

# Résultats préliminaires des travaux sur le terrain de 2019 dans le nord-ouest de la Sous-province de Pontiac, Rouyn-Noranda, Québec

I.S. Malta<sup>1</sup>, C. Guilmette<sup>1</sup>, G. Beaudoin<sup>1</sup>, C. LaFlamme<sup>1</sup>, B. Quesnel<sup>1</sup> et T.R.C. Jørgensen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, Québec, Québec

<sup>2</sup>Mineral Exploration Research Centre, Harquail School of Earth Sciences, Université Laurentienne, Sudbury, Ontario

---

## INTRODUCTION

Le présent rapport fait état des résultats partiels découlant des travaux sur le terrain accomplis au cours de l'été 2019 dans le cadre d'un projet de doctorat mené par l'auteur principal. La zone d'étude (figure 1) est située approximativement 9 km au sud de la ville de Rouyn-Noranda, au Québec. Le projet a pour objet d'établir avec précision dans quelle mesure les fluides relâchés au cours du métamorphisme de type barrowien (de la zone à biotite à la zone à sillimanite) dans la partie nord-ouest de la Sous-province de Pontiac ont contribué à l'importante minéralisation en or qui caractérise la zone de failles de Cadillac–Lake Larder (CLLFZ), un district aurifère de renommée mondiale qui se trouve dans la ceinture de roches vertes de l'Abitibi. Une connaissance plus approfondie de la période au cours de laquelle l'évolution métamorphique de la Sous-province de Pontiac a eu lieu permettrait également de mieux comprendre l'importance géodynamique de ce métamorphisme.

Les travaux sur le terrain incluaient la description d'environ 110 affleurements (figures 1, 2); l'examen de lames minces orientées et non orientées provenant d'échantillons de roches métapélitiques (de la zone à biotite à la zone à sillimanite) prélevés à intervalle fixe; et la détermination de leur répartition spatiale, leur ordre de superposition stratigraphique et leurs liens lithologiques. L'analyse structurale a été faite à l'aide de procédures normalisées utilisées pour décrire les rapports géométriques et cinématiques des structures tectoniques sur le terrain; de données structurales, telles les foliations, les linéaments, les plis et les failles, recueillies au moyen d'une boussole; et de la détermination de la position stratigraphique de ces structures en fonction du principe de superposition (par ex., Ramsay et Huber, 1983; McClay, 1987; Ragan, 2009).

## CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La Sous-province de Pontiac est un terrane gneissique clastique d'âge archéen, constitué de roches métasédimentaires et granitoïdes, situé à la limite sud-est de la Province du lac Supérieur ((Camiré et Burg, 1993; Benn et al. 1994). Il est bordé au nord par des coulées mafiques et ultramafiques du groupe de Piché (Pilote et al., 2015) au sein de la CLLFZ. Au sud-est se dresse la Province de Grenville (Rivers, 1997), alors que sa partie ouest est recouverte par des successions protérozoïques du Supergroupe de l'Huronien (Fedó et al., 1997).

Les résultats provenant d'analyses radiométriques sur zircons détritiques (par ex., Gariépy et al., 1984; Davis, 2002; Frieman et al., 2017) révèlent que les métasédiments sont issus de deux sources principales. La première a été reliée à la ceinture de roches vertes de l'Abitibi en fonction des âges neoarchéens (environ 2682 Ma) attribués aux plus récentes populations de zircons détritiques (80–95 % du total) et de l'âge de cristallisation des zircons du pluton discordant de Lac Fournière établi à 2682 ± 1 Ma (par ex., Mortensen et Card, 1993; Davis, 2002; Frieman et al., 2017). Frieman et al. (2017) ont avancé que la deuxième source

