Rôle des structures transversales de la croûte profonde dans la localisation et la déformation des dépôts de zinc dans la Province de Grenville nord-américaine

Lyal Harris, Grégory Dufréchou, Camille Armengaud (INRS-ETE, Québec , Canada)
et Eric Johnson (Hartwick, Oneanta, États-Unis)

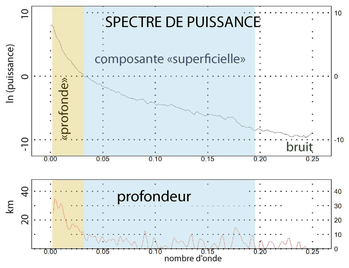
Les dépôts de Zn±Pb±Ag dans l'État de New York et l'Ontario

Les roches métasédimentaires mésoprotérozoïques de la Province de Grenville contiennent plusieurs gisements de sulfures de Zn±Pb±Ag de type SEDEX de classe mondiale et des indices de minéralisation de type IOCG et d'uranium syntectoniques.

- Le district minier de Balmat-Edwards (Adirondacks, État de New York) est caractérisé par du marbre dolomitique siliceux, du marbre calcitique et de l'anhydrite. Environ 3,6 Mt de Zn ont été produites à une teneur moyenne de 13,2% et la ressource inférée est de 2,06 Mt (Hudbay Minerals 2010). La géologie et la métallogénie est interprétée dans un contexte tectonique d'arrière-arc par Taylor et al. (2009).

- Le dépôt Zn-Pb de Cadieux (Ontario), encaissé dans des marbres calcitiques, s'est formé dans un contexte tectonique de marge passive (Taylor et al., 2009).

Les gisements de zinc synsédimentaires ont été par la suite métamorphisés et plissés pendant le cycle orogénique grenvillien et les périodes d'effondrement post-orogéniques. Les gisements du district minier de Balmat-Edwards sont situés au NW de la zone de cisaillement de Carthage Colton, une structure régionale majeure parallèle à l'orogène. Les structures de direction NW n'avaient pas été identifiées avant notre étude.



Filtrage spectral, rehaussement et « worming » des données gravimétriques

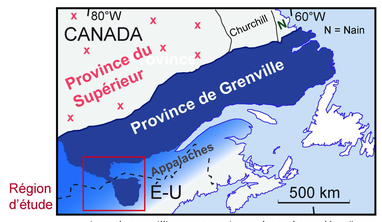
Les anomalies gravimétriques de Bouguer ont été rehaussées afin de localiser les structures de socle transversales et de cartographier les structures régionales grenvilliennes sous les roches des Appalaches d'âge Paléozoïque et la couverture Quaternaire:

- Les composantes de longueurs d'onde courtes et longues ont été séparées en fonction des spectres de puissance et correspondent respectivement à des niveaux « superficiel » et « profonds ».
- Des linéaments transversaux ont été interprétées à partir d'images de l'angle « tilt » (basé sur le rapport des gradients verticaux et horizontaux) et des images ternaires combinant plusieurs grilles de gradients.

Les bords du gradient horizontal des anomalies gravimétriques de Bouguer, prolongées vers le haut à une série de niveaux, communément appelée les « worms », ont mis en évidence :
- des structures parallèles à l'orogène qui correspondent aux chevauchements cartographiés et /ou à des zones de cisaillement extensionnelles, et
- des zones de cisaillement sous les roches sédimentaires d'âge Paléozoïque et Quaternaire.

Les « worms » offrent une nouvelle vue régionale de l'Orogène de Grenville en permettant de corréler des structures entre la région des Adirondacks et le sud-ouest de la Province de Québec.

Localisation



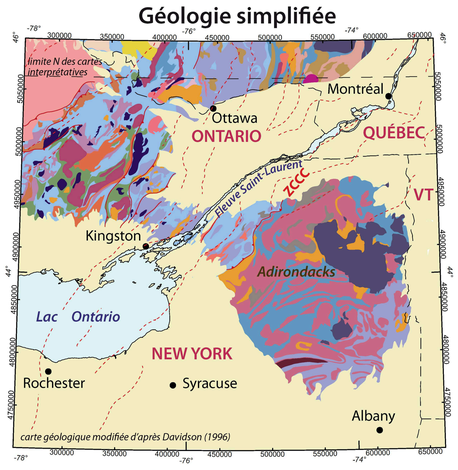
Le socle grenvillien se poursuit sous les roches paléozoïques des Appalaches et sous la couverture quaternaire.

