

MB 2008-10

ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES AURIFERE EN TERRAIN DE HAUT GRADE METAMORPHIQUE : LE CAS DES BASSINS SEDIMENTAIRES D'OPINACA-NEMISCAU, BAIE-JAMES

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

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 

Environnements sédimentaires aurifères en terrain de haut grade métamorphique

LE CAS DES BASSINS SÉDIMENTAIRES D'OPINACA-NÉMISCAU, BAIE-JAMES

PROJET 2007-07

PAR : ISABELLE LAPOINTE

NOVEMBRE 2008



GM 66588

AVERTISSEMENT

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

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

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

Lapointe, I. 2008. Environnements sédimentaires aurifères en terrain de haut grade métamorphique : Le cas des bassins sédimentaires d'Opinaca-Némiscau, Baie-James. Rapport du projet CONSOREM 2007-07, 36 p.

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

CONSOREM

Université du Québec à Chicoutimi
555, boulevard de l'Université
Chicoutimi, QC, G7H 2B1

Tél. : (418) 545-5011 poste 5634

Courriel : consorem@uqac.ca
Site Web: www.consorem.ca

RÉSUMÉ

Inspiré des récents travaux de Gauthier et al. (2007) sur la distribution spatiale des minéralisations aurifères en relation avec les gradients métamorphiques élevés, ce projet visait principalement à tester le modèle d'un complexe métamorphique central pour la région de la Baie-James.

Ainsi, l'hypothèse de départ était que les gradients métamorphiques élevés localisés à la périphérie du complexe de Laguiche (bassin d'Opinaca) reflètent les limites, ou failles de décollement, d'un complexe métamorphique central. Afin de justifier la pertinence de l'exercice pour l'exploration, des exemples de minéralisations aurifères associées à l'exhumation de tels complexes ont été répertoriés dans la littérature. Ces cas de minéralisations aurifères sont pour la plupart localisés en périphéries des complexes.

L'interprétation de données structurales tirées de Sigeom a permis de démontrer que la signature structurale de la région de la Baie James est compatible avec un modèle de complexe métamorphique central. De plus, les trajectoires de foliation principale (Sp) combinées à la carte de la densité des mégalinéaments géophysiques du Supérieur (tirée du projet CONSOREM 2002-03) ont permis de tracer des linéaments favorables. Enfin, il a été suggéré que les zones de fort gradient de pendage de Sp représentent des cibles d'intérêt pour l'exploration. Près d'une trentaine de zones cibles ont été identifiées sur cette base.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-----|
| AVERTISSEMENT | i |
| Résumé..... | ii |
| Table des matières..... | iii |
| Liste des figures..... | iv |
| Liste des tableaux..... | iv |
| 1 Introduction | 1 |
| 1.1 Problématique | 1 |
| 1.2 Hypothèse de travail | 1 |
| 1.3 Objectifs..... | 1 |
| 1.4 Méthodologie..... | 2 |
| 2 Complexes métamorphiques centraux..... | 2 |
| 2.1 Caractéristiques générales et signature structurale..... | 2 |
| 2.2 Minéralisations aurifères associées aux complexes métamorphiques..... | 3 |
| 2.2.1 Minéralisations hydrothermales du Massif de Rhodope | 3 |
| 2.2.1.1 <i>Gisement Ada-Tepe (Au-Ag), Massif de Rhodope oriental, Bulgarie</i> | 4 |
| 2.2.2 Complexe métamorphique central de Tauern, Alpes centrales orientales | 4 |
| 2.2.3 Minéralisations aurifères archéennes | 5 |
| 2.2.3.1 <i>Eastern Goldfields, Australie</i> | 5 |
| 2.2.3.2 <i>Southern Cross, Australie</i> | 5 |
| 3 Contexte géologique et tectonique des grands bassins métasédimentaires du Supérieur | 6 |
| 4 Géologie de la région de la Baie-James | 7 |
| 4.1 Géologie de la Sous-province de La Grande | 7 |
| 4.1.1 Ceinture de La Grande | 7 |
| 4.1.2 Ceinture d'Eastmain..... | 8 |
| 4.2 Géologie de la sous-province d'Opinaca..... | 8 |
| 4.3 Métamorphisme, déformation et style structural à la Baie-James | 9 |
| 4.4 Minéralisations aurifères des séquences métasédimentaires de la Baie-James..... | 9 |
| 4.4.1 Gîte Roberto, propriété Éléonore | 9 |
| 4.4.2 Autres minéralisations aurifères dans le secteur de la propriété Éléonore..... | 10 |
| 4.4.2.1 <i>Cible Charles (Everton – Azimut)</i> | 10 |
| 4.4.2.2 <i>Zone Inex (Everton – Azimut)</i> | 10 |
| 4.4.2.3 <i>Corridor aurifère Claude-Manuel (Everton - Azimut)</i> | 11 |
| 4.4.2.4 <i>Propriété Opinaca de Ressources Beaufield</i> | 11 |
| 4.4.3 Conglomérats aurifères..... | 11 |
| 4.4.4 Propriété Corvet Est..... | 12 |
| 5 Identification de secteurs aurifères potentiels à la Baie-James en relation avec le modèle de complexe métamorphique central | 12 |
| 5.1 Signature structurale de la Baie-James..... | 12 |
| 5.2 Identification de secteurs aurifères potentiels à la Baie-James en relation avec le modèle de complexe métamorphique central..... | 13 |
| 6 Discussion et conclusions | 14 |
| Références | 15 |
| Cahier des figures | 21 |

LISTE DES FIGURES

| | | |
|------------|--|----|
| Figure 1. | Carte géologique du Supérieur. | 21 |
| Figure 2. | Carte métamorphique du Supérieur (a) et gradients métamorphiques de la Baie-James et de l'Abitibi (b)..... | 22 |
| Figure 3. | Illustration simplifiée de l'anatomie d'un complexe métamorphique central..... | 23 |
| Figure 4. | Modèle de formation d'un complexe métamorphique central montrant le développement et l'évolution des failles de décollement, des failles normales et des complexes mylonitiques..... | 23 |
| Figure 5. | Géologie de la portion orientale du Massif de Rhodope, avec localisation du gisement aurifère Ada Tepe..... | 24 |
| Figure 6. | Carte géologique du gisement Ada Tepe (Au-Ag), Bulgarie..... | 25 |
| Figure 7. | Coupe à travers le gisement Ada Tepe..... | 26 |
| Figure 8. | Minéralisations hydrothermales associée à l'exhumation du complexe métamorphique central de Tauern, dans les Alpes centrales orientales..... | 26 |
| Figure 9. | Géologie de la province du Eastern Goldfields, Australie avec localisation des gisements aurifères..... | 27 |
| Figure 10. | Région du complexe de Ghooli, province de Southern Cross, Australie, avec localisation des principaux gisements aurifères..... | 28 |
| Figure 11. | Orientation des linéations d'étirement et des <i>ore shoots</i> des minéralisations aurifères en périphérie du Dôme de Ghooli, Southern Cross, Australie..... | 29 |
| Figure 12. | Géologie simplifiée de la région de la Baie-James et distribution des minéralisations aurifères..... | 30 |
| Figure 13. | Géologie du gîte Roberto..... | 31 |
| Figure 14. | Localisation des données structurales de la Baie-James extraites du SIGÉOM..... | 32 |
| Figure 15. | Carte des trajectoires de la schistosité principale pour la région de la Baie-James..... | 32 |
| Figure 16. | Maille des pendages de la schistosité à la Baie-James..... | 33 |
| Figure 17. | Carte des linéations d'étirement de la partie ouest de l'Opinaca avec trace de la schistosité principale..... | 33 |
| Figure 18. | Densité de linéaments géophysiques interprétés par Faure (2004) pour la région de la Baie-James..... | 34 |
| Figure 19. | Linéaments interprétés à partir de la géophysique et des trajectoires de la schistosité principale à la Baie-James..... | 34 |
| Figure 20. | Maille illustrant les zones de variations entre les domaines à pendages forts et faibles..... | 35 |
| Figure 21. | Détermination de segments avec gradients de pendage élevés pouvant servir à identifier des zones de failles favorables à la minéralisation aurifère..... | 35 |
| Figure 22. | Détail des secteurs cibles dans le secteur du gisement Roberto..... | 36 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|------------|--|----|
| Tableau 1. | Caractéristiques géologiques de la région de la Baie-James soutenant l'hypothèse d'un complexe métamorphique central ou compatibles avec celle-ci..... | 13 |
|------------|--|----|

1 INTRODUCTION

1.1 Problématique

Les bassins sédimentaires peuvent être hôtes de minéralisations aurifères épigénétiques et plusieurs exemples existent dans le monde, particulièrement dans les ceintures métasédimentaires plissées protérozoïques à plus récentes (voir Nabil et al. 2008 pour une revue plus exhaustive). La minéralisation peut être filonienne ou disséminée et l'enveloppe peut être en partie contrôlée par les couches sédimentaires et donc être concordante. Les pièges structuraux de type « saddle reef » sont bien connus et documentés, ceci pour les environnements où le métamorphisme est faible à moyen (Keppie et al. 1986; Cox et al. 1991 ; Bierlein et al. 2004.)

La minéralisation en environnement sédimentaire de haut grade métamorphique peut faire appel à des métalotectes différents et la relation avec le métamorphisme devient importante. Dans le cas de minéralisations pré apogée métamorphique, les caractéristiques primaires du dépôt sont occultées par la recristallisation et éventuellement la remobilisation. Une distinction entre minéralisations pré-métamorphisme et syn-métamorphisme avait été proposée par Trépanier (2007) dans un projet touchant à l'or en milieu de haut grade métamorphique.

Le Complexe de Laguiche, situé à la Baie-James dans la Sous-province d'Opinaca, est un cas d'environnement sédimentaire de haut grade métamorphique. Il est récemment devenu un centre d'intérêt avec les découvertes entourant les minéralisations d'Éléonore. La localisation des minéralisations aurifères dans les roches métasédimentaires présente une distribution en bordure du bassin, près des contacts avec les ceintures de roches vertes de La Grande et Eastmain. De plus, l'or semble associé à un gradient métamorphique élevé (Gauthier et al. 2007). Les travaux de Gauthier et al. (2007) pour le secteur de la Baie-James proposent que les fronts métamorphiques jouent un rôle dans la localisation des gisements aurifères de la Province de Supérieur. Les récentes découvertes au centre du bassin d'Opinaca montrent que le potentiel est également présent au sein même des terrains de haut-grade.

On peut ainsi se questionner sur le potentiel aurifère des grands bassins sédimentaires de haut grade métamorphique à la Baie-James, plus particulièrement sur la fertilité du bassin d'Opinaca.

1.2 Hypothèse de travail

Les sous-provinces d'Opinaca – La Grande ne correspondent pas à des bandes linéaires comme dans l'ouest du Supérieur, où les sous-provinces métasédimentaires sont bordées au N et au S par des sous-provinces distinctes ([Figure 1](#)). Dans la portion ouest, le La Grande contourne la bordure de l'Opinaca, étant à la fois au N et au S du complexe de Laguiche. Cet aspect permet de proposer l'hypothèse que ce bassin sédimentaire de haut grade métamorphique correspond à un complexe métamorphique central. Cette hypothèse est supportée des gradients métamorphiques élevés en périphérie de l'Opinaca ([Figure 2](#); Gauthier et al. 2007). Selon les auteurs, les gradients métamorphiques élevés favoriseraient les processus hydrothermaux puisqu'ils peuvent correspondre à des dislocations post-métamorphiques majeures.

1.3 Objectifs

Les objectifs généraux du projet sont de documenter les principaux contrôles des minéralisations aurifères en environnement sédimentaire de haut grade métamorphique et d'appliquer ces contrôles aux bassins sédimentaires d'Opinaca et Némiscau. Plus spécifiquement, l'hypothèse d'un complexe métamorphique central à la Baie-James et se son impact sur la mise en place de la minéralisation aurifère seront testés.

1.4 Méthodologie

Les complexes métamorphiques centraux font l'objet d'une revue scientifique, particulièrement en ce qui a trait à la mise en place de minéralisations dans un tel contexte. L'exercice vise à préciser les contrôles structuraux locaux et régionaux et à relever des gisements aurifères pouvant être analogues aux minéralisations de la Baie-James. Avant de vérifier l'hypothèse de travail, les données structurales de la banque du Sigéom couvrant le territoire de la Baie-James ont été traitées. Ainsi, la signature structurale de la région sera comparée à celle caractérisant les complexes métamorphiques centraux.

2 COMPLEXES MÉTAMORPHIQUES CENTRAUX

Certains auteurs ont déjà proposés l'hypothèse des complexes métamorphiques centraux pour expliquer l'exhumation des grands bassins métasédimentaires de haut grade du Supérieur (ex. : Sawyer et Barnes, 1994; Sawyer et Benn 1992; Cadéron, 2000 et 2003). Cependant, aucune démonstration n'a été réalisée pour l'ensemble du bassin d'Opinaca à la Baie-James. De plus, la relation entre la distribution des minéralisations aurifères à la Baie-James et l'exhumation d'un complexe métamorphique central reste à démontrer.

2.1 Caractéristiques générales et signature structurale

Le concept de complexe métamorphique central découle des années 1970, alors qu'on commença à réaliser que plusieurs montagnes en forme de dôme, situées le long de la Cordillère de l'Amérique du Nord, partageaient de nombreuses caractéristiques géologiques et structurales (Coney, 1980 ; Armstrong, 1982). Ces complexes sont le résultat de l'exhumation d'un socle métamorphique au niveau d'assemblages lithologiques moins métamorphisés ([Figure 3](#)). Une portion de la croûte moyenne est ramenée vers la surface par d'importantes structures de décollement (Lister et Davis, 1989) correspondant à des failles normales de faible pendage qui sont caractérisées par des zones de mylonites. Ces zones délimitent les complexes métamorphiques et elles coïncident à de forts gradients métamorphiques. Également, de nombreuses failles normales segmentent la portion de la croûte surmontant le socle métamorphique.

Les complexes métamorphiques résultent d'une relaxation des contraintes de compression ayant produites un épaissement important de la croûte, comme la formation d'une chaîne de montagnes ou une importante activité magmatique intrusive. Cette relaxation crée des forces en extension qui produisent les failles de décollement de faible pendage et autres failles normales (Lister et Davis, 1989). Des exemples typiques de complexes métamorphiques centraux sont bien documentés dans la Cordillère de l'Ouest, particulièrement pour le *Basin and Range Province* aux États-Unis (Crittenden et al. 1980 ; Armstrong, 1982). La [Figure 4](#) illustre d'ailleurs le modèle de formation du complexe métamorphique de Santa Catalina – Rincon situé en Arizona.

En plus des surfaces de décollement de faible pendage, des zones de déformation mylonitiques et des failles normales, les complexes métamorphiques centraux sont caractérisés par une signature structurale particulière. Ainsi, autour d'un complexe, les foliations sont généralement concentriques, les pendages opposés à celui-ci et les linéations d'étirement radiales. Enfin, au centre d'un complexe métamorphique, les pendages sont sub-horizontaux.

2.2 Minéralisations aurifères associées aux complexes métamorphiques

La mise en place d'un complexe métamorphique peut-il être favorable à la circulation de fluides hydrothermaux ? Le relâchement des contraintes de compression et le soulèvement isostatique associé à l'exhumation des complexes métamorphiques présentent un contexte idéal pour le développement d'un système de plomberie et la circulation de fluides hydrothermaux. De plus, les surfaces de décollement constituent des structures majeures profondes, correspondant à un ingrédient essentiel des systèmes aurifères fertiles, notamment des minéralisations orogéniques. Pour le sud-est du Supérieur, il est d'ailleurs suggéré que le principal événement aurifère soit associé à un important flux de fluides métamorphiques le long de structures régionales (Kerrich et Ludden, 2000).

D'après le modèle orogénique français, le relâchement des contraintes de compression favorisait à grande échelle les mécanismes permettant la remontée des fluides (Bouchot et al. 2005; Lescuyer, 2005). Les minéralisations aurifères du Massif Central de France sont associées aux phases d'extension tardives, lors du relâchement des contraintes de compression. La mise en place de l'or est ainsi contemporaine à une période de soulèvement post-tectonique rapide des roches profondes. D'ailleurs, certains gisements présentent des caractéristiques qui ne sont pas sans rappeler celles du gisement Roberto (voir section 3 ci-dessous), notamment une minéralisation contenue dans des métasédiments de haut-grade, la présence de veines et de stockwerks de quartz associés à d'importantes zones de remplacement à sulfures, la présence de sulfures aurifères disséminés dans des grès et une association de l'or avec l'arsenic et l'antimoine (Bouchot et al. 2005).

Enfin, plusieurs cas de systèmes épithermaux associés à des complexes métamorphiques centraux sont répertoriés dans la littérature. Quelques-uns de ceux-ci sont illustrés ci-dessous.

Mentionnons que le dénominateur commun des minéralisations aurifères citées en exemple dans les sections suivantes est leur localisation en périphérie des complexes métamorphiques centraux et leur association aux failles de décollement.

2.2.1 Minéralisations hydrothermales du Massif de Rhodope

La région du Massif de Rhodope, en Bulgarie et en Grèce, est caractérisée la mise en place d'importants systèmes minéralisateurs hydrothermaux à la fin de la collision Alpine – Himalayenne. Non seulement les minéralisations sont associées à une période d'extension post-orogénique, mais elles sont mises en relation avec la formation d'un complexe métamorphique central (Marchev et al. 2005a).

Le Massif de Rhodope correspond à un système accrécionistaire dominé par du matériel provenant de la croûte continentale. L'épisode d'extension associé au relâchement des contraintes de compression est caractérisé par le développement de failles de décollement de faible pendage, des mouvements de blocs accommodés par des failles normales, la formation d'un bassin sédimentaire, l'exhumation d'un important complexe métamorphique de haut grade, du magmatisme et de l'érosion (Marchev et al. 2005a). Les dômes métamorphiques correspondent à des portions du socle paléozoïque dont le cœur est souvent caractérisé par un complexe de gneiss migmatitiques (*Gneiss-migmatite complex*) entouré d'un assemblage de paragneiss non migmatisés et d'ophiolites au faciès des amphibolites (*Variogated Complex*). La [Figure 5](#) présente la carte géologique de la portion orientale du Massif de Rhodope.

Dans le Massif de Rhodope, des minéralisations hydrothermales en métaux de base et métaux précieux se sont mises en place lors de l'épisode du soulèvement du complexe métamorphique et du magmatisme tardi-tectonique (Marchev et al. 2005a; Marchev et al. 2005b). Le contexte de ces minéralisations serait très similaire à celui des districts polymétalliques de l'Ouest canadien et américain (ex. Beadoin et al. 1991, 1992 ; John, 2001). Des gisements polymétalliques à Pb-Zn-Ag sont caractérisés par des veines de Pb-Zn, des systèmes de stockwerks et de sulfures disséminés, de même que des zones de remplacement metasomatiques (Marchev et al. 2005a). Ces minéralisations sont encaissées dans les roches sommitales des dômes du complexe métamorphique et sont en relation avec les failles de décollement. Il est à noter que ces systèmes de veines recoupent localement les

surfaces de décollement, car des veines de Pb-Zn se propagent dans les conglomérats localisés au-dessus du socle métamorphique (Marchev et al. 2005a).