était reliée aux sous-provinces de Winnipeg River, Marmion et Opatoca, d'où proviennent des populations de zircons détritiques d'âge mésoarchéen trouvés dans la Sous-province de Pontiac. L'évolution archéenne de la Sous-province de Pontiac a été reliée à trois modèles tectoniques différents, notamment un biseau d'accrétion en avant-arc (par ex. Dimroth et al., 1983; Daigneault et al., 2002; Frieman et al., 2017), un bassin d'avant-pays synorogénique ou un terrane allochtone qui serait entré en collision avec la ceinture de roches vertes de l'Abitibi (par ex., Feng et Kerrich, 1992; Camiré et Burg, 1993; Davis, 2002), ou un bassin d'effondrement gisant entre des zones continentales linéaires qui ont été déformées et métamorphosées au cours du processus de subcrétion (Bédard, 2018; Piette-Lauzière et al., 2019).

La région nord-ouest de la Sous-province de Pontiac se compose principalement d'une suite monotone de grauwacke et de mudstone turbiditiques (groupe de Pontiac) interstratifiée avec quelques corps mafiques et ultramafiques de petite taille (figure 1). Les roches métasédimentaires ont été soumises au cours du Néoarchéen ( $2657 \pm 4,4$  Ma; datation des grenats par la méthode Lu-Hf) à un métamorphisme à trajet P-T-t formant une boucle dans le sens horaire dont le degré est passé du faciès des schistes verts à celui des amphibolites (figure 2; Piette-Lauzière et al., 2019). Aussi bien les roches du socle que les roches supracrustales ont été pénétrées par des roches de composition felsique à intermédiaire du batholithe de Réservoir Decelles et du pluton de Lac Fréchette (figure 1; Ghassemi, 1996). Quelques essaïms de dykes protérozoïques (Matachewan, Abitibi et Sudbury) orientés vers le nord-nord-est recoupent les autres lithotypes (figure 1).

Le cadre structural de la Sous-province de Pontiac fait l'objet d'un débat intense mais la plupart des auteurs s'entendent sur l'existence d'au moins deux régimes de déformation (par ex., Camiré et Burg, 1993; Benn et al., 1994; Ghassemi, 1996; Bedeaux et al., 2017; Perrouy et al., 2017; de Souza et al., 2019; Piette-Lauzière et al., 2019). Le premier régime de déformation est relié à un raccourcissement nord-sud qui est représenté par un clivage axial pénétratif d'échelle régionale orienté vers l'est ( $S_p$ ) et parallèle aux plis régionaux ( $F_p$ ; Bedeaux et al., 2017). Le deuxième régime correspond à une distension enregistrée le long de zones de failles importantes et est caractérisé par la présence de fragments sigmoïdaux, de structures en étagère à l'ouest le long du plan de clivage  $S_p$  acquis et d'un clivage de crénelation  $S_{p+1}$  auquel sont associés des plis ouverts (Bedeaux et al., 2017). Dans la partie nord-ouest de la Sous-province de Pontiac (figures 1, 2), Camiré et Burg (1993) ont interprété un système de structures en nappe réparti en une nappe supérieure témoignant de deux épisodes de déformation et d'une nappe inférieure présentant les traces d'un seul épisode de déformation. Une autre interprétation a été avancée par Benn et al. (1994) et Ghassemi (1996), selon lesquels les deux épisodes de déformation pouvaient être observés dans l'ensemble des roches métasédimentaires du groupe de Pontiac.

## OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN

Le groupe de Pontiac se compose principalement d'une séquence de métawacke et de roches métapélitiques intercalées avec des petites lentilles minces de corps intrusifs de composition mafique à ultramafique (figure 3). La cartographie à intervalle fixe, données aéromagnétiques à l'appui, révèle que ces roches forment une série d'affleurements discontinus (SIGÉOM, 2019). Les métasédiments montrent un clivage pénétratif ( $S_p$ ) d'échelle régionale qui le plus souvent se manifeste parallèlement à une stratification pétrographique d'ordre millimétrique à centimétrique ( $S_0$ ; figure 3a). La schistosité ( $S_p$ ) et la stratification ( $S_0$ ) font preuve d'une orientation subverticale vers le nord-est. De petits amas de roches mafiques et ultramafiques se manifestent au sein de la foliation  $S_p$  sous forme de boudins déformés de taille centimétrique à métrique (figure 3b), tandis que des auréoles d'altération hydrothermale entourant des filonnets et recoupant la schistosité  $S_p$  antérieure renferment des cristaux de plagioclase et d'actinolite non orientés (figure 3c). La présence de cinq zones métamorphiques orientées parallèlement à la schistosité régionale ( $S_p$ ) a été notée au sud de Rouyn-Noranda. Ces dernières sont représentées à la figure 2 et comprennent, du nord au sud : une zone à biotite (biotite+chlorite±muscovite), une zone à grenat (biotite+grenat±chlorite±muscovite), une zone à staurolite