LÉGENDE, CARTE GÉOLOGIQUE

Appalaches et Plateforme du Saint-Laurent
- Roches sédimentaires du Paléozoïque et de couverture

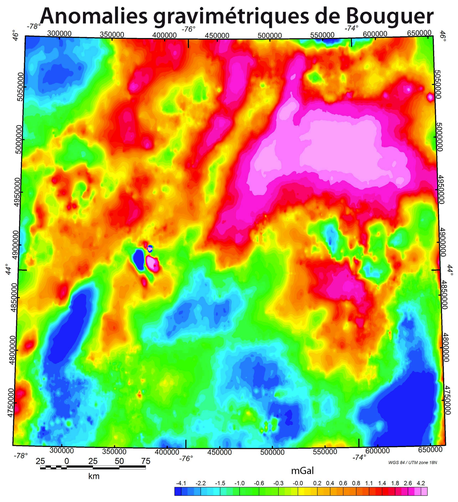
Province de Grenville
- granite
- syénite, monzonite, orthogneiss
- granite et gneiss mafique
- orthogneiss
- gneiss charnockitique
- anorthosite
- charnockite
- granite, orthogneiss
- tonalite, trondhjémite, granodiorite
- roches ignées mafiques
- volcaniques mafiques
- roches métasédimentaires
- paragneiss, quartzite
- marbres, roches calco-silicatées
- granitoïde orthogneissique
- gneiss

Géologie simplifiée

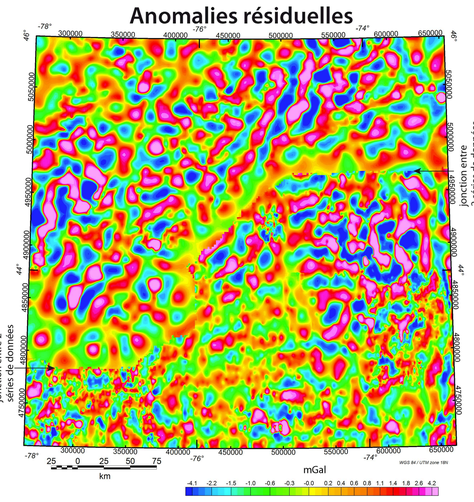


chevauchement (± réactivé comme zone de cisaillement extensionnelle)
zone de cisaillement interprétée
ZCCC = zone de cisaillement Carthage-Colton

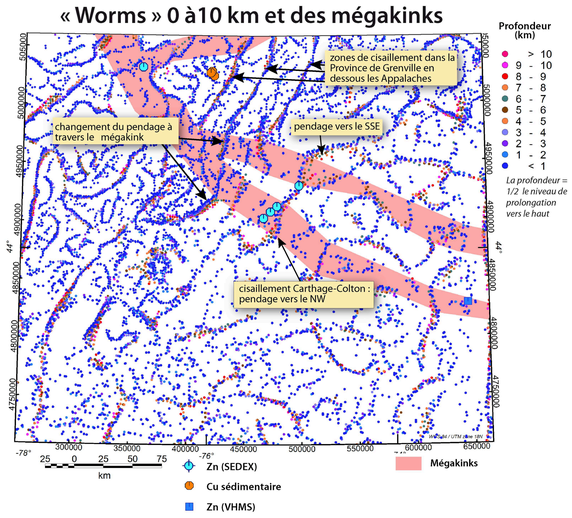
Anomalies gravimétriques de Bouguer



Anomalies résiduelles



« Worms » 0 à10 km et des mégakinks



Corrélation des gîtes minéraux et des structures transversales grenvilliennes avec les failles paléoprotérozoïques du socle Archéen

Les structures de direction NW et NNW transversales à l'orogène sont identifiées. Certains linéaments superficiels sont disposés *en échelon* le long de linéaments qui correspondent à des structures plus profondes.