En Grèce, dans la portion sud-est du Massif de Rhodope, des minéralisations épithermales à Au-Ag de type *high sulphidation* sont en étroite relation avec des systèmes porphyriques à Cu-Mo. Ces minéralisations sont associées à du volcanisme calco-alcalin à calco-alcalin potassique (Marchev et al. 2005a).

Enfin, dans la portion est de ce Massif, un type de minéralisation aurifère particulier est encaissé dans des roches sédimentaires syn-extension et présente une association spatiale et temporelle avec la mise en place des dômes métamorphiques (Marchev et al. 2005a et 2005b). Les séquences sédimentaires hôtes de ces minéralisations proviennent de l'érosion du complexe métamorphique et sont déposées dans des bassins syn-tectoniques localisés immédiatement au-dessus des failles de décollement du complexe. Mentionnons qu'aucune relation directe avec le magmatisme local n'est identifiée (Marchev et al. 2005a).

2.2.1.1 Gisement Ada-Tepe (Au-Ag), Massif de Rhodope oriental, Bulgarie

Le gisement Ada-Tepe (6.15 Mt à 4.6 g/t Au : Marchev et al. 2005b), situé dans le Massif de Rhodope oriental, correspondrait selon Marchev et al. (2005a) à un contexte particulier de minéralisation aurifère épithermale de type *low-sulphidation*, encaissée dans une séquence sédimentaire clastique syn-extension ([Figure 6](#)). La minéralisation y est associée à une faille de décollement et au soulèvement d'un dôme métamorphique. Les sédiments hôtes du gisement Ada Tepe sont interprétés comme étant dérivés du complexe métamorphique.

Le socle n'est généralement pas minéralisé, le gisement étant localisé au-dessus du complexe métamorphique ([Figure 7](#)). La minéralisation consiste en un corps tabulaire sub-horizontale, situé juste au-dessus de la surface de décollement. Dans le toit de cette faille, la minéralisation occupe des zones de remplissage sub-verticales, le long de failles normales secondaires, dans des conglomérats bréchifiés et des grès. Enfin, des veines de quartz sub-verticales caractérisent également la minéralisation aurifère. Mentionnons que d'autres découvertes récentes le long de la même faille de décollement ont été mises à jour en périphérie du même dôme métamorphique.

L'altération d'Ada Tepe consiste principalement en une silicification, une argilisation et une pyritisation et est également caractérisée par la présence d'adulaire et de carbonates (Marchev et al. 2005b). Il est à noter que l'argilisation semble relativement plus distale, tel que suggéré par la distribution des altérations ([Figures 6 et 7](#)).

Ces caractéristiques ne sont pas sans rappeler le contexte du gisement Roberto, localisé à la frontière entre le La Grande et l'Opinaca. L'enveloppe minéralisée du gisement Roberto semble sub-parallèle au contact entre les deux sous-provinces. Il est encaissé dans une séquence clastique grossière en contact avec le Complexe de Laguiche. De plus, le patron d'altération de Roberto est très similaire à celui d'Ada Tepe. Enfin, le mur du gisement, occupé par les paragneiss du Laguiche, ne contient aucune minéralisation connue à ce jour et ne montre pas d'évidence d'altération. La principale différence entre Roberto et Ada Tepe est que le premier est affecté par un épisode de métamorphisme et de déformation important. Ainsi les assemblages minéralogiques de l'un et l'autre sont différents.

2.2.2 Complexe métamorphique central de Tauern, Alpes centrales orientales

L'exhumation du complexe métamorphique de Tauern est reliée au raccourcissement oblique des Alpes orientales ayant généré de l'extension parallèle à l'orogénie (Rosenberg et al. 2004). Plusieurs types de minéralisations hydrothermales sont étroitement associés à l'exhumation de ce complexe. Celles-ci occupent des structures produites lors de cet événement (Neubauer 2005). Parmi ces styles de minéralisations, on retrouve des veines et lentilles de quartz à Au-Ag-Pb-Cu-W, localisées dans une faille normale de faible pendage délimitant la fenêtre de Tauern; des zones de remplacement à Au-As-

Sb distribuées le long d'une faille senestre E-O; et différents systèmes de veines de quartz ± carbonates aurifères et polymétalliques, situés en périphérie du complexe ou dans le complexe même ([Figure 8](#)).

Alors que les minéralisations hydrothermales dans le Massif de Rhodope sont interprétées comme étant d'origine épithermale, Neubauer (2005) considère que les systèmes filoniens aurifères associés au complexe métamorphique de Tauern cadre davantage dans le modèle d'or orogénique (ou mésothermal). Enfin, les conditions favorables à la mise en place de ces minéralisations sont selon Neubauer (2005) : 1) l'extension rapide de la croûte supérieure; 2) l'infiltration des fluides provenant de la croûte profonde (dévolatilisation des fluides métamorphiques); 3) la focalisation des fluides vers le sommet des dômes et dans le toit des failles de décollement (failles normales faiblement pentées), particulièrement dans les zones de transition entre les domaines de faibles et forts pendages et 4) un régime de déformation cassant et particulièrement un contraste rhéologique entre des roches cassantes surmontant un assemblage lithologique plus ductile. Les deux derniers points sont à retenir puisqu'ils peuvent être appliqués comme critères d'exploration.

2.2.3 Minéralisations aurifères archéennes

2.2.3.1 Eastern Goldfields, Australie

La Province d'Eastern Goldfields, faisant partie du craton de Yilgarn en Australie, est constituée de ceintures de roches vertes qui sont recoupées de plutons granitiques et entourées de complexes de granitoïdes ([Figure 9](#)). Dans cette province, des structures en forme de dôme ont été identifiées localement dans les vastes domaines de gneiss rubanés et de roches migmatitiques de Ballard et Laverton. Celles-ci sont interprétées comme des complexes métamorphiques centraux, mis en place au niveau de ceintures de roches vertes de plus faible métamorphisme, grâce à des zones de cisaillement de faible pendage (Williams & Whitaker 1993).

Plusieurs minéralisations aurifères importantes sont situées directement dans les zones de cisaillement délimitant les dômes gneissiques, notamment le gisement de Lancefield, en bordure du dôme de Laverton et ceux de Sons of Gwalia et Tower Hill, en périphérie du Batholithe de Raeside. Ces minéralisations sont considérées précoces (Williams et Whitaker, 1993 ; Witt 2001) et selon Williams et Whitaker (1993), elles seraient reliées à l'exhumation des dômes de gneiss. En ce sens, Witt (2001) propose que la mise en place des veines de quartz aurifères du gisement de Tower Hill soit associée à un épisode d'extension relié à l'emplacement du Batholithe de Raeside. Ces veines auraient ensuite été considérablement déformées lors d'un épisode de compression régionale produisant des plis serrés à isoclinaux. Enfin, les veines plissées auraient été démembrées, boudinées et cisailées. Il est à noter que la signature métallique du gisement de Tower Hill (Au-Mo-Bi) diffère de celles des minéralisations orogéniques tardives du Eastern Goldfields.

2.2.3.2 Southern Cross, Australie

Dans la Province de Southern Cross, faisant partie du craton de Yilgarn, il existe également une relation spatiale et structurale entre des minéralisations aurifères et des dômes de granitoïdes archéens ([Figure 10](#) ; Dalstra et al. 1998). Ces dômes présentent une foliation concentrique sub-horizontale à faiblement inclinée dans leur partie centrale et sub-verticale le long de leurs bordures.

Cinq gisements de plus de 10t Au et quelques gîtes plus marginaux sont situés dans les ceintures de roches vertes adjacentes au Dôme de Ghooli, au contact entre les roches supracrustales et les granitoïdes ou près de celui-ci. Les minéralisations aurifères sont caractérisées par des réseaux de veines de quartz situés dans des zones de cisaillement D_2 dont l'orientation est fonction de leur emplacement par rapport au Dôme de Ghooli (Dalstra et al. 1998). De plus l'axe des *ore shoots* est parallèle aux linéations d'étirement dans l'encaissant ([Figure 11](#)).

Le métamorphisme des roches encaissant les minéralisations aurifères est relativement élevé, variant du faciès inférieur à moyen des amphibolites (Dalstra et al. 1999). Selon les textures et les assemblages

minéralogiques d'altération et de minéralisation, la mise en place de la minéralisation aurifère serait synchrone à légèrement rétrograde par rapport au pic du métamorphisme (Barnicoat et al. 1991 ; Bloem et al. 1994 ; Dalstra et al. 1998). Enfin, puisque l'emplacement des complexes de granitoïdes est synchrone au pic du métamorphisme, la mise en place de l'or est potentiellement reliée à cet événement. L'emplacement des granitoïdes aurait ainsi produit les zones de cisaillement au contact avec les roches supracrustales et généré l'expulsion d'un important volume de fluides surpressurisés le long de ces structures (Dalstra et al. 1998). Il est également utile de mentionner que les gisements les plus importants dans ce secteur sont situés près des extrémités NNO et SSE du Dôme de Ghooli, correspondant aux zones d'ombres de pression de ce dôme.

3 CONTEXTE GÉOLOGIQUE ET TECTONIQUE DES GRANDS BASSINS MÉTASÉDIMENTAIRES DU SUPÉRIEUR

La Province de Supérieur est subdivisée en plusieurs sous-provinces lithotectoniques correspondant à des assemblages volcaniques, volcano-plutoniques, plutoniques, gneissique-plutoniques et sédimentaires ([Figure 1](#); Card et Ciesielski, 1986) qui ont été accrétées à l'Archéen lors de l'orogénie kénoréenne (Card, 1990). Les Sous-provinces de Pontiac, Opinaca, Nemiscau, Quetico et English River séparent des domaines de croûte archéenne continentale et océanique (Percival et al. 2006). Elles sont constituées d'épaisses séquences de roches métasédimentaires, de migmatites et de diatextites. Dans l'ouest du Supérieur, les bassins de Quetico et d'English River forment de longues ceintures linéaires d'orientation ENE, alors qu'au Québec, leurs équivalents ont une forme moins rectiligne. Tous ces grands bassins sont caractérisés par des séquences turbiditiques qui sont relativement similaires d'une sous-province à l'autre (Doyon 2004). À la Baie-James, les bassins d'Opinaca, Nemiscau et Quetico, de même que le Pontiac plus au sud, sont systématiquement constitués de métagrauwackes et de métapélites, dans une proportion d'environ 80% et 20% respectivement (Moukhsil et al. 2003 ; Doyon 2004). Étant donné la linéarité des bassins et leur similitude pétrographique, Card (1990) propose que l'extension de l'English River correspondrait aux bassins de Nemiscau et d'Opinaca. Ces deux sous-provinces formeraient selon Moukhsil et al. (2003) un seul et même grand bassin d'arrière-arc, dont la source en sédiments serait un arc continental. Il est toutefois également possible que le Nemiscau et l'Opinaca soient plutôt l'équivalent du Quetico (Moukhsil et al. 2003 ; Doyon 2004). Quant aux roches sédimentaires du Pontiac, ils sont interprétés comme un prisme accréionnaire au sud de l'Abitibi (Card 1990) ou faisant partie de l'Abitibi (Dimroth et al. 1982). C'est d'ailleurs l'interprétation d'une sédimentation syn-orogénique qui est favorisée pour les épaisses séquences turbiditiques du Supérieur au sein d'un bassin de type flysch (Percival et al. 2006).

Bien que les sous-provinces métasédimentaires du Supérieur soient dominées par des turbidites, celles-ci présentent quelques minces bandes volcaniques discontinues à dominance mafique, principalement localisées près des bordures sud (ex. Moukhsil et al. 2003; Hrabí et Cruden 2006). Le métamorphisme est généralement au faciès moyen des amphibolites et augmente au faciès des granulites vers le centre des bassins ([Figure 2a](#); Gauthier et al. 2007). Ce niveau de métamorphisme est généralisé, sauf pour le Quetico qui présente des bordures au faciès des schistes verts. Le degré de fusion partielle dans les métapélites du Quetico est d'ailleurs inférieur à celui des autres sous-provinces (Moukhsil et al. 2003). Enfin, des granitoïdes post- à tardi-tectoniques recoupent les métasédiments, de même que des essaims de dykes de diabase du Protérozoïque.

4 GÉOLOGIE DE LA RÉGION DE LA BAIE-JAMES

Au Québec, la région de la Baie-James comprend, du nord vers le sud, les sous-provinces de La Grande, Opinaca, Nemiscau et Opatoca. Comme il a été mentionné précédemment, celles-ci ont la particularité de ne pas être aussi linéaires que dans l'ouest du Supérieur. En fait, la partie ouest de l'Opinaca est bordée à la fois au nord, à l'ouest et au sud par les roches du La Grande, alors que dans l'est, la sous-province est bordée au nord par le La Grande, à l'est par l'Ashuanipi et au sud par l'Opatoca ([Figure 1](#)). De plus, la limite entre l'Opinaca et le La Grande n'est pas clairement définie. Elle correspondrait grossièrement à des intrusions de leucotonalite à biotite ou de granodiorite à biotite et hornblende (Hocq, 1994). De récents travaux indiquent que le contact entre ces deux sous-provinces est caractérisé, dans certains secteurs, par la présence de dykes de pegmatite blanche à tourmaline (Bandyayera et Fliszár 2008). À plusieurs endroits, le contact observé semble faillé et correspond à une zone de cisaillement (Goutier et al. 2000, 2001 et 2002 ; Moukhsil et al. 2003 ; Bandyayera et Fliszár 2008). Malgré l'absence d'une démarcation clairement définie, ce contact peut être associé à la présence d'un haut gradient métamorphique ([figure 2b](#) ; Gauthier et al. 2007) ou encore par l'isograde séparant les faciès moyen et supérieur des amphibolites.

4.1 Géologie de la Sous-province de La Grande

La Sous-province de La Grande correspond à un assemblage de roches volcano-plutoniques. Elle est constituée d'un socle tonalitique ancien, le *Complexe de Langelier*, âgé entre 3360 et 2811 Ma (Goutier et al. 2001 et 2002, Mortensen et Ciesielski 1987) et de petites ceintures de roches vertes qui sont enveloppées et recoupées de granitoïdes syn à tardi-tectoniques. Les bandes de roches supracrustales sont étroites, discontinues et sinueuses. Elles forment de façon générale un convoi est-ouest correspondant aux ceintures de la rivière Eastmain et de la rivière La Grande, respectivement localisées au sud et au nord du bassin d'Opinaca ([Figure 12](#) ; Card et Poulsen 1998). Selon Moukhsil et al. (2003), le volcanisme de la ceinture d'Eastmain s'est déroulé en l'absence d'un socle tonalitique ancien, ce qui contraste avec celui de la ceinture de La Grande (Goutier et al. 1999a, 1999b, 1998a et 1998b; Mortensen et Ciesielski 1987). Trois essaïms de dykes de diabases du Protérozoïque, orientés N-S, NE et NO, recoupent les roches de la sous-province.

4.1.1 Ceinture de La Grande

Deux cycles volcaniques distincts ont été identifiés au sein de la ceinture de La Grande, plus particulièrement dans le secteur de LG-3. Le premier, correspondant au *Groupe de Guyer*, est daté à 2820 Ma (Goutier et al. 2002) et est associé à des komatiites, des basaltes et des tufs felsiques, alors que le second, le *Groupe de Yasinski*, a généré des basaltes et des rhyolites vers 2736 Ma (Goutier et al. 2002). Les roches volcano-sédimentaires du *Groupe de Guyer* seraient intermédiaires aux unités du *Complexe de Langelier* (Goutier et al. 2002).

Des séquences sédimentaires clastiques grossières sont identifiées dans la ceinture de La Grande. La *Formation d'Apple* est constituée d'arénites quartzitiques et de conglomérats monogéniques uranifères et repose en discordance d'érosion sur le socle tonalitique. Cette séquence pourrait représenter un environnement de plate-forme en marge d'un craton ou un environnement fluvial en bordure d'un rift (Roscoe et Donaldson 1988, Roscoe et Minter 1993, Gauthier et al. 1997, Paquette 1998, Goutier et al. 1998a, Gauthier 2000). Elle est surmontée d'une formation de fer qui constitue la base du *Groupe de Yasinski* (Goutier et al. 1998a). Les formations de *Shabudowan* et d'*Ekomiak* sont en contact concordant à discordant au-dessus des volcanites de *Yasinski*. Celles-ci correspondent à des séquences clastiques grossières de grès et conglomérat polygénique d'origine fluviale ou alluvionnaire (Goutier et al. 1998a, 1998b, 1999a, 1999b), dont l'âge maximal serait de 2747 ± 2 Ma pour la *Formation d'Ekomiak* (Goutier et al. 2002).

4.1.2 Ceinture d'Eastmain

Plus au sud, le volcanisme de la ceinture d'Eastmain est nettement plus jeune et est subdivisé en quatre cycles respectivement datés entre 2752-2739 Ma, 2739-2720 Ma et 2720-2705 Ma et 2705-2703 Ma (Moukhsil et al. 2003 ; Bandyayera et Fliszár 2008). Le premier cycle est représenté par la *Formation de Kauputauch*, qui correspond à du volcanisme bimodal. Le second cycle est constitué de coulées komatiitiques à andésitiques désignant la *Formation de Nantel*. La *Formation d'Anatacau-Pivert* représente le troisième cycle qui se compose de basaltes, d'andésites, de rhyolites et de tufs, surmontés d'une séquence de siltstone, mudstone et conglomérat. Enfin, le quatrième cycle comprend les formations de *Komo* et de *Kasak* qui sont essentiellement composées de basaltes, de basaltes komatiitiques et d'andésites tholéitiques.

Des séquences sédimentaires surmontent, en discordance d'érosion ou en contact faillé, les volcanites d'Eastmain (Franconi 1978, Moukhsil et al. 2003, Bandyayera et Fliszár 2008). Les formations d'*Anaconda*, de *Wabamisk* et de *Clarkie* sont identifiées par Labbé et Grant. (1998) et Moukhsil et al. (2003). L'*Anaconda* et le *Wabamisk* comprennent des unités de tufs intermédiaires à felsiques surmontés de conglomérats monogéniques à polygéniques et d'arkoses. L'âge du *Wabamisk* pourrait correspondre à 2701 Ma (Moukhsil et al. 2003). La *Formation de Clarkie* est plutôt constituée d'arénites, d'arkose et de conglomérats surmontés de tufs grossiers (Moukhsil et al. 2003). Celle-ci pourrait être l'équivalent de la *Formation de Low* identifiée plus au nord en bordure du réservoir Opinaca (Bandyayera et Fliszár 2008). Cette formation est l'hôte des minéralisations d'Éléonore et repose en discordance sur la *Formation de Kasak* (Bandyayera et Fliszár 2008). Près de la limite entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca, les roches de la *Formation de Low* se comparent à celles des roches du *Complexe de Laguiche* et la distinction entre celles-ci peut être difficile, le principal critère étant que les roches métasédimentaires de *Low* ne sont pas ou peu migmatisées (Bandyayera et Fliszár 2008). L'âge de dépôt des sédiments de la formation de *Low* varie entre 2704 ± 9 et 2702 ± 3 Ma pour un conglomérat polygénique, et entre 2687 ± 3 et 2686 ± 3 Ma pour un wacke minéralisé d'Éléonore (Bandyayera et Fliszár 2008 : d'après B. Dubé, CGC et J.F. Ravenelle, INRS).

