



**Étude structurale et métamorphique du secteur du lac Nemiscau,
Sous-province de Nemiscau, Baie-James, Québec :
évolution tectonique d'un bassin sédimentaire.
Résultats préliminaires.**

Rocío Pedreira Pérez, Yannick Daoudene, Alain Tremblay et Daniel Bandyayera

MB 2018-10



Avertissement

Ce document est une copie fidèle du manuscrit soumis par l'auteur, sauf pour une vérification sommaire destinée à assurer une qualité convenable de diffusion.

Étude structurale et métamorphique du secteur du lac Nemiscau, Sous-province de Nemiscau, Baie-James, Québec : évolution tectonique d'un bassin sédimentaire. Résultats préliminaires.

Rocío Pedreira Pérez^{1*}, Yannick Daoudene², Alain Tremblay¹, Daniel Bandyayera²

1 – Université du Québec à Montréal (UQÀM)

2 – Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

Rapport d'avancement

1 avril 2018

Mots clés : Nemiscau, migmatite, granulites, dôme et bassin, zone de cisaillement

Résumé

La Province du Supérieur est constituée d'un ensemble de domaines lithotectoniques (ou sous-provinces) qui ont été accrétés les uns aux autres vers la fin de l'Archéen. Ces domaines sont couramment subdivisés en 4 types sur la base de leurs caractéristiques lithologiques, structurales, métamorphiques et métallogéniques. Plusieurs études ont proposé différents modèles de genèse et d'évolution tectono-métamorphique pour les ensembles dominés par des assemblages volcano-sédimentaires et gneisso-plutoniques, alors que peu d'études ont documenté la géologie des grands domaines de roches métasédimentaires. Ces derniers sont pourtant des témoins privilégiés des processus tectoniques archéens. Ce projet de doctorat vise à mieux comprendre l'évolution tectonique et métamorphique de ces grands ensembles de roches métasédimentaires, plus particulièrement celui de la Sous-province de Nemiscau, dans la partie sud-est de la Baie-James au Québec.

La zone d'étude se situe à l'ouest du lac Nemiscau, à environ 200 km au nord de Matagami. Dans cette région, la Sous-province de Nemiscau est délimitée au nord et au sud par les sous-provinces gneisso-plutoniques de La Grande et d'Opatoca, respectivement. La nature des contacts entre les différentes sous-provinces demeure peu documentée. Cependant, les contacts entre les sous-provinces correspondent très souvent à des zones de cisaillement d'envergure régionale. Dans cette région, la Sous-province de Nemiscau est principalement dominée par des roches métasédimentaires et des roches intrusives felsiques variablement migmatisées et déformées. Néanmoins, des bandes kilométriques 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.

Dans la zone d'étude, la Sous-province de Nemiscau forme une bande étroite, allongée sur un axe est-ouest, au cœur de laquelle des roches intrusives felsiques et des roches métasédimentaires affleurent sous la forme de dômes et de bassins respectivement. Ces roches intrusives felsiques et métasédimentaires montrent un assemblage minéralogique caractéristique du faciès métamorphique des granulites. Vers

les bordures du Nemiscau, les unités métasédimentaires et métavolcaniques sont au faciès des amphibolites. Le grain structural régional est orienté E-O à NE-SO et la schistosité est généralement fortement inclinée. Cette attitude régionale est le résultat de trois phases de déformation : D_n , D_n' et D_{n+1} .

La combinaison des données géologiques existantes et des données qui seront récoltées durant les travaux de terrain de ce projet permettra de mieux comprendre la géométrie interne et l'origine du bassin sédimentaire de la région du lac Nemiscau, ses relations avec les unités lithotectoniques adjacentes et, de façon plus générale, la nature des mécanismes de déformation orogénique à l'Archéen.

Table des matières

Résumé	I
Table des matières	III
Liste des figures	V
Liste des abréviations	VI
1. INTRODUCTION	1
2. LOCALISATION ET NATURE DES TRAVAUX PRÉCÉDENTS	2
3. PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE	3
4. OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE	4
5. CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONALE	5
6. STRATIGRAPHIE DE LA RÉGION D'ÉTUDE	6
6.1. La Sous-province de La Grande	6
6.1.1. Le Complexe de Champion (Achp)	6
6.2. La Sous-province de Nemiscau	7
6.2.1. Le Groupe du lac des Montagnes (nAmo).....	7
6.2.2. Le Complexe de Rupert (nAru)	8
6.2.3. Le Groupe de Colomb-Chaboullié (Acch).....	9
6.3. La Sous-province d'Opatica	9
6.3.1. Le Pluton du lac Rodayer (Arod)	10
6.3.2. Le Complexe de Théodat (Athe)	10
6.3.3. Intrusion du lac au Bout (Abut)	10
7. GÉOLOGIE STRUCTURALE	11
7.1. Les fabriques structurales	11
7.1.1. Les déformations D_n et $D_{n'}$	11
7.1.2. La déformation D_{n+1}	12
7.2. Les domaines tectonométamorphiques	13
7.2.1. Le terrain plutonique du lac Champion	13
7.2.2. Le domaine du lac Nemiscau	14
7.2.2.1. Les sous-domaines du lac Mezières et du lac du Poisson blanc	14
7.2.2.2. Le sous-domaine du lac Encaissé	16
7.2.3. La ceinture de Colomb-Chaboullié	17

7.2.4. Le terrain plutonique Théodat.....	18
7.3. Les zones de déformation	19
7.3.1. La Zone de cisaillement de la rivière Rupert	19
7.3.2. La Zone de cisaillement du lac de l'Échancrure	20
7.3.3. La Zone de cisaillement du lac Naquiperdu	20
7.3.4. La Zone de cisaillement du lac Colomb	21
8. MÉTAMORPHISME	21
9. HYPOTHÈSES PRÉLIMINAIRES	22
9.1. Travaux antérieurs	22
9.2. État des connaissances du secteur du lac Nemiscau. Hypothèses préliminaires sur le contexte tectonique	23
9.2.1. Mécanismes de déformation envisagés pour l'enfouissement des roches du domaine de Nemiscau	24
9.2.2. Mécanismes de déformation envisagés pour l'exhumation des roches du sous-domaine du lac Encaissé	25
10. TRAVAUX FUTURS	26
11. RÉFÉRENCES	27

Liste des figures

Figure 1. Subdivisions géologiques de la partie est de la Province du Supérieur. Localisation des travaux.	33
Figure 2. Carte géologique simplifiée de la région du lac Nemiscau	34
Figure 3. Planche de photographies des évènements de déformation	35
Figure 4. Subdivision des domaines tectonométamorphiques	36
Figure 5. Planche de photographies des fabriques de déformation au sein des domaines tectonométamorphiques	37
Figure 6. Projections stéréographiques des fabriques planaires et linéaires des domaines tectonométamorphiques	40
Figure 7. Planche de photographies des zones de cisaillement	42
Figure 8. Planche de photographies des assemblages métamorphiques	43
Figure 9. Coupes de détail	44

Liste des abréviations et symboles

Généraux

- CRSNG : Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada
- MERN : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec
- SNRC : Système National de Référence Cartographique
- TTG : Tonalite – Trondhémite – Granodiorite
- ZCLC : Zone de cisaillement du lac Colomb
- ZCLE : Zone de cisaillement du lac de l'Échancrure
- ZCLN : Zone de cisaillement du lac Naquiperdu
- ZCRR : Zone de cisaillement de la rivière Rupert

Minéraux

- AC : Actinote
- AT : Anthophyllite
- BO : Biotite
- CD: Cordiérite
- CL : Chlorite
- CX: Clinopyroxène
- EP : Épidote
- GR : Grenat
- HB : Hornblende
- ML : Microcline
- MV : Muscovite
- OX : Orthopyroxène
- PG : Plagioclase
- QZ : Quartz
- SM : Sillimanite
- TR : Trémolite

1. INTRODUCTION

La Province du Supérieur est le plus grand craton Archéen dans le monde (Calvert et Ludden, 1999). Cette province géologique est composée d'un ensemble de domaines lithotectoniques (ou sous-provinces), qui se seraient accrétés les uns aux autres à la fin de l'Archéen, durant l'orogénie Kéronéenne (2,72 – 2,68 Ga; Percival et al., 2006). Ces domaines sont couramment subdivisés en 4 types sur la base de leurs caractéristiques lithologiques, structurales, métamorphiques et métallogéniques : des assemblages 1) volcano-sédimentaires métamorphisés dans les faciès des schistes-verts et des amphibolites, 2) des roches gneisso-plutoniques de type TTG, 3) des roches métasédimentaires recoupées par des intrusions granitiques et 4) des roches métasédimentaires et plutoniques métamorphisées dans les faciès supérieur des amphibolites et dans celui des granulites.

L'environnement géodynamique à l'Archéen demeure toujours l'objet de débats entre principalement deux types de modèles d'évolution tectonique. Les travaux sur ce sujet sont autant nombreux que divers. Ainsi, les âges proposés pour le début de la tectonique des plaques sont largement variés : entre 800 Ma et jusqu'à 4200 Ma, mais la plupart des auteurs placent le début aux alentours de 3000 Ma (voir Arndt (2013) et références à l'intérieur). Le premier type de modèle propose que l'évolution et les modes de déformation de la croûte à l'Archéen seraient le résultat de processus de subduction-collision tels que décrits dans le paradigme de la tectonique des plaques, qui rend bien compte des processus orogéniques au Phanérozoïque (voir par exemple de Wit, 1998; Daigneault et al, 2002; Harrison et al., 2008; Griffin et al., 2014). Le seconde type de modèle propose que des mécanismes similaires aux processus tectoniques actuels n'étaient pas possibles pendant l'Archéen (Hamilton, 1998; Bédard, 2006; Stern, 2008; Stern et al., 2013). Pour appuyer ces modèles, les auteurs soutiennent qu'à l'Archéen 1) les roches communément associées aux orogènes de subduction-collision phanérozoïques, telles que les ophiolites, les schistes bleus et les éclogites, sont relativement rares ou absentes (Hamilton, 1998 et références à l'intérieur), 2) l'architecture des terrains est dominée par des fabriques structurales subverticales et une géométrie en dômes et bassins (par ex., Abott et Mooney, 1995; Bédard, 2006; van Kranendonk, 2010), 3) l'épaississement par empilement des nappes, associé à des grandes structures de chevauchement à l'échelle régionale associées à un décollement majeur sont absentes (Choukroune, 1995), 4) le

gradient de température était plus élevé qu'aujourd'hui (Bickle, 1978, 1986; Richter, 1988) et 5) les terrains archéens sont généralement caractérisés par conditions métamorphiques de haute température et de basse pression, dont les variations sont faibles et progressives sur de grandes distances (Stern, 2008; Chardon et al., 2009). Ces modèles proposent que les transferts de la matière crustale sont principalement associés à de multiples mouvement « verticaux » en contraste à la cinématique « chevauchante » actuelle (voir Bédard, 2006 et références à l'intérieur), ce qu'aurait favorisé un contexte thermique crustal plus chaud (Mareschal et Jaupar, 2006).

Alors que de nombreuses études sur la géologie archéenne se sont concentrées sur la genèse et l'évolution tectono-métamorphique des terrains dominés par des assemblages volcano-sédimentaires et gneisso-plutoniques, peu ont documenté la géologie des grands domaines de roches métasédimentaires. Des exemples de ces derniers, tels que les sous-provinces de Nemiscau, d'Opinaca et de Pontiac, constituent d'épaisses séquences de roches métasédimentaires variablement migmatisées dans la Province du Supérieur, au Québec (Card et Ciesielski, 1986). De par leur nature, ces domaines sont pourtant des témoins privilégiés des processus tectoniques archéens et des minéralisations associées. Ce projet de doctorat, mené par le premier auteur et ayant débuté durant l'été 2017, vise à mieux comprendre l'évolution tectonique et métamorphique de ces grands ensembles de roches métasédimentaires, plus particulièrement celui de la région du lac Nemiscau, dans la Sous-province de Nemiscau (partie sud-est de la Baie-James) au Québec.

Ce rapport présente des résultats préliminaires issus des observations de la première saison de terrain et des interprétations issues de ce projet.

2. LOCALISATION ET NATURE DES TRAVAUX PRÉCÉDENTS

Les travaux reliés à ce projet de doctorat se sont concentrés dans la région du lac Nemiscau, localisée dans la partie sud-est du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James, au Québec (figure 1). Cette région se situe à environ 250 km au nord du village minier de Matagami et environ 150 km au nord-ouest de Chibougamau, entre les longitudes 76°30'O et 77°46'O et les latitudes 51°00N et 51°30'N. La région est accessible par la route de la Baie-James à partir de Matagami et par la route du nord à partir de la route 167, au nord de la ville de Chibougamau.

Les premiers travaux de reconnaissance géologique de la région ont été menés au cours des années 60 et 70 à diverses échelles (Gillain et Remick, 1963, échelle 1:556 880; Remick, 1963, échelle 1:556 880; Gillain 1964, échelle 1:31 680, 1965, échelle 1:63 360) afin d'évaluer le potentiel économique des nombreuses bandes de roches volcaniques présentes dans la région. Dans les années 90, le projet *Lithoprobe* (*probing the lithosphere* ou sonder la lithosphère), développé par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), a permis d'élaborer les premiers modèles structuraux et d'évolution tectonique de la Sous-province d'Opatica (Benn, 1992; Sawyer et Benn, 1993; Davis et al., 1992, 1994, 1995).

Parallèlement, les travaux du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERN) visent à compléter et à affiner la cartographie de la région à l'échelle 1:50 000 et à valoriser son potentiel économique à la suite de la découverte du gisement aurifère d'Éléonore, localisé à une centaine de kilomètre au nord-est, au contact entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca. Plus concrètement, la cartographie géologique menée par le MERN ces dernières années a couvert les feuillets SNRC 32K13, 32K14, 32N03 et 32N04-NE au cours de l'été 2015, 32N06, 32N07 et 32N11 durant l'été 2016 et 32N08 et 32N09 lors des derniers travaux en 2017 (figure 1).

De plus, une cartographie de haute définition du champ magnétique de la région a été acquise par le MERN ces dernières années (D'Amours et Intissar, 2011, 2012).

3. PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE

Les travaux de cartographie géologique réalisés par le Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec (MERN) durant les étés 2015, 2016 et 2017, ainsi que les travaux géologiques de reconnaissance de la région (Gillain et Remick, 1963; Remick, 1963; Gillain 1964, 1965) ont permis de mieux évaluer la nature, les déformations et le métamorphisme des roches qui composent la partie sud-est de la Sous-province de Nemiscau et des sous-provinces adjacentes. Ainsi, l'évolution tectonique et métamorphique de cette partie du bassin archéen de Nemiscau et la nature des contacts entre les différentes sous-provinces, qui demeurent méconnus, constituent la problématique de recherche de ce projet de doctorat. Toutefois, cette problématique est vaste. Afin de la simplifier, il a donc

été nécessaire d'envisager une approche à partir de plusieurs questions spécifiques de la problématique du bassin de Nemiscau :

- 1) Quelles sont les unités stratigraphiques qui composent le bassin ?
- 2) Quelle est sa géométrie ?
- 3) Quelle est l'histoire structurale et métamorphique subie par les roches de cette région ?
- 4) Quels sont les mécanismes accommodant la déformation régionale durant l'Archéen et qui ont mené à la configuration actuelle du bassin ?

Ces lacunes de connaissances limitent actuellement notre compréhension géologique et géodynamique du secteur du lac Nemiscau.

4. OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE

Pour répondre aux questions de la problématique de recherche, c'est-à-dire, comprendre les mécanismes de déformation associés à l'évolution tectono-métamorphique de ce vaste bassin sédimentaire archéen, il est nécessaire de :

- 1) Définir les unités stratigraphiques qui composent la région d'étude.
- 2) Identifier la nature et comprendre l'évolution des grandes structures crustales situées à la bordure et à l'intérieur de la Sous-province de Nemiscau.
- 3) Déterminer les événements de déformation régionale qui ont structuré la Sous-province de Nemiscau et les sous-provinces voisines, ainsi que l'âge et l'évolution du ou des événements métamorphiques régionaux.

Ainsi, et afin d'atteindre ces objectifs, cette étude de doctorat comprendra :

- 1) Une étude structurale détaillée le long de cheminements nord-sud clés, traversant l'ensemble de la région d'étude. Les résultats de cette étude seront combinés aux données géophysiques disponibles.
- 2) Un échantillonnage de roches métamorphiques représentatives afin de quantifier leurs conditions métamorphiques et de préciser l'évolution de ces conditions, via une étude thermo-barométrique.
- 3) Une étude géochronologique en U/Pb des roches intrusives pré-, syn- et tardi-cinématiques et une étude thermochronologique en $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ des roches

métamorphiques, afin de préciser la chronologie des évènements tectoniques et métamorphiques, qui ont façonné la géologie de la région d'étude.

5. CONTEXTE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Le secteur du lac Nemiscau est situé à cheval entre trois sous-provinces géologiques archéennes du Supérieur. Du nord au sud, il s'agit de la Sous-province de La Grande, de la Sous-province de Nemiscau et de la Sous-province d'Opatoca, séparées les unes des autres par des zones de cisaillement (figure 2). Vers l'est (à l'extérieur de la zone d'étude) la Sous-province de Nemiscau est connectée avec la Sous-province métasédimentaire d'Opinaca par une étroite bande de roches volcaniques et sédimentaires du lac des Montagnes (Valiquette, 1975).

