

# MB 2019-07

Étude structurale du secteur sud-est de la Sous-province de Nemiscau, Baie-James, Québec;  
résultats préliminaires

Documents complémentaires

*Additional Files*



Licence



*License*

Cette première page a été ajoutée  
au document et ne fait pas partie du  
rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources  
naturelles

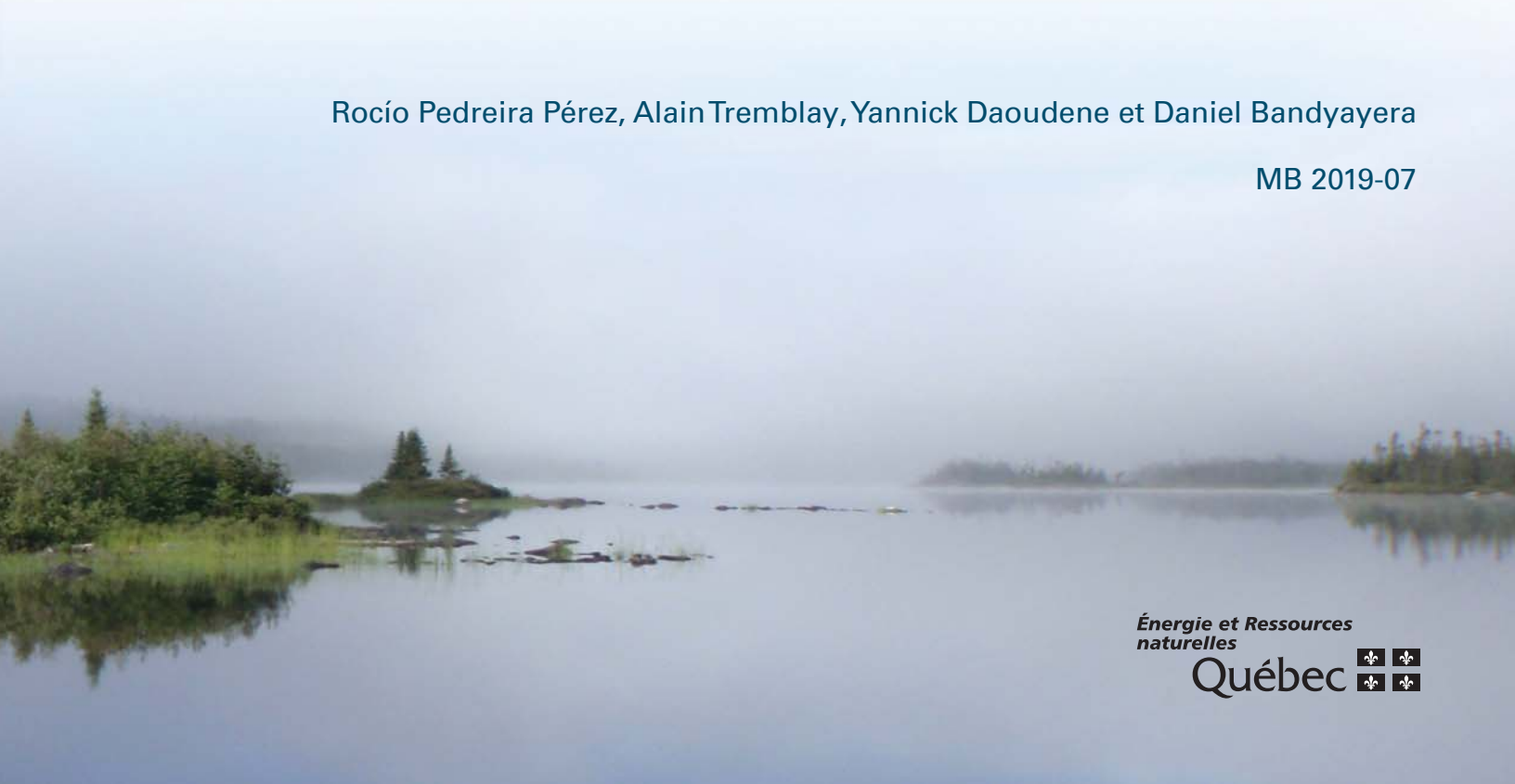
Québec 



## **Étude structurale du secteur sud-est de la Sous-province de Nemiscau, Baie-James, Québec; résultats préliminaires**

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

MB 2019-07



**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 du secteur sud-est de la Sous-province de Nemiscau,  
Baie-James, Québec; résultats préliminaires**

**Rocío Pedreira Pérez<sup>1\*</sup>, Alain Tremblay<sup>1</sup>, Yannick Daoudene<sup>2</sup>, Daniel Bandyayera<sup>2</sup>**

*1 – Université du Québec à Montréal (UQÀM)*

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

Rapport d'avancement

1 avril 2019

Mots clés : Sous-province de Nemiscau, Sous-province de La Grande, Sous-province d’Opatica, déformation, zone de cisaillement, dômes-et-bassins, faciès des granulites, faciès des amphibolites.

## **Résumé**

La Sous-province métasédimentaire de Nemiscau est un domaine lithotectonique parmi les moins bien documentés de la Province du Supérieur. Malgré ce manque de connaissance, le Nemiscau a été perçu comme étant l’extension occidentale de la Sous-province d’Opinaca, ou encore celle orientale des sous-provinces de Quetico et d’English River, en Ontario. Les modèles tectoniques proposés pour ces dernières, généralement attribués à un contexte de collision-subduction, ont parfois été extrapolés au Nemiscau. Certains auteurs ont ainsi suggéré que les roches du Nemiscau (et de l’Opinaca) pourraient représenter les vestiges d’un prisme d’accrétion ou d’anciens bassins arrière-arc.

La Sous-province de Nemiscau est dominée par des roches métasédimentaires et des roches intrusives felsiques à intermédiaires, variablement migmatitisées et déformées. Des lambeaux de roches mafiques sont localement présents. Dans la zone d’étude, les unités métasédimentaires et intrusives ont été métamorphisées aux faciès des granulites et des amphibolites. Vers le nord et le sud, le Nemiscau est délimité par les sous-provinces volcano-plutoniques de La Grande et d’Opatica, respectivement. La nature des contacts entre le Nemiscau et ces unités est inconnue jusqu’au début des levés géoscientifiques du MERN en 2015. Les travaux de cartographie du MERN ont permis de définir ces contacts comme représentant des zones de cisaillement soulignées par des bandes de roches volcaniques métamorphisées aux faciès des amphibolites. Parmi les principales zones de cisaillement, soulignons la présence de la Zone de cisaillement de Rupert (ZCR) marquant le contact Nemiscau-La Grande au nord, et la Zone de cisaillement de Colomb (ZCCo) marquant le contact entre le Nemiscau et l’Opatica au sud.

Les travaux de terrain de l’été 2018 ont fait ressortir une complexité structurale au sein de la Sous-province de Nemiscau, qui semble être le résultat d’au moins cinq événements de déformation. Dans le secteur des lacs Champion et des Montagnes, le grain structural

régional montre une orientation NE-SO. Au moins deux évènements de déformation y ont été identifiés,  $D_{n-1}$  et  $D_n$ . La superposition de ces évènements génèrent des interférences de plis d'envergure régionale. Dans le secteur du lac Nemiscau, deux phases de déformation sont aussi documentées,  $D_n$  et  $D_{n+1}$ , toutes les deux avec une orientation E-O. Les fabriques associées à l'évènement  $D_{n+1}$  reprennent les fabriques NE-SO des secteurs des lacs Champion et des Montagnes. Lors de travaux de cartographie en 2015 dans le secteur du lac Rodayer, des corridors d'orientation NO-SE montrant une cinématique décrochante dextre avaient été observés. Ces structures sont associées à la Zone de cisaillement de Nottaway, reliée à l'évènement de déformation  $D_{n+2}$  régional. Une dernière fabrique «tardive» est observée dans l'ensemble de la zone d'étude, s'exprimant sous la forme d'un clivage de crénulation, généralement orienté N-S. Cette fabrique serait associée au dernier évènement enregistré par les roches de la région, le  $D_{n+3}$ .

La cinématique décro-chevauchante des contacts entre le Nemiscau et les sous-provinces adjacentes, ainsi que le fonctionnement des principaux corridors de déformation qui affectent la sous-province, pourraient s'expliquer par divers modèles d'évolution orogénique. Ces derniers devront cependant fournir une explication viable quant au mode d'enfouissement des roches du Nemiscau, jusqu'au faciès des granulites, puis quant à celui de leur exhumation subséquente. Ils devront aussi rendre compte de la phase de déformation régionale à la cinématique principalement décrochante postérieure. Néanmoins, les résultats préliminaires favorisent un modèle dans lequel les processus de transferts verticaux de la matière sont importants. Ces processus verticaux auraient été accommodés en partie par un épisode tectonique de raccourcissement N-S, qui semble aussi avoir engendré le fluage latéral de la croûte moyenne-profonde.

## Table des matières

Résumé .....	I
Table des matières .....	III
Liste des figures .....	VI
Liste des abréviations .....	VII
<b>1. INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2. LOCALISATION ET NATURE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE .....</b>	<b>4</b>
3.1. La Sous-prvince volcano-plutonique de La Grande .....	4
3.2. La Sous-prvince métasédimentaire de Nemiscau .....	5
3.3. La Sous-prvince volcano-plutonique d'Opatca .....	5
<b>4. PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE .....</b>	<b>6</b>
4.1. Quels ont été les processus tectoniques dominants de l'Archéen ? .....	6
4.2. Quel est l'environnement de formation de la Sous-prvince de Nemiscau .....	8
4.3. Quelle a été l'évolution tectonométamorphique de la Sous-prvince de Nemiscau ? .....	8
<b>5. OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>9</b>
<b>6. GÉOLOGIE STRUCTURALE .....</b>	<b>10</b>
6.1. Les phases de déformation .....	10
6.1.1. La déformation $D_{n-1}$ .....	11
6.1.2. La déformation $D_n$ .....	11

6.1.3. La déformation $D_{n+1}$ .....	12
6.1.4. La déformation $D_{n+2}$ .....	12
6.1.5. La déformation $D_{n+3}$ .....	13
6.2. Les domaines structuraux .....	13
6.2.1. Les domaines structuraux de la Sous-province de La Grande.....	14
6.2.1.1. Le domaine structural de Boisrobert .....	14
6.2.1.2. Le domaine structural des Plages .....	15
6.2.1.3. Le domaine structural de Cramoisy .....	15
6.2.2. Les domaines structuraux de la Sous-province de Nemiscau .....	16
6.2.2.1. Le domaine structural de Colomb-Chaboullié .....	16
6.2.2.2. Les domaines structuraux du Poisson blanc et de Mezières .....	17
6.2.2.3. Le domaine structural de l'Encaissé .....	18
6.2.2.4. Le domaine structural de Long .....	19
6.2.2.5. Le domaine structural de La Sicotière .....	20
6.2.3. Les domaines structuraux de la Sous-province d'Opatica.....	21
6.2.3.1. Le domaine structural de Nottaway .....	21
6.2.3.2. Le domaine structural de Théodat .....	22
6.2.3.4. Le domaine structural de Goulde .....	22
6.3. Les principales zones de cisaillement .....	23
6.3.1. La Zone de cisaillement d'Albanel (ZCA) .....	23
6.3.2. La Zone de cisaillement de Cabot (ZCCa) .....	24
6.3.3. La Zone de cisaillement de Colomb (ZCCo) .....	25
6.3.4. La Zone de cisaillement du Détour (ZCD) .....	26
6.3.5. La Zone de cisaillement de l'Échancrure (ZCE) .....	27



6.3.6. La Zone de cisaillement de Lamothe (ZCL) .....	28
6.3.7. La Zone de cisaillement de Naquiperdu (ZCNa) .....	29
6.3.8. La Zone de cisaillement de Nemiscau (ZCNe) .....	30
6.3.9. La Zone de cisaillement de Nottaway (ZCNo) .....	30
6.3.10. La Zone de cisaillement de Rupert (ZCR) .....	31
<b>7. MÉTAMORPHISME</b> .....	<b>31</b>
<b>8. DISCUSSION</b> .....	<b>33</b>
<b>9. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES</b> .....	<b>36</b>
<b>10. RÉFÉRENCES</b> .....	<b>37</b>

## Liste des figures

Figure 1. Principales divisions géologiques de la partie est de la Province du Supérieur. Localisation du secteur d'étude .....	44
Figure 2. Carte lithologique du secteur sud-est de la Sous-province de Nemiscau .....	45
Figure 3. Planche de photographies des événements de déformation observés dans la région d'étude .....	46
Figure 4. Carte tectonométamorphique simplifiée du secteur sud-est de la Sous-province de Nemiscau .....	47
Figure 5. Projections stéréographiques des fabriques planaires et linéaires des domaines tectonométamorphiques .....	48
Figure 6. Planche de photographies des principales zones de cisaillement et des fabriques associées .....	51
Figure 7. Planche de photographies des assemblages métamorphiques .....	55
Figure 8. Coupes géologiques interprétatives .....	56

## Liste des abréviations et symboles

### *Généraux*

- MERN : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec
- SNRC : Système National de Référence Cartographique
- TTG : Tonalite-trondhjémite-granodiorite
- ZCA : Zone de cisaillement d'Albanel
- ZCCa : Zone de cisaillement de Cabot
- ZCCo : Zone de cisaillement de Colomb
- ZCD : Zone de cisaillement du Détour
- ZCE : Zone de cisaillement de l'Échancrure
- ZCL : Zone de cisaillement de Lamothe
- ZCNa : Zone de cisaillement de Naquiperdu
- ZCNe : Zone de cisaillement de Nemiscau
- ZCNo : Zone de cisaillement de Nottaway
- ZCR : Zone de cisaillement de Rupert

### *Minéraux*

- AC : Actinote
- AM : Amphibole
- 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
- SR : Séricite
- SU : Staurotide
- TR : Trémolite



## 1. INTRODUCTION

La Province du Supérieur (figure 1) est le plus grand craton archéen dans le monde (Calvert et Ludden, 1999). Cette province géologique est constituée d'un assemblage de domaines lithotectoniques (ou sous-provinces), accrétés les uns aux autres durant l'orogénie Kéronéenne (2720 – 2680 Ma; Calvert et Ludden, 1999; Percival, et al., 2006 et 2012, entre autres). Ces domaines sont couramment subdivisés en quatre types sur la base de leurs caractéristiques lithologiques, structurales, métamorphiques, isotopiques, géophysiques et métallogéniques, soit des assemblages dominés par 1) des roches de haut grade métamorphique, 2) des roches métasédimentaires, 3) des roches gneisso-plutoniques de type tonalite-trondhjémite-granodiorite (TTG) et 4) des roches volcano-plutoniques (Douglas, 1973; Stockwell, 1982; Card et Ciesielski, 1986, entre autres). À ce jour, relativement peu d'études se sont intéressées à la géologie des domaines de roches métasédimentaires, malgré le fait que ces roches soient des témoins privilégiés des processus tectoniques dominants de l'Archéen et des minéralisations associées. En effet, les données géochronologiques qui sont de plus en plus abondantes dans ces domaines tendent à montrer que le dépôt des sédiments est en partie contemporain de la phase orogénique kénoréenne (Bandyayera et Daoudene, *sous presse*; David, 2018 et *en préparation*). En comparaison, de nombreuses études ont concerné et proposé différents modèles génétiques et d'évolution géodynamique pour les domaines de roches dominés par des assemblages volcano-sédimentaires et gneisso-plutoniques.

Ce projet de doctorat concerne la géologie de la partie SE de la Sous-province de Nemiscau (figure 1). Historiquement, Card et Ciesielski (1986) ont été les premiers à décrire la stratigraphie et les caractéristiques structurales et métamorphiques de cette sous-province du Supérieur, qui a alors été définie comme étant composée principalement de roches métasédimentaires, injectées par des massifs granitiques issus de la fusion partielle de ces roches métasédimentaires. La Sous-province de Nemiscau est limitée par les sous-provinces gneisso-plutoniques avoisinantes de La Grande et d'Opatica, situées au nord et au sud respectivement. D'après les travaux récents de cartographie géologique de Bandyayera et Daoudene (2017, 2018 et *sous presse*), de Bandyayera et Caron-Côté (*en préparation*) et de Pedreira et al., (2018), les contacts entre les sous-provinces correspondent souvent à des bandes des roches volcano-sédimentaires appartenant aux

groupes du lac des Montagnes au nord et de Colomb-Chaboullié au sud, auxquelles se superposent des zones de cisaillement d'envergure régionale.

Les observations structurales effectuées par Bandyayera et Daoudene (2017, 2018 et *sous presse*) et par Bandyayera et Caron-Côté (*en préparation*) montrent que l'attitude de la foliation régionale varie d'E-O à NE-SO, avec un pendage modéré à fort vers le N-NO ou vers le S-SE. Ces auteurs attribuent cette attitude à au moins deux phases de déformation. Néanmoins, les travaux de terrain reliés à ce projet de doctorat ont permis d'identifier jusqu'à cinq événements tectoniques d'étendue variée dans la région. En ce qui concerne le métamorphisme, au cœur du Nemiscau les roches métasédimentaires et les roches intrusives felsiques ont atteint le faciès des granulites, alors que vers les bordures, les assemblages minéralogiques sont typiques du faciès des amphibolites. Les assemblages minéralogiques observés à l'échelle régionale et les textures observées en lame mince d'une déformation régionale acquise à haute température et à basse pression.

Le manque de connaissance et de travaux cartographiques détaillés dans la région d'étude a souvent conduit à percevoir la Sous-province de Nemiscau comme représentant l'extension vers l'O-SO de la Sous-province d'Opinaca. Selon cette hypothèse, le Nemiscau et l'Opinaca seraient reliées par la ceinture volcano-sédimentaire du lac des Montagnes (Hocq, 1994). De plus, les différentes études portant sur l'évolution tectonique de la Province du Supérieur proposent le plus souvent sur modèle de collision-accrétion comparable à ceux prédits par le paradigme de la tectonique des plaques (Card, 1990; Calvert et Ludden, 1999; Percival et al., 2006 et 2012).

Les travaux géoscientifiques du projet *Rupert* du Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN), ayant débuté en 2015, ont pour but d'accroître la connaissance géologique et d'établir le potentiel économique de la sous-province de Nemiscau. Parallèlement, ce projet de doctorat, réalisé en collaboration avec le MERN, a pour objectif d'examiner et de réévaluer certaines interprétations concernant l'évolution tectonométamorphique de cette partie de la Sous-province de Nemiscau. Ces travaux sont aussi une occasion unique pour discuter de l'origine des grands domaines de roches sédimentaires archéennes au sein de la Province du Supérieur et ailleurs dans le monde.

## 2. LOCALISATION ET NATURE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

Les travaux de ce projet de doctorat sont concentrés dans la partie SE du territoire d'Eeyou Istchee Baie-James, au Québec (figure 1). Concrètement, la zone d'étude est située à environ 250 km au nord de la ville de Matagami et à environ 150 km au nord-ouest de Chibougamau, entre les longitudes 75°00'O et 78°00'O et les latitudes 50°45'N et 52°00'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 Chibougamau. La zone d'étude se superpose à la programmation de plusieurs années de levés géologiques menés par le MERN dans le cadre du projet *Rupert*. Dans ce rapport, cette région sera nommée Sous-province de Nemiscau ou simplement Nemiscau.

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, Remick, 1963, Gillain 1964 et 1965; entre autres) afin d'évaluer le potentiel économique des nombreuses bandes de roches volcaniques présentes à la Baie-James. Dans les années 90, les données sismiques acquises durant le projet *Lithoprobe* ont permis d'élaborer les premiers modèles structuraux et tectonique de la Sous-province d'Opatica (Benn et al., 1992; Sawyer et Benn, 1993; Davis et al., 1993, 1994 et 1995).

Plus récemment, dans les années 2000, les travaux du MERN dans la région ont eu pour but d'améliorer les connaissances géologiques le long des rivières Opinaca et Eastmain, situées au voisinage du contact entre les sous-provinces de Nemiscau et La Grande (Moukhsil, 2000; Moukhsil et al., 2001; Moukhsil et Legault, 2002). Ces travaux ont alors permis de mieux documenter la bande volcano-sédimentaire de la rivière Eastmain inférieure. Depuis 2015, des levés géologiques au 1:50 000 menés par le MERN (Bandyayera et Daoudene, 2017, 2018 et *sous presse*; Bandyayera et Caron-Côté, *en préparation*) ont permis d'affiner la cartographie de la partie SE de la Sous-province de Nemiscau (figure 1). Plus concrètement, ces travaux de cartographie ont couvert les feuillets SNRC suivants : 32K13, 32K14, 32N03 et 32N04-NE au cours de l'été 2015 (secteur du lac Rodayer), 32N06, 32N07 et 32N11 durant l'été 2016 (secteur du lac Nemiscau), 32N08 et 32N09 lors des travaux de 2017 (secteur du lac Champion) et 32O11, 32O12 et 32O14 au long de l'été 2018 (secteur du lac des Montagnes).

### **3. CONTEXTE GÉOLOGIQUE**

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

Les principales unités observées au sein des sous-provinces dans la zone d'étude sont décrites ci-dessous. Pour une description plus détaillée de ces unités, le lecteur peut consulter Bandyayera et Daoudene (2017, 2018 et *sous presse*), Bandyayera et Caron-Côté (*en préparation*) et Pedreira et al., (2018).

#### **3.1. La Sous-province volcano-plutonique de La Grande**

La Sous-province de La Grande (figure 2) est principalement constituée par des roches volcano-plutoniques métamorphisées au faciès supérieur des amphibolites et, localement, au faciès des schistes verts (Hocq, 1994). Elle est principalement constituée de roches intrusives intermédiaires à felsiques et de bandes de roches volcano-sédimentaires (Bandyayera et Daoudene, 2018 et *sous presse*).

Le Complexe de Champion (une large masse de roches intrusives de composition intermédiaire à felsique et polyphasées) et le pluton de Valiquette (un granite à biotite massif et homogène) constituent les unités intrusives le plus répandues dans notre zone d'étude. D'autres masses intrusives sont également présentes, soit les plutons d'Amikap, de Quindèle, de Béryl sud et l'Intrusion des Arques.

