



CONSOREM

Consortium de recherche
en exploration minérale

www.consorem.ca

QUÉBEC EXPLORATION 2008

LA GÉOMÉTRIE ET LA FERTILITÉ DES CEINTURES DE ROCHES VERTES ARCHÉENNES DE LA PROVINCE DU LAC SUPÉRIEUR; REFLET DE L'ARCHITECTURE ET DE LA MODIFICATION DU MANTEAU LITHOSPHERIQUE

Stéphane Faure (CONSOREM) et Réal Daigneault (UQAC)

consorem@uqac.ca

INTRODUCTION

La dimension, l'orientation, la forme et le métamorphisme des ceintures de roches vertes (CRV) archéennes de la Province de Supérieur varient considérablement du sud vers le nord. La Sous-Province d'Abitibi est la plus grande et la moins métamorphosée des ceintures (faciès des schistes verts), alors que les autres ceintures dans le centre et le nord du Supérieur sont plus petites, allongées, régulièrement espacées, plus complexes et plus métamorphosées (faciès des amphibolites et granulites). Les évidences géophysiques et géologiques qui sont présentées montrent que cette organisation structurale est le reflet de l'architecture primaire de la partie supérieure du manteau lithosphérique archéen.

MODÈLE TOMOGRAPHIQUE & CRV

Un modèle tomographique d'ondes de surface qui couvre l'Amérique du Nord entre 30 et 250 km de profondeur est utilisé pour imaginer les hétérogénéités dans le manteau supérieur (Godey et al. 2004). Le modèle montre que le Supérieur est constitué de deux domaines de vitesse sismique distincts séparés par une discontinuité orientée ESE à E-O (Fig. 1). Dans le Nord du Québec, le manteau situé sous le Superterrané mésoarchéen (2,8 à 3,8 Ga) de la Baie d'Hudson est caractérisé par une quille lithosphérique de 225 km de profondeur. Les vitesses sismiques sous cette région sont rapides et indiquent que la racine cratonique est plus appauvrie en Fe, Al, et Ca par rapport au manteau environnant et qu'elle serait constituée d'harzburgite et de lherzolite fertile (Godey et al. 2004; Griffin et al. 2004).

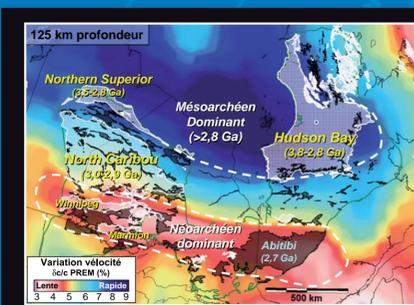


Fig. 1. Les CRV du Supérieur (ombragé noir) et les principaux terranes mésoarchéens (carré blanc). Notez que la dimension et la présence de minéralisations connues diminuent vers le Nord. À l'inverse, le métamorphisme passe du faciès des schistes verts en Abitibi aux faciès des amphibolites et des granulites plus au Nord. Géologie d'après les données de la CGC (Compilation J. Perceval, OGS et MRNQ (SIGEOM)).

CRV au NORD-EST DU SUPÉRIEUR

Les CRV dans le Grand-Nord du Québec sont disposées autour de la racine cratonique du Superterrané de la Baie d'Hudson et miment l'architecture du manteau jusqu'à 140 km de profondeur (Fig. 2a). Ces ceintures sont plus petites (10 à 100 km de longueur), très étroites, démembrées, régulièrement espacées, de forme complexe et sont métamorphosées aux faciès des amphibolites et des granulites.