Dans la région où les travaux reliés au projet sont encadrés, le cœur de la Sous-province de Nemiscau est principalement constituée de roches métasédimentaires et de roches intrusives felsiques variablement déformées et migmatisées. Le long des bordures nord et sud de la Sous-province de Nemiscau, des bandes d'extension kilométriques et principalement composées d'assemblages de roches volcaniques et de roches intrusives mafiques à ultramafiques sont présentes. Ces bandes de roches vertes sont régulièrement disposées le long des contacts tectoniques entre la Sous-province de Nemiscau et les sous-provinces voisines de La Grande et d'Opatoca. Localement, le contact entre les sous-provinces est masqué par la présence d'intrusions tardives (figure 2).

Dans la zone d'étude, la Sous-province de Nemiscau constitue une bande étroite, de direction E-O, au cœur de laquelle les roches métasédimentaires et les roches plutoniques felsiques affleurent sous la forme de dômes structuraux et montrent un assemblage minéralogique caractéristique du faciès métamorphique des granulites. Vers les bordures du Nemiscau, les unités métasédimentaires et métavolcaniques présentent un assemblage minéralogique typique du faciès des amphibolites.

Le grain structural régional est orienté E-O et la foliation est généralement fortement inclinée. Dans les zones de cisaillement, le grain structural est caractérisé par une orientation variable d'E-O à NE-SO, et localement NO-SE.

6. STRATIGRAPHIE DE LA RÉGION D'ÉTUDE

Dans les parties qui suivent, les caractéristiques lithologiques des unités stratigraphiques qui composent la région d'étude sont résumées d'après les travaux de terrain réalisés par le MERN aux cours des étés 2015 et 2016. Ces travaux concernent les feuillets SNRC 32N03, 32N04-NE, 32N06 et 32N07 (Bandyayera et Daoudene, 2017, sous presse).

Les unités stratigraphiques appartiennent à trois grands ensembles selon leur localisation géologique : le premier, au nord, correspond à la Sous-province de La Grande, le deuxième, au centre, à la Sous-province de Nemiscau et le troisième, au sud, à la Sous-province d'Opatoca (figure 2).

6.1. La Sous-province de La Grande

Cette sous-province est principalement constituée de roches intrusives de composition felsique et d'âge très variable, entre 3360 et 2618 Ma (voir Parent, 2011 et références à l'intérieur). Deux ceintures de roches volcano-sédimentaires reposent sur ces roches intrusives : la bande volcanique de la rivière Eastmain au sud et la bande volcanique de la rivière La Grande au nord. Les âges de cristallisation de la bande volcanique de la rivière Eastmain rapportent des âges qui varient entre 2752 et < 2705 Ma (Moukhsil et al., 2003; Parent, 2011 et références à l'intérieur). Cependant, dans la bande volcanique de la rivière La Grande, les âges de cristallisation montrent des grandes variations, entre 2880 et 2732 Ma (Parent, 2011 et références à l'intérieur). Ces variations pourraient être reliées à la présence de vieilles bandes volcaniques dans la région. Toutes ces roches sont variablement déformées et présentent des assemblages métamorphiques dans les faciès des amphibolites (Simard et al., 2015).

6.1.1. Le Complexe de Champion (Achp)

Le Complexe de Champion se présente essentiellement comme une importante masse de roches intrusives polyphasées, assignées à la partie méridionale de la Sous-province de La Grande par Card et Ciesielski (1986). Bandyayera et Daoudene (sous presse) attribuent aussi à ce complexe des roches intrusives variablement déformées et migmatitisées, qui affleurent sous la forme de dômes dans la Sous-province de Nemiscau.

Sept unités et trois sous-unités constituent le Complexe de Champion dans la région d'étude : i) gneiss tonalitique (Achp1), métatexite dérivée de la fusion partielle de roches tonalitiques à dioritiques (Achp1a) et diatexite dérivée de la fusion partielle des gneiss (Achp1b); ii) tonalite et granodiorite à pyroxène et hornblende (Achp2); iii) diorite et diorite quartzifère (Achp 3) et monzonite et monzonite quartzifère (Achp3a); iv) granodiorite (Achp 4); v) granodiorite porphyrique (Achp 5); vi) granite à biotite (Achp 7); et vii) pegmatite granitique rose (Achp 8) et assemblage de pegmatite granitique et granites roses non différenciables à l'échelle des travaux de cartographie effectués. Ces unités sont décrites en détail par Bandyayera et Daoudene (sous presse).

6.2. La Sous-province de Nemiscau

Dans la région d'étude, la Sous-province de Nemiscau est majoritairement dominée par des roches métasédimentaires et plutoniques métamorphisées dans le faciès supérieur des amphibolites et des granulites, ainsi que par des ceintures de roches vertes dans les faciès des amphibolites et localement des schistes verts. L'âge de formation de ces roches est estimé entre 2698 et 2688 Ma (Percival et al., 1992). La présence d'une intrusion granitique datée à 2672 Ma (Davis et al., 1995) recoupant des métasédiments migmatisés du Nemiscau indique que l'âge de déposition des sédiments ou d'une partie des sédiments est antérieur.

6.2.1. Le Groupe du lac des Montagnes (nAmo)

Le Groupe du lac des Montagnes, un terme introduit par Valiquette (1963), est constitué d'un ensemble de roches volcaniques et sédimentaires, affleurant au sud de la Zone de cisaillement de la rivière Rupert (Bandyayera et Daoudene, sous presse), qui sépare les sous-provinces de La Grande et de Nemiscau dans la région d'étude.

Le Groupe du lac des Montagnes est constitué à 80% d'une unité de basaltes amphibolitisés ou d'amphibolites basaltiques (nAmo1), qui occupent la base de la séquence stratigraphique de cette unité. Des métatexites contenant de 10 à 20% de mobilisat constituent la sous-unité (nAmo1a), observées localement dans des régions plus centrales de la Sous-province de Nemiscau. Elles sont probablement dérivées de la fusion partielle des basaltes amphibolitisés de l'unité nAmo1.

Vers le haut de la séquence stratigraphique, une unité de roches volcanoclastiques de composition intermédiaire (unité nAmo2) a été décrite par Valiquette (1963, 1975), mais elle n'a pas été documentée dans la région d'étude. En revanche, une unité, probablement sommitale, de roches volcanoclastiques felsiques (nAmo3) affleure localement et elle se présente sous la forme d'horizons d'épaisseur centimétrique à métrique, interlités avec les basaltes amphibolitisés. Les horizons de volcanoclastites felsiques sont majoritairement composés de tufs à lapillis et de tufs à cendres.

Par endroits dans la séquence stratigraphique du Groupe du lac des Montagnes, des niveaux métriques de formation de fer silicatée et de formation de fer oxydée (nAmo4) sont interstratifiés avec les basaltes amphibolitisés de l'unité nAmo1.

Un niveau de volcanoclastites de composition felsique appartenant à l'unité volcanique nAmo3 a été daté. La datation U-Pb sur des zircons a fourni un âge de cristallisation de 2712 Ma, interprété par David et al., (en préparation) comme l'âge du volcanisme (Bandyayera et Daoudene, sous presse).

6.2.2. Le Complexe de Rupert (nAru)

Le Complexe de Rupert (anciennement Groupe de Rupert) a été décrit dans tous les premiers travaux de reconnaissance géologique de la région par Remick (1963) et Gillain et Remick (1963). Ces auteurs y décrivent des paragneiss à biotite, avec ou sans grenat ou hornblende, localement interstratifiés avec des niveaux de granite à biotite. Ces premiers travaux de cartographie ont aussi reconnu la présence d'horizons de quartzites dans la séquence stratigraphique du Complexe de Rupert.

Récemment, Bandyayera et Daoudene (2017) ont défini le Complexe de Rupert comme un assemblage de roches métasédimentaires, variablement déformées et migmatitisées, et de roches ignées principalement représentées par des pegmatites granitiques. C'est la raison pour laquelle Bandyayera et Daoudene (2017) ont désigné cette unité en tant que « complexe ». Ces auteurs ont subdivisé le Complexe de Rupert en cinq unités : i) paragneiss à biotite – hornblende – grenat ± sillimanite ± cordiérite contenant moins de 10% de mobilisat (leucosome *in situ* ou pas; nAru1); ii) paragneiss migmatitisé à biotite – grenat ± hornblende contenant de 10 à 20% de mobilisat (nAru2); iii) métatexite dérivée de paragneiss à biotite – grenat ± orthopyroxène, contenant entre 20 et 50% de mobilisat

(nAru3); iv) diatexite dérivée de paragneiss à biotite \pm orthopyroxène, renfermant de 50 à 90% de mobilisat (nAru4); et v) pegmatite granitique à biotite \pm grenat \pm muscovite (nAru5).

Un échantillon de diatexite dérivée de paragneiss (nAru4) à la texture porphyroïde situé à proximité de la région d'étude a été daté. À partir de la datation des zircons par la méthode U-Pb, l'âge de cristallisation de la diatexite a été estimé vers 2697 Ma (David et al., en préparation). Cet âge est interprété par Bandyayera et Daoudene (sous presse) comme l'âge de migmatisation de la roche.

6.2.3. Le Groupe de Colomb-Chaboullié (Acch)

À l'instar du Groupe du lac des Montagnes, le Groupe de Colomb-Chaboullié, introduite par Remick (1963), est constitué d'un assemblage de roches volcaniques et sédimentaires, recoupées par des roches intrusives mafiques à ultramafiques. Le Groupe de Colomb-Chaboullié est délimité de la Sous-province d'Opatoca, au sud, par la Zone de cisaillement du lac Colomb.

Sept unités composent le Groupe de Colomb-Chaboullié dans la région d'étude : i) une unité de basalte amphibolitisé (Acch1); ii) une unité de roches volcaniques intermédiaires porphyriques (Acch2); iii) une unité de roches volcanoclastiques felsiques et intermédiaires (Acch3); iv) une unité de gabbro (Acch4); v) une unité de péridotite et de pyroxénite (Acch5); vi) une unité de paragneiss à biotite et hornblende (Acch7); et vii) une unité de conglomérat polygénique (Acch8).

Deux niveaux de volcanoclastites de composition felsique et intermédiaire appartenant à l'unité Acch3 ont été datés. Les datations U-Pb sur des zircons ont révélé des âges de cristallisation similaires, de 2756 et 2760 Ma, interprétés par David et al. (en préparation) comme l'âge du volcanisme.

6.3. La Sous-province d'Opatoca

La Sous-province d'Opatoca constitue un vaste domaine principalement composé de roches gneisso-plutoniques felsiques d'âges variées (2825 à 2672 Ma; Parent, 2011, et références à l'intérieur), entre les sous-provinces de l'Abitibi, au sud, et de Nemiscau et d'Opinaca, au nord. De façon générale, ces roches présentent des conditions

métamorphiques dans les faciès des amphibolites (Simard et al., 2015). Une importante ceinture de roches volcaniques et sédimentaire orientée est-ouest, la ceinture de Frotet-Evans (Simard, 1987; Hocq, 1994), est présente dans la partie centrale de la sous-province. Des roches volcanoclastiques issues de cette ceinture ont fourni des âges de cristallisation qui varient entre 2780 et 2750 Ma (Thibault, 1985).

6.3.1. Le Pluton du lac Rodayer (Arod)

Le Pluton du lac Rodayer a été reconnu par Sawyer et Benn (1993) qui le décrivent comme une grande masse de roches intrusives felsiques à intermédiaires mises en place entre 2830 et 2820 Ma (Davis et al., 1994).

Quatre unités composent ce pluton dans la région d'étude : i) une unité de diorite et diorite quartzifère (Arod1); ii) une unité de tonalite foliée et hématisée (Arod2); iii) un assemblage de tonalite et diorite quartzifère foliées (Arod3); et iv) une unité tonalite foliée, hématisée et fortement magnétique (Arod4).

6.3.2. Le Complexe de Théodat (Athe)

Le Complexe de Théodat a été reconnu par Brisson et al. (1998a et b) pour décrire un ensemble de roches plutoniques syn-tectoniques, parfois gneissiques. Ces auteurs subdivisent le Complexe de Théodat en six unités. Cependant, Morin (1998) décrivait le Complexe de Théodat comme un ensemble de roches intrusives tardi-tectoniques, au sein duquel deux unités stratigraphiques ont été identifiées.

Récemment, Bandyayera et Daoudene (2017) ont défini le Complexe de Théodat dans la région d'étude comme un ensemble de roches intrusives, majoritairement tardi-tectoniques, qui recourent le Pluton du lac Rodayer. Ces auteurs ont subdivisé le Complexe de Théodat en cinq unités : i) une unité de tonalite gneissique (Athe1); ii) une unité de granodiorite (Athe2); iii) une unité de granodiorite porphyrique et magnétique (Athe3); iv) une unité de granite à biotite (Athe4); et v) une unité de pegmatite granitique (Athe5). Seulement les unités Athe2, Athe4 et Athe5 affleurent dans la région d'étude. Une datation U-Pb de l'unité Athe3 a fourni un âge de cristallisation de 2693 Ma (David et al., en préparation).

6.3.3. Intrusion du lac au Bout (Abut)

L'intrusion du lac au Bout a été reconnue par Bandyayera et Daoudene (2017) et désigne un ensemble intrusif de composition dioritique à monzodioritique. Ces roches sont fortement foliées et se localisent entre les paragneiss variablement migmatitisés du Complexe de Rupert, au nord, et la Ceinture volcano-sédimentaire de Colomb-Chaboullié, au sud.

7. GÉOLOGIE STRUCTURALE

Des fabriques structurales associées à au moins trois phases de déformation peuvent être observées dans la région d'étude. Dans les parties qui suivent, ces trois phases de déformation seront appelées D_n , D_n' et D_{n+1} et seront décrites en détail.

Trois événements de déformation ont été précédemment reconnues par Sawyer et Benn (1993) dans la Sous-province d'Opatoca. Ces événements ont été appelés D_1 , D_2 et D_3 , mais leur correspondance avec ceux observés dans la région du lac Nemiscau reste à établir.

7.1. Les fabriques structurales

Les observations de terrain ont permis de distinguer des fabriques structurales planaires et linéaires affectant la quasi-totalité des roches archéennes dans la région d'étude et associées aux trois événements de déformation.

Les fabriques planaires regroupent différentes structures telles que la foliation, la foliation mylonitique, le clivage de crénulation, le rubanement migmatitique, le rubanement tectonique, la gneissosité, etc. Afin de faciliter la lecture de ce rapport, nous utiliserons le terme « foliation », qui fait référence de façon générale aux anisotropies planaires non-rupturales des roches, pour dénommer l'ensemble des fabriques planaires associées aux événements D_n , D_n' et D_{n+1} .

7.1.1. Les déformations D_n et D_n'

La déformation D_n (qui regroupe les fabriques structurales planaires préalablement mentionnées) est matérialisée par une foliation S_n (figure 3A) d'orientation globalement E-O et de pendage généralement fort vers le nord ou vers le sud. Cette fabrique est pénétrative dans les roches métasédimentaires et métavolcaniques, mais moins bien exprimée dans les

roches plutoniques. Elle est communément marquée par l'orientation préférentielle des minéraux ferromagnésiens, comme la biotite et l'amphibole. L'espacement entre les plans de la foliation est généralement de l'ordre du millimètre. À l'affleurement, cette foliation S_n et la stratification S_0 , qui est parfois encore visible au sein des roches affectées par un métamorphisme de plus faible grade, sont souvent transposées.

La foliation S_n porte une linéation minérale ou d'étirement L_n (figure 3B). Cette linéation est difficilement mesurable, surtout dans les faciès métamorphiques de haut grade où la déformation est diffuse. Lorsqu'observée, la linéation L_n est marquée par l'orientation préférentielle des minéraux ferromagnésiens (principalement de la biotite et de l'amphibole) dans les roches métasédimentaires et métavolcaniques, et par l'alignement ou l'étirement selon une direction privilégiée des agrégats de quartz et de feldspath dans les roches plutoniques.

La déformation $S_{n'}$ est observée localement, dans le sous-domaine du lac Encaissé (voir *section 6.2.2.2*, présentée ci-dessous). La déformation $S_{n'}$ s'exprime sous la forme de plis $P_{n'}$ serrés à isoclinaux (figure 3C) affectant la foliation S_n . Des linéations $L_{n'}$ (figure 3D) associées aux plis en fourreaux sont observées très localement.

Les caractéristiques des structures planaires et linéaires associées à la déformation D_n sont similaires à celles associées aux phases de déformation D_1 et D_2 décrites par Sawyer et Benn (1993). Par contre, les caractéristiques des structures associées à l'évènement de déformation $D_{n'}$ ne ressemble cependant pas à aucune des phases de déformation décrites par ces auteurs.

7.1.2. La déformation D_{n+1}

Une troisième phase de déformation, D_{n+1} , s'exprime par des fabriques principalement localisées le long de couloirs de déformation marqués par une cinématique nettement décrochante. Au sud-ouest de la région d'étude, la Zone de cisaillement de la rivière Nottaway (ZCRN), orientée NO-SE, constitue une de ces zones de déformation où les fabriques associées à la phase D_{n+1} dominent. Le long de cette zone de cisaillement la foliation S_{n+1} (figure 3E) est parfois mylonitique. Localement le long de cette zone de déformation, la fabrique structurale dominante est une linéation minérale et/ou d'étirement,

L_{n+1} (figure 3F), d'orientation NO-SE et au plongement subhorizontal (Bandyayera et Daoudene, 2017).