(biotite+grenat+staurolite±chlorite±muscovite), une zone à kyanite (biotite+grenat+staurolite+kyanite±chlorite±muscovite) et une zone à sillimanite (biotite+grenat+staurolite+kyanite+sillimanite±chlorite±muscovite). Ces observations concordent avec celles qui ont été faites lors de travaux antérieurs menés dans la région de Rouyn-Noranda (Camiré and Burg, 1993; Ghassemi, 1996).

Le batholite de Réservoir Decelles se compose principalement de monzogranite à deux micas leucocrate de teinte grisâtre et de granulométrie moyenne à fine. Par endroits, ces roches ont été surimprimées par la même schistosité régionale  $S_p$  que les métasédiments de la partie nord de l'intrusion (figure 1). Dans certains affleurements, des enclaves de métapélite de taille centimétrique à métrique ont été observées (figure 3d). Une unité lithologique subordonnée a été décrite comme étant une phase rosâtre de texture grossière à pegmatitique qui pénètre les métasédiments le long de contacts francs.

## TRAVAUX À VENIR

Le projet a recours à une approche impliquant des techniques variées, y compris des analyses de la pétrographie, de la microstructure et de libération minérale par microscope électronique à balayage d'échantillons de roches prélevés dans toutes les zones, soit de la zone à biotite à la zone à sillimanite, dans le but d'identifier les associations de minéraux, les rapports texturaux et les microstructures ainsi que de déterminer de façon quantitative la composition minéralogique. En outre, les analyses par microfluorescence X et microsonde électronique fourniront des résultats qualitatifs et quantitatifs de la chimie minérale de lames minces représentatives de chaque zone métamorphique. Ces analyses seront faites au cours de l'hiver de 2019. Des diagrammes de phases isochimiques (modélisation des domaines d'équilibre des différentes phases) seront élaborés afin d'établir de façon plus précise les trajets P-T du métamorphisme à l'échelle de la région. La composition des fluides issus de la Sous-province de Pontiac sera établie en termes de leur teneur en isotopes (C-O-H-S) et en éléments à l'état de traces au moyen de l'analyse multi-isotopique du soufre (spectrométrie de masse d'ions secondaires), analyse des isotopes stables C-O-H (spectrométrie de masse de rapports isotopiques) et de l'analyse d'éléments à l'état de traces (spectrométrie de masse à source à plasma inductif avec prélèvement par ablation laser) des sulfures (c.-à-d., la pyrite et la pyrrhotite), des carbonates et des phases hydratées. Les données géochimiques établies à partir d'analyses de la roche totale, des isotopes et des éléments minéraux principaux et à l'état de traces seront intégrés à des modèles des domaines d'équilibre des différentes phases afin de déduire le volume et la composition des fluides libérés au cours du métamorphisme de type barrowien. Le recours à l'étude géochronologique utilisant plusieurs méthodes d'analyse permettra de dater les réactions métamorphiques spécifiques ayant donné lieu à la production de fluides, y compris la méthode Lu-Hf sur grenat et la méthode U-Pb sur zircon, monazite et titanite. Le rythme de production des fluides et la modélisation de leur composition et volume seront comparés aux conclusions découlant de l'étude des gisements aurifères de la CLLFZ afin de vérifier dans quelle mesure le métamorphisme dans la Sous-province de Pontiac a contribué à la richesse en or de la région. Les résultats permettront 1) de mieux comprendre les facteurs qui contrôlent le développement de la minéralisation aurifère de type orogénique au cours du métamorphisme de type barrowien et 2) de vérifier comment ils se comparent aux modèles tectoniques actuels de l'évolution géodynamique de la Sous-province de Pontiac au cours de l'Archéen.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les auxiliaires aux travaux sur le terrain I. Stephenson et J.-P. Séguin pour l'aide qu'ils leur ont apportée. L'auteur principal est reconnaissant du soutien financier offert par *Metal Earth*, une initiative subventionnée par le Fonds d'excellence en recherche Apogée Canada. Les auteurs tiennent également à remercier Ressources Yorbeau Inc. de leur avoir permis l'accès aux installations et à

