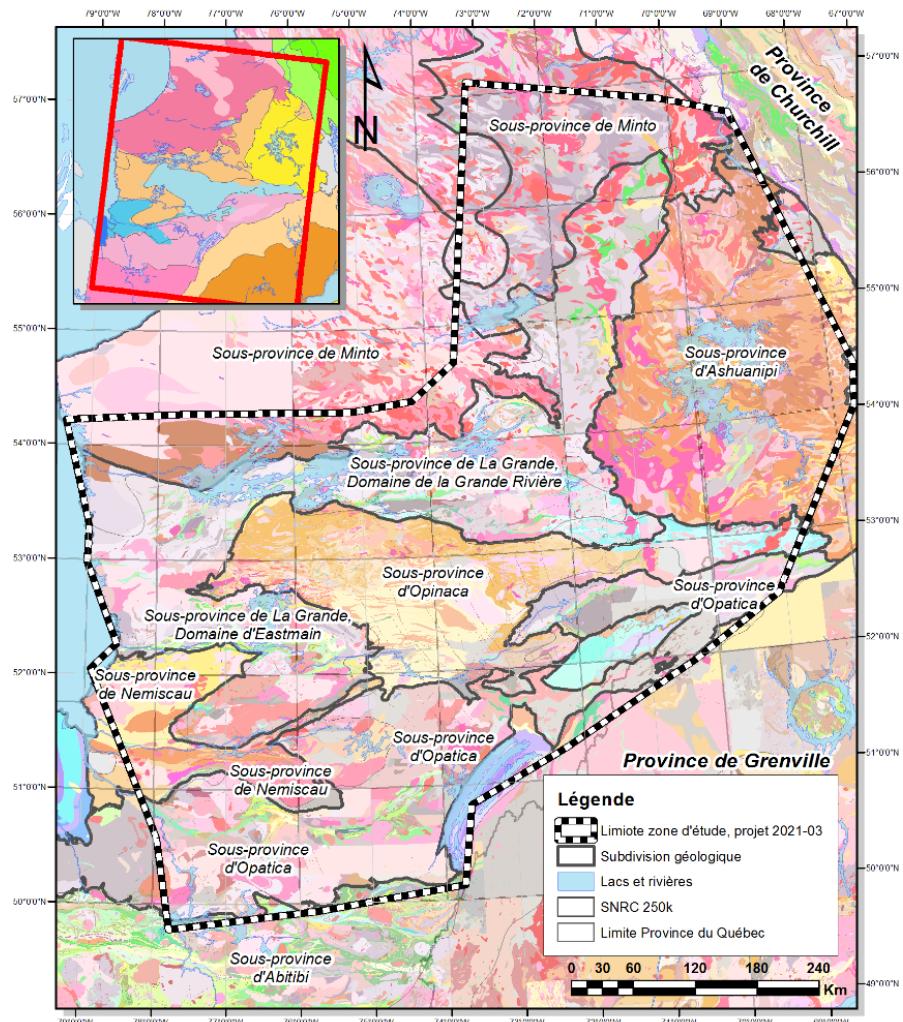


Figure 3. Localisation de la zone d'étude, projets 2020-03 et 2021-03. Géologie du SIGÉOM (2022). [Retour au texte](#)

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.



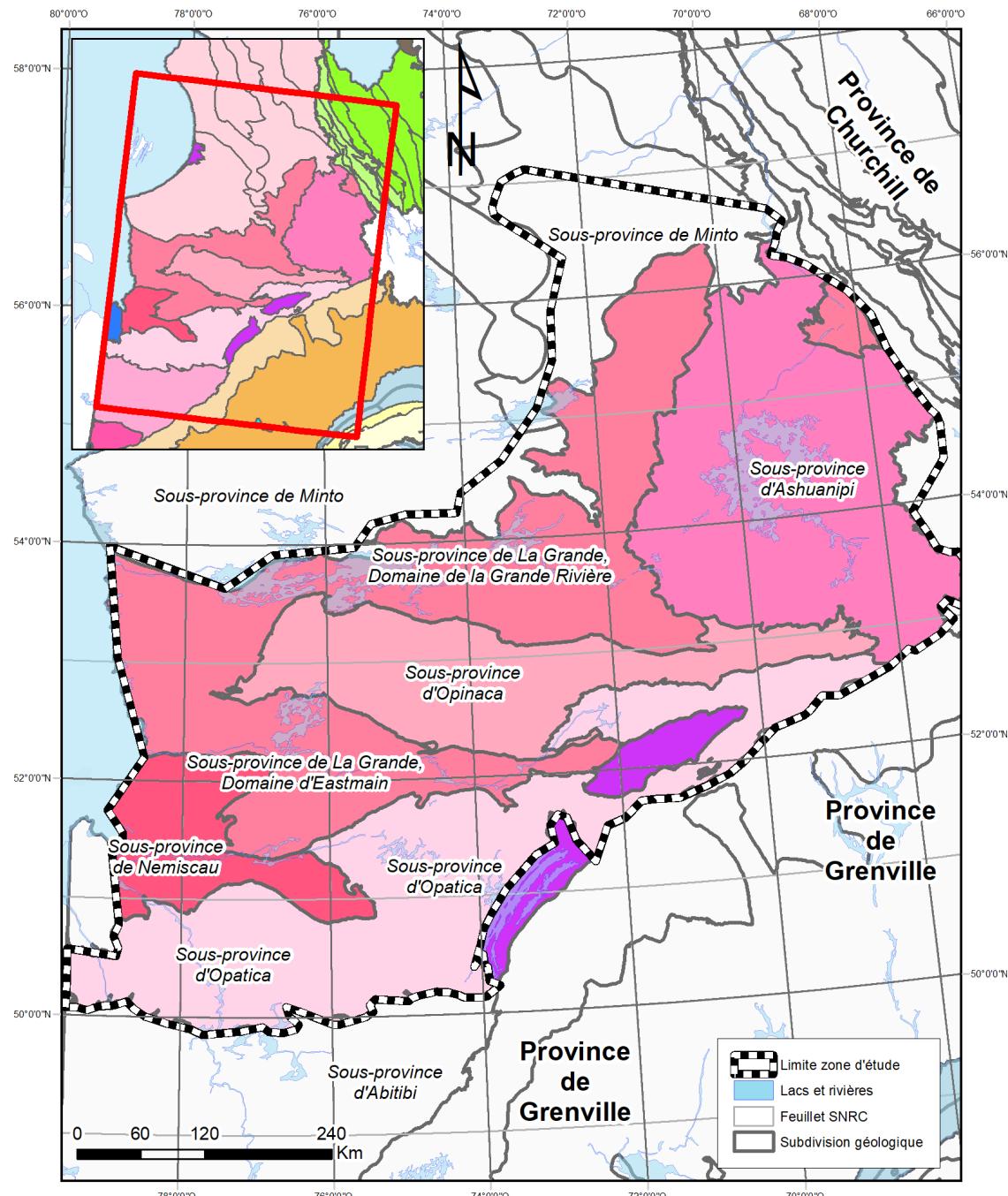


Figure 4. Localisation de la zone d'étude. Géologie du SIGÉOM (2023). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#).

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.



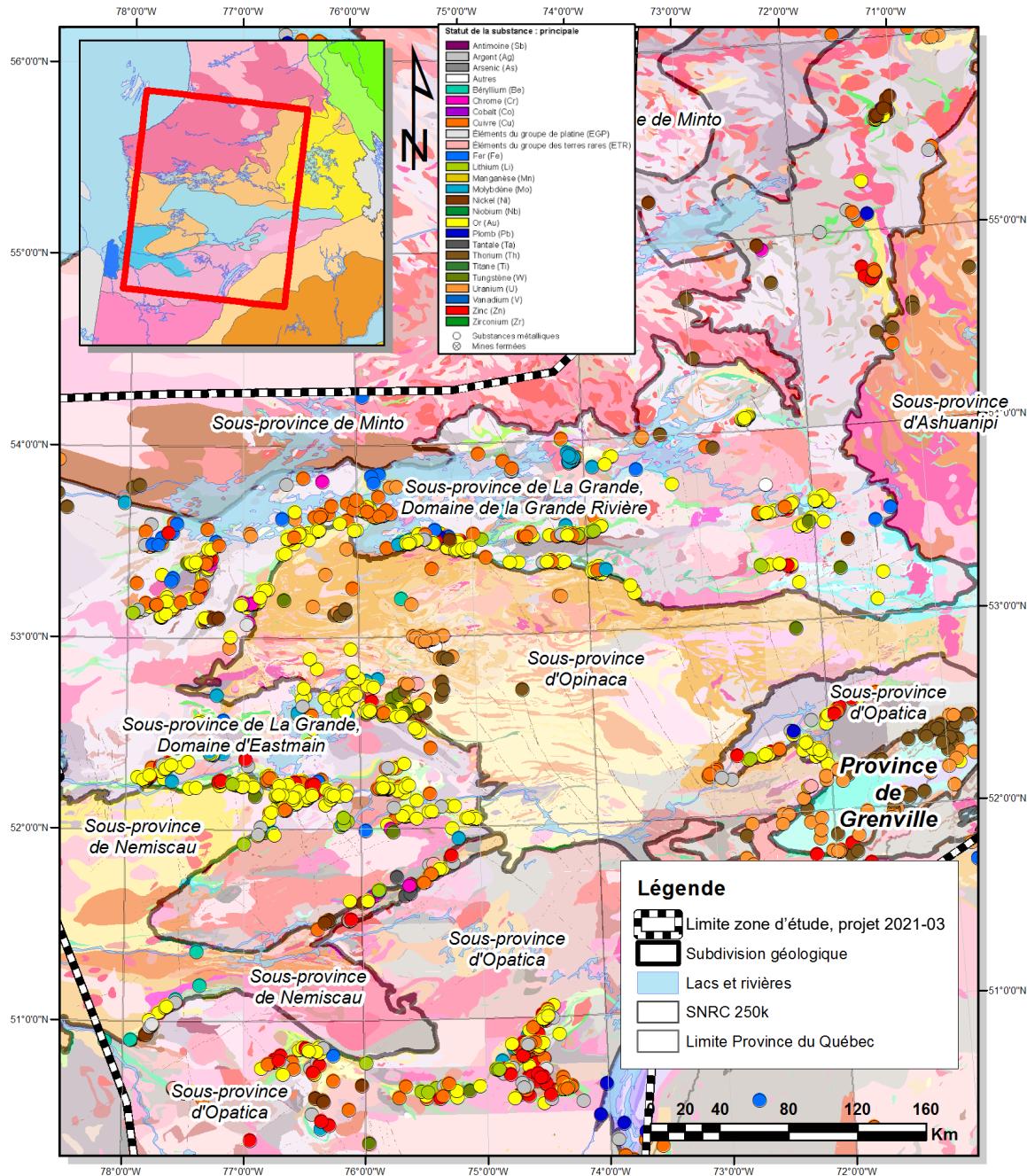


Figure 5. Localisation des corps minéralisés, par substance principale, de la base de données du SIGÉOM. Géologie du SIGÉOM (2022). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#).

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 géochronologique (rapport B) se résume en 5 points :

- 1) Vaste compilation des datations isotopiques U-Pb à partir de zircons, de titanites, de monazites et de grenats, disponibles dans la littérature scientifique et dans les rapports gouvernementaux.
- 2) Vérification systématique des localisations des échantillons et des analyses géochimiques.
- 3) Extraction des âges de cristallisation (volcanisme et intrusion), de déposition (détritique), des épisodes de métamorphisme-déformation et de minéralisation.
- 4) Intégration des analyses géochronologiques dans la base de données et dans la carte géologique du SIGÉOM (couche spatiale de polygones litho-géochronologiques).
- 5) Synthèse.



Au total, 682 analyses réparties sur la zone d'étude, dont 677 ont un âge interprété, ont été compilées ([Figure 6](#)).

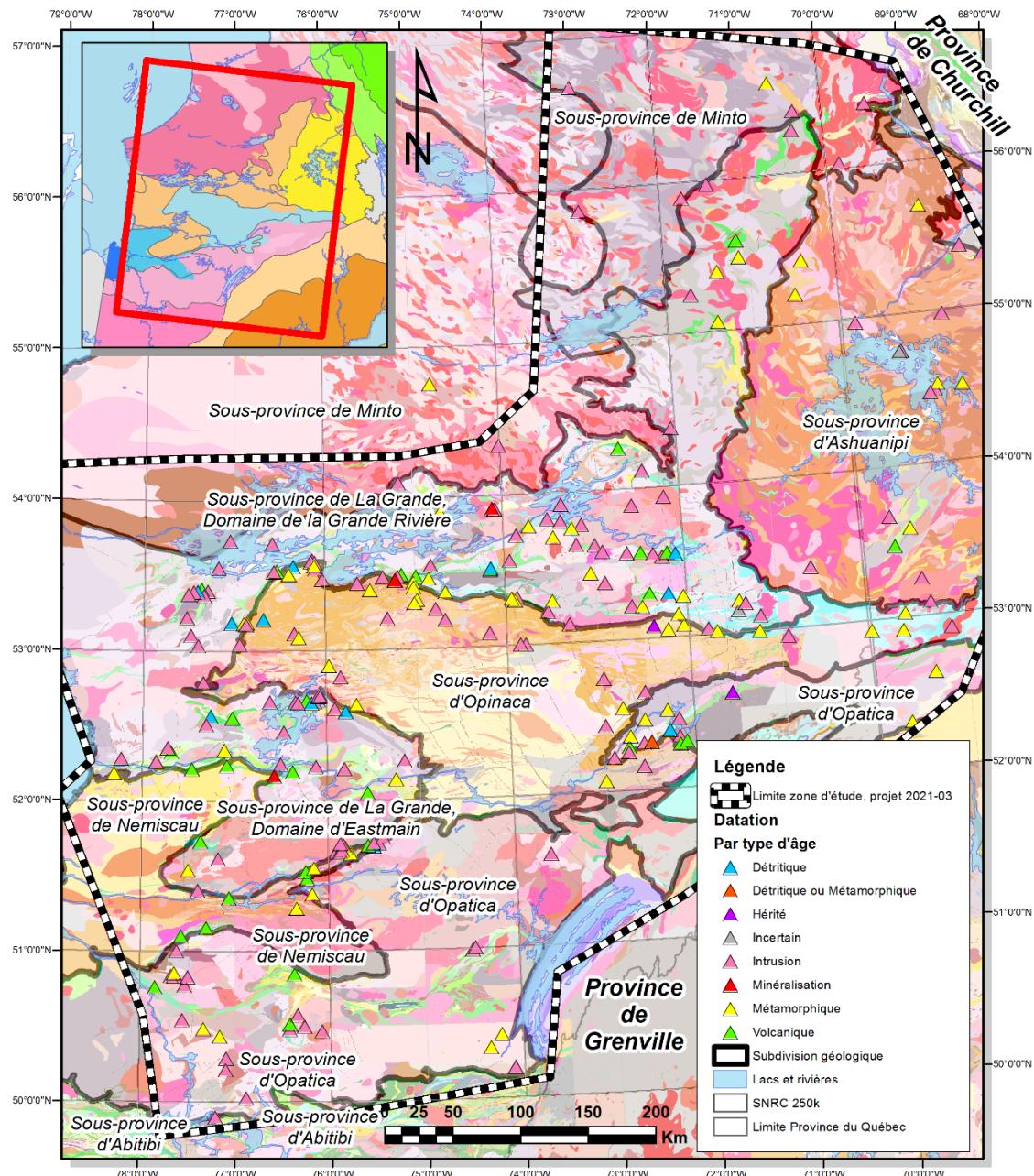


Figure 6. Localisation des 677 analyses géochronologiques par type d'âge. Géologie du SIGÉOM (2022). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#).



5-Présentation des résultats

Une compilation géochronologique a permis de livrer un fichier robuste comprenant 677 âges ([Figure 6](#)). Le fichier contient les âges U-Pb provenant majoritairement de zircons, mais également de monazites, de titanites et de grenats, et interprétant les âges de cristallisation magmatiques (45 roches volcaniques et 211 roches intrusives), les âges métamorphiques (183), les âges de zircons hérités (93), les âges de zircons détritiques (133) et quelques âges dont l'interprétation est incertaine (5) de différentes unités lithologiques du secteur d'étude et même en dehors de celui-ci. Quelques âges de minéralisation sont également inclus dans la compilation (7). Il est bon de noter que plusieurs âges proviennent d'un même site d'échantillonnage. Les âges compilés ont été ainsi intégrés dans la base de données relationnelle Microsoft® Access des corps minéralisés ou dans les bases de données spatiales.

Il serait très difficile ici de répertorier toute l'information disponible dans les nombreuses études scientifiques se rapportant à cette compilation. C'est pourquoi cette section focalisera majoritairement sur les résultats synthétisés. Ces résultats sont présentés sous forme de deux tableaux ([Figure 7](#) et [Figure 8](#)) et de trois cartes synthèses ([Figure 9](#), [Figure 10](#) et [Figure 11](#)). Les différents épisodes magmatiques, les épisodes de sédimentation et les événements métamorphiques se basent sur les études antérieures, mais également sur la compilation géochronologique livrée dans le présent rapport. Les épisodes magmatiques sont numérotés, par itération, de 1 à 3 pour le Mésoarchéen et de 1 à 7 pour le Néoarchéen. Un épisode mésoarchéen sera identifié par la lettre « *M* » et un épisode néoarchéen sera identifié par la lettre « *N* ». Lorsqu'un épisode est synchrone, ou en partie synchrone à un autre épisode, mais est observé dans un domaine ou une sous-province géologique différente, un suffixe alphabétique est ajouté (p. ex. Épisode 4a, 4b, etc.).

Au total, les épisodes magmatiques et sédimentaires ont été divisés en 3 épisodes mésoarchéens (M1 à M3) et 7 épisodes néoarchéens (N1 à N7; [Figure 7](#) à [Figure 11](#)).

5.1 Paléoarchéen : 3600 à 3200 Ma

La [Figure 7](#) montre bien que des analyses U-Pb sur des zircons, avec des âges paléoarchéens interprétés, sont répertoriées dans le Domaine de La Grande Rivière tandis qu'aucune analyse U-Pb, pour cette même période, n'est répertoriée dans le Domaine d'Eastmain et dans les sous-provinces d'Opinaca, de Nemiscau et d'Opatica (excepté quelques rares zircons détritiques). Ceci illustre bien le diachronisme entre la portion nord et la portion sud de la zone d'étude.