Cependant, dans la région d'étude, cet épisode de déformation est localement marqué par la présence d'un clivage de crénulation S_{n+1} , d'orientation moyenne NE-SO, et au pendage subvertical ($> 70^\circ$). Le changement de l'orientation de cette foliation pourrait s'expliquer par un système de bandes de cisaillement conjuguées, d'échelle régionale et où la foliation S_n est reprise par le clivage de crénulation S_{n+1} . La foliation S_{n+1} est bien observée dans les roches métavolcaniques des groupes du lac de Montagnes et de Colomb-Chaboullié, au nord et au sud, respectivement, de la zone d'étude. Les plans de foliation S_{n+1} montrent généralement un espacement plus lâche que ceux de la foliation S_n , de l'ordre du centimètre (figure 3E).

La foliation S_{n+1} observée dans la région de travail porte une linéation minérale et/ou d'étirement L_{n+1} , souvent d'orientation NE-SO et bien développée, dont le plongement varie de 35 à 70° . Cette caractéristique indique que ces zones de déformation ne possèdent pas une cinématique purement déchrochante, mais plutôt qu'elles ont enregistré la combinaison de composantes verticale et déchrochante.

En raison des caractéristiques des structures planaires et linéaires associées à déformation D_{n+1} , cette dernière peut être assimilée à la phase de déformation D_3 décrit par Sawyer et Benn (1993).

7.2. Les domaines tectonométamorphiques

Dans la région du lac Nemiscau, différents domaines tectonométamorphiques ont été définis par Bandyayera et Daoudene (sous presse) à partir d'observations lithologiques, structurales, métamorphiques et géophysiques. Quatre domaines tectonométamorphiques, qui sont délimités les uns des autres par des zones de déformation régionale, ont été décrits (figure 4). Les caractéristiques structurales de ces domaines sont présentées ci-dessous.

7.2.1. Le terrain plutonique du lac Champion

Le terrain plutonique du lac Champion est constitué des unités de roches plutoniques regroupées dans le Complexe de Champion. Dans ce domaine tectonométamorphique, les roches intrusives ne présentent pas de fabrique de déformation bien exprimée. Cependant,

les unités réputées les plus précoces du complexe (Achp1, Achp2 et Achp3) sont généralement plus déformées que les unités tardives (Achp4, Achp5, Achp6, Achp7 et Achp8).

Dans ce domaine, la foliation S_n est définie par l'orientation préférentielle de la biotite et de la hornblende (figure 5A). L'attitude de cette foliation est assez variable, mais la distribution des pôles montre une orientation globale E-O et un pendage très variable (figure 6). La distribution des pôles de la foliation S_n laisse supposer la présence d'une succession de synformes et d'antiformes à l'échelle régionale avec des plans axiaux orientés E-O. L'attitude des linéations d'étirement et minérale (L_n) est difficilement interprétable, puisqu'elles n'ont été que très rarement observées.

La foliation S_{n+1} n'est observable que très localement. Cette foliation s'exprime principalement à proximité de la Zone de cisaillement de la rivière Rupert (ZCRR; figure 5B). Aux rares endroits où elle est observée, l'attitude de S_{n+1} est NE-SO et NO-SE avec de forts pendages ($> 70^\circ$), variablement dirigés vers le nord ou vers le sud (figure 6). Aucune linéation d'étirement ou minérale associée à cette foliation n'a été mesurée dans le terrain plutonique du lac Champion.

7.2.2. Le domaine du lac Nemiscau

Le domaine du lac Nemiscau est constitué de roches appartenant à différentes unités stratigraphiques, qui sont de la base vers le sommet, le Complexe de Champion, le Groupe du lac des Montagnes et le Complexe de Rupert. Ce domaine est séparé du terrain plutonique du lac Champion par la Zone de cisaillement de la rivière Rupert.

Les observations structurales, métamorphiques et les variations de la susceptibilité magnétique au sein de cet ensemble ont conduit Bandyayera et Daoudene (sous presse) à subdiviser le domaine du lac Nemiscau en trois sous-domaines, qui sont du nord au sud, les sous-domaines du lac Mezières, du lac du Poisson blanc et du lac Encaissé.

7.2.2.1. Les sous-domaines du lac Mezières et du lac du Poisson blanc

Les sous-domaines du lac Mezières et du lac du Poisson blanc présentent des caractéristiques structurales et métamorphiques très similaires, le premier se démarquant du deuxième essentiellement à cause de la présence de roches volcaniques mafiques du

Groupe du lac des Montagnes. Le Groupe de Colomb-Chaboullié, qui appartient au domaine tectonométamorphique de la ceinture de Colomb-Chaboullié (voir *section 6.2.3*), est juxtaposé au sud par le sous-domaine du lac de Poisson blanc.

Dans la région d'étude, les roches métasédimentaires variablement migmatitisées du Complexe de Rupert et les roches volcaniques du Groupe du lac des Montagnes, au nord, présentent une foliation S_n orientée E-O et un pendage généralement supérieur à 50° . Alors que la foliation S_n pente majoritairement vers le nord dans sous-domaine du lac Mezières, elle pente vers le sud dans le sous-domaine du lac du Poisson blanc (figure 6). Dans les roches métasédimentaires faiblement migmatitisés, la foliation S_n est marquée généralement par l'orientation préférentielle des biotites ou par le rubanement migmatitique, sur lequel la lamination sédimentaire est souvent transposée (figures 5C et 5D). Ces roches sont riches en biotite (environ 10 à 30%), alors que des feuillettes de muscovite et l'aplatissement des porphyroblastes de grenat et de cordiérite soulignent localement la foliation S_n . Des amas de sillimanite alignés parallèlement à la foliation sont parfois observés. Dans les roches métavolcaniques, la foliation S_n est marquée par l'orientation préférentielle des amphiboles. La foliation S_n porte une linéation d'étirement ou minérale L_n , qui est principalement observée dans le sous-domaine du lac Mezières (figure 5E). Cette linéation L_n présente généralement un plongement faible à modéré ($< 45^\circ$) et un azimut dont l'attitude est globalement E-O, localement vers le SO.

Dans les sous-domaines des lacs Mezières et du Poisson blanc, la foliation S_{n+1} est très localisée. S_{n+1} est observée principalement à proximité des zones de cisaillement qui ont enregistré la déformation D_{n+1} . La foliation S_{n+1} montre une orientation NE-SO, localement NO-SE. Dans le domaine du lac Mezières, les roches métavolcaniques du Groupe du lac de Montagnes et métasédimentaires du Complexe de Rupert, limitées au nord par la ZCRR, présentent une foliation S_{n+1} (figure 5F). Les roches métasédimentaires du sous-domaine du lac du Poisson blanc, situées à proximité de la Zone de cisaillement du lac Colomb (ZCLC), ont également enregistré la déformation D_{n+1} (figure 5G).

À l'instar de L_n , la linéation d'étirement ou minérale L_{n+1} est principalement observée dans le sous-domaine du lac Mezières. Cette linéation s'exprime sur des plans de foliation S_{n+1} subverticaux, et montre une orientation similaire à celle des linéations L_n , avec un plongement faible à modéré ($< 45^\circ$) vers le OSO (figure 5H).

7.2.2.2. Le sous-domaine du lac Encaissé

Le sous-domaine du lac Encaissé est situé entre les sous-domaines du lac Mezières, au nord, et du lac du Poisson blanc, au sud. Le sous-domaine du lac Encaissé est souligné par une zone de forte susceptibilité magnétique, orientée est-ouest, mais s'atténuant rapidement vers l'est. Il est séparé des sous-domaines adjacents par les zones de cisaillement du lac de l'Échancrure (ZCLE) et du lac Naquiperdu (ZCLN), au nord et au sud, respectivement.

Le sous-domaine du lac Encaissé est principalement composé des roches métasédimentaires intensément migmatitisées du Complexe de Rupert. Comparativement aux sous-domaines environnants, les roches métasédimentaires du sous-domaine du lac Encaissé sont enrichis de manière considérable en biotite (jusqu'à 30%) et souvent très magnétiques. De plus, l'orthopyroxène est très répandu dans ces roches (autant dans les néosomes que dans les paléosomes) contrairement au grenat, qui semble moins fréquent lorsque comparé aux sous-domaines adjacents. Le sous-domaine du lac Encaissé se démarque aussi par la présence de massifs de roches intrusives felsiques rattachés au Complexe de Champion (Bandyayera et Daoudene, sous presse). Ces roches, de composition dioritique à tonalitique, avec orthopyroxène et des quantités variables de clinopyroxène, amphibole et biotite, sont souvent caractérisées par des textures gneissiques et des évidences de fusion partielle. Des horizons d'amphibolites variablement migmatisées sont observés sous la forme de lentilles métriques à décimétriques, spatialement associées aux bordures de ces massifs. Certains aspects texturaux tels que la présence d'amas d'épidote ou d'un litage bien préservé laissent supposer qu'au moins une partie de ces roches pourraient être à l'origine des roches volcaniques mafiques. Les amphibolites présentent un assemblage minéralogique principalement constitué de hornblende, de plagioclase et de clinopyroxène, et en mineure proportion de biotite et d'épidote.

Au sein de ce sous-domaine, les roches présentent une foliation S_n (figure 5I) orientée E-O et un pendage généralement supérieur à 50° vers le nord ou le sud (figure 6). La foliation S_n porte une linéation d'étirement et/ou minérale L_n orientée ONO-ESE et faiblement plongeante ($< 35^\circ$) vers l'ONO-ESE (figure 5J).

En carte, l'attitude de la foliation S_n apparaît donc similaire dans les sous-domaines des lacs Encaissé, Mezières et du Poisson blanc. Sur les stéréogrammes, la répartition des pôles des plans de la foliation S_n dans les trois sous-domaines forme essentiellement deux

populations, une au nord et une autre au sud. Toutefois, dans le sous-domaine du lac Encaissé, les pôles des mesures intermédiaires de la foliation S_n semblent définir une bande nord-sud qui relie les deux groupes de forte densité (figure 6). Cette répartition particulière des pôles semble indiquer que le raccourcissement nord-sud, associé à la phase de déformation D_n , est très important dans le sous-domaine du lac Encaissé. La présence de plis P_n , serrés à isoclinaux (figure 5K), dont les plans axiaux sont communément orientés E-O et à pendage fort et dont les axes plongent faiblement vers l'est, confirme cette interprétation. À l'échelle régionale, la trajectoire de la foliation S_n dans le sous-domaine du lac Encaissé dessine des structures en dômes, au cœur desquels affleurent des roches plutoniques, parfois très déformées, du Complexe de Champion. Une hypothèse, qui demeure à être validée, est que ces dômes pourraient être l'expression en carte de plis en fourreaux d'échelle kilométrique. Cette hypothèse est appuyée par la découverte de rares plis macroscopiques en fourreaux, affectant les paragneiss migmatitisés du Complexe de Rupert. À l'instar des axes de plis serrés à isoclinaux, ceux des plis en fourreaux plongent faiblement vers l'est, cette orientation suggérant que la formation des plis en fourreaux est associée à la phase de déformation D_n .

Bien qu'elle soit rarement observée, une linéation d'étirement affecte les roches du sous-domaine du lac Encaissé, en particulier les paragneiss migmatitisés du Complexe de Rupert (figure 5L). Cette linéation, principalement matérialisée par l'étirement des cristaux de quartz ou par l'étirement d'amas quartzo-feldspathiques, est faiblement plongeante ($< 20^\circ$) vers l'est. Elle apparaît donc plus ou moins parallèle aux axes de plis P_n . Le peu de données disponibles ne permet cependant pas de confirmer de lien génétique entre la linéation d'étirement et la phase de déformation D_n , bien que le parallélisme entre ces différentes fabriques linéaires (linéation et axes de plis P_n) semble indiquer que c'est effectivement le cas.

Des structures planaires et linéaires associées à la déformation D_{n+1} n'ont pas été observées dans le sous-domaine du lac Encaissé.

7.2.3. La ceinture de Colomb-Chaboulié

La ceinture de Colomb-Chaboulié est constituée d'un assemblage de roches volcaniques, intrusives et sédimentaires. Ce domaine est séparé du sous-domaine du lac du

Poisson blanc dans le Nemiscau et de la Sous-province de l'Opatica par la Zone de cisaillement du lac Colomb.

La foliation S_n est pénétrative et généralement bien exprimée dans les roches volcaniques mafiques, et marquée par l'orientation préférentielle des amphiboles (figure 5M). La distribution des pôles de S_n montre une orientation NE-SO et des pendages moyens supérieurs à 50° , majoritairement vers le sud (figure 6). La foliation S_n porte une linéation d'étirement ou minérale L_n , souvent soulignée par le grand axe des cristaux d'amphibole et de plagioclase (figure 5N). La linéation L_n est généralement dirigée vers le SE avec un plongement faible à modéré ($< 50^\circ$).

Le clivage de crénulation S_{n+1} (figure 5O), affectant la foliation S_n , est principalement orientée NO-SE et possède un fort pendage ($> 70^\circ$; figure 6). La linéation d'étirement et/ou minérale L_{n+1} associée à S_{n+1} est principalement dirigée vers le S-SO et plonge modérément à fortement ($> 40^\circ$).

7.2.4. Le terrain plutonique Théodat

Le terrain plutonique Théodat est principalement composé de roches plutoniques intermédiaires à felsiques, attribuées à différentes unités de la Sous-province de l'Opatica, notamment le Pluton du lac Rodayer et le Complexe de Théodat. Comme dans le cas du terrain plutonique du lac Champion, les unités les plus anciennes, qui sont généralement constituées des roches les moins différenciées, présentent généralement un degré de déformation plus important. Ces roches plutoniques sont affectées par une foliation S_n variablement exprimée par l'orientation préférentielle des minéraux ferromagnésiens (biotite et amphibole; figure 5P). À l'échelle de ce domaine, la foliation est généralement orientée E-O et présente un pendage très variable. Cependant, comme pour le terrain plutonique du lac Champion, les trajectoires de foliation semblent dessiner une succession de vastes synformes et antiformes dont les plans axiaux sont orientés E-O (figure 6).

À l'instar du terrain plutonique du lac Champion, la foliation S_{n+1} n'est observée que très localement au sein des roches du terrain plutonique de Théodat. Cette foliation s'exprime principalement à proximité de la ZCLC (feuillet SNRC 32N03 et 32N04). S_{n+1} possède une orientation moyenne NO-SE, localement NE-SO, avec de forts pendages ($>$

70°) variablement dirigés vers le nord ou vers le sud. Aucune linéation d'étirement et/ou minérale n'est pas associée à cette foliation dans le terrain plutonique Théodat.

7.3. Les zones de déformation

Suite aux travaux récents du MERN en 2015 et 2016, plusieurs zones de déformation régionale ont été reconnues et décrites dans la région d'étude.

Du nord au sud, ces zones de déformation sont les zones de cisaillement de la rivière Rupert, du lac de l'Échancrure, du lac Naquiperdu et du lac Colomb. Alors que les zones de cisaillement de la rivière Rupert et du lac Colomb sont clairement observables sur le terrain, le tracé des zones de cisaillement du lac de l'Échancrure et du lac Naquiperdu est principalement basé sur l'interprétation d'une combinaison de données structurales, métamorphiques et géophysiques.

7.3.1. La Zone de cisaillement de la rivière Rupert

La Zone de cisaillement de la rivière Rupert (ZCRR) est un corridor de déformation orienté E-O à NE-SO, qui sépare les sous-provinces de La Grande et de Nemiscau et qui est spatialement associé au Groupe du lac des Montagnes (figure 2). Sur les cartes du champ magnétique, la ZCRR se superpose approximativement sur une anomalie de forte susceptibilité magnétique.

Les affleurements observés le long de la ZCRR, dans les sous-province de La Grande (figure 7A) et de Nemiscau (figure 7B), montrent une déformation intense à très intense. La présence locale de grandes masses de granites post-tectoniques masque cependant le tracé de la ZCRR. La foliation, pénétrative, possède une orientation qui varie d'E-O à NE-SO et un fort pendage ($> 70^\circ$), généralement vers le N-NO. Les linéations d'étirement et minérale observées sont communément orientées vers le NE-SO et vers le N-S, avec un plongement qui varie de 35° à 70° . Une telle orientation indique que le mouvement le long de la ZCRR possède une composante à la fois décrochante et verticale. Les indicateurs cinématiques observés indiquent que le mouvement le long de la ZCRR est dextre-inverse et que, dans la région d'étude, la Sous-province de La Grande surmonte la Sous-province de Nemiscau.

7.3.2. La Zone de cisaillement du lac de L'Échancrure

La Zone de cisaillement du lac de l'Échancrure (ZCLE) est un corridor de déformation d'orientation approximative E-O, qui sépare les sous-domaines du lac Mezières et du lac Encaissé. Cette zone de déformation est principalement déduite de données géophysiques et métamorphiques, puisque la piètre qualité des affleurements directement localisés le long de son tracé ne permet pas d'en définir précisément la nature.

Le tracé de la ZCLE est souligné par un fort signal de la susceptibilité magnétique, qui coïncide avec l'apparition, vers le sud, de l'orthopyroxène dans les roches métasédimentaires du Complexe de Rupert et dans les roches intrusives felsiques du Complexe de Champion.

D'un point de vue structural, les affleurements situés au voisinage de la ZCLE présentent une foliation migmatitique souvent rectiligne, avec des niveaux de mobilisation bien parallèles et très droits (figures 7C et 7D). En revanche, les affleurements plus distants de la ZCLE semblent exhiber une attitude plus chaotique de la foliation migmatitique. La foliation le long de la ZCLE ou au voisinage immédiat possède généralement un pendage vers le nord. Aucune linéation d'étirement ou minérale, et donc d'indicateur cinématique, n'a été observée. Il demeure que la ZCLE sépare un domaine de roches au faciès des granulites au sud, d'un domaine de roches au faciès des amphibolites au nord, ce qui laisse penser que cette zone de cisaillement ZCLE possède une composante de déplacement verticale (normale).