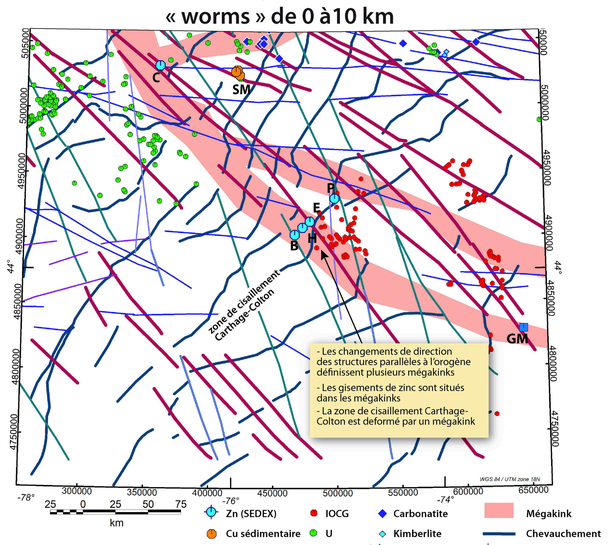
La plupart des gisements de Zn sont localisés dans les zones où les linéaments changent brusquement d'orientation. Ces changements brusques, interprétés comme des « mégakinks » dans les unités supérieures, se sont formés lors d'un coulissage le long des structures transversales, probablement au cours de l'effondrement post-orogénique.

Les roches sédimentaires du Supergroupe de Grenville se sont déposées sur la croûte amincie du craton du Supérieur dans un bassin d'arrière-arc continental. Les structures transversales du socle ont agi comme des failles de transfert et la minéralisation en Zn s'est produite à l'intersection des failles de transfert et des failles normales délimitant le bassin.

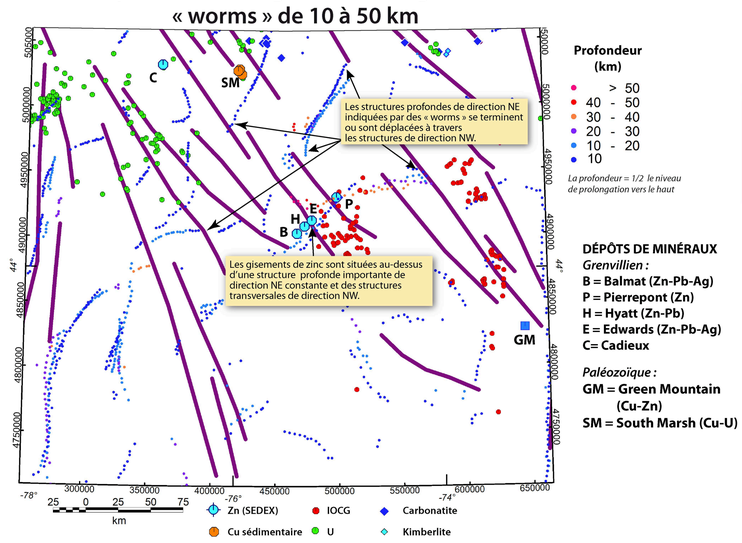
Les indices de minéralisation syn- à tardi-tectonique de type IOCG et d'uranium, la minéralisation de Cu ± U d'âge Paléozoïque, les carbonatites, les kimberlites et les lamprophyres d'âge Mésozoïque se situent sur les mêmes structures qui ont focalisé l'écoulement du fluide hydrothermal lors de la minéralisation en Zn synsédimentaire.

Puisque le transport tectonique durant les chevauchements et l'effondrement post-orogénique avait une orientation parallèle aux structures de direction NW où s'est concentrée la minéralisation primaire, les corps minéralisés gardent leur rapport initial avec les structures transversales du socle.