Les bandes volcano-sédimentaires observées appartiennent au Groupe d'Eastmain. Dans la partie nord-ouest de la région, ce groupe inclut les basaltes amphibolitisés et les roches sédimentaires de la Formation d'Anatacau-Pivert et la séquence sédimentaire de la Formation de Pontax. Dans la partie nord-est, ce groupe est formé par les basaltes amphibolitisés de la Formation de Natel et les roches métasédimentaires de la Formation d'Auclair.



### **3.2. La Sous-province métasédimentaire de Nemiscau**

La Sous-province de Nemiscau (figure 2) correspond à une vaste étendue de roches métasédimentaires et de roches plutoniques felsiques à intermédiaires, variablement migmatitisées et déformées (Remick, 1963; Gillain 1963; Valiquette, 1975; Moukhsil, 2000; Moukhsil et al., 2001; Moukhsil et Legault, 2002). Cette sous-province contient également des ceintures volcano-sédimentaires inégalement affectées par la migmatisation et la déformation (Bandyayera et Daoudene, 2017, 2018 et *sous presse*).

Les roches métasédimentaires ont été assignées au Complexe de Rupert et comprennent des paragneiss variablement migmatitisés. La migmatisation est plus intense au cœur du Nemiscau et affecte également des roches intrusives précédemment attribuées au Complexe de Champion (Bandyayera et Daoudene, 2018 et *sous presse*) mais présentement assignées au Complexe de la Hutte (Bandyayera et Caron-Côté, *en préparation*). De plus, des lambeaux de roches mafiques (rattachées au Groupe du lac des Montagnes par Bandyayera et Daoudene, *sous presse*) peuvent être observés localement. Vers les bordures nord et sud, ainsi que vers le NE, le degré de migmatisation des roches du Complexe de Rupert diminue et les évidences de fusion partielle sont peu abondantes, parfois même absentes. Des granites péralumineux résultant de la fusion partielle des métasédiments constituent la Suite de Mezières.

Au nord, la Sous-province de Nemiscau est bordée par le Groupe du lac des Montagnes, qui marque le contact avec la Sous-province de La Grande. Le Groupe du lac des Montagnes comprend majoritairement des roches volcaniques mafiques (mais aussi intermédiaires et felsiques), des roches intrusives mafiques à ultramafiques et, en moindre proportion, des roches sédimentaires.

Au sud, le Groupe de Colomb-Chaboullié sépare les sous-provinces de Nemiscau et d'Opatoca. Comme le Groupe du lac des Montagnes, le Groupe de Colomb-Chaboullié est principalement constitué de roches volcaniques mafiques, intermédiaires et felsiques, et de roches sédimentaires. Des intrusions mafiques à ultramafiques sont aussi observées.

### **3.3. La Sous-province volcano-plutonique d'Opatoca**

La Sous-province d'Opatoca (figure 2) constitue un vaste domaine de roches volcano-plutoniques (Hocq, 1994) métamorphisées au faciès des amphibolites (Simard et al., 2015).

Dans la région d'étude, la Sous-province d'Opatica est principalement constituée de roches intrusives intermédiaires à felsiques et, localement, des bandes de roches volcano-sédimentaires (Bandyayera et Daoudene, 2017; Bandyayera et Caron-Côté, *en préparation*).

Le Pluton du lac Rodayer (une vaste masse de roches intrusives intermédiaires à felsiques) constitue le socle de l'Opatica dans la zone d'étude (Benn et al., 1992; Sawyer et Benn, 1993). Ce pluton est recoupé par de nombreuses intrusions (le Complexe de Théodat, le Complexe gneissique de Dusaux, l'Intrusion du lac au Bout, l'Intrusion de Desorsons, la Suite des Canards, la Syénite de Biteau).

Dans la partie sud-ouest, les bandes de roches volcano-sédimentaires observées appartiennent au Groupe d'Evans, qui inclut les basaltes amphibolisés et les roches felsiques de la Formation de Rabbit (Brisson et al., 1998).

#### **4. PROBLÉMATIQUE DE RECHERCHE**

Alors que de nombreuses études sur la géologie archéenne se sont concentrées sur la genèse et l'évolution tectonométamorphique des terrains dominés par des assemblages volcano-sédimentaires et gneisso-plutoniques, peu d'entre elles se sont penchées sur la géologie des grands domaines de roches métasédimentaires. La Sous-province de Nemiscau constitue un de ces domaines métasédimentaires du Supérieur parmi les plus méconnues. Un tel objet géologique représente un témoin privilégié des processus tectoniques associés à la formation d'un orogène, en l'occurrence dans une période reculée de l'histoire de la terre, pour laquelle les modes de déformation de l'écorce terrestre demeurent, encore aujourd'hui, largement débattus.

La problématique de ce projet de doctorat est abordée sous la forme de trois questions principales :

##### **4.1. Quels ont été les processus tectoniques dominants de l'Archéen ?**

Le paradigme de la tectonique des plaques, qui rend bien compte des processus orogéniques du Phanérozoïque, demeure l'objet de débats depuis les années 70 en ce qui concerne l'Archéen. La plupart des orogènes actuels et anciens (incluant ceux d'âge archéen) ont été historiquement interprétés comme résultant de processus de subduction-

collision (par exemple, de Wit, 1998; Daigneault et al., 2002; Harrison et al., 2008; Griffin et al., 2014). Cependant, pour la Terre primitive, les âges proposés pour le début de la tectonique des plaques, telle qu'on la connaît à l'actuel, s'étalent entre 800 Ma et 4200 Ma, bien que plusieurs auteurs placent le début de la tectonique des plaques aux alentours de 3000 Ma (voir Arndt (2013) et références incluses).

Un certain nombre d'auteurs maintiennent ouvert le débat sur la présence de la tectonique des plaques à l'Archéen, un débat nourri par divers modèles impliquant que la subduction telle que modélisée pour les orogènes phanérozoïques était impossible, sinon mineure, durant l'Archéen (Hamilton, 1998; Bédard, 2006). Un modèle d'ailleurs fréquemment invoqué pour expliquer les caractéristiques structurales des orogènes archéens est l'instabilité gravitaire de la croûte ou «sagduction» (Gorman et al., en 1978; Collins et al., 1998; Chardon et al., 1998), qui aurait été initiée par une inversion des profils de densité au sein de la croûte archéenne avec les roches supracrustales denses (par exemple, les komatiites) «coulant» au sein de roches moins denses essentiellement constituées de TTG.

La sagduction n'est toutefois pas le seul modèle tectonique proposé pour l'Archéen. Plus récemment, d'autres modèles ont été proposés, par exemple, l'hypothèse du couvercle stagnant (*stagnant-lid*), qui fait référence à l'existence à l'Archéen d'une seule plaque lithosphérique rigide ayant été soumise à un régime convectif du manteau sous-jacent (Kamber, 2007; Debaille et al., 2013; O'Neill et al., 2013), ou celle de la dérive de plateaux océaniques entraînés par les courants mantelliques (ces plateaux ou microplaques se seraient progressivement amalgamées les uns aux autres et auraient été par la suite enfouis sous les proto-continent; Bédard et al., 2013; Bédard et Harris, 2014). D'autres modèles tectoniques, intermédiaires entre tectonique « verticale » et tectonique « chevauchante » ont aussi été proposés. Ce sont des modèles de subduction sporadique (c'est-à-dire, des périodes d'intense activité volcanique associées à l'enfouissement et l'accumulation de plaques subductées jusqu'à la base de l'asthénosphère et provoquant la montée de plumes mantelliques; O'Neill et al., 2007) et la «subduction plate», facilitée par des zones de déformation ductile au sein de la croûte océanique inférieure ou de la croûte proto-continentale; Abbott et Hoffmann, 1984; Smithies et al., 2003).

#### **4.2. Quel est l'environnement de formation de la Sous-province de Nemiscau ?**

La moitié sud de la Province du Supérieur comprend une alternance de ceintures volcano-plutoniques et métasédimentaires ainsi que de terrains plutoniques d'orientation approximative E-O (Calvert et Ludden, 1999). Ces terrains montrent des similitudes géologiques et géochimiques (Langford et Morin, 1976) de même qu'un rajeunissement progressif vers le sud (Corfu et Davis, 1992). Ces caractéristiques ont inspiré un modèle d'accrétion résultant de la migration ou convergence de nombreux terrains océaniques et proto-continentaux pendant l'Orogénie Kénoréenne, entre 2720 et 2680 Ma (par exemple, Williams et al., 1992, Calvert et Ludden, 1999; Percival et al., 2006 et 2012). Le grain structural E-O généralisé semble être compatible avec un ou plusieurs événements de raccourcissement N-S, ayant affecté la moitié sud de la Province du Supérieur (Percival et al., 2012). Le modèle géodynamique accrétionnaire proposé par Percival (2007) pour le Supérieur a conduit à percevoir le domaine du Nemiscau comme représentant les vestiges d'un prisme d'accrétion (Card, 1990; Doyon, 2004) ou d'un bassin d'arrière-arc (Moukhsil et al., 2003).

#### **4.3. Quelle a été l'évolution tectonométamorphique de la Sous-province de Nemiscau ?**

Les observations sur le terrain ont permis d'identifier jusqu'à cinq phases de déformation dans la région d'étude. Ces épisodes de déformation diffèrent, en nombre, de ceux reconnus dans d'autres sous-provinces métasédimentaires du Supérieur. Trois phases de déformation sont généralement reconnues au sein des grands domaines de roches sédimentaires tels que l'Opinaca, le Pontiac, le Quetico et l'English River (Percival et al., 2012), de même que dans la Sous-province volcano-plutonique d'Opatica (Benn et al., 1992; Sawyer et Benn, 1993).

Le nombre d'épisodes métamorphiques survenus dans la Sous-province de Nemiscau demeurent méconnus. Par contre, on sait que certaines sous-provinces de roches métasédimentaires du Supérieur sont caractérisées par une évolution polymétamorphique (par exemple, l'Opinaca, où trois événements métamorphiques ont été identifiés; Cadéron, 2003). La seule étude géothermobarométrique conduite dans la zone d'étude est celle de

Ciesielski (1979), suggérant que la migmatisation se serait produite à une pression aux alentours de 5,5 kbar à une température de 700-750°C.

Les données géochronologiques de Davis et al., (1993) semble indiquer que le principal événement de déformation métamorphique de l'Opatica aurait eu lieu entre 2700 et 2678 Ma. Selon ces auteurs, un important événement thermique, associé au pic métamorphique dans la région, serait survenu à 2678 Ma. Il n'existe cependant toujours pas de contraintes géochronologiques précises sur le métamorphisme régional au sein de la sous-province de Nemiscau.

## **5. OBJECTIFS ET MÉTHODOLOGIE**

La Sous-province de Nemiscau et les sous-provinces avoisinantes présentent des caractéristiques lithologiques (présence de grands volumes de roches de type tonalite-trondhjémite-granodiorite et de roches d'affinité komatiitique), structurales (fabriques structurales verticales à subverticales et géométrie en dômes-et-bassins) et métamorphiques (conditions de haute température et de basse pression) typiques des terrains archéens.

L'étude de cette région vise à déterminer l'évolution tectonométamorphique de la Sous-province de Nemiscau et de conceptualiser un modèle géodynamique en termes de tectonique globale à l'Archéen. Cet objectif principal est divisé en plusieurs objectifs spécifiques :

- 1) Identifier les unités stratigraphiques de la région d'étude.
- 2) Caractériser les différents événements de déformation et les grandes structures d'échelle régionale.
- 3) Caractériser le/s événement/s métamorphique/s régional/aux.
- 4) Déterminer les relations temporelles entre déformation et métamorphisme.

La réalisation de ces objectifs permettra d'élaborer un modèle géodynamique pour la région qui pourra être extrapolé à des contextes similaires de la Province du Supérieur ou de d'autres terrains archéens dans le monde. En termes de méthodologie, ce travail de doctorat comprend donc :

- 1) Un volet cartographique centré sur la réalisation de cheminements-clés (transects) orientés perpendiculairement aux fabriques régionales et traversant l'ensemble de la région d'étude. Chaque affleurement inclut une analyse pétrographique, structurale

et, au besoin, métamorphique détaillée et un échantillonnage systématique pour litho-géochimie, lames minces ou polies, et géochronologie U/Pb et/ou  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$ .

- 2) Une étude pétrographique et structurale des lames minces au microscope. Celle-ci permettra de caractériser la pétrographie des roches et de vérifier les critères cinématiques observés sur le terrain.
- 3) Une modélisation thermodynamique, à l'aide du logiciel Perple\_X, à partir duquel des pseudo-sections seront construites. Cette modélisation permettra de déterminer quelles ont été les conditions P-T des paragenèses métamorphiques.
- 4) Une étude géochronologique en U-Pb sur zircons et thermochronologique en  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  sur amphiboles et micas, afin de contraindre l'âge du plutonisme, des événements de déformation régionale et du pic métamorphique.

## **6. GÉOLOGIE STRUCTURALE**

Les roches de la région furent principalement déformées lors de l'orogénie Kénoréenne (2720 – 2680 Ma; Calvert et Ludden, 1999; Percival et al., 2006 et 2012; entre autres). Le grain structural régional E-O est interprété comme le résultat d'un raccourcissement N-S au cours duquel les différents terrains lithotectoniques de la Province du Supérieur se sont amalgamés les uns aux autres le long de la bordure d'un proto-craton (Thurston et Chivers, 1990; Calvert et Ludden, 1999).

### **6.1. Les phases de déformation**

Trois événements de déformation ( $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$ ) ont été précédemment reconnues par Benn et al., (1992) et Sawyer et Benn (1993) dans le secteur du lac Rodayer (Sous-province d'Opatca). Selon ces auteurs, l'événement  $D_1$  correspond au développement de la foliation gneissique observée au sein des roches du Pluton du lac Rodayer. Cette foliation possède une orientation ENE-OSO et un pendage modéré variable vers le NO ou le SE, elle est interprétée comme liée à un événement de déformation de la croûte moyenne qui aurait localement produit des mylonites. Cet événement serait le résultat d'un épisode chevauchant des assemblages volcano-sédimentaires de la Ceinture de Frotet-Evans sur l'Opatca. L'événement  $D_2$  est attribué à un raccourcissement NNO-SSE affectant les roches du Pluton du lac Rodayer et dont les surfaces axiales des plis seraient orientés E-O.

Les linéations d'étirement associées à  $D_2$  sont orientées NNO-SSE et sont attribuées à un second épisode de chevauchement (par exemple, le chevauchement du lac Rodayer). La dernière phase de déformation,  $D_3$ , serait reliée à un événement transpressif associé à un système de failles décrochantes conjuguées orientées NO-SE (dextres) et NE-SO (senestres).

Dans la zone d'étude, les observations de terrain ont permis de distinguer des fabriques structurales planaires et linéaires affectant la quasi-totalité des roches de ce secteur. D'après les travaux du MERN, ces fabriques structurales sont associées à au moins deux phases de déformation ( $D_2$  et  $D_3$ ). Cependant, les travaux de terrain de ce projet de doctorat semblent indiquer l'existence de cinq phases de déformation ( $D_{n-1}$ ,  $D_n$ ,  $D_{n+1}$ ,  $D_{n+2}$  et  $D_{n+3}$ ). La correspondance de ces phases de déformation avec celles décrites d'après les travaux du MERN ou par Benn et al., (1992) et Sawyer et Benn (1993) reste à être déterminée.

#### **6.1.1. La déformation $D_{n-1}$**

La déformation  $D_{n-1}$  (figures 3A et 3B) est matérialisée par une foliation  $S_{n-1}$  observée dans la partie NE de la région d'étude (secteurs du lac Champion et du lac des Montagnes). La foliation  $S_{n-1}$  possède une orientation moyenne NE-SO et un pendage modéré à fort ( $> 45^\circ$ ) vers le NO ou le SE. Cette fabrique s'exprime généralement par un litage primaire parallèle à une foliation pénétrative dans les roches métasédimentaires et métavolcaniques. Localement, la  $S_{n-1}$  est représentée par un rubanement migmatitique affectant les roches métasédimentaires ou une gneissosité dans certaines roches intrusives. La foliation  $S_{n-1}$  est généralement soulignée par l'orientation préférentielle de grains de biotite et de hornblende. La foliation  $S_{n-1}$  porte une linéation minérale et/ou d'étirement  $L_{n-1}$  à plongement modéré à fort ( $> 40^\circ$ ) vers le SO.

#### **6.1.2. La déformation $D_n$**

La déformation  $D_n$  (figures 3B-3F) s'exprime par une fabrique planaire  $S_n$  observée régionalement. Elle est présente autant dans la Sous-province de Nemiscau que dans les sous-provinces avoisinantes de La Grande et d'Opatica. Il s'agit de la phase de déformation la plus répandue. L'orientation et le pendage de  $S_n$  varie selon les domaines tectonométamorphiques. Généralement, son attitude varie d'E-O à NE-SO et les pendages

sont généralement modérés à forts ( $> 45^\circ$ ). Ces caractéristiques structurales sont compatibles avec un raccourcissement N-S subhorizontal (Percival et al., 2012). La fabrique  $S_n$  est souvent soulignée par une foliation pénétrative dans les roches métasédimentaires et métavolcaniques et par un rubanement migmatitique dans certaines roches métasédimentaires et roches intrusives. Dans les roches intrusives des sous-provinces de La Grande et d'Opatoca,  $S_n$  est moins bien exprimée, mais elle est caractérisée par l'orientation préférentielle des minéraux ferromagnésiens (la biotite, l'amphibole et/ou le pyroxène). La foliation  $S_n$  porte une linéation minérale et/ou d'étirement à direction et à plongement variable selon le domaine tectonométamorphique.

Dans le domaine structural de La Sicotière (voir la section 6.2.2.5. *Le domaine structural de La Sicotière*), les déformations  $D_{n-1}$  et  $D_n$  peuvent être observées. La différence majeure entre ces deux déformations est soulignée par le plongement des linéations associées aux fabriques planaires. La foliation  $S_{n-1}$  porte une linéation  $L_{n-1}$  à plongement modéré à fort ( $> 40^\circ$ ) dirigé vers le SO tandis que la fabrique  $S_n$  porte une linéation  $L_n$  à faible plongement ( $< 30^\circ$ ) dirigé vers le SO.

### 6.1.3. La déformation $D_{n+1}$

La déformation  $D_{n+1}$  (figures 3C et 3D) a été observé dans le secteur du lac Encaissé. Une fabrique  $S_{n+1}$  est généralement associée à des plis  $P_{n+1}$  (figure 3D) droits, serrés ou isoclinaux, et d'orientation E-O affectant  $S_n$ . Localement, les plis  $P_{n+1}$  sont des plis en fourreau. Dans le secteur NE de la zone d'étude,  $S_{n+1}$  est une schistosité de crénulation qui transpose la foliation  $S_n$  (figure 3C). La complexité et la superposition des structures  $S_n$  et  $S_{n+1}$  rendent souvent difficile leur identification sur le terrain.  $D_n$  et  $D_{n+1}$  semblent correspondre à deux épisodes de déformation distincts, les deux étant cependant associés à une phase de raccourcissement N-S. Ces deux phases pourraient alors s'inscrire dans un continuum de déformation régionale. Les deux générations de fabrique seraient alors reliées à un événement tectonique progressif selon un raccourcissement N-S, une interprétation selon laquelle  $D_{n+1}$  se serait développée tardivement durant la phase de déformation  $D_n$ .

### 6.1.4. La déformation $D_{n+2}$



La déformation  $D_{n+2}$  (figure 3E) est visible dans la partie SO de la zone d'étude, principalement le long de grandes zones de cisaillement décrochant telle que, par exemple, la Zone de cisaillement de Nottaway. La foliation  $S_{n+2}$  est matérialisée par une foliation mylonitique et localement par une schistosité de crénulation qui reprend la fabrique planaire associée à l'événement  $D_n$ . Le long de la Zone de cisaillement de Nottaway,  $S_{n+2}$  est orientée NO-SE, avec un pendage subvertical ( $> 70^\circ$ ) souvent vers le NE, parfois vers le SO.  $D_{n+2}$  pourrait aussi être compatible avec un raccourcissement N-S, mais se traduisant ici par une extrusion latérale de matériel crustal. Des caractéristiques structurales similaires ont été observées au contact des sous-provinces d'Opatoca et d'Abitibi (Leclerc et Caron-Côté, 2017), où Daoudene et al., (2016) ont proposé que le fonctionnement de la Zone de cisaillement de Nottaway en décrochement dextre aurait permis le fluage latéral de la croûte. Cette foliation  $S_{n+2}$  porte une linéation minérale et/ou d'étirement  $L_{n+2}$  subhorizontale ( $< 20^\circ$ ) suggérant une cinématique essentiellement décrochante. Sur le terrain, elle est généralement soulignée par l'orientation préférentielle des amphiboles.

#### **6.1.5. La déformation $D_{n+3}$**

La déformation  $D_{n+3}$  (figure 3F) est, de façon similaire à  $D_{n+2}$ , une déformation très localisée à l'échelle régionale. Cette déformation s'exprime principalement par une schistosité de crénulation, localement par une foliation mylonitique, d'orientation NNE-SSO. Les travaux de Bandyayera et Daoudene (2017 et *sous presse*) suggèrent la présence de zones de cisaillement de cette orientation, déduites des données géophysiques. La foliation  $S_{n+3}$  possède un pendage subvertical ( $> 80^\circ$ ). Elle est soulignée par une orientation préférentielle des grains d'amphibole et des agrégats quartzo-feldspathiques. Les indicateurs cinématiques associées à  $D_{n+3}$  ne sont pas nombreux, mais ils semblent indiquer une cinématique apparente senestre. Parallèlement, les grandes structures déduites des imageries géophysiques semblent montrer des déplacements senestres affectant les roches du Groupe du lac des Montagnes (Bandyayera et Daoudene, 2017 et *sous presse*).

#### **6.2. Les domaines structuraux**

Douze domaines structuraux ont été définis par Bandyayera et Daoudene (2017, 2018 et *sous presse*), Bandyayera et Caron-Côté (*en préparation*) et Pedreira et al., (2018) à partir

des données lithologiques, structurales, métamorphiques et géophysiques (figure 4). Ces domaines sont généralement séparés par des zones de cisaillement. Les caractéristiques structurales de ces domaines sont présentées ci-dessous.