7.3.3. La Zone de cisaillement du lac Naquiperdu

De façon similaire à la ZCLE, la Zone de cisaillement du lac Naquiperdu (ZCLN) est un corridor de déformation d'orientation E-O, qui sépare les sous-domaines du lac Encaissé, au nord, et du lac du Poisson blanc, au sud.

Cette zone de cisaillement présente les mêmes caractéristiques géophysiques, métamorphiques et structurales que la ZCLE (figure 7E). Ce cisaillement est également marqué par l'isograde de l'orthopyroxène, et la foliation y possède une attitude E-O mais un pendage vers le sud. Comme pour la ZCLE, aucune linéation minérale ou d'étirement, et donc aucun critère cinématique n'ont été observés. Toutefois, les caractéristiques métamorphiques des roches situées de part et d'autre de la ZCLN semblent indiquer que

son fonctionnement aurait accommodé un mouvement avec une composante verticale normale.

7.3.4. La Zone de cisaillement du lac Colomb

La Zone de cisaillement du lac Colomb (ZCLC) est un corridor de déformation d'orientation E-O à NE-SO, séparant les sous-provinces de Nemiscau et d'Opatoca.

Cette zone de déformation longe la bordure sud des unités du Groupe de Colomb-Chaboulié. Sur les cartes magnétiques, la ZCLC est soulignée par une bande de forte anomalie de susceptibilité magnétique.

Les affleurements situés le long du tracé de la ZCLC sont peu nombreux. Ceux que nous avons observé montrent que la ZCLC se présente en un réseau anastomosé de bandes de cisaillement (figure 7F), d'épaisseur métrique à décimétrique. Cette zone de cisaillement est localement recoupée par des intrusions de granite pegmatitique.

Les roches au sein des bandes de cisaillement anastomosées montrent une forte diminution de la taille des grains. La foliation est très forte et pénétrative et elle possède une orientation E-O à NE-SO et un pendage subvertical ($> 70^\circ$), variablement dirigé vers le nord ou vers le sud. La foliation porte des linéations d'étirement et minérale généralement bien exprimées, communément orientées vers le NNO-SSE avec un plongement modéré à fort ($> 40^\circ$), semblant indiquer que le mouvement le long de la ZCLC possède à la fois une composante verticale importante et une composante décrochante. Les rares critères cinématiques observés laissent penser que les roches du Groupe de Colomb-Chaboulié ont été enfouies par rapport aux roches plutoniques de la Sous-province de l'Opatoca.

8. MÉTAMORPHISME

Dans le sous-domaine du lac Encaissé, au cœur de la région d'étude, les roches métasédimentaires sont caractérisées par un assemblage minéralogique typique du faciès des granulites (BO – OX \pm HB \pm GR; figure 8A), dans lequel l'orthopyroxène est abondant et le grenat plus rare. Les roches plutoniques felsiques présentent également un assemblage minéralogique caractéristique du faciès des granulites (OX \pm CX \pm HB \pm BO; figure 8B). Les lambeaux de roches métavolcaniques présentent un assemblage minéralogique caractéristique du faciès supérieur des amphibolites (HB – CX; figure 8C). Vers les

bordures du Nemiscau, dans les sous-domaines du lac Mezières et du Poisson blanc, les unités de roches métasédimentaires et métavolcaniques montrent des assemblages minéralogiques typiques du faciès supérieur des amphibolites à BO ± MV ± GR ± CD ± SM et à HB ± AT ± BO, respectivement (figures 8D et 8E). Dans le Groupe de Colomb-Chaboullié, les roches métavolcaniques présentent un assemblage minéralogique similaire à celui des roches mafiques du Groupe du lac des Montagnes du sous-domaine du lac Mezières, indiquant des conditions métamorphiques aux faciès des amphibolites. Cependant, dans les parties centrales de la ceinture, les assemblages minéralogiques observés semblent indiquer que les roches ont subi seulement des conditions métamorphiques au faciès supérieur des schistes verts (HB ± AC-TR ± CL ± EP). Régionalement, les caractéristiques minéralogiques de ces roches semblent donc indiquer que le grade métamorphique est croissant vers le centre du bassin de Nemiscau, dans la région d'étude.

Les roches intrusives le plus déformées des terrains plutoniques du lac Champion et du Théodat, respectivement situés au nord et au sud de la zone d'étude, montrent des textures similaires au microscope : i) une faible réduction de la taille des grains; ii) des évidences de recristallisation par migration des bordures de grains de quartz et de feldspath; iii) la présence de nombreux grains de feldspath possédant une extinction ondulante; et iv) des texture en échiquier dans les grains de quartz (figure 8F). L'ensemble de ces textures suggèrent que la déformation de ces roches a été acquise à haute température (> 600°C), au moins aux faciès supérieur des amphibolites (Bandyayera et Daoudene, 2017, sous presse).

9. HYPOTHÈSES PRÉLIMINAIRES

9.1. Travaux antérieurs

Le paradigme de la tectonique des plaques prédit que la collision entre deux plaques lithosphériques se traduit généralement par un raccourcissement horizontal, accommodé par de grandes failles chevauchantes. Certains modèles géodynamiques de ce type ont été proposés par plusieurs auteurs pour les roches archéennes du Supérieur (i.e. Percival et al., 2012).

Basé sur des observations de terrain, Card (1990) a proposé que les bassins de Nemiscau et d'Opinaca, au Québec, représentent possiblement une extension vers l'est du

bassin d'English River, en Ontario. Toutefois, une récente étude géochimique et statistique par Doyon (2004) semble indiquer qu'il soit possible que les bassins de Nemiscau et d'Opinaca forment également une extension du Quetico en Ontario. Les résultats de Doyon (2004) montrent que des compositions chimiques entre les roches des bassins de Nemiscau, d'Opinaca et de Quetico, avec seulement quelques différences, relativement mineures, probablement reliées à des sources d'érosion locales. Les modèles qui rendent compte de l'évolution géodynamique du bassin de Quetico proposent un environnement possédant des caractéristiques sédimentaires similaires à celles de prismes d'accrétion (Devaney et Williams, 1989; Percival, 1989; Percival et Williams, 1989; Williams, 1991). Moukhsil et al. (2003) proposa que les bassins de Nemiscau, d'Opinaca et de Quetico seraient formées de matériaux turbiditiques fortement métamorphisés, qui se seraient déposer dans un bassin arrière-arc, une interprétation rejoignant celle de Percival (1989) sur le bassin de Quetico.

9.2. État des connaissances du secteur du lac Nemiscau. Hypothèses préliminaires sur le contexte tectonique.

Les processus qui ont mené à la formation de la croûte continentale durant l'Archéen font toujours l'objet de débats animés parmi les spécialistes. Cependant, certaines caractéristiques lithologiques, métamorphiques et structurales de ces roches archéennes sont généralement à souligner (Choukroune, 1995) :

- 1) Absence de matériel océanique et de sutures orogéniques clairement identifiées.
- 2) Une géométrie caractéristique de structures en dômes et bassins souvent décrite.
- 3) La formation d'importants volumes de matériel magmatique.
- 4) Un gradient géothermique archéen significativement plus élevé qu'à l'actuel.
- 5) Absence d'un métamorphisme de haute pression-basse température dans ces terrains archéens.

La Sous-province de Nemiscau présente trois assemblages de roches caractéristiques : des roches sédimentaires de bassin, des ceintures des roches vertes, et des intrusions de tonalite-trondhjémite-granodiorite (TTG). Sur carte, les TTG forment des structures fermées sur elles-mêmes, de morphologie allongée selon une direction E-O au sein du bassin sédimentaire. Ces TTG sont généralement associées à des dômes structuraux tandis

que les sédiments encaissant, métamorphisés, se localisent principalement dans des structures synclinales. Deux ceintures de roches vertes bordent le bassin.

L'ensemble des fabriques structurales observées dans la région d'étude est compatible avec un raccourcissement nord-sud et un alignement est-ouest, qui est caractéristique des sous-provinces de la partie sud de la Province du Supérieur (Percival et al., 2012). Les deux hypothèses pouvant expliquer l'architecture actuelle du secteur du lac Nemiscau sont : i) un style de la déformation tectonique comparable à celui caractérisant les chaînes phanérozoïques, avec un déplacement de matière crustale essentiellement « horizontal », et ii) des déplacements de matière crustale essentiellement « verticaux », reliés à un déséquilibre gravitaire et différences de densité dus un gradient géothermique élevé et une fusion crustale dominante pendant l'Archéen (Choukroune, 1995).

Sur la base des observations de terrain effectuées dans la région d'étude, plusieurs hypothèses sur les mécanismes de déformation et l'évolution structurale spécifique des roches du Nemiscau peuvent être envisagées :

- 1) La transition entre un évènement de déformation D_n associé à un raccourcissement horizontal et un évènement de déformation D_{n+1} accommodant la déformation le long des zones de cisaillement possédant une composante à la fois verticale et déchrochante pénécontemporaines.
- 2) La présence d'un domaine crustal profond au cœur de la zone d'étude, caractérisé par un assemblage métamorphique typique du faciès des granulites. L'exhumation tectonique de ces roches seraient reliées à la déformation D_n . La configuration actuelle du terrain d'étude serait donc le résultat de deux étapes; (1) enfouissement des roches du Nemiscau, et (2) exhumation, plus particulièrement celle des roches du sous-domaine du lac Encaissé.

9.2.1. Mécanismes de déformation envisagés pour l'enfouissement des roches du domaine de Nemiscau

- Dans un contexte tectonique convergent :
 - Formation d'un prisme orogénique, à l'aplomb d'une zone de subduction; cet environnement se développant alors dans un contexte géotectonique compressif.

- Subsidence du bassin arrière-arc; cet environnement se développant alors dans un contexte géotectonique en extension.
- Dans un contexte de tectonique verticale :
 - Formation dans un bassin de sagduction; ce type de bassin se développant dans un environnement dominé par une tectonique gravitaire.

9.2.2. Mécanismes de déformation envisagés pour l'exhumation des roches du sous-domaine du lac Encaissé

- Dans un contexte tectonique convergent :
 - Exhumation selon un modèle d'empilement de nappes formées au sein d'un prisme orogénique.
 - Fluage chenalisé (*channel flow*), c'est-à-dire un modèle tectonique d'extrusion ductile.
 - Exhumation de la croûte profonde par formation d'un dôme métamorphique en extension (*metamorphic core complex*). Ces dômes métamorphiques sont souvent attribués à l'effondrement gravitaire d'une lithosphère chaude et épaisse.
 - Rebond isostasique d'échelle crustale ou lithosphérique relié à de la délamination. Le rebond se produira en réponse à la cassure d'un slab (*slab break-off*) ou à la délamination d'une croûte ou d'une lithosphère anormalement épaissie.
- Dans un contexte de tectonique verticale :
 - Mise en place des TTG. La montée de masses intrusives de type TTG pourraient être attribuée au contraste thermique et/ou de viscosité entre deux portions de croûte archéenne, cette instabilité gravitaire entraînant la mise en place de granitoïdes peu denses sous forme de dômes ou de diapirs.

Les observations structurales préliminaires indiquent la présence d'un grain structural verticalisé dans toute la région, indépendamment des événements de déformation associés. Ces caractéristiques sont manifestes d'une géométrie en dômes et bassins (figure 9). Cette zone en dôme-et-bassin est délimitée par deux importantes zones de cisaillement, qui

pourraient être interprétées comme une accommodation de la formation de ces structures. De façon similaire, le bassin de la Sous-province de Nemiscau est séparé des sous-provinces environnantes par des grandes zones de cisaillement qui possèdent à la fois une composante verticale et une composante décrochante.

La partie orientale du craton archéen de Pilbara (Australie; van Kranendonk et al., 2002, 2004; Hickman, 2004) et la région de Gundlupet de celui de Dharwar (Inde; Bouhallier, 1995; Bouhallier et al., 1993) présentent aussi une géométrie en dômes et bassins essentiellement attribuée à de l'instabilité gravitaire. Ces exemples, qui présentent des ressemblances géométriques avec le Nemiscau, devront être considérés lors de la formulation de nouvelles hypothèses sur l'évolution structurale et métamorphique de la région d'étude, bien que des hypothèses basées sur les modèles en faveur de subduction-collision devront aussi être envisagées.

10. TRAVAUX FUTURS

Les travaux de cartographie géologique en cours du MERN permettent de mieux comprendre la géologie de la région du lac Nemiscau. Ces travaux ont permis de décrire les différentes unités lithostratigraphiques, les principales phases de déformation ayant affecté la région et leurs caractéristiques métamorphiques. Enfin, ces travaux ont aussi permis de mieux comprendre et définir les limites entre les différentes sous-provinces et les domaines structuraux qui les composent.

Pour compléter les données structurales et métamorphiques disponibles, des travaux de détail dans les secteurs clés seront réalisés durant l'été 2018. Ces travaux permettront également de récolter des nouveaux échantillons.

Parallèlement, les échantillons récoltés durant l'été 2017 seront préparés au cours de l'hiver et l'automne 2018, en vue des différentes analyses géochronologiques et thermobarométriques. Cette dernière étude sera réalisée à partir de l'étude détaillée des lames polies et des analyses à la microsonde électronique des minéraux typiques des assemblages métamorphiques qui caractérisent les différentes lithologies.

La combinaison des données géologiques existantes et des données qui seront récoltées durant les travaux de terrain de ce projet permettra de mieux comprendre la géométrie interne et l'origine de cette région de la Sous-province de Nemiscau, les relations de cette

dernière avec les unités lithotectoniques adjacentes et, de façon plus générale, la nature des mécanismes de déformation orogénique à l'Archéen. La combinaison de ces données et leur comparaison avec celles d'autres bassins archéens dans le monde, permettra de valider ou de rejeter les hypothèses proposées, et peut-être de proposer de nouvelles hypothèses sur le contexte de formation et l'évolution de la région du lac Nemiscau.

11. RÉFÉRENCES

- Abott D.M. et Mooney, W. (1995). The structural and geochemical evolution of the continental crust: support for the oceanic plateau model of continental growth. *Reviews of Geophysics* 33(S1), 231-242.
- Arndt, N.T. (2013). The formation and evolution of the continental crust, vol 2. European Association of Geochemistry, p 135.
- Bandyayera D. et Daoudene, Y. (sous presse). 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, Québec.
- Bandyayera D. & Daoudene, Y. (2017). Géologie de la région du lac Nemiscau, secteur du lac Rodayer (SNRC 32K13, 32K14, 32N03 et 32N04-SE). Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec. RG 2017-01, p 60.
- Bédard, J.H. (2006). A catalytic delamination-driven model for coupled genesis of Archaean crust and sub-continental lithospheric mantle. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 70(5), 1188-1214.
- Benn K., Sawyer, E.W. et Bouchez, J.L. (1992). Orogen parallel and transverse shearing in the Opatika belt, Quebec: implications for the structure of the Abitibi Subprovince. *Canadian Journal of Earth Sciences* 29(11), 2429-2444.
- Bickle, M.J. (1978). Heat loss from the Earth: a constraint on Archaean tectonics from the relation between geothermal gradients and the rate of plate production. *Earth and Planetary Science Letters* 40(3), 301-315.
- Bickle, M.J. (1986). Implications of melting for stabilisation of the lithosphere and heat loss in the Archaean. *Earth and Planetary Science Letters* 80(3-4), 314-324.

- Bouhallier, H. (1995). Évolution structurale et métamorphique de la croûte continentale archéenne (Craton de Dharwar, Inde du Sud). Thèse de doctorat. Université de Rennes 1, p 277.
- Bouhallier H., Choukroune, P. et Ballèvre, M. (1993). Diapirism, bulk homogeneous shortening and transcurrent shearing in the Archaean Dharwar craton: the Holenarsipur area, southern India. *Precambrian Research* 63(1-2), 43-58.
- Brisson H., Gosselin, C., Fallara, F., Gaulin, R. et Dion, D.J. (1998a). Géologie de la région du lac Evans (SNRC 32K/15). Ministère des Ressources naturelles, Québec. Rg 98-06, p 23.
- Brisson H., Gosselin, C., Fallara, F., Gaulin, R. et Dion, D.J. (1998b). Géologie de la région du lac Théodat (SNRC 32K/16). Ministère des Ressources naturelles, Québec. RG 98-07, p 24.
- Calvert A.J. et Ludden, J.N. (1999). Archean continental assembly in the southeastern Superior Province of Canada. *Tectonics* 18(3), 412-429.
- Card, K.D. (1990). A review of the Superior Province of the Canadian shield, a product of Archean accretion. *Precambrian Research* 48, 99-156.
- Card, K.D. et Ciesielski, A. (1986). DNAG# 1. Subdivisions of the Superior Province of the Canadian shield. *Geoscience Canada* 13(1), 5-13.
- Chardon, D., Gapais, D. et Cagnard, F. (2009). Flow of ultra-hot orogens: a view from the Precambrian, clues for the Phanerozoic. *Tectonophysics* 477(3-4), 105-118.
- Choukroune, P. (1995). Déformations et déplacements dans la croûte terrestre. Masson, Paris, p 230.
- D'Amours I. et Intissar, R. (2011). Levé magnétique aéroporté dans le secteur du lac Evans, Baie-James. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec. DP 2011-02, p 8.
- D'Amours I. et Intissar, R. (2012). Levé magnétique aéroporté dans le secteur du lac Evans, Baie-James. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec. DP 2012-01, p 8.
- 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* 115(1-4), 261-290.