5.1.1 Domaine de La Grande Rivière

5.1.1.1 Complexe de Langelier

Le Domaine de La Grande Rivière ([Figure 4](#)) est caractérisé par la présence d'un socle ancien gneissique, de composition tonalitique et granitique, et d'âge paléoarchéen à néoarchéen, soit le Complexe de Langelier ([Figure 7](#), [Figure 8](#) et [Figure 12](#)). Ce complexe est âgé entre 3452 Ma et 2788 Ma (Mortensen et Ciesielski, 1987; Goutier et al., 1998, 1999b, 2002; Davis et al., 2014; 2015; David, 2018a; Fleury, 2019). Ces âges indiquent la présence d'un socle paléoarchéen (3452 \pm 16 Ma, 3431 \pm 1,2 Ma et 3326 \pm 4 Ma; Davis et al., 2014; Fleury, 2019) dans la région du lac Yasinski (33F; [Figure 12](#)), lequel a été en grande partie érodé et injecté par des phases tonalitiques mésoarchéennes à néoarchéennes (Goutier et al., 1998; Davis et al., 2015). Ce petit craton paléoarchéen était possiblement émergé dans cette partie de la Sous-province de La Grande au Néoarchéen (~2,75 Ga; Davis et al., 2014).

Des évidences de la présence d'une croûte sialique extensive à 3500 Ma sont également reconnues dans les sous-provinces de Sachigo, Berens River et Uchi dans la partie ouest de la Province du Supérieur. Ces évidences suggèrent qu'elles formeraient un élément cratonique



paléo- à mésoarchéen distinct, le *North Caribou Terrane* (NCT; Thurston *et al.*, 1991; Card et Poulsen, 1998; Percival *et al.*, 2012), incluant possiblement la Sous-province de La Grande dans ce terrane ou superterrasne. Plus récemment, Houlé *et al.* (2015; 2020) utilisent le terme superdomaine de *BUOGE*, qui correspond aux domaines de Bird River, Uchi, Oxford-Stull, La Grande Rivière et Eastmain du *North Caribou terrane* (NCT), caractérisés par plusieurs gisements, gîtes et indices de chromite (Cr), de Ni-Cu- (ÉGP) et de Fe-Ti-V.

Les évidences de ce socle ancien expliquent en partie la contamination crustale des roches dans le Domaine de La Grande Rivière. Cette histoire ancienne se traduit par l'existence de racines lithosphériques profondes, comme l'ont démontré les travaux de Faure *et al.* (2011) et du projet CONSOREM 2009-10 (Faure, 2010). Ces études proposent que les zones de perturbation de vélocité sismique plus élevée (Figure 5 dans Faure *et al.*, 2011) représentent les noyaux de dunites ou harzburgitiques paléo- à mésoarchéens, fortement appauvris, dérivés du manteau archéen primitif « *pristine* » de Griffin *et al.* (2009), comme proposé pour le manteau archéen primitif « *pristine* » sud-africain (Shirey *et al.*, 2004). Le noyau paléo- à mésoarchéen de la Province du Supérieur pourrait représenter, rhéologiquement parlant, un noyau plus rigide contre lesquels les terranes plus juvéniles méso- à néoarchéens ont été accrétés. Ces anciens cratons sont caractérisés par une inactivité tectonique, une stabilité durant plusieurs millions d'années, un manteau lithosphérique épais et un faible flux de chaleur (*p. ex.* King, 2005; Mareschal et Jaupart, 2006; Faure *et al.*, 2011; Jaupart et Mareschal, 2015).

5.1.1.2 Formation d'Apple

Une séquence d'arénite quartzitique et de conglomérat monogénique pyritifère et uranifère, la Formation d'Apple (Figure 7 et Figure 12), repose en discordance d'érosion sur le socle tonalitique et granitique ancien. Cette séquence sédimentaire pyritifère et uranifère est unique, car l'unité conglomératique est la plus uranifère des séquences archéennes canadiennes (Paquette, 1998) et une des plus grandes unités de plate-forme archéenne du Bouclier canadien (Davis *et al.*, 2015). Selon plusieurs auteurs (*p. ex.* Roscoe et Donaldson, 1988; Roscoe et Minter, 1993; Gauthier *et al.*, 1997; Paquette et Gauthier, 1997; Paquette, 1998), la Formation d'Apple témoigne d'un environnement de plate-forme en marge d'un craton.

Selon Goutier *et al.* (2000), le passage progressif et l'absence de discordance d'érosion entre la Formation d'Apple et le Groupe de Yasinski suggèrent que la séquence sédimentaire d'Apple est une unité néoarchéenne, même si les âges obtenus sur les zircons détritiques de l'arénite quartzitique sont paléoarchéens (3554 Ma à 3342 Ma; Davis *et al.*, 2015).

L'écart important entre l'âge de la source (3554 Ma à 3342 Ma) et la mise en place des sédiments de la Formation d'Apple suggèrent que les seules unités affectées par l'érosion à cette époque étaient d'âge paléoarchéen et qu'il y avait possiblement un mini-craton émergé au Néoarchéen (vers 2750 Ma) dans la région du lac Yasinski (Davis *et al.*, 2015). Toujours selon ces auteurs, l'absence de zircons mésoarchéens dans la Formation d'Apple pourrait démontrer que les unités mésoarchéennes présentes plus à l'est (*p. ex.* le Groupe de Guyer, $2820,3 \pm 0,8$ Ma à $2806,1 \pm 2,3$ Ma; Goutier *et al.*, 2002; David *et al.*, 2011b, 2012) n'étaient possiblement pas exposées lors du dépôt des sédiments de la Formation d'Apple où qu'elles fussent sur un autre bassin versant. Une autre hypothèse serait que la Formation d'Apple soit paléoarchéenne, mais la géométrie de cette unité et la relation concordante avec les roches du Groupe de Yasinski peuvent difficilement appuyer cette interprétation avec une différence d'un minimum de 590 Ma.

Il est bon de mentionner que d'autres unités stratigraphiques similaires à la Formation d'Apple, soit des séquences d'arénite quartzitique et de conglomérat monogénique à cailloux de quartz, sont répertoriées sur la zone d'étude. Des exemples sont la Formation de Voirdye (mAvrd3a) dans la Ceinture du Lac des Montagnes (Bandyayera et Caron-Côté, 2019) et une unité dans le secteur



de la séquence volcano-sédimentaire de Nougères dans la Sous-province de Minto (Gauthier, 2023).

5.1.2 Sous-provinces d'Opinaca, d'Opatica, d'Ashuanipi et de Minto

Dans les autres sous-provinces ([Figure 4](#) et [Figure 12](#)), des âges interprétés de zircons détritiques et hérités paléoarchéens obtenus dans 6 secteurs différents indiquent qu'il y avait possiblement plusieurs sources pour ces zircons dans cette portion de la Province du Supérieur ([Figure 12](#)). Pour les zircons interprétés comme étant détritiques, 4 sources distinctes possibles peuvent ainsi être identifiées ([Figure 12](#)) :

- 1) Une source dans la portion sud-ouest du feuillet SNRC 33F, correspondant à des zircons prélevés dans le Complexe de Laguiche (Sous-province d'Opinaca).
- 2) Une source dans la portion sud-ouest du feuillet SNRC 33A, correspondant à des zircons prélevés dans le Complexe de Laguiche et dans le Groupe de Bohier de la séquence volcano-sédimentaire de la Haute-Eastmain (sous-provinces d'Opatica et d'Opinaca).
- 3) Une source dans la portion nord du feuillet SNRC 32O et dans la portion sud du feuillet SNRC 33B, correspondant à des zircons prélevés dans les formations de Voirdye et de Prosper et également dans le Groupe du Lac des Montagnes (tuf; sous-provinces d'Opatica et de La Grande, Domaine d'Eastmain).
- 4) Une source dans la portion orientale du feuillet SNRC 24D, correspondant à des zircons prélevés dans le Complexe de Lilois (Sous-province d'Ashuanipi).

Pour les zircons interprétés comme étant hérités, 2 sources distinctes possibles peuvent ainsi être identifiées ([Figure 12](#)) :

- A. Une source dans la portion centre-nord du feuillet SNRC 32K, correspondant à des zircons prélevés dans le Complexe gneissique de Théodat (Sous-province d'Opatica).
- B. Une source dans la portion centre-nord du feuillet SNRC 32K, correspondant à des zircons prélevés dans le Complexe de Garault (Sous-province de Minto).

Les âges de zircons détritiques (combiné aux âges de zircons magmatiques et hérités) de la source 1 ([Figure 12](#)), obtenus dans un conglomérat polygénique localisé dans la partie nord-ouest de la Sous-province d'Opinaca (3397 ± 7 Ma et 3263 ± 16 Ma; David, 2018a), concordent avec une source probable des portions paléoarchéennes des roches du Complexe de Langelier (3452 Ma à 3326 Ma; Davis *et al.*, 2014; Fleury, 2019). Des zircons détritiques de la source 2 ([Figure 12](#)) provenant d'un paragneiss du Complexe de Laguiche, avec un âge interprété à 3281 ± 12 Ma (Davis, 2019), indiqueraient une source de roches paléoarchéennes localisée beaucoup plus au sud ou à l'est. Dans le secteur de la séquence volcano-sédimentaire de la Haute-Eastmain, l'âge du socle a été estimé à $<3024 \pm 22$ Ma par Davis (2019) à partir de zircons hérités provenant du Complexe de Misasque, impliquant un socle gneissique d'âge mésoarchéen. Également dans ce secteur, des zircons hérités provenant de la Suite de Cadieux ont retourné des âges de $<2949 \pm 24$ Ma (Davis, 2019), confirmant cette hypothèse. Mais la présence de zircons détritiques à $<3281 \pm 12$ Ma suggère que le socle ancien serait beaucoup plus vieux et d'âge paléoarchéen. La compilation fait également ressortir de nouveaux secteurs potentiels où il y aurait eu l'existence de cratons paléoarchéens. Les âges de zircons détritiques (combiné à un âge de zircon hérité) de la source 3 ([Figure 12](#)), obtenus dans les roches sédimentaires des formations de Voirdye et de Prosper ainsi que dans un tuf felsique du Groupe du Lac des Montagnes (3517 ± 16 Ma à $<3256 \pm 7$ Ma; Davis, 2023), indiquent la présence d'un autre craton ancien dans le secteur de la séquence volcano-sédimentaire du Groupe du Lac des Montagnes et au sud du contact des sous-provinces d'Opinaca et de La Grande. Également, un âge de zircons détritiques de la source 4 ([Figure 12](#)), obtenu dans les roches sédimentaires du Complexe de Lilois (<3400 Ma; Percival *et al.*, 1992),



suggère la présence d'un autre craton ancien paléoarchéen dans la partie orientale de la Sous-province d'Ashuanipi, à environ 20 km à l'ouest de la frontière du Labrador.

Les deux âges interprétés à partir des zircons hérités et correspondant aux sources A et B de la **Figure 12**, sont respectivement de 3458 Ma et 3203 ± 12 Ma (Pérez et al., 2023; David et al., 2008). La présence de ces âges aussi vieux implique la présence de socle Paléoarchéen dans ces secteurs.

La présence de ces vieux zircons détritiques dans cette partie de la Province du Supérieur pourrait suggérer soit : (i) l'existence d'un proto-craton paléoarchéen complètement érodé ou (ii) la présence d'unités lithologiques de cet âge, et non connues à ce jour. Un âge détritique de zircon de 3245 ± 14 Ma (Davis et Sutcliffe, 2018b) a également été obtenu dans un conglomérat polygénique déformé du Groupe de Bohier, localisé dans la séquence volcano-sédimentaire de la Haute-Eastmain (**Figure 12**), renforçant la possibilité d'une source paléoarchéenne dans la Sous-province d'Opatica. Davis et al. (1994) émettaient déjà l'hypothèse spéculative d'une source potentielle de zircons détritiques mésoarchéens des sous-provinces de l'Abitibi et du Pontiac provenant de la Sous-province d'Opatica. Ils n'avaient pas les données nécessaires pour confirmer la présence d'une source paléoarchéenne dans cette sous-province. Cette nouvelle compilation géochronologique supporte l'hypothèse émise par Davis et al. (1994).

5.2 Mésoarchéen : 3200 à 2800 Ma

La période de la fin du Paléoarchéen au début du Mésoarchéen (3390 Ma à 2950 Ma) est la moins bien identifiée par des datations U-Pb de la zone d'étude (**Figure 7** et **Figure 8**). Les datations proviennent majoritairement de zircons hérités ou détritiques de <2950 Ma, ce qui a été discuté dans la section précédente (5.1.2). Le **Tableau 1** liste les datations des différentes intrusions de la fin du Paléoarchéen et du Mésoarchéen (>2800 Ma).

À partir d'environ 2880 Ma, il est possible d'identifier de façon précise des épisodes de magmatisme (plutonique et volcanique) dans la Sous-province de La Grande, domaine de la Grande Rivière, d'âge mésoarchéen (**Figure 7**, **Figure 8**, **Tableau 1**). La phase 1 du Pluton de Poste Le Moyne (2881 ± 2 Ma, Goutier et al., 2002) et le volcanisme du Complexe de Gayot (Épisode mA1 : 2880 ± 2 Ma; David et al., 2009a) représentent les phases intrusives et volcaniques les plus anciennes du Mésoarchéen. Les observations de terrain dans le domaine de la Grande Rivière indiquent que ces épisodes plutoniques vont se succéder et qu'ils vont correspondre au socle sur lequel les séquences supracrustales mésoarchéennes à néoarchéennes vont se déposer. Plus au sud, dans le Domaine d'Eastmain et dans la Sous-province d'Opatica, les âges obtenus sur les roches de type tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG) des complexes de Champion (2889 ± 14 Ma à 2815,8 $\pm 3,0$ Ma; Bynoe, 2014, David, 2019 et David, 2020a), de la Hütte (2804,6 $\pm 5,1$ Ma; David, 2020b), de Théodat (2843 ± 7 à 2804 ± 3 Ma; David, 2020a, Davis, 2023), des plutons du Lac Rodayer (2833 $\pm 6,8$ à 2820 ± 6 Ma; Ackerman et al., 2022, Davis et al., 1994) et de Digne (2814 ± 7 Ma; Davis, 2019) et des intrusions indifférenciées de la Sous-province d'Opatica (2807 ± 13 Ma; Davis et al., 1995) indiquent également qu'il y a eu des épisodes de magmatisme intermittent. La présence de ces roches anciennes au sud concorde également avec l'hypothèse que ces dernières consistent en un socle d'âge Paléo- à Mésoarchéen sur lequel se sont déposées des séquences de roche supracrustales néoarchéennes plus jeunes.



Tableau 1. Liste des analyses géochronologiques U-Pb pour les âges de magmatisme interprété de la fin du Paléoarchéen au Mésoarchéen (>2800 Ma). [Retour au texte](#).

N° échantillon	Long (NAD83)	Lat (NAD83)	Sous-province	Domaine	Type	Âge (Ma)	Nom dans le SIGÉOM	Référence
G1	-70,329166	56,414443	Minto		Intrusion	2833 \pm 5	Suite de Brésolles	Percival <i>et al.</i> , 2001
00-MS-028-A	-72,28344	56,60595	Minto		Intrusion	2817 \pm 7	Suite de Bresolles	David <i>et al.</i> , 2009
98-MS-068C	-71,703279	55,255238	Ashuanipi		Intrusion	2807,2 \pm 5,8	Suite de Brésolles	David <i>et al.</i> , 2009
LG96-37	-75,017044	53,445637	La Grande	La Grande Rivière	Intrusion	2881 \pm 2	Pluton de poste Le Moyne	Goutier <i>et al.</i> , 2002
98-VE-37	-71,131885	55,594685	La Grande	La Grande Rivière	Volcanique	2880,4 \pm 1,8	Complexe de Gayot	David <i>et al.</i> , 2009
98-EN-3186B	-71,413565	55,064968	La Grande	La Grande Rivière	Volcanique	2873 \pm 10	Complexe de Gayot	David <i>et al.</i> , 2009
2010-SB-6182-A	-74,69925	53,904704	La Grande	La Grande Rivière	Volcanique	2846,5 \pm 6,5	Formation de Mintisch	David <i>et al.</i> , 2012
2012-CM-7025A	-73,484345	53,287431	La Grande	La Grande Rivière	Volcanique	2845 \pm 6	Formation de Rouget	Davis <i>et al.</i> , 2015
2009-LP-2260E	-72,658887	54,274247	La Grande	La Grande Rivière	Volcanique	2840,7 \pm 0,9	Complexe de Laforge	David <i>et al.</i> , 2011b
2008-MP-1021	-68,305278	55,337618	La Grande	La Grande Rivière	Intrusion	2840,3 \pm 4,1	Suite de Brésolles	David <i>et al.</i> , 2011a
2014-JG-2082A	-72,405233	53,298148	La Grande	La Grande Rivière	Volcanique	2839,2 \pm 5,6	Formation de Trieste	David, 2019
JZ71	-78,07268	53,70021	La Grande	La Grande Rivière	Intrusion	2834,5 \pm 7,1	Complexe de Langelier	Ackerman <i>et al.</i> , 2022
LG95-77A	-77,296466	53,40217	La Grande	La Grande Rivière	Intrusion	2832 \pm 5	Complexe de Langelier	Goutier <i>et al.</i> , 1998
2012-JG-1195A	-73,539533	53,218915	La Grande	La Grande Rivière	Intrusion	2831 \pm 0,6	Intrusion de Kamusaawach	Augland <i>et al.</i> , 2016
2015-SB-3112A	-72,493879	53,217053	La Grande	La Grande Rivière	Intrusion	2824,2 \pm 6,2	Pluton de la Rivière Galinée	David, 2018a
2013-FM-6160A	-72,631994	53,578046	La Grande	La Grande Rivière	Intrusion	2823,1 \pm 7,4	Intrusion d'Orsigny	David <i>et al.</i> , 2018
SGNO-2000-06	-75,145879	53,497954	La Grande	La Grande Rivière	Volcanique	2820,3 \pm 0,8	Groupe de Guyer	Goutier <i>et al.</i> , 2002
2013-SS-2268A2	-72,608388	53,225063	La Grande	La Grande Rivière	Intrusion	2820 \pm 9	Métagabbro de Sarane	Davis <i>et al.</i> , 2018
2010-DB-1083-C	-74,159823	53,511791	La Grande	La Grande Rivière	Volcanique	2815,9 \pm 3,1	Groupe de Guyer	David <i>et al.</i> , 2012
A	-76,578731	53,714467	La Grande	La Grande Rivière	Intrusion	2811,4 \pm 2,4	Complexe de Langelier	Mortensen et Ciesielski, 1987a
La Grande ton. gne.	-77,29801	53,53462	La Grande	La Grande Rivière	Intrusion	2811 \pm 2	Complexe de Langelier	Mortensen <i>et al.</i> 1987
2009-DB-1062	-74,984236	53,486033	La Grande	La Grande Rivière	Volcanique	2806,1 \pm 2,3	Groupe de Guyer	David <i>et al.</i> , 2011b
2010-SB-6182-A	-74,69925	53,904704	La Grande	La Grande Rivière	Volcanique	2802,6 \pm 16	Formation de Mintisch	David <i>et al.</i> , 2012
2016-CS-4003B1	-77,391973	51,411242	La Grande	Eastmain	Intrusion	2843,7 \pm 5,4	Complexe de Champion	David, 2020b
2021-CG-7051E	-75,488945	51,71361	La Grande	Eastmain	Volcanique	2838 \pm 4	Formation de Voirdye	Davis, 2023
2021-CG-7051A	-75,488945	51,71361	La Grande	Eastmain	Volcanique	2833 \pm 3	Formation de Voirdye	Davis, 2023
17-YD-2061-A2	-76,209777	51,634009	La Grande	Eastmain	Intrusion	2832,1 \pm 4,7	Complexe de Champion	Pedreira Pérez <i>et al.</i> , 2023
2021-CG-7055B	-75,451388	51,722824	La Grande	Eastmain	Intrusion	2830 \pm 5	<Null>	Davis, 2023
2021-CG-7051E	-75,488945	51,71361	La Grande	Eastmain	Volcanique	2821 \pm 7	Formation de Voirdye	Davis, 2023
2016-CS-4003B1	-77,391973	51,411242	La Grande	Eastmain	Intrusion	2815,8 \pm 3,0	Complexe de Champion	David, 2020b
2017-DT-5144A	-76,15289	51,558257	La Grande	Eastmain	Intrusion	2804,6 \pm 5,1	Complexe de la Huppe	David, 2020b