## **6.2.1. Les domaines structuraux de la Sous-province de La Grande**

### **6.2.1.1. Le domaine structural de Boisrobert**

Le domaine structural de Boisrobert (figure 4) est constitué des unités de roches plutoniques regroupées principalement dans le Complexe de Champion. Dans ce domaine tectonométamorphique, les roches intrusives ne présentent pas généralement de fabrique de déformation bien exprimée. Cependant, les unités réputées les plus précoces du complexe sont généralement plus déformées que les unités tardives (voir Bandyayera et Daoudene, *sous presse*) pour plus de détails sur les unités du Complexe de Champion). Le domaine de Boisrobert est séparé des domaines adjacents (de Mezières, des Plages et de La Sicotière) par les zones de cisaillement du Détour, de Rupert et de Nemiscau. Le domaine de Cramoisy (voir la section 6.2.1.3. *Le domaine structural de Cramoisy*) est également avoisinant au domaine de Boisrobert, mais la nature du contact entre les deux domaines est indéterminée.

Dans le domaine de Boisrobert, la fabrique structurale principale semble être associée à  $D_n$ . La foliation  $S_n$  est définie par l'orientation préférentielle des grains de biotite et de hornblende. L'attitude de  $S_n$  est assez variable, mais la distribution des pôles montre une orientation globale NE-SO et un pendage généralement supérieur à  $50^\circ$  vers le NO et vers le SE (figure 5). La distribution des pôles de la foliation  $S_n$  semble indiquer la présence d'une succession de synformes et d'antiformes avec des plans axiaux orientés NE-SO. Néanmoins, la faible quantité de données structurales provenant des plans axiaux et des charnières de plis ne permettent pas de caractériser plus précisément ces plis.

L'attitude des linéations d'étirement et minérale  $L_n$  dans le domaine de Boisrobert est difficilement interprétable, puisque ces linéations n'ont été que très rarement observées. La fabrique gneissique observée sur certaines unités du Complexe de Champion pourrait correspondre à un événement de déformation  $D_{n-1}$  ou antérieur.

### **6.2.1.2. Le domaine structural des Plages**

Le domaine structural des Plages (figure 4) est restreint au secteur NE de la zone d'étude. Ce domaine est délimité par les domaines de Boisrobert au nord et de La Sicotière au sud. Le domaine structural des Plages comprend donc des roches des sous-provinces de La Grande et de Nemiscau.

La fabrique régionale observée au sein de ce domaine est associée  $D_n$ . L'attitude globale de la foliation  $S_n$  est NE-SO et le pendage est généralement supérieur à  $45^\circ$  vers le NO et vers le SE (figure 5). Étant donné que ce domaine affecte des roches intrusives de la Sous-province de La Grande et des roches métasédimentaires et métavolcaniques de la Sous-province de Nemiscau, l'expression de la foliation  $S_n$  est très variable. Généralement,  $S_n$  est soulignée par l'orientation préférentielle des minéraux ferromagnésiens, tels que la biotite, la hornblende et le pyroxène. La même fabrique s'exprime par un alignement ou un aplatissement des grains de quartz, de feldspath ou des agrégats quartzo-feldspathiques affectant les roches intrusives du Complexe de Champion.

Les linéations d'étirement et minérales  $L_n$  sont fréquemment observées au sein du domaine des Plages.  $L_n$  est souvent soulignée par le grand axe des cristaux d'amphibole ou par des grains de quartz. La linéation  $L_n$  est généralement dirigée vers le SO avec un plongement modéré à fort ( $> 45^\circ$ ; figure 5).

### **6.2.1.3. Le domaine structural de Cramoisy**

Le domaine structural de Cramoisy (figure 4) est localisé dans l'extrémité NE de la région. Ce domaine est constitué par des roches intrusives de composition variée (par exemple, des roches gneissiques du Complexe de Champion et les plutons de Quindèle et de Béryl-Sud, entre autres) ainsi que par des roches volcano-sédimentaires du Groupe d'Eastmain. Le domaine de Cramoisy est séparé des domaines adjacents, le domaine des Plages et le domaine de La Sicotière, par les zones de cisaillement de Nemiscau (ZCNe) et de Rupert (ZCR) respectivement.

Les principales fabriques structurales observées au sein du domaine de Cramoisy ont été attribuées à la déformation  $D_n$ . L'attitude de la foliation  $S_n$  de ce domaine est orientée environ NE-SO et à fort pendage ( $> 50^\circ$ ) vers le NE et vers le SO, de façon similaire au domaine de Boisrobert (figure 5). La foliation  $S_n$  se matérialise par l'orientation

préférentielle des minéraux ferromagnésiens. Dans les roches intrusives,  $S_n$  peut aussi s'exprimer par l'alignement ou l'aplatissement des grains de quartz ou des agrégats quartzo-feldspathiques.

Les linéations d'étirement ou minérales sont parfois observées dans ces roches, principalement au sein des roches volcano-sédimentaires du Groupe d'Eastmain. La linéation  $L_n$  est généralement dirigée vers le SO avec un plongement modéré à fort ( $> 40^\circ$ ; figure 5).

## **6.2.2. Les domaines structuraux de la Sous-province de Nemiscau**

### **6.2.2.1. Le domaine structural de Colomb-Chaboulié**

Le domaine structural de Colomb-Chaboulié (figure 4) est constitué d'un assemblage de roches volcano-sédimentaires appartenantes à la Sous-province de Nemiscau (Bandyayera et Daoudene, *sous presse*). Ce domaine est séparé du terrain plutonique de Théodat, au sud, par la Zone de cisaillement de Colomb (ZCCo). Au nord, ce domaine est en contact avec les roches du domaine du Poisson blanc, mais cette limite nord est souvent masquée par des intrusions granitiques.

Les fabriques planaires observées au sein du domaine de Colomb-Chaboulié sont principalement associées à la déformation  $D_n$ . La foliation  $S_n$  est diffuse à l'échelle régionale et généralement bien exprimée dans les roches volcaniques et sédimentaires. La distribution des pôles de  $S_n$  montre une orientation générale NE-SO à E-O et des pendages supérieurs à  $50^\circ$ , majoritairement vers le sud (figure 5). Cette foliation est marquée principalement par l'orientation des minéraux ferromagnésiens (biotite et amphibole). Dans les faciès volcaniques, l'aplatissement des coussins est également parallèle à l'attitude de  $S_n$ .

La foliation  $S_n$  porte une linéation d'étirement et/ou minérale  $L_n$ , souvent soulignée par le grand axe des cristaux d'amphibole et de plagioclase. La linéation  $L_n$  est généralement dirigée vers le S-SE avec un plongement modéré à fort ( $> 40^\circ$ ; figure 5).

Dans le coin SO, la phase de déformation  $D_{n+2}$  est localement observée. Cette déformation est exprimée par un clivage de crénulation  $S_{n+2}$  affectant la foliation  $S_n$ . La fabrique  $S_{n+2}$  est associée à la Zone de cisaillement de Nottaway (ZCNo), et montre des

caractéristiques structurales identiques à celles du domaine de Nottaway (voir la section 6.2.3.1. *Le domaine structural de Nottaway*).

#### **6.2.2.2. Les domaines structuraux du Poisson blanc et de Mezières**

Les domaines structuraux du Poisson blanc et de Mezières (figure 4) montrent des caractéristiques lithologiques, structurales et métamorphiques très similaires entre eux. La seule différence majeure est la présence de roches volcaniques du Groupe du lac des Montagnes dans le domaine de Mezières. Au sud, les roches du domaine du Poisson blanc sont en contact (faillé ou dépositionnel) avec les roches du Groupe de Colomb-Chaboullié qui en marque d'ailleurs la limite sud. Au nord, il est limité par le domaine d'Encaissé le long de la Zone de cisaillement de Naquiperdu (ZCNa). Le domaine de Mezières, quant à lui, est délimité au nord par la Zone de cisaillement du Détour (ZCD) et au sud par la Zone de cisaillement de l'Échancrure (ZCE).

Les fabriques planaires observées au sein de ces deux domaines sont attribuées à la déformation  $D_n$ . La foliation  $S_n$  est généralement orientée E-O et montre un pendage supérieur à  $50^\circ$  dirigé vers le sud dans le domaine Poisson blanc et vers le nord dans le domaine de Mezières (figure 5). Cette foliation est principalement observée dans les roches métasédimentaires variablement migmatitisées du Complexe de Rupert, où elle s'exprime par un rubanement migmatitique. Généralement, cette foliation est marquée par l'orientation préférentielle des feuillets de biotite, alors que des feuillets de muscovite et l'aplatissement de porphyroblastes de grenat et/ou de cordiérite la soulignent localement. Des amas de sillimanite alignés parallèlement à la foliation  $S_n$  sont aussi parfois observés. Dans les roches métavolcaniques du Groupe du lac des Montagnes,  $S_n$  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 domaine de Mezières. Dans ce domaine,  $L_n$  présente globalement une attitude ESE-ONO et un plongement modéré à fort (entre  $25$  et  $70^\circ$ ) principalement dirigé vers l'ONO (figure 5). Quand elle est observée au sein du domaine du Poisson blanc,  $L_n$  possède une orientation et un plongement similaire au domaine de Mezières, mais avec un plongement plutôt dirigé vers l'ESE (figure 5).

À proximité des zones de cisaillement de Naquiperdu (ZCNa) et de l'Échancrure (ZCE), la fabrique structurale des roches métasédimentaires migmatitisées est généralement plus rectiligne qu'ailleurs, par exemple, le rubanement est généralement plus planaire.

### **6.2.2.3. Le domaine structural d'Encaissé**

Le domaine structural d'Encaissé (figure 4) est situé entre les domaines de Mezières, au nord, et du Poisson blanc, au sud. Il est séparé des domaines adjacents par les zones de cisaillement de l'Échancrure (ZCE) au nord, et de Naquiperdu (ZCNa) au sud. Le domaine d'Encaissé est souligné par une zone de forte susceptibilité magnétique orientée E-O, qui s'atténue rapidement vers l'est.

Ce domaine structural est principalement constitué des roches métasédimentaires intensément migmatitisées du Complexe de Rupert. Comparativement aux domaines environnants, les roches métasédimentaires du domaine d'Encaissé sont enrichies de manière considérable en orthopyroxène et elles sont souvent très magnétiques. Le contenu en grenat semble cependant être inférieur à celui des domaines adjacents. Le domaine d'Encaissé se démarque aussi par la présence de roches intrusives felsiques du Complexe de la Hutte (Bandyayera et Caron-Côté, *en préparation*). Ces roches, de composition dioritique à tonalitique, contiennent de l'orthopyroxène et des quantités variables de clinopyroxène, d'amphibole et de biotite, et elles sont souvent caractérisées par des textures gneissiques et par de la fusion partielle. Des horizons d'amphibolites, variablement migmatitisées, sont observés sous la forme de lentilles métriques à décimétriques, spatialement associées aux bordures de ces massifs de roches felsiques. Certains aspects texturaux tels que la présence d'amas d'épidote ou d'un litage bien préservé laissent supposer qu'au moins une partie des roches mafiques pourrait être d'origine volcanique. Les amphibolites présentent un assemblage minéralogique principalement constitué de hornblende, de plagioclase, de clinopyroxène et, en moindre quantité, de biotite et d'épidote.

La fabrique principale des roches de ce domaine est la foliation  $S_n$  orientée E-O qui possède un pendage généralement supérieur à  $50^\circ$  vers le nord ou vers le sud (figure 5). Cette fabrique  $S_n$  dessine des structures en dômes-et-bassins, au cœur desquelles affleurent, respectivement, des roches plutoniques et des roches métasédimentaires.

La foliation  $S_n$  porte une linéation d'étirement et/ou minérale  $L_n$  orientée ONO-ESE et généralement à faible plongement ( $< 35^\circ$ ) vers l'est ou vers l'ouest (figure 5). Cette linéation est matérialisée par l'étirement des cristaux de quartz ou d'amas quartzo-feldspathiques.

Sur la carte géologique, l'orientation de  $S_n$  apparaît donc similaire dans les domaines d'Encaissé, de Mezières et du Poisson blanc (figure 5). Sur les projections stéréographiques, la répartition des pôles des plans de la foliation  $S_n$  dans les trois domaines forme essentiellement deux populations, une à fort pendage vers le nord et une autre vers le sud. Toutefois, dans le domaine d'Encaissé, la répartition des pôles des mesures de la foliation  $S_n$  semble définir une bande N-S qui relie les deux groupes de forte densité. Cette répartition particulière des pôles semble être le produit d'un plissement important dans le domaine d'Encaissé où les plis  $P_{n+1}$  serrés à isoclinaux sont communément orientés E-O, avec des axes plongeant faiblement vers l'E-NE. À l'échelle du domaine d'Encaissé, les trajectoires des foliations  $S_n$  et  $S_{n+1}$  sont difficile à différencier puisqu'elles sont souvent confondues.

Une hypothèse, qui demeure à être validée, serait que ces dômes sont l'expression en carte de plis en fourreau d'échelle kilométrique. Cette hypothèse est appuyée par la découverte de rares plis macroscopiques en fourreau, affectant les paragneiss migmatitisés du Complexe de Rupert. À l'instar des axes de plis serrés à isoclinaux, les axes de ces plis en fourreau plongent faiblement vers l'est, une orientation suggérant qu'ils sont possiblement associés  $D_{n+1}$ .

#### **6.2.2.4. Le domaine structural de Long**

Le domaine structural de Long (figure 4) est localisé dans la partie orientale de la zone d'étude. Il est délimité au nord par le domaine de La Sicotière, le long de la Zone de cisaillement d'Albanel (ZCA) et au sud, par le domaine de Mezières le long de la Zone de cisaillement du Détour (ZCD). Le domaine structural de Long se caractérise par la présence de migmatites dérivées de la fusion partielle des roches sédimentaires appartenantes à la Sous-province de Nemiscau et des roches intrusives associées (tonalites et granodiorites généralement). Ce domaine est également caractérisé par l'absence de roches volcaniques par rapport aux domaines adjacents.

Les principales fabriques planaires observées au sein du domaine structural de Long sont associées à l'événement  $D_n$ . La foliation  $S_n$  est globalement orientée E-O et elle montre un pendage supérieur à  $50^\circ$  dirigé vers le sud (figure 5). La distribution statistique de la foliation est similaire à celle observée au sein du domaine du Poisson blanc. La foliation  $S_n$  s'exprime par un rubanement migmatitique dans les roches métasédimentaires et par une gneissosité dans les roches intrusives.

La foliation  $S_n$  porte une linéation d'étirement ou minérale  $L_n$ . Cette linéation  $L_n$  présente globalement une attitude E-O et un plongement faible à modéré ( $< 50^\circ$ ) vers le sud (figure 5).

#### **6.2.2.5. Le domaine structural de La Sicotière**

Le domaine structural de La Sicotière (figure 4) est localisé dans la partie NE de la région d'étude. Géologiquement, ce domaine est composé des roches volcaniques du Groupe du lac des Montagnes, qui délimitent le domaine au nord et sud, et des roches métasédimentaires peu ou pas migmatitisées du Complexe de Rupert, localisées au cœur du domaine de La Sicotière. En moindre proportion, des intrusions granitiques de la Suite de Mezières et des roches intrusives du Complexe de la Hutte sont également observées. Le domaine de La Sicotière est séparé des domaines adjacents par les zones de cisaillement de Rupert (ZCR) et d'Albanel (ZCA), au nord et au sud. Il est également traversé par la Zone de cisaillement de Cabot (ZCCa).

Le domaine de La Sicotière expose des fabriques structurales associées à au moins deux phases de déformation,  $D_{n-1}$  et  $D_n$ , les cartes du champ magnétique (voir les feuillets SNRC 32N07, 32O12 et 32O14 sur [www.sigeom.com](http://www.sigeom.com)) montrant d'ailleurs des motifs d'interférence de plis. À l'échelle de l'affleurement, ces motifs d'interférence peuvent être localement observés.

Les fabriques planaires associées à la phase  $D_{n-1}$  correspondent à une foliation  $S_{n-1}$  pénétrative observée au sein des roches métasédimentaires et métavolcaniques.  $S_{n-1}$  s'exprime également sous la forme d'un rubanement migmatitique dans les roches métasédimentaires migmatitisées. L'orientation globale de cette fabrique est NE-SO et le pendage est subvertical ( $> 60^\circ$ ) vers le NO ou vers le SE (figure 5). Sous le microscope, la foliation  $S_{n-1}$  est soulignée par l'orientation préférentielle des minéraux ferromagnésiens



tels que la biotite et la hornblende, plus localement, par des grains de chlorite et d'actinotérmolite.

$S_{n-1}$  contient une linéation d'étirement et/ou minérale,  $L_{n-1}$ , généralement observée dans les roches mafiques et ultramafiques. Cette linéation se caractérise par un angle de chute prononcé, entre 40 et 75°, et par une orientation moyenne vers le SO (figure 5).

Dans le domaine de La Sicotière, la foliation  $S_{n-1}$  est reprise par une fabrique  $D_n$ , qui s'exprime par une schistosité de crénulation,  $S_n$ , d'orientation NE-SO et à pendage élevé (> 50°) vers le NO ou vers le SE (figure 5). Dans les roches métasédimentaires, cette fabrique s'exprime par l'alignement des aluminosilicates. La déformation  $D_n$  peut être également observée sous la forme de plis  $P_n$  ouverts à serrés. Les plans axiaux de  $P_n$  sont globalement orientés NE-SO et ils sont généralement droits. Leurs axes plongent modérément à faiblement vers le SO.

La foliation  $D_n$  porte une linéation minérale ou d'étirement,  $L_n$ , généralement développée et mieux exprimée au sein des roches métasédimentaires. La linéation  $L_n$  est globalement dirigée vers le SO et son plongement est faible (< 30°; figure 5).

L'événement  $D_{n+3}$  est visible dans le domaine de La Sicotière. Les déformations associées à cet événement sont des plis  $P_{n+3}$  affectant les fabriques  $D_{n-1}$  et  $D_n$ . Les plans axiaux des plis  $P_{n+3}$  sont globalement subverticaux et orientés NNE-SSO.

### **6.2.3. Les domaines structuraux de la Sous-province d'Opatca**

#### **6.2.3.1. Le domaine structural de Nottaway**

Le domaine structural de Nottaway (figure 4) est situé dans la partie SO de la région d'étude. Il est constitué par une partie des roches intrusives et des roches volcaniques de la Sous-province d'Opatca. La déformation observée au sein de ce domaine structural est principalement associée à la Zone de cisaillement de Nottaway (ZCNo), un couloir d'orientation NO-SE. Les fabriques planaires observées sont associées à la phase  $D_{n+2}$ . Elles sont généralement exprimées par une foliation mylonitique, parfois par une schistosité de crénulation, affectant des fabriques associées à  $D_n$ . L'orientation des fabriques  $S_{n+2}$  est similaire à celle du couloir de déformation, soit NO-SE. Leur pendage est subvertical (> 70°) et généralement dirigé vers le NE (figure 5).

Cette foliation porte une linéation minérale et/ou d'étirement  $L_{n+2}$  très bien exprimée, orientée NO-SE avec un plongement faible ( $< 15^\circ$ ) vers le NO ou vers le SE (figure 5), témoignant d'une cinématique essentiellement décrochante.

### **6.2.3.2. Le domaine structural de Théodat**

Le domaine structural de Théodat (figure 4) est principalement constitué par les roches intrusives de composition variée de la Sous-province d'Opatica, notamment le Pluton du lac Rodayer et le Complexe de Théodat. Ce domaine est limité par la Zone de cisaillement de Nottaway (ZCNo) au SO et par la Zone de cisaillement de Colomb (ZCCo) au NO et au nord.

Deux fabriques planaires sont observées. Les unités interprétées comme les plus anciennes présentent généralement un degré de déformation plus important, qui s'exprime par une foliation gneissique ou migmatitique ( $S_{n-1}$  ou antérieur). Les roches intrusives sont principalement affectées par la foliation  $S_n$ , d'orientation E-O et montrant un pendage variable vers le nord ou vers le sud (figure 5). Dans ce domaine structural, les trajectoires de foliation semblent dessiner une succession de vastes synformes et antiformes dont les plans axiaux sont orientés E-O. La foliation  $S_n$  n'est pas très bien exprimée mais elle est souvent marquée par l'alignement préférentielle des minéraux ferromagnésiens (biotite, amphibole et/ou pyroxène) et, dans une moindre mesure, par l'alignement ou l'aplatissement des grains de quartz ou des agrégats de quartz et de feldspath.

Aucune linéation minérale ou d'étirement visible n'a pas été observée dans ce domaine.

Localement, notamment à proximité de la ZCNo, les roches du domaine de de Théodat sont affectées par la déformation  $D_{n+2}$ .

### **6.2.3.3. Le domaine structural de Goulde**

Le domaine structural de Goulde (figure 4) est localisé dans le secteur E-SE de la région d'étude. Ce domaine contient des roches intrusives du Complexe de Théodat. Il est limité au nord par le domaine structural de La Sicotière, duquel il est séparé par la Zone de cisaillement d'Albanel (ZCA). Le contact avec le domaine structural de Long, situé à l'ouest, est marqué par la présence de roches intrusives de composition granodioritique et granitique.

La déformation observée au sein de ce domaine est similaire à celle observée dans le domaine de Théodat. En effet, les unités interprétées comme étant les plus anciennes montrent une foliation gneissique qui pourrait être associée à l'événement  $D_{n-1}$ . Néanmoins, la principale fabrique structurale observée au sein du domaine de Goulde est associée à  $D_n$ . La foliation  $S_n$  possède une orientation moyenne NE-SO à E-O et un pendage élevé ( $> 50^\circ$ ) vers le NO ou le SE (figure 5). La distribution statistique des pôles de foliation laisse supposer, comme dans les domaines de Théodat et de Boisrobert, la présence d'une série d'antiformes et de synformes. Localement, une foliation magmatique soulignée par l'orientation des phénocristaux de feldspath potassique est concordante à  $S_n$ , suggérant une mise en place contemporaine à la phase de déformation  $D_n$  de certaines unités (par exemple, la Suite de La Sicotière).