- Davis, W.J., Gariépy, C. et 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* 22, 1111-1114.
- Davis, W.J., Machado, N., Gariépy, C., Sawyer, E.W. et 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* 32, 113-127.
- Davis, W.J., Sawyer, E.W., Machado, N., Gariépy, C. et Benn, K. (1992). U-Pb geochronology of plutonism and metamorphism in the Opatica belt: initial results. *Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada*, Ottawa, pp 147-149.
- de Wit, M.J. (1998). On Archean granites, greenstones, cratons and tectonics: does the evidence demand a verdict? *Precambrian Research* 91(1-2), 181-226.
- Devaney, J.R. et Williams, H.R. (1989). Evolution of an Archean subprovince boundary: a sedimentological and structural study of part of the Wabigoon–Quetico boundary in northern Ontario. *Canadian Journal of Earth Sciences* 26(5), 1013-1026.
- Doyon, J. (2004). Comparaison de la composition des roches métasédimentaires archéennes dans six bassins de la Province du Supérieur : une étude géochimique et statistique. *Mémoire de maîtrise*. Université du Québec à Chicoutimi, p 271.
- Gillain, P.R. (1964). Rapport géologique sur la région du lac Naquiperdu, territoires de Mistassini et d’Abitibi. *Ministère des Richesses naturelles, Québec*. DP 178, p 10, 1 carte (échelle 1/31 680).
- Gillain, P.R. (1965). Géologie de la région du lac Naquiperdu, territoires des Mistassini et d’Abitibi. In, vol. *Ministère des Richesses naturelles, Québec*. RP 525, p 40, 1 carte (échelle 1/63 360).
- Gillain, P.R. et Remick, J.H. (1963). Région de Fort-Rupert. *Ministère des Richesses naturelles, Québec*. Carte 1510 (échelle 1/556 880).
- Griffin, W.L., Belousova, E.A., O'Neill, C., O'Reilly, S.Y., Malkovets, V., Pearson, N.J., Spetsius, S. et Wilde, S.A. (2014). The world turns over: Hadean–Archean crust–mantle evolution. *Lithos* 189, 2-15.
- Hamilton, W.B. (1998). Archean magmatism and deformation were not products of plate tectonics. *Precambrian Research* 91(1-2), 143-179.

- Harrison, T.M., Schmitt, A.K., McCulloch, M.T. et Lovera, O.M. (2008). Early (≥ 4.5 Ga) formation of terrestrial crust: Lu–Hf, $\delta^{18}\text{O}$, and Ti thermometry results for Hadean zircons. *Earth and Planetary Science Letters* 268(3-4), 476-486.
- Hickman, A.H. (2004). Two contrasting granite– greenstone terranes in the Pilbara Craton, Australia: evidence for vertical and horizontal tectonic regimes prior to 2900 Ma. *Precambrian Research* 131(3-4), 153-172.
- Hocq, M. (1994). Géologie du Québec. Gouvernement du Québec, Ministère des ressources naturelles, Québec. MB 94-01, p 156.
- Mareschal, J.-C. et Jaupart, C. (2006). Archean thermal regime and stabilization of the cratons. En: Benn, K., Mareschal, J.-C. et Condie, K.C. (ed). *Archean Geodynamics and Environments*, vol 164. American Geophysical Union, Washington, pp 61-73.
- Morin, R. (1998). Géologie de la région du lac Ouagama (SNRC 32K/11). Ministère des Ressources naturelles, Québec. RG 97-15, p 18.
- Moukhsil, A., Legault, M., Boily, M., Doyon, J., Sawyer, E.W. et Davis, D.W. (2003). Synthèse géologique et métallogénique de la ceinture de roches verts de la Moyenne et de la Basse-Eastmain (Baie-James). Ministère des Ressources naturelles, Québec. ET 2002-06, p 55.
- Parent, M. (2011). Compilation géochronologique U-Pb des sous-provinces d'Ashuanipi, d'Opinaca, d'Opatoca et de La Grande. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec. MB 2011-04, p 13.
- Percival, J.A. (1989). A regional perspective of the Quetico metasedimentary belt, Superior Province, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences* 26(4), 677-693.
- Percival, J.A., Mortensen, J.K., Stern, R.A., Card, K.D. et Begin, N.J. (1992). Giant granulite terrane of northeastern Superior Province: The Ashuanipi Complex and Minto block. *Canadian Journal of Earth Sciences* 29, 2287-2308.
- Percival, J.A., Sanborn-Barrie, M., Skulski, T., Stott, G.M., Helmstaedt, H. et White, D.J. (2006). Tectonic evolution of the western Superior Province from NATMAP and Lithoprobe studies. *Canadian Journal of Earth Sciences* 43(7), 1085-1117.
- Percival, J.A. et Williams, H.R. (1989). Late Archean Quetico accretionary complex, Superior province, Canada. *Geology* 17(1), 23-25.

- Remick, J.H. (1963). Géologie de la région de Colomb-Chaboullié-Fabulet, territoire d'Abitibi. Ministère des Richesses naturelles, Québec. RP 514, p 29.
- Richter, F.M. (1988). A major change in the thermal state of the Earth at the Archean-Proterozoic boundary: consequences for the nature and preservation of continental lithosphere. *Journal of Petrology* 1, 39-52.
- Sawyer, E.W. et 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* 15(12), 1443-1458.
- Simard, A. (1987). Stratigraphie et volcanisme dans la partie orientale de la bande volcano-sédimentaire archéenne Frotet-Evans. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec. MB 87-17, p 320.
- Simard, M., Paquette, L. et Parent, M. (2015). Synthèse géologique et métallogénique de la Sous-province d'Ashuanipi, Province du Supérieur. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec. MM 2015-01, p 96.
- Stern, R.J. (2008). Modern-style plate tectonics began in Neoproterozoic time: An alternative interpretation of Earth's tectonic history, vol 440. pp 265-280.
- Stern, R.J., Tsujimori, T., Harlow, G. et Groat, L.A. (2013). Plate tectonic gemstones. *Geology* 41(7), 723-726.
- Thibault, P. (1985). Application de la méthode de datation U-Pb (zircon) à des roches ignées des ensembles volcano-sédimentaires archéens de l'Abitibi et de Frotet-Evans. Mémoire de maîtrise. Université de Montréal, Montréal, p 164.
- Valiquette, G. (1963). Géologie de la région du lac des Montagnes, territoire de Mistassini. Ministère des Richesses naturelles, Québec. RP 500, p 156.
- Valiquette, G. (1975). Région de la rivière Nemiscau. Ministère des Richesses naturelles, Québec, RP 158, p 156.
- van Kranendonk, M.J. (2010). Two types of Archean continental crust: Plume and plate tectonics on early Earth. *American Journal of Science* 310(10), 1187-1209.
- van Kranendonk, M.J., Hickman, A.H., Smithies, R.H., Nelson, D.R. et Pike, G. (2002). Geology and tectonic evolution of the archaic North Pilbara terrain, Pilbara Craton, Western Australia. *Economic Geology* 97(4), 695-732.

- Williams, H.R. (1991). Quetico subprovince. En : Geology of Ontario. Ontario Geological Survey, pp 383-404.

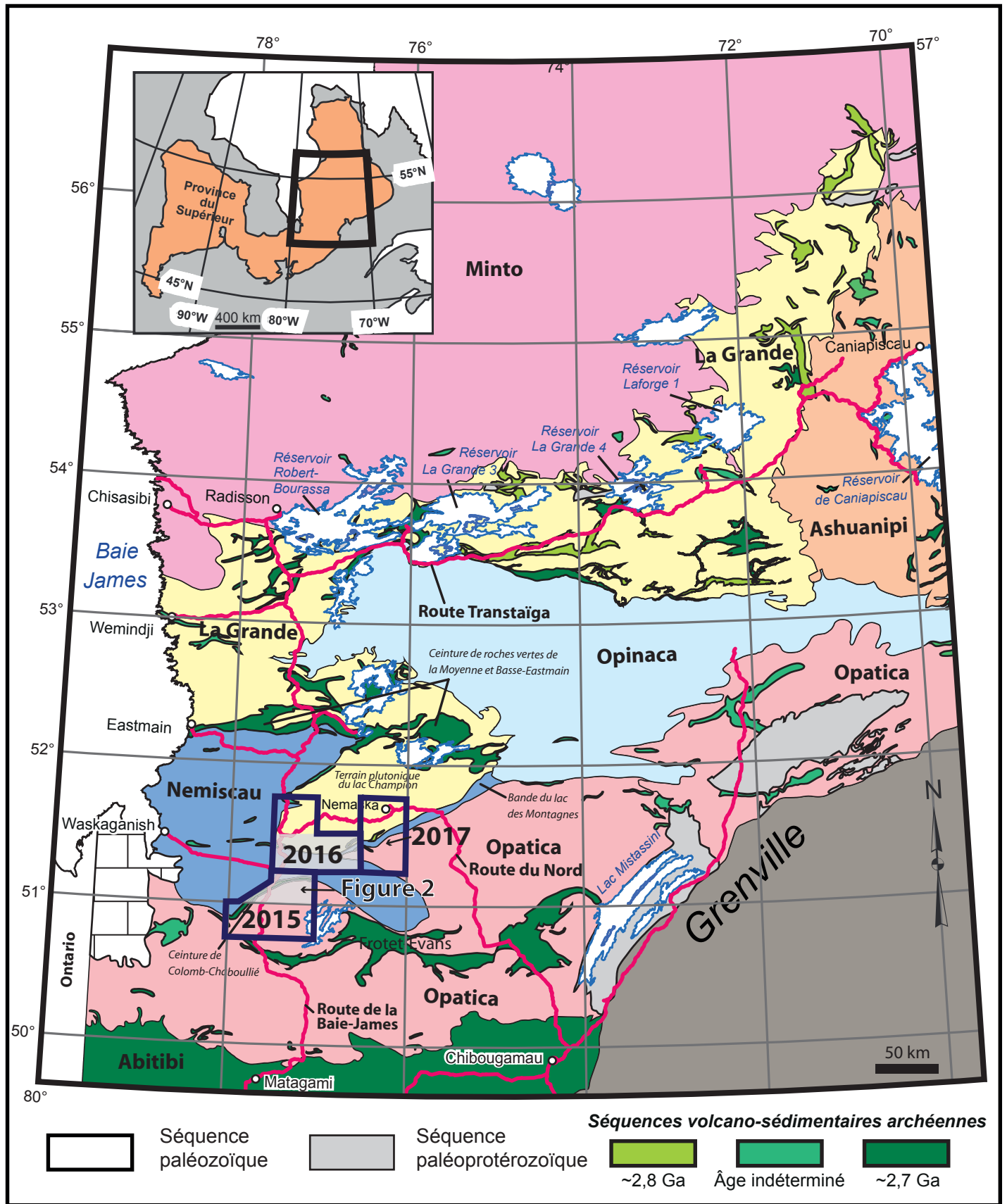


FIGURE 1 - Principales divisions géologiques de la partie est de la Province du Supérieur (modifié de Thériault et Beauséjour, 2012). Localisation du secteur du lac Nemiscau (figure 2) en grise ombrée.

SOUS-PROVINCES :

SOUS-PROVINCE DE LA GRANDE

- Complexe de Champion**
- Achp4 Pegmatite granitique rose
 - Achp5 Pegmatite granitique et granite roses
 - Achp7 Granite à biotite
 - Achp6 Granodiorite et granite, enclaves de migmatites et de gneiss tonalitiques
 - Achp5 Granodiorite porphyrique
 - Achp4 Granodiorite
 - Achp3 Diorite et diorite quartzifère
 - Achp4 Monzodiorite et monzodiorite quartzifère
 - Achp2 Tonalite, granodiorite à pyroxène et hornblende
 - Achp1 Gneiss tonalitique
 - Achp1 Métatexite dérivée de roches tonalitiques ou dioritiques
 - Achp1 Diatexite dérivée de roches tonalitiques ou dioritiques
- Unités lithologiques**
- IIB Granite à biotite
 - IIP Charnockite
 - M4 Péridolite et pyroxénite

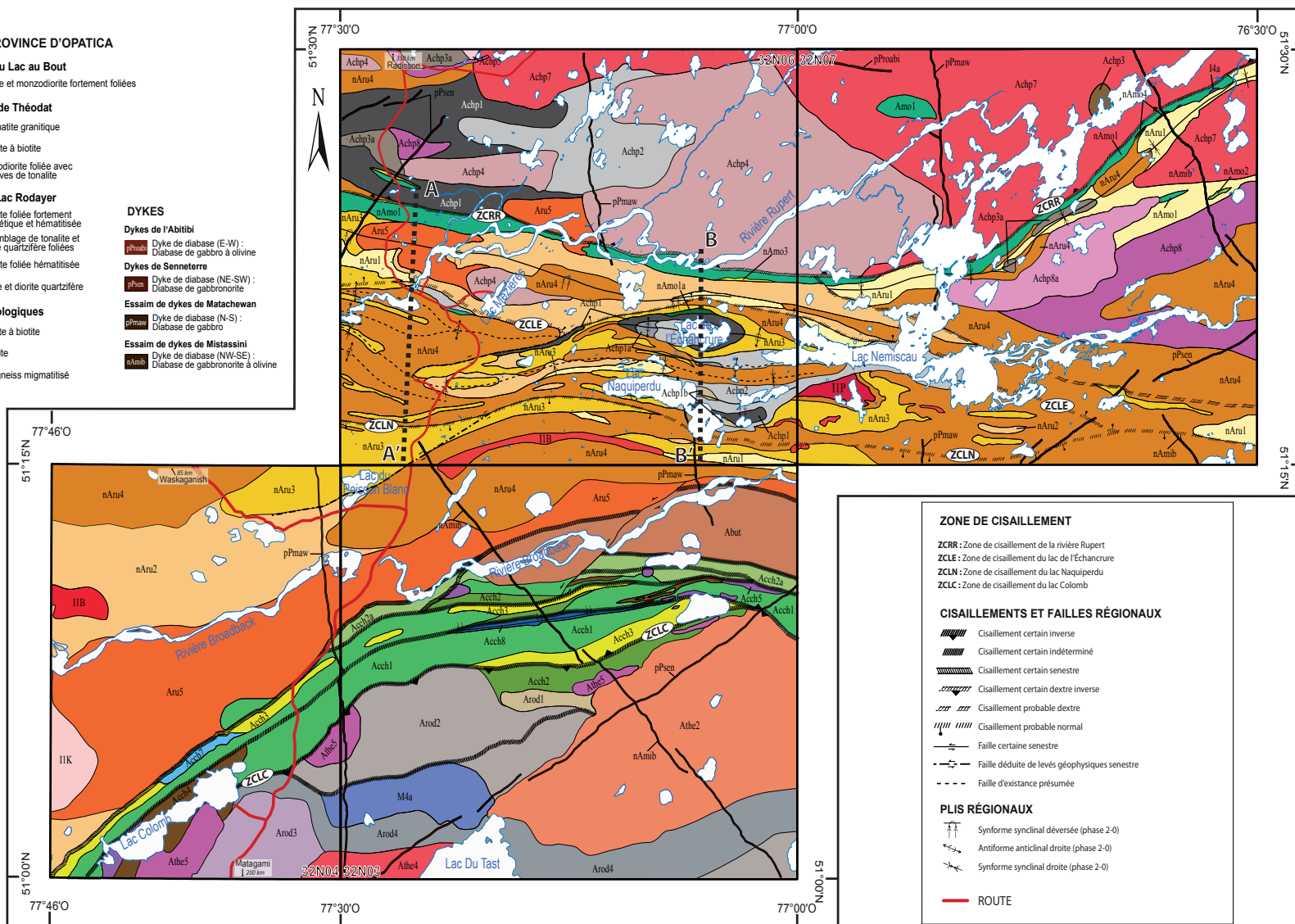
SOUS-PROVINCE D'OPATICA

- Intrusion du Lac au Bout**
- Abut Diorite et monzodiorite fortement foliées
- Complexe de Théodat**
- Ath5 Pegmatite granitique
 - Ath4 Granite à biotite
 - Ath2 Granodiorite foliée avec enclaves de tonalite
- Pluton du Lac Rodayer**
- Arod5 Tonalite foliée fortement magnétisée et hématitisée
 - Arod3 Assemblage de tonalite et diorite quartzifère foliées
 - Arod2 Tonalite foliée hématitisée
 - Arod1 Diorite et diorite quartzifère
- Unités lithologiques**
- IIB Granite à biotite
 - IIK Alaskite
 - M4 Paragneiss migmatitisé

- DYKES**
- Dykes de l'Abitibi**
- pPmaw Dyke de diabase (E-W) : Diabase de gabbro à olivine
- Dykes de Senneterre**
- pPsen Dyke de diabase (NE-SW) : Diabase de gabbronorite
- Essaim de dykes de Matachewan**
- pPmaw Dyke de diabase (N-S) : Diabase de gabbro
- Essaim de dykes de Mistassini**
- nAmb Dyke de diabase (NW-SE) : Diabase de gabbronorite à olivine

SOUS-PROVINCE DE NEMISCAU

- Groupe du lac des Montagnes**
- nAmo4 Formation de fer
 - nAmo3 Volcanoclastites felsiques
 - nAmo2 Volcanites intermédiaires
 - nAmo1 Basalte amphibolitisé
 - nAmo1 Métatexite dérivée d'amphibolite; contient de 20 à 50% de mobilisat
- Complexe de Rupert**
- nAru6 Pegmatite granitique blanche à biotite ± grenat ± muscovite
 - nAru4 Diatexite dérivée de paragneiss; contenant de 50 à 90% de mobilisat
 - nAru3 Métatexite dérivée de paragneiss; contenant de 20 à 50% de mobilisat
 - nAru2 Paragneiss migmatitisé; contenant de 10 à 20% de mobilisat
 - nAru1 Paragneiss à biotite, hornblende ± grenat ± sillimanite ± cordiérite
- Groupe de Colomb-Chaboullé**
- Acc3 Conglomérat polygénique
 - Acc7 Paragneiss à biotite et hornblende
 - Acc5 Péridolite et pyroxénite
 - Acc6 Gabbro
 - Acc3 Volcanoclastites felsiques et intermédiaires
 - Acc2 Volcanites intermédiaires porphyriques
 - Acc2a Andésite porphyrique coussinée; niveaux de tufs intermédiaires à felsiques
 - Acc1 Basalte amphibolitisé