4.2 Géologie de la sous-province d'Opinaca

La Sous-province d'Opinaca est constituée de paragneiss migmatisés formant le *Complexe de Laguiche*, également désigné par les termes « Groupe de Rossignol » (Franconi 1978), « Série de Laguiche » (Fouques et Schumaker 1979), « Groupe de Rossignol-Laguiche » (Gauthier et al. 1997), « Groupe de Laguiche » (Simard et Gosselin 1999) et « Formation d'Auclair » (Moukhsil et al. 2003). Le protolithe des paragneiss correspond à une épaisse séquence de turbidites, atteignant quelques milliers de mètres et dominée par des grauwackes et des pélites métamorphisés du faciès supérieur des amphibolites aux granulites. Selon Goutier et al. (2001), le bassin aurait été formé sur les roches de la sous-province de La Grande. L'âge de dépôt des sédiments est considérablement imprécis. Cependant, Goutier et al. (2001, 2002) rapportent un âge qui serait inférieur à 2648 ± 50 Ma, pour un conglomérat polygénique à cailloux arrondis. Il est à noter toutefois que cette unité est localisée en bordure du bassin d'Opinaca.

Le Complexe de Laguiche a été subdivisé en deux assemblages lithologiques, basé sur le degré de migmatisation (Bandyayera et Fliszár 2008). Les métagrauwackes faiblement migmatisés sont composés surtout de matériel quartzo-feldspathique (75-80%), de biotite (15-20%), de grenat et de minéraux accessoires comme le rutile et l'apatite (Doyon 2004). En plus du quartz, du plagioclase et de la biotite, les lits de métapélites sont plus riches en muscovite et contiennent davantage de grenat et d'aluminosilicates. Les aluminosilicates correspondent à de la sillimanite, de la staurolite et/ou de la cordiérite et peuvent former jusqu'à 12% du volume de la roche (Doyon 2004). Un début de fusion partielle se manifeste par la présence de veines de mobilisat formant des plis pygmatitiques (Bandyayera et Fliszár 2008). Les paragneiss fortement migmatisés sont des diatexites se présentant en bandes décamétriques à kilométrique qui s'étendent sur des dizaines de kilomètres. Ces roches contiennent entre 20% et 50% de mobilisat de composition tonalitique ou granitique et sont caractérisées par un rubanement migmatitique bien développé (Bandyayera et Fliszár 2008).

Des intrusions post à tardi-tectoniques composées de granodiorites, de granites pegmatitiques et de tonalites recourent les paragneiss du Laguiche. Ces intrusions sont peralumineuses et de type S (Mouskhsil et al. 2003). Quelques petites intrusions ultramafiques sont également identifiées dans la Sous-province d'Opinaca, en bordure du bassin (Bandyayera et Fliszár 2008). Cependant, leur relation de recouvrement avec les métasédiments du *Complexe de Laguiche* n'est pas spécifiée. Enfin, des essaims de dykes de diabase du Protérozoïque recourent les unités archéennes de l'Opinaca.

4.3 Métamorphisme, déformation et style structural à la Baie-James

La région de la Baie-James a la particularité d'avoir un métamorphisme régional relativement jeune (Gauthier 2000), atteignant son apogée vers 2620 Ma dans la Sous-province de La Grande (David 1996, David et Parent, 1997). Comparativement, il varie entre 2725 et 2670 Ma dans les sous-provinces de Minto, Uchi, Wabigoon, Winnipeg River, Abitibi, Wawa, Pontiac et Quetico (Card et Poulsen, 1998). Dans la Sous-province de La Grande, le métamorphisme est généralement au faciès des amphibolites, mais évolue des schistes verts au faciès moyen des amphibolites. Il est à noter qu'à l'approche du contact avec l'Opinaca, le métamorphisme augmente considérablement (Gauthier et al. 2007). Tel que mentionné antérieurement, l'isograde séparant les faciès moyen et supérieur des amphibolites est utilisé pour marquer le contact entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca. Dans l'Opinaca, le métamorphisme continue d'augmenter vers le centre du bassin pour atteindre le faciès des granulites.

La déformation la plus ancienne dans la sous-province de La Grande affecte uniquement les roches du *Complexe de Langelier*, avant la mise en place des roches supracrustales. Globalement, le style structural de la ceinture d'Eastmain est très similaire à celui de la ceinture de La Grande (Goutier et al. 1998a, 1998b, 1999a, 1999b, 2001, 2002 ; Moukhsil et al. 2003; Bandyayera et Fliszár 2008). Les séquences supracrustales sont caractérisées par au moins trois épisodes de déformation. Celle-ci se manifeste davantage dans les zones de cisaillement ou de mylonites d'orientation NE-SO à E-O, où les roches sont fortement foliées ou rubanées. C'est la deuxième phase (D2) qui est responsable du grain structural régional caractérisé par une schistosité de flux sub-parallèle aux grandes zones de déformation mentionnées ci-dessus. Localement, cette fabrique reprend une foliation ancienne (D1) à enveloppe grossièrement N-S (ex. Mercier-Langevin 2000, Goutier *et al.* 2001). Cette première phase de déformation est régulièrement manifestée que par des plis intrafoliaux (P1) qui affectent le litage primaire, sans schistosité apparente associée (Lapointe 2006, Bandyayera et Fliszár 2008). Enfin, un troisième événement de déformation (D3) est responsable du plissement à l'échelle kilométrique des ceintures volcano-sédimentaires et des couloirs de cisaillement. Plus localement, un clivage de crénulation à angle est associé à cette phase de plissement. Le style structural de la sous-province de La Grande résulterait ainsi d'une tectonique polyphasée associée au transport des séquences supracrustales.

La déformation dans la sous-province de l'Opinaca est également marquée par un arrangement tectonique polyphasé qui se matérialise par des plis d'orientation N-S et ESE formant un style en dômes et bassins (Remick 1977, Goutier et al. 2000). Selon Bandyayera et Fliszár (2008), dans la région du réservoir Opinaca, le coeur des dômes est généralement occupé par des intrusions de granodiorite, alors que des paragneiss se trouvent dans le creux des bassins. Il est à noter que le grain tectonique régional de l'Opinaca, grossièrement orienté ESE à ENE, présente à peu près la même attitude que la schistosité principale du La Grande.

4.4 Minéralisations aurifères des séquences métasédimentaires de la Baie-James

4.4.1 Gîte Roberto, propriété Éléonore

Les minéralisations aurifères de la Baie-James sont principalement localisées en périphérie du bassin métasédimentaire d'Opinaca ([Figure 12](#)). La plus importante découverte à ce jour sur ce territoire est sans doute le gisement Roberto (ressources indiquées >1.8 Moz d'or à 7.4 g/t, www.goldcorp.com),

situé au nord-est du réservoir Opinaca. Celui-ci se trouve à la frontière des sous-provinces de La Grande et d'Opinaca, dans les roches métasédimentaires d'Eastmain. La minéralisation est contenue dans la formation sédimentaire de *Low*, qui est constituée d'un conglomérat polygénique surmonté d'une séquence de mudstones, de wackes à biotite ± hornblende et de grès présentant des structures sédimentaires bien préservées (Bandyayera et Fliszár 2008). Cette séquence clastique est non migmatisée, mais elle est plissée et métamorphisée au faciès moyen des amphibolites. La minéralisation est localisée dans une zone de charnière de pli P2 ([Figure 13](#)) et est essentiellement contenue dans un grauwacke finement laminé en contact avec un grauwacke alumineux (toit) et des paragneiss migmatisés (mur) de la Sous-province d'Opinaca (Goldcorp Inc. 2007).

Le gîte Roberto présente une minéralisation à Au-As-B-Sb. L'or se trouve dans des stockwerks à quartz-tourmaline-actinolite-diopside-arsénopyrite-pyrrhotite développés dans des grès. Ces zones de stockwerks sont associées à du remplacement intense à microcline-quartz-tourmaline-phlogopite-arsénopyrite-pyrrhotite et semblent stratigraphiquement contrôlées (Ravenelle et al. 2007 ; Goldcorp Inc., 2007). Des zones d'altération alumineuse à andalousite-muscovite±cordiérite sont également présentes dans le toit de la zone minéralisée. Il est à noter que le mur, occupé par les paragneiss du Complexe de Laguiche, ne présente aucune altération hydrothermale.

Une intrusion polyphasée de tonalite et diorite contenant des minéralisations à Cu-Au-Ag de type porphyrique se trouve sous la formation de *Low*, à proximité du gîte Roberto ([Figure 13](#)). Un lien génétique entre la minéralisation de Roberto et cette intrusion est cependant peu probable puisque la séquence sédimentaire hôte du gisement serait plus jeune que la phase dioritique de l'intrusion du lac Ell, datée à 2705 ± 1.9 Ma (Ravenelle et al. 2006 et 2007 ; Bandyayera et Fliszár 2008).

La chronologie relative des éléments de déformation, en relation avec la minéralisation aurifère, suggère que la mise en place de celle-ci ait eu lieu relativement tôt dans l'histoire structurale, soit antérieurement à la déformation principale D2 ou très tôt lors de cet événement (Ravenelle et al. 2006 et 2007). Puisque la Baie-James semble caractérisée par une tectonique polyphasée impliquant au moins deux phases de déformation ductile importantes (Daigneault 2007), cette observation n'élimine toutefois pas la possibilité que Roberto appartienne à la classe des gisements orogéniques. Selon Ravenelle et al. (2007), la minéralisation aurifère de Roberto serait épigénétique et s'apparenterait aux gisements de type « *non-carbonate disseminated replacement* ».

4.4.2 Autres minéralisations aurifères dans le secteur de la propriété Éléonore

Plusieurs indices aurifères encaissés dans des séquences métasédimentaires similaires à celle de Roberto ont récemment été découverts dans le secteur de la propriété Éléonore. Ces minéralisations sont situées près du contact entre les sous-provinces de La Grande et d'Opinaca. Leur contexte est présenté succinctement à partir de l'information contenue dans les fiches de gîtes minéraux du SIGÉOM, les rapports de travaux d'exploration consultés sur SIGÉOM (GM), ainsi que sur les sites Web des compagnies détentrices des permis d'exploration.

4.4.2.1 Cible Charles (Everton – Azimut)

La cible Charles est localisée au nord du gisement Roberto et correspond à un corridor aurifère anomal sur près de 1,3 km d'orientation NE-SO. Ce couloir est défini par des roches métasédimentaires chloritisées et silicifiées en contact avec des intrusions pegmatitiques. La minéralisation est contenue dans des zones riches en grenat et chlorite qui présentent jusqu'à 20% de sulfures disséminés (pyrite-arsénopyrite-pyrrhotite-chalcopyrite).

4.4.2.2 Zone Inex (Everton – Azimut)

L'indice Inex (ou In-Extremis), situé au NE de Roberto, correspond à des bandes de paragneiss altéré concordantes, centimétriques à décimétriques, fortement oxydées et silicifiées, contenant jusqu'à 10%

de pyrrhotite disséminée et des traces de pyrite-chalcopryrite-arsénopyrite-sphalérite et présentant des porphyroblastes de grenat (Boudreau et Alou, 2006). L'or se situe généralement dans les micro-fractures des grenats et est associé à l'épidote et /ou au chloritoïde et/ou aux hydroxydes de fer dans les zones riches en grenat. Plusieurs grains d'or libres ou en association avec les sulfures (Cp-Po) ont été identifiés.

La zone Inex est située dans un corridor aurifère de 1,7 km. Les meilleurs résultats sont distribués autour d'une faille majeure, la faille F4, qui est interprétée en mouvement dextre et une orientation N297°. La faille a été interprétée à partir des linéaments sur les images satellitaires.

4.4.2.3 Corridor aurifère Claude-Manuel (Everton - Azimut)

À l'est de la propriété Éléonore, un corridor aurifère anomal d'orientation NE est défini sur plus de 10km. Les extrémités de ce corridor sont représentées par la cible Claude et l'indice Manuel. La minéralisation se compose généralement de sulfures disséminés associés à des roches métasédimentaires silicifiées et chloritisées avec des veines de quartz et de pegmatite.

La cible Claude est caractérisée par une silicification et une fine dissémination d'arsénopyrite ± pyrite-pyrrhotite dans des paragneiss et des amphibolites cisailés. On note également la présence de fines veinules et injections de microcline. Enfin, la zone de silicification est bordée par des zones d'altération à biotite, tourmaline et épidote avec la présence de grenat.

4.4.2.4 Propriété Opinaca de Ressources Beaufield

Selon les travaux de cartographie de Ressources Beaufield, la séquence sédimentaire hôte des minéralisations d'Éléonore se poursuit sur leur propriété Opinaca, localisée à moins de 10 km au sud-ouest du gîte Roberto. Plusieurs indices aurifères localisés près du contact ou au contact entre des greywackes et des basaltes y ont été identifiés.

La zone Rusty est caractérisée par une minéralisation sous forme de stockwerk de quartz dans des volcanites mafiques légèrement cisailées, bréchifiées et fortement altérées en tourmaline. L'or est associé à la présence de pyrrhotite et d'arsénopyrite disséminées et semi-massives, en contact ou à proximité du contact entre des basaltes et des greywackes.

La zone Channel est encaissée dans les greywackes et l'or est associé à des veines de pegmatite riches en quartz. La minéralisation est caractérisée par la présence de pyrrhotite-pyrite-chalcopryrite et est accompagnée d'une altération potassique et d'andalousite dans les métasédiments. Les veines sont centimétriques à métriques et sont contenues dans une structure continue sur environ 75 mètres.

4.4.3 Conglomérats aurifères

Dans le secteur du réservoir Opinaca, plusieurs conglomérats contiennent de l'or dans des fragments de sulfures, de roches minéralisées ou des fragments contenant des veines, ce qui laisse supposer l'existence d'un système hydrothermal précoce (Bandyayera et Fliszár 2008). Toujours selon ces auteurs, les conglomérats présentent une auréole d'altération riche en séricite, pyrite et tourmaline, suggérant plus d'un événement hydrothermal dans le secteur. Appuyant cette hypothèse, des minéralisations plus tardives à Au-Ag sont associées à des zones de cisaillement traversant les conglomérats au sud de Roberto ou au contact entre des conglomérats et des basaltes en périphérie du pluton d'Opinaca (Bandyayera et Fliszár 2008). Une comparaison possible entre ces occurrences et les minéralisations associées aux conglomérats du Timiskaming dans la Sous-province d'Abitibi est envisagée.

4.4.4 Propriété Corvet Est

Plus au nord, dans la ceinture de La Grande, la propriété Corvet Est se situe à la frontière avec le bassin métasédimentaire d'Opinaca ([Figure 12](#)). La propriété comprend les zones Marco et Contact d'orientation NO-SE, sub-parallèles au grain stratigraphique local. La zone Marco correspond à une structure aurifère planaire plurimétrique à décamétrique, continue sur plus de 1,4 km latéralement. La minéralisation est constituée de sulfures finement disséminés (jusqu'à 10 % arsénopyrite-pyrite-pyrrhotite) associés à une altération en microcline, tourmaline, grenat, biotite et magnétite et se trouve au sein d'une unité lenticulaire de tuf dacitique, comprise dans une séquence volcanique intermédiaire à mafique métamorphisée au faciès des amphibolites (www.virginia.qc.ca). L'or est présent sous forme d'inclusions dans le quartz, le feldspath, le grenat, la biotite, la pyrite, l'arsénopyrite et la pyrrhotite à textures métamorphiques, ou forme des grains libres entre ces derniers, ce qui suggère une mise en place de l'or pré-métarmorphisme régional (Aucoin 2008). Cependant, une remobilisation tardive est également observée pour l'or dans des veines de quartz.

La zone Contact présente le contexte particulier d'une minéralisation située dans une zone de faille, au contact entre la ceinture de la grande et les métasédiments du Complexe de Laguiche. La minéralisation est soit directement au contact ou près du contact, dans les métasédiments du Laguiche ou les basaltes du La Grande. Les métasédiments correspondent à des paragneiss à biotite ± grenat présentant jusqu'à 25% de mobilisat. L'or est contenu dans des veines ou des zones de sulfures disséminés (arsénopyrite-pyrite-pyrrhotite) et est associé à des zones silicifiées et/ou fortement déformées. La minéralisation est davantage développée dans les basaltes mylonitisés. Les métasédiments du Laguiche minéralisés présentent une fine dissémination de pyrite, mais les teneurs aurifères associées sont généralement plus faibles que dans les basaltes, soit anormales à sub-économiques (Ouellet 2008).

5 IDENTIFICATION DE SECTEURS AURIFÈRES POTENTIELS À LA BAIE-JAMES EN RELATION AVEC LE MODÈLE DE COMPLEXE MÉTAMORPHIQUE CENTRAL

5.1 Signature structurale de la Baie-James

Avant d'intégrer les caractéristiques géologiques et métallogéniques des minéralisations aurifères de la Baie-James au modèle de complexe métamorphique central, il faut avant tout vérifier si la signature structurale de cette région est compatible avec un tel modèle. Ainsi, cette section présente le traitement d'intégration effectué à partir des données structurales disponibles pour la Baie-James dans les géofiches du SIGÉOM ([Figure 14](#)).

Les mesures de schistosité régionale et de linéation d'étirement ont été extraites et mises en carte. La carte des trajectoires de la schistosité principale ([Figure 15](#)) illustre une attitude concentrique de la fabrique régionale en bordure du bassin d'Opinaca. La maille des pendages ([Figure 16](#)) démontre que le centre du bassin d'Opinaca est caractérisé par des pendages faibles à sub-horizontaux. Enfin, les linéations d'étirement présentent une direction de plongée qui varie de façon radiale au bassin d'Opinaca ([Figure 17](#)). Ces caractéristiques structurales sont compatibles avec un modèle de complexe métamorphique centré sur le bassin d'Opinaca.

Les éléments géologiques qui soutiennent l'hypothèse d'un complexe métamorphique à la Baie-James centré sur le Complexe de Laguiche sont résumés au [Tableau 1](#).

Tableau 1. Caractéristiques géologiques de la région de la Baie-James soutenant l'hypothèse d'un complexe métamorphique central ou compatibles avec celle-ci.

| Aspect | Caractéristique |
|---------------|--|
| Structural | Attitude concentrique de la foliation principale régionale autour du bassin d'Opinaca. |
| | Linéations d'étirement radiale au bassin d'Opinaca. |
| | Pendages faibles à su-horizontaux au centre du bassin d'Opinaca. |
| | Présence de zones de cisaillement mylonitiques en périphérie du bassin d'Opinaca. |
| Métamorphique | Faciès métamorphiques augmentent vers le centre du Complexe de Laguiche (bassin d'Opinaca). |
| | Forts gradients métamorphiques en périphérie du bassin d'Opinaca. |
| Lithologique | Présence de petits bassins sédimentaires localisés en périphérie du Complexe de Laguiche et caractérisés par des roches sédimentaires grossières (grès et conglomérats). |

5.2 Identification de secteurs aurifères potentiels à la Baie-James en relation avec le modèle de complexe métamorphique central

Les exemples cités ci-dessus illustrent l'importance des surfaces de décollement en périphérie des complexes métamorphiques centraux pour la mise en place des minéralisations aurifères. Ces structures correspondent généralement à des zones de mylonites qui peuvent avoir été considérablement actives, même après l'exhumation des complexes. Comme la signature structurale et la distribution des faciès métamorphiques du complexe de Laguiche est compatible avec la signature d'un complexe métamorphique central, la fertilité du contact Opinaca/La Grande pourrait être expliquée par un tel modèle. De plus, par analogie avec le gisement Ada Tepe, les bassins sédimentaires marginaux au complexe métamorphique et dominés par des sédiments grossiers peuvent représenter des secteurs favorables à l'exploration, comme dans le cas de la séquence sédimentaire hôte du gîte Roberto.