Les failles crustales décrochantes et orientées E-O au niveau de la Baie de James et de la Baie d'Hudson recoupent les failles régionales NNO-SSE (Fig. 2b). Les sens du mouvement le long de ces décrochantes, de même que la présence d'un important appendice dans le manteau à l'Est (au sud de la Baie d'Ungava), indique que les ceintures de Vénus et de Moyer ainsi que le manteau sous-jacent étaient originellement à l'Ouest (Fig. 2c). Sur la base d'une géométrie du manteau plus cohérente entre le nord et le sud de cette partie du Supérieur (ligne pointillée verte, Fig. 2c), il est proposé que les ceintures de Vénus et de Moyer étaient en continuité avec la CRV de Kogaluk au nord et celle de La Grande Ouest au sud (ligne jaune, Fig. 2c). Cette hypothèse explique la complexité géologique de cette dernière ceinture et implique un déplacement de 200 km vers l'Ouest.

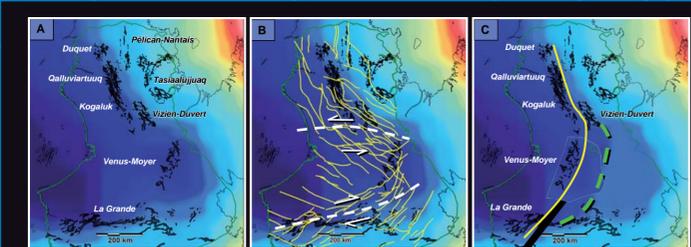


Figure 2. Variation des vitesses sismiques à 125 km de profondeur dans le nord-est du Supérieur (échelle de couleurs sur la fig. 1). A) Correspondance entre la fabrique mantellique et l'orientation des CRV. B) Failles crustales décrochantes E-O recoupant les failles NNO-SSE. C) Position originale proposée pour les ceintures de Vénus et Moyer, avant le décrochement le long des structures E-O impliquant un couplage croûte-manteau et un déplacement de 200 km.

CRV au SUD DU SUPÉRIEUR

Le domaine sismique situé au sud du Supérieur correspond à des vitesses sismiques jusqu'à 30% plus lentes que le domaine nord (Fig. 3). Ce chenal d'orientation ESE mesure 1400 km de longueur par 300 km de largeur et serait constitué de lherzolites appauvries et d'une zone métasomatée à partir de 140 km de profondeur (Griffin et al. 2004; Scully et al. 2004). L'extrémité est de l'anomalie devient N-S sous le Grenville. Cet appendice, visible également sur les levés gravimétriques, est interprété comme une réorientation de la racine mantellique de l'Abitibi lors de l'orogénèse grenvillienne. L'anomalie sous l'Abitibi se distingue nettement de celle traditionnellement corrélée au passage du point chaud Great Meteor au cours du Crétacé (Fig. 3).

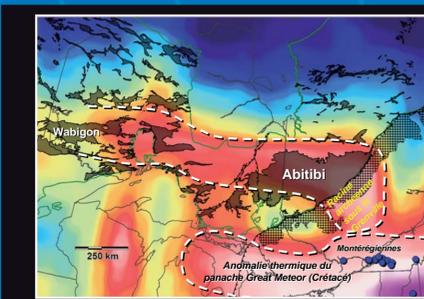


Figure 3. Variation des vitesses à 175 km de profondeur montrant que l'anomalie sismique sous l'Abitibi se poursuit sous le Grenville et se distingue de celle causée par le passage d'un plume au Crétacé qui serait responsable de la mise en place des Monterégiennes. Echelle de couleurs : voir la figure 1.

Les vitesses les plus lentes du Supérieur sont situées sous la Sous-province d'Abitibi et miment exactement son contour et l'emplacement des roches ultramafiques qui la constituent (Fig. 4). Les limites sud et nord de ce corridor sismique correspondent dans la croûte à des zones de subduction interprétées à vergence nord (Ludden et Hynes 2000; White et al. 2003), le long desquelles sont localisés en surface les plus gros gisements d'or orogéniques de l'Abitibi (Failles Cadillac et Porcupine). En section, ces deux zones de subduction se matérialisent dans le manteau par une ligne faiblement pentée vers le nord (Fig. 5). Cette ligne est interprétée comme la trace de la plaque subductée et se suit au nord de l'Abitibi sur près de 1000 km jusqu'au sud de la ceinture de La Grande.