ZONE DE CISAILEMENT

ZCRR : Zone de cisaillement de la rivière Rupert
 ZCLE : Zone de cisaillement du lac de l'Échancrure
 ZCLN : Zone de cisaillement du lac Naquiperdu
 ZCLC : Zone de cisaillement du lac Colomb

CISAILEMENTS ET FAILLES RÉGIONAUX

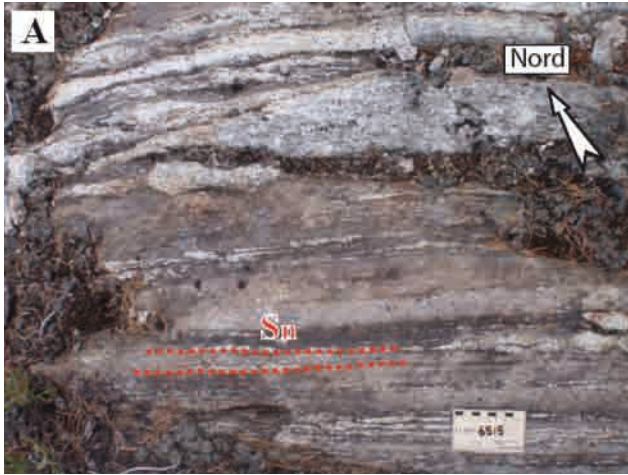
- Cisaillement certain inverse
- Cisaillement certain indéterminé
- Cisaillement certain senestre
- Cisaillement certain dextre inverse
- Cisaillement probable dextre
- Cisaillement probable normal
- Faille certaine senestre
- Faille déduite de levés géophysiques senestre
- Faille d'existence présumée

PLIS RÉGIONAUX

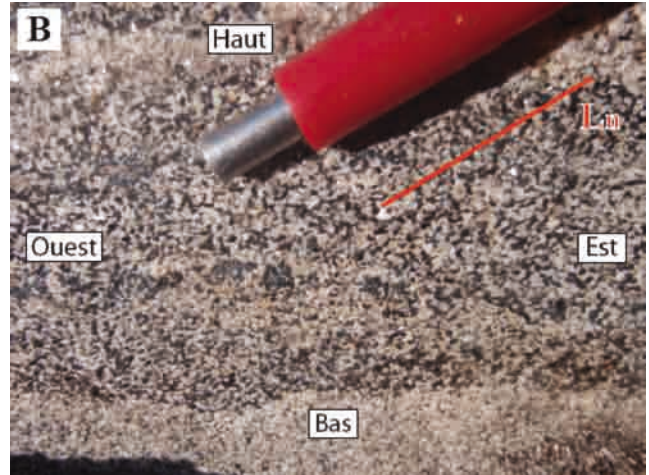
- Synforme synclinal déversée (phase 2-0)
- Antiforme anticlinal droite (phase 2-0)
- Synforme synclinal droite (phase 2-0)

— ROUTE

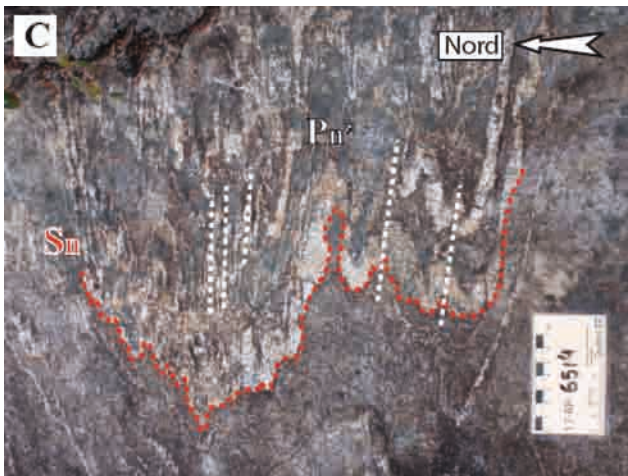
FIGURE 2 - Géologie simplifiée du secteur ouest et sud-ouest du lac Nemiscau (feuilles SNRC 32N03, 32N04-SE, 32N06 et 32N07). Modifié de Bandyayera et Daoudene (2017) pour les feuilles SNRC 32N03 et 32N04-SE et modifié de Bandyayera et Daoudene (sous presse) pour les feuilles SNRC 32N06 et 32N07. Localisation des blocs diagrammes 3D (A-A' et B-B') de la figure 9.



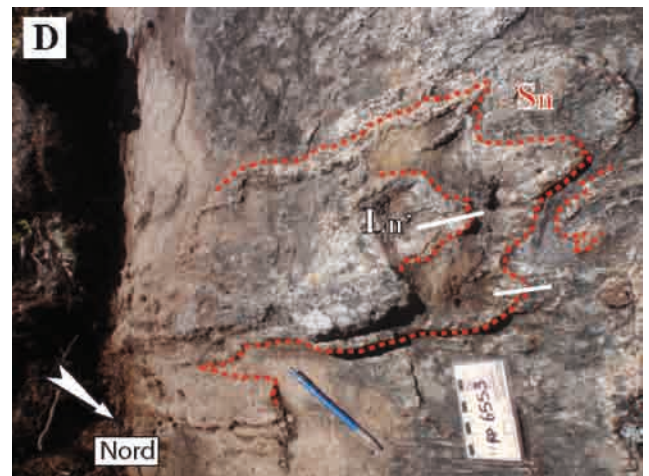
A - Métatexite dérivée de paragneiss, montrant une foliation S_n subparallèle au rubanement migmatitique (affleurement 15-RP-6515).



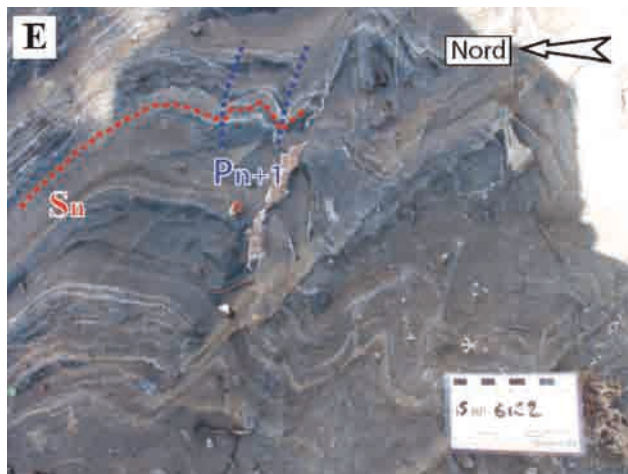
B - Paragneiss à biotite faiblement migmatisé, montrant une linéation minérale L_n , caractérisée par l'orientation préférentielle des grains de biotite (affleurement 16-SG-3023).



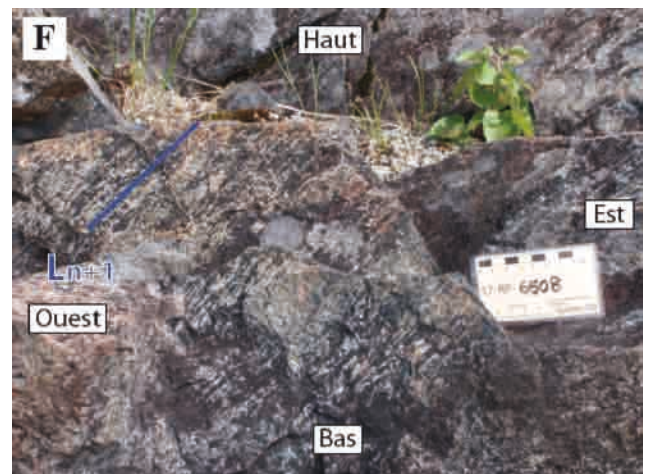
C - Métatexite dérivée de paragneiss, montrant des plis P_n' serrés à isoclinaux affectant la foliation S_n (affleurement 17-RP-6514).



D - Métatexite dérivée de paragneiss, montrant la linéation d'étirement L_n' associée à un pli en fourreau affectant la foliation S_n (affleurement 17-RP-6553).



E - Amphibolite basaltique de la Zone de cisaillement du lac Colomb, montrant une foliation pénétrative S_n affectée par le plissement P_{n+1} , auquel est associé à un clivage de crénulation (affleurement 15-RP-6162).



F - Amphibolite dérivée de basalte, montrant une linéation d'étirement L_{n+1} associée à la Zone de cisaillement de la rivière Rupert (affleurement 17-RP-6508).

FIGURE 3 - Photographies illustrant les différents évènements de déformation observés dans la région d'étude et leurs fabriques associées : déformation D_n (A et B), déformation D_n' (C et D) et déformation D_{n+1} (E et F).

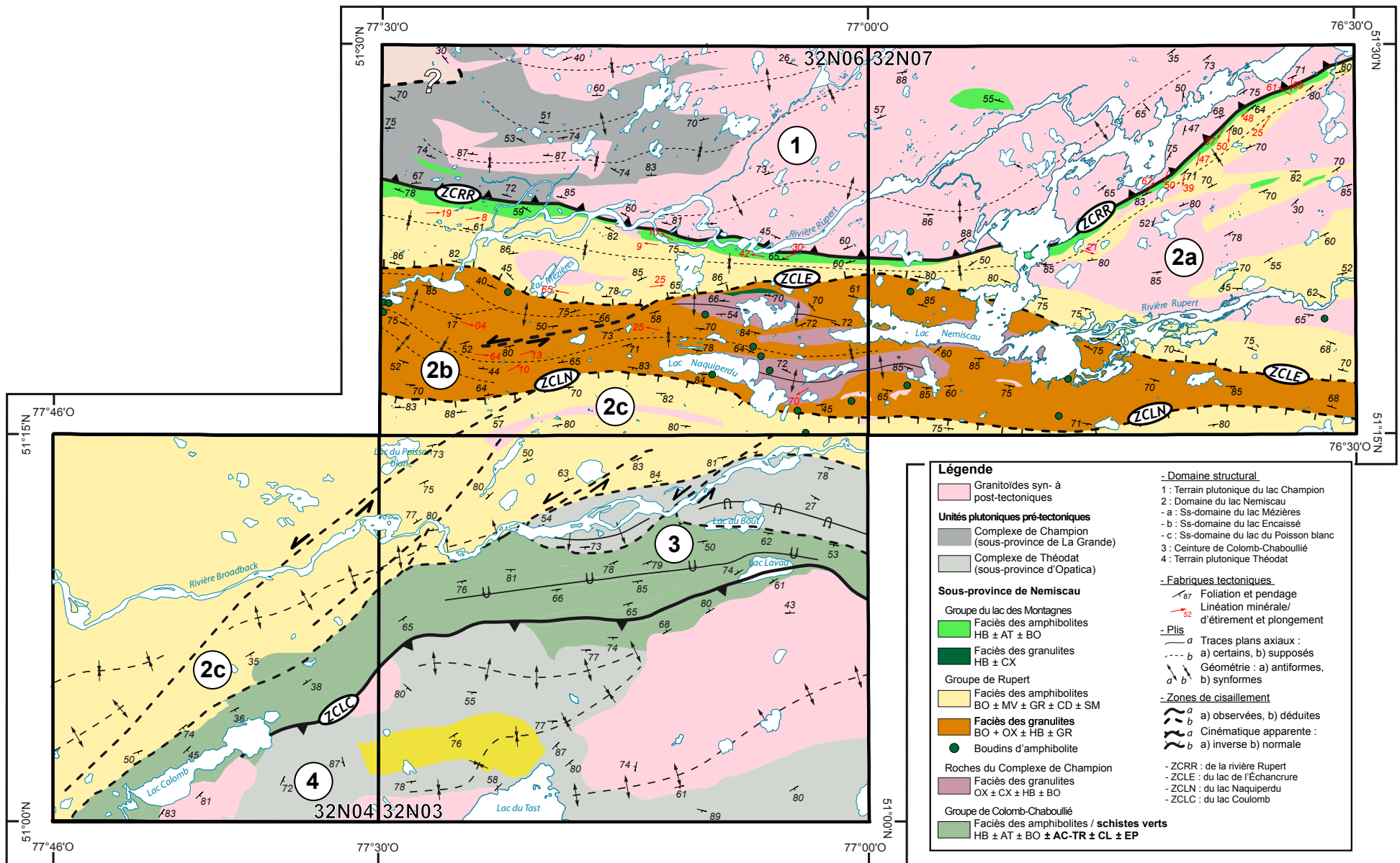
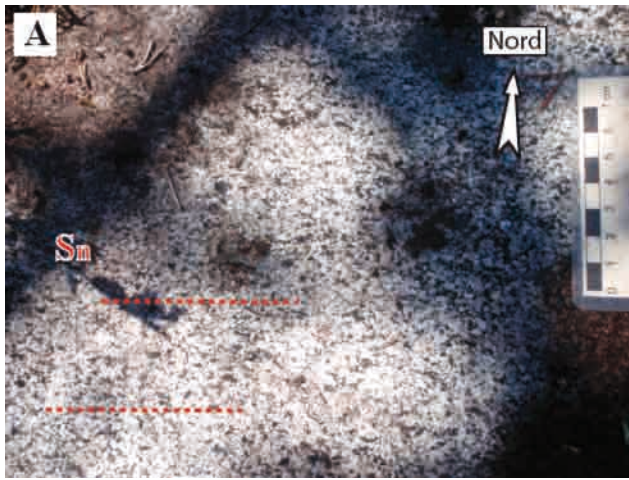
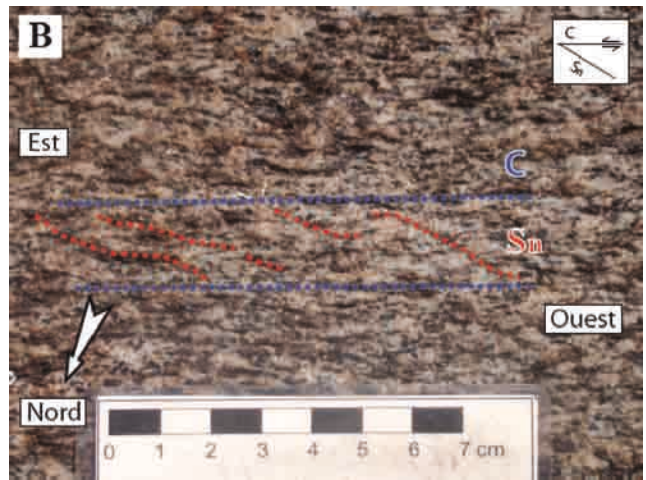


FIGURE 4 - Subdivision des domaines tectonométamorphiques du secteur ouest et sud-ouest du lac Nemiscau (feuillet SNRC 32N03, 32N04-SE, 32N06 et 32N07). Figure modifiée de Bandyayera et Daoudene (2017) pour les feuillets SNRC 32N03 et 32N04-SE et modifié de Bandyayera et Daoudene (sous presse) pour les feuillets SNRC 32N06 et 32N07.



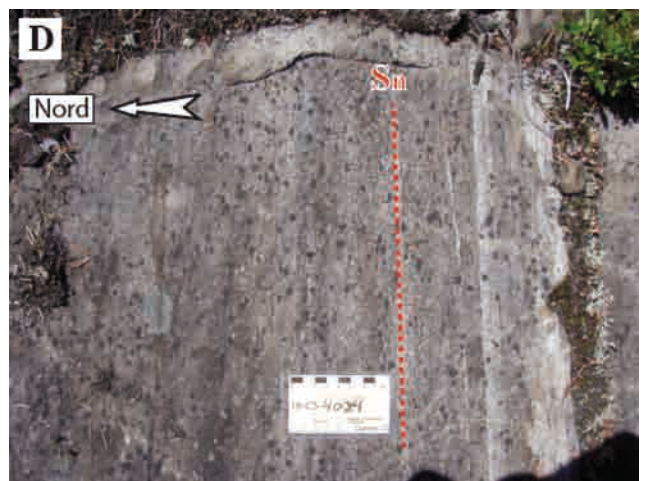
A - Granodiorite (Achp4), montrant une faible foliation S_n faiblement développée et soulignée par l'orientation préférentielle des minéraux ferromagnésiens (amphibole et biotite) (affleurement 16-YD-2130).



B - Granodiorite (Achp4) dans la Zone de cisaillement de la rivière Rupert, montrant une foliation S_n reprise par des bandes de cisaillement C (affleurement 17-RP-6528).



C - Paragneiss faiblement migmatisé (nAru1), montrant la foliation S_n , qui est soulignée par le rubanement migmatitique (affleurement 16-SG-3052).



D - Paragneiss (nAru1), montrant la foliation S_n , qui est soulignée par un litage compositionnel (affleurement 16-CS-4024).