Dans le cadre d'un projet réalisé au CONSOREM (Faure, 2004), une analyse des mégalinéaments du Supérieur a été effectuée à partir d'une approche multi-observateurs et multi-couches et basée sur les données aéromagnétiques et gravimétriques du gouvernement fédéral. Cette étude a mené entre autres à la production d'une carte de densité des mégalinéaments géophysiques interprétés ([Figure 18](#)). Cette couche d'information, jumelée à la carte des trajectoires de la foliation régionale, a été utilisée afin d'identifier des zones de failles ou de cisaillement potentielles dans le secteur de la Baie-James ([Figure 19](#)). Il est à noter que les linéaments structuraux sont mis en évidence par des ruptures dans le grain tectonique régional.

Puisque identifiées précédemment comme critère d'exploration pour les minéralisations aurifères, les zones de transition entre les domaines de faibles et forts pendages ont été mises en évidence à partir de la maille des pendages de la Baie-James ([Figure 20](#)). Celle-ci a été réalisée à partir des données présentées à la section 5.1 et par la méthode inverse de la distance. Les segments avec gradients de pendage élevés ([Figure 21](#)) peuvent représenter des zones de failles ou de cisaillement particulièrement favorables aux minéralisations aurifères en périphérie du bassin métasédimentaire d'Opinaca. Ainsi, les cibles proposées correspondent à des zones de fort gradient de pendage localisées à proximité de linéaments géophysiques et/ou structuraux.

Parmi les cibles identifiées, le secteur du gisement Roberto ressort particulièrement ([Figure 22](#)). Il est à noter cependant que certaines de ces cibles ne présentent pas de minéralisation connue à ce jour, notamment celles situées au NE de Roberto, au sein même du complexe de Laguiche ([Figure 22](#)) et certaines autres localisée au NE du complexe de Laguiche et près de la frontière avec l'Ashuanipi ([Figure 21](#)).

6 DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Le contexte des minéralisations aurifères de la Baie-James est relativement atypique par rapport aux minéralisation de type or orogénique de l'Abitibi. Tout d'abord, plusieurs de ces minéralisations présentent une mise en place relativement précoce dans l'histoire structurale régionale. C'est notamment le cas du gisement Roberto, localisé en bordure du Complexe de Laguiche, mais également d'autres occurrences plus marginales, comme les veines aurifères de la propriété Aquilon, localisée beaucoup plus au nord dans l'extrémité est de la ceinture de La Grande (Lapointe, 2006). Ces minéralisations semblent affectées de façon importante par le métamorphisme et la déformation. Cependant, la Sous-province de La Grande est dans son ensemble affectée par une tectonique polyphasée et il est généralement difficile d'observer les relations entre la minéralisation et le premier événement de déformation.

La métallogénie de la Baie-James est également distincte par rapport à celle de l'Abitibi (Gauthier, 2000). En effet, plusieurs minéralisations syn-volcaniques de types cupro-aurifère porphyrique et polymétallique à Ag-Cu ± Zn-Pb associées à des pyroclastites felsiques sont présentes sur le territoire de la Baie-James. De plus, plusieurs minéralisations aurifères présentent une forte association avec l'arsenic, comme le gisement Roberto (Au-As-B-Sb). Selon Gauthier (2000), l'héritage d'un proto-craton archéen et l'influence d'une croûte continentale sur le territoire de la Baie-James expliqueraient en partie cette signature particulière. Toujours selon cet auteur, la métallogénie de la Baie-James se rapprocherait davantage de celle de type andine sub-aérienne versus celle d'un milieu océanique ou d'arcs insulaires comme en Abitibi.

Un tel contexte est compatible avec celui des complexes métamorphiques centraux. De plus, les minéralisations associées à leur exhumation, tel que relevé dans la littérature (section 2.2) présentent plusieurs similarités avec le contexte des minéralisations de la Baie-James. Il n'est cependant pas proposé ici d'expliquer l'ensemble des minéralisations aurifères avec le modèle de complexe métamorphique, puisque clairement, un événement minéralisateur aurifère tardif de type orogénique est présent à la Baie-James (ex. Gauthier, 2000 ; Daigneault, 2007).

En conclusions, cette étude a permis de démontrer que la signature structurale de la région de la Baie James est compatible avec un modèle de complexe métamorphique central centré sur le bassin d'Opinaca (Complexe de Laguiche). Les minéralisations aurifères distribuées en périphérie de l'Opinaca pourraient être associées aux structures de décollement d'un tel complexe. Quelques critères peuvent s'appliquer à l'exploration régionale, soit la recherche de bassins sédimentaires clastiques grossiers pouvant être dérivés du complexe de Laguiche, l'identification de linéaments géophysiques pouvant représenter des structures favorables, de même que les zones de fort gradient de pendage de la foliation principale. Bien que les surfaces de décollement puissent être minéralisées, d'autres failles normales de direction sub-parallèle à celles-ci, mais relativement plus abruptes peuvent être d'excellentes cibles d'exploration. Ces failles peuvent cependant avoir été réactivées considérablement dans le cas d'un tectonique polyphasée comme à la Baie-James.

RÉFÉRENCES

- Armstrong, R.L., 1982. Cordilleran metamorphic core complexes - from Arizona to southern Canada. *Annual Reviews of Earth & Planetary Sciences*, 10 : 129-154.
- Aucoin, M. 2008. Métallogénie de la zone aurifère Marco, gîte Corvet Est, Baie James. *Le Journal d'information du Département de Géologie et de Génie géologique de l'Université Laval*, vol 8, no. 5. p. 2.
- Bandyayera, D. et Fliszár, A. 2008. Géologie de la région de la baie Kasipasikatch (33C09) et du lac Janin (33C16). MRNF, Québec, RP 2007-05, 15p.
- Barnicoat, A.C., R.J. Fare, D.I. Groves & N.J. McNaughton, 1991. Synmetamorphic lode gold deposits in highgrade Archean settings, *Geology*, 19: 921–924.
- Beaudoin, G., Taylor, B.E., Sangster, D.F., 1991. Silver–lead–zinc veins, metamorphic core complexes, and hydrologic regimes during crustal extension. *Geology*, 19: 1217–1220.
- Beaudoin, G., Taylor, B.E., Sangster, D.F., 1992. Silver–lead–zinc veins and crustal hydrology during Eocene extension, southeastern British-Columbia, Canada. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 56: 3513–3529.
- Bierlein, F.P., Christie, A.B., and Smith, P.K. 2004. A comparison of orogenic gold mineralisation in central Victoria (AUS), western South Island (NZ) and Nova Scotia (CAN): implications for variations in the endowment of Plaeozoic metamorphic terrains. *Ore Geology Reviews*, 25: 125-168.
- Bloem, E.J.M., H.J. Dalstra, D.I. Groves & J.R. Ridley 1994. Metamorphic and structural setting of amphibolite hosted gold deposits between Southern Cross and Bullfinch, Southern Cross Province, Yilgarn Block, Western Australia. *Ore Geology Reviews*, 9: 183–208.
- Bouchot V., Ledru, P., Lerouge, C., Lescuyer, J.-L., Milesi, J.-P. 2005. 5: Late Variscan mineralizing systems related to orogenic processes: The French Massif Central. *Ore Geology Reviews*, 27: 169-197.
- Boudreault, A. et Allou, B. 2006. Projet d'exploration aurifère dans le secteur nord-est du réservoir Opinaca, Bloc A, Projet Opinaca, GM 62526
- Cadéron, S. 2000. Tectonometamorphic interpretation of the Opinaca subprovince, southeast part of the Superior Province, Quebec. A polyphase and polygranulitic evolution of an Archean basin.
- Cadéron, S. 2003. Interprétation tectonométamorphique du nord de la province du Supérieur, Québec, Canada. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, 314 p.
- Card, K. D et Ciesielski, A., 1986. Subdivision of the Superior Province of the Canadian Shield. *Geoscience Canada*, 13: 5-13.
- Card, K.D. 1990. A review of the Superior Province of the Canadian shield, a product of Archean accretion. *Precambrian Research*, 48: 99-156.
- Card, K.D. et Poulsen, K.H. 1998. Géologie et gîtes minéraux de la province du lac Supérieur, Bouclier Canadien. *In* Géologie des provinces précambriennes du lac Supérieur et de Grenville et fossiles du Précambrien en Amérique du Nord. Commission géologique du Canada, Géologie du Canada n° 7 : 15-232.

- Chartrand, F. et Gauthier, M. 1995. Cadre géologique et potentiel minéral des roches archéennes du bassin de La Grande Rivière, Baie-James. Ministère des Ressources Naturelles du Québec, PRO 95-06, 8 p.
- Colvine, A.C. 1989. An empirical model for the formation of Archaean gold deposits: products of final cratonization of the Superior province, Canada. *Economic Geology Monographs* 6 : 37-53. Cooke, D.R. et Simmons, S.F. 2000. Characteristics and genesis of epithermal gold deposits. *Reviews in Economic Geology*, 13 : 221-244.
- Coney, P.J., 1980. Cordilleran metamorphic core complexes. *In*: Crittenden, M.D., Coney, P.J., and Davis, G.H. (Eds.). *Cordilleran Metamorphic Core Complexes*, GSA Memoir 153, Geological Society of America, Boulder, 7-34.
- Cox, S.F., V.J. Wall, MA Etheridge et Potter, T.F. 1991. Deformational and metamorphic processes in the formation of mesothermal vein-hosted gold-deposits - examples from the Lachlan Fold Belt in central Victoria, Australia. *Ore Geology Reviews*, 6 : 391-423.
- Crittenden, M.D., Coney, P.J., and Davis, G.H., 1980. *Cordilleran Metamorphic Core Complexes*, GSA Memoir 153, Geological Society of America, Boulder.
- Daigneault, R. 2007. Relation entre la déformation et la minéralisation aurifère avec quelques exemples de la Baie James. 17^e Colloque du Rédist – La Baie James : le nouveau Klondike, Carrefour des Sciences de la Terre 2007, Recueil des résumés, p. 56.
- Dalstra, H.J., Bloem, E.J.M., Ridley, J.R., and Groves, D.I. 1998. Diapirism synchronous with regional deformation and gold mineralisation, a new concept for granitoid emplacement in the Southern Cross Province, Western Australia. *Geologie en Mijnbouw* 76: 321–338.
- Dalstra, H.J., Ridley, J.R., Bloem, E.J.M., and Groves, D.I. 1998. Metamorphic evolution of the central Southern Cross Province, Yilgarn Craton, Western Australia. *Australian Journal of Earth Sciences*, 46: 765–784.
- David, J. 1996. Géochronologie du Moyen Nord. Géotop (Université du Québec à Montréal), rapport pour le Ministère des Ressources naturelles du Québec, 29p.
- David, J. 2007. Géochronologie d'échantillons provenant du Bureau de recherche géologique du Québec, année 2006-2007 – Rapport final. GEOTOP-UQAM-McGill, GM 63237 (MRNF), 16 p.
- David, J. et Parent, M. 1997. Géochronologie du Moyen Nord. Géotop (Université du Québec à Montréal), rapport pour le Ministère des Ressources naturelles du Québec, 88p.
- Dimroth, E., Imreh, L., Rocheleau, M. and Goulet, N., 1982. Evolution of the south-central part of the Archean Abitibi Belt, Quebec, Part I. Stratigraphy and paleogeographic model. *Can. J. Earth Sci.*, 19: 1729-1758.
- Distler, V.V., Yudovskaya, M.A., Mitrofanov, G.L., Prokof'ev, Yu.V, and Lishnevskii, E.N. 2004. Geology, composition, and genesis of the Sukhoi Log noble metals deposit, Russia. *Ore Geology Reviews*, 24: 7-44
- Doyon, J. 2004. Comparaison de la composition des roches métasédimentaires archéennes dans six bassins de la Province du Supérieur : une étude géochimique et statistique. Université du Québec à Chicoutimi, mémoire de maîtrise, 214p.
- Faure, S. 2004. Mégalinéaments géophysiques et minéralisation dans la Province de Supérieur. Présentation CONSOREM 2002-3 : http://www.consorem.ca/production_scienc/2002_3_sf/index.htm

- Fouques, J.-P. et Schumacher, F. 1979. Groupe minier S.E.S. - Rapport de synthèse du permis S.E.S. Rapport statutaire déposé au MRNF, Québec; GM 37017, 148 p.
- Franconi, A. 1978. La bande volcanosédimentaire de la rivière Eastmain inférieure (Ouest de la longitude 76°15') – Rapport final. MRN, Québec, DPV-574, 177 p.
- Gauthier, M. 2000. Style et répartition des gîtes métallifères du territoire de la Baie-James (Québec). *Chronique de la recherche minière*, 539 : 17-61.
- Gauthier, M., Larocque, M. et Chartrand, F. 1997. Cadre géologique, style et répartition des minéralisations métalliques du bassin de La Grande Rivière, Territoire de la Baie James. MRN, Québec, MB 97-30, 65 p.
- Gauthier, M., Trépanier, S., and Gardoll, S. 2007. Metamorphic Gradient: A Regional-Scale Area Selection Criterion for Gold in the Northeastern Superior Province, Eastern Canadian Shield. *SEG newsletter*, April 2007, Number 69.
- Goldcorp Inc., 2007. Mineral Resource Estimation Eleonore Gold Project, Quebec, 3CG006.005
- Goldfarb, R.J, Baker, T., Dubé, B., Groves, D.I., Hart, C. J.R., and Gosselin, P. 2005. Distribution, Character, and Genesis of Gold Deposits in Metamorphic Terranes. *Economic Geology* 100th Anniversary Volume, 407-450.
- Goutier, J., Doucet, P., Dion, C., Beausoleil, C., David, J., Parent, M., Dion, D.J. 1998a. Géologie de la région du lac Kowskatehkakmow (33F/06). MRN, Québec, RG 98-16, 48p.
- Goutier, J., Doucet, P., Dion, C., Beausoleil, C., Dion, D.J. 1998b. Géologie de la région du lac Esprit (33F/05). MRN, Québec, RG 98-01, 39p.
- Goutier, J., Dion, C., David, J., Dion, D.J. 1999a. Géologie de la région de la passe Shimusuminu et du lac Vion (33F/11, 33F/12). MRN, Québec, RG 98-17, 41p.
- Goutier, J., Dion, C., Lafrance, I., David, J. Parent, M. et Dion, D.J. 1999b. Géologie de la région des lacs Langelier et Threefold (33F/03, 33F/04). MRN, Québec, RG 98-18, 52p.
- Goutier, J., Dion, C., Ouellet, M.C., Mercier-Langevin, P., Davis, D.W., 2001. Géologie de la Colline Masson, de la Passe Awapakamich, de la Baie Caribellet et de la Passe Pikwahipanan (SNRC 33F/09, 33F/10, 33F/15 et 33F/16). MRN, Québec; RG 2000-10, 67 pages.
- Goutier, J., Dion, C, Ouellet, M.-C, Davis, D.W., David, J. et Parent, M. 2002. Géologie de la région du lac Guyer (33G/05, 33G/06 et 33G/11). MRN, Québec, RG 2001-15, 53 p.
- Groves, D.I., Barley, M.E. et Ho, S.E. 1989. Nature, genesis and tectonic setting of mesothermal gold mineralization in the Yilgarn Block, Western Australia. *Economic Geology Monographs* 6 : 71-85.
- Groves, D.I., Goldfarb, R.J., Gebre-Mariam, M., Hagemann, S.G. and Robert, F. 1998. Orogenic gold deposits : A proposed classification in the context of their crustal distribution and relationship to other gold deposit types. *Ore Geology Reviews*, 13 : 7-27.
- Hocq, M., 1994 – La Province du Supérieur. *Dans* : Géologie du Québec. Ministères des Ressources naturelles, Québec, MM 94-01, pages 7-20.
- Hrabi, R.B., and Cruden, A.R. 2006. Structure of the Archean English River subprovince: implications for the tectonic evolution of the western Superior Province, Canada. *Journal of Earth Sciences*, 43: 947-966.

John, D.A., 2001. Miocene and Early Pliocene epithermal gold–silver deposits in the Northern Great Basin, Western USA: characteristics, distribution and relationship to magmatism. *Economic Geology* 96, 1827– 1854.

Keppie, J.D., Boyle, R.W., Haynes S.J. (Eds.), 1986. Turbidite-Hosted Gold Deposits. Geological Association of Canada, Special Paper 32.

Kerrich, R. et Cassidy, K.F. 1994. Temporal relationships of lode gold mineralization to accretion, magmatism, metamorphism and deformation - Archean to present: A review. *Ore Geology Reviews*, 9:263-310.

Kerrich, R. and Ludden, J. 2000. The role of fluids during formation and evolution of the southern Superior province lithosphere: An overview. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 37: 135-164.

Labbé, J.-Y. et Grant, M. 1998. Géologie de la région du lac Natel (SNRC 33B/04). MRN, Québec; RG 98-14, 28 p.

Langford, F.F., and Morin, J.A. 1976. The development of the Superior Province of northwestern Ontario by merging island arcs. *American Journal of Sciences*, 276: 1023-1034.

Lapointe, I. 2006. Caractérisation du système aurifère filonien d'Aquilon – Baie-James, Québec, Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, 233 p.

Leclair, A. Géologie du Nord-est de la province du Supérieur, Québec. MRNF, Québec, DV 2004-04, 21p.

Lescuyer, J.-L. 2005. 5–1: Salsigne – example of a late Variscan gold deposit, Southern French Massif Central: Lat. 43°20' N, Long. 2°21' E. *Ore Geology Reviews*, 27: 198-199.

Lister, G.S. & Davis, G.A., 1989. The origin of metamorphic core complexes and detachment faults formed during Tertiary continental extension in the northern Colorado River region, U.S.A. *Journal of Structural Geology*, 11, 65-94.

Marchev, P., Kaiser-Rohrmeier, M., Heinrich, C., Ovtcharova, M., von Quadt, A., and Raicheva, R. 2005a. 2 : Hydrothermal ore deposits related to post-orogenic extensional magmatism and core complex formation : The Rhodope Massif of Bulgaria and Greece. *Ore Geology Reviews*, 27 : 53-89.

Marchev, P., Jeleu, D., and Hasson, S. 2005b. 2–2: Ada Tepe sedimentary-hosted, low-sulphidation epithermal Au deposit, SE Bulgaria District: Lat. 41°26' N, Long. 25°39' E. *Ore Geology Reviews*, 27: 92-93.

Mercier-Langevin, P. 2000. Les minéralisations aurifères au sein de la tonalité de La-Grande-Sud, Baie-James, Québec. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, 258 p.