l'équipement de l'entreprise. Un remerciement particulier s'adresse à P.C. Thurston en reconnaissance des suggestions utiles qu'il a bien voulu partager au sujet du rapport.

Ce rapport fait partie d'un projet de recherche de troisième cycle entrepris par l'auteur principal à l'Université Laval, à Québec, sous la direction du professeur Carl Guilmette.

Contribution MERC-ME-2019-237 du Centre de recherches en exploration minérale de l'École des sciences de la Terre Harquail.

## RÉFÉRENCES

- Benn, K., Miles, W., Ghassemi, R. et Gillett, J. 1994. Crustal structure and kinematic framework of the northwestern Pontiac Subprovince, Quebec: an integrated structural and geophysical study; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 31, p. 271–281.
- Bédard, J.H. 2018. Stagnant lids and mantle overturns: implications for Archaean tectonics, magma genesis, crustal growth, mantle evolution, and the start of plate tectonics; *Geoscience Frontiers*, v. 9, p. 19–49.
- Bedeaux, P., Pilote, P., Daigneault, R. et Rafini, S. 2017. Synthesis of the structural evolution and associated gold mineralization of the Cadillac Fault, Abitibi, Canada; *Ore Geology Reviews*, v. 82, p. 49–69.
- Camiré, G.E. et Burg, J.P. 1993. Late Archaean thrusting in the northwestern Pontiac Subprovince, Canadian Shield; *Precambrian Research*, v. 61, p. 51–66.
- Daigneault, R., Mueller, W.U. et Chown, E.H. 2002. Oblique Archean subduction: accretion and exhumation of an oceanic arc during dextral transpression, Southern Volcanic Zone, Abitibi Subprovince Canada; *Precambrian Research*, v. 115, p. 261–290.
- Davis, D.W. 2002. U–Pb geochronology of Archean metasedimentary rocks in the Pontiac and Abitibi subprovinces, Quebec, constraints on timing, provenance and regional tectonics; *Precambrian Research*, v. 115, p. 97–117.
- De Souza, S., Dubé, B., Mercier-Langevin, P., McNicoll, V., Dupuis, C. et Kjarsgaard, I. 2019. Hydrothermal alteration mineralogy and geochemistry of the Archean world-class Canadian Malartic disseminated-stockwork gold deposit, southern Abitibi Greenstone Belt, Quebec, Canada; *Economic Geology*, v. 114, no. 6, p. 1057–1094.
- Dimroth, E., Imreh, L., Goulet, N. et Rocheleau, M. 1983. Evolution of the south-central segment of the Archean Abitibi Belt, Quebec. Part III: plutonic and metamorphic evolution and geotectonic model; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 20, p. 1374–1388.
- Fedo, C.M., Young, G.M., Nesbitt, H.W. et Hanchar, J.M. 1997. Potassic and sodic metasomatism in the Southern Province of the Canadian Shield: evidence from the Paleoproterozoic Serpent Formation, Huronian Supergroup, Canada; *Precambrian Research*, v. 84, p. 17–36.
- Feng, R. et Kerrich, R.. 1992. Archean geodynamics and the Abitibi–Pontiac collision: implications for advection of fluids at transpressive collisional boundaries and the origin of giant quartz vein systems; *Earth-Science Reviews*, v. 32, p. 33–60.
- Frieman, B.M., Kuiper, Y.D., Kelly, N.M., Monecke, T. et Kylander-Clark, A. 2017. Constraints on the geodynamic evolution of the southern Superior Province: U-Pb LA-ICP-MS analysis of detrital