2021-EC-2019A	-74,868133	51,844918	Opatica		Intrusion	2843 ± 7	Complexe de Théodat	Davis, 2023
2018-DB-1118A	-75,455246	51,72057	Opatica		Intrusion	$2833,5 \pm 3,0$	Complexe de Théodat	David, 2020a
LA07	-77,63752	50,85959	Opatica		Intrusion	$2833 \pm 6,8$	Pluton du Lac Rodayer	Ackerman <i>et al.</i> , 2022
OP311	-77,63577	50,8627	Opatica		Intrusion	2832 ± 4	Pluton du Lac Rodayer	Davis <i>et al.</i> , 1994
OP310	-77,636202	50,841382	Opatica		Intrusion	2829 ± 4	Pluton du Lac Rodayer	Davis <i>et al.</i> , 1994
OP310	-77,636202	50,841382	Opatica		Intrusion	2825 ± 3	Pluton du Lac Rodayer	Davis <i>et al.</i> , 1994
OP311	-77,63577	50,8627	Opatica		Intrusion	2824 ± 3	Pluton du Lac Rodayer	Davis <i>et al.</i> , 1994
OP342	-77,613803	51,008708	Opatica		Intrusion	2820 ± 6	Pluton du Lac Rodayer	Davis <i>et al.</i> , 1994
2018-AB-1085A	-72,565711	52,313169	Opatica		Intrusion	2814 ± 7	Pluton de Digne	Davis, 2019
OP161B	-74,337215	50,341883	Opatica		Intrusion	2807 ± 13	Sous-province d'Opatica	Davis <i>et al.</i> , 1995
2021-DB-1157A	-74,627207	51,716104	Opatica		Intrusion	2804 ± 3	Complexe de Théodat	Davis, 2023



5.2.1 Épisodes M1 à M3

Comme vue dans la section précédente, les datations isotopiques indiquent une activité plutonique active, avec la mise en place de magma, majoritairement felsique à intermédiaire, autant dans la partie nord que dans la partie sud de la zone d'étude.

Dans le Domaine de La Grande Rivière, ce magmatisme plutonique est synchrone avec au moins trois épisodes de volcanisme mésoarchéen ([Figure 8](#) et [Figure 9](#), [Tableau 1](#)) :

- 1) Un premier épisode entre 2880 Ma et 2860 Ma (**épisode M1**; David *et al.*, 2009a), localisé dans la partie nord-est et assigné aux roches du Complexe de Gayot.
- 2) Un deuxième épisode entre 2850 Ma et 2839 Ma (**épisode M2**; David, 2019; Davis *et al.*, 2015; David *et al.*, 2012; David *et al.*, 2011b), localisé dans la partie est et assigné aux roches des formations de Mintisch, de Rouget, de Trieste et du Complexe de Laforge.
- 3) Un troisième épisode entre 2820 Ma à 2805 Ma (**épisode M3**; Goutier *et al.*, 2002; David *et al.*, 2012; David *et al.*, 2011b), localisé dans la partie centrale du Domaine de La Grande Rivière et attribué aux roches du Groupe de Guyer.

Ces ensembles volcano-sédimentaires sont donc plus anciens que ceux situés plus à l'ouest (p. ex. le Groupe de Yasinski) et une nette décroissance de l'âge du volcanisme du nord-est vers le sud-ouest ([Figure 9](#)) est observée.

La Formation sédimentaire de Brune ([Figure 8](#) et [Figure 11](#), [Tableau 1](#)) a un âge maximal de déposition interprété à $<2841 \pm 3$ Ma (David *et al.*, 2011b). Cet âge suggère que la source de ces roches provient probablement de l'érosion du socle tonalitique sialique ancien présent dans ce secteur et qu'elles se sont déposées en milieu continental, et que les roches volcaniques du Groupe de Guyer reposent probablement en discordance d'érosion sur cette dernière. La mise en place de ces roches sédimentaires démontre que le Domaine de La Grande Rivière a probablement connu plus d'un épisode distinct de sédimentation (Formation de Brune, Formation d'Aubert qui n'est pas datée et les turbidites komatiitiques du Groupe de Guyer).

Dans le Domaine d'Eastmain, l'abondance de zircons détritiques mésoarchéens d'un échantillon de quartzite de la Formation de Voirdye 3 ($2914,0 \pm 4,8$ Ma, $2848,5 \pm 4,2$ Ma et $2819,4 \pm 2,9$ Ma; David, 2020b; [Figure 8](#), [Tableau 1](#)) suggèrent que les zircons de ces roches métasédimentaires proviennent de différentes sources lithologiques mésoarchéennes représentant un socle ancien qui était à proximité tel que mentionné dans la [section 5.1.2](#). L'âge de $<2819,4 \pm 2,9$ Ma, qui marque l'âge maximal de déposition de cette sous-unité, est sensiblement similaire aux âges connus du Complexe de Théodat ($2833,5 \pm 3,0$ Ma; David, 2020) et du Pluton du Lac Rodayer (2830 à 2820 Ma, Davis *et al.*, 1994; Davis *et al.*, 1995). Ces unités sont interprétées comme étant le socle sialique ancien Mésoarchéen des sous-provinces de La Grande et d'Opatica ([Figure 10](#), [Tableau 1](#)). Également, les roches des complexes de Champion (2843,7 à 2815,8 Ma; David, 2020b) et de la Huppe (2804,6 à 2790,4 Ma; David, 2020a; 2020b) pourraient également représenter une partie de la source de ces zircons détritiques ([Figure 10](#), [Tableau 1](#)).

Avec les nouvelles analyses isotopiques U-Pb compilées de 2021 à 2023 (en dehors du cadre du projet CONSOREM), des âges compris entre 2838 ± 4 Ma et 2821 ± 7 Ma (Davis, 2023; [Figure 9](#) en mortaise, [Tableau 1](#)) et obtenus sur des roches volcanoclastiques felsiques ou des roches métasomatiques à cordierite, sillimanite et grenat, attitrées à Formation de Voirdye 5 ([Lexique Stratigraphique](#)), montrent qu'il y avait également de l'activité volcanique dans la partie sud de la Sous-province de La Grande, ce qui était alors inconnu jusqu'à maintenant. Selon Davis (2023), les zircons sont d'origine magmatique et la meilleure estimation de l'âge du magmatisme est de 2832 Ma. Toujours selon Davis (2023), il pourrait être possible de trouver une composante détritique dans ces roches volcano-sédimentaires plus vieille que l'âge du volcanisme. Ceci indique i) que ces âges pourraient être des âges hérités provenant du Complexe de Théodat, ou ii) qu'il



s'agit d'un nouvel épisode volcanique dans cette séquence volcano-sédimentaire. Un autre constat intéressant, les minéralisations aux lacs Voirdye et Lumarre-Ouest et qui sont encaissés dans ces roches et interprétés comme étant syngénétique, sont spatialement localisés au contact entre les sous-provinces Opinaca et La Grande (Domaine d'Eastmain). À 200 m au sud-ouest de l'indice Lac Lumarre-Ouest, les orthogneiss tonalitique du Complexe de Théodat sont datés à $2833,5 \pm 3$ Ma (David, 2020a). À 175 m au nord-est du même indice, un dyke de tonalite recoupant des roches amphibolitiques est daté à 2830 ± 5 Ma (Davis, 2013). Ces recoupements laissent croire que les roches de cette partie du Complexe de Théodat (Athe1) pourraient être interprétées comme étant syn-volcanique (mais actuellement inclus dans la Sous-province d'Opatica) et que les dykes de tonalite recoupant les roches amphibolitiques pourraient représenter des injections associées au volcanisme daté du même âge. Ces informations pourraient contraindre les minéralisations connues dans ce secteur, et interprétées comme étant syngénétiques, entre 2840 et 2825 Ma. Les roches encaissantes de ces minéralisations de la Formation de Voirdye 5, datées entre 2821 ± 7 Ma à 2838 ± 4 Ma (Davis, 2023), impliquent que la deuxième hypothèse mentionnée ci-haut, soit l'existence d'un nouvel épisode volcanique d'âge Mésoarchéen dans le Domaine d'Eastmain, serait plausible. Cet épisode volcanique serait distinct des roches volcaniques du Groupe du Lac des Montagnes reconnues dans ce même secteur mais d'âge Néoarchéen (2723 à 2703 Ma; David, 2020a; 2020b). Un peu à l'image du Domaine de la Grande Rivière, où des séquences supracrustales d'âges mésoarchéennes (Complexes de Gayot, de Guyer et de Laforge, formations de Mintisch, de Rouget et de Trieste, et possiblement le Groupe d'Aquilon et les roches volcaniques de la séquence de Coulon) vont être spatialement associées, ou non, à des séquences supracrustales d'âges néoarchéennes (Groupe de Yasinski, Formation de Corvette). Avant cette synthèse, le volcanisme Mésoarchéen connu au sud se limitait à la Formation d'Érasme dans la séquence volcano-sédimentaire de la Haute-Eastmain (2800 ± 6 Ma; Davis et Sutcliffe, 2018b). Mais maintenant, si ces dates s'avèrent bien interprétées, de l'activité volcanique serait également répertoriée dans la séquence supracrustale du Lac des Montagnes. Les implications sont importantes pour la compréhension de la géologie de cette séquence volcano-sédimentaire, mais également pour la recherche et le potentiel de retrouver des minéralisations syngénétiques, par exemple de type syn-magmatique porphyrique, volcanogènes de sulfures exhalatifs (VMS) ou épithermales, de cette partie de la Sous-province de La Grande. Également, une autre implication majeure que ces nouvelles interprétations impliquent, est que la limite entre la Sous-province de La Grande et la Sous-province d'Opatica devrait être, au minimum, déplacée plus au sud que les roches du Complexe de Théodat (Athe1) et interprétées comme étant synchrone au volcanisme des roches volcanoclastiques et métasomatiques de la Formation de Voirdye 5.

5.3 Néoarchéen : 2800 à 2500 Ma

5.3.1 Épisodes N1 à N3 : 2800 à 2750 Ma

Entre 2800 et 2750 Ma, l'activité magmatique est surtout active dans la portion sud de la zone d'étude. Cette activité est concentrée majoritairement dans la Sous-province d'Opatica, typiquement dans les séquences volcano-sédimentaires de la Haute-Eastmain et de Frotet-Evans ([Figure 9](#) à [Figure 11](#)). Au moins trois épisodes de magmatisme néoarchéen sont identifiés entre 2800 Ma et 2750 Ma (N1, N2 et N3; [Figure 8](#)) :

- 1) Un premier épisode entre 2800 Ma et 2786 Ma (**épisode N1**; Davis et Sutcliffe, 2018b; D. W. Davis, comm. pers., 2001; David et Parent, 1997) soit :
 - a. les volcanites de la Formation d'Érasme, appartenant au Groupe de René, dans la séquence volcano-sédimentaire de la Haute-Eastmain, et
 - b. les roches volcaniques et intrusives de la Formation de Parker dans le segment lithotectonique de Frotet-Troilus (Boily et Dion, 2002).



- 2) Un deuxième épisode entre 2776 Ma et 2764 Ma (**épisode N2**; Davis et Sutcliffe, 2018a; 2018b), soit les roches de la Formation de Roman, appartenant au Groupe de René, dans la séquence volcano-sédimentaire de la Haute-Eastmain.
- 3) Un troisième épisode évalué entre 2760 Ma et 2750 Ma (**épisode N3**; David, 2018a; Bandyayera et Sharma, 2001), soit les roches du Groupe de Colomb-Chaboullié (séquence volcano-sédimentaire de Colomb-Chabouillé), des formations de Rabbit, de Storm (segments lithotectoniques Storm-Evans et Evans-Ouagama; Boily et Dion, 2002) et de Dolent, appartenant au Groupe de René (séquence volcano-sédimentaire de la Haute-Eastmain).

Il est bon de mentionner que la Formation d'Érasme (épisode N1) encaisse les minéralisations aurifères des zones A, B et C de l'ancienne mine Eastmain (SNRC 33A08). La minéralisation est associée à des veines de quartz dans le couloir de déformation d'Eastmain. Les zones A et B ont produit un total de 118 356 tonnes métriques de minerai à 10,58 g/t Au et environ 0,3 % Cu entre juillet 1994 et novembre 1995 et 40 263 onces d'or ont été produites ([SIGÉOM, 2021](#)).

La Diorite de Troilus (épisode N1), appartenant à la Formation de Parker, encaisse les minéralisations cupro-aurifères de l'ancienne mine Troilus (production cumulative de 91,7 Mt à 0,10 % Cu et 1,10 g/t Au et des ressources mesurées et indiquées de 177,3 Mt à 0,87 g/t Au, 1,17 g/t Ag, 0,08 % Cu; [SIGÉOM, 2021](#)). Une partie de la minéralisation s'est possiblement mise en place durant cette période, ou un peu avant, en se basant sur les âges d'intrusions encaissantes de la minéralisation (2791,2 \pm 1,6 Ma, D. W. Davis, comm. pers. 2001; 2782 \pm 6 Ma, David et Parent, 1997). Le peu de datations dans cette partie de la séquence volcano-sédimentaire de Frotet-Evans ne permet pas de pousser plus loin les interprétations pour les autres unités de Frotet-Evans.

Un âge de 2771 \pm 6 Ma (Davis et Sutcliffe, 2018b) a été obtenu pour le Pluton de l'Île Bohier, confirmant une mise en place synvolcanique, contemporaine à la Formation de Roman (épisode N2). Cette intrusion se situe dans la charnière d'un pli régional (l'Anticlinal de l'Île Bohier; [Lexique stratigraphique](#)).

Du plutonisme felsique à intermédiaire est également actif durant l'épisode N3, et représenté par la mise en place des roches de la Suite intrusive de Salamandre, datée à 2754 \pm 3 Ma (David, 2018b). Lavoie (2017) a interprété des segments de séquences de roches volcano-sédimentaires dans ce secteur, pouvant suggérer que ces intrusions soient contemporaines à du volcanisme.

Pendant cette période (2800 à 2750 Ma), le volcanisme est à l'arrêt dans le Domaine de La Grande Rivière. L'activité plutonique, quant à elle, se poursuit dans la portion ouest de ce domaine par la prolongation de la mise en place du Complexe de Langelier (2796,5 \pm 5,3 Ma à 2788 \pm 4 Ma; Goutier *et al.*, 1999b; David, 2018a), la mise en place de l'intrusion dioritique de Mascha localisée sur le projet Serpent de Harfang Exploration (2798 \pm 2,5 Ma, F. Huot, comm. pers., 2023), ainsi que la mise en place des phases précoces de la Suite de Favard dans la portion nord-est et dans la Sous-province de Minto (2750 \pm 22 Ma à 2701 \pm 2,1 Ma; David *et al.*, 2009a; David *et al.*, 2010), des roches intrusives du Complexe de Garault (2782 \pm 7 Ma, David *et al.*, 2009a) et les orthogneiss de Bienville datés entre 2819 et 2797 Ma (Mortensen et Ciesielski, 1987b) ([Figure 10](#)). La sédimentation de la Formation d'Apple se situerait avant 2751 Ma puisqu'elle est sous-jacente et concordante avec une formation de fer associée au début du Groupe de Yasinski et marquant le changement entre ces deux unités. Le gîte uranifère Apple est encaissé dans cette séquence arénitique et conglomeratique de la Formation d'Apple (8,5 millions de tonnes métriques à 0,052 % U₃O₈; Robertson *et al.*, 1986). Une datation U-Pb sur des zircons détritiques est en cours pour déterminer l'âge maximal du sommet de la Formation d'Apple.

Du plutonisme est également reconnu dans la Sous-province de Nemiscau ([Figure 10](#)). La mise en place du Complexe de la Hütte s'est poursuivie dans ce secteur, comme indiqué par un âge obtenu de 2790,4 \pm 5,4 Ma (David, 2020b) sur un gneiss granitique.