Mortensen, J.K. et Ciesielski, A. 1987. U-Pb zircon and sphene geochronology of Archean plutonic and orthogneissic rocks of the James Bay region and Bienville Domain, Québec. *In Radiogenic Age and Isotopic Studies : Report 1. Commission géologique du Canada, Paper 87-2 :129-134.*

Moukhsil, A., Legault, M., Boily, M., Doyon, J., Sawyer, E., et Davis, D.W. 2003. Synthèse géologique et métallogénique de la ceinture de roches vertes de la Moyenne et de la Basse-Earmain (Baie-James). MRN, Québec, ET 2002-06, 55p.

Nabil, H., Lapointe, I. et Daigneault, R. *en préparation*. Minéralisations aurifères en environnement sédimentaire – Un nouveau territoire : Le Pontiac. Rapport du projet CONSOREM 2006-08.

Neubauer, F. 2005. Structural control of mineralization in metamorphic core complexes. *In* : Jingwen M. and Bierlein, F.P. (Eds), Mineral Deposit Research, Volume 1, 561-564.

Ouellet, J.F. 2008. Technical Report on 2007-2008 Drilling Program, Corvet Est Project, Québec Virginia Mines Inc., 32p. + annexes.

Paquette, L. 1998. Étude stratigraphique et métallogénique de la Formation d'Apple, une séquence de plate-forme archéenne à conglomérats pyriteux et uranifères, Baie-James, Québec. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal, 82p.

Percival, J.A., Mortensen, J.K., Stern, R.A., Card, K.D. and Bégin, N.J. 1992. Giant granulite terranes of northeastern Superior Province : the Ashuanipi complex and Minto block. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 29: 2287-2308.

Percival, J.A., Sanborn-Barrie, M., Skulski, T., Stott, G.M., Helmstaedt, H., and White, D.J. 2006. Tectonic evolution of the western Superior Province from NATMAP and Lithoprobe studies. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 43: 1085-1117.

Ravenelle, J.-F., Dubé, B., Malo, M., McNicoll, V., Simoneau, Doyon, J. et Bécu, V. 2007. Géologie du gisement aurifère Roberto, propriété Éléonore, Baie James, Québec. Québec Exploration 2007 : Résumé des conférences et des photoprésentations, p. 48.

Ravenelle, J.-F., Dubé, B., Malo, M., McNicoll, V., Thiboutot, H., Archer, P., Bandyayera, D., and Gauthier, M. 2006. Géologie du gisement aurifère de Roberto, propriété Éléonore, Baie-James, Québec. Québec Exploration 2006 : Résumé des conférences et des photoprésentations, p. 12.

Remick, J.H. 1977. Wemindji area (Municipality of James Bay) - Preliminary report. MRN, Québec, DPV-446, 51 p.

Robert, F., Poulsen, K.H., Cassidy, K.F., Hodgson, C.J. Gold Metallogeny of the Superior and Yilgarn Cratons. *Economic Geology 100th Anniversary Volume*, 1001-1033.

Roscoe, S.M., and Minter, W.E.L. 1993. Pyritic paleoplacer gold and uranium deposits. *In* Mineral Deposit Modeling, Ed Khirkam, R.V., Sinclair, W.D., Thorpe, R.I., and Duke, J.M., Geological Association of Canada, Special paper 40, 103-124.

Roscoe, S.M., and Donaldson, J.A. 1998. Uraniferous pyretic quartz pebble conglomerate and layered ultramafic intrusions in a sequence of quartzite, carbonate, iron formation and basalt of probable Archean age at Lac Sakami, Quebec. *In* Current Research, Part C. Geological Survey of Canada, Paper 88-1C, 117-121.

Rosenberg, C.L., Brun, J.-P., and Gapais, D. 2004. Indentation model of the Eastern Alps and the origin of the Tauern Window. *Geology*, 32: 997-1000.

Simard, M. et Gosselin, C. 1999. Géologie de la région du lac Lichteneger (SNRC 33B). MRN, Québec, RG 98-15, 25 p.

Spencer, J.E. and Reynolds, S.J. 1986. Some aspects of the middle Tertiary tectonics of Arizona and southeastern California. *In*: Frontiers in geology and ore deposits of Arizona and the Southwest. Arizona Geological Society Digest, 16: 102-107.

Trépanier, S. 2007. L'or dans les terrains de haut grade métamorphique. Rapport du projet CONSOREM 2003-2A, 74 p.

Williams, P.R. and Whitaker, A.J. Gneiss domes and extensional deformation in the highly mineralised Archaean Eastern Goldfields Province, Western Australia. *Ore Geology Reviews*, 8: 141-162.

Witt, W.K. 2001. Tower Hill gold deposit, Western Australia: An atypical, multiply deformed Archaean gold-quartz vein deposit: *Australian Journal of Earth Sciences*, v. 48, p. 81–99.

Yakubchuk, A. S., Shatov, V. V., Kirwin, D. Edwards, A., Tomurtogoo, O., Badarch, G., and Buryak, V.A. 2005. Gold and Base Metal Metallogeny of the Central Asian Orogenic Supercollage, *Economic Geology 100th Anniversary Volume*, 1035-1068.

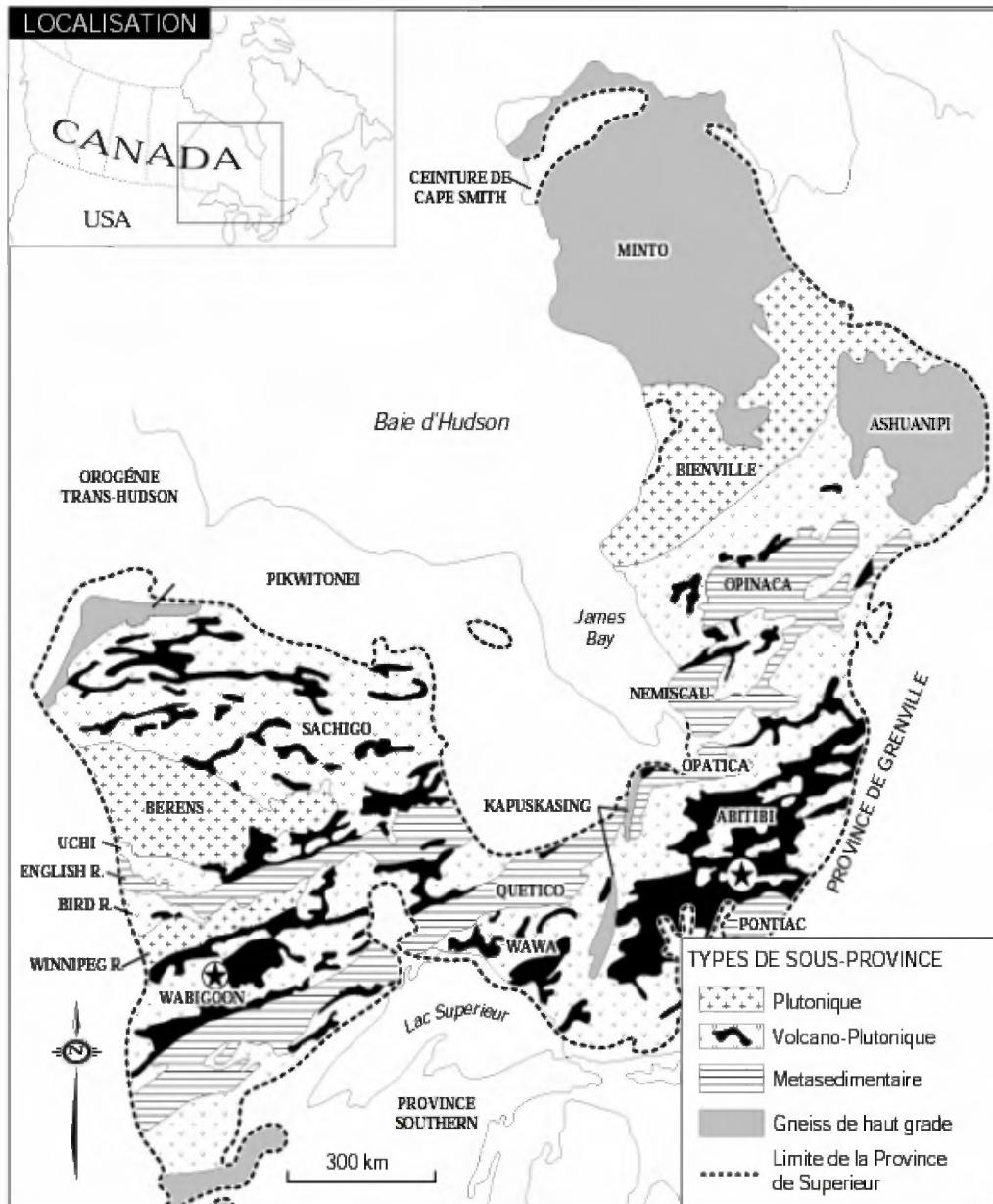


Figure 1. Carte géologique du Supérieur. On remarque que les bassins de la Baie-James présentent une morphologie quelque peu divergente par rapport aux ceintures linéaires de l'ouest du Supérieur. Modifié d'après Card (1990), la carte 2545 de l'OGS (1991) et Percival et al. (1992). [Retour section 1](#) ; [section 3](#) ; [section 4](#)

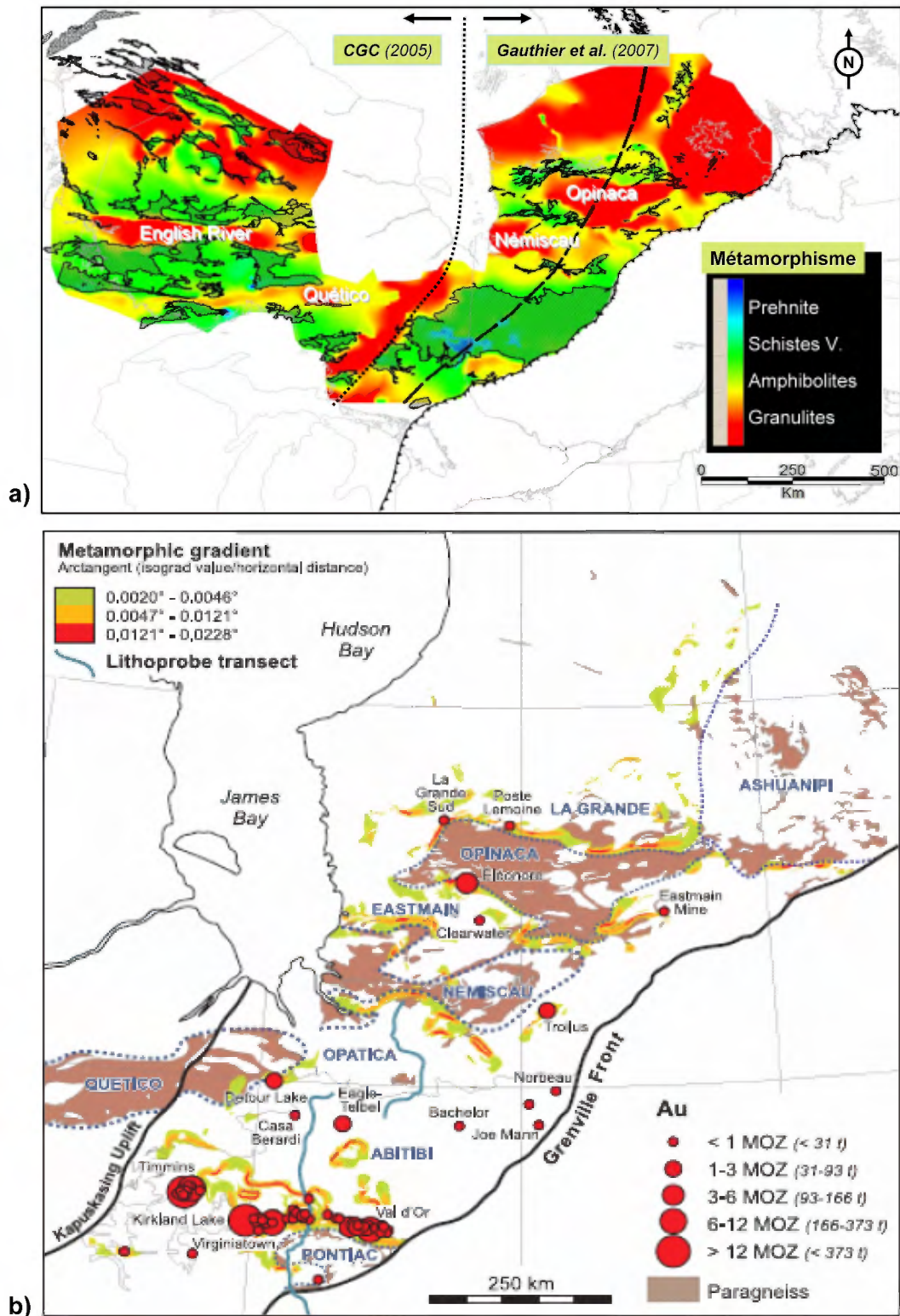


Figure 2. Carte métamorphique du Supérieur (a) et gradients métamorphiques de la Baie-James et de l'Abitibi (b). À noter les gradients élevés en bordures des bassins sédimentaires d'Opinaca-Némiscau. Figures tirées de a) CONSOREM (*comm. pers.*), d'après les travaux de la CGC (2005) et Gauthier et al. (2007) et b) Gauthier et al. (2007). [Retour section 1.2](#); [section 3](#); [section 4](#)

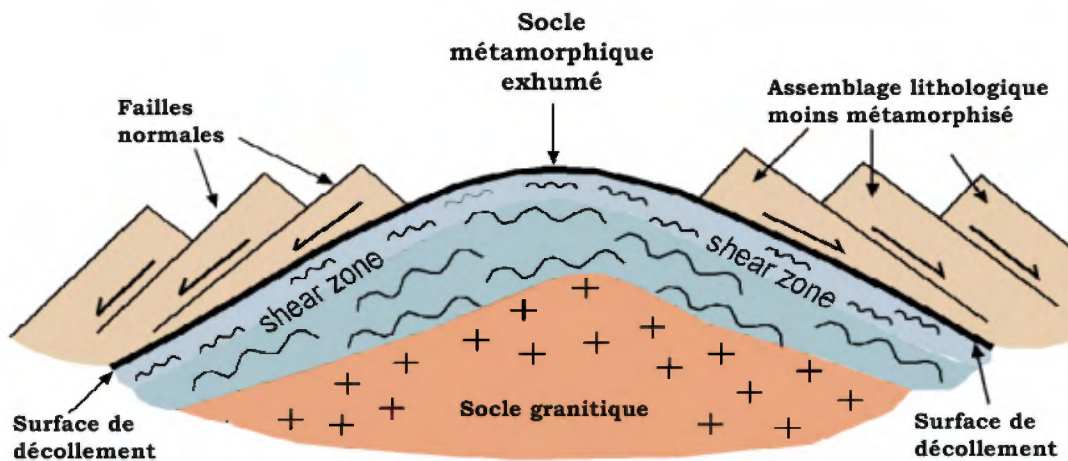


Figure 3. Illustration simplifiée de l'anatomie d'un complexe métamorphique central. L'exhumation est associée à une croûte en extension et au développement de surfaces de décollement de faible pendage correspondant à des failles normales majeures. Tiré de [http://geology.isu.edu/Digital Geology Idaho/Module1/mod1.htm](http://geology.isu.edu/Digital_Geology_Idaho/Module1/mod1.htm). [Retour au texte](#)

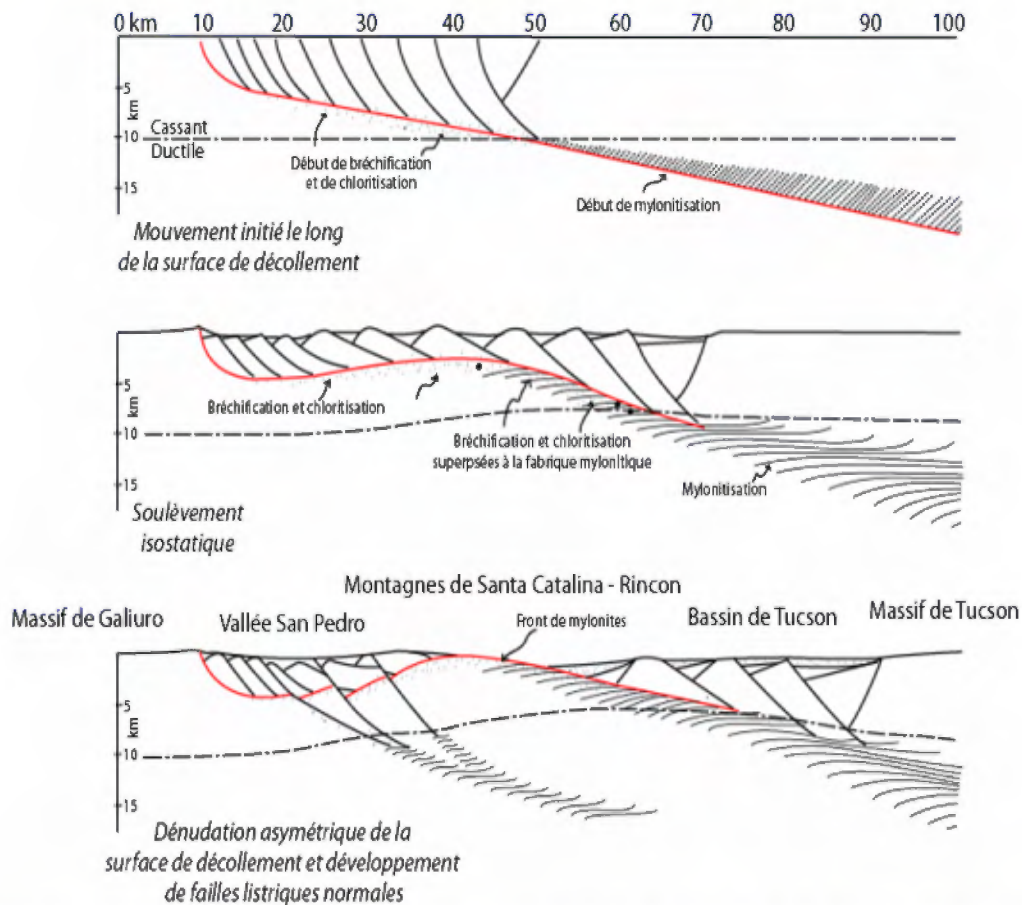


Figure 4. Modèle de formation d'un complexe métamorphique central montrant le développement et l'évolution des failles de décollement, des failles normales et des complexes mylonitiques. Basé sur les montagnes de Santa Catalina – Rincon, Etats-Unis. Modifié de Spencer et Reynolds (1986). [Retour au texte](#)