Interprétation de la gravimétrie résiduelle et « worms » de 0 à10 km

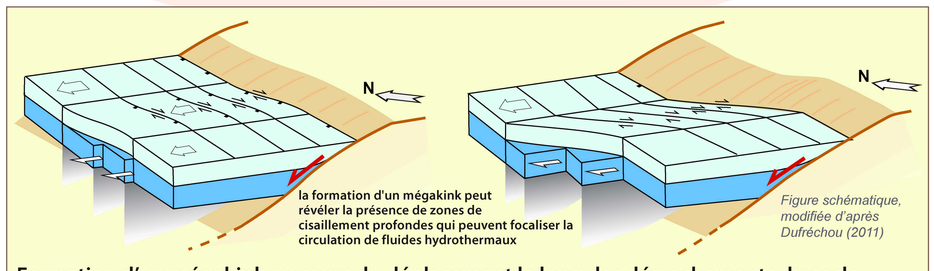


Interprétation de la gravimétrie régionale et « worms » de 10 à 50 km



DÉPÔTS DE MINÉRAUX
Grenvillien :
B = Balmat (Zn-Pb-Ag)
P = Pierrepont (Zn)
H = Hyatt (Zn-Pb)
E = Edwards (Zn-Pb-Ag)
C= Cadieux

Paléozoïque :
GM = Green Mountain (Cu-Zn)
SM = South Marsh (Cu-U)



Formation d'un mégakink au cours du déplacement le long des décrochements du socle

Comparaison avec les dépôts de Zn et de Cu Irlandais

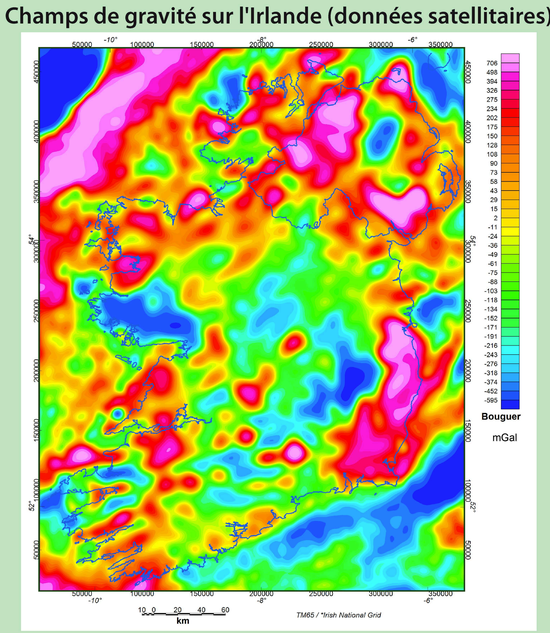
Les données de gravimétrie pour l'Irlande (données satellitaires), traitées comme pour la Province de Grenville, illustrent :
- les linéaments de direction NE et NNE calédoniennes,
- les linéaments de direction NW et N qui sont interprétées comme des structures de socle.

Les résultats sont semblables à des interprétations de données gravimétriques au sol par O'Reilly et al. (1999), mais les « worms » donnent également une indication de la profondeur et du pendage des structures.

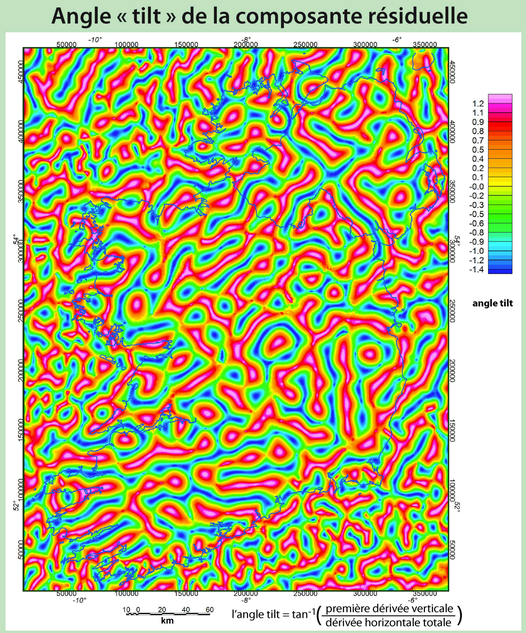
Les structures profondes ont joué un rôle important dans la genèse et la localisation de plusieurs dépôts de Zn et de Cu en Irlande. Les contrôles sur la minéralisation de Zn dans la Province de Grenville sont très semblables à ceux en Irlande.

Cette étude montre l'importance pour l'exploration minérale d'identifier les structures crustales profondes à partir de données géophysiques rehaussées, combinées à l'analyse structurale et tectonique régionale.