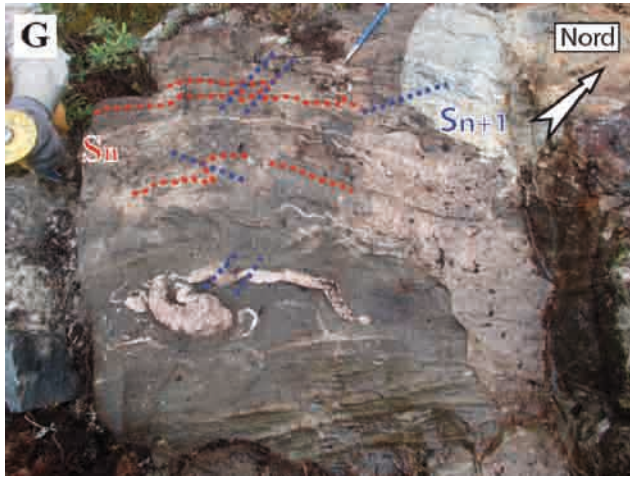


E - Paragneiss faiblement migmatisé (nAru1), montrant la linéation minérale L_n . Cette linéation est soulignée par l'orientation préférentielle des grains de biotite (affleurement 16-SG-3022).

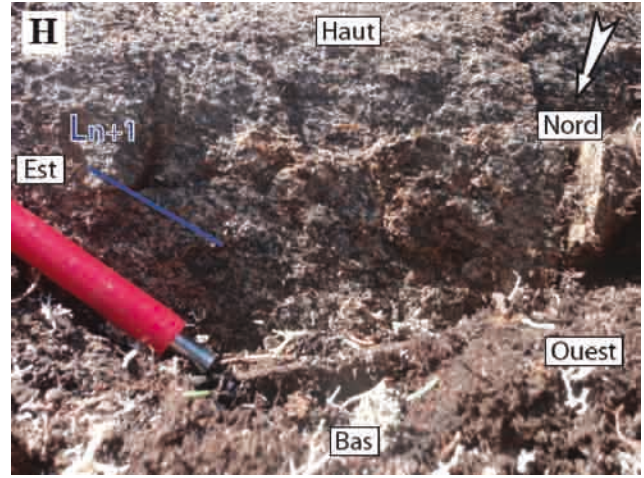


F - Amphibolite basaltique (nAmo1), montrant une foliation pénétrative S_n , affectée par le clivage de crénulation S_{n+1} (affleurement 17-RP-6510).

FIGURE 5 - Photographies illustrant les principales fabriques structurales observées au sein des domaines tectonométamorphiques : A) Foliation S_n dans le Domaine plutonique du lac Champion; B) Bandes de cisaillement C- S_n dans le Domaine plutonique du lac Champion; C) Foliation S_n dans les métasédiments du Sous-domaine du lac Mezières; D) Foliation S_n dans les métasédiments du Sous-domaine du lac du Poisson blanc; E) Linéation minérale L_n dans les métasédiments du Sous-domaine du lac Mezières; F) Clivage de crénulation S_{n+1} affectant la foliation S_n dans les métavolcanites du Sous-domaine du lac Mezières.



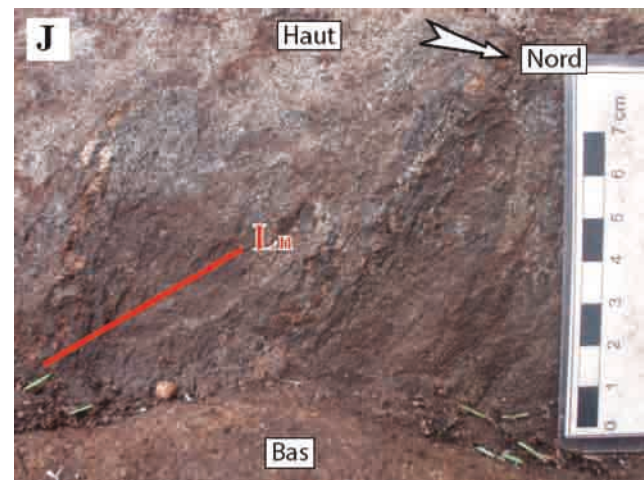
G - Paragneiss migmatisé (nAru1), montrant le rubanement migmatitique S_n affectée par le clivage de crénulation S_{n+1} (affleurement 15-SB-4113).



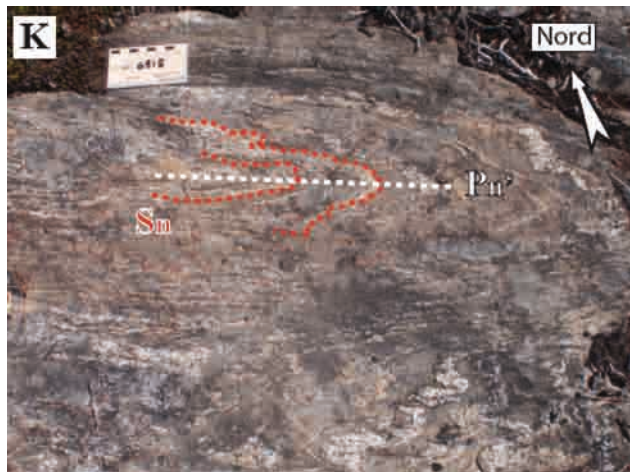
H - Amphibolite basaltique (nAmo1), montrant une linéation minérale L_{n+1} à plongement modéré, associée à la Zone de cisaillement de la rivière Rupert (affleurement 17-RP-6524).



I - Gneiss tonalitique (Achp1), montrant la foliation S_n , qui est soulignée par le rubanement gneissique (affleurement 16-YD-2104).



J - Amphibolite basaltique (nAmo1), montrant une linéation minérale L_n (pitch) à plongement modéré (affleurement 17-RP-6537).

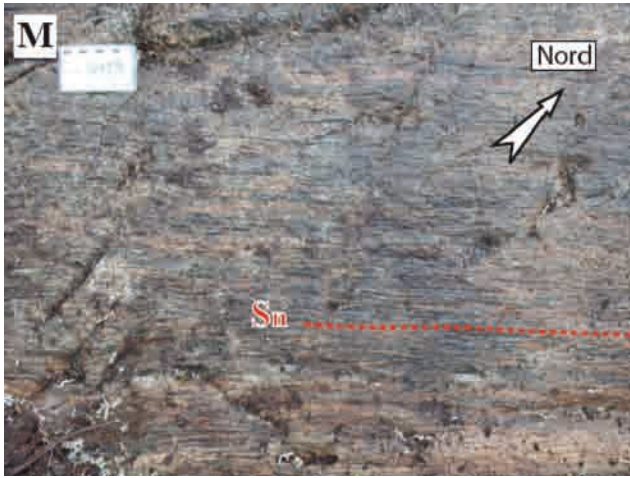


K - Métatextite dérivée de paragneiss (nAru3), montrant la foliation S_n caractérisée par des plis $P_{n'}$ serrés à isocliniaux affectant la foliation S_n (affleurement 17-RP-6518).

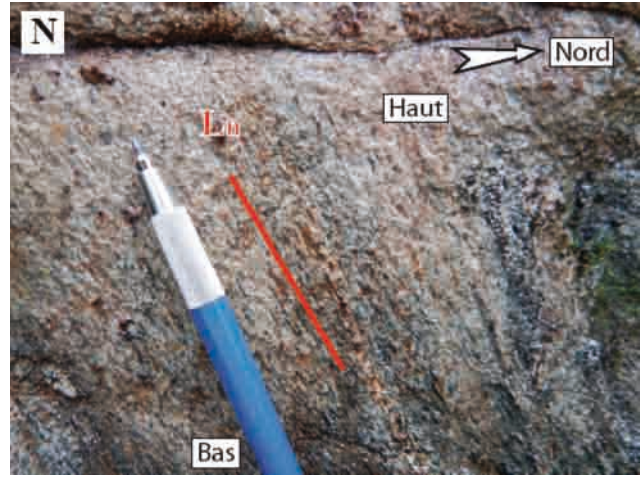


L - Métatextite dérivée de paragneiss (nAru3), montrant la linéation d'étirement $L_{n'}$ associée à un pli en fourreau affectant la foliation S_n (affleurement 17-RP-6552).

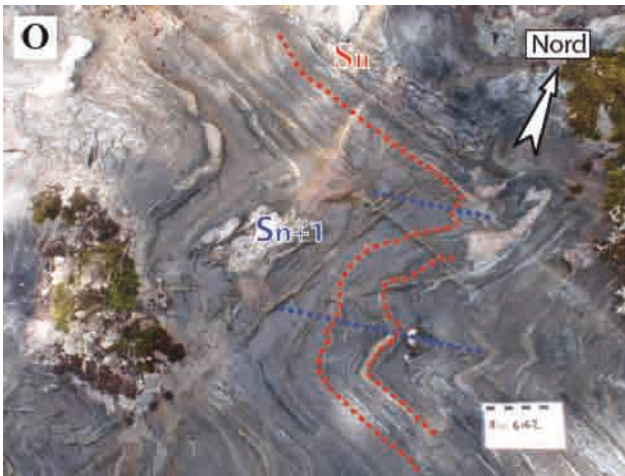
FIGURE 5 - Suite. G) Clivage de crénulation S_{n+1} affectant le rubanement migmatitique S_n dans les métasédiments du Sous-domaine du lac du Poisson blanc; H) Linéation minérale L_{n+1} dans les métavolcanites du Sous-domaine du lac Mezières. I) Foliation S_n dans les dômes structuraux du Sous-domaine du lac Encaissé; J) Linéation minérale L_{n+1} dans les métavolcanites du Sous-domaine du lac Encaissé; K) Foliation S_n affectée par le plissement $P_{n'}$ dans les métasédiments du Sous-domaine du lac Encaissé; L) Linéation d'étirement $L_{n'}$ dans un pli dont la géométrie rappelle celle d'un pli en fourreau, observée dans les métasédiments du Sous-domaine du lac Encaissé.



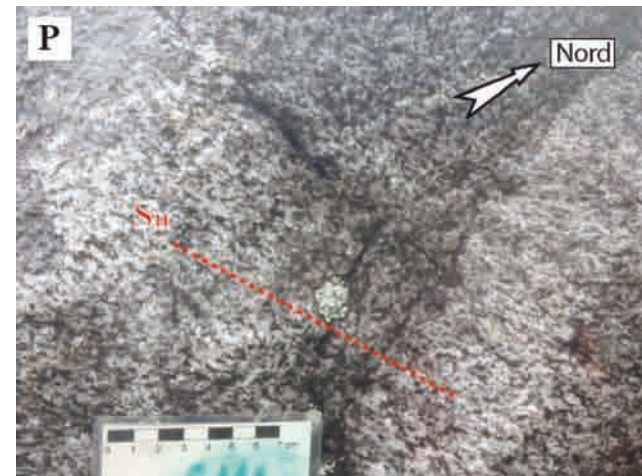
M - Amphibolite basaltique (Acch1), montrant la foliation S_n pénétrative (affleurement 15-RP-6125).



N - Roche volcanique intermédiaire à felsique (Acch3), montrant une linéation d'étirement L_n à plongement modéré à fort (affleurement 15-DD-7019).



O - Amphibolite basaltique (Acch1), montrant la foliation S_n pénétrative et plissée par un clivage de crénulation S_{n+1} (affleurement 15-RP-6162).



P - Tonalite (Arod2) montrant une très faible foliation S_n , soulignée par les minéraux ferromagnésiens (amphibole et biotite) (affleurement 15-RP-6111).

FIGURE 5 - Suite. **M**) Foliation S_n dans les amphibolites basaltiques de la Ceinture de Colomb-Chaboullié; **N**) Linéation d'étirement L_n dans les roches volcaniques de composition intermédiaire à felsique de la Ceinture de Colomb-Chaboullié; **O**) Clivage de crénulation S_{n+1} affectant la foliation pénétrative S_n dans les amphibolites basaltiques de la Ceinture de Colomb-Chaboullié; **P**) Faible foliation S_n développée dans une tonalite (Arod2) du Domaine plutonique Théodat, soulignée par les minéraux ferromagnésiens.

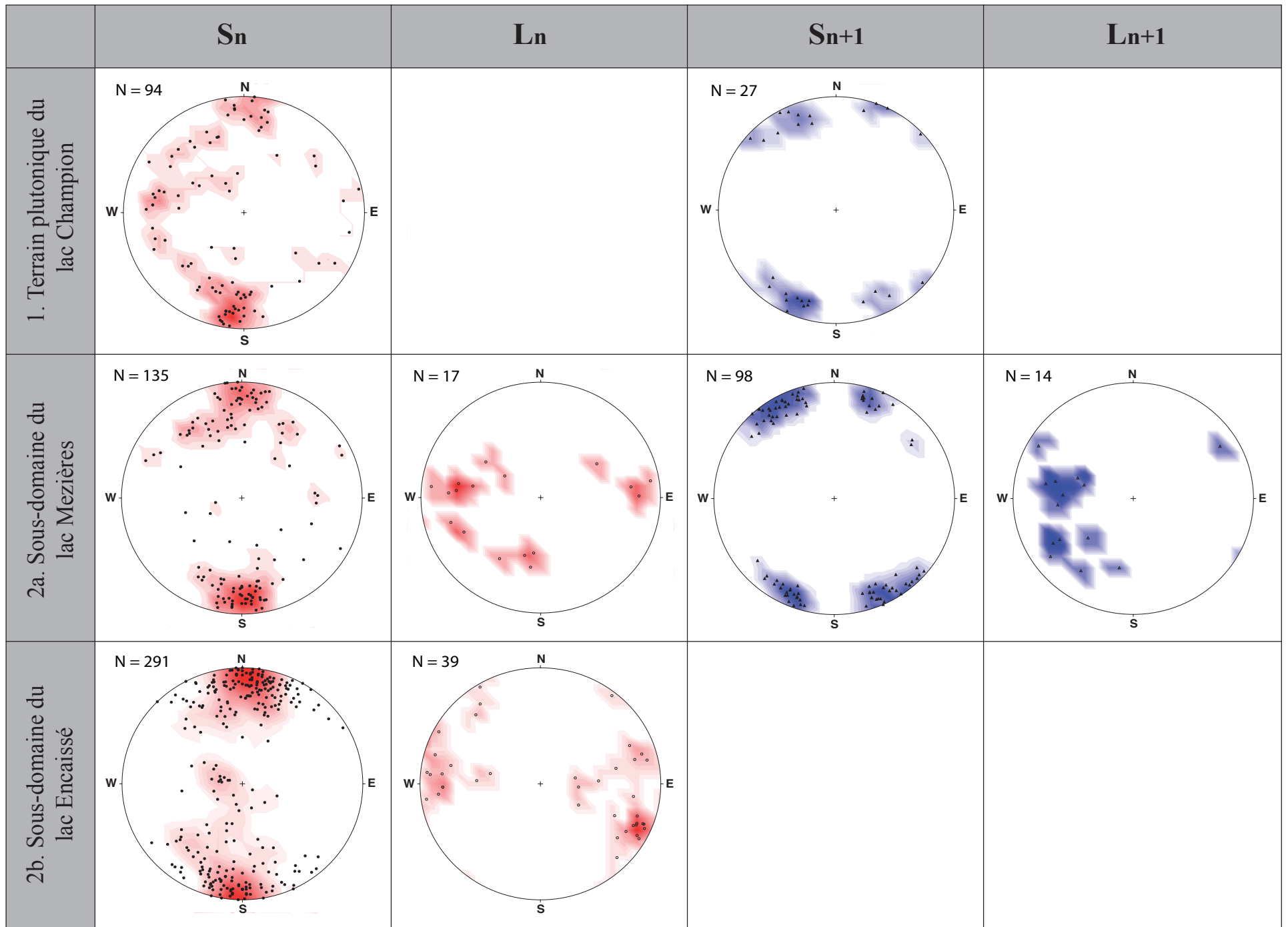


FIGURE 6 - Projections stéréographiques (canevas de Schmidt, hémisphère inférieur) des fabriques structurales planaires et linéaires associées aux déformations régionales D_n et D_{n+1} . Les fabriques structurales sont séparées par domaine tectonométamorphique. Les projections des fabriques planaires sont représentées par les pôles des plans. Les projections des structures linéaires sont représentées par les linéations minérale et d'étirement. 40