- zircon in successor basins of the Archean Abitibi and Pontiac subprovinces of Ontario and Quebec, Canada; *Precambrian Research*, v. 292, p. 398–416.
- Gariépy, C., Allègre, C. et Lajoie, J. 1984. U-Pb systematics in single zircons from the Pontiac sediments, Abitibi greenstone belt; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v 21, p. 1296–1304.
- Ghassemi, M.R. 1996. Tectonic evolution of the Late Archean Pontiac Subprovince, Superior Province, Canada: structural, metamorphic, and geochronological studies; Ph.D. thesis, University of Ottawa, Ottawa, Ontario, 286 p.
- McClay, K. 1987. The mapping of geological structures; Geological Society of London, Handbook Series, Open University Press, Wiley, 168 p.
- Mortensen, J.K. et Card, K.D. 1993. U-Pb age constraints for the magmatic and tectonic evolution of the Pontiac Subprovince, Quebec; *Canadian Journal of Earth Sciences*, v. 30, p. 1970–1980.
- Perrouty, S., Gaillard, N., Piette-Lauzière, N., Mir, R., Bardoux, M., Olivo, G.R., Linnen, R.L., Bérubé, C.L., Lypaczewski, P., Guilmette, C., Feltrin, L. et Morris, W.A. 2017. Structural setting for Canadian Malartic style of gold mineralization in the Pontiac Subprovince, south of the Cadillac Larder Lake Deformation Zone, Québec, Canada; *Ore Geology Reviews*, v. 84, p. 185–201.
- Piette-Lauzière, N., Guilmette, C., Bouvier, A., Perrouty, S., Pilote, P., Gaillard, N., Lypaczewski, P., Linnen, R.L. et Olivo, G.R. 2019. The timing of prograde metamorphism in the Pontiac Subprovince, Superior craton: implications for Archean geodynamics and gold mineralization; *Precambrian Research*, v. 320, p. 111–136.
- Pilote, P., Daigneault, R., David, J. et McNicoll, V. 2015. Architecture of the Malartic, Piché and Cadillac groups and the Cadillac Fault: geological revisions, new dates and interpretations; Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Abstracts of Oral Presentations and Posters, Québec Mines, 2014, p. 37.
- Ragan, D.L. 2009. Structural geology. An introduction to geometrical techniques; Cambridge University Press, 4<sup>th</sup> edition, 602 p.
- Ramsay, J.G. et Huber, M.I. 1983. The techniques of modern structural geology: strain analysis; Academic Press, London, v. 1, 307 p.
- Rivers, T. 1997. Lithotectonic elements of the Grenville Province: review and tectonic implications; *Precambrian Research*, v. 86, p. 117–154.
- SIGÉOM 2019. SIGÉOM (online resource): Système d'Information Géomonière à référence spatiale. Regroupement des données géoscientifiques aux échelles 1/20 000 et 1/50 000; Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, [http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102\\_indexAccueil?l=a#](http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/I1102_indexAccueil?l=a#) [accessed November 3, 2019].