5.3.2 Épisodes N4 à N7 : 2750 à 2700 Ma

Cette période est très active, géologiquement parlant, autant dans la Sous-province de La Grande (domaines de La Grande Rivière et d'Eastmain) que dans les sous-provinces d'Opinaca, de Nemiscau, d'Opatica, d'Ashuanipi, mais également dans l'ensemble de la Province du Supérieur. Cette période est également l'une des mieux étudiées et des mieux circonscrites de la zone d'étude. L'activité magmatique est significative partout sur la zone d'étude. La compilation a permis de définir 12 épisodes de magmatisme distincts (**épisodes N4 à N7**; [Figure 8](#) à [Figure 11](#)), soit :

- 1) 4 épisodes à l'intérieur du Domaine d'Eastmain (**épisodes N4b, N5, N6a et N7b**) et correspondant aux épisodes volcaniques 1 à 4 définis par Moukhsil *et al.* (2003),
- 2) 3 épisodes dans le Domaine de La Grande Rivière (**épisodes N4a, N6c et N7a**),
- 3) 3 épisodes dans la Sous-province d'Opatica (**épisodes N4c, N6d et N7c**),
- 4) 1 épisode répertorié dans la Sous-province de Nemiscau (**épisode N6b**), et
- 5) 1 dernier épisode dans la Sous-province d'Ashuanipi (**épisode N7d**).

Un fait intéressant est que les différents épisodes volcaniques, répartis dans les cinq domaines et sous-provinces, semblent s'effectuer souvent de manière asynchrone ou en partie asynchrone ([Figure 8](#) et [Figure 9](#)). Il a été également possible de relier les différents pulses plutoniques et les différents épisodes de sédimentation associés à ces épisodes volcaniques (ou inter-épisode volcanique; [Figure 8](#), [Figure 10](#) et [Figure 11](#)). Pour les roches sédimentaires, sept bassins ont été spécifiés dans le Domaine de La Grande Rivière, deux bassins dans le Domaine d'Eastmain, deux bassins dans la Sous-province d'Opatica, un bassin dans la Sous-province de Nemiscau, en plus des deux vestiges des grands bassins sédimentaires composés des roches des complexes de Laguiche, de Rupert et de Jolicoeur.

Vue l'énorme quantité d'informations compilées et reliées à cette section, seul un tableau synthétique sera présenté pour résumer les épisodes N4 à N7 ([Tableau 2](#)). Ce tableau inclut la localisation de l'épisode, l'intervalle d'âge, les roches volcaniques, intrusives et sédimentaires les plus significatives, les minéralisations les plus importantes associées spatialement et les principales références reliées.



Tableau 2. Synthèse des épisodes magmatiques et sédimentaires N4 à N7 (2750 à ~2700 Ma). [Retour au texte](#).

Épi.	S.-province	Domaine	Intervalle (Ma)	Litho. Volcanique	Litho. Intrusive	Litho. Sédimentaire	Gisement/Gîte/Indice	Référence
N4a	La Grande	La Grande Rivière	2751-2705	<ul style="list-style-type: none"> • Groupe de Yasinski • Formation de Corvette 	<ul style="list-style-type: none"> • Tonalite de La-Grande-Sud • Intrusion de Moly 		<ul style="list-style-type: none"> • Zone 32 (Au-Cu) • La Pointe (Au) • Lac Yasinski-NE • Zone Marco (Au) • Duncan No. 1 à 5 (Fe) • Firecracker (Mo-Cu) 	Goutier <i>et al.</i> , 1998; 2001; Davis <i>et al.</i> , 2005; 2014; Chapon <i>et al.</i> , 2010; Chapon, 2011; Fleury, 2019.
N4b	La Grande	Eastmain	2752-2739	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Kauputauch 	<ul style="list-style-type: none"> • Pluton de La Pêche • Pluton d'Elmer 		<ul style="list-style-type: none"> • Patwon (Au) • Lac Elmer (Ag-Au) 	Moukhsil <i>et al.</i> , 2001; Moukhsil et Legault, 2002.
N4c	Opatica		2745-2720	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe de Rocher • Formation de Dolent • Formation de Courcy (Groupe de Brûlis) 	<ul style="list-style-type: none"> • Intrusion de Desorons • Suite de Chensagi 			Davis, 2019; Davis, 2018b; Wodicka <i>et al.</i> , 2009; Davis <i>et al.</i> , 1995.
N5	La Grande	Eastmain	2739-2720	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Natel • Formation de Bernou • Formation d'Anatacau-Pivert 	<ul style="list-style-type: none"> • Pluton d'Amikap • Batholite de Kasapawatish 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Pilipas 	<ul style="list-style-type: none"> • Zone Eau Claire (Au) 	Moukhsil, 2000; Moukhsil <i>et al.</i> , 2001; David <i>et al.</i> , 2010; David, 2018b.
N5	Opinaca		<2721			<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Mercator 		Wodicka <i>et al.</i> , 2009.
N5	Ashuanipi		<2726			<ul style="list-style-type: none"> • Complexe de Hublet 		Wodicka <i>et al.</i> , 2009.
N6a	La Grande	Eastmain	2725-2700	<ul style="list-style-type: none"> • Formation d'Anatacau-Pivert • Formation de Kasak • Formation de Komo 	<ul style="list-style-type: none"> • Pluton du Réservoir Opinaca • Batholite de Village 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Low (Cycle 1) • Formation de Wabamisk 	<ul style="list-style-type: none"> • Zone Roberto (mine Éléonore; Au) • Réservoir (Cu-Au) • Zone Contact (Au) • Rosemary (Robert) (Cu-Au) 	David, 2018b; Ravenelle <i>et al.</i> , 2010; David <i>et al.</i> , 2011a; 2009b; Moukhsil <i>et al.</i> , 2001; Moukhsil, 2000.
N6b	Nemiscau		2727-2700	<ul style="list-style-type: none"> • Groupe du lac des Montagnes • Formation de Peat 	<ul style="list-style-type: none"> • Pluton de Valiquette • Complexe de Rivière au Mouton 	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe de Jolicoeur (anciennement Formation d'Auclair) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mustang (Au) 	David, 2018b; 2020a; 2020b; Beauchamp, 2018; Beauchamp <i>et al.</i> , 2015; Bynoe, 2014; Moukhsil et Legault, 2002.



Épi.	S.-province	Domaine	Intervalle (Ma)	Litho. Volcanique	Litho. Intrusive	Litho. Sédimentaire	Gisement/Gîte/Indice	Référence
N6b	Opinaca		2720-2700		<ul style="list-style-type: none"> • Suite de Féron • Pluton de la Frégate • Pluton de Lakanal • Pluton de Casterne 	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe de Laguiche 		David, 2020a; 2020b; Augland <i>et al.</i> , 2016.
N6c	La Grande Rivière	La Grande Rivière	2722-2699	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Keyano 	<ul style="list-style-type: none"> • Intrusions de Duncan • Pluton de Radisson • Granite du lac Taylor • Pluton de Bézier • Batholite de Mythril • Monzodiorite porphyrique indice Pierre 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Magin • Formation de Keyano • Formation d'Ekomiak • Formation de Marbot • Formation de Shabudowan? 	<ul style="list-style-type: none"> • Orfée (Au) • Mythril (Cu-Au-Mo) • Gordie/Benoît/Will/Pierre (Au) 	David, 2020b; David, 2019; David <i>et al.</i> , 2012; Davis <i>et al.</i> , 2005; 2014; Goutier <i>et al.</i> , 1999a; 1998; Mortensen et Ciesielski, 1987.
N6d	Opatica		<2712	<ul style="list-style-type: none"> • Groupe de Bohier 		<ul style="list-style-type: none"> • Groupe de Bohier 		Davis et Sutcliffe, 2018b.
N7a	La Grande Rivière	La Grande Rivière	2715-2698	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de l'Escale 	<ul style="list-style-type: none"> • Pluton de Sauvolles • Batholite de Polaris • Suite de Maurel 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Thor • Formation de Dalmas • Formation de la Rivière Salomon 		Cleven <i>et al.</i> , 2020; David, 2019; David <i>et al.</i> , 2018; 2009a; Augland <i>et al.</i> , 2016; Davis <i>et al.</i> , 2015;
N7b	La Grande	Eastmain	2711-2699	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Komo 	<ul style="list-style-type: none"> • Diorite du Lac Ell • Pluton de Kali • Complexe de la Rivière au Mouton 		<ul style="list-style-type: none"> • Lac Ell (Cu-Au) 	Ravenelle <i>et al.</i> , 2010; Moukhsil et Legault, 2002; Moukhsil <i>et al.</i> , 2001.
N7c	Opatica		2715-2697	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Courcy 	<ul style="list-style-type: none"> • Batholite de MacLeod • Suite intrusive de Rocher-Quénonisca (Intrusion de Rocher) • Suite de Cadieux • Suite d'Atticoupi • Complexe de Mabille 	<ul style="list-style-type: none"> • Formation de Courcy 	<ul style="list-style-type: none"> • Lac MacLeod (Cu-Mo-Au-Ag) • Lac Rocher (Ni-Cu) 	Davis, 2019; Davis et Sutcliffe, 2018b; Wodicka <i>et al.</i> , 2009; Bandyayera et Sharma, 2001.
N7d	Ashuanipi		2717-2698	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe de Hublet • Complexe de Raynouard 	<ul style="list-style-type: none"> • Suite de Beausac • Suite de Marquiset 	<ul style="list-style-type: none"> • Complexe de Hublet • Complexe de Lilois • Complexe de Grosbois 	<ul style="list-style-type: none"> • Lac Pau (Au-Cu) 	David <i>et al.</i> , 2011a; 2009a; Parent, 1998.



Épi.	S.-province	Domaine	Intervalle (Ma)	Litho. Volcanique	Litho. Intrusive	Litho. Sédimentaire	Gisement/Gîte/Indice	Référence
N6c	La Grande	La Grande Rivière	2722-2699	• Formation de Keyano	• Intrusions de Duncan • Pluton de Radisson • Granite du lac Taylor • Pluton de Bézier • Batholite de Mythril • Monzodiorite porphyrique indice Pierre	• Formation de Magin • Formation de Keyano • Formation d'Ekomia • Formation de Marbot • Formation de Shabudowan?	• Orfée (Au) • Mythril (Cu-Au-Mo) • Gordie/Benoît/Will/Pierre (Au)	David, 2020b; David, 2019; David <i>et al.</i> , 2012; Davis <i>et al.</i> , 2005; 2014; Goutier <i>et al.</i> , 1999a; 1998; Mortensen et Ciesielski, 1987.
N6d	Opatica		<2712	• Groupe de Bohier		• Groupe de Bohier		Davis et Sutcliffe, 2018b.
N7a	La Grande	La Grande Rivière	2715-2698	• Formation de l'Escale	• Pluton de Sauvolles • Batholite de Polaris • Suite de Maurel	• Formation de Thor • Formation de Dalmas • Formation de la Rivière Salomon		Cleven <i>et al.</i> , 2020; David, 2019; David <i>et al.</i> , 2018; 2009a; Augland <i>et al.</i> , 2016; Davis <i>et al.</i> , 2015;
N7b	La Grande	Eastmain	2711-2699	• Formation de Komo	• Diorite du Lac Ell • Pluton de Kali • Complexe de la Rivière au Mouton		• Lac Ell (Cu-Au)	Ravenelle <i>et al.</i> , 2010; Moukhsil et Legault, 2002; Moukhsil <i>et al.</i> , 2001.
N7c	Opatica		2715-2697	• Formation de Courcy	• Batholite de MacLeod • Suite intrusive de Rocher-Quénonisca (Intrusion de Rocher) • Suite de Cadieux • Suite d'Atticoupi • Complexe de Mabilie	• Formation de Courcy	• Lac MacLeod (Cu-Mo-Au-Ag) • Lac Rocher (Ni-Cu)	Davis, 2019; Davis et Sutcliffe, 2018b; Wodicka <i>et al.</i> , 2009; Bandyayera et Sharma, 2001.
N7d	Ashuanipi		2717-2698	• Complexe de Hublet • Complexe de Raynouard	• Suite de Beausac • Suite de Marquiset	• Complexe de Hublet • Complexe de Lilois • Complexe de Grosbois	• Lac Pau (Au-Cu)	David <i>et al.</i> , 2011a; 2009a; Parent, 1998.



5.3.3 Période ~2700 à 2500 Ma

Cette section fera une description rapide des principales phases de platonisme et des principaux événements de sédimentation répertoriés sur la zone d'étude et datés entre ~2700 et 2500 Ma. Il est à noter qu'aucun épisode de volcanisme n'est reconnu jusqu'à maintenant sur la zone d'étude durant cet intervalle d'âge. Un grand nombre d'évènements magmatiques ou sédimentaires ne seront pas discutés dans cette section, non par manque d'intérêt, mais par choix des auteurs. Il n'en demeure pas moins que ces évènements sont tout aussi importants dans l'histoire géochronologique et géologique de la zone d'étude que les autres discutés dans le texte.

5.3.3.1 Plutonisme

Cette section présente quelques exemples d'intrusions qui sont datées et compilées dans la synthèse géochronologique ([Figure 8](#) à [Figure 11](#)). Vu le nombre élevé d'intrusions répertoriées, seulement quelques exemples seront abordés.

Une série d'intrusions qui mérite d'être mentionnée est celle qui s'injecte aux contacts des différentes sous-provinces. Ces intrusions felsiques, de composition tonalitique à granodioritique, font partie du cortège d'intrusions syntectoniques et de type sanukitoïde (Laurent *et al.*, 2014) qui se sont mises en place dans la zone de contact entre les sous-provinces d'Opinaca et de La Grande ou entre les sous-provinces d'Opatica et d'Abitibi. Des exemples de ces intrusions sont le Pluton de Pichi, localisé à l'est de la séquence volcano-sédimentaire de Corvette dans le Domaine de La Grande Rivière (2693 \pm 5 Ma; David *et al.*, 2018), le Pluton de Rotis dans le secteur du Réservoir Opinaca dans le Domaine d'Eastmain (2671,8 \pm 1,9 Ma; David *et al.*, 2010), ainsi que les plutons de Barlow (2696 \pm 3 Ma; Davis *et al.*, 1995) et de Canet (2693 \pm 3-2 Ma; Davis *et al.*, 1995) localisés au contact entre les sous-provinces d'Opatica et d'Abitibi (en dehors de la zone d'étude).

Selon Moukhsil *et al.* (2003), le platonisme de cette période dans le Domaine d'Eastmain, et probablement ailleurs sur la zone d'étude, est représenté majoritairement par des roches intrusives syntectoniques à tarditectoniques, dont les âges varient entre 2700 à 2600 Ma. Ces auteurs mentionnent que ces intrusions peuvent s'injecter dans les paragneiss comme dans les métavolcanites. Deux excellents exemples de ce type d'intrusion sont la Suite granitique du Vieux Comptoir et la Suite de Kaupanaukau.

La Suite granitique du Vieux Comptoir représente un ensemble de granites, localement pegmatitiques et pauvres en minéraux mafiques, syntectoniques à tarditectoniques qui coupent généralement la foliation principale et les bandes migmatitiques des paragneiss du Complexe de Laguiche et qui est l'une des plus jeunes unités archéennes de la région d'Eeyou Istchee Baie-James ([Lexique stratigraphique](#)). Elle se met en place dans le Domaine de La Grande Rivière et dans la Sous-province d'Opinaca entre 2683 \pm 10 Ma et 2613,6 \pm 0,4 Ma (Goutier *et al.*, 1999b; Goutier *et al.*, 2000; Bogatu, 2017; Davis *et al.*, 2018; David, 2018a; David, 2019). L'échantillon d'un granite pegmatitique attribué à cette unité et daté à 2613,6 \pm 0,4 Ma, provient d'un décapage de la zone minéralisée Orfée (feuillet 33G06; Bogatu et Huot, 2016). Ces âges sont comparables à ceux obtenus à partir de dykes pegmatitiques ou des dykes d'aplites présents dans le gisement aurifère Roberto à la mine Éléonore. Ces injections felsiques sont datées entre 2620 Ma à 2607 \pm 4 Ma (Fontaine *et al.*, 2015; Ravenelle, 2013).

Le Pluton de Cheechoo, localisé au sud de la mine Éléonore, se serait mis en place également autour de ces âges. Une datation effectuée sur ce pluton a donné un âge à 2612 \pm 1 Ma (Fontaine *et al.*, 2015). L'intrusion, polyphasée, varie en composition de tonalitique à dioritique quartzifère et montre des textures massives, porphyriques et saccharoïdes ou gneissiques, selon le faciès en présence (Fontaine *et al.*, 2018). Cette intrusion est donc contemporaine avec la phase magmatique la plus jeune de la Suite granitique du Vieux Comptoir à 2613,6 \pm 0,4 Ma, des dykes de pegmatite et dykes leucogranitiques de la mine Éléonore et le dyke pegmatitique d'Orfée. Il est



important de mentionner que le Pluton de Cheechoo encaisse la majorité de la minéralisation aurifère du gîte Cheechoo. Le gîte contiendrait, pour un modèle de fosse à ciel ouvert, des ressources indiquées estimées à 1,4 Moz d'or contenues dans 46,3 Mt à une teneur moyenne de 0,94 g/t Au et des ressources présumées estimées à 0,50 Moz d'or contenues dans 21,1 Mt à une teneur moyenne de 0,73 g/t Au (Richard et al., 2022; [Ressources Sirios, 2023](#)).

La Suite de Kaupanaukau est le deuxième exemple de ces intrusions syntectoniques à tarditectoniques. Cette suite est formée d'un ensemble d'intrusions granitiques et de pegmatite granitique qui coupent toutes les autres roches archéennes et qui appartiennent au Domaine d'Eastmain et à la Sous-province de Nemiscau ([Lexique stratigraphique](#)). Bynoe (2014), dans son étude, a daté une pegmatite à biotite-grenat attitrée à cette suite qui a révélé un âge de cristallisation de $2621,3 \pm 9,5$ Ma.