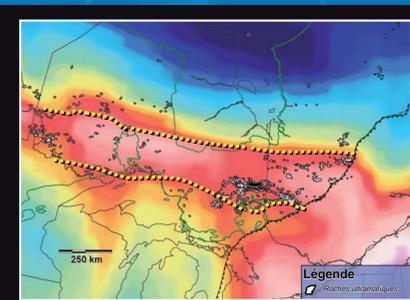


Figure 4. Variation des vitesses à 125 km de profondeur en relation avec les roches ultramafiques archéennes de l'Abitibi et les traces des deux zones de subduction au niveau de la croûte (d'après Ludden et Hynes 2000 et White et al. 2003).

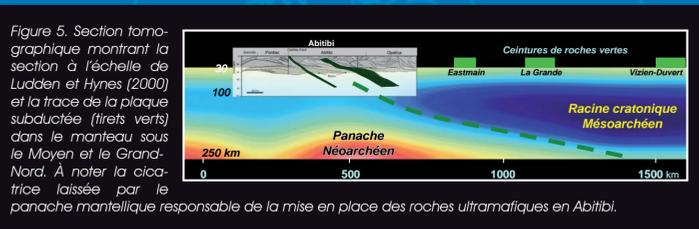


Figure 5. Section tomographique montrant la section à l'échelle de Ludden et Hynes (2000) et la trace de la plaque subductée (tirets verts) dans le manteau sous les ceintures de roches vertes dans le Nord. À noter la cicatrice laissée par le panache mantellique responsable de la mise en place des roches ultramafiques en Abitibi.

CONSÉQUENCES SUR LE MÉTAMORPHISME ET LA PRÉSERVATION DES CRV

Un profil N-S à travers le modèle tomographique, du côté québécois de la Province de Supérieur, montre que les vitesses sismiques se corrélaient positivement avec la gravité, la topographie, le magnétisme et le métamorphisme (Fig. 6). Cette corrélation indique que la densité du manteau au centre et au nord de cette province archéenne est plus faible en comparaison avec la partie sud. Conséquemment, cette portion du Supérieur a subi un soulèvement régional d'une dizaine de km (différence dans le métamorphisme), ce qui expliquerait pourquoi les racines des CRV plus métamorphosées, démembrées et plus minces qu'au sud sont maintenant exposées (Fig. 7). Les évidences géologiques suggèrent que la remontée de la croûte moyenne à profonde aurait eu lieu peu de temps après la formation des ceintures au cours du retrométamorphisme (globalement aux schistes verts) et de l'épisode aurifère pan Supérieur qui lui est associé.