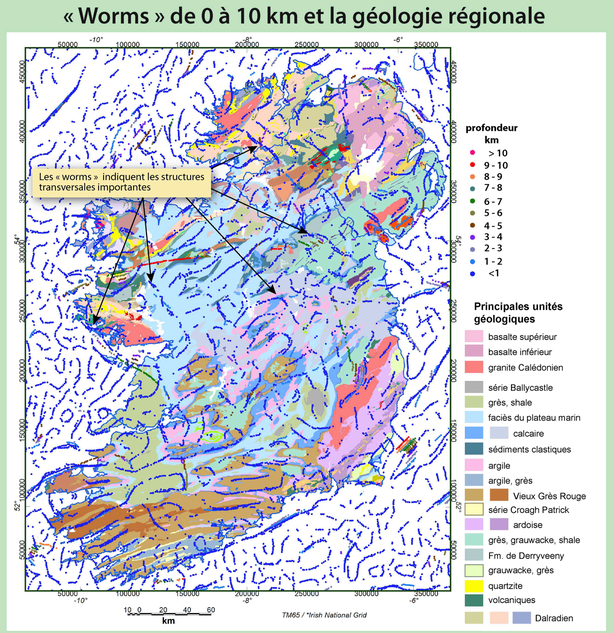
Champs de gravité sur l'Irlande (données satellitaires)



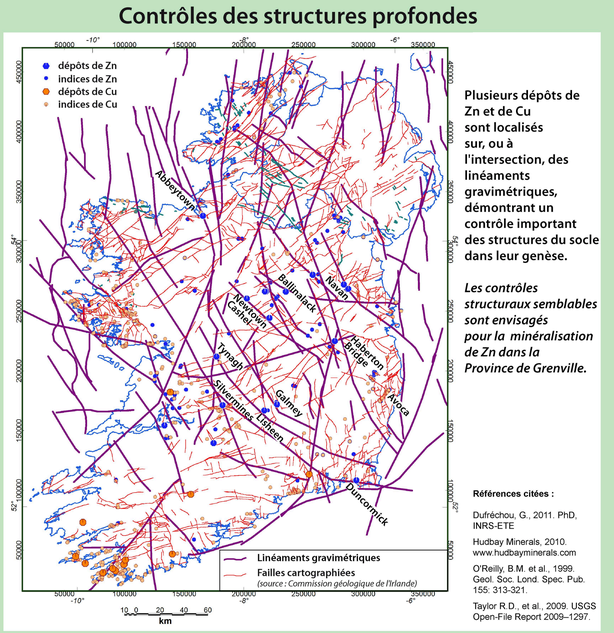
Angle « tilt » de la composante résiduelle



« Worms » de 0 à 10 km et la géologie régionale



Contrôles des structures profondes



Plusieurs dépôts de Zn et de Cu sont localisés sur, ou à l'intersection, des linéaments gravimétriques, démontrant un contrôle important des structures du socle dans leur genèse.

Les contrôles structuraux semblables sont envisagés pour la minéralisation de Zn dans la Province de Grenville.

Références citées :

Dufréchou, G., 2011. PhD, INRS-ETE

Hudbay Minerals, 2010. www.hudbayminerals.com

O'Reilly, B.M. et al., 1999. Geol. Soc. Lond. Spec. Pub. 155: 313-321.

Taylor R.D., et al., 2009. USGS Open-File Report 2009–1297.

Lyal Harris, INRS-ETE, 490 de la Couronne, Québec (QC) G1K 9A9, Canada lyal.harris@ete.inrs.ca

Remerciements : Les données gravimétriques ont été fournies par l'USGS (États-Unis), RNCan (Canada) et l'Institut Scripps d'océanographie (Irlande). La recherche s'inscrit dans le cadre du projet DIVEX SC31 avec Richmond Minerals Inc. et Fort Chimo Minerals Inc.; un financement supplémentaire provient du CRSNG. Les équipements informatiques ont été financés par des subventions de la FCI et le MELS-Q. P. Keating est remercié pour l'utilisation de ses logiciels et F. Leclerc et N. Fayol pour leur aide avec le français.