



RAPPORT ANNUEL
2007

Sous projet SC28

**Cartographie 3D et potentiel aurifère
du segment ouest de la partie québécoise
de la Faille de Cadillac (phase 2)**

Par

Olivier Rabeau*, Marc Legault, Li Zhen Cheng***

* Unité de recherche et de service en technologie minérale - Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (URSTM-UQAT), Rouyn-Noranda, Québec

** Ministère des Ressources naturelle et de la Faune du Québec (MRNF), Rouyn-Noranda, Québec
olivier.rabeau@uqat.ca

Soumis à l'administration de DIVEX
juillet, 2007 – Québec

DIVEX, INRS, Eau Terre Environnement, 490 de la Couronne, Québec, Québec G1K 9A9
Tél. : (418) 654-2652; Fax : (418) 654-2600; Courriel : info@divex.ca; Site web : www.divex.ca

RÉSUMÉ

Le corridor de déformation de la Faille de Cadillac est l'hôte de camps miniers importants tant dans sa partie québécoise (Cadillac, Malartic, Val-d'Or) que du côté ontarien (Matachewan, Kirkland Lake et Larder Lake). Toutefois, la distribution des gisements le long de ce corridor n'est pas régulière. La partie ouest du corridor de déformation de la Faille de Cadillac au Québec, n'a conduit qu'à l'exploitation de quelques gisements d'or isolés et à faible tonnage. L'absence de gisements d'or retrouvés jusqu'à présent dans ce secteur est en partie due au fait que de la Faille de Cadillac, entre la frontière ontarienne et le lac Beauchastel (environ 30 kilomètres à l'Est) est masquée par une importante couche de roches sédimentaires d'âge protérozoïque appartenant au Groupe de Cobalt.

Ce projet visait la mise en valeur de ce segment peu exploré de la Faille de Cadillac et de ses subsidiaires en misant sur une nouvelle approche pour générer des cibles pour l'exploration aurifère par l'entremise d'une synthèse métallogénique régionale et d'une modélisation 3D. Des travaux de compilation des données de forages, de géophysique et de géochimie ainsi que la révision de la carte géologique du secteur ont été entrepris dans le cadre de ce projet. Ces travaux ont permis de réaliser la modélisation 3D d'un secteur de 50 x 9 x 1 km et d'évaluer de façon réaliste les unités archéennes sous les sédiments protérozoïques. Finalement, des emplacements propices à l'exploration aurifère ont été identifiés dans le secteur.

1. INTRODUCTION

La Sous-province de l'Abitibi est découpée par des grandes failles le long desquelles s'aligne la grande majorité des gisements aurifères. La Faille de Cadillac (figure 1) est orientée est-ouest sur plus de 200 km représente un exemple type de ce genre de structure. Elle est un métallotecte important pour l'or avec près de 2 000 tonnes d'or extraites de gisements orogéniques présents dans sa périphérie. La Faille de Cadillac est même hôte de plusieurs gisements de classe mondiale (> 100 t Au) tels que ceux de Kirkland Lake, Kerr Addison, Malartic et Sigma-Lamaque (Poulsen *et al.*, 2000).

Les gisements le long du couloir de déformation de la Faille de Cadillac et de ces subsidiaires ne sont pas répartis de façon régulière. On retrouve, en fait, des segments qui sont beaucoup moins riches que d'autres. Par exemple, le segment québécois de la Faille de Cadillac localisé entre la frontière ontarienne et le village de Cadillac, présenté dans l'annexe 1, ne renferme que quelques gisements d'or isolés et à faible tonnage. Les gisements les plus importants de ce secteur sont ceux de Francoeur et de Stadacona avec seulement 15 t Au exploité chacun. L'hypothèse de base de cette étude est que cette absence d'or est due en partie au fait que le corridor de déformation de la Faille de Cadillac entre la frontière Québec-Ontario et le quartier Granada est masqué par une importante couche de roches sédimentaires d'âge protérozoïque appartenant au Groupe de Cobalt. En fait, une des structures subsidiaires non recouvertes, la zone de cisaillement de Francoeur-Wasa est l'hôte des mines Francoeur, Arntfield et Wasamac et on retrouve à quelques kilomètres de la frontière ontarienne la mine Kerr Addison à l'ouest de la couverture sédimentaire. Les roches appartenant au Groupe de Cobalt recouvrent donc potentiellement des secteurs économiquement intéressants.

Les travaux réalisés lors de la phase I du projet (2005-2006) ont permis : la compilation et l'intégration de la totalité des données disponibles dans le Groupe de Cobalt et dans une bande de cinq kilomètres de largeur au nord de la faille dans le Groupe de Blake River, la modélisation 3D de la discordance entre le Groupe de Cobalt et le socle archéen ainsi que l'évaluation de la géométrie de la Faille de Cadillac sous la couverture sédimentaire.

La deuxième phase du projet, présentée ici, vise à utiliser la modélisation géologique 3D afin de déterminer le potentiel aurifère de ce secteur en utilisant une plus grande variété de données géologiques disponibles. Le projet s'appuie donc sur la modélisation géologique complète d'un bloc de 50 x 9 km le long du secteur ouest de la Faille de Cadillac dans sa portion québécoise. Ce projet permettra d'obtenir une méthodologie de mise en valeur pour les secteurs possédant des caractéristiques géologiques similaires. De plus, le projet tentera d'expliquer les facteurs influençant la mise en place des minéralisations aurifères