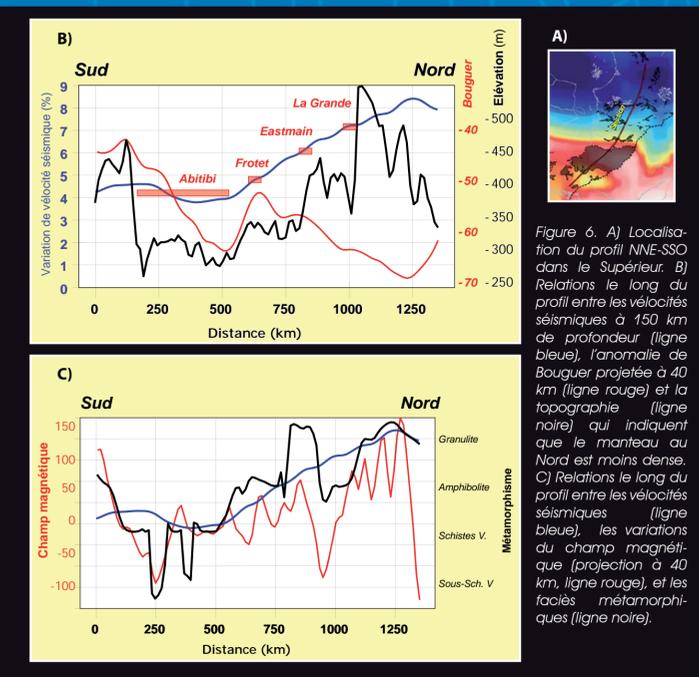


Figure 6. A) Localisation du profil NNE-SSO dans le Supérieur. B) Relations le long du profil entre les vitesses sismiques à 150 km de profondeur (ligne bleue), l'anomalie de Bouguer projetée à 40 km (ligne rouge) et la topographie (ligne noire) qui indiquent que le manteau au Nord est moins dense. C) Relations le long du profil entre les vitesses sismiques (ligne bleue), les variations du champ magnétique (projection à 40 km, ligne rouge), et les faciès métamorphiques (ligne noire).

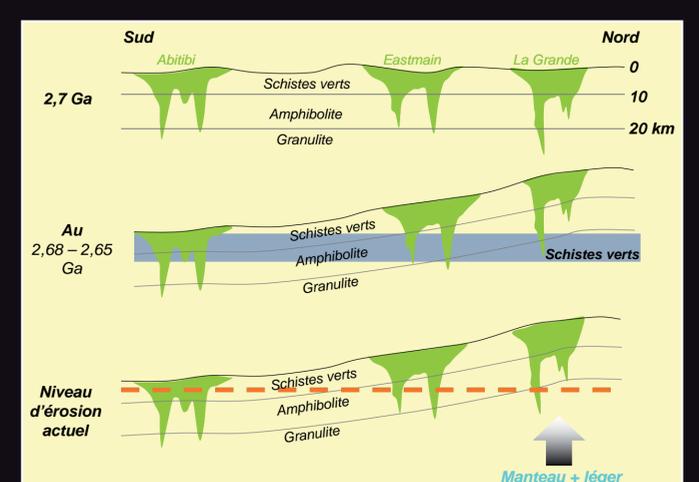


Figure 7. Sections schématiques illustrant les étapes de formation des CRV, le soulèvement différentiel causé par un manteau plus léger au nord, qui est responsable de l'épisode de minéralisation aurifère pan Supérieur, et le niveau d'érosion actuel qui explique les différences de métamorphisme des CRV entre le Nord et le Sud.

IMPLICATIONS MÉTALLOGÉNIQUES ET CONCLUSION

Si les ceintures de Vénus et Moyer étaient bien à 200 km plus à l'Ouest par rapport à leur position actuelle (Fig. 2), cela implique que des types de minéralisations présents dans ces deux ceintures pourraient se retrouver dans les ceintures situées plus au nord et dans celle de La Grande Ouest plus au sud (Fig. 8). De même, latéralement dans le sud du Supérieur, des gisements de classe mondiale se retrouvent le long de structures majeures qui ont une orientation parallèle à la fabrique mantellique (Fig. 9). Des cibles d'exploration régionale sont ainsi proposées au nord de l'Abitibi et dans le nord-ouest de l'Ontario.

L'Abitibi est unique dans le Supérieur. La tomographie sous cette sous-province révèle un manteau modifié à l'Archéen par un panache mantellique (Daigneault et al. 2003; Fig. 10). Les deux zones de subduction identifiées dans la croûte au sud et au nord de l'Abitibi par les travaux LITHOPROBE et par géochimie seraient matérialisées dans le manteau sur près de 1000 km au nord de l'Abitibi et sous la racine Mésarchéenne du Superterrané de la Baie d'Hudson. La déshydratation de la (ou des) plaque(s) entre 100 et 150 km de profondeur aurait favorisée la formation de dépôts aurifères au niveau des ceintures de la Baie de James, comme le gisement Éléonore.

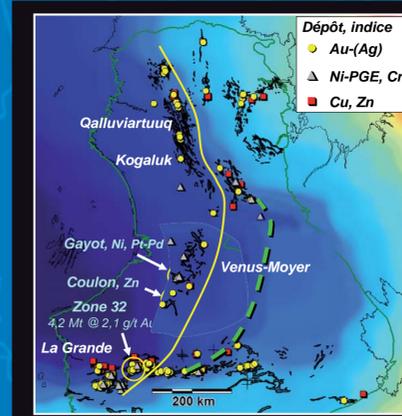


Figure 8. Réévaluation du potentiel pour les minéralisations en or, cuivre et nickel dans les CRV du nord-est du Supérieur en tenant compte de la retroréformation proposée à la figure 2.