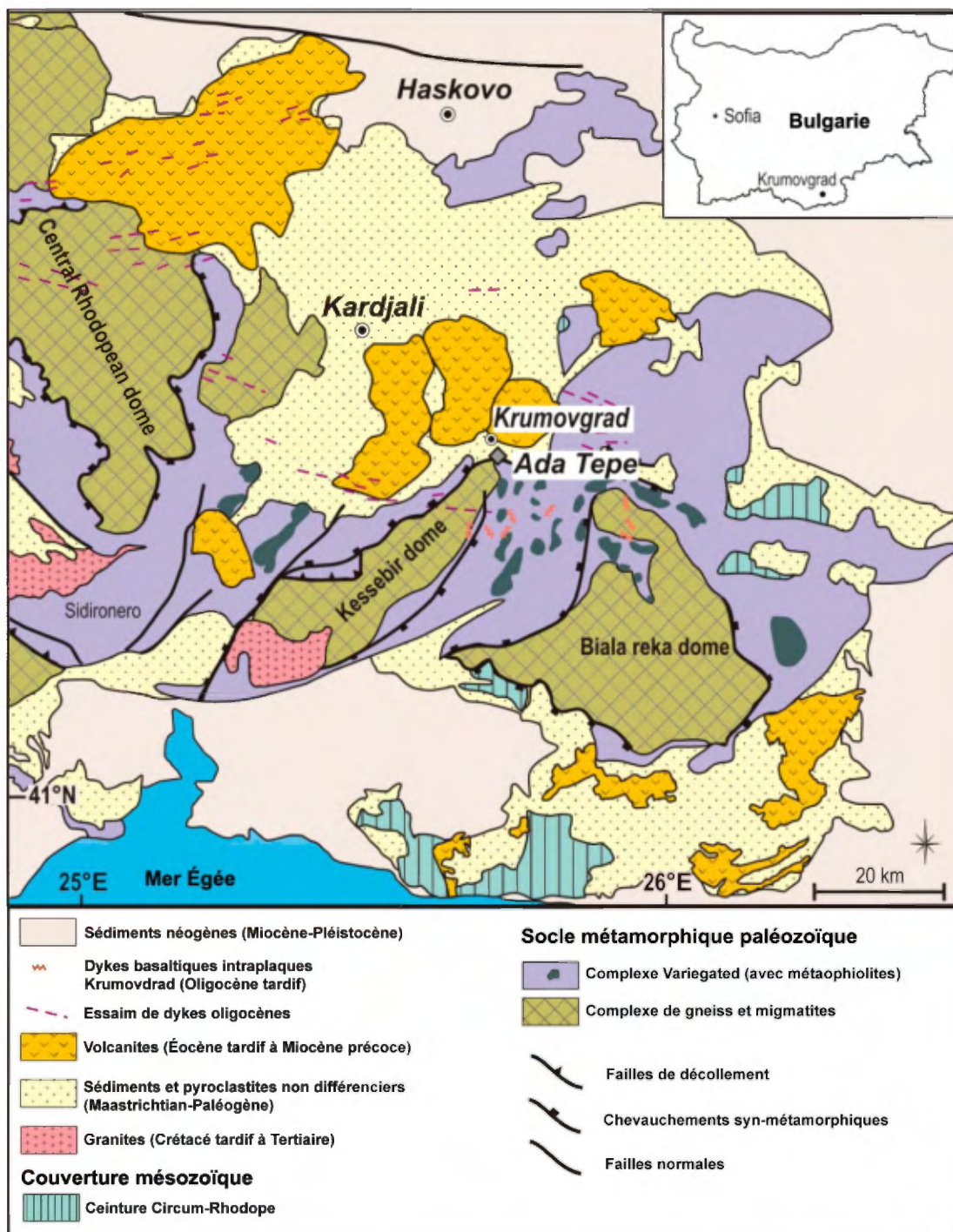


Figure 5. Géologie de la portion orientale du Massif de Rhodope, avec localisation du gisement aurifère Ada Tepe (étoile rouge). Tiré de Marchev et al. (2005b). [Retour au texte](#)

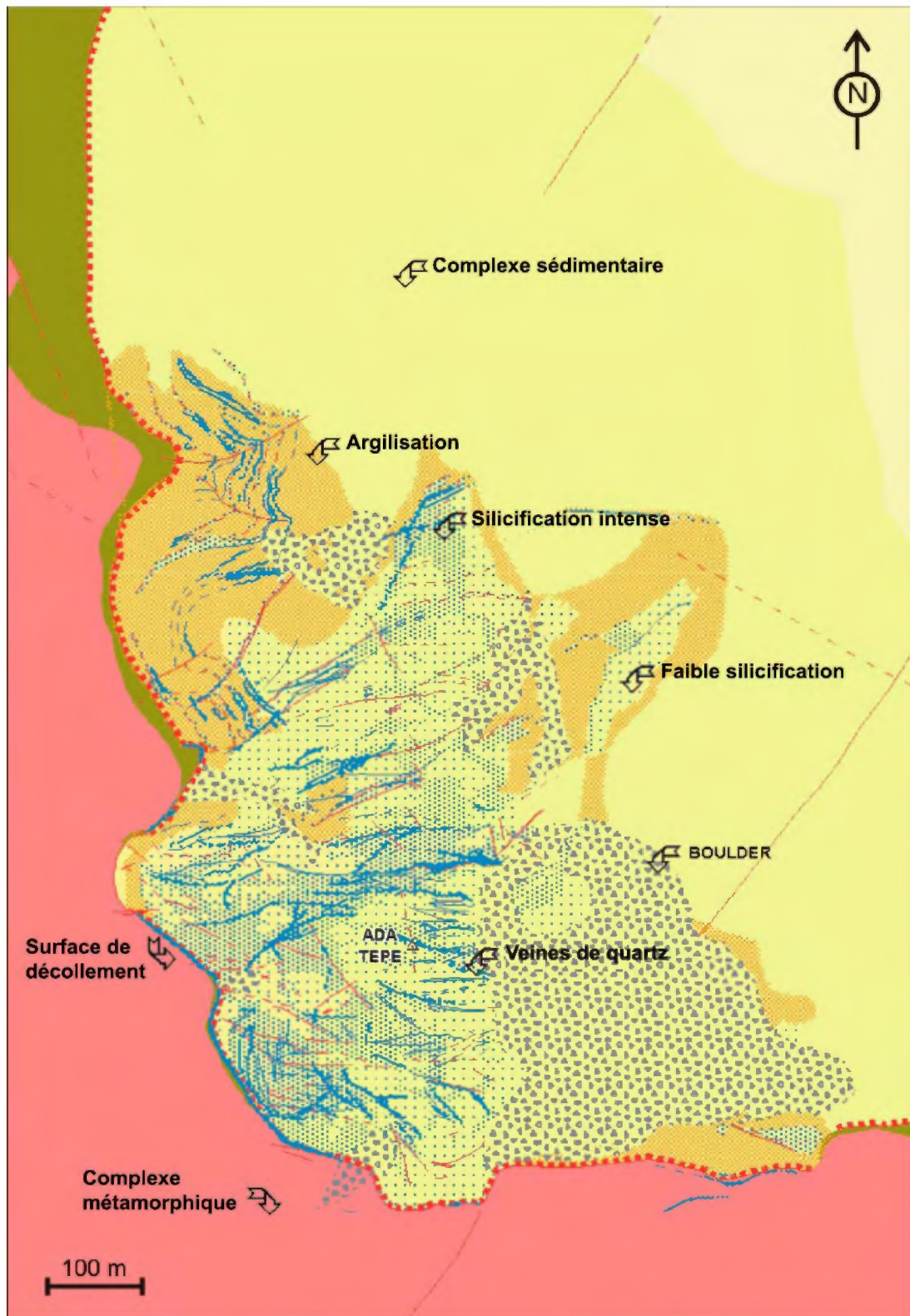


Figure 6. Carte géologique du gisement Ada Tepe (Au-Ag), Bulgarie. Tiré de Marchev et al. 2005b.
[Retour au texte](#)

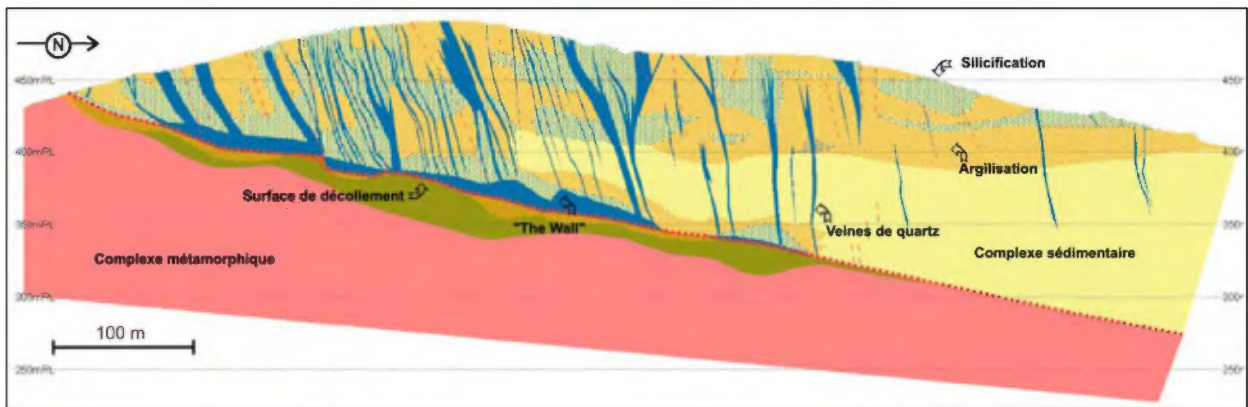


Figure 7. Coupe à travers le gisement Ada Tepe. Une partie de la minéralisation est située directement au-dessus de la surface de décollement et forme un feuillet sub-horizontale. Le reste de la minéralisation est contenu dans des zones de remplissages et des veines sub-verticales le long de failles normales secondaires. Tiré de Marchev et al. 2005b. [Retour au texte](#)

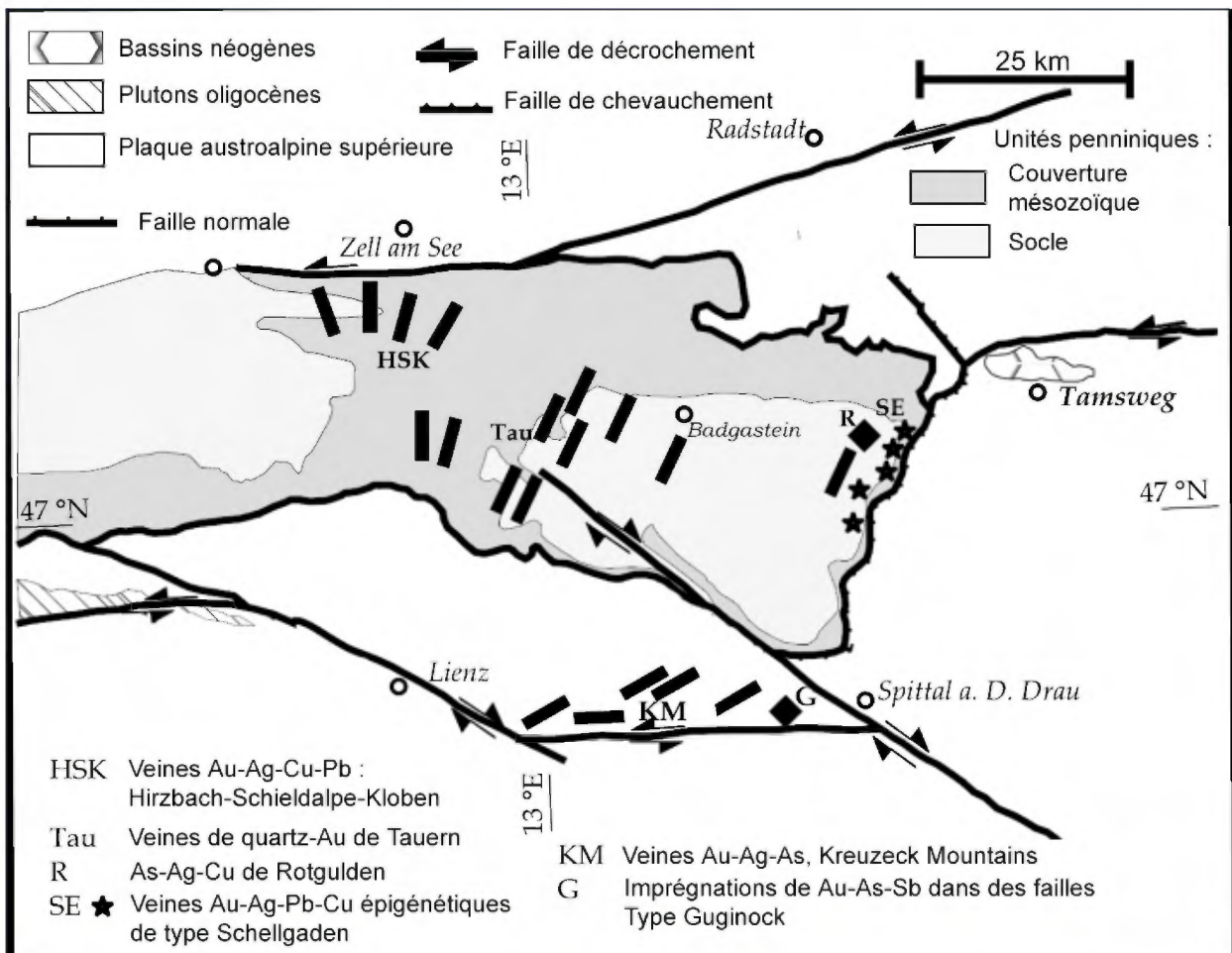


Figure 8. Minéralisations hydrothermales associée à l'exhumation du complexe métamorphique central de Tauern, dans les Alpes centrales orientales (tiré de Neubauer 2005). [Retour au texte](#)

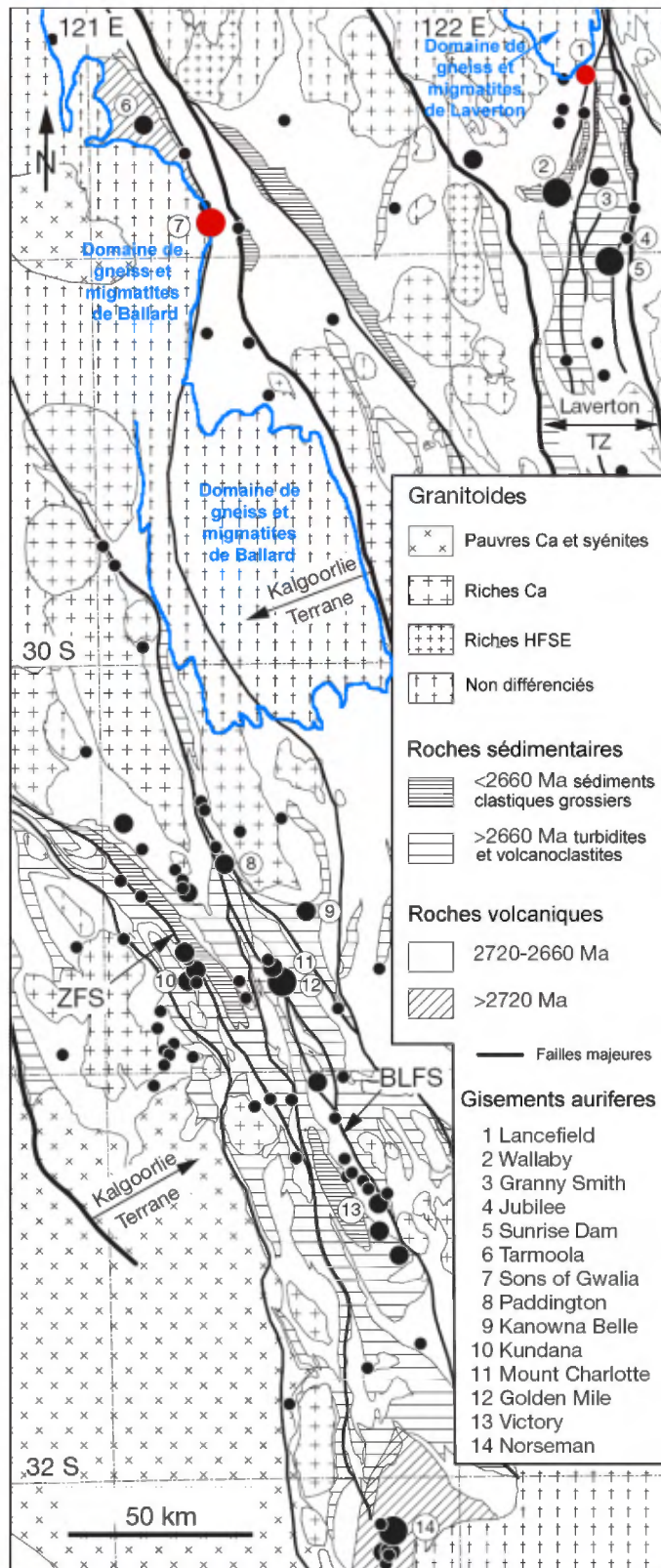


Figure 9. Géologie de la province du Eastern Goldfields, Australie avec localisation des gisements aurifères. Modifié de Robert et al. 2005. [Retour au texte](#)

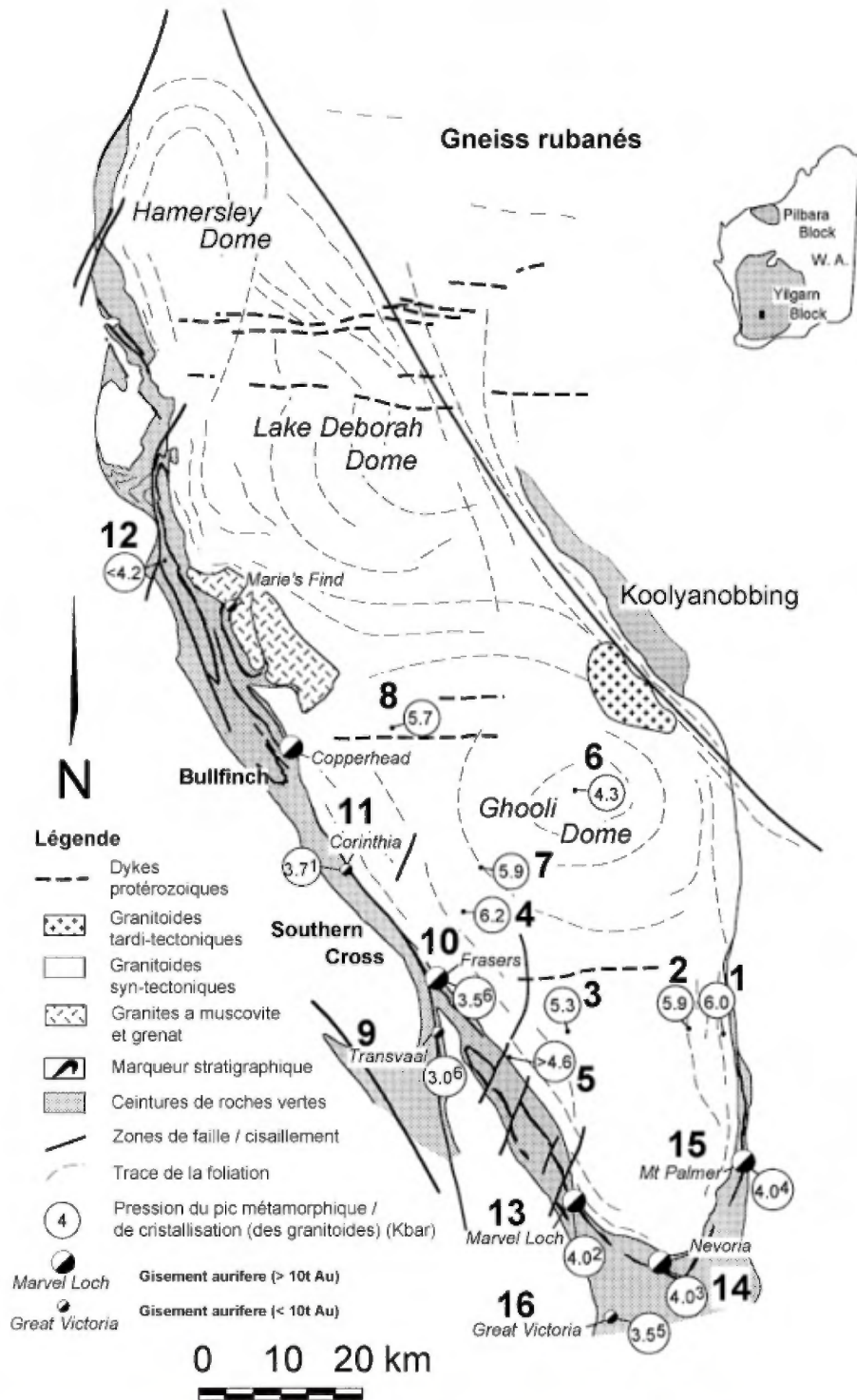


Figure 10. Région du complexe de Ghooli, province de Southern Cross, Australie, avec localisation des principaux gisements aurifères. Modifié de Dalstra et al. (1998). [Retour au texte](#)