Également, il est à noter les deux intrusions de la Suite d'Ango. Celles-ci sont localisées à l'extrême orientale des sous-provinces d'Ashuanipi, de La Grande et d'Opatica, et sont très visibles sur les cartes magnétométriques. Les intrusions sont associées à de fortes signatures magnétiques positives (Hammouche et Burniaux, 2018). Elles sont de composition granitique à monzodioritique quartzifère et mégaporphyrique à phénocristaux de feldspath potassique, accompagnées de biotite, de hornblende, de magnétite et d'hypersthène ([Lexique stratigraphique](#)). Deux intrusions ont été datées à 2589 ± 4 Ma (Pluton d'Artigny; Davis et Sutcliffe, 2018a) et à $2592 \pm 5,2$ Ma (Pluton de Nichicun; David, 2018a). Le Pluton d'Artigny s'injecte dans les roches métasédimentaires du Complexe de Laguiche et le Pluton de Nichicun dans celles de la Formation de la Rivière Salomon.

Finalement, dans les plus jeunes intrusions néoarchéennes datées, se retrouvent, entre autres, les granites pegmatitiques de la Suite de Mezières (2642 ± 20 Ma à 2594 ± 11 Ma; David, 2020a; Bynoe, 2014), les granites à feldspath alcalin et les pegmatites à spodumène de la Suite de Spodumène (2577 ± 13 Ma; Béland, 2011), les granites alcalins et syénogranites \pm fluorine de la Suite de Viau (2572 ± 1 Ma et 2571 ± 2 Ma; Parent, 1998; David et Parent, 1997), la Pegmatite de Tilly (2514 ± 130 Ma; David, 2020b) et les diabases de l'Essaim de dykes de Mistassini (2515 ± 3 Ma à $2503,3 \pm 2,4$ Ma; Hamilton, 2009; Davis et al., 2018). Ces derniers constituent le dernier événement magmatique mentionné dans ce rapport.

Il est important de mentionner que la Suite de Spodumène, localisée dans la Sous-province de Nemiscau, encaisse le gîte de lithium (Li₂O) Whabouchi. Selon le [SIGÉOM \(2021\)](#), le gîte contiendrait des réserves prouvées de 19 Mt à 1,41 % Li₂O, des réserves probables de 17,6 Mt à 1,19 % Li₂O pour un total combiné de 36,6 Mt à 1,30 % Li₂O (Rapport technique NI 43-101 par Nemaska Lithium, SEDAR, 9 août 2019).

5.3.3.2 Sémentation

D'autres bassins, plus petits, vont également se déposer durant cet intervalle dans la Sous-province de La Grande. Un de ceux-ci est le bassin sédimentaire d'origine tectonique étant interprété comme de type « *Timiskaming* » et composé des roches de la Formation de Low (Alow2), avec un âge de déposition maximale estimé à $<2687 \pm 3$ Ma et $<2685 \pm 2$ Ma (Ravenelle et al., 2010; Ravenelle, 2013). Il est difficile de vérifier ces âges puisque les diagrammes et les tableaux ne sont pas publiés dans les études. Il pourrait s'agir d'âges métamorphiques. Ces roches encaissent une partie de la minéralisation aurifère du gisement Roberto de la mine Éléonore (zone Roberto Est). Il est aussi important de mentionner ici les roches du Complexe de Rupert ($>2688,3 \pm 4,7$ Ma; David, 2020) et une partie des roches du Complexe de Jolicoeur (deuxième épisode de sédimentation compris entre 2709 Ma et 2697 Ma; [Bandyayera et al., 2022](#)). Également, dans le Domaine de la Grande Rivière, les bassins sédimentaires des formations de Thor ($<2698 \pm 3$ Ma; David, 2019) et de Dalmas (non datée) ont des âges maximaux de sédimentation plus jeune que 2700 Ma. La Formation de Thor, dominée par un conglomérat polygénique, recouvre en



discordance les volcanites de l'Escale (Labbé et Bélanger, 1997; Burniaux et al., 2018). La Formation de Dalmas est donc plus jeune puisqu'elle repose en concordance sur la Formation de Thor (Burniaux et al., 2018).

5.4 Métamorphisme

Quelques interprétations peuvent être tirées à partir des analyses U-Pb sur zircons des âges métamorphiques interprétés ([Figure 7](#) et [Figure 8](#)).

5.4.1 Métamorphisme antérieur à 2705 Ma

Goutier et al. (1999b) mentionnent que les gneiss et les tonalites du Complexe de Langelier ont subi une déformation et un métamorphisme au faciès supérieur des amphibolites avant la mise en place des roches sédimentaires et volcaniques des séquences supracrustales plus jeunes du Groupe de Yasinski. Deux âges métamorphiques interprétés à 3148 ± 16 Ma et 3010 ± 18 Ma (David, 2018b) obtenus dans les roches métasédimentaires du Complexe de Rupert (Sous-province de Nemiscau) pourraient représenter cet évènement.

Goutier et al. (1999b) interprètent un épisode de métamorphisme dans la région des lacs Langelier et Threefold avec un âge de 2760 ± 2 Ma obtenu sur une fraction de titanite provenant d'une tonalite du Complexe de Langelier. En conséquence, dans la portion nord de la zone d'étude, il y aurait au moins deux épisodes de métamorphisme reconnus avant 2700 Ma selon les analyses isotopiques U-Pb.

Dans la Sous-province de Nemiscau, un échantillon de diatexite provenant du Complexe de Jolicoeur a donné des zircons ayant des rapports Th/U faibles associés à un premier épisode métamorphique (nommé M1 dans cette région par [Bandyayera et al., 2022](#)) daté à 2729 ± 9 Ma (David, 2018b). Le rubanement gneissique présent dans les roches pré-kénoréennes des complexes de Wettigo et de Rivière au Mouton correspond, du moins partiellement, à l'épisode métamorphique M1. Ainsi, M1 couvrirait la période du Mésoarchéen jusqu'à 2729 ± 9 Ma ([Bandyayera et al., 2022](#)).

5.4.2 Métamorphisme ultérieur à 2705 Ma

À partir de ~ 2700 Ma, le régime tectonique en place change complètement. La [Figure 8](#) montre très bien que le volcanisme arrête complètement partout sur la zone d'étude autour de cet âge et suggère un changement géodynamique majeur, soit un grand évènement métamorphique associé à une période de compression débutant vers 2705 Ma (possiblement avant) et se poursuivant jusqu'à ~ 2600 Ma (et peut-être même après; Pedreira Pérez et al., 2023).

5.4.2.1 Sous-province de La Grande, Domaine de La Grande Rivière

Dans la partie nord de la Sous-province de La Grande, cet épisode de métamorphisme, aux faciès des schistes verts à celui des amphibolites (localement des granulites), est associé aux différentes phases de déformation qui ont affecté les roches du Complexe de Laguiche dans la Sous-province d'Opinaca. Il pourrait débuter vers $2701,6 \pm 3,1$ Ma dans la Sous-province de La Grande en se basant sur une datation des roches felsiques de la Formation de Mintisch (David et al., 2012), et se terminer vers 2600 Ma (2602 ± 3 Ma; Goutier et al., 2002; $2598,3 \pm 4,6$ Ma; Rhéaume Ouellet, 2020).

5.4.2.2 Sous-province de La Grande, Domaine d'Eastmain

Peu de données sont disponibles pour le Domaine d'Eastmain. Un évènement métamorphique, étalé sur plusieurs dizaines de millions d'années entre 2640 et 2610 Ma (Fontaine, 2019, et références citées), serait lié à un épisode de métamorphisme prograde affectant l'ensemble des lithologies dans le secteur de la mine Éléonore, suivi d'un épisode de rétrogression provoquant la



réhydratation des roches de la Sous-province d'Opinaca (Simard et Gosselin, 1999; Morfin *et al.*, 2013).

5.4.2.3 Sous-province d'Opinaca

La Sous-province d'Opinaca est, quant à elle, caractérisée par une évolution polymétamorphique qui durerait environ 100 Ma. L'évènement métamorphique affectant ce bassin sédimentaire débuterait vers 2700 Ma (2698 \pm 13 Ma et 2697 \pm 11 Ma; Jean David, comm. pers., 2016; Rhéaume Ouellet, 2020) et se terminerait vers 2587 \pm 16 Ma (David, 2020). Côté-Roberge (2018) et Côté-Roberge et Goutier (2019) soulignent qu'il y aurait deux pics significatifs : (i) l'un vers 2670 Ma, (ii) et l'autre vers 2645 Ma.

5.4.2.4 Sous-province de Nemiscau

Dans la Sous-province de Nemiscau, le métamorphisme varie des faciès supérieurs des schistes verts (bordures) jusqu'au faciès des granulites en son centre (Bandyayera *et al.*, 2022). Ces derniers identifient 4 épisodes de métamorphisme désignés M2, M3 et M4 :

- M2 : 2729 Ma à 2680 Ma (pic métamorphique régional)
- M3 : entre 2680 \pm 7 Ma et 2651 \pm 13 Ma (Davis, 2021)
- M4 : compris entre 2650 Ma et 2500 Ma (rétromorphisme aux pourtours de zones de cisaillage)

5.4.2.5 Sous-province d'Opatica

Dans la Sous-province d'Opatica, plusieurs âges métamorphiques s'étalent entre 2700 Ma et 2600 Ma. Selon Sawyer et Benn (1993) et Hocq (1994), certains domaines montrent localement des évidences de fusion partielle, datée aux alentours de 2680 et 2670 Ma (Sawyer, 1998). La compilation décrite dans ce rapport montre qu'un regroupement d'analyses s'étalent entre <2679 \pm 14 Ma (Wodicka *et al.*, 2009) et 2665 Ma (2665 \pm 2 Ma et 2665 \pm 3 Ma; Davis *et al.*, 1994; Davis *et al.*, 1995). Cet intervalle est similaire à l'intervalle défini par Sawyer (1998) et représente l'épisode de métamorphisme principal dans cette sous-province. Wodicka *et al.* (2009) mentionnent que l'âge obtenu de <2679 \pm 14 Ma sur un caillou de tonalite provenant d'un conglomérat de la Formation de Courcy est considéré comme l'âge d'un épisode métamorphique, qui correspond de près avec le début de la mise en place des diatexites dans la Sous-province d'Ashuanipi, datées à environ 2682 Ma à 2675 Ma (Percival *et al.*, 1992; David et Parent, 1997; Parent, 1998).

5.4.2.6 Sous-province d'Ashuanipi

L'évènement métamorphique principal de la zone d'étude correspond également avec la mise en place des diatexites de la Sous-province d'Ashuanipi. Selon Simard *et al.* (2015), le métamorphisme prograde granulitique de l'Ashuanipi s'intègre dans un processus tectonométamorphique progressif et continu qui s'est échelonné sur près de 70 Ma, aurait débuté autour de 2700 Ma et aurait affecté toutes les unités anciennes. Cet évènement correspond à l'initiation du processus de fusion partielle et est responsable de la recristallisation et de la transformation des roches sédimentaires en paragneiss et des roches mafiques en amphibolites.

Moukhsil *et al.* (2003) identifie un métamorphisme régional de haute température et de basse pression affectant les bassins de Nemiscau et d'Opinaca après 2670 Ma. Cependant, dans la compilation produite pour ce rapport, une diatexite de paragneiss attribuée au Complexe de Rupert a révélé un âge de 2697 \pm 6 Ma (David, 2018b). Cette datation est importante, car c'est l'une des plus vieilles diatexites des sous-provinces de Nemiscau et d'Opinaca. Cet évènement



métamorphique semble se prolonger jusqu'à $2676,3 \pm 4,7$ Ma (David, 2020b). Cet âge correspond avec le métamorphisme régional interprété par Moukshil *et al.* (2003).

Le lecteur peut se référer au Rapport C portant sur le métamorphisme pour des détails supplémentaires.

5.5 Interprétation de paléolimits de cratons Paléo- à Mésoarchéen, portion nord-est de la Province du Supérieur

À partir des analyses isotopiques U-Pb pour les âges de cristallisation des intrusions, du volcanisme et des zircons hérités et détritiques de plus de 2800 Ma, la compilation a permis d'interpréter et de délimiter des paléolimits de cratons paléoarchéens à mésoarchéens sur la zone d'étude (Figure 13). Cette partie du rapport demeure très spéculative. Les interprétations sont basées sur la répartition spatiale des analyses géochronologiques et supportées par les unités stratigraphiques jointes aux analyses géochronologiques, soit les polygones des zones géologiques disponibles dans la base de données du [SIGÉOM \(2021\)](#). De plus, les interprétations sont supportées par la tomographie sismique (Figure 13) qui montre des perturbations de vitesse des ondes sismiques (vitesse) dans le craton du Supérieur indiquant des racines lithosphériques profondes (Faure *et al.*, 2011), c'est-à-dire des vitesses élevées résultant d'une croûte lithosphérique plus froide ou plus dense. En revanche, il est bon de mentionner que quelques postulats sont émis pour que cette interprétation soit plausible :

- i. Premièrement, il est présumé que la provenance du matériel érodé est limitée dans la dimension X et Y, et que la distance de transport est restreinte pour les zircons détritiques.
- ii. Deuxièmement, il est proposé que la provenance des zircons hérités est également limitée dans la dimension de la profondeur (Z).

Au total, 8 cratons paléoarchéens à mésoarchéens (>2800 Ma) ont été interprétés et délimités (Figure 13) et nommés informellement :

- 1) Craton Nord-Est
- 2) Craton Koksoak-Kaniapiscau
- 3) Craton Lafarge
- 4) Craton La Grande Rivière
- 5) Craton Haute-Eastmain
- 6) Craton Eastmain
- 7) Craton Nemaska
- 8) Craton Evans

Dans le Domaine de La Grande Rivière, les études documentent le Complexe de Langelier, du moins une partie, comme étant formé de croûte sialique ancienne paléoarchéenne. Ce complexe igné est interprété comme étant le socle tonalitique correspondant à un événement très ancien (Davis *et al.*, 2014). La localisation des zircons détritiques et hérités plus âgés que 2800 Ma, le long du contact des sous-provinces de La Grande et d'Opinaca (contacts nord et ouest) et dans le secteur des séquences volcano-sédimentaires de Coulon et du Complexe de Gayot au nord, suggère qu'une partie de ces zircons pourraient provenir d'une source de roches anciennes dans ce secteur. Comme la Sous-province de Minto a été beaucoup plus érodée, il est également très probable qu'une bonne partie de la source des zircons détritiques puisse provenir du Nord. Cette



source pourrait représenter un autre ancien craton archéen (>2800 Ma), mais en dehors des limites de la zone d'étude.

Ces observations suggèrent la présence d'un socle ancien paléoarchéen qui évolue en socle paléo- à mésoarchéen dans ce secteur de la Province du Supérieur, divisé en plusieurs petits cratons, où les séquences supracrustales mésoarchéennes à néoarchéennes vont se développer sur, ou en marge de, ces cratons. L'histoire complexe de cette partie de la Province du Supérieur met en évidence que les cratons archéens ne sont pas de simples entités qui se sont formées au cours d'un seul événement, mais qu'ils peuvent avoir connu des périodes de rupture cratonique et de ré-rassemblement, comme le modèle proposé par Strong et al. (2023) dans la partie ouest de la Province du Supérieur (tectonique en accordéon; *Archean accordion-tectonics*).

Le noyau paléo- à mésoarchéen de la Province du Supérieur pourrait représenter, comme mentionné précédemment, un noyau plus rigide contre lesquels les terranes plus juvéniles ont été accrétés. L'évolution tectonique de la partie nord-est de la Province du Supérieur s'apparente à celle interprétée par Strong et al. (2023) dans la partie occidentale de cette même province géologique. Ces derniers arrivent à la conclusion que les débuts de l'évolution crustale du terrane Winnipeg River est similaire aux terranes de la baie d'Hudson et celui de Minnesota River Valley, sur les marges nord et sud de la Province du Supérieur, respectivement. La corrélation de l'histoire ancienne entre les trois terranes gneisso-plutoniques soutient un modèle tectonique dans lequel un protocraton éo- à paléoarchéen, anciennement cohérent, s'est désagrégé en trois fragments lors de la formation des terranes de roches plutoniques et de roches volcano-sédimentaires au Mésoarchéen. Ces fragments se sont réaccrétés au Néoarchéen. Une géodynamique similaire pourrait avoir eu lieu dans la partie nord-est de la Province du Supérieur.

De plus, la connaissance des paléolimits de ces cratons anciens s'avère fondamentale pour la compréhension de la métallogénie de la zone d'étude. La nature du socle sous-jacent aux empilements volcaniques (type mafique-océanique ou felsique-continental ?) est souvent inconnue dans la plupart des séquences volcano-sédimentaires archéennes car les événements de déformations, de métamorphisme et l'intensité du plutonisme ont souvent effacé une grande partie des informations géologiques. La métallogénie des corps minéralisés associés spatialement avec des évidences de la présence d'une croûte sialique extensive ancienne ainsi que des séquences volcano-sédimentaires mises en place dans ces milieux continentaux (sur ou en marge) risque d'être différente de la métallogénie des corps minéralisés associée spatialement avec les séquences volcano-sédimentaires plus juvéniles et mises en place en milieu océanique. Dans les cratons anciens associés spatialement aux séquences volcaniques, les minéralisations associées aux intrusions mises en place dans les milieux continentaux seront plus enclines à être de type Cu-Mo tandis que les minéralisations mises en place dans un milieu de croûte océanique seront plus portées à être de type Cu-Au. Cette différence marquée de la métallogénie est le fruit d'une contamination par la croûte continentale et les phénomènes de fusion plus en profondeur, qui influenceront nécessairement la nature et la composition de la minéralisation de ces corps minéralisés. Également, il faut mentionner que la présence d'une croûte sialique felsique ancienne sous l'empilement volcanique apparaît fondamentale à l'interprétation de l'origine des roches granitoïdes (Gariépy, 1983).