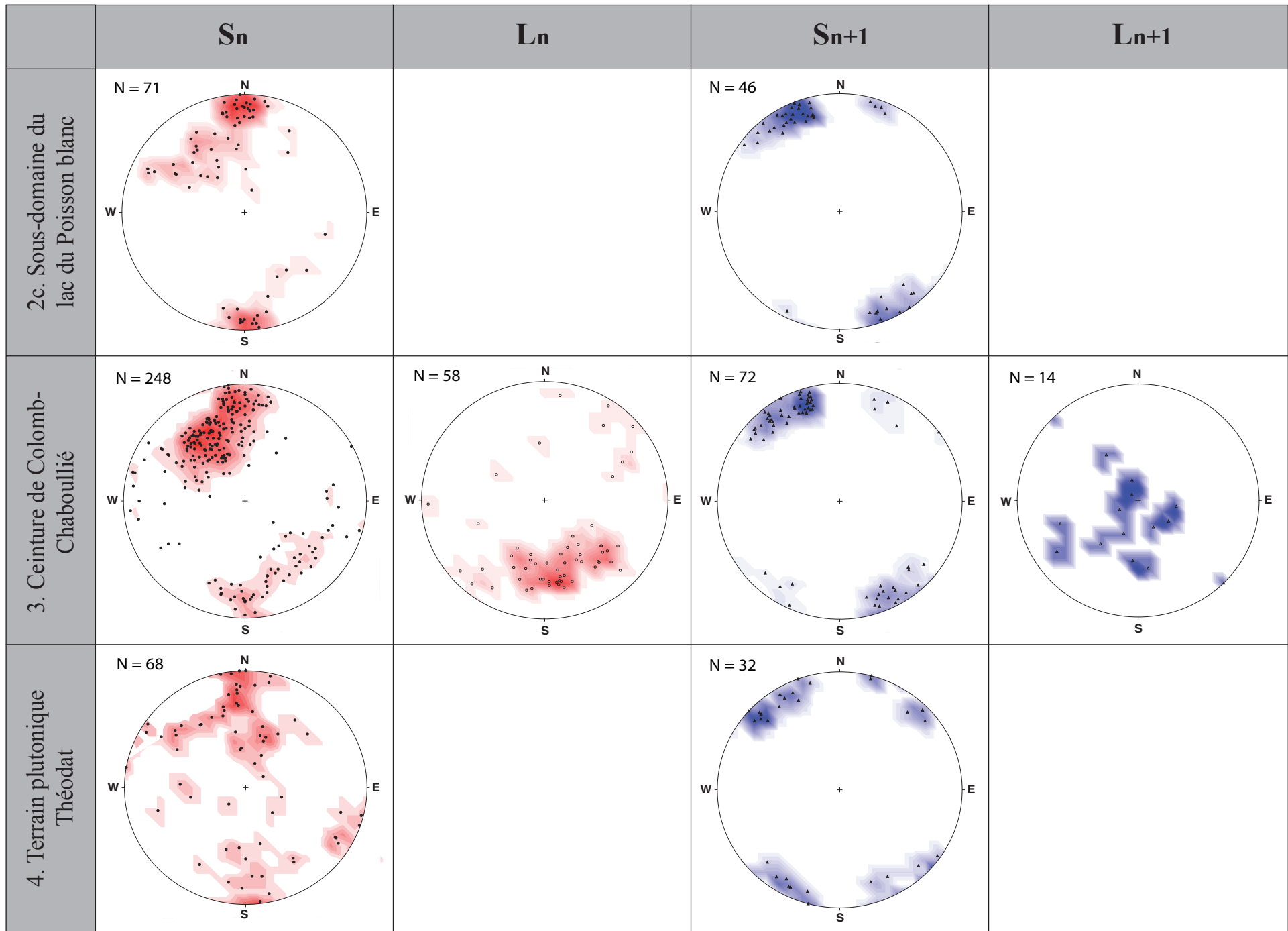
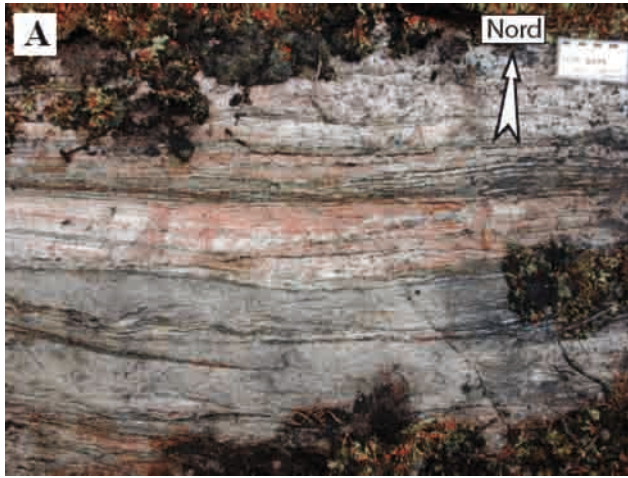


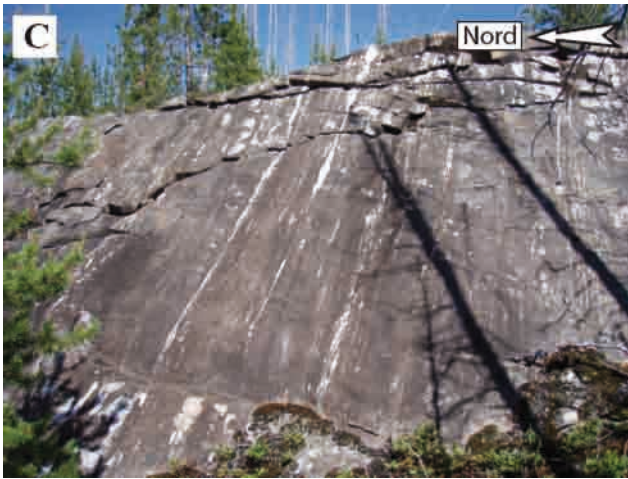
FIGURE 6 - Suite.



A - Gneiss tonalitique (Achp1), interlité avec des rubans de granite rose, montrant un rubanement tectonique rectiligne. Affleurement situé au voisinage de la Zone de cisaillement de la rivière Rupert (affleurement 16-RP-6004).



B - Amphibolite basaltique (nAmo1), localisée sur la Zone de cisaillement de la rivière Rupert et montrant une foliation mylonitique (affleurement 17-RP-6509).



C - Paragneiss migmatisé (nAru2), montrant des niveaux de mobilisat rectilignes et boudinés. Affleurement localisé près de la Zone de cisaillement du lac de l'Échancrure (affleurement 16-CS-4027).



D - Tonalite gneissique (Achp1) intensément déformée. Affleurement localisé près de la Zone de cisaillement du lac de l'Échancrure (affleurement 17-RP-6507).

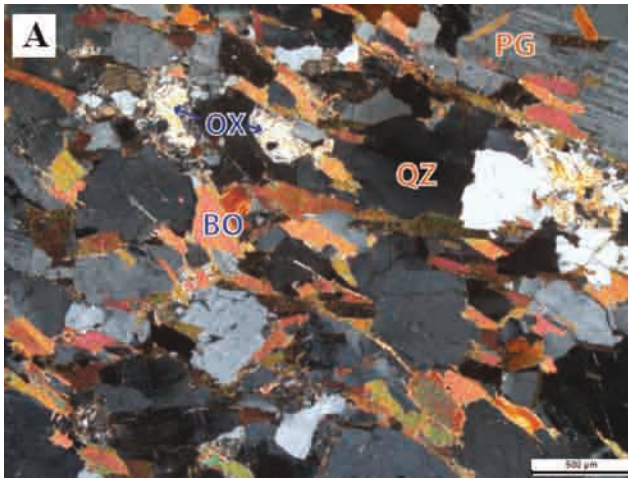


E - Metatexite dérivée de paragneiss (nAru3), montrant un rubanement migmatitique rectiligne. Affleurement localisé près de la Zone de cisaillement du lac Naquiperdu (affleurement 16-SG-3029).

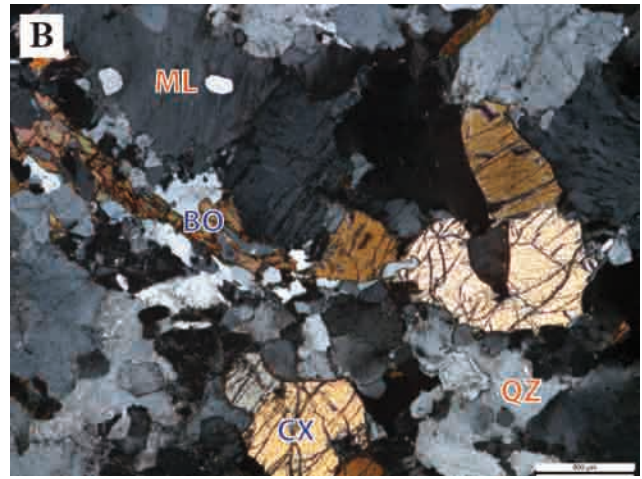


F - Andésite amphibolitisée (Acch2) fortement déformée au sein du réseau anastomosé de bandes de cisaillement de la Zone de cisaillement du lac Colomb (affleurement 15-SB-4164).

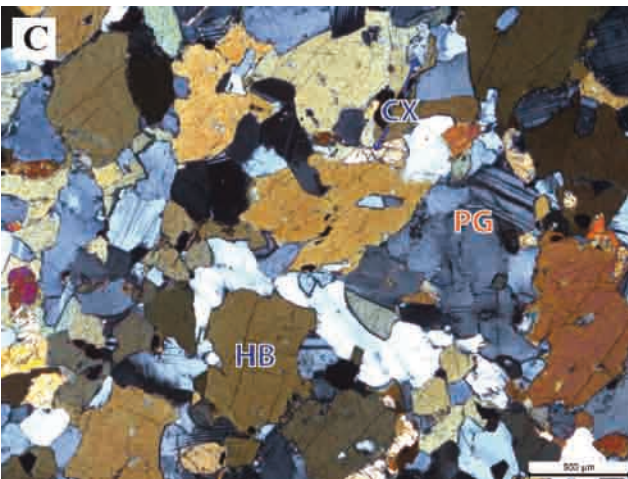
FIGURE 7 - Photographies illustrant les zones de cisaillement observées dans la zone d'étude : A et B) Zone de cisaillement de la rivière Rupert; C et D) Zone de cisaillement du lac de l'Échancrure; E) Zone de cisaillement du lac Naquiperdu; F) Zone de cisaillement du lac Colomb.



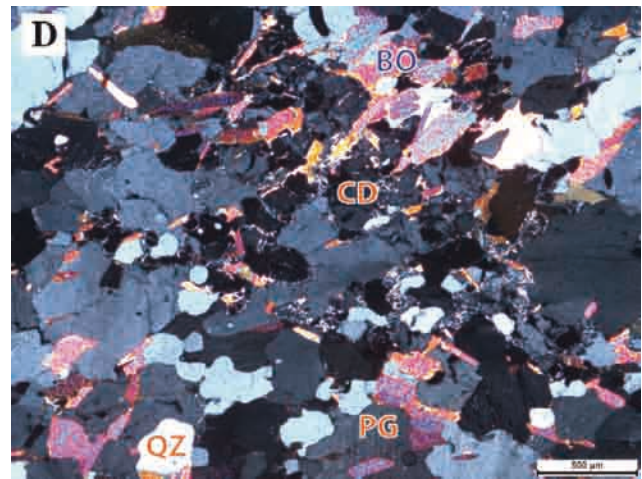
A - Diatexite dérivée de paragneiss (nAru4), montrant la présence d'orthopyroxène au sein du sous-domaine du lac Encaissé. La foliation de la roche est marquée par l'orientation préférentielle des biotites



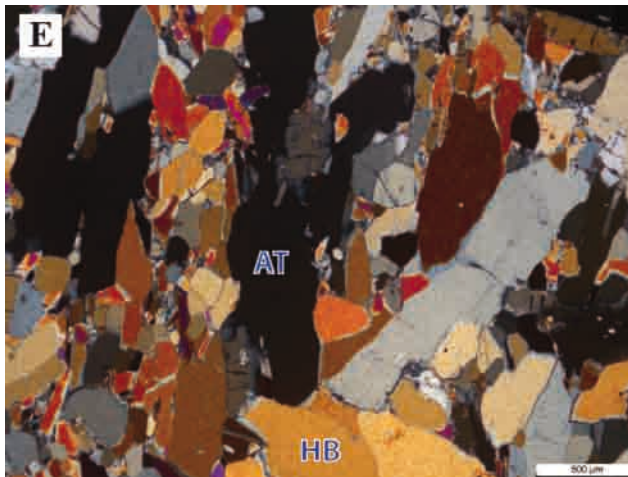
B - Roche intrusive de composition syénitique (Achp1a) du sous-domaine du lac Encaissé. L'assemblage est composé par quartz - microcline - clinopyroxène - biotite.



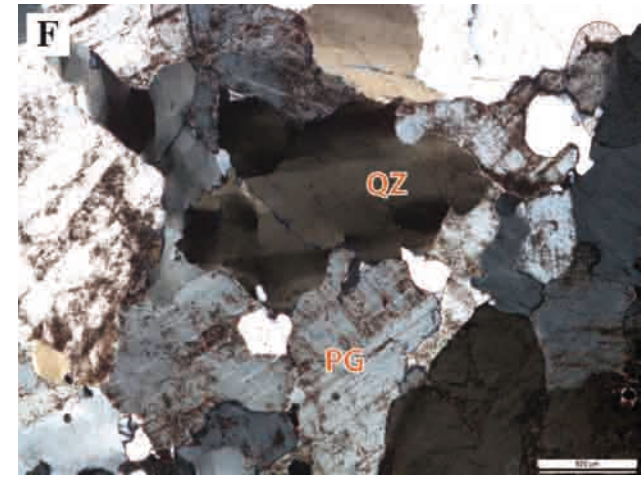
C - Diatexite dérivée probablement d'une roche volcanique mafique (Achp1b), montrant la présence de clinopyroxène dans le sous-domaine du lac Encaissé.



D - Paragneiss (nAru1) du sous-domaine du lac du Poisson blanc, montrant l'assemblage quartz - plagioclase - biotite - cordiérite.



E - Basalte komatiitique (nAmo1) du sous-domaine du lac Mezières. L'assemblage est composé par de l'anthophyllite et de la hornblende.



F - Tonalite (Achp1) du terrain plutonique Théodat, montrant la présence des grains de quartz caractérisés par une texture en échiquier.

FIGURE 8 - Photographies sous le microscope polarisant illustrant les assemblages minéralogiques typiques des faciès métamorphiques observés dans la région d'étude : A) Diatexite dérivée de paragneiss au faciès des granulites, sous-domaine du lac Encaissé; B) Syenite à clinopyroxène et biotite au faciès des granulites, sous-domaine du lac Encaissé; C) Diatexite dérivée d'amphibolite au faciès supérieur des amphibolites, sous-domaine du lac Encaissé; D) Paragneiss au faciès des amphibolites, sous-domaine du lac du Poisson blanc; E) Basalte komatiitique au faciès des amphibolites, sous-domaine du lac Mezières; F) Tonalite au faciès des amphibolites, terrain plutonique Théodat.

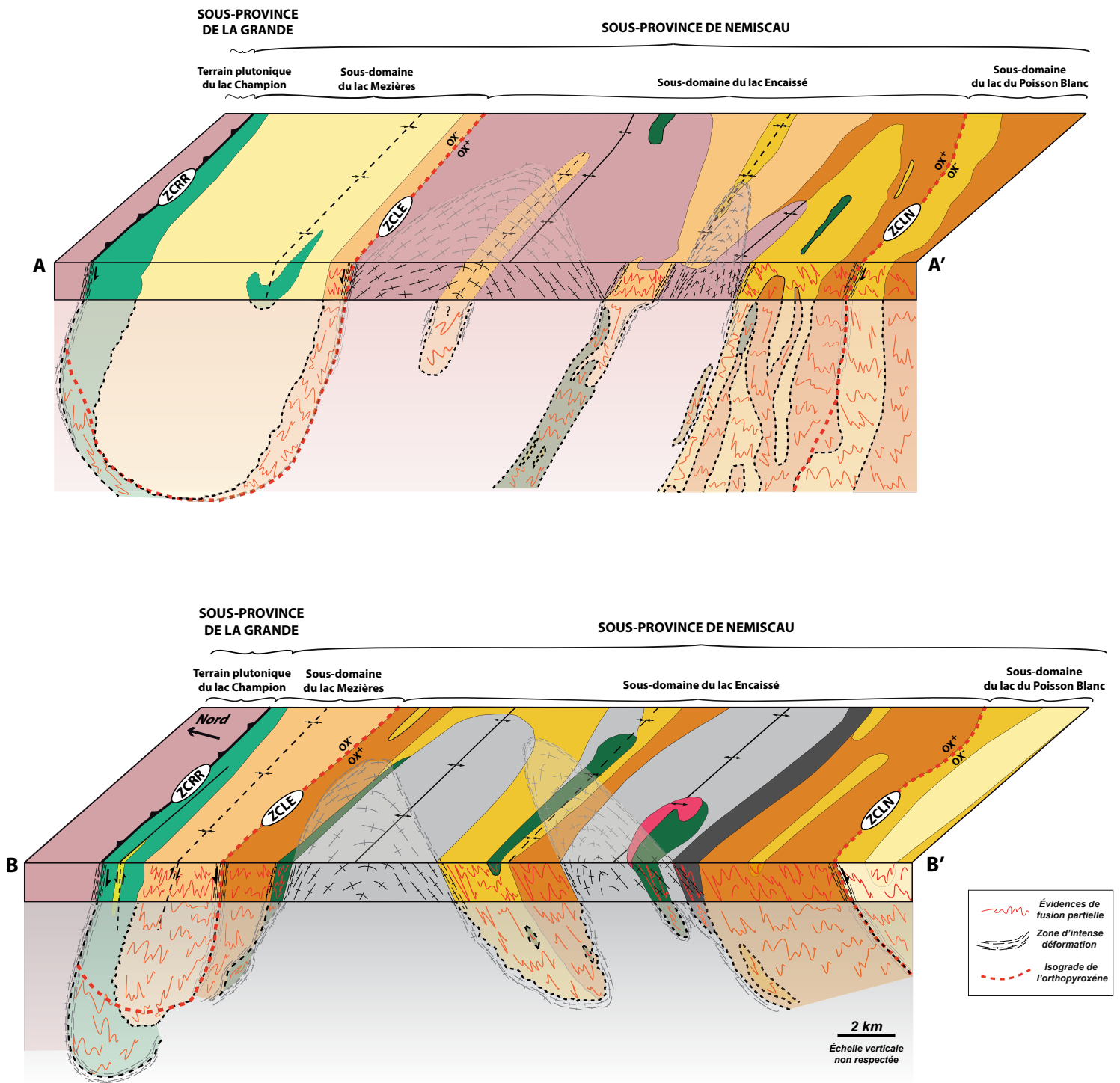


FIGURE 9 - Blocs diagrammes 3D des secteurs du lac Mezières (A-A') et du lac Naquiperdu (B-B'). Les coupes sont localisées dans la figure 2. La partie profonde est interprétative. La coupe B-B' est modifiée de Bandyayera et Daouedne (sous presse).