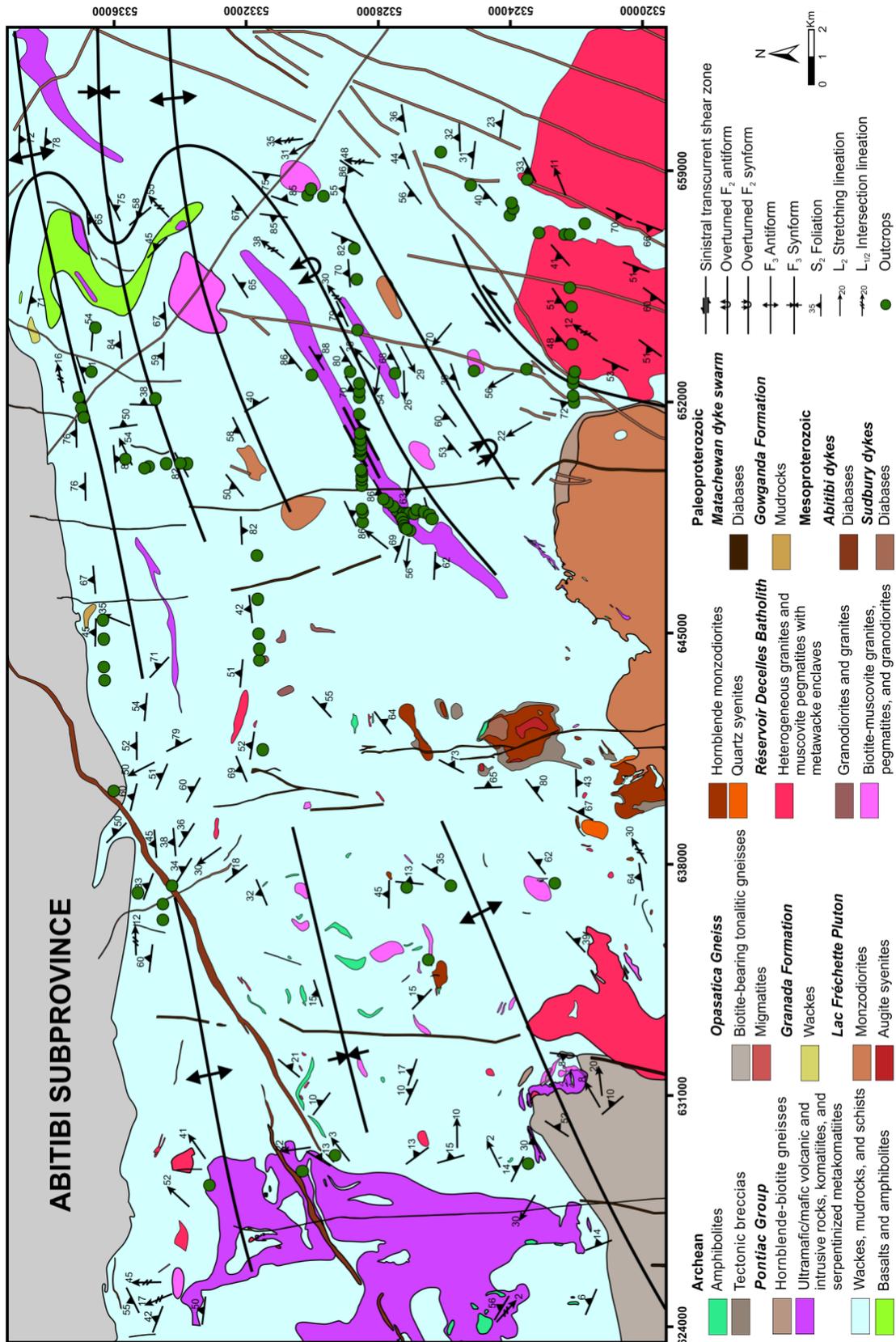
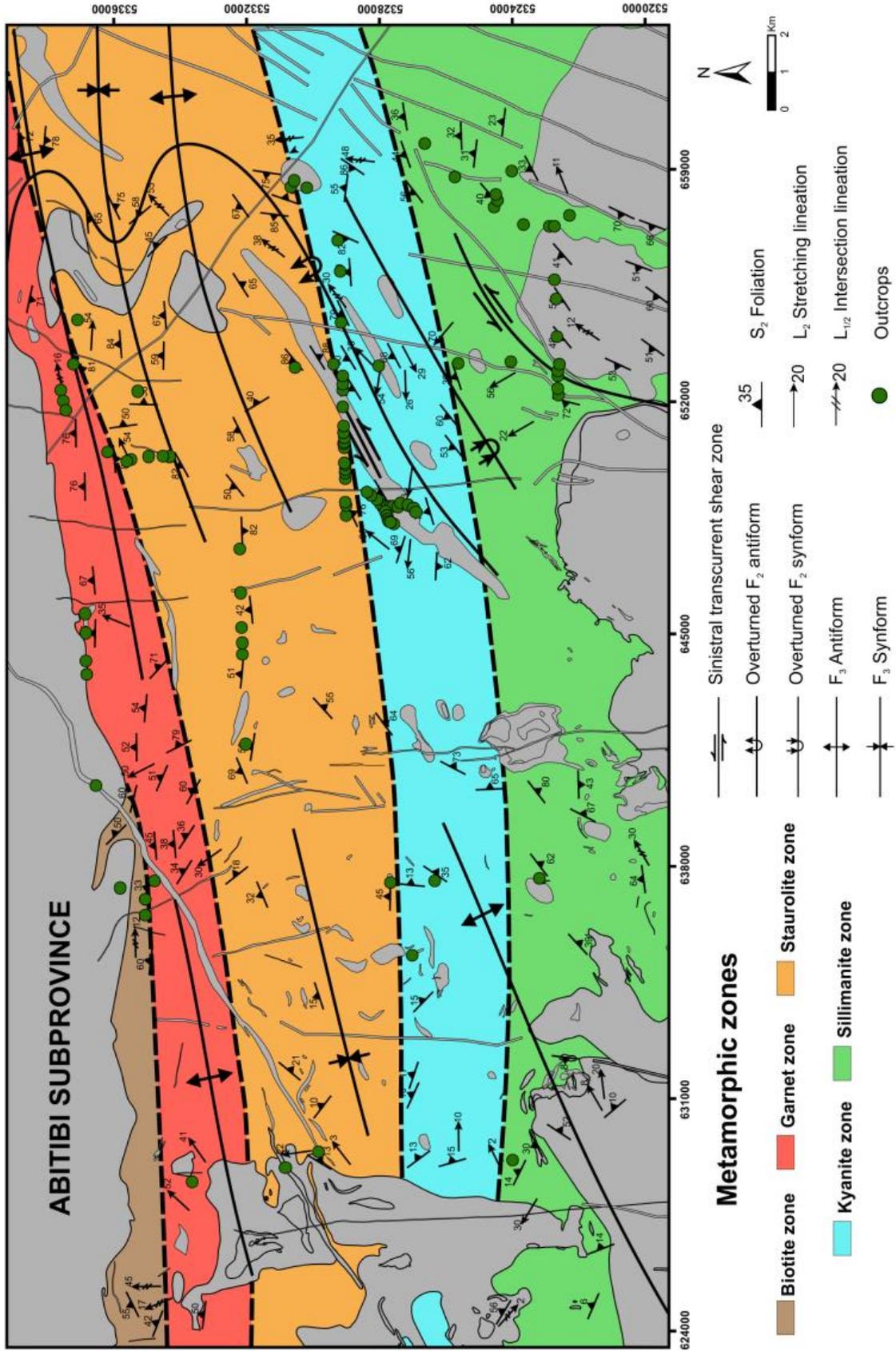
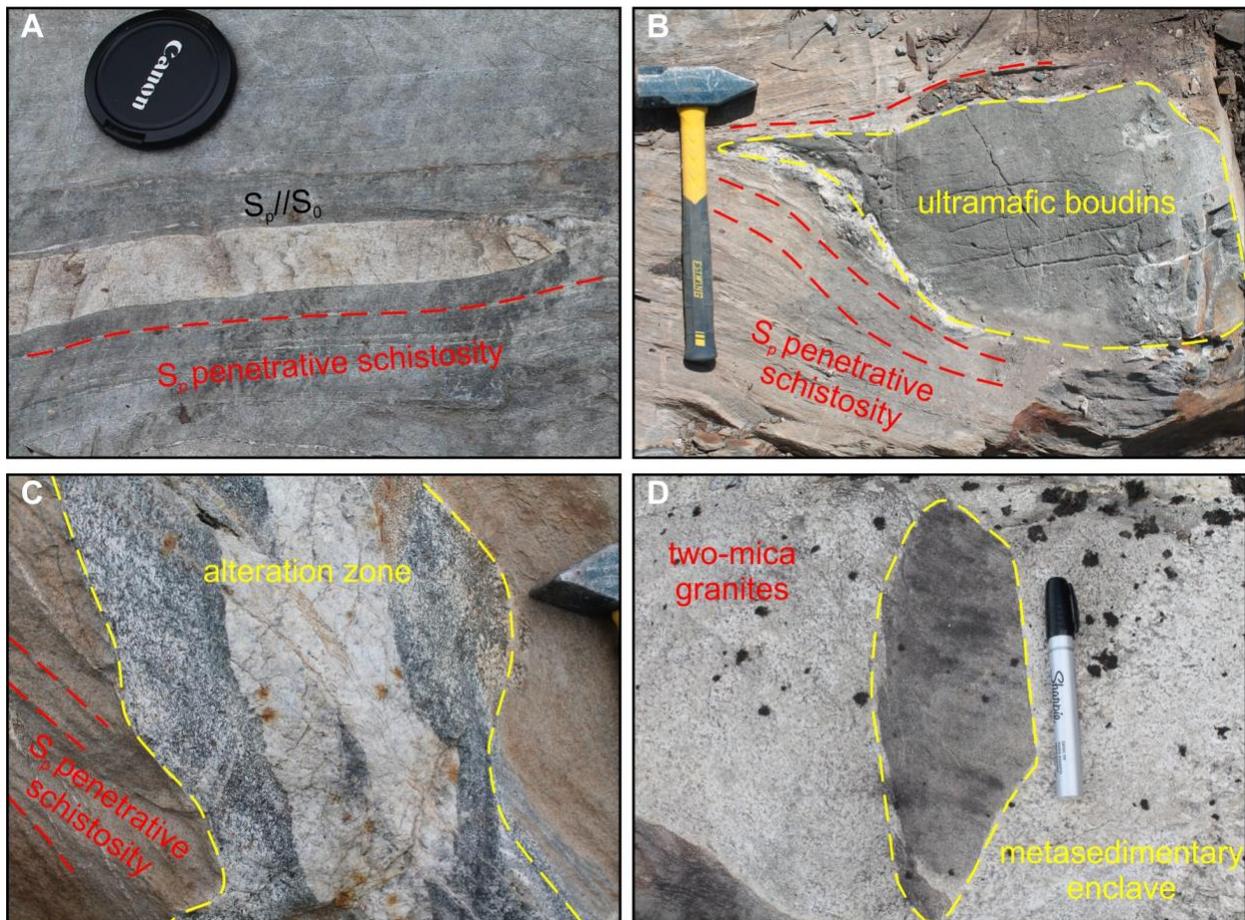


Figure 1. Géologie de la partie nord-ouest de la Sous-province de Pontiac (modifié de Ghassemi, 1996 et SIGÉOM, 2019).



**Figure 2.** Zones minérales métamorphiques dans la partie nord-ouest de la Sous-province de Pontiac (*modifié de Ghassemi, 1996*).



**Figure 3.** Photographies des types lithologiques de la Sous-province de Pontiac et du batholite de Réservoir Decelles : **a)** roches métapélitiques montrant une schistosité  $S_p$  parallèle à la stratification pétrographique ( $S_0$ ); **b)** boudin ultramafique de taille centimétrique au sein de la schistosité  $S_p$ ; **c)** zone d'altération (plagioclase+actinolite) recoupant la schistosité  $S_p$  antérieure; **d)** granite à deux micas de teinte grisâtre présentant une enclave métasédimentaire allongée.