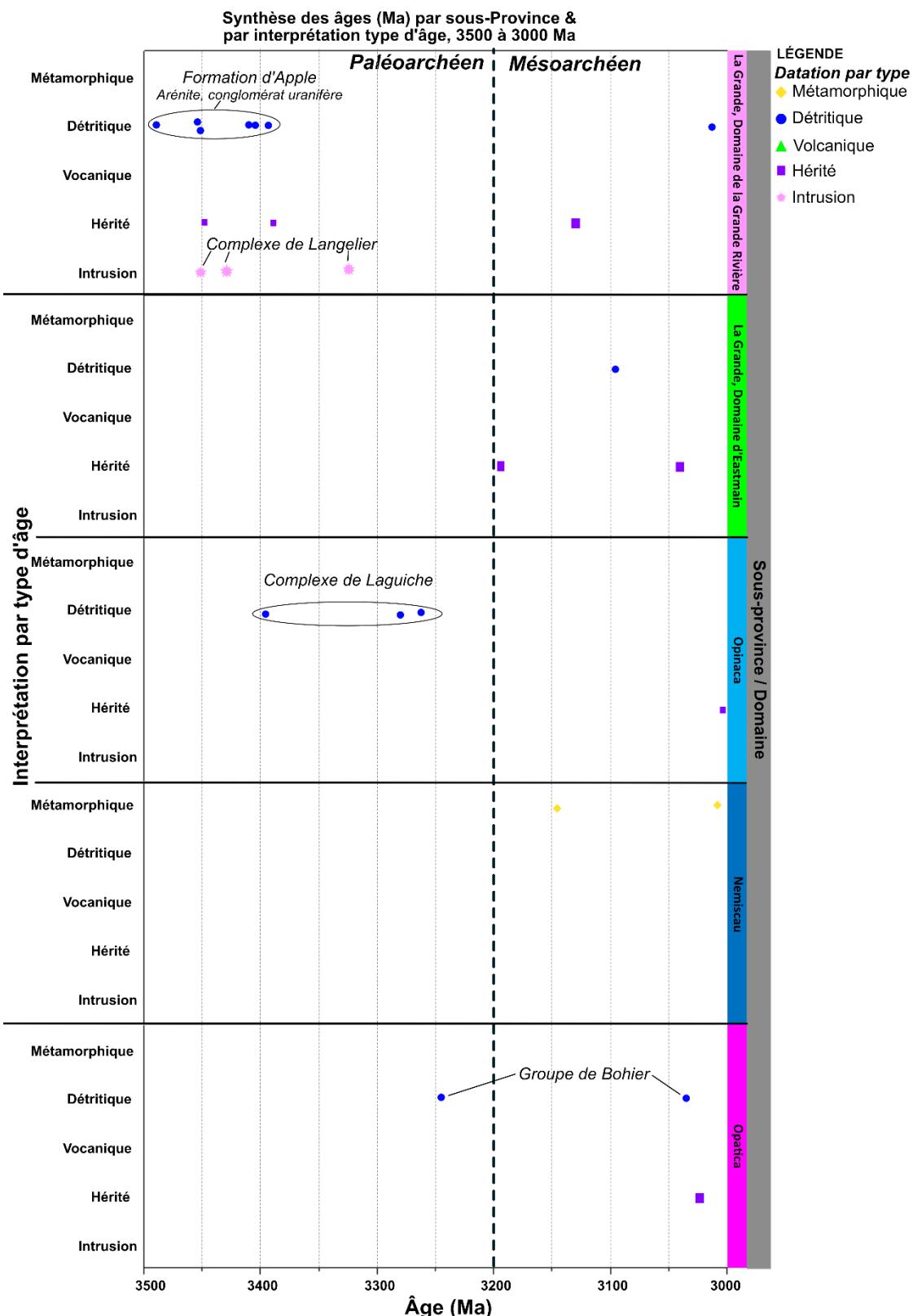


Figure 7. Synthèse des âges (Ma) par sous-province et par interprétation des types d'âges pour le Paléoarchéen (3500 Ma à 3200 Ma) et le début du Mésoarchéen (3200 Ma à 3000 Ma). [Retour au texte.](#) [Retour au texte.](#) [Retour au texte.](#)



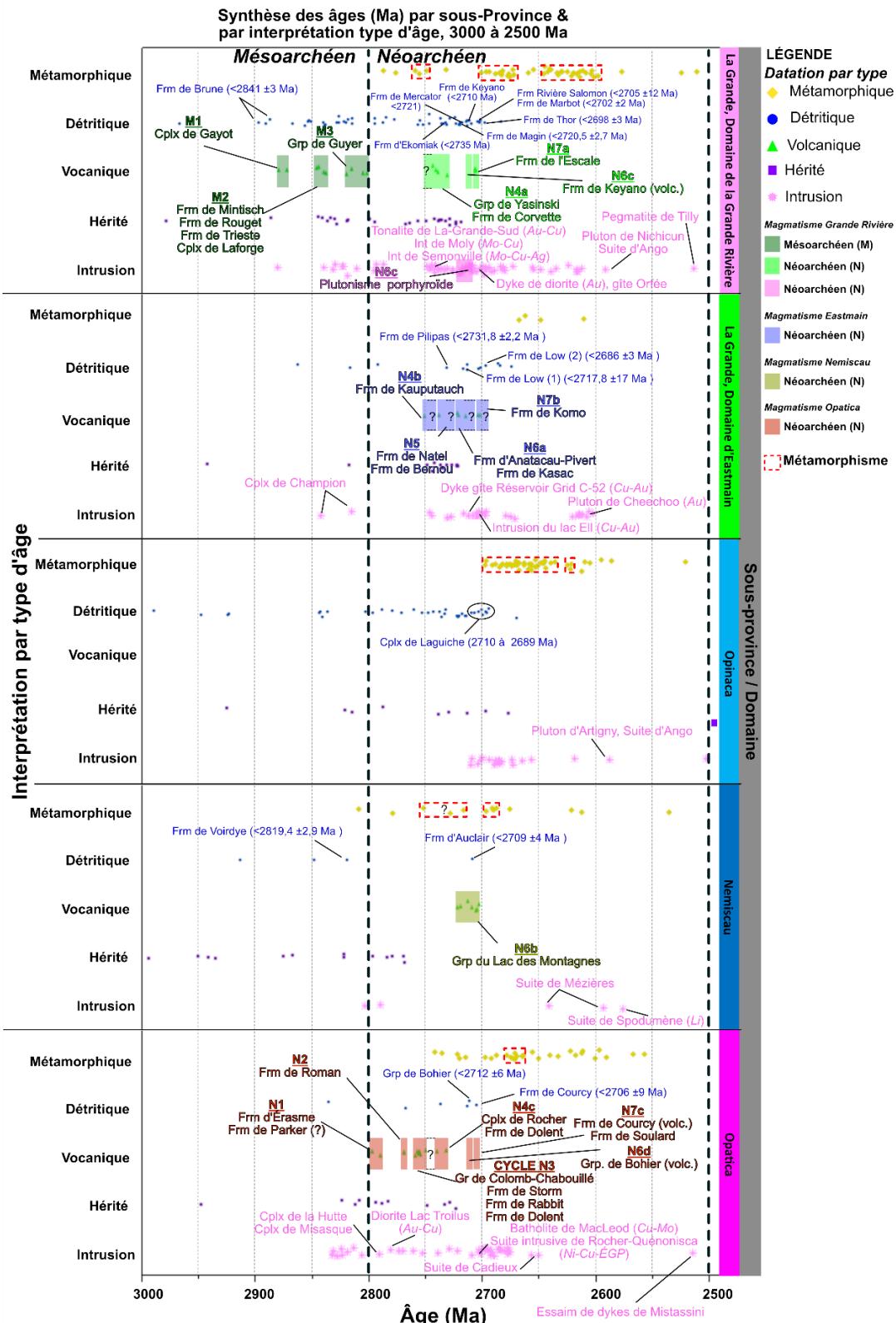


Figure 8. Synthèse des âges (Ma) par sous-province et par interprétation des types d'âges pour le Mesoarchéen (3000 Ma à 2800 Ma) et le Néoarchéen (2800 Ma à 2500 Ma). [Retour au texte](#).



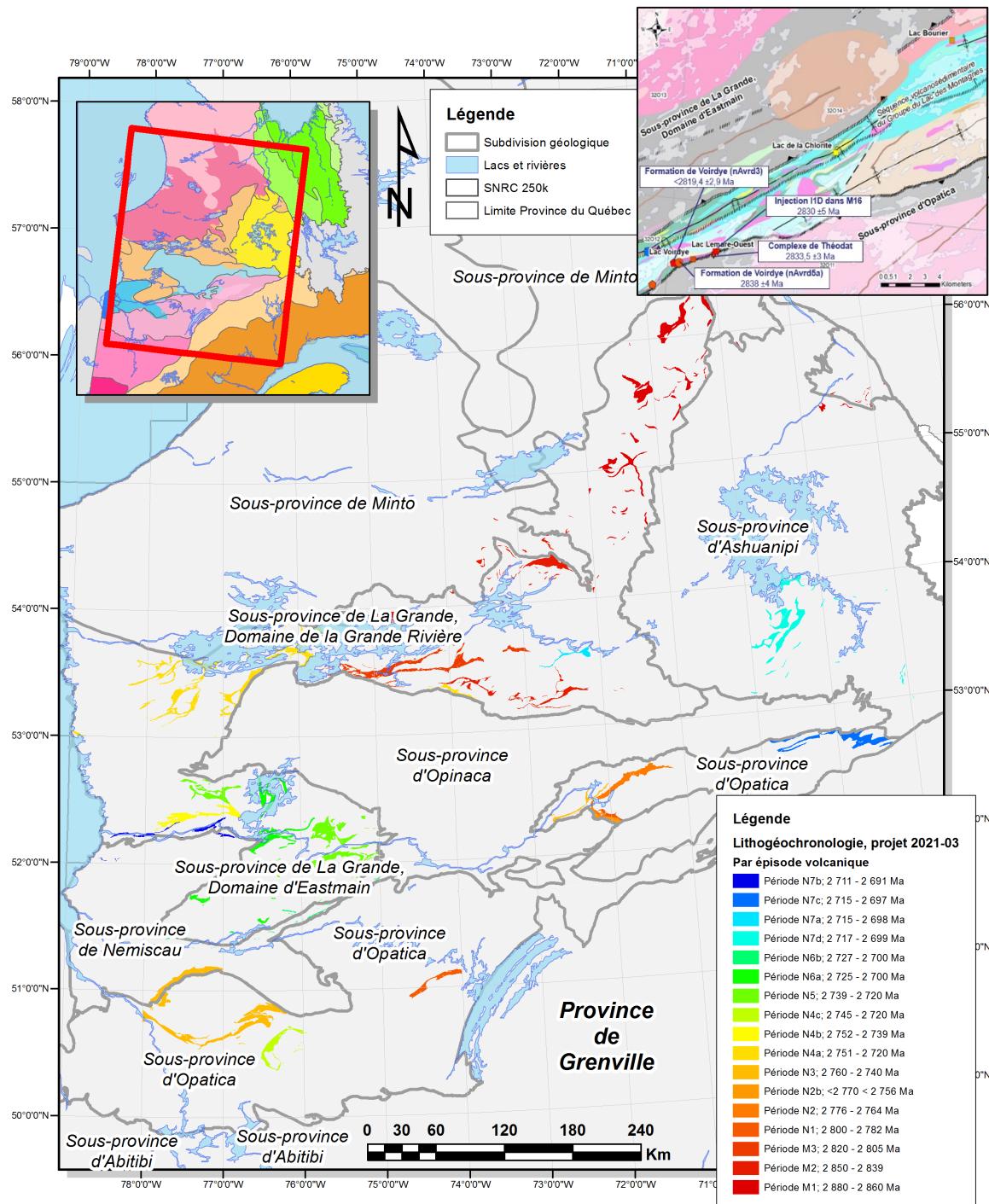


Figure 9. Épisodes volcaniques par âge. Géologie d'après le SIGÉOM (2021). Mortaise : nouvelles analyses U-Pb dans la séquence volcano-sédimentaire du Lac des Montagnes. [Retour au texte](#)



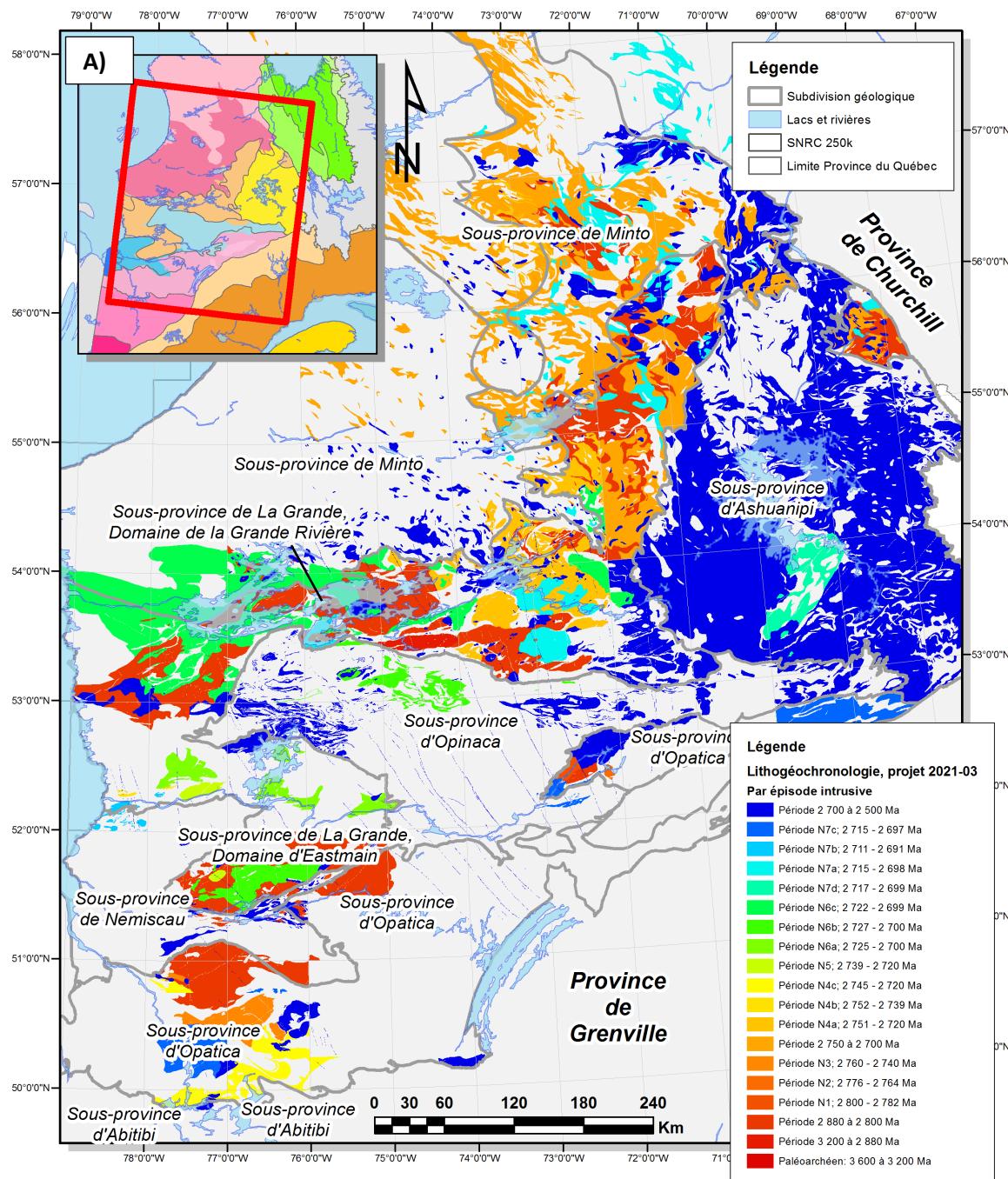


Figure 10. A) Épisodes intrusifs par âge. Géologie d'après le SIGÉOM (2021). [Retour au texte.](#)



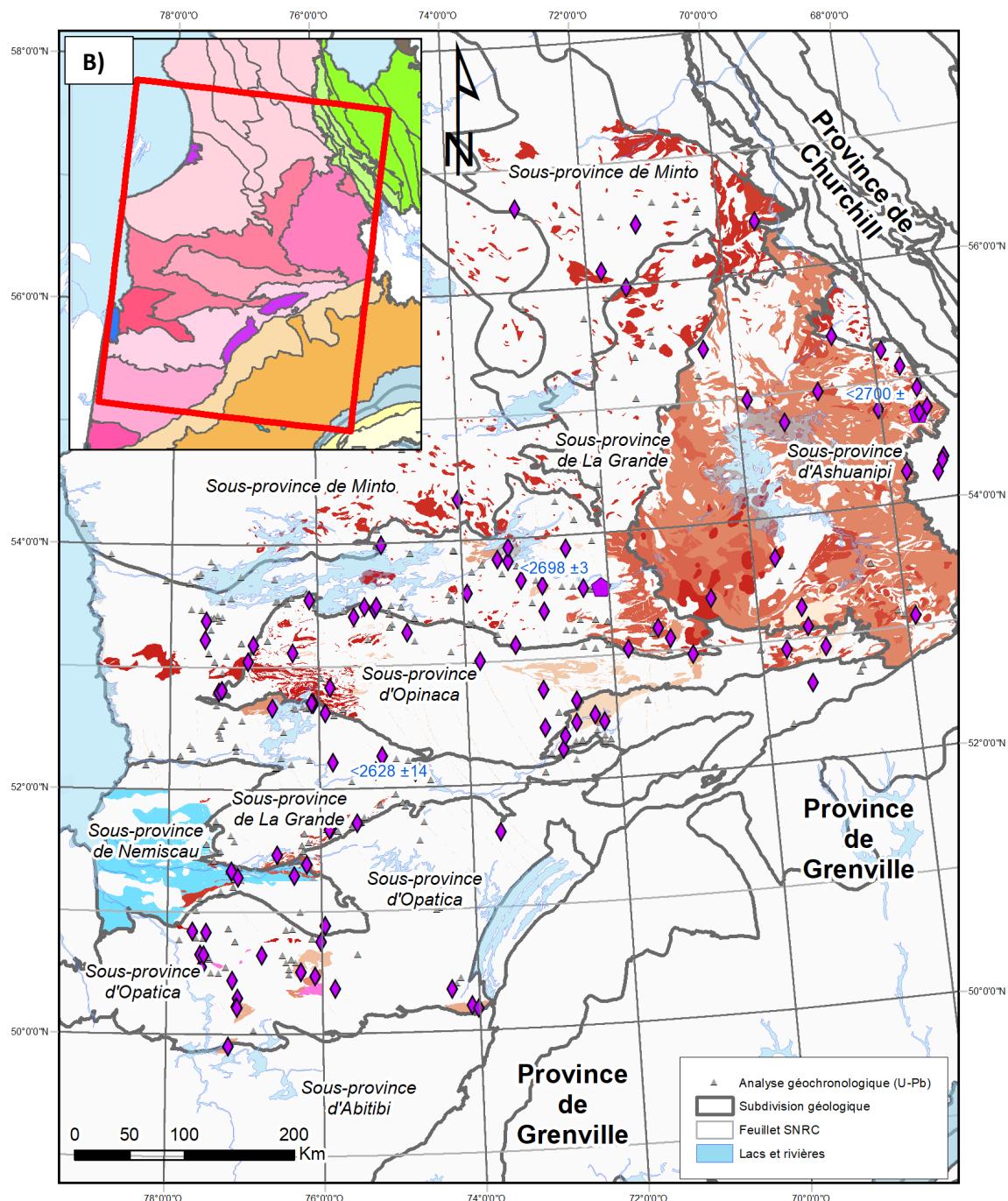


Figure 11. B) Épisodes intrusifs par âge et par unité stratigraphique, entre 2700 et 2500 Ma. Géologie d'après le SIGÉOM (2023). [Retour au texte](#).