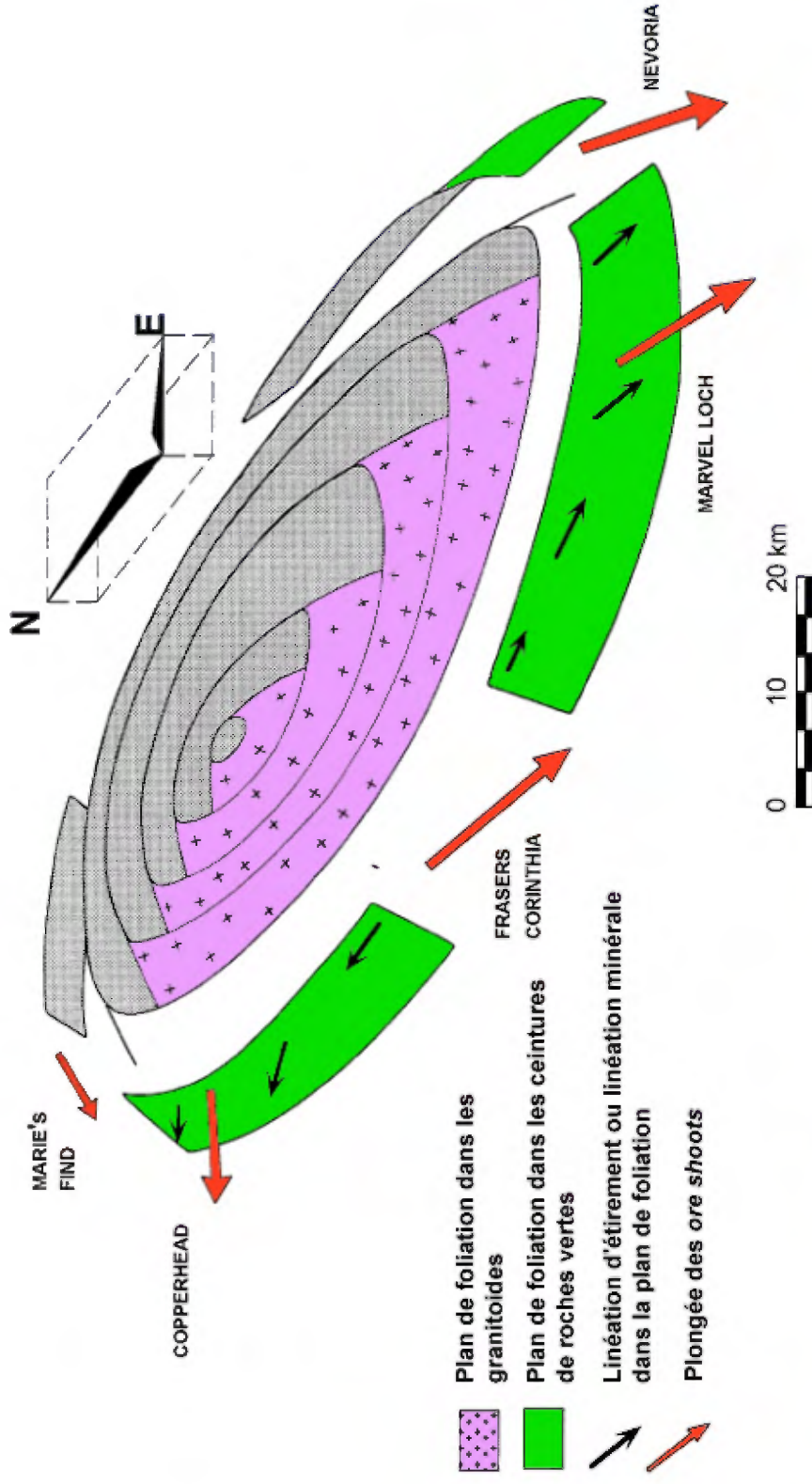


Figure 11. Orientation des linéations d'étirement et des ore shoots des minéralisations aurifères en périphérie du Dôme de Ghooli, Southern Cross, Australie (modifié de Dalstra et al. 1998). [Retour au texte](#)

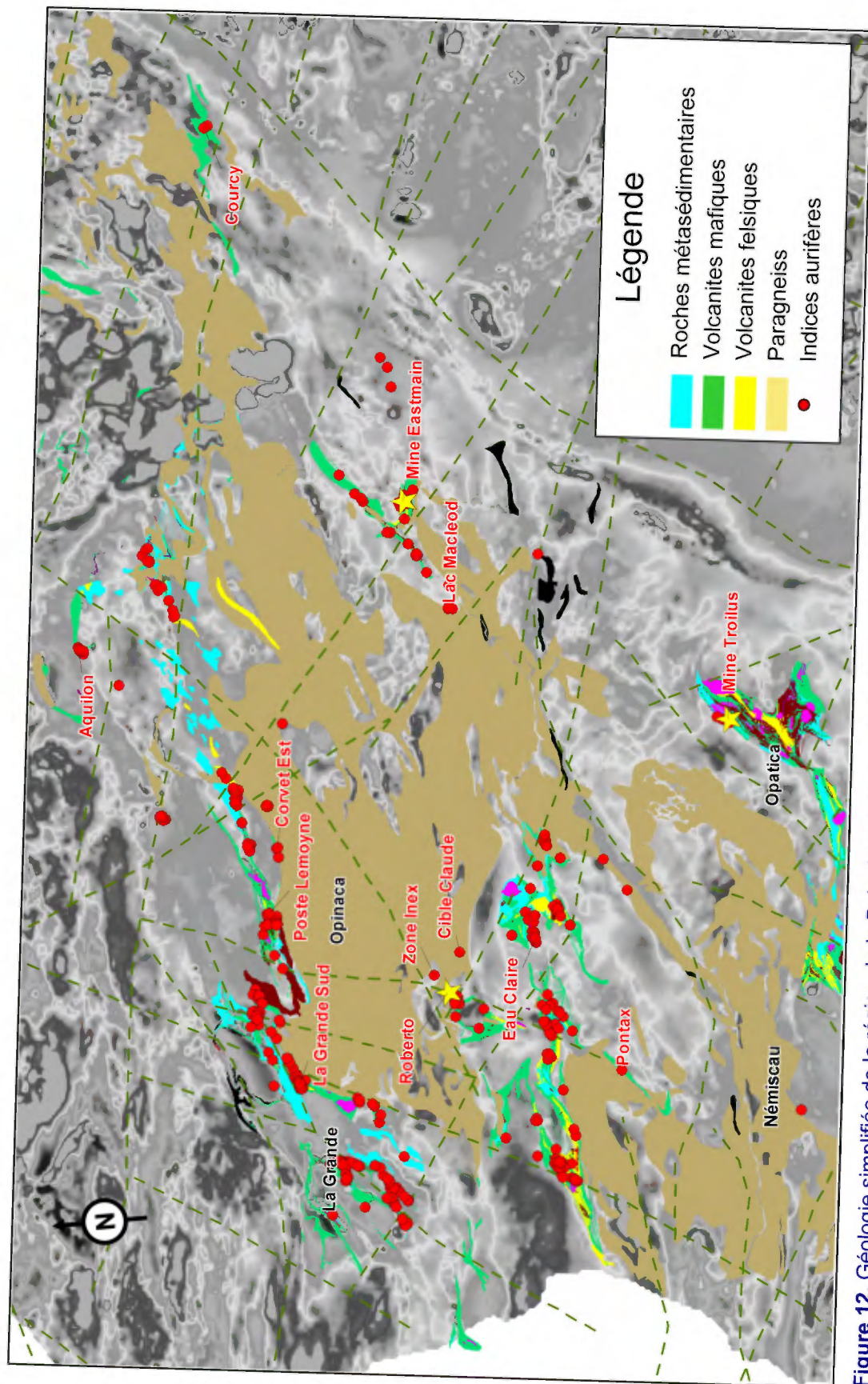


Figure 12. Géologie simplifiée de la région de la Baie-James et distribution des minéralisations aurifères. À noter que les principaux indices en relation avec les bassins métasédimentaires sont surtout localisés en périphérie de ces derniers. [Retour section 4.1](#) ; [Retour section 4.4.1](#) ; [Retour section 4.4.4](#)

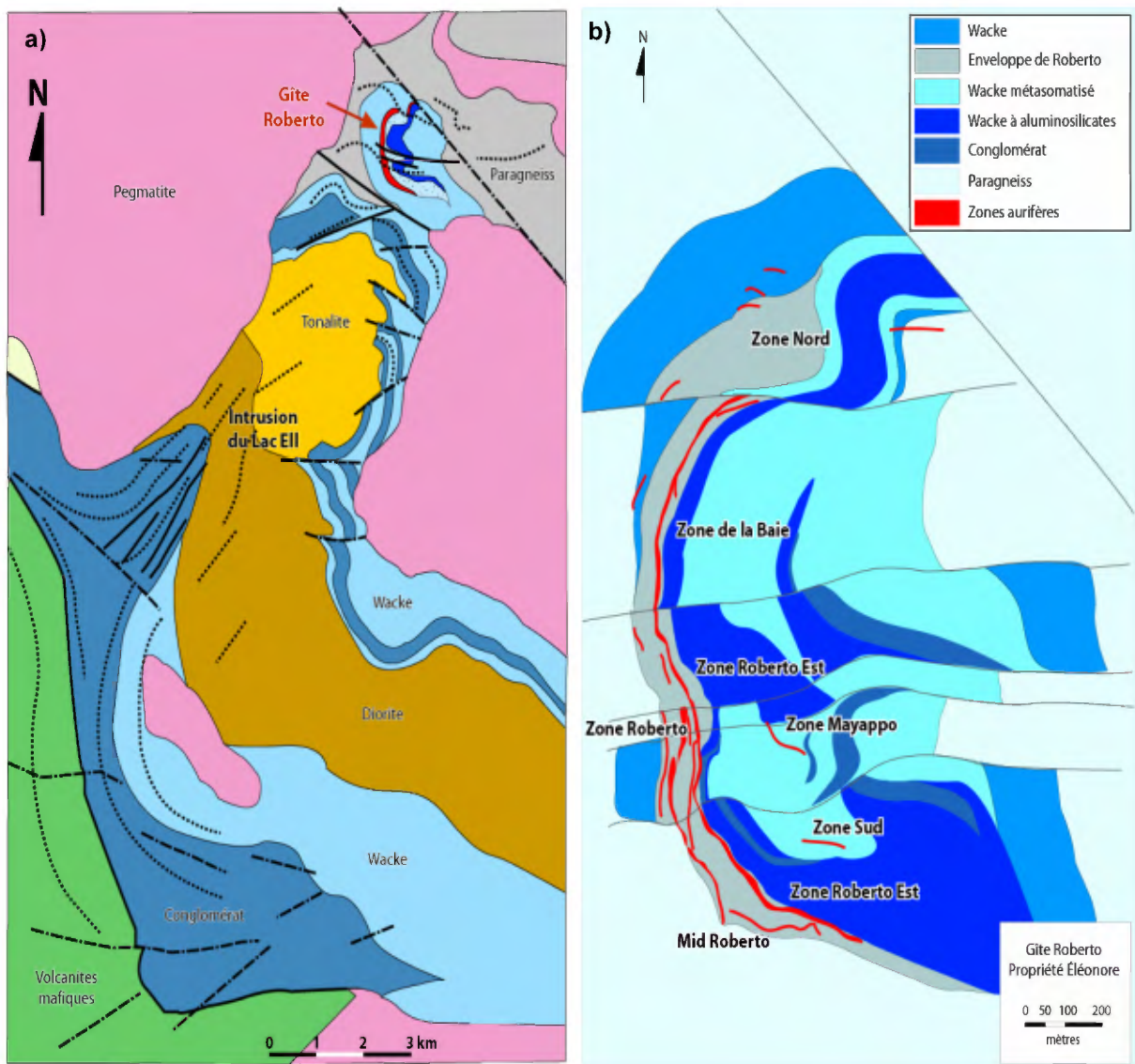


Figure 13. Géologie du gîte Roberto : a) carte géologique de la propriété Éléonore et b) détail de la zone Roberto. Tiré de Goldcorp Inc. (2008). [Retour au texte](#)

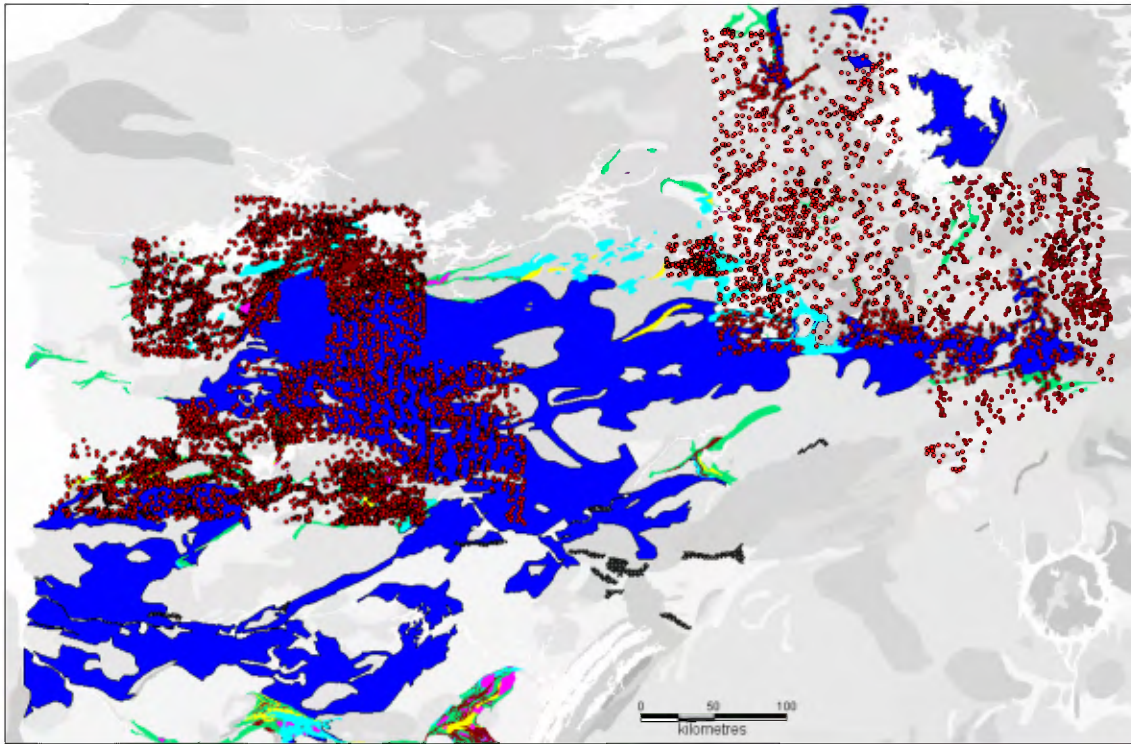


Figure 14. Localisation des données structurales de la Baie-James extraites du SIGÉOM. [Retour au texte](#)

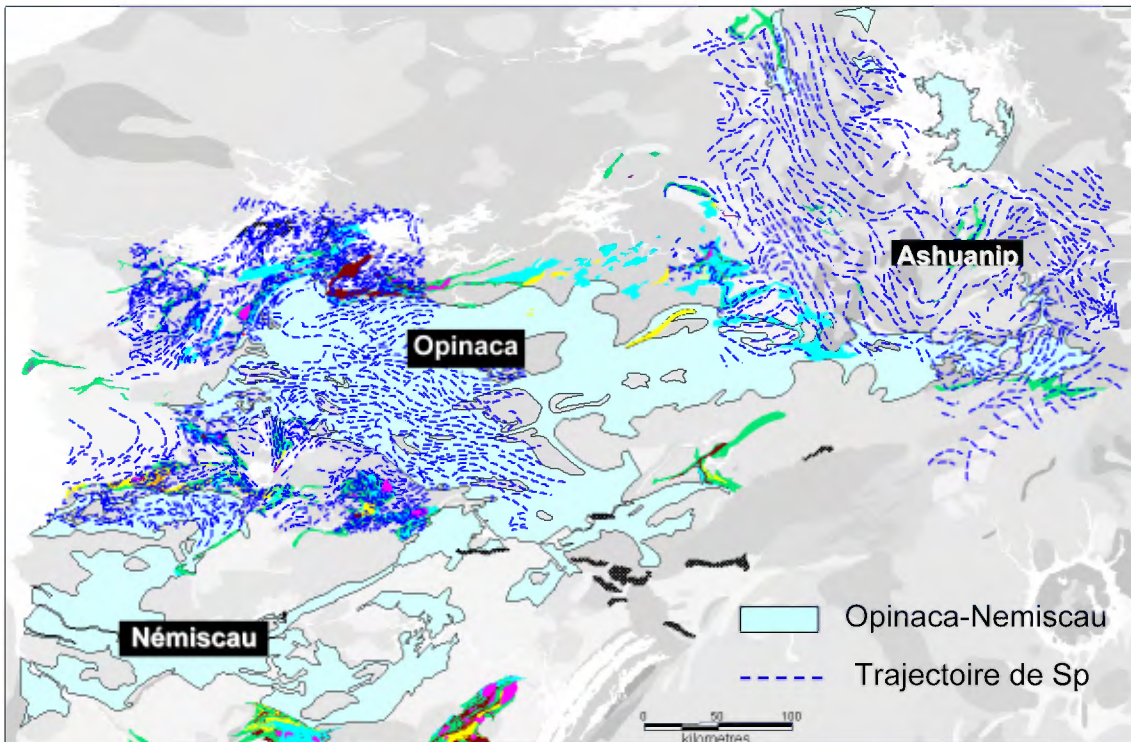


Figure 15. Interprétation des trajectoires de la schistosité principale pour la région de la Baie-James à partir des données SIGÉOM. Dans la partie ouest, la schistosité contourne le Bassin d'Opinaca. [Retour au texte](#)