L'attitude des linéations d'étirement et minérale  $L_n$  dans le domaine de Goulde est difficilement interprétable, puisque ces linéations sont rarement observées. La linéation  $L_n$  est généralement dirigée vers le SO avec un plongement modéré à subvertical ( $> 40^\circ$ ; figure 5).

### **6.3. Les principales zones de cisaillement**

À ce jour, dix zones de cisaillement distinctes ont été identifiées dans la région suite aux travaux de cartographie du projet *Rupert* (Bandyayera et Daoudene, 2017, 2018 et *sous presse*; Bandyayera et Caron-Côté, *en préparation*) et de ce projet de doctorat (figure 4). Certaines de ces zones de cisaillement avaient déjà été identifiées au cours de travaux antérieurs. Les zones de cisaillement précédemment reconnues sont celles du lac Colomb et de la rivière Nottaway (par exemple, Sawyer et Benn, 1993).

Dans les sections qui suivent, les caractéristiques structurales des principales zones de cisaillement qui traversent la région d'étude sont décrites.

#### **6.3.1. La Zone de cisaillement d'Albanel (ZCA)**

La Zone de cisaillement d'Albanel (ZCA), initialement déduite des données métamorphiques et structurales de Bandyayera et Daoudene (2017), est représentée par un corridor de déformation orienté approximativement NE-SO. Les travaux récents de Bandyayera et Caron-Côté (*en préparation*) ont permis de décrire plusieurs affleurements

affectés par cette zone de déformation et, d'après les observations effectuées, la ZCA matérialiserait la limite structurale entre les sous-provinces de Nemiscau et d'Opatica. De plus, la ZCA est définie comme un corridor séparant deux domaines tectonométamorphiques contrastés de la Sous-province de Nemiscau, les domaines de La Sicotière et de Long.

À l'affleurement, les roches situées sur le tracé de la ZCA sont généralement très déformées et présentent une forte fabrique structurale (figure 6A), généralement une schistosité très pénétrative.

Les fabriques planaires de la ZCA sont associées à l'événement  $D_n$ . La foliation régionale y possède une attitude NE-SO et un pendage modéré à subvertical (entre 45 et 85°) généralement vers le SE, parfois vers le NO. Les linéations d'étirement et minérales sont fréquemment observées mais elles semblent être reliées à deux épisodes de déformation distincts. Ainsi, les linéations observées au sein des roches mafiques, plus compétentes, montrent une orientation NE-SO et un plongement modéré à fort, entre 45 et 70°, vers le SO, alors que les linéations observées dans les roches métasédimentaires et intrusives montrent une orientation similaire mais des plongements faibles à modérés, entre 10 et 35°, dirigés également vers le SO. Ces caractéristiques structurales pourraient correspondre, respectivement, aux événements de déformation  $D_{n-1}$  et  $D_n$ .

Les indicateurs de sens de cisaillement sont relativement peu abondants le long de la ZCA. Il s'agit principalement de clastes montrant le développement d'ombres de pression de type sigma et des bandes de cisaillement suggérant un cisaillement dextre (figure 6B).

Les caractéristiques générales de la ZCA suggèrent qu'une première composante de cisaillement vertical aurait permis l'enfouissement des roches du Nemiscau (ou d'une partie de celles-ci) par rapport aux roches encaissantes. Par la suite, la ZCA aurait progressivement développé un mouvement impliquant une composante de décrochement dextre et une composante verticale. Il est probable que ce dernier mouvement soit le responsable des indicateurs de sens de cisaillement observés sur le terrain. Ce dernier mouvement aurait donc participé à l'exhumation d'une partie du domaine sédimentaire de Nemiscau.

### **6.3.2. La Zone de cisaillement de Cabot (ZCCa)**

La Zone de cisaillement de Cabot (ZCCa) est un corridor de déformation qui traverse le domaine structural de La Sicotière, selon une orientation NE-SO. Ce corridor a été observé pour la première fois lors des travaux de terrain de 2018 (Bandyayera et Caron-Côté, *en préparation*).

Les caractéristiques structurales et cinématiques de la ZCCa sont similaires à celles observées de la ZCA. La ZCCa affecte principalement les roches métasédimentaires du Complexe de Rupert et les roches métavolcaniques du Groupe du lac des Montagnes. Deux fabriques structurales peuvent être observées le long du tracé de la ZCCa : les foliations  $S_{n-1}$  et  $S_n$ , qui possèdent des orientations similaires, NE-SO, et des pendages modérés à forts ( $> 60^\circ$ ) vers le NO. La différence majeure entre les deux fabriques est le plongement des linéations associées à chaque événement de déformation. Ainsi, et de façon similaire à la ZCA, la foliation  $S_{n-1}$  (principalement observée dans les roches mafiques/ultramafiques) est porteuse de linéations minérales et d'étirement à plongement modéré à fort ( $> 50^\circ$ ; figure 6C) vers le SO, alors que  $S_n$  (principalement observée dans les roches métasédimentaires) porte des linéations minérale et d'étirement à plongement faible/modéré ( $< 30^\circ$ ; figure 6D) vers le SO.

Les indicateurs de sens de cisaillement observés sont plus nombreux que dans la ZCA; il s'agit principalement de structures C/S (figures 6E et 6F), de bandes de cisaillement, du boudinage asymétrique et de veines de quartz plissées suggérant tous un mouvement dextre (figure 6G).

L'évolution de cette zone de cisaillement semble être aussi complexe que celle de la ZCA. Dans la ZCCa, les textures C/S et les linéations  $L_{n-1}$  associées suggèrent une la remontée des roches situées au nord de la zone de cisaillement par rapport à celles situées au sud. Les caractéristiques structurales et métamorphiques du domaine de La Sicotière sont cependant similaires de part et d'autre de la ZCCa, ce qui semble indiquer que le déplacement vertical n'est pas très important.

### **6.3.3. La Zone de cisaillement de Colomb (ZCCo)**

La Zone de cisaillement de Colomb (ZCCo) est située dans la partie SO de la région d'étude. Elle délimite les sous-provinces d'Opatica, au sud, et de Nemiscau, au nord. Les affleurements situés le long de cette zone de cisaillement sont peu nombreux. Son tracé est

localement masqué par la présence d'intrusions de pegmatite granitique et par des zones marécageuses. La ZCCo est néanmoins caractérisée par des bandes de cisaillement anastomosées, d'épaisseur métrique à décamétrique, spatialement associées au Groupe de Colomb-Chaboullié.

La foliation  $S_n$ , pénétrative, y possède une orientation qui varie d'E-O à NE-SO et un pendage subvertical ( $> 70^\circ$ ), variablement dirigé vers le nord ou vers le sud. Au sein des bandes de déformation, la foliation  $S_n$  est bien exprimée (figure 6H) et forme souvent une foliation mylonitique. Elle porte une linéation minérale et d'étirement bien développée, possédant un plongement modéré à fort ( $> 40^\circ$ ) vers le S-SE (figure 6I).

Les indicateurs de sens de cisaillement au sein de la ZCCo sont rares. Toutefois, le plongement modéré à fort des linéations  $L_n$  suggère un mouvement avec des composantes verticale et décrochante. Les roches intrusives de la Sous-province d'Opatca sont caractérisées par des structures de déformation à haute température, alors que les roches mafiques de Colomb-Chaboullié montrent des assemblages minéralogiques typiques des faciès des amphibolites et des schistes verts (voir la section 7. *Métamorphisme*). Ces caractéristiques suggèrent que les roches du Groupe de Colomb-Chaboullié ont été enfouies par rapport aux roches plutoniques de la Sous-province de l'Opatca. La ZCCo impliquerait alors un mouvement relatif inverse. De plus, certains auteurs ont proposé une cinématique senestre pour la ZCCo (Benn et al., 1992; Sawyer et Benn, 1993).

#### **6.3.4. La Zone de cisaillement du Détour (ZCD)**

La Zone de cisaillement du Détour (ZCD) est située dans la partie ouest de la région d'étude, et délimite les sous-provinces de La Grande au nord et de Nemiscau au sud.

La ZCD a été identifiée lors des travaux de ce projet de doctorat. Préalablement, cette zone de déformation avait été inclut dans la Zone de cisaillement de Rupert (ZCR) par Bandyayera et Daoudene (2017 et *sous presse*). La ZCR avait été décrite comme étant un corridor de déformation d'orientation E-O à NE-SO. Néanmoins, les imageries géophysiques des feuillets SNRC 32N06 et 32N07 suggèrent plutôt que le segment E-O constitue une zone de déformation distincte de celui orienté NE-SO. En effet, les observations de terrain montrent que les fabriques planaires associées à l'embranchement NE-SO sont reprises par les fabriques reliées à l'embranchement E-O (figure 3C). Ces

observations ont donc mené à l'identification de la ZCD comme une nouvelle zone de cisaillement d'orientation E-O.

Les affleurements situés le long de cette zone de cisaillement sont abondants. Les roches métasédimentaires du Complexe de Rupert, les roches métavolcaniques du Groupe du lac des Montagnes et les roches intrusives Complexe de Champion présentent alors une forte fabrique mylonitique. Les fabriques planaires observées sont associées à  $D_{n+1}$  et consistent en une foliation mylonitique et, localement, une schistosité de crénulation.  $S_{n+1}$  y possède une attitude E-O et un pendage modéré à fort (entre 50 et 75°) vers le nord (figure 6J).  $S_{n+1}$  porte une linéation d'étirement et minérale qui plonge souvent vers l'ouest avec un angle de chute généralement modéré (25 à 55°; figure 6K), mais relativement faible (< 35°).

Les indicateurs de sens de cisaillement observés le long de la ZCD sont nombreux; il s'agit principalement de fabriques C/S (figure 6L), de bandes de cisaillement et de textures porphyroclastiques montrant des ombres de pression de type sigma. Ces structures semblent indiquer que la ZCD est caractérisée par des composantes de mouvement décrochant dextre et vertical, qui aurait alors permis une exhumation relative de la Sous-province de La Grande par rapport à la Sous-province de Nemiscau.

### **6.3.5. La Zone de cisaillement de l'Échancrure (ZCE)**

La Zone de cisaillement de l'Échancrure (ZCE) est un corridor de déformation d'orientation approximative E-O, ayant été déduite de données géophysiques, structurales et métamorphiques par Bandyayera et Daoudene (*sous presse*). Le tracé de la ZCE est souligné par une forte anomalie de susceptibilité magnétique. Ce tracé coïncide avec l'apparition, vers le sud, d'une paragenèse à orthopyroxène dans les roches métasédimentaires du Complexe de Rupert et dans les roches intrusives felsiques du Complexe de Champion. Par conséquent, la ZCE sépare un domaine de roches au faciès des granulites au sud (le domaine structural d'Encaissé), d'un domaine de roches au faciès des amphibolites au nord (le domaine structural de Mezières).

La mauvaise qualité des affleurements n'avait cependant pas permis d'évaluer l'intensité et la cinématique de la déformation (Bandyayera et Daoudene, *sous presse*). Suite à nos travaux de terrain, quelques affleurements affectés par la ZCE ont cependant pu

être observés et décrits malgré leur piètre qualité. On note, toutefois, qu'à l'approche de la ZCE, la fabrique structurale des roches métasédimentaires migmatitisées devient progressivement plus rectiligne (figure 6M).

Les structures observées le long de la ZCE seraient contemporaines de celles de la ZCD, c'est-à-dire, associées à  $D_{n+1}$ . La fabrique dominante est une foliation très pénétrative affectant les roches du Complexe de Rupert et celles du Complexe intrusif de la Hutte (figure 6N).  $S_{n+1}$  possède une attitude E-O et un pendage modéré à fort (entre 50 et 75°) vers le nord ou vers le sud.  $S_{n+1}$  est très rarement porteuse d'une linéation d'étirement plongeant généralement vers l'ouest avec un angle de chute plutôt faible (< 25°).

Les indicateurs de sens de cisaillement ne sont pas très abondants mais nous avons observé des bandes de cisaillement suggérant un mouvement dextre (figure 6O). Ainsi, notre interprétation est que la ZCE aurait accommodé un mouvement décrochant dextre accompagné d'une faible composante verticale. À quelques endroits, des roches à texture cataclastique ont été observées.

### **6.3.6. La Zone de cisaillement de Lamothe (ZCL)**

La Zone de cisaillement de Lamothe (ZCL) est située dans la partie NE de la région d'étude. Ce corridor de déformation a été observé pour la première fois lors des travaux de terrain de 2018 (Bandyayera et Caron-Côté, *en préparation*). Son tracé demeure à être précisé. La ZCL affecte principalement les roches des formations de Natel et d'Auclair du Groupe d'Eastmain.

Les fabriques planaires situées le long de la ZCL semblent être associées à l'événement  $D_n$ , et sont matérialisées par une schistosité très pénétrative ou par une foliation mylonitique. L'orientation de  $S_n$  varie ONO-ESE à ENE-OSO avec un pendage modéré à fort (entre 45 et 75°) vers le nord (figure 6P). Peu de linéations  $L_n$  ont été observées mais les quelques mesures d'étirement indiquent un fort plongement (> 70°) vers le nord.

Les critères de sens de cisaillement ne sont pas abondants et se limitent à des structures C/S et du boudinage asymétrique (figure 6Q), suggérant un mouvement apparent dextre. Néanmoins, la présence des plis d'entraînement montrant un mouvement apparent senestre sont également observés (figure 6Q). Le fort plongement de la linéation d'étirement suggère cependant que la composante verticale est plus importante que la composante



horizontale, ce qui est compatible avec l'enfouissement des roches du Groupe d'Eastmain par rapport aux roches intrusives de composition variée qui affleurent au sud de la ZCL.

### **6.3.7. La Zone de cisaillement de Naquiperdu (ZCNa)**

La Zone de cisaillement de Naquiperdu (ZCNa) est située au sud du domaine structural d'Encaissé et présente des caractéristiques structurales, métamorphiques et géophysiques similaires celles de la ZCE. Tout comme la ZCE, la ZCNa est orientée approximative E-O et marquée par l'apparition de l'isograde de l'orthopyroxène, mais dans ce cas-ci, vers le nord. Par conséquent, la ZCE sépare un domaine de roches au faciès des granulites au nord (le domaine structural d'Encaissé), d'un domaine de roches au faciès des amphibolites au sud (le domaine structural du Poisson blanc).

La qualité des affleurement situés le long du tracé de la ZCNa est moindre que celle le long de la ZCE, son tracé étant souvent masqué par la présence de roches granitiques. Des fabriques planaires et linéaires, ainsi que des critères de sens de cisaillement ont quand même pu être observés.

Les fabriques planaires reliées à la ZCNa sont attribuées  $D_{n+1}$ . La foliation  $S_{n+1}$  y est très pénétrative et affecte les roches métasédimentaires du Complexe de Rupert, celles du Complexe intrusif de la Hutte et des injections granitiques.  $S_{n+1}$  est globalement orientée E-O, avec un pendage fort à subvertical (entre 60 et 85°) vers le nord ou vers le sud. Comme pour la ZCE, la foliation  $S_{n+1}$  porte de rares linéations d'étirement et/ou minérales  $L_{n+1}$ , qui plongent vers l'ouest ou vers l'est avec un angle de chute modéré à faible (< 35°). Les critères de sens de cisaillement associés à la ZCNa ne sont pas nombreux. Il s'agit principalement de structures C/S, de bandes de cisaillement (figure 6R) et de clastes montrant de la rotation asymétrique. Ces indicateurs suggèrent généralement un mouvement dextre.

Très localement, le corridor de déformation de la ZCNa expose une foliation mylonitique d'orientation NE-SO à E-O et à pendage subvertical. Cette foliation mylonitique porte une linéation d'étirement à faible plongée (< 15°) vers le NE. Les critères de sens de cisaillement observés sur le terrain indiquent un mouvement senestre (figure 6S). De telles zones de cisaillement ont été initialement identifiées par le biais des imageries

géophysiques par Bandyayera et Daoudene (*sous presse*), elles semblent être tributaires de la phase de déformation  $D_{n+3}$ .

#### **6.3.8. La Zone de cisaillement de Nemiscau (ZCNe)**

La Zone de cisaillement de Nemiscau (ZCNe) est exposée dans le secteur NE de la région d'étude. Elle délimite les sous-provinces de La Grande, au nord, et de Nemiscau, au sud, et présente des caractéristiques similaires à celles de la Zone de cisaillement de Rupert (ZCR; voir la section 6.3.10. *La Zone de cisaillement de Rupert*).

Les affleurements situés le long du tracé de la ZCNe sont abondants. Cette zone de cisaillement est constituée de plusieurs corridors de déformation d'épaisseur métrique à décimétrique qui sont spatialement associés au Groupe du lac des Montagnes (Bandyayera et Daoudene, 2017) et aux roches intrusives du Complexe de Champion.

Les fabriques planaires visibles le long de la ZCNe sont associées à l'événement  $D_n$ . La déformation cisillante est matérialisée par une foliation mylonitique d'orientation ONO-ESE à NE-SO à pendage modéré à fort ( $> 45^\circ$ ) vers le SSE. La foliation mylonitique porte une linéation d'étirement à plongement modéré à fort ( $> 55^\circ$ ) vers le SSO (figure 6T).

Sur le terrain, les critères de sens de cisaillement ne sont pas abondants; ce sont quelques structures C/S observées dans les roches du Complexe de Champion et suggérant un mouvement apparent dextre (figure 6U). Considérant la composante verticale de la ZCNe, celle-ci témoignerait donc d'une exhumation relative de la Sous-province de La Grande par rapport à la Sous-province de Nemiscau.

#### **6.3.9. La Zone de cisaillement de Nottaway (ZCNo)**

La Zone de cisaillement de Nottaway (ZCNo) est située dans la partie SO de la région d'étude. Elle affecte principalement les roches volcaniques de la Formation de Rabbit et les roches intrusives et gneissiques du Complexe de Dusaux de la Sous-province d'Opatoca. Ce corridor de déformation affecte toutefois aussi les roches du Groupe de Colomb-Chaboulié. La ZCNo recoupe la ZCCo, laissant supposer que la seconde serait associée à un événement de déformation antérieur à  $D_{n+2}$ . La ZCNo est attribuée à l'événement  $D_{n+2}$ .

Les roches sont très déformées au sein de la ZCNo; la fabrique planaire dominante,  $S_{n+2}$ , se matérialisent sous la forme d'une foliation mylonitique d'orientation NO-SE très

régulière et à fort pendage ( $> 60^\circ$ ) vers le NE. Cette foliation porte une linéation minérale et d'étirement très bien développée, orientée NO-SE et à très faible plongement ( $< 15^\circ$ ), témoignant d'une cinématique essentiellement décrochante. Les indicateurs de mouvement sont abondants; ce sont des bandes de cisaillement et des structures C/S indiquant un décrochement dextre (figure 6V).

### **6.3.10. La Zone de cisaillement de Rupert (ZCR)**

La Zone de cisaillement de Rupert (ZCR) est clairement observable sur le terrain. Cette zone de cisaillement délimite les sous-provinces de La Grande, au nord, et de Nemiscau, au sud.

La ZCR a été, dans un premier temps, définie comme un corridor de déformation orienté E-O à NE-SO (Bandyayera et Daoudene; 2017 et *sous presse*) et caractérisée par plusieurs zones de cisaillement d'épaisseur métrique à décamétrique, spatialement associées au Groupe du lac des Montagnes. Les travaux de terrain de ce présent doctorat ont cependant permis de restreindre la ZCR à la portion orientée NE-SO. Le segment orienté E-O à l'ouest est maintenant attribué à une autre zone de cisaillement, la ZCD (voir plus haut).

Les roches situées sur le tracé de la ZCR sont, de façon générale, très déformées, à tel point, qu'il est parfois difficile de les identifier. Les principales structures planaires associées à ce cisaillement varient entre une schistosité très pénétrative et une foliation mylonitique. Cette structure planaire, attribuée à  $S_n$ , possède une orientation NE-SO et un fort pendage ( $> 70^\circ$ ) vers le NO (figure 6W). Les linéations d'étirement et minérales observées sont communément orientées vers le NE-SO avec un plongement qui varie de  $35^\circ$  à  $70^\circ$  vers le SO. Les indicateurs de sens de cisaillement les plus répandus sont des structures C/S (figure 6X) et des bandes de cisaillement, témoignant d'un mouvement principal inverse-dextre, suggérant que la ZCR aurait permis une exhumation relative de la Sous-province de La Grande par rapport à la Sous-province de Nemiscau.

## **7. MÉTAMORPHISME**

Les roches de la région d'étude montrent des assemblages métamorphiques de haute température (Bandyayera et Daoudene, 2017, 2018 et *sous presse*; Pedreira et al., 2018).

Dans la région d'étude, le cœur de la Sous-province de Nemiscau est caractérisée par des assemblages minéralogiques typiques du faciès des granulites, alors que ses bordures sont plutôt caractérisées par des assemblages du faciès des amphibolites. De façon similaire, les roches plutoniques des sous-provinces encaissant le Nemiscau montrent aussi des caractéristiques métamorphiques et texturales acquises à haute température. Ces conditions métamorphiques témoignent d'une phase d'enfouissement crustal important des roches du Nemiscau (et des sous-provinces adjacentes), suivie d'une phase d'exhumation qui, dans le Nemiscau, est plus marquée dans sa partie centrale.

Ainsi, au cœur de la Sous-province de Nemiscau (dans la région du lac Nemiscau), les roches métasédimentaires du Complexe de Rupert sont caractérisées par un assemblage minéralogique typique du faciès des granulites (BO-OX±HB±GR). Dans cet assemblage, l'orthopyroxène est abondant et le grenat est plutôt rare (figure 7A). Les roches plutoniques felsiques y affleurant, rattachées au Complexe de la Hutte, présentent des assemblages minéralogiques caractéristiques du faciès des granulites (OX±CX±HB±BO; figure 7B). Les lambeaux de roches mafiques, qui sont potentiellement rattachées au Groupe du lac des Montagnes, présentent une paragenèse métamorphique caractéristique du faciès supérieur des amphibolites (HB-PG±CX).