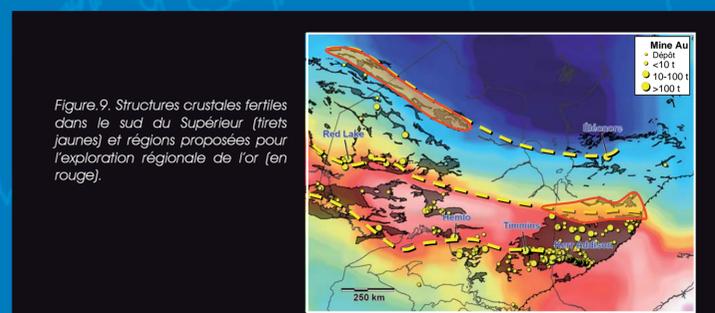


Figure 9. Structures crustales fertiles dans le sud du Supérieur (tirets jaunes) et régions proposées pour l'exploration régionale de l'or (en rouge).

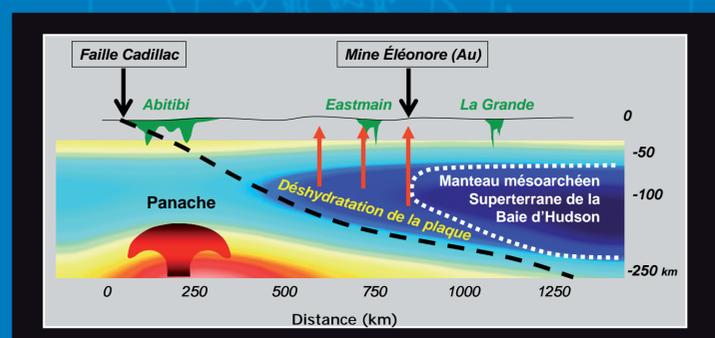


Figure 10. Section tomographique et schématique dans le manteau montrant les différents éléments tectoniques qui distinguent le sud et le nord du Supérieur.

Références

Daigneault, R., Mueller, W.U. et Chown E.H. (2003) Abitibi greenstone belt plate tectonics: the diachronous history of arc development, accretion and collision. Dans : *Developments in Precambrian Geology / Tempos of events in Precambrian time*. P. Eriksson, W. Altermann, D. Nelson, W. Mueller, O. Catuneanu, et K. Strand (Eds.).

Godey, S., Deschamps, F., et Trampert, J. (2004). Thermal and compositional anomalies beneath the North American continent. *Jour. Geophys. Res.* Vol. 109, B01308.

Griffin, W.L., O'Reilly, S.Y., Doyle, B.J., Pearson, N.J., Coopersmith, H., Kivi, K., Malkoyev, V. et Pokhilenko, N. (2004). Lithosphere mapping beneath the North American plate. *Lithos* 77: 873-922.

Ludden, J. et Hynes, A. 2000. The Lithoprobe Abitibi-Grenville transect: two billion years of crust formation and recycling in the Precambrian Shield of Canada. *Can. J. Earth Sci.* 37: 459-476.

Scully, K. R., Canil, D., et Schulz, D. J. 2004. The lithospheric mantle of the Archean Superior Province as imaged by garnet xenocryst geochemistry. *Chemical Geology*, 207: 189-221.

White D.J., Musacchio, G., Helmstaedt, H.H., Harrap, R.M., Thurston, P.C., van der Velden, A., et Hall, K. (2003). Images of a lower-crustal oceanic slab: Direct evidence for tectonic accretion in the Archean western Superior province. *Geology*, 31:997-1000.

Remerciements à Isabelle Lapointe (assistante à la coordination)