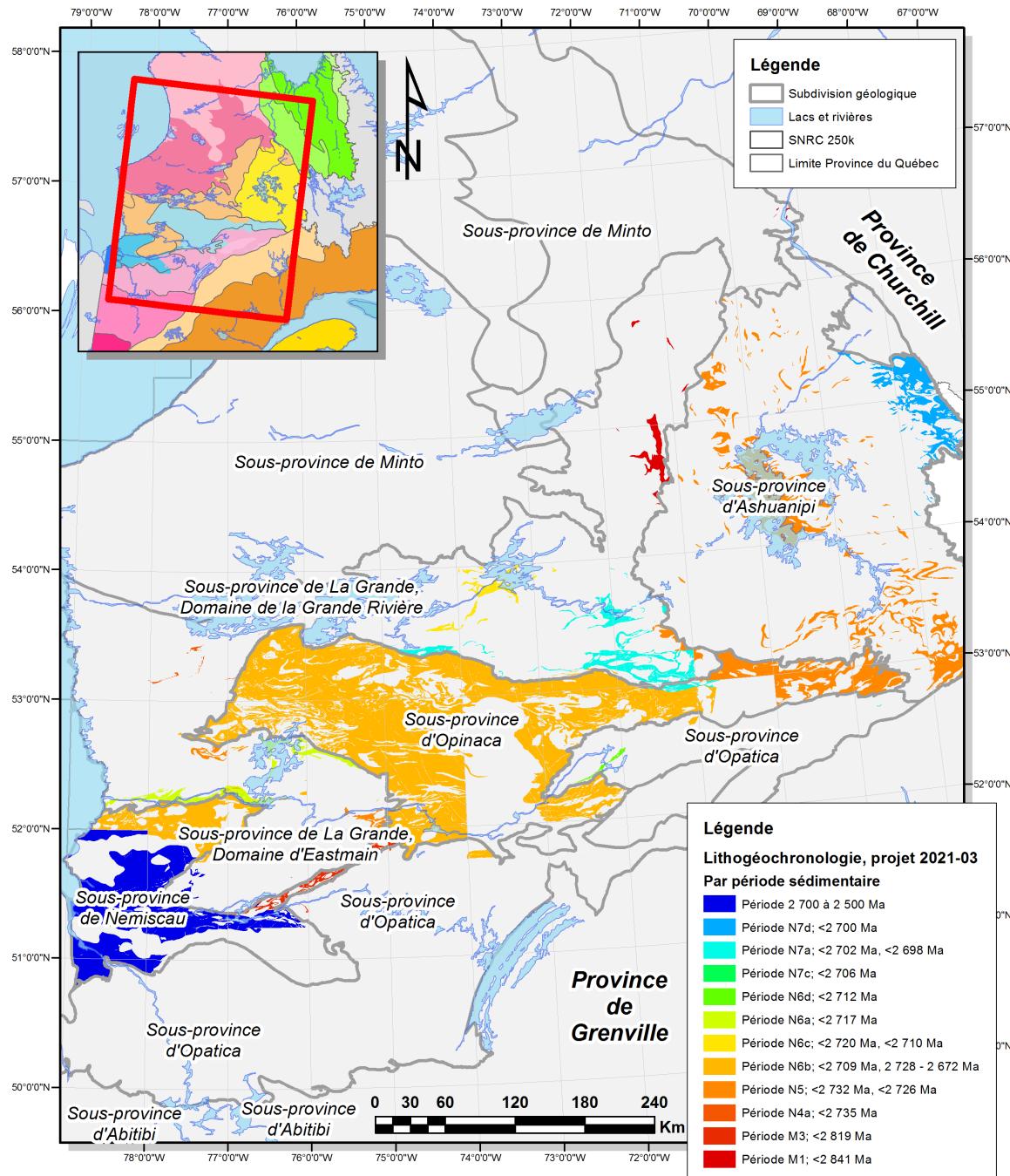


Figure 12. Épisodes sédimentaires par âge. Géologie d'après le SIGÉOM (2021). [Retour au texte](#).



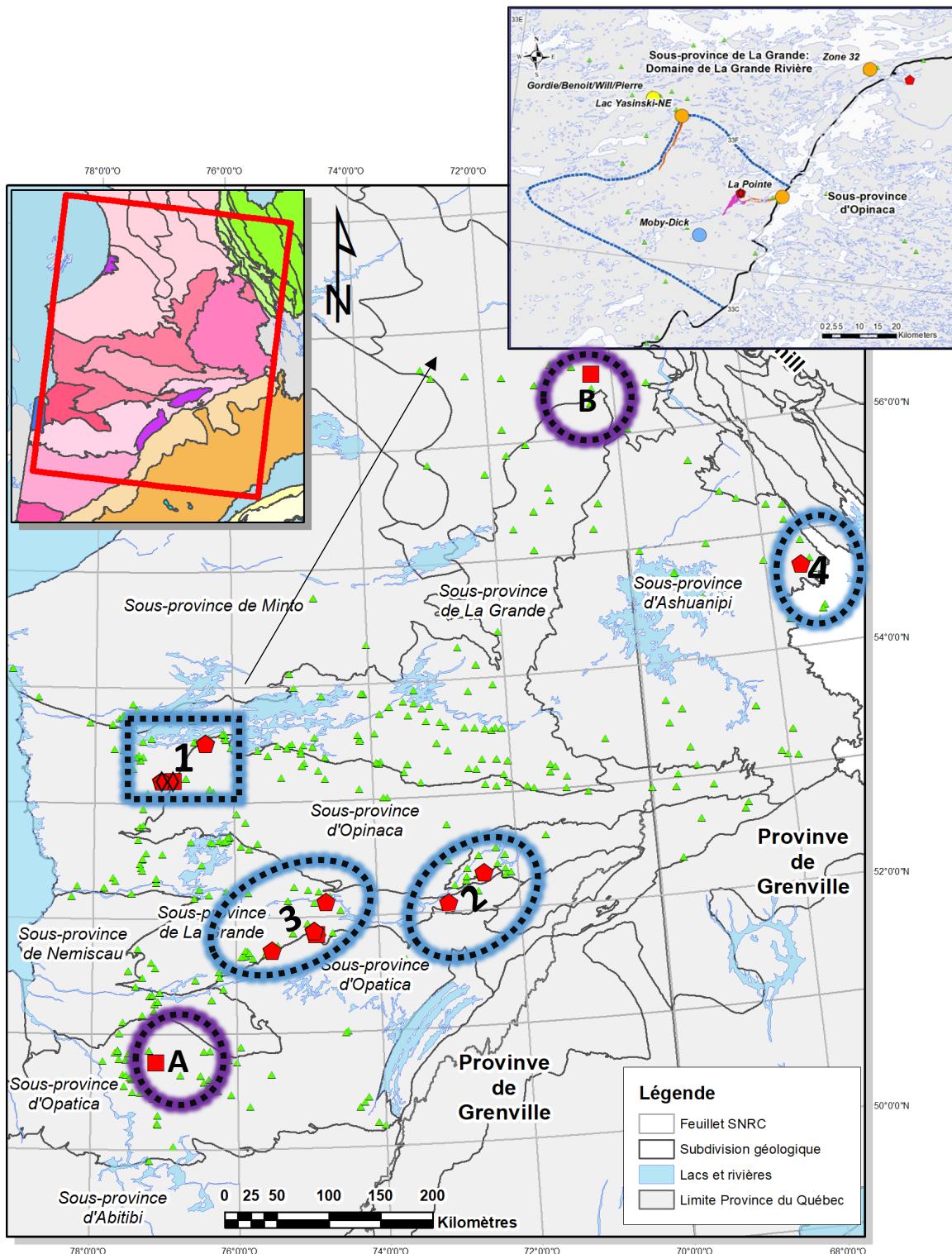


Figure 13. Localisation des évidences géochronologiques d'âges paléoarchéens. (>3200 Ma) dans la portion nord-est de la Province du Supérieur (zircons magmatiques, détritiques et hérités). Mortaise : évidences géochronologiques d'âges paléoarchéens (>3200 Ma) des portions paléoarchéennes du Complexe de Langelier et de la Formation d'Apple. Géologie d'après le SIGÉOM (2023). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#). [Retour au texte](#).



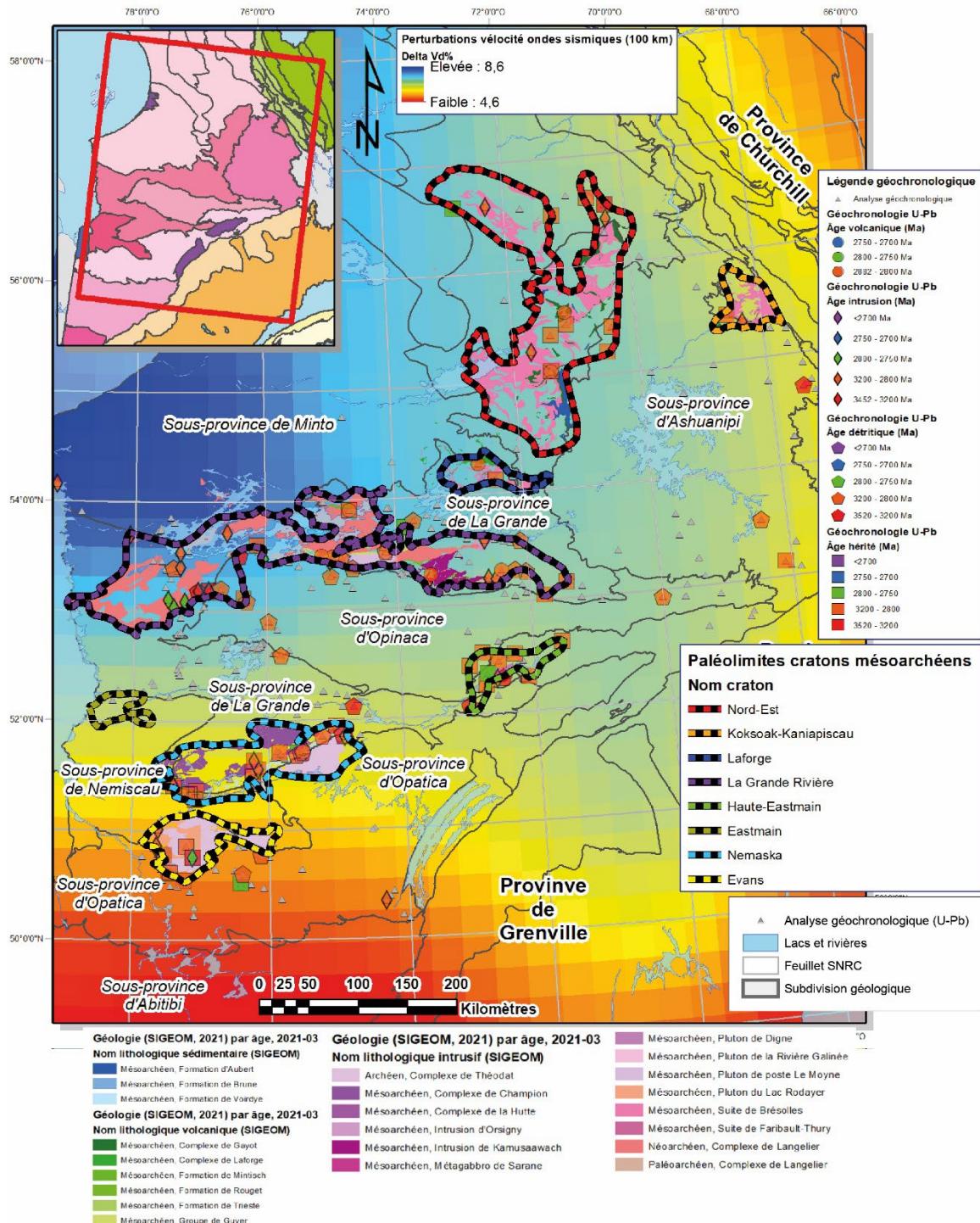


Figure 14. Interprétation des paléolimits des huit cratons paléoarchéens (>2800 Ma). Interprétation basée sur les analyses isotopiques U-Pb pour les âges de cristallisation des intrusions et du volcanisme, des zircons hérités et détritiques de plus de 2800 Ma sur la zone d'étude et la géologie provenant du SIGÉOM (2021). Perturbation de la vitesse des ondes sismiques à 100 km de profondeur tiré de Faure et al. (2011). [Retour au texte](#).

6-Synthèse et conclusions

L'apport scientifique majeur de la partie B du projet est sans aucun doute la compilation géochronologique de 677 datations isotopiques U-Pb sur zircons, titanites, monazites et grenats. À partir de cette compilation, il a été possible de bonifier l'interprétation de la carte géologique du SIGÉOM avec un supplément géochronologique des différentes unités géologiques compilées dans ce rapport. Les trois figures synthèses ([Figure 9](#), [Figure 10](#) et [Figure 11](#)) illustrent l'évolution géochronologique par les différents épisodes définis, des différentes séquences volcano-sédimentaires, des événements magmatiques intrusifs, des périodes de sédimentation distinctes et des événements métamorphiques les plus importants sur la zone d'étude, mais également en dehors de cette dernière (p. ex. sous-provinces d'Opatica, d'Ashuanipi et de Minto). Cette analyse de la base de données géochronologique par ère (Paléoarchéen : 3600 à 3200 Ma; Mésoarchéen : 3200 à 2800 Ma; Néoarchéen : 2800 à 2500 Ma) a permis de bonifier le cadre spatio-temporel de la zone d'étude en identifiant 3 épisodes mésoarchéens (mA1, mA2 et mA3) et 7 épisodes néoarchéens (nA1 à nA7). De plus, cette bonification géochronologique a permis de proposer de nouvelles interprétations, dont la délimitation, pour la première fois dans cette partie de la Province du Supérieur, de paléo-limites de 8 cratons anciens paléoarchéens à mésoarchéens. Ces interprétations permettent d'émettre l'hypothèse de la présence d'un socle ancien paléoarchéen qui évolue en socle paléo- à mésoarchéen dans ce secteur de la Province du Supérieur, divisé en plusieurs petits cratons, où les séquences supracrustales mésoarchéennes à néoarchéennes vont se développer sur, ou en marge de ces cratons.

Cette étude demeure naturellement incomplète et requiert du raffinement sur certains secteurs de la zone d'étude. Ce raffinement sera possible par l'ajout de nouvelles analyses géochronologiques, qui viendront bonifier la base de données dans un futur rapproché. Cependant, ce travail s'est avéré extrêmement utile pour une mise à jour géochronologique à l'échelle du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James et fournit ainsi les bases pour une amélioration géochronologique des zones géologiques dans la base de données du SIGÉOM. La prolongation de ce projet via le ministère des Ressources naturelles et des Forêts (MRNF) par la Direction de l'acquisition des connaissances géologiques permettra sans aucun doute d'avoir une meilleure compréhension de l'évolution géologique souvent complexe de ce vaste territoire.

7-Livrables

Les produits livrés sont pour cette partie de la synthèse :

- 1) 1 couche spatiale de points et un fichier Microsoft® Excel compilant les 677 datations géochronologiques.
- 2) 1 couche spatiale des zones géologiques de la zone d'étude avec bonification géochronologique intégrée.
- 3) 1 couche spatiale des paléo-limites des proto-cratons interprétés.
- 4) 6 présentations Microsoft® PowerPoint.
- 5) 1 rapport (Rapport B).



8- Remerciements

Je tiens à remercier dans un premier temps les partenaires et membres du CONSOREM. Je remercie également mes collègues du CONSOREM qui, tout au long de l'année, 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.

9- Références

- Ackerman, L., Žák, J., Kachlík, V., Svojtka, M., Tomek, F., Santolík, V., ... & Vacek, F. (2022). The diversity of sources of late Archean granites reflects a transition from plume-dominated to plate tectonics in the Superior Province, Canada. *Precambrian Research*, 370, 106525.
- Augland, L. E., David, J., Pilote, P., Leclerc, F., Goutier, J., Hammouche, H., Lafrance, I., Talla Takam, F., Deschênes, P.-L., Guemache, M.A. (2016). Datations U-Pb dans les provinces de Churchill et du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2012-2013. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; RP 2015-01, 43 pages.
- Bandyayera, D., Sharma, K. N. M. (2001). Minéralisations en Ni-Cu ± ÉGP dans la bande volcanosédimentaire de Frotet-Evans (SNRC 32K). Ministère de l'Énergie et des Ressources; MB 2001-06, 72 pages.
- 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.
- 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., Caron-Côté, E. (2019). Géologie de la région du lac des Montagnes, sous-provinces de La Grande, de Nemiscau et d'Opatica, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. MERN; [BG 2019-03](#), 2 plans.
- 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.
- Beland, C. (2011). *Geochemistry and Geochronology of the Whabouchi Pegmatite Dykes as Revealed Through Zircon*. University of Toronto, Ontario, 100 pages.
- 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.
- Bogatu, A., Huot, F. (2016). Minéralisation aurifère du gîte Orfée, Eeyou Istchee-Baie-James, Québec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; MB 2016-10, 47 pages.
- Boily, M., Dion, C. (2002). Geochemistry of boninite-type volcanic rocks in the Frotet-Evans greenstone belt, Opatica subprovince, Quebec: implications for the evolution of Archean greenstone belts. *Precambrian Research*, volume 115, pages 349-371.