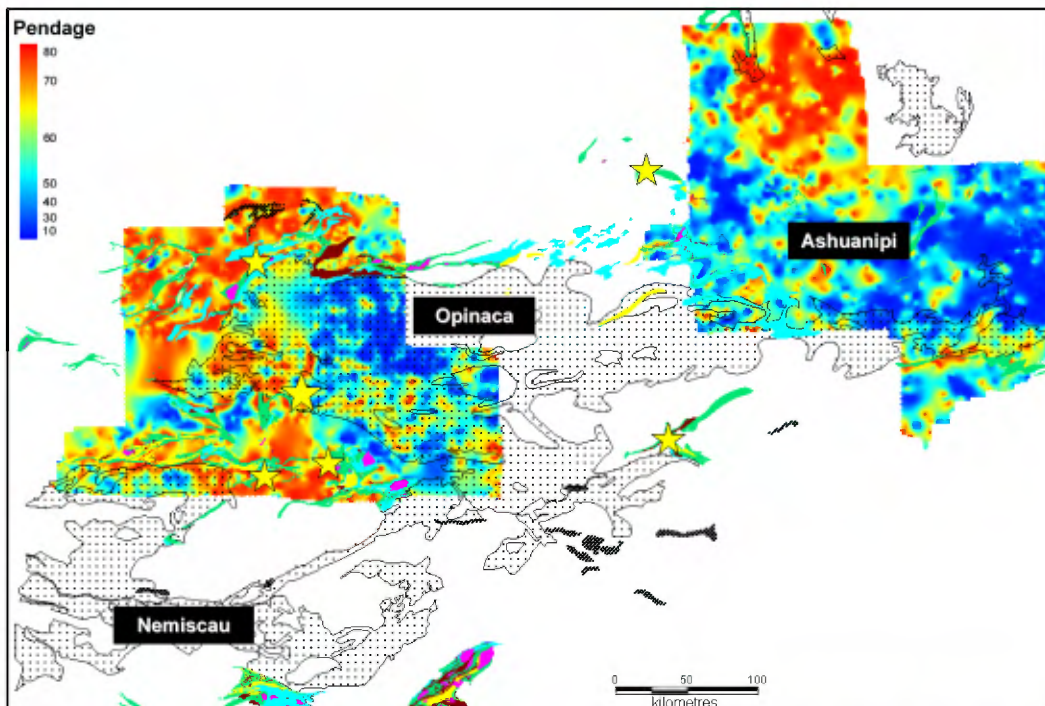


Figure 16. Maille des pendages de la schistosité à la Baie-James à partir des données SIGEOM. Le centre du Bassin d'Opinaca est caractérisé par des pendages sub-horizontaux. Méthode de l'inverse de la distance. [Retour au texte](#)

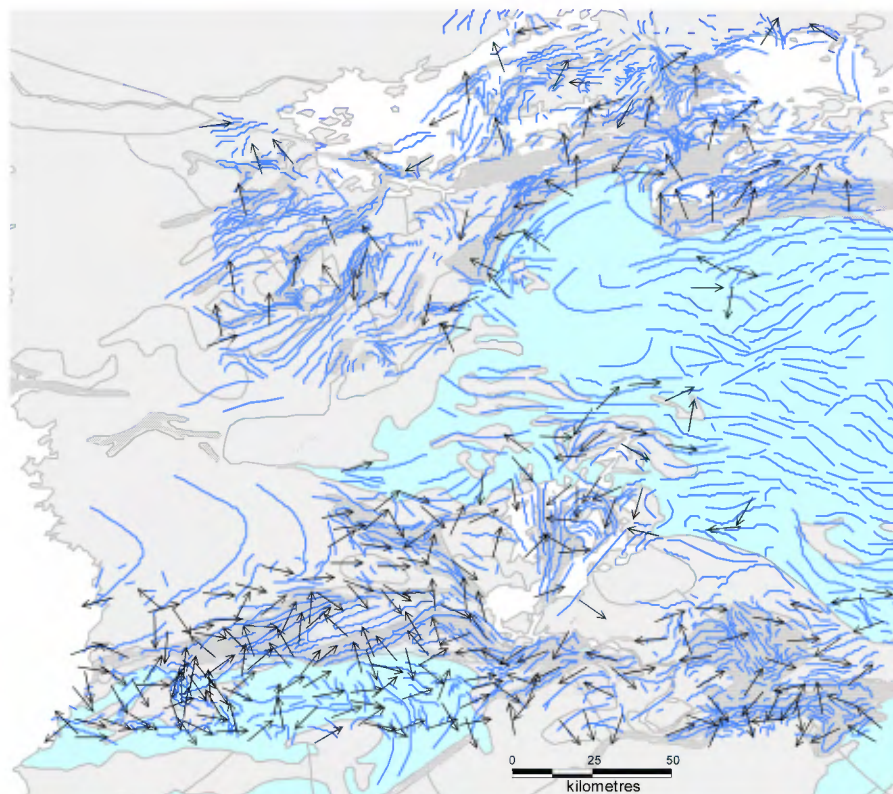


Figure 17. Carte des linéations d'étirement (source SIGEOM) de la partie ouest de l'Opinaca avec trace de la schistosité principale. [Retour au texte](#)

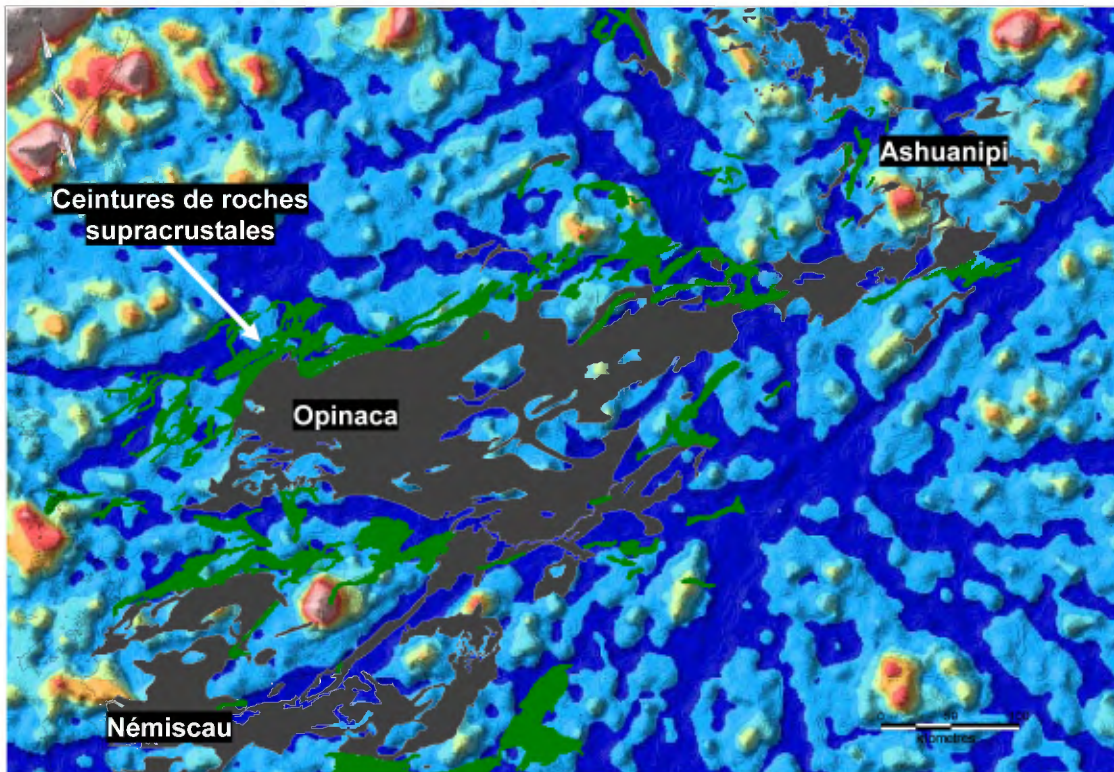


Figure 18. Densité de linéaments géophysiques interprétés par Faure (2004) pour la région de la Baie-James. Les zones en bleu correspondent aux zones de forte récurrence d'observations. Cette couche a servi à tracer les linéaments de la **Figure 19**. [Retour au texte](#)

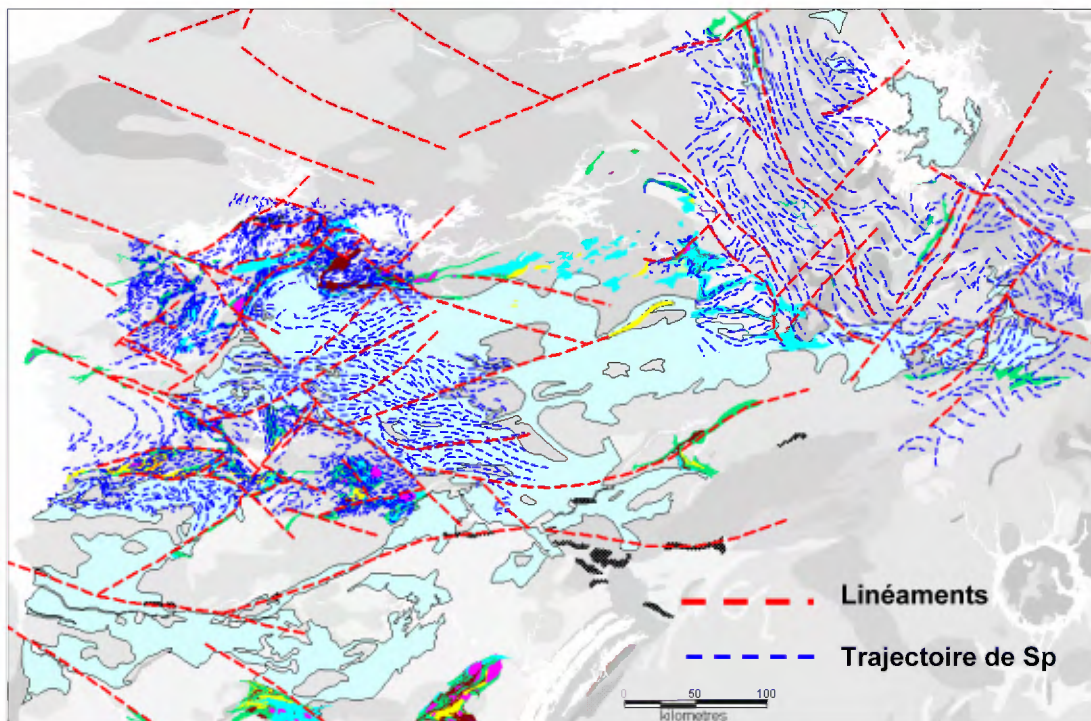


Figure 19. Linéaments interprétés à partir de la géophysique (source SIGEOM; voir **Figure 18**) et des trajectoires de la schistosité principale à la Baie-James. [Retour au texte](#)

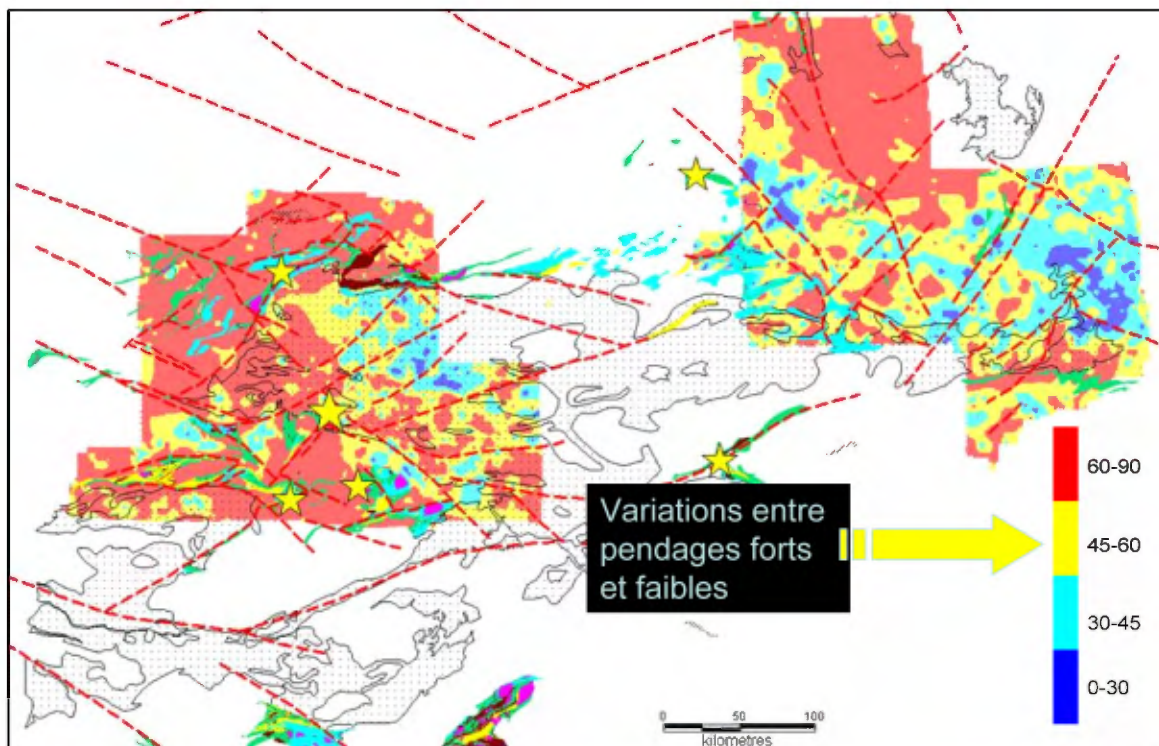


Figure 20. Maille illustrant les zones de variations entre les domaines à pentages forts et faibles. [Retour au texte](#)

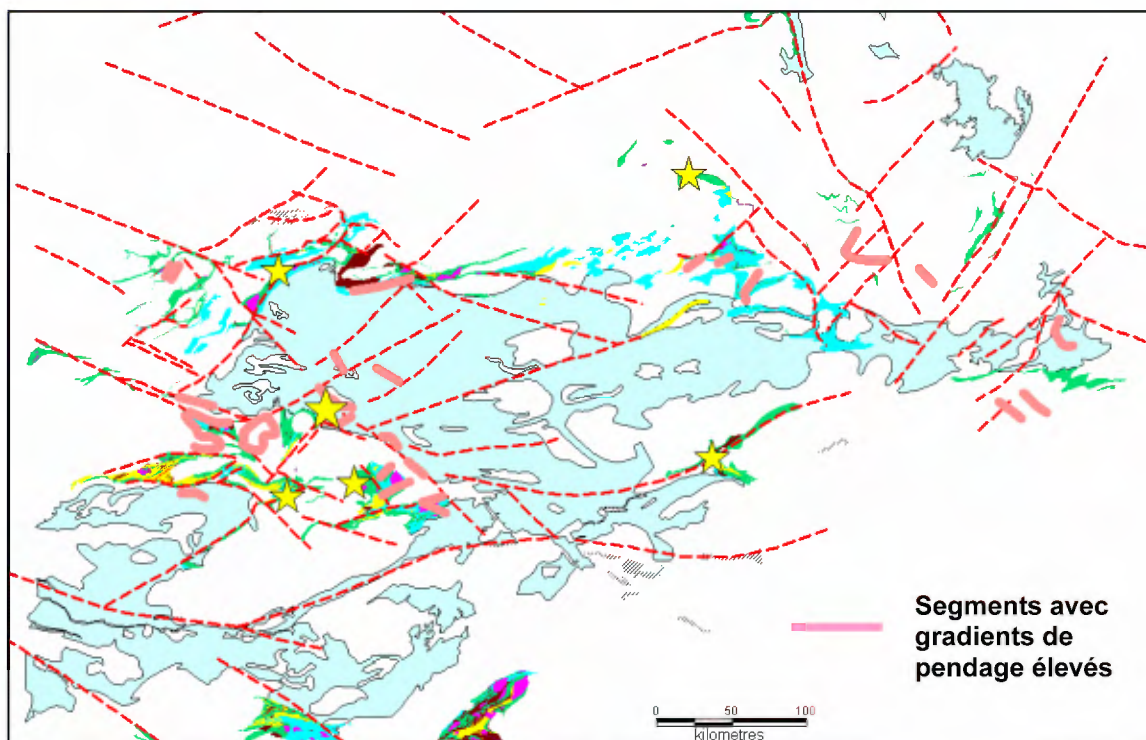


Figure 21. Détermination de segments avec gradients de pendage élevés pouvant servir à identifier des zones de failles favorables à la minéralisation aurifère. [Retour au texte](#)

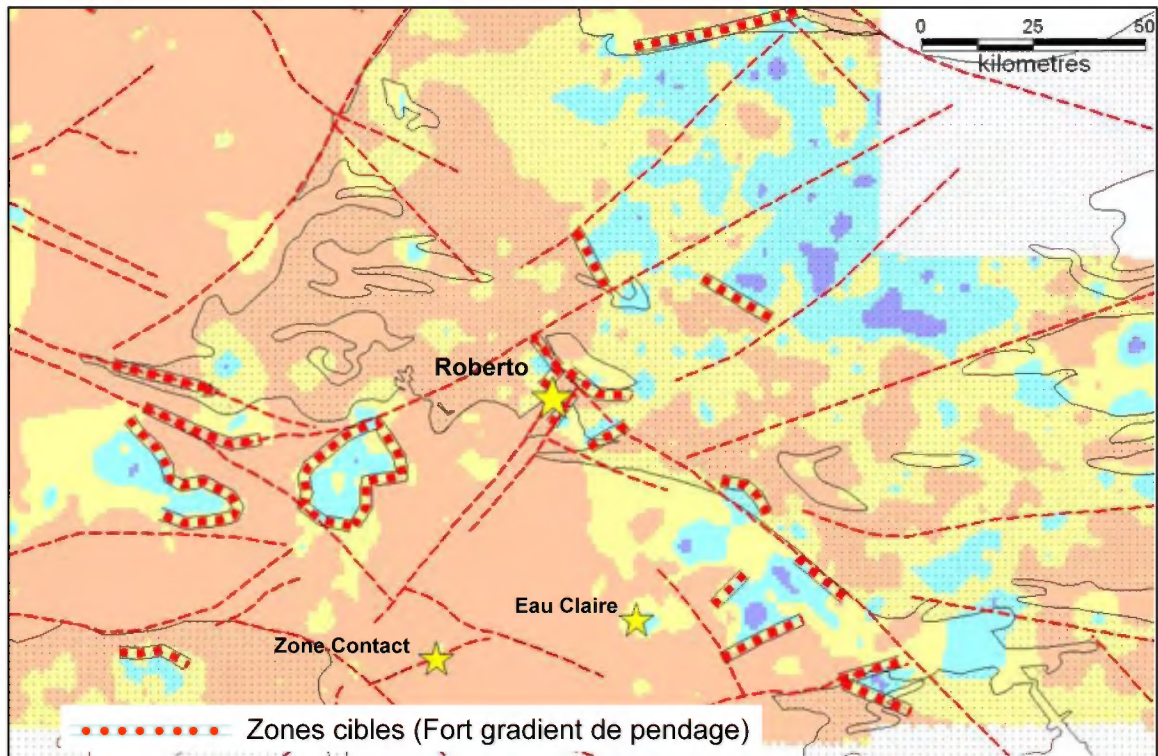


Figure 22. Détail des secteurs cibles dans le secteur du gisement Roberto. [Retour au texte](#)