Vers les bordures nord et sud de la Sous-province de Nemiscau, les unités de roches métasédimentaires et métavolcaniques montrent des assemblages minéralogiques typiques du faciès supérieur des amphibolites à BO±MV±GR±CD±SM (figure 7C) et à HB-PG±AT±BO (figure 7D), respectivement. Dans le Groupe de Colomb-Chaboulié, les roches mafiques présentent une paragenèse métamorphique similaire à celle des roches mafiques du Groupe du lac des Montagnes (figure 7C), indiquant des conditions métamorphiques du faciès des amphibolites. Néanmoins, localement les assemblages observés dans les roches mafiques suggèrent des conditions métamorphiques au faciès supérieur des schistes verts (HB-PG±AC(-TR)±BO±CL±EP; figure 7E).

Vers le NE, plus spécifiquement dans le domaine structural de La Sicotière, les roches métasédimentaires du Complexe de Rupert possèdent des assemblages minéralogiques indiquant des conditions métamorphiques du faciès des amphibolites (BO-SM±CD±GR±SR; figure 7C). Dans ce secteur, les porphyroblasts de sillimanite, et dans une moindre mesure de cordiérite, sont abondants. Des minéraux rétrogrades, tels que la

chlorite et l'épidote, sont toutefois souvent observés en remplacement partiel ou complet de la biotite. Ce remplacement témoigne que les conditions métamorphiques ont été rétrogradés jusqu'aux faciès des schistes verts. Par exemple, les roches mafiques du Groupe du lac des Montagnes montrent des assemblages minéralogiques typiques du faciès des amphibolites et localement des évidences de rétro-morphose dans le faciès des schistes verts (HB-PG±AC(-TR)±BO±CL±EP).

Les roches intrusives intensivement déformées des terrains plutoniques des sous-provinces de La Grande et d'Opatica (figure 7F), situés respectivement au nord et au sud de la zone d'étude, montrent des textures de déformation très semblables au microscope : i) une faible réduction de la taille des grains; ii) des évidences de recristallisation dynamique 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 grains de quartz avec une texture en échiquier. L'ensemble de ces textures indiquent que la déformation de ces roches a été acquise à haute température (> 600°C), au moins au faciès supérieur des amphibolites (Bandyayera et Daoudene, 2017).

Régionalement, ces observations indiquent que, pour ce qui est de la partie occidentale de la région d'étude, le grade métamorphique régional est croissant vers le cœur du Nemiscau.

## 8. DISCUSSION

L'architecture structurale de la Sous-province de Nemiscau et des sous-provinces adjacentes de La Grande et d'Opatica est compatible avec le raccourcissement N-S qui semble avoir affecté l'ensemble de la partie sud de la Province du Supérieur (Percival et al., 2012). Les travaux de terrain reliés à ce projet de doctorat ont fait ressortir une complexité structurale au sein de la Sous-province de Nemiscau, qui semble avoir préservé les effets d'au moins cinq événements de déformation.

Nos données structurales sont complémentaires de celles acquises par le MERN. L'interprétation des structures planaires suggère une fabrique dominante,  $S_n$ , dont l'orientation est globalement NE-SO et à fort pendage, qui serait génétiquement reliée à des zones de cisaillement subverticales, formant un réseau anastomosé à l'échelle régionale. Les contacts entre les sous-provinces de La Grande, de Nemiscau et d'Opatica sont

soulignés par une intense déformation cisailante. Parmi les principales zones de cisaillement, nous soulignons la présence de la Zone de cisaillement de Rupert (ZCR) marquant le contact Nemiscau-La Grande au nord, et la Zone de cisaillement de Colomb (ZCCo) marquant le contact entre le Nemiscau et l'Opatica au sud. À ce jour, la compréhension cinématique de ces deux importantes structures demeure relativement méconnue. Le sens de déplacement de la ZCR est bien contraint sur la base des indicateurs cinématiques observés sur le terrain et en lame mince, montrant un mouvement décrochevauchant dextre. Par contre, la cinématique de la ZCCo demeure imprécise, mais la vergence structurale de la déformation régionale et les quelques critères de sens de cisaillement observés suggèrent un mouvement principal décrochevauchant senestre. La structuration régionale suggère que les roches des sous-provinces de La Grande et de l'Opatica correspondent à des niveaux crustaux plus profonds par rapport au Nemiscau. Les roches des trois sous-provinces montrent cependant une continuité des déformations de part et d'autre des contacts, indiquant que ces différents domaines structuraux ont enregistré au moins un même événement de déformation commun, soit  $D_n$ .

Le grade métamorphique régional des roches affleurantes au cœur du Nemiscau est principalement du faciès des granulites, mais décroît vers les bordures de la sous-province, jusqu'au faciès des amphibolites. Ce gradient métamorphique ne semble cependant pas décroître de façon continue, mais plutôt nettement découpé par les zones de cisaillement de l'Échancrure et de Naquiperdu, qui sont soulignées par un fort signal de la susceptibilité magnétique. Du côté des sous-provinces de La Grande et d'Opatica, les roches montrent des conditions métamorphiques du faciès des amphibolites, et indiquent que les contacts entre le Nemiscau et ces deux sous-provinces ne correspondent pas à un saut métamorphique significatif.

Localement, l'architecture du Nemiscau est dominée par une géométrie de plis en dômes-et-bassins d'orientation E-O (figure 8). Ce type de structure peut être associée à de l'extrusion latérale de la matière crustale durant un événement de déformation compressif. Cependant, l'architecture en dômes-et-bassins peut également être le produit de deux phases de plissement. À titre d'exemple, les roches du domaine d'Encaissé, au faciès des granulites, préservent les conditions métamorphiques les plus élevées de la région, et sont situées au cœur d'un de ces dômes structuraux. De plus, la présence de plis en fourreau

semble être compatible avec la première hypothèse. Une telle structuration de la croûte est, à priori, compatible avec un modèle de déformation de type «orogènes chauds et ultra-chauds» (Cagnard et al., 2006a et 2006b; Chardon et al., 2009), qui sont caractérisés par une déformation relativement homogène distribuée sur de grandes distances (Cagnard et al., 2006b; Chardon et al., 2009). Dans ce type de modèle tectonique, la croûte inférieure est souvent affectée par un fluage chenalisé (Cagnard et al., 2006b) ou par de l'extrusion latérale de matériel crustal à haute température (Chardon et al., 2009).

Le fait que ces structures en dômes-et-bassins exposent des roches au faciès des granulites bordées par des roches ayant subi des conditions métamorphiques de plus faible grade (faciès des amphibolites et localement des schistes verts) semble indiquer une remontée de la croûte profonde au cœur du Nemiscau, et que les parties ouest et NE de la sous-province correspondent probablement à des niveaux crustaux différents (figure 8). Tel que suggéré par Daoudene et al. (2016), un processus de fluage latéral pourrait être à l'origine de la déformation cisailante localisée au sein de la ZCNo. L'imagerie géophysique de la ZCNo fait nettement ressortir un corridor de déformation faisant entre 5 et 8 km de largeur. Le fait que ce cisaillement soit mieux localisé par rapport aux zones de cisaillement de la région pourrait être relié à un refroidissement crustal lors de sa formation, impliquant alors une variation des conditions rhéologiques de la croûte (Daoudene et al., 2016).

Les relations de recoupement entre les structures orientées E-O et NE-SO, les variations des conditions métamorphiques régionales, ainsi qu'une moindre proportion relative de migmatites dans le secteur NE du Nemiscau (par exemple, dans le domaine structural de La Sicotière) pourraient être le résultat d'une tectonique de type «orogènes chauds et ultra-chauds». Une autre hypothèse alternative peut cependant être envisagée pour expliquer les changements stratigraphiques, structuraux et métamorphiques observés dans la partie NE du Nemiscau : la partie NE représenterait un bassin sédimentaire n'appartenant pas au Nemiscau, et qui aurait enregistré des événements tectoniques antérieurs à ceux observés dans la partie ouest du bassin de Nemiscau.

L'absence de sauts métamorphiques significatifs entre le Nemiscau et les sous-provinces de La Grande et d'Opatica suggère que ces différents domaines constituent probablement une seule et même unité tecto-métamorphique. De fait, les roches

métasédimentaires et métavolcaniques du Nemiscau reposent sur un socle de roches intrusives de composition variée appartenant au Complexe de la Hutte. Les roches du Complexe de la Hutte possèdent des caractéristiques structurales et des âges de cristallisation similaires à celles des domaines plutoniques du La Grande et de l'Opatica (voir Davis et al., (1992, 1994 et 1995); Bandyayera et Daoudene (2017, 2018 et *sous presse*); David, *en préparation*), ce qui suggère que la Sous-province de La Grande ou la Sous-province d'Opatica pourraient constituer le socle sur lequel reposent les roches de la Sous-province de Nemiscau.

De telles caractéristiques structurales et métamorphiques laissent croire que les modèles géodynamiques selon lesquels le Nemiscau représente les vestiges d'un prisme d'accrétion (Card, 1990; Doyon, 2004) ou d'un bassin arrière-arc (Moukhsil et al., 2003) est à revoir, et que les contacts Nemiscau-La Grande et Nemiscau-Opatica ne représentent pas des «sutures» entre différentes plaques tectoniques. La combinaison de l'ensemble données géochimiques, structurales, métamorphiques et géochronologiques recueillies sera nécessaire pour vérifier une telle hypothèse.

## **9. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

L'analyse structurale régionale et les observations de terrain ont révélé une grande complexité tectonique (et métamorphique) au sein de la Sous-province de Nemiscau. Nos observations indiquent que cette sous-province est caractérisée par des fabriques structurales planaires subverticales et découpée par des zones de cisaillement subverticales formant un réseau anastomosé. La cinématique des principales zones de cisaillement qui bordent le Nemiscau suggèrent un enfouissement relatif de ces roches par rapport aux sous-provinces de La Grande et d'Opatica. Une géométrie crustale en dômes-et-bassins observée au cœur du Nemiscau témoigne d'un phénomène d'exhumation des niveaux crustaux profonds, incluant des unités appartenant au socle sur lequel repose les roches métasédimentaires et métavolcaniques du Nemiscau.

Le style structural et tectonique régional possède des caractéristiques générales compatibles avec celles « d'orogènes chauds et ultra-chauds ». Cette étude préliminaire suggère en fait que les sous-provinces de La Grande, Nemiscau et d'Opatica pourraient constituer une seule et même unité tectono-métamorphique.



L'analyse de la déformation régionale au sein du Nemiscau favorise un modèle dans lequel les processus de transferts verticaux de la matière sont importants. Ces processus verticaux auraient accommodé en partie le raccourcissement N-S, qui aurait aussi engendré l'extrusion et le fluage latéral de la matière.

Les travaux géochronologiques devraient permettre d'établir la chronologie, et possiblement la durée, des événements de déformation observés dans la région. Une dernière saison de travaux sur le terrain est prévue pour l'été 2019 afin de compléter l'acquisition de données structurales et métamorphiques dans le secteur du lac Rodayer et de déterminer le sens de mouvement sur certaines zones de cisaillement encore méconnues.

## 10. RÉFÉRENCES

- Abbott, D.H. et Hoffman, S.E. (1984). Archaean plate tectonics revisited 1. Heat flow, spreading rate, and the age of subducting oceanic lithosphere and their effects on the origin and evolution of continents. *Tectonics*, 3(4), pp. 429-448.
- Arndt, N.T. (2013). The formation and evolution of the continental crust. *European Association of Geochemistry*, 2(3), 135 pages.
- Bandyayera, D. et Caron-Côté, E. (*en préparation*). Géologie et potentiel minéral de la région du lac des Montagnes, sous-provinces de La Grande, de Nemiscau et d'Opatica, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Bulletin géologique préliminaire. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec.
- Bandyayera, D. et 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, 60 pages, 2 plans.
- Bandyayera, D. et Daoudene, Y. (2018). Géologie de la région du lac Champion, sous-provinces de La Grande et de Nemiscau, à l'est de Waskaganish, Eeyou Istchee Baie-James, Québec, Canada. Bulletin géologique. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec.
- 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.

- 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), pp. 1188-1214.
- Bédard, J.H. et Harris, L.B. (2014). Neoproterozoic disaggregation and reassembly of the Superior craton. *Geology*, 42(11), pp. 951-954.
- Bédard, J.H., Harris, L.B. et Thurston, P.C. (2013). The hunting of the snArc. *Precambrian Research*, 229, pp. 20-48.
- 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), pp. 2429-2444.
- Brisson, H., Gosselin, C., Fallara, F., Gaulin, R. et Dion, D.J. (1998). Géologie de la région du lac Théodat (SNRC 32K/16). Ministère des Ressources naturelles, Québec. RG 98-07, 24 pages.
- Cadéron, S. (2003). Interprétation tectonométamorphique du nord de la Province du Supérieur, Québec, Canada. Thèse de doctorat. Université du Québec à Chicoutimi, 315 pages.
- Cagnard, F., Brun, J. P., & Gapais, D. (2006a). Modes of thickening of analogue weak lithospheres. *Tectonophysics*, 421(1-2), pp. 145-160.
- Cagnard, F., Durrieu, N., Gapais, D., Brun, J. P. et Ehlers, C. (2006b). Crustal thickening and lateral flow during compression of hot lithospheres, with particular reference to Precambrian times. *Terra Nova*, 18(1), pp. 72-78.
- Calvert, A.J. et Ludden, J.N. (1999). Archean continental assembly in the southeastern Superior Province of Canada. *Tectonics*, 18(3), pp. 412-429.
- Card, K.D. (1990). A review of the Superior Province of the Canadian shield, a product of Archean accretion. *Precambrian Research*, 48, pp. 99-156.
- Card, K.D. et Ciesielski, A. (1986). DNAG# 1. Subdivisions of the Superior Province of the Canadian shield. *Geoscience Canada*, 13(1), pp. 5-13.
- Chardon, D., Choukroune, P. et Jayananda, M. (1998). Sinking of the Dharwar basin (South India): implications for Archean tectonics. *Precambrian Research*, 91(1-2), pp.15-39.

- 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), pp. 105-118.
- Ciesielski, A. (1979). Les migmatites de la rivière Broadback à la hauteur des lacs Evans et Giffard, Baie James, Québec. Thèse de doctorat. Université Pierre et Marie Curie, Paris, 111 pages.
- Collins, W.J., Van Kranendonk, A.M. et Teyssier, C. (1998). Partial convective overturn of Archaean crust in the east Pilbara Craton, Western Australia: driving mechanisms and tectonic implications. *Journal of Structural Geology*, 20(9-10), pp. 1405-1424.
- Corfu, F. et Davis, D.W. (1992). AU–Pb geochronological framework for the western Superior Province, Ontario. *Geology of Ontario*, 4(2), pp. 1335-1346.
- 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), pp. 261-290.
- Daoudene, D., Leclerc, F. et Tremblay, A. (2016). Une histoire tectonométamorphique commune et de longue durée pour les sous-provinces d’Abitibi et d’Opatoca, Province du Supérieur, Québec, Canada. Ministère de l’Énergie et des Ressources naturelles, Québec. MB 2016-01, 42 pages.
- David, J. (2018). Datations U-Pb dans la Provinces du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2016-2017. Ministère de l’Énergie et des Ressources naturelles, Québec. MB 2018-17, 22 pages.
- David, J. (*en préparation*). Datations U-Pb dans la Province du Supérieur effectuées au GEOTOP en 2017-2018. Ministère de l’Énergie et des Ressources naturelles, Québec. MB xxxx-xx.
- Davis, W.J., Sawyer, E.W., Machado, N., Gariépy, C. et Benn, K. (1993). U-Pb geochronology of plutonism and metamorphism in the Opatoca belt: initial results. *Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada*, Ottawa, pp. 147-149.
- Davis, W.J., Gariépy, C. et Sawyer, E.W. (1994). Pre-2.8 Ga crust in the Opatoca gneiss belt: A potential source of detrital zircons in the Abitibi and Pontiac subprovinces, Superior Province, Canada. *Geology*, 22, pp. 1111-1114.
- Davis, W.J., Machado, N., Gariépy, C., Sawyer, E.W. et Benn, K. (1995). U-Pb geochronology of the Opatoca tonalite-gneiss belt and its relationship to the Abitibi

greenstone belt, Superior Province, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 32, pp. 113-127.

- Debaille, V., O'Neill, C., Brandon, A.D., Haenecour, P., Yin, Q.Z., Mattielli, N. et Treiman, A.H. (2013). Stagnant-lid tectonics in early Earth revealed by <sup>142</sup>Nd variations in late Archean rocks. *Earth and Planetary Science Letters*, 373, pp. 83-92.

- de Wit, M.J. (1998). On Archean granites, greenstones, cratons and tectonics: does the evidence demand a verdict? *Precambrian Research*, 91(1-2), pp. 181-226.

- Douglas, R.J.W. (1973). Geological provinces, Map 27-28, National Atlas of Canada, 4th edition. Surveys and mapping branch, Department of Energy, Mines and Resources, Ottawa.

- 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, 271 pages.

- 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, 10 pages, 1 carte (échelle 1/31 680).

- Gillain, P.R. (1965). Géologie de la région du lac Naquiperdu, territoires de Mistassini et d'Abitibi. Ministère des Richesses naturelles, Québec. RP 525, 40 pages, 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).

- Gorman, B.E., Pearce, T.H. et Birkette, T.C. (1978). On the structure of Archean greenstone belts. *Precambrian Research*, 6, pp. 23-41.

- 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, pp. 2-15.

- Hamilton, W.B. (1998). Archean magmatism and deformation were not products of plate tectonics. *Precambrian Research*, 91(1-2), pp. 143-179.

- Harrison, T.M. (2009). The Hadean crust: evidence from > 4 Ga zircons. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 37, pp. 479-505.

- Hocq, M. (1994). Géologie du Québec. Gouvernement du Québec, Ministère des ressources naturelles, Québec. MB 94-01, 156 pages.
- Kamber, B.S. (2007). The enigma of the terrestrial protocrust: Evidence for its former existence and the importance of its complete disappearance. En : van Kranendonk, M.J., Smithies, H. et Bennett, V. (eds.). Earth's Oldest Rocks: Amsterdam, Elsevier, Developments in Precambrian Geology, 15, pp. 75-89.
- Langford, F.F. et Morin, J.A. (1976). The development of the Superior Province of northwestern Ontario by merging island arcs. American Journal of Science, 276(9), pp. 1023-1034.
- Leclerc, F. et Caron-Côté, E. (2017). Levé géologique dans la Sous-province d'Opatica au NE de Matagami (région du lac Amisquiomisca). Bulletin géologique. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec.
- Moukhsil, A. (2000). Géologie de la région des lacs Pivert, Anatacau, Kauputauchechun et Wapamisk (SNRC 33C/01, 33C/02, 33C/07 et 33C/08). Ministère des Ressources naturelles. Québec. RG 2000-04, 49 pages, 4 plans.
- Moukhsil, A., Voicu, G., Dion, C., David, J., Davis, D.W. et Parent, M. (2001). Géologie de la région de la Basse-Eastmain centrale (33C/03, 33C/04, 33C/05 et 33C/06). Ministère des Ressources naturelles, Québec. RG 2001-08, 54 pages, 4 plans.
- Moukhsil, A. et Legault, M. (2002). Géologie de la région de la Basse-Eastmain occidentale (33D/01, 33D/02, 33D/07 et 33D/08). Ministère des Ressources naturelles, Québec. RG 2002-09, 32 pages, 4 plans.
- 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 vertes de la Moyenne et de la Basse-Eastmain (Baie-James). Ministère des Ressources naturelles, Québec. ET 2002-06, 55 pages.
- O'Neill, C., Lenardic, A., Moresi, L., Torsvik, T.H. et Lee, C.T. (2007). Episodic precambrian subduction. Earth and Planetary Science Letters, 262(3-4), pp. 552-562.
- O'Neill, C., Debaille, V. et Griffin, W. (2013). Deep earth recycling in the Hadean and constraints on surface tectonics. American Journal of Sciences, 313, pp. 912-932.
- Pedreira, R., Daoudene, Y., Tremblay, A. et Bandyayera, D. (2018). Étude structurale et métamorphique du secteur du lac Nemiscau, Sous-province de Nemiscau, Baie-James,

Québec : évolution tectonique d'un bassin sédimentaire. Résultats préliminaires. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, Québec. MB 2018-10, 55 pages.

- Percival, J.A. (2007). Geology and metallogeny of the Superior Province, Canada. En : Mineral deposits of Canada: A synthesis of major deposit-types, district metallogeny, the evolution of geological provinces, and exploration methods (Vol.5, pp. 903-928). Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division. Special Publication No. 5.

- 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), pp. 1085-1117.

- Percival, J.A., Skulski, T., Sanborn-Barrie, M., Stott, G.M., Leclair, A.D., Corkery, M.T. et Boily, M. (2012). Geology and tectonic evolution of the Superior Province, Canada. Tectonic Styles in Canada: The LITHOPROBE Perspective. En : Percival, J.A., Cook, F.A. et Clowes, RM (eds.). Geological Association of Canada Special Paper, 49, pp. 321-378.

- Remick, J.H. (1963). Géologie de la region de Colomb-Chaboullié-Fabulet, territoire d'Abitibi. Ministère des Richesses naturelles, Québec. RP 514, 29 pages.

- Sawyer, E.W. et Benn, K. (1993). Structure of the high-grade Opatica Belt and adjacent low-grade Abitibi Subprovince, Canada: an Archaean mountain front. Journal of Structural Geology, 15(12), pp. 1443-1458.

- 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, 96 pages.

- Smithies, R.H., Champion, D.C. et Cassidy, K.F. (2003). Formation of Earth's early Archaean continental crust. Precambrian Research, 127(1-3), pp. 89-101.

- Stockwell, C.H. (1982). Proposals for time classification and correlation of Precambrian rocks and events in Canada and adjacent areas of the Canadian Shield. Part 1: A time classification of Precambrian rocks and events. Geological Survey of Canada. Paper 80-19, 135 pages.

- Thériault, R. et Beauséjour, S. (2012). Carte géologique du Québec. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Québec. DV 2012-06, 8 pages, 1 plan.