- Bynoe, L. (2014). Shear zone influence on the emplacement of a giant pegmatite: The Whabouchi Lithium Pegmatite, Quebec, Canada. The University of Western Ontario, London, Canada
- 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.
- Chapon, B., Jébrak, M., Ross, P. S., Stevenson, R. (2010). Le système porphyrique à molybdène de Tilly. *DIVEX*; rapport final 2010, sous projet SC36, 15 pages.
- Chapon, B. (2011). Le porphyre archéen à Mo-Cu±Au de Tilly, Baie-James, Québec. Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada; mémoire de maîtrise, 193 pages.
- Cleven, N. R., Guilmette, C., Harris, L. B., Davis, D. W. (2020). Timing of crustal deformation in Archean rocks along the northern boundary of the Opinaca and La Grande subprovinces, Eeyou Istchee Baie-James region, Québec Superior Province. *Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles*; MB 2020-03, 63 pages.
- Côté-Roberge, M. (2018). Contexte tectonométamorphique du nord-ouest du Complexe de Laguiche, Sous-province d'Opinaca, Eeyou Istchee Baie-James. Université Laval; Mémoire de maîtrise, 216 pages.
- David, J. (2018a). Datations 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. (2019). Datations U-Pb dans les provinces du Supérieur et de Churchill effectuées au GEOTOP en 2014-2015. *Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles*; MB 2019-03, 24 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.
- David, J., Parent, M. (1997). Géochronologie U-Pb du projet Moyen-Nord. *Ministère des Ressources naturelles*; GM 59903, 90 pages.
- David, J., Maurice, C., Simard, M. (2009a). Datations isotopiques effectuées dans Le Nord-Est de la Province du Supérieur - Travaux de 1998, 1999 et 2000. *Ministère des Ressources naturelles et de la Faune*; DV 2008-05, 92 pages.
- David, J., Davis, D W., Bandyayera, D., Pilote, P., Dion, C. (2009b). Datations U-Pb effectuées dans les sous-provinces de l'Abitibi et de La Grande en 2006-2007. *Ministère des Ressources naturelles et de la Faune*; RP 2009-02, 17 pages.
- David, J., Davis, D. W., Bandyayera, D., Simard, M., Moukhsil, A., Dion, C. (2010). Datations U-Pb effectuées dans les sous-provinces d'Ashuanipi, de Minto et de La Grande en 2007-2008. *Ministère des Ressources naturelles et de la Faune*; RP 2010-03, 28 pages.
- David, J., Vaillancourt, D., Bandyayera, D., Simard, M., Goutier, J., Pilote, P., Dion, C., Barbe, P. (2011a). Datations U-Pb effectuées dans les sous-provinces d'Ashuanipi, de La Grande, d'Opinaca et d'Abitibi en 2008-2009. *Ministère des Ressources naturelles et de la Faune*; RP 2010-11, 37 pages.
- David, J., McNicoll, V., Simard, M., Bandyayera, D., Hammouche, H., Goutier, J., Pilote, P., Rheaume, P., Leclerc, F., Dion, C. (2011b). Datations U-Pb effectuées dans les provinces du Supérieur et de Churchill en 2009-2010. *Ministère des Ressources naturelles et de la Faune*; RP 2011-02, 37 pages.



- David, J., Simard, M., Bandyayera, D., Goutier, J., Hammouche, H., Pilote, P., Leclerc, F., Dion, C. (2012). Datations U-Pb effectuées dans les provinces du Supérieur et de Churchill en 2010-2011. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune; RP 2012-01, 33 pages.
- David, J., Pilote, P., Hammouche, H., Leclerc, F., Talla Takam, F. (2018). Datations U-Pb dans la Province du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2013-2014. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; RP 2017-03, 43 pages.
- Davis, D. W. (2023). Rapport sur les datations U-Pb de roches du Québec 2021-2022. UNIVERSITY OF TORONTO, MNRN; [MB 2023-02](#), 201 pages.
- Davis, D. W. (2019). Rapport sur les datations U-Pb de roches du Québec 2018-2019, projets Lac Cadieux et lac Watts. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; MB 2019-09, 82 pages.
- Davis, W. J., Gariépy, C., Sawyer, E. W. (1994). Pre-2.8 Ga crust in the Opatica gneiss belt: A potential source of detrital zircons in the Abitibi and Pontiac subprovinces, Superior Province, Canada. *Geology*, pages 1111-1114.
- 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., David, J., Dion, C., Goutier, J., Bandyayera, D., Rhéaume, P., Roy, P. (2005). Datations U-Pb effectuées en support aux travaux de cartographie géologique et de compilation géoscientifique du SGNO (2003-2004). Ministère des Ressources naturelles et de la Faune; RP 2005-02, 20 pages.
- 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.
- Davis, D. W., Moukhsil, A., Lafrance, I., Hammouche, H., Goutier, J., Pilote, P., Talla Takam, F. (2015). Datations U-Pb dans les provinces du Supérieur, de Churchill et de Grenville effectuées au JSGL en 2012-2013. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; RP 2014-07, 56 pages.
- Davis, D. W., Lafrance, I., Goutier, J., Bandyayera, D., Talla Takam, F., Gigon, J. (2018). Datations U-Pb dans les provinces de Churchill et du Supérieur effectuées au JSGL en 2013-2014. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; RP 2017-01, 63 pages.
- Davis, D. W., Sutcliffe, C. N. (2018a). U-Pb Geochronology of Zircon and Monazite by LA-ICPMS in samples from northern Quebec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; MB 2018-18, 54 pages.
- Davis, D. W., Sutcliffe, C. N. (2018b). U-Pb Geochronology of Zircon and Monazite by LA-ICPMS in Samples from Northern Quebec. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; MB 2019-01, 113 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.
- 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.
- Faure, S. (2010). Perméabilité crustale dans le Moyen-Nord québécois: Guides d'exploration géophysique pour l'or, l'uranium et le diamant. CONSOREM, Projet 2009-10. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; MB 2014-17, 58 pages.
- Faure, S., Godey, S., Fallara, F., Trépanier, S. (2011). Seismic architecture of the Archean North American mantle and its relationship to diamondiferous kimberlite fields. *Economic Geology*, pages 223-240.



- Fleury, J. P. (2019). Métallogénie du gîte d'or orogénique La Pointe au contact entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca, Eeyou Istchee Baie-James, Québec. Université Laval, Québec, Canada; mémoire de maîtrise, 212 pages. <http://hdl.handle.net/20.500.11794/37593>
- 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.
- Fontaine, A., Dubé, B., Malo, M., Turcotte, J., and Doucet, D. (2018). Geology of the Cheechoo gold property, Eeyou Istchee Baie-James, Superior Province, northern Quebec. Geological Survey of Canada; Open File 8403, 25 pages.
- Gauthier, M. (2023). Le Laguiche et sa périphérie immédiate : aguichants dès 1975 et toujours aussi aguichants en 2023 mais pas pour les mêmes métaux : U-> Au-> Li. Présentation effectuée dans le cadre du congrès Québec Mines + Énergie 2023.
- 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., Larocque, M., Chartrand, F. (1997). Cadre géologique, style et répartition des minéralisations métalliques de la Grande Rivière, territoire de la Baie-James. Ministère des Ressources naturelles; MB 97-30, 73 pages.
- 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.
- Goutier, J. (2019). La géologie d'Eeyou Istchee Baie-James. Conférence durant le forum CONOREM-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 CONOREM-UQAM.
https://consorem2.uqac.ca/presentation_pub/a_forum_uqam_019/3_M%C3%A9tamorphisme_2019.pdf
- Goutier, J., Doucet, P., Dion, C., Beausoleil, C., David, J., Parent, M., Dion, D.-J. (1998). Géologie de la région du lac Kowskatehkakmow (33F/06). Ministère des Ressources naturelles; RG 98-16, 50 pages, 1 plan.
- Goutier, J., Dion, C., David, J., Dion, D.-J. (1999a). Géologie de la région de la Passe Shimusuminu et du lac Vion (33F/11 ET 33F/12). Ministère des Ressources naturelles; RG 98-17, 43 pages, 2 plans.
- Goutier, J., Dion, C., Lafrance, I., David, J., Parent, M., Dion, D.-J. (1999b). Géologie de la région des lacs Langelier et Threelfold (33F/03 et 33F/04). Ministère des Ressources naturelles; RG 98-18, 54 pages, 2 plans.
- Goutier, J., Dion, C., Ouellet, M.-C., David, J., Parent, M. (2000). Géologie de la région des lacs Guillaumat et Sakami (33F/02 ET 33F/07). Ministère des Ressources naturelles; RG 99-15, 40 pages, 2 plans.
- Goutier, J., Dion, C., Ouellet, M.-C., Mercier-Langevin, P., Davis, D. W. (2001). Géologie de la colline Masson, de la passe Awapakamich, de la baie Carbillot et de la passe Pikwhipanan, 33F/09, 33F/10, 33F/15 et 33F/16. MRN; RG 2000-10, 69 pages, 4 plans.
- Goutier, J., Dion, C., Ouellet, M.-C., Davis, D. W., David, J., Parent, M. (2002). Géologie de la région du lac Guyer (33G/05, 33G/06 et 33G/11). Ministère des Ressources naturelles; RG 2001-15, 55 pages, 3 plans.



- Griffin, W. L., O'reilly, S. Y., Afonso, J. C., Begg, G. C. (2009). The composition and evolution of lithospheric mantle: a re-evaluation and its tectonic implications. *Journal of Petrology*; pages 1185-1204.
- Hamilton, M. A. (2009). U-Pb Isotopic Dating of a Diabase Dyke of the Mistassini Swarm, Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune; MB 2009-17, 13 pages.
- Hammouche, H., Burniaux, P. (2018). Géologie de la région du lac Joubert (SNRC 23E03, 23E04, 33H01), municipalité d'Eeyou Istchee Baie-James. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; RG 2018-04, 53 pages, 1 plan.
- Heffernan V. (1999). Quebec's northern frontier awakens. *The Northern Miner*, 85. no. 40. C1.
- Hocq, M. (1994). Géologie du Québec. Les publications du Québec, Québec. Ministère des Ressources naturelles; MM 94-01, 172 pages.
- Houlé, M. G., Goutier, J., Sappin, A.-A., McNicoll, V.J. (2015). Regional characterization of ultramafic to mafic intrusions in the La Grande Rivière and Eastmain domains, Superior Province, Quebec, In: Targeted Geoscience Initiative 4: Canadian Nickel-Copper-Platinum Group Elements-Chromium Ore Systems — Fertility, Pathfinders, New and Revised Models, (ed.) D.E. Ames and M.G. Houlé. Geological Survey of Canada; Open File 7856, pages 125–137.
- Houlé, M., Lesher, C., Sappin, A. A., Bédard, M. P., Goutier, J., & Yang, X. (2020). Overview of Ni-Cu-(PGE), Cr-(PGE), and Fe-Ti-V magmatic mineralization in the Superior Province: Insights on metallocents and metal endowment. *Targeted Geoscience Initiative*, 5, pages 117-139.
- Huot, F., Désy, J., Hamelin, L. E. (2009). La Baie-James des uns et des autres: Eeyou Istchee. Productions FH. 305 p.
- Jaupart, C., Mareschal, J. C. (2015). Post-orogenic thermal evolution of newborn Archean continents. *Earth and Planetary Science Letters*, 432, pages 36-45.
- King, S. D. (2005). Archean cratons and mantle dynamics. *Earth and Planetary Science Letters*, 234(1-2), pages 1-14.
- Lapointe, I. (2008). Environnements sédimentaires aurifères en terrain de haut grade métamorphique : Le cas des bassins sédimentaires d'Opinaca-Némiscau, Baie-James. Rapport du projet CONOREM 2007-07. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune.
- Laverdière, C. (2003). Albert Peter Low: le découvreur du Nouveau-Québec (vol. 38). XYZ éditeur/XYZ Publishing.
- Laurent, O., Martin, H., Moyen, J. F., Doucelance, R. (2014). The diversity and evolution of late Archean granitoids: evidence for the onset of “modern-style” plate tectonics between 3.0 and 2.5 Ga. *Lithos*, 205, 208-235.
- Lavoie, J. (2017). Sous-province de l'Opatica : nouveau territoire pour l'exploration minérale. CONOREM, rapport du projet CONOREM 2016-01, 68 pages.
- 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.
- Mareschal, J.-C., Jaupart, C. (2006). Archean thermal regime and stabilization of the cratons. *Archean geodynamics and environments*, volume 164, pages 61-73.
- Gariépy, C. (1983). Géochimie et géochronologie des granitoïdes intrusifs de l'Abitibi : évidences de la présence d'une croûte continentale ancienne. *Dans Stratigraphie des ensembles volcano-sédimentaires archéens de l'Abitibi : état des connaissances*, MER, DV 83-11, pages 67-69.
- Morfin, S., Sawyer, E. W., Bandyayera, D. (2013). Large volumes of anatectic melt retained in granulite facies migmatites: An injection complex in northern Quebec. *Lithos*; pages 200-218.



- Mortensen, J. K., Ciesielski, A. (1987). U-Pb zircon and sphene geochronology of Archean plutonic and orthogneissic rocks of the James Bay region and Bienville Domain, Quebec. Geological Survey of Canada; Radiogenic Age and Isotopic Studies, report 1, paper 87-2, pages 129-134.
- 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. (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., Voicu, G., Dion, C., David, J., Davis, D. W., Parent, M. (2001). Géologie de la région de la Basse-Eastmain centrale (33C03, 33C04, 33C05 et 33C06). Ministère des Ressources naturelles; RG 2001-08, 54 pages, 4 plans.
- 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.
- Paquette, L. (1998). Étude stratigraphique et métallogénique d'une séquence arénitique archéenne à conglomérats pyriteux et uranifères, Baie-James, Québec. Université du Québec à Montréal, Montréal, Canada; mémoire de maîtrise, 81 pages.
- Paquette, L., Gauthier, M. (1997). Séquences archéennes du lac Sakami, Baie-James. Ministère des Ressources naturelles; MB 97-02, 40 pages.
- Parent, M. (1998). Géochronologie U-Pb du projet Moyen-Nord, phase II. Ministère des Ressources naturelles; GM 59904, 63 pages.
- 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.
- Pedreira Pérez, R., Tremblay, A., Daoudene, Y., David, J., et Bandyayera, D. (2023). Structural evolution and U-Pb geochronology of the metasedimentary Nemiscau subprovince, Canada: implications for Archean tectonics in the Superior Province. Canadian Journal of Earth Sciences, 60(7), 865-896.
- 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.
- Percival, J. A., Mortensen, J. K., Stern, R. A., Card, K. D., Bégin, N. J. (1992). Giant granulite terranes of northeastern Superior Province: the Ashuanipi complex and Minto block. Canadian Journal of Earth Sciences; pages 2287-2308.
- Percival, J. A., Skulski, T., Sanborn-Barrie, M., Stott, G. M., Leclair, A. D., Corkery, M. T., Boily, M. (2012). Geology and tectonic evolution of the Superior Province, Canada. Chapter 6. In Tectonic Styles in Canada: The LITHOPROBE Perspective. Edited by J.A. Percival, F.A. Cook, and R.M. Clowes. Geological Association of Canada; Special Paper 49, pages 321-378.
- 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. UQAM, MERN; MB 2018-10, 55 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.



- 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.
- Remick, J. H., Ahmedali, T. (1974). Cartes annotées de la région de Fort Rupert (Nouveau Québec). MRN; DP 274, 23 plans.
- Rhéaume Ouellet, A. (2020). Évolution néoarchéenne de bassins méta-sédimentaires des sous-provinces La Grande et Opinaca, craton du Supérieur: le grenat comme outil de déchiffrage du métamorphisme polyphasé. Université Laval, Québec, Canada; mémoire de maîtrise, 157 pages
- 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.
- Robertson, D. S., Podolsky, T. P., Nutter, G. E. (1986). Other conglomerate-hosted deposits. In : Uranium deposits of Canada (Evans E. L., editor). Canadian Institute of Mining and Metallurgy; volume 33, pages 52-54.
- Roscoe, S. M., Donaldson, J. A. (1988). Uraniferous pyritic quartz pebble conglomerate and layered ultramafic intrusions in a sequence of quartzite, carbonate, iron formation and basalt of probable Archean age at Lac Sakami, Quebec. Geological Survey of Canada; Paper no. 88-1C, pages 117-121.
- Roscoe, S. M., Minter, W. E. L. (1993). Pyritic paleoplacer gold and uranium deposits. In : Mineral Deposit Modeling (Kirkham, R. V., Sinclair, W. D., Thorpe, R. I., Duke, J. M., eds.). Geological Association of Canada; Special Paper 40, pages 103-124.
- Sawyer, E. W. (1998). Formation and evolution of granite magmas during crustal reworking: the significance of diatexites. Journal of Petrology; pages 1147-1167.
- Sawyer, E. W., Benn, K. (1993). Structure of the high-grade Opatica Belt and adjacent low-grade Abitibi Subprovince, Canada: an Archean mountain front. Journal of Structural Geology; pages 1443-1458.
- Shirey, S. B., Richardson, S. H., Harris, J. W. (2004). Integrated models of diamond formation and craton evolution. Lithos; pages 923-944.
- Simard, M., Gosselin, C. (1999). Géologie de la région du lac Lichteneger (SNRC 33B). Ministère des Ressources naturelles; RG 98-15, 27 pages, 1 plan.
- Simard, M., Paquette, L., Parent, M. (2015). Synthèse géologique et métallogénique de la Sous-province d'Ashuanipi, Province du Supérieur. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles; MM 2015-01, 96 pages, 2 plans.
- 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.
- Thurston, P. C., Osmani, I. A., Stone, D., Williams, H. R., Sutcliffe, R. H., Stott, G. M. (1991). Northwestern Superior Province: review and terrane analysis. In : Geology of Ontario (P. C. Thurston, H. R. Williams, R. H. Sutcliffe, and G. M. Stott, editors). Ontario Geological Survey; Special volume 4 (Part 1), pages 81-144.
- 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.
- Wodicka, N., Lamothe, D., Leclair, A. (2009). Géochronologie U-Pb du projet Ashuanipi. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune; MB 2009-03, 21 pages.

Liens utiles

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

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