- Thurston, P.C. et Chivers, K.M. (1990). Secular variation in greenstone sequence development emphasizing Superior Province, Canada. *Precambrian Research*, 46(1-2), pp. 21-58.
- Valiquette, G. (1975). Région de la rivière Nemiscau. Ministère des Richesses naturelles, Québec, RP 158, 156 pages.
- Williams, H.R., Stott, G.M., Thurston, P.C., Sutcliffe, R.H., Bennett, G., Easton, R.M. et Armstrong, D.K. (1992), Tectonic evolution of Ontario: Summary and synthesis. En : Thurston, P.C., Williams, H.R., Sutcliffe, R.H. et Stott, G.M. (eds.). *Geology of Ontario: Ontario Geological Survey, Special Volume 4(1)*, pp. 1255-1332.

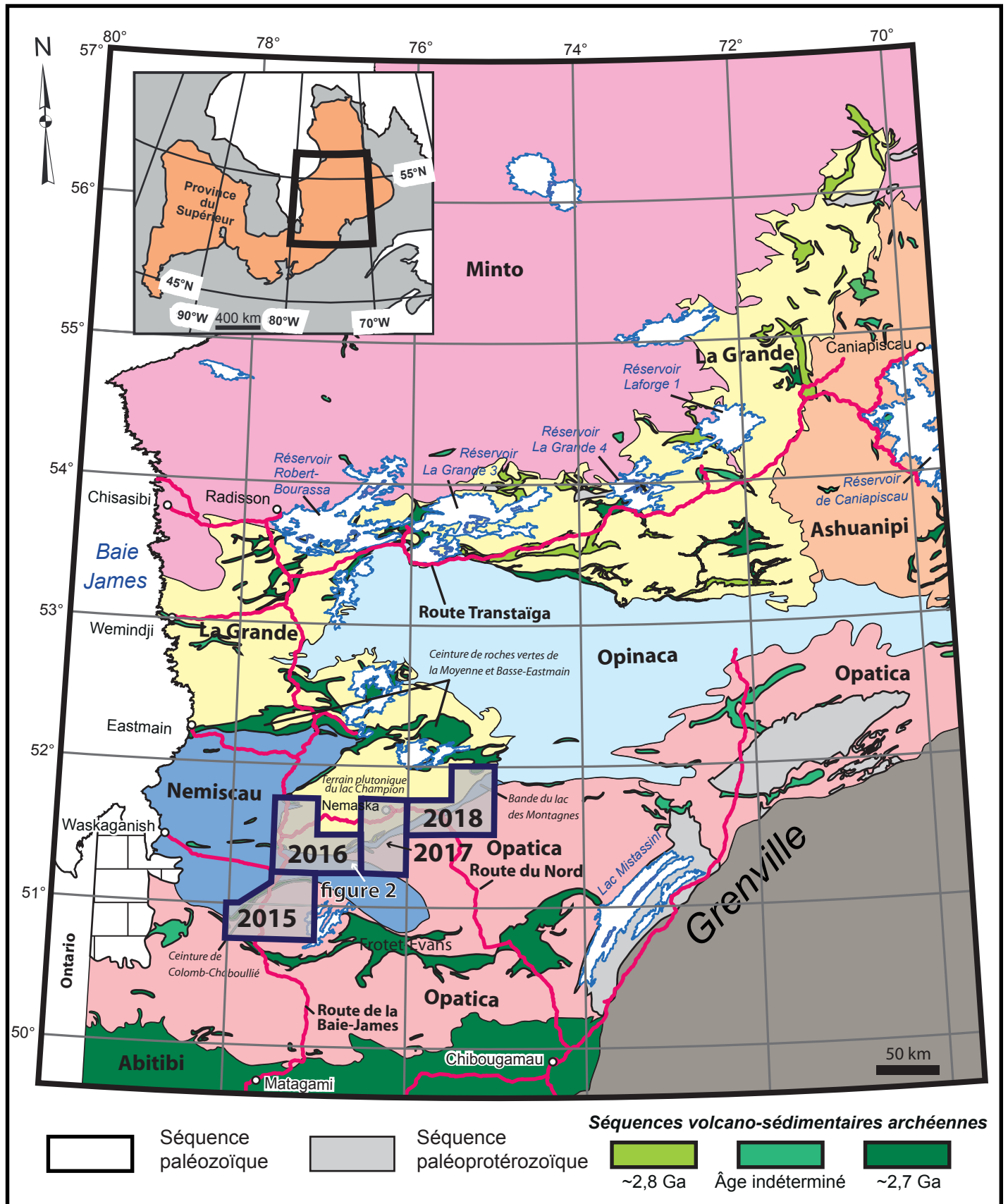


FIGURE 1 - Principales divisions géologiques de la partie est de la Province du Supérieur (modifié de Thériault et Beauséjour, 2012). Localisation du secteur d'étude, dans la partie sud-est de la Baie-James (figure 2) en grise ombrée.



# Géologie du secteur sud-est de la Sous-province de Nemiscau

## ZONES DE CISAILLEMENT

- ZCA** : Zone de cisaillement d'Albanel  
**ZCCa** : Zone de cisaillement de Cabot  
**ZCCo** : Zone de cisaillement de Colomb  
**ZCD** : Zone de cisaillement du Détour  
**ZCE** : Zone de cisaillement de l'Échancrure  
**ZCL** : Zone de cisaillement de Lamothe  
**ZCNa** : Zone de cisaillement de Naquiperdu  
**ZCNe** : Zone de cisaillement de Nemiscau  
**ZCNo** : Zone de cisaillement de Nottaway  
**ZCR** : Zone de cisaillement de Rupert

## CISAILLEMENTS ET FAILLES RÉGIONAUX

- Cisaillement certain inverse  
 Cisaillement certain  
 Cisaillement d'existence présumée  
 Faille certaine  
 Faille déduite de levés géophysiques  
 Dextre  
 Senestre

## PLIS RÉGIONAUX

- Synforme synclinale déversée  
 Antiforme anticlinale droite  
 Synforme synclinale droite  
 Trace foliation S<sub>n-1</sub>  
 Trace plans axiaux P<sub>n</sub>  
 Trace plans axiaux P<sub>n+1</sub>

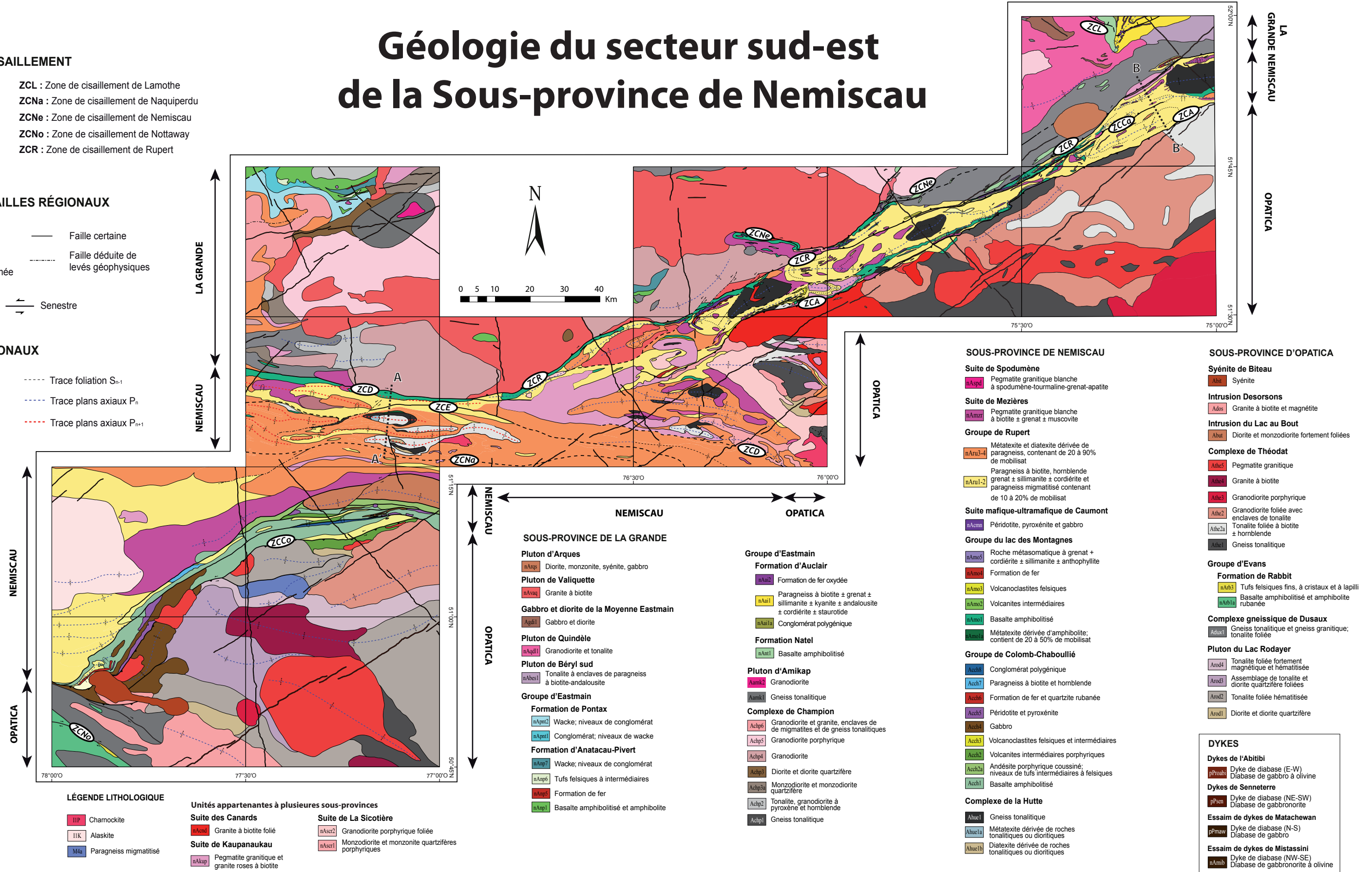
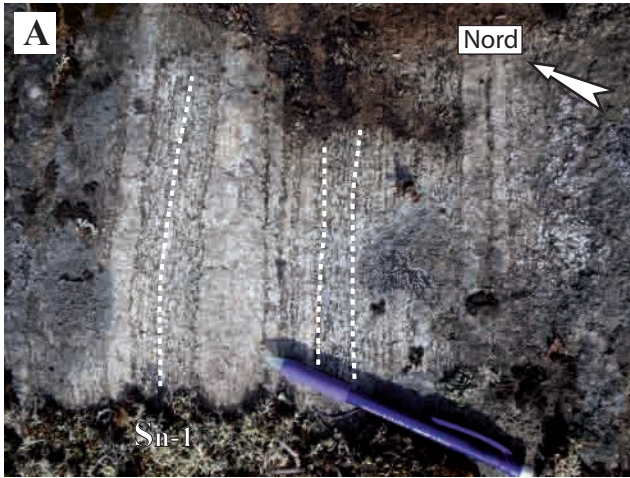
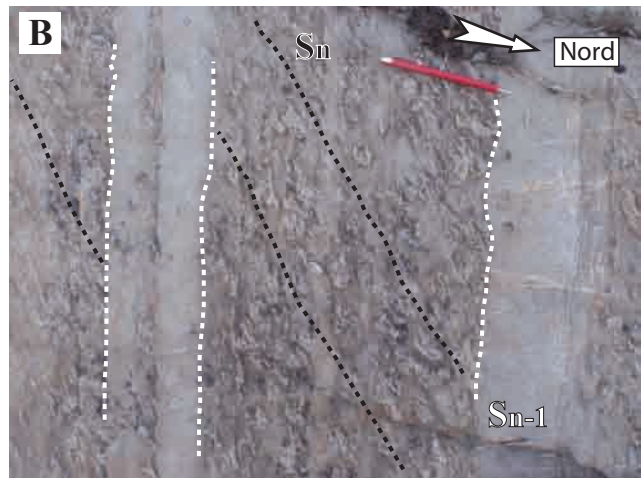


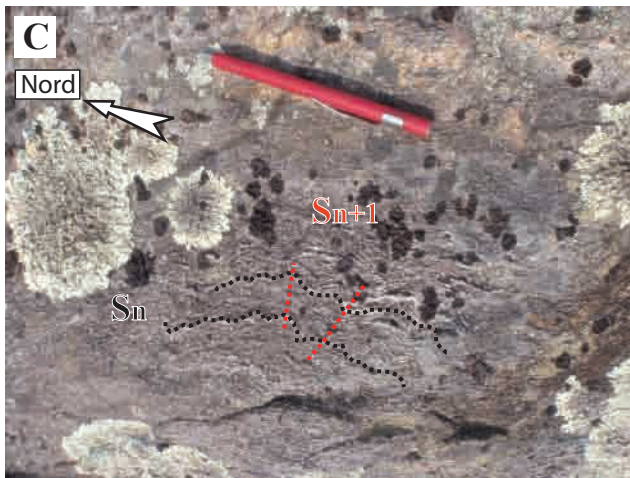
FIGURE 2 - Carte lithologique du secteur SE de la Sous-province de Nemiscau. Modifiée de Bandyayera et Daoudene (2017, 2018 et *sous presse*) et de Bandyayera et Caron-Côté (*en préparation*). Localisation des coupes géologiques (A-A' et B-B') de la figure 8.



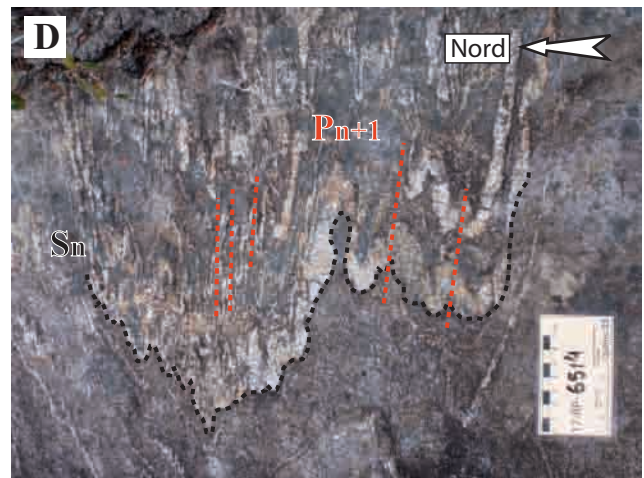
**A** - Gneiss tonaltique montrant une gneissosité  $S_{n-1}$  (affleurement 15-RP-6001).



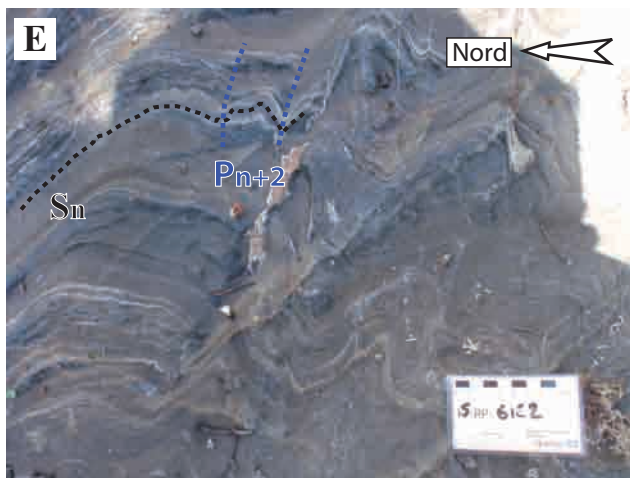
**B** - Alternance de lits d'arénite et de lits de wacke. La foliation  $S_{n-1}$  se superpose au litage sédimentaire. Les lits de wacke contiennent de porphyroblasts d'aluminosilicates soulignant la foliation  $S_n$  (affleurement 18-RP-6053).



**C** - Paragneiss montrant une foliation  $S_n$  affectée par une schistosité de crénulation  $S_{n+1}$  orientée globalement E-O (affleurement 18-RP-6601).



**D** - Métatextite dérivée de paragneiss, montrant des plis  $P_{n+1}$  serrés à isoclinaux affectant la foliation  $S_n$  (affleurement 17-RP-6514).



**E** - Amphibolite basaltique de la Zone de cisaillement du lac Colomb, montrant une foliation pénétrative  $S_n$  affectée par le plissement  $P_{n+2}$ , auquel est associé à un clivage de crénulation (affleurement 15-RP-6162).



**F** - Amphibolite basaltique, montrant une foliation  $S_{n-1}$  affectée par des plis  $P_n$ , qui sont eux-mêmes affectés par des plis  $P_{n+3}$  (affleurement 18-DB-1089).

**FIGURE 3** - Photographies illustrant les différents événements de déformation observés dans la région d'étude et leurs fabriques associées : la déformation  $D_{n-1}$  (A, B et F), déformation  $D_n$  (B-F), la déformation  $D_{n+1}$  (C et D), la déformation  $D_{n+2}$  (E) et la déformation  $D_{n+3}$  (F).

# Carte tectonométamorphique du secteur sud-est de la Sous-province de Nemiscau

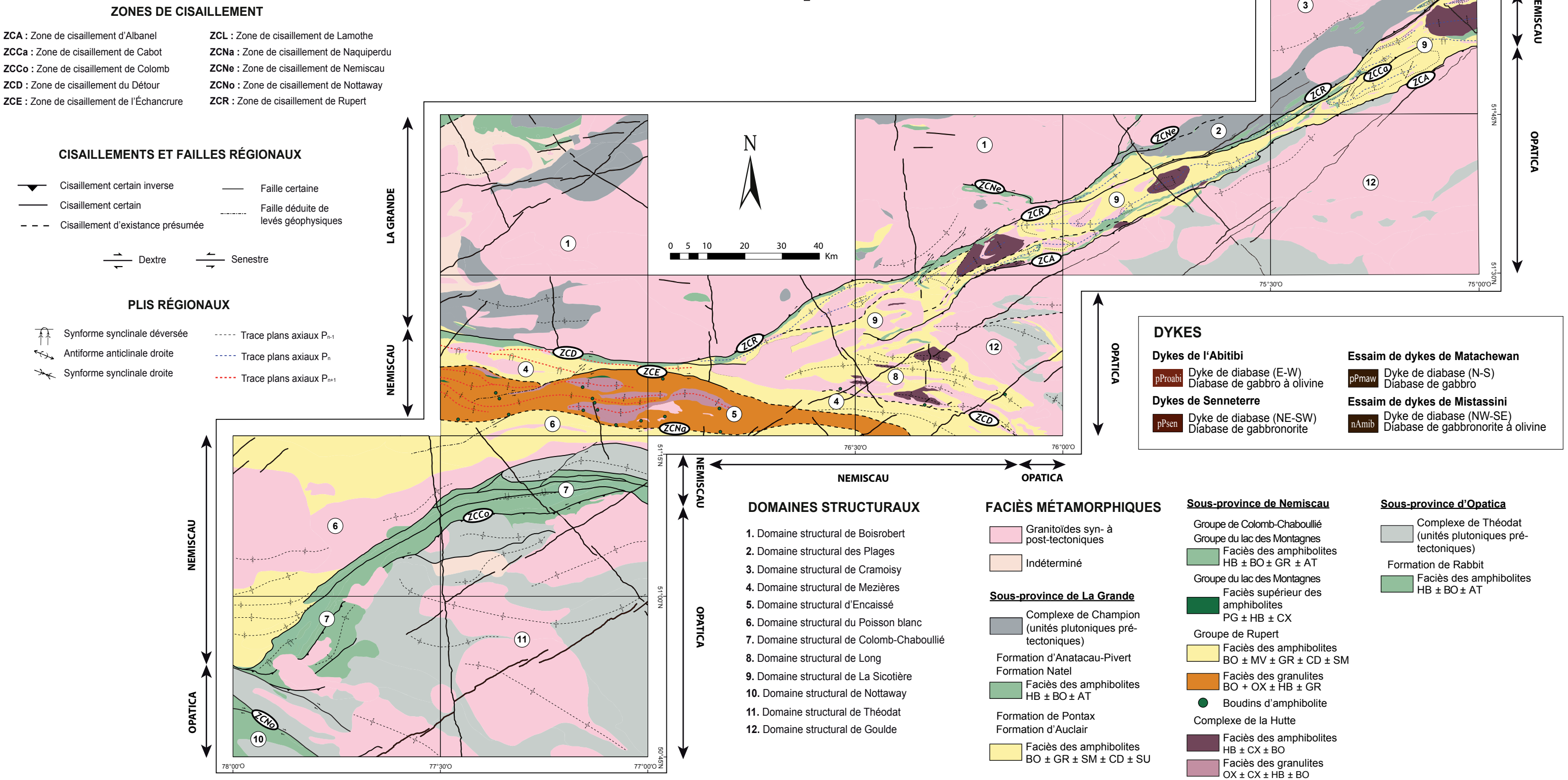
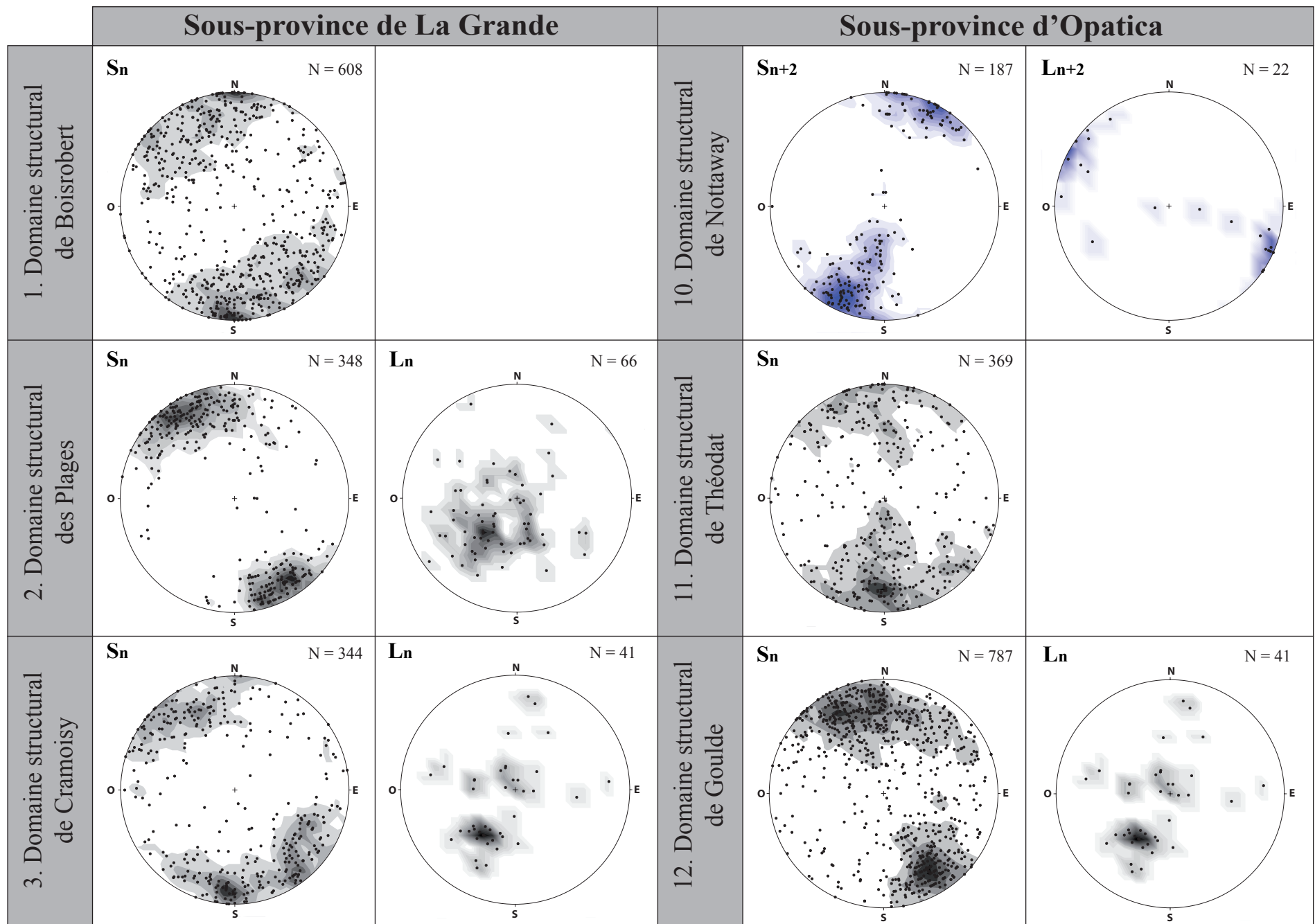


FIGURE 4 - Carte tectonométamorphique simplifiée du secteur SE de la Sous-province de Nemiscau. Modifié de Bandyayera et Daoudene (2017, 2018 et *sous presse*), de Bandyayera et Caron-Côté (*en préparation*) et de Pedreira et al. (2018).



**FIGURE 5** - 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. 48

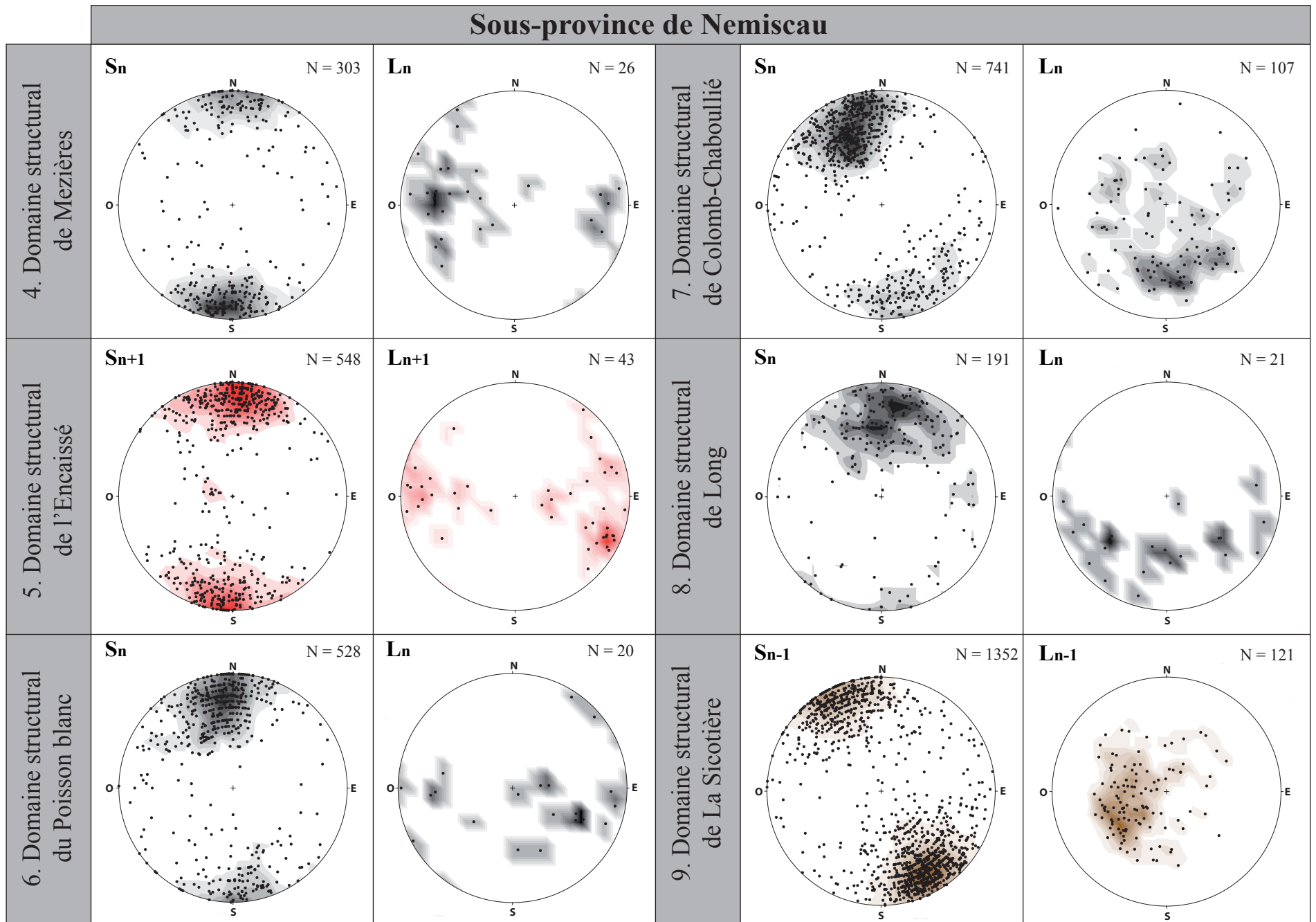
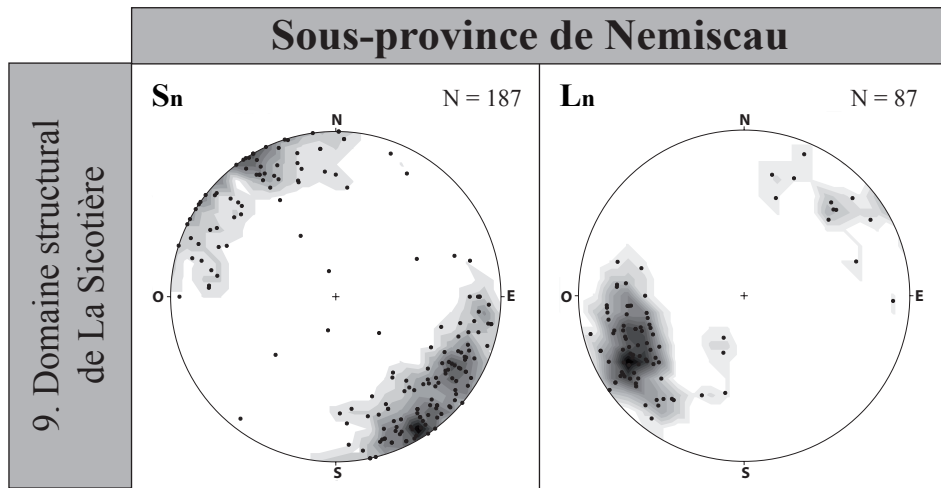


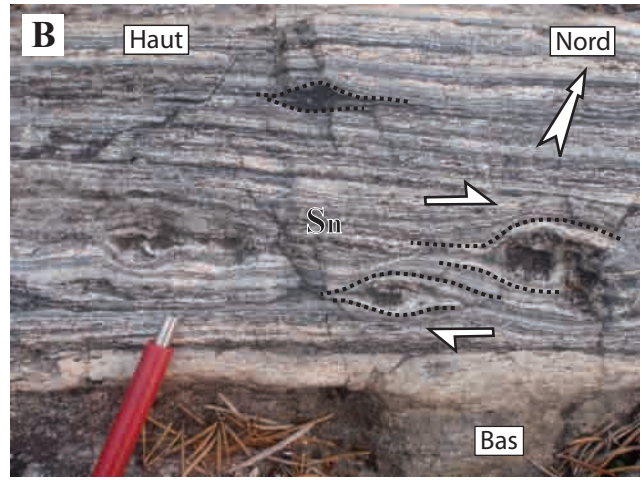
FIGURE 5 - Suite. Projections stéréographiques.



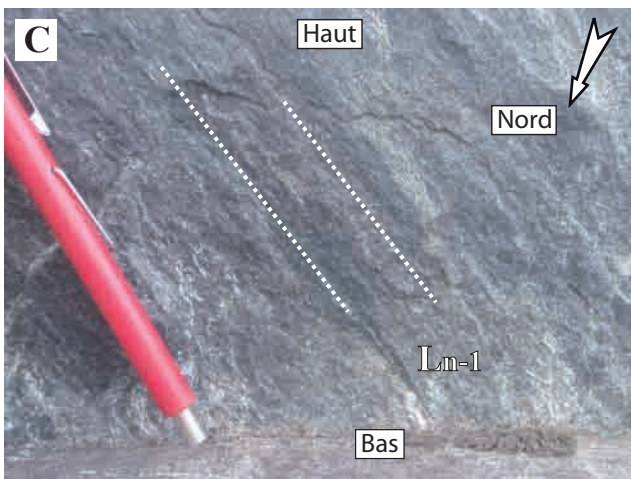
**FIGURE 5** - Suite. Projections stéréographiques.



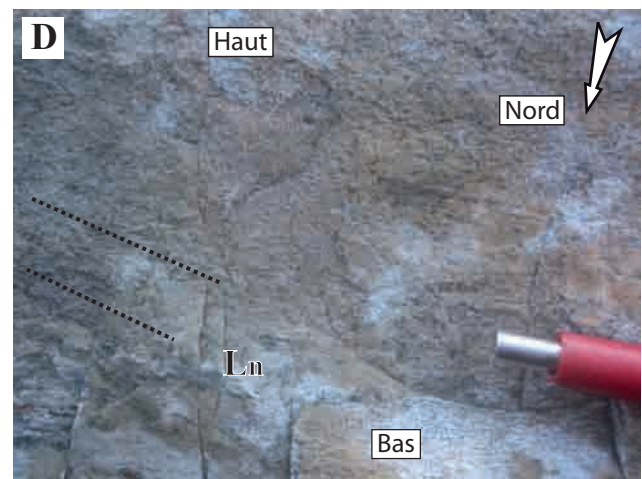
**A** - Tonalite gneissique (Athe1), montrant un rubanement tectonique rectiligne associé à la ZCA (affleurement 18-RP-6152).



**B** - Indicateurs cinématiques dans une amphibolite basaltique (nAmo1), montrant de porphyroclastes de type sigma suggérant un cisaillement dextre associé à la ZCA (affleurement 18-RP-6153).



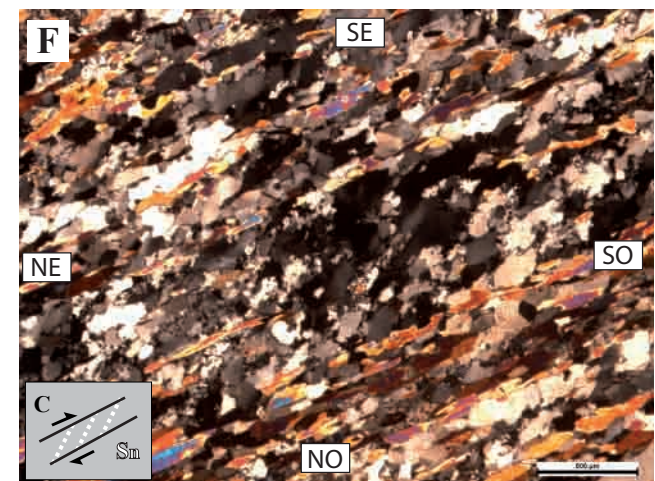
**C** - Amphibolite basaltique (nAmo1), montrant une linéation d'étirement  $L_{n-1}$  caractérisée par l'orientation préférentielle des grains d'amphibole. Déformation associée à la ZCCa (affleurement 18-RP-6163).



**D** - Paragneiss (nAru1), montrant une linéation minérale  $L_n$  caractérisée par l'orientation préférentielle des grains de biotite. Déformation associée à la ZCCa (affleurement 18-RP-6174).

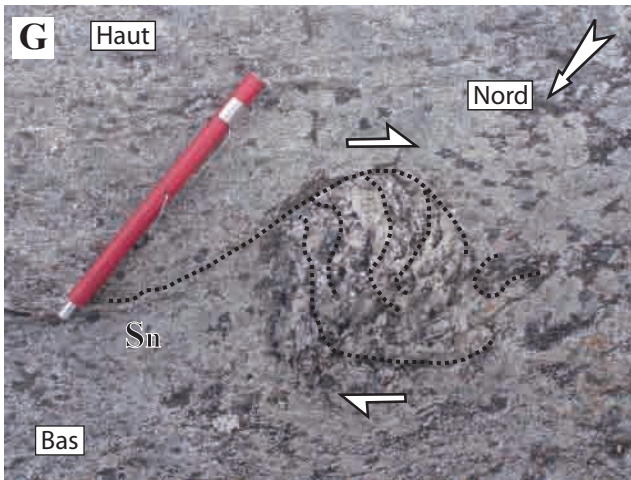


**E** - Amphibolite basaltique (nAmo1) dans la ZCCa. La structure C/S de la roche témoigne de la composante verticale inverse de cette zone de cisaillement (affleurement 18-RP-6162).

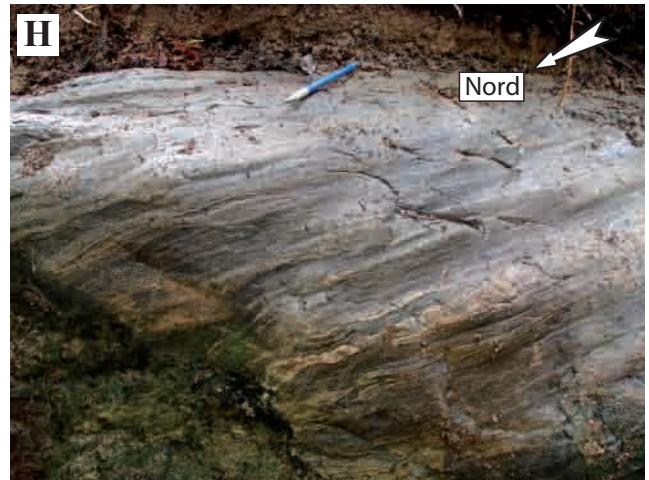


**F** - Texture C/S sous le microscope dans un métasédiment (nAru1), montrant un mouvement dextre associé à la ZCA (affleurement 18-DB-1089).

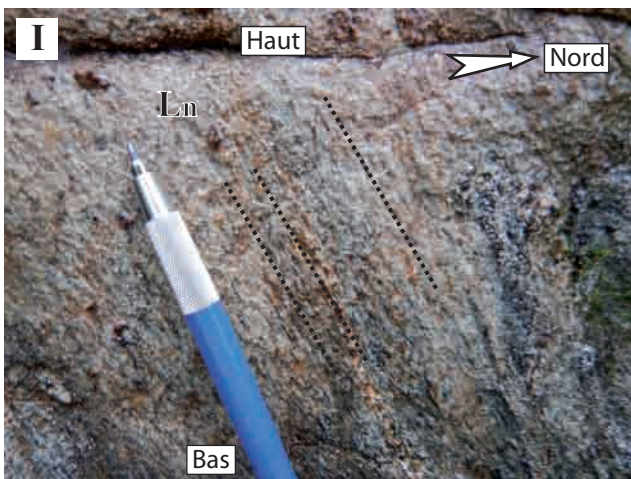
**FIGURE 6** - Photographies illustrant les zones de cisaillement observées dans la zone d'étude : A et B) Zone de cisaillement d'Albanel (ZCA); C, D, E et F) Zone de cisaillement de Cabot (ZCCa).



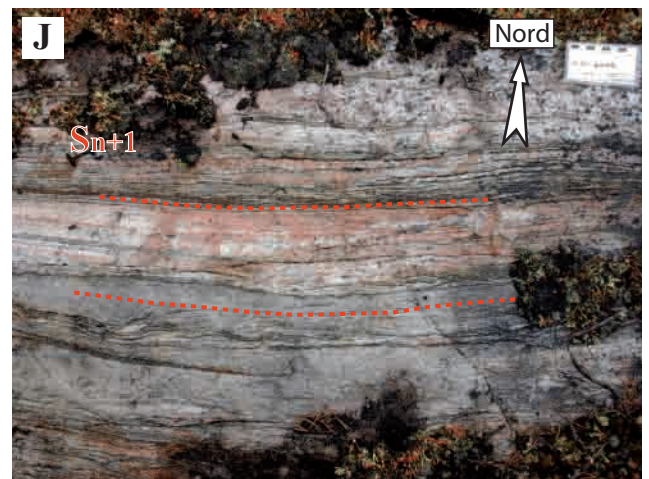
**G** - Indicateurs cinématiques dans un paragneiss (nAru1) dans la ZCA : rotation dextre d'un fragment de veine de quartz ou feldspatiques (affleurement 18-RP-6169).



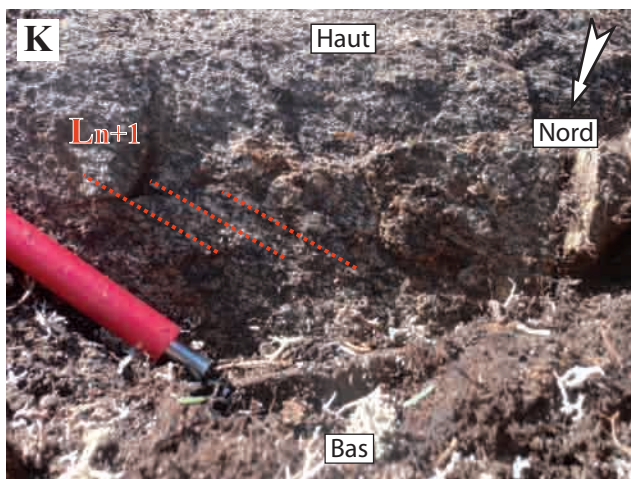
**H** - Andésite amphibolisée (Acch2) fortement déformée au sein du réseau anastomosé de bandes de cisaillement de la ZCCo (affleurement 15-SB-4164).



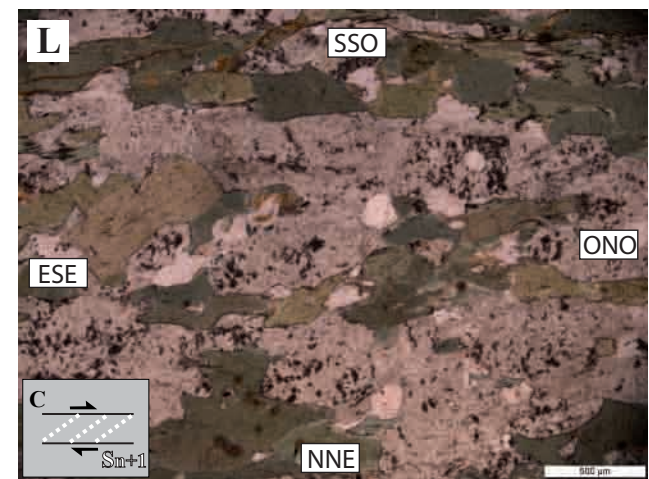
**I** - Roche volcanique intermédiaire à felsique (Acch3), montrant une linéation d'étirement  $L_n$  à fort plongement dirigée vers le S-SE. Déformation associée à la ZCCo (affleurement 15-DD-7019).



**J** - Gneiss tonalitique (Achp1), interlité avec des rubans de granite rose, montrant un rubanement tectonique rectiligne  $S_{n+1}$ . Affleurement situé au voisinage de la ZCD (affleurement 16-RP-6004).



**K** - Amphibolite basaltique (nAmo1), montrant une linéation minérale  $L_{n+1}$  à plongement modéré, associée à la ZCD (affleurement 17-RP-6524).



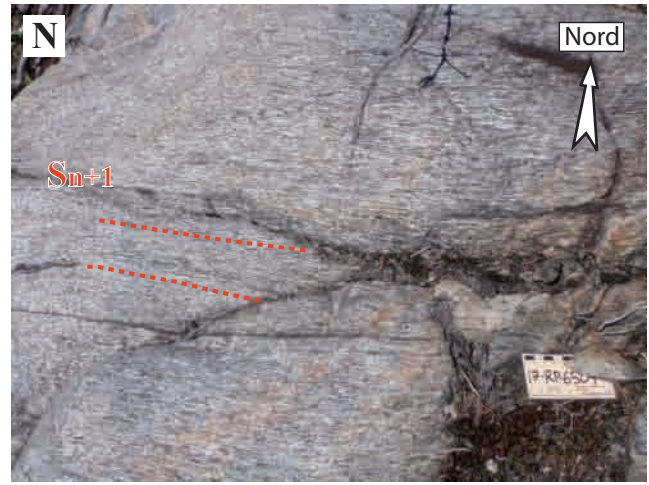
**L** - Texture C/S sous le microscope dans une amphibolite basaltique (nAmo1), montrant un mouvement dextre associé à la ZCD (affleurement 17-RP-6508).

**FIGURE 6** - Suite. Photographies illustrant les zones de cisaillement observées dans la zone d'étude : G) Zone de cisaillement d'Albanet (ZCA); H et I) Zone de cisaillement de Colomb (ZCCo); J, K et L) Zone de cisaillement du Détour (ZCD).

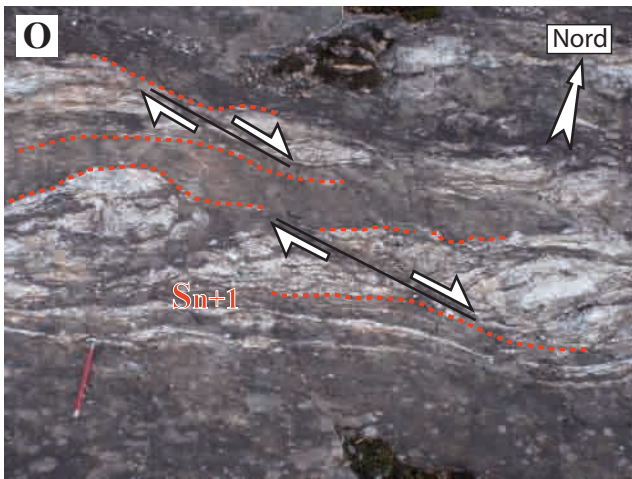




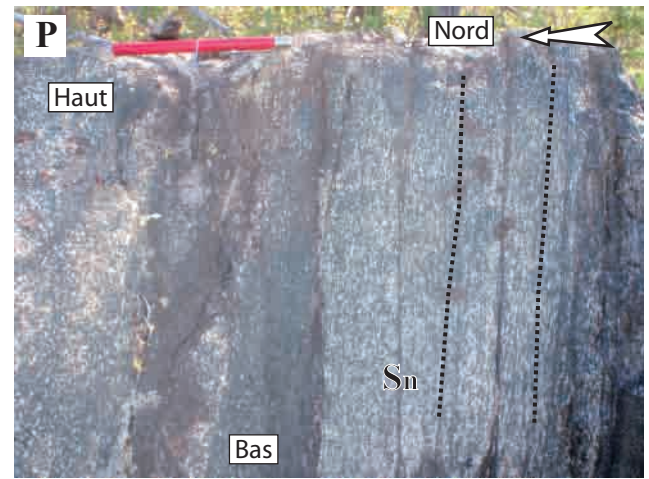
**M** - Paragneiss migmatitisé (nAru2), montrant des niveaux de mobilisat rectilignes et boudinés. Affleurement localisé près de la ZCE (affleurement 16-CS-4027).



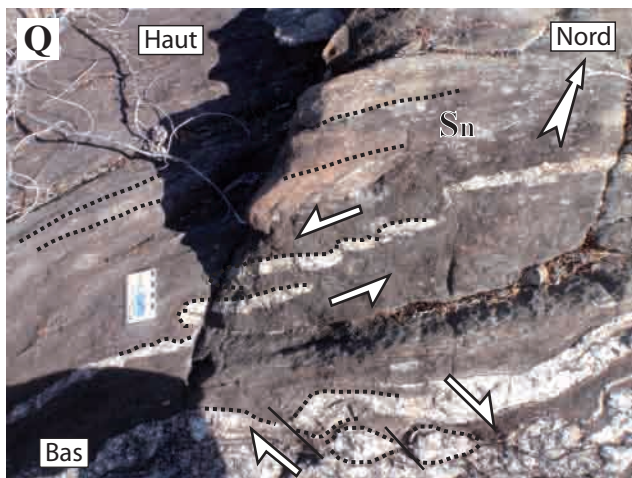
**N** - Tonalite gneissique (Ahue1), montrant une fabrique de déformation  $S_{n+1}$  très pénétrative associée à la ZCE (affleurement 17-RP-6507).



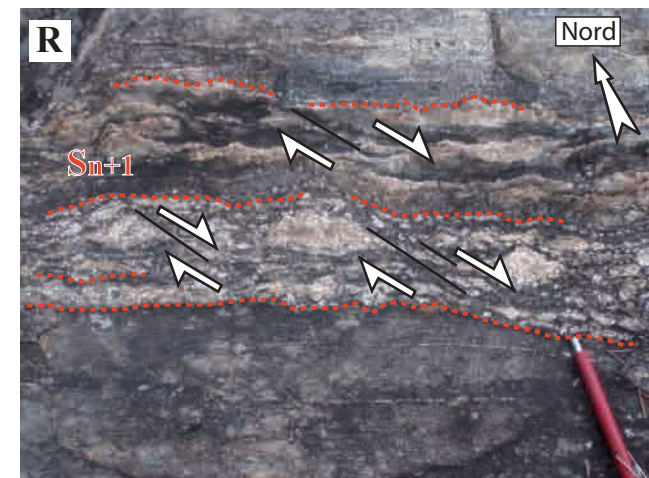
**O** - Paragneiss migmatitisé (nAru2), montrant des niveaux de mobilisat boudinés et affectés par des bandes de cisaillement dextres. Déformation associée à la ZCE (affleurement 18-RP-6575).



**P** - Amphibolite basaltique (nAnt1), montrant une foliation  $S_n$  très pénétrative associée à la ZCL (affleurement 18-RP-6076).

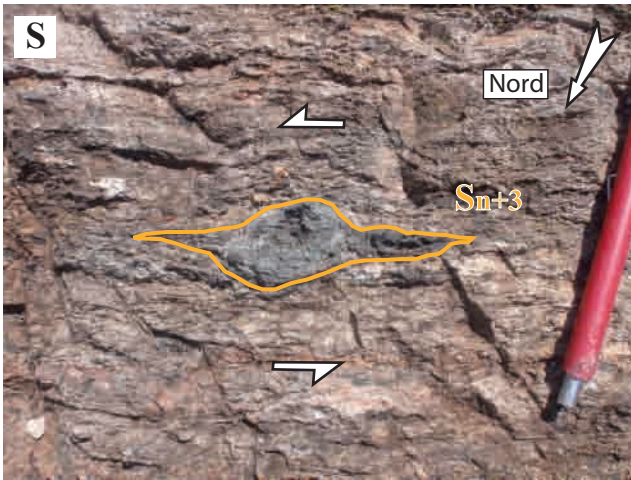


**Q** - Injections de granite dans un paragneiss (nAai1) montrant un boudinage asymétrique à mouvement apparent dextre et des plis d'entraînement à mouvement apparent senestre. Déformation associée à la ZCL (affleurement 18-ND-5049).



**R** - Paragneiss migmatitisé (nAru2), montrant des niveaux de mobilisat boudinés et affectés par des bandes de cisaillement dextres. Déformation associée à la ZCNa (affleurement 18-RP-6613).

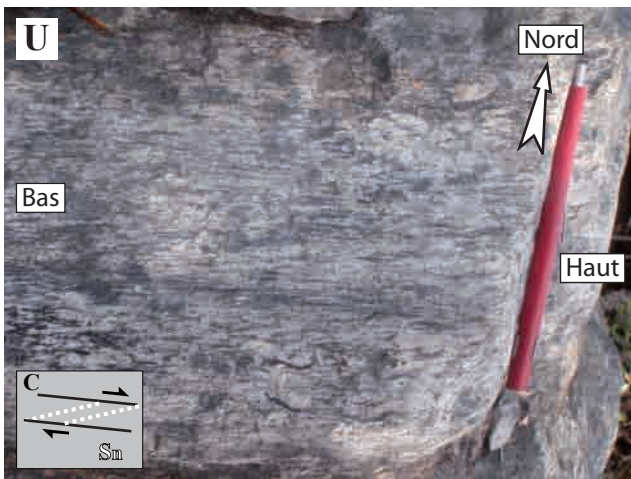
**FIGURE 6** - Suite. Photographies illustrant les zones de cisaillement observées dans la zone d'étude : M, N et O) Zone de cisaillement de l'Échancrure (ZCE); P et Q) Zone de cisaillement de Lamothe (ZCL); R) Zone de cisaillement de Naquiperdu (ZCNa).



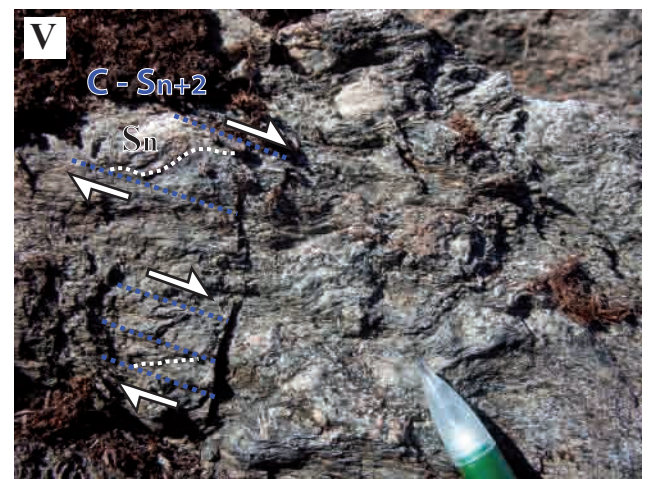
S - Paragneiss (nAru1), montrant des porphyroclastes d'amphibole et de chlorite indiquent un mouvement apparent senestre. Affleurement localisé près de la ZCNa (affleurement 18-RP-6604).



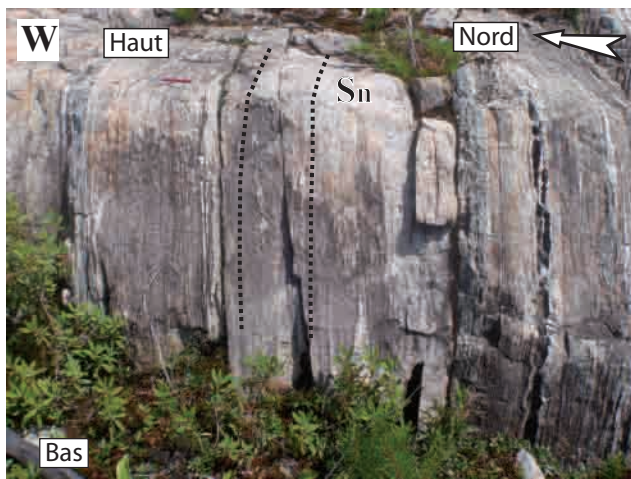
T - Mylonite (tonalite, Achp1), montrant une linéation tectonique  $L_n$  soulignée par l'étirement des grains de quartz. Fabrique associée à la ZDNe (affleurement 18-RP-6063).



U - Tonalite déformée (Achp1) dans la ZCNe. La texture C/S témoigne de la composante verticale du mouvement le long de cette zone de cisaillement (affleurement 18-RP-6146).



V - Mylonite (volcanite felsique, nArb3), montrant des bandes de cisaillement à composante décrochante dextre associée à la ZCNo (affleurement 15-RP-6032).

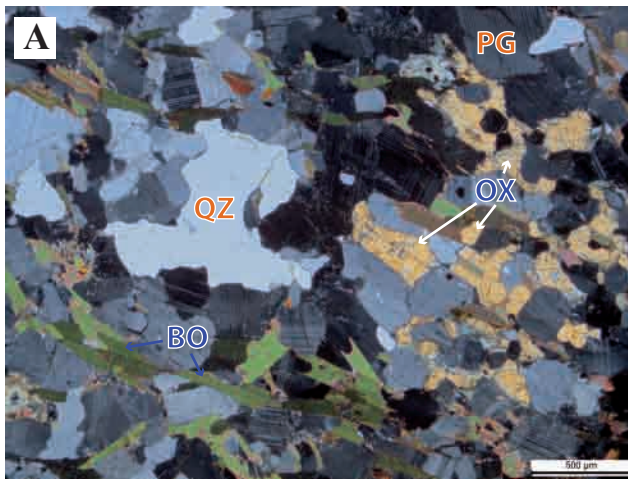


W - Roche volcanique (nAnt1), montrant une schistosité  $S_n$  très pénétrative associée à la ZCR (affleurement 18-RP-6207).

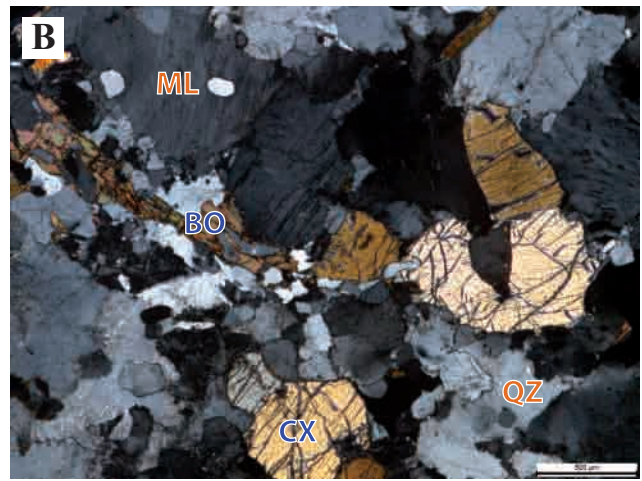


X - Déformation cisailante d'un gabbro amphibolitisé qui témoigne la composante verticale de la ZCR (affleurement 17-RP-6037).

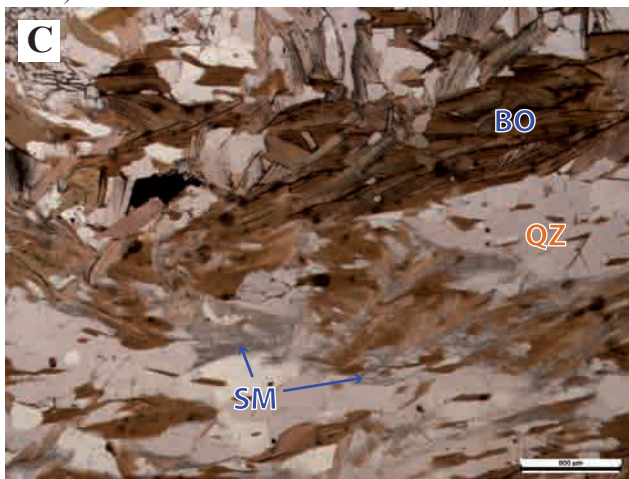
**FIGURE 6 - Suite.** Photographies illustrant les zones de cisaillement observées dans la zone d'étude : S) Zone de cisaillement de Naquiperdu (ZCNa); T et U) Zone de cisaillement de Nemiscau (ZCNe); V) Zone de cisaillement de Nottaway (ZCNo); W et X) Zone de cisaillement de Rupert (ZCR).



**A** - Métatexite dérivée de paragneiss (nAru3), montrant la présence d'orthopyroxène, typique du faciès des granulites. Domaine structural de l'Encaissé (affleurement 16-DB-1073).



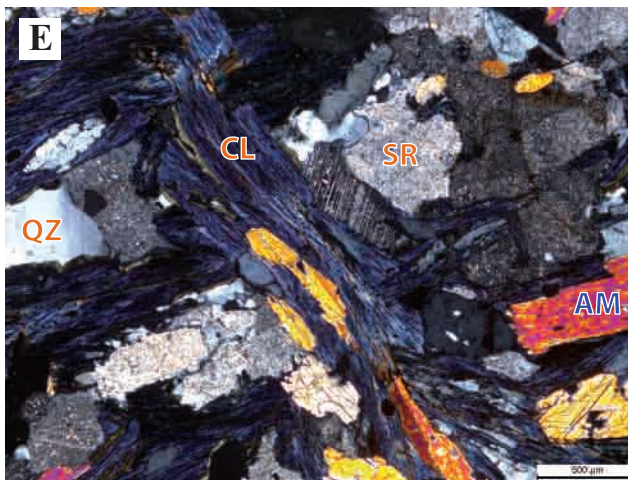
**B** - Roche intrusive de composition syénitique (Achp1a), montrant un assemblage typique du faciès des granulites. Domaine structural de l'Encaissé (affleurement 16-YD-2124).



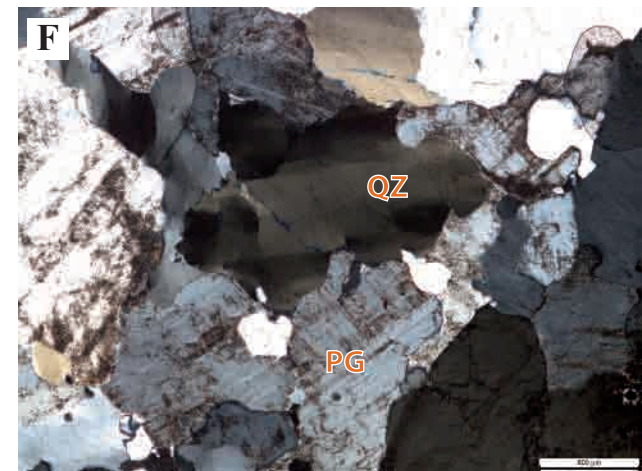
**C** - Paragneiss (nAru1), montrant l'assemblage sillimanite - biotite - quartz, typique des faciès des amphibolites. Domaine structural de La Sicotière (affleurement 18-RP-6053).



**D** - Amphibolite basaltique (nAmo1), montrant un assemblage typique du faciès des amphibolites. Domaine structural de La Sicotière (affleurement 16-RP-6084).

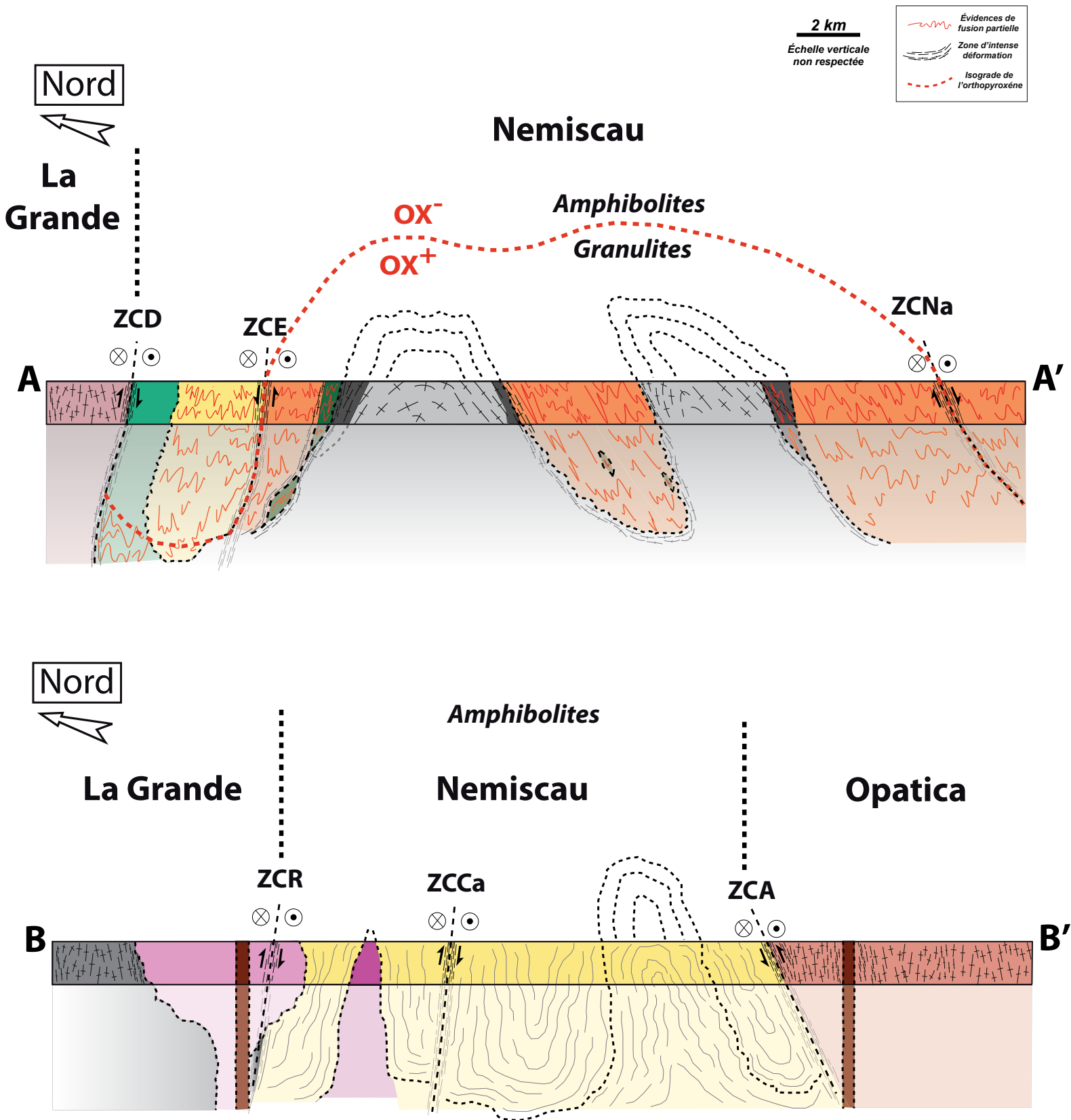


**E** - Amphibolite, montrant un assemblage rétrograde typique du faciès des schistes verts. Domaine structural de Mezières (affleurement 16-DT-5050).



**F** - Tonalite (Achp1), montrant la présence des grains de quartz caractérisés par une texture en échiquier. Domaine structural de Boisrobert (affleurement 16-DB-1091).

**FIGURE 8** - Photographies sous le microscope polarisant illustrant les assemblages minéralogiques typiques des faciès métamorphiques observés dans la région d'étude : A) Métatexite dérivée de paragneiss au faciès des granulites; B) Syenite à clinopyroxène et biotite au faciès des granulites; C) Paragneiss au faciès des amphibolites; D) Amphibolite basaltique au faciès des amphibolites, sous-domaine du lac Encaissé; E) Amphibolite rétrogradée au faciès des schistes verts; F) Tonalite au faciès des amphibolites.



**FIGURE 8** - Coupes géologiques interprétatives de la région d'étude. Coupe A-A', secteur du lac Naquiperdu. Coupe B-B', secteur du lac du Glas. Les coupes sont localisées dans la figure 2. La partie profonde est interprétative. ZCA : Zone de cisaillement d'Albanel; ZCCa : Zone de cisaillement de Cabot; ZCD : Zone de cisaillement du Détour; ZCE : Zone de cisaillement de l'Échancrure; ZCNa : Zone de cisaillement de Naquiperdu; ZCR : Zone de cisaillement de Rupert.