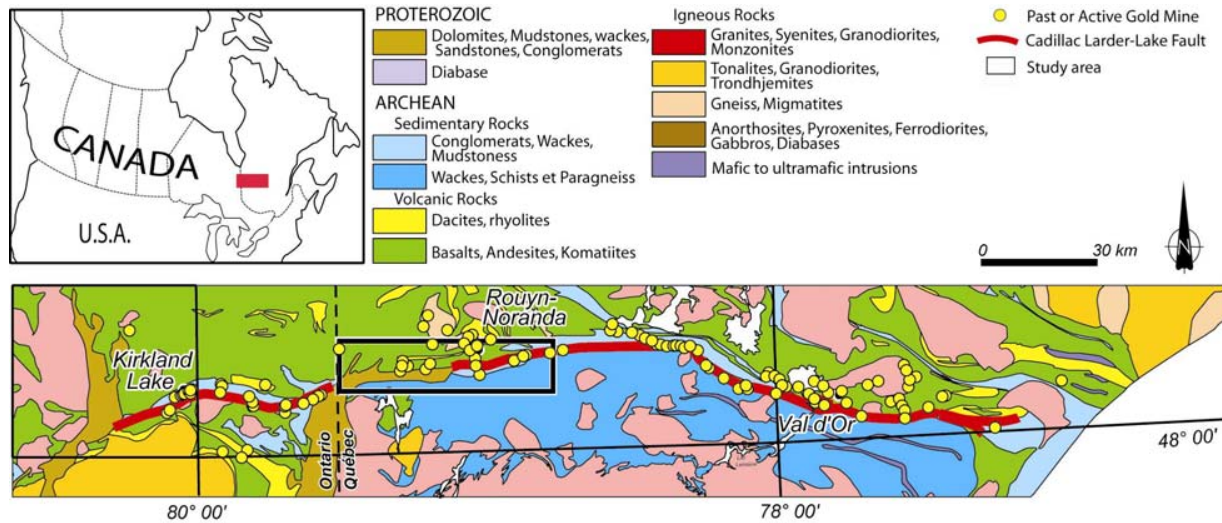


Figure 1 : Localisation et géologie simplifiée de la zone d'étude. L'encadré noir montre la zone d'étude.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- La révision de la carte géologique et l'interprétation 3D sur environ 50 x 9 km le long de la Faille de Cadillac
- La compilation et l'intégration de la totalité des données géologiques du secteur à l'étude
- La caractérisation des différentes minéralisations aurifères
- L'évaluation de la géométrie des entités géologiques sous les sédiments du Cobalt
- La valorisation de la géologie de la surface en profondeur par des inversions géophysiques
- La définition de secteur à fort potentiel pour l'exploration aurifère

2. GÉOLOGIE RÉGIONALE

Dans la région à l'étude la Faille de Cadillac marque généralement le contact entre les Sous-provinces archéennes de l'Abitibi au nord et du Pontiac au sud (Dimroth *et al.*, 1982; Couture *et al.*, 1996) (Fig. 2). Cette dernière est surtout associée à des sédiments turbiditiques fortement plissés et foliés dans lesquels on retrouve de rares horizons de volcanites mafiques et ultramafiques. Leur âge de déposition se situe entre 2685 Ma (âge du plus jeune zircon) et 2672 Ma (âge d'une syénite recoupant les sédiments; Davis, 2002). Dans la Sous-province de l'Abitibi on retrouve surtout des roches volcaniques variant de rhyolite à komatiite. La majorité des volcanites présentes font partie du Groupe de Blake River, reconnu pour ces gisements de sulfures massifs volcanogènes (Couture, 1996). Une datation du Membre

de Fish-roe au sud de Rouyn-Noranda a donné un âge de 2701 Ma (Lafrance *et al.*, 2005), tandis qu'un âge d'une grande incertitude de 2707 Ma a été obtenu dans le secteur de la mine Aldermac (Vaillancourt, 1996). D'autres datations dans le Groupe de Blake River en dehors de la région à l'étude ont donné des âges légèrement plus jeunes (2696 – 2701 Ma; Lafrance *et al.*, 2005). Dans la partie est de la région à l'étude on retrouve la Formation de McWatters au sud de la Faille de Cadillac. Les roches volcaniques de cette formation montrent plusieurs similitudes avec celles de la Sous-province du Pontiac (Morin *et al.*, 1993). La Formation de Piché est surtout associée à des volcanites ultramafiques coincées à l'intérieur de la Faille de Cadillac. Aucune datation n'est disponible pour ces deux dernières formations. Le Groupe de Cadillac affleure peu dans la région à l'étude et il est restreint à la partie nord-est. Il est composé surtout d'une alternance de wacke et de mudrock mise en place après 2687 Ma (Davis, 2002). Le Groupe de Timiskaming est composé de conglomérats polygéniques, mal triés et de grès, et il montre une association spatiale avec la Faille de Cadillac. Il se trouve généralement au sud de celle-ci, mais quelques lambeaux, dont la Formation de La Bruère (David et Lajoie, 1989), se retrouvent au nord. La sédimentation est contrainte entre 2678 et 2672 Ma (Davis, 2002). Dans la partie extrême ouest, des volcanoclastites alcalines sont interdigitées avec les conglomérats et grès (Stockwell, 1949; Couture et Marquis, 1996).

Dans la région la Sous-province de l'Abitibi est recoupée par plusieurs dykes et filons-couches de gabbro et de diorite. Bien que ces intrusions aient été peu étudiées par le passé, elles semblent montrer une

mise en place variant de synvolcanique à syntectonique. Des intrusions alcalines à calco-alcalines de taille généralement modeste sont retrouvées des deux côtés de la Faille de Cadillac. Les intrusions alcalines au sud de Rouyn-Noranda ont donné un âge de 2672 Ma (Davis, 2002). Les intrusions calco-alcalines du secteur n'ont pas fait l'objet de datation, mais d'autres intrusions le long de la Faille de Cadillac en Ontario (Corfu, 1993) et dans le secteur de Malartic (Davis, 2002) donnent des âges de 2681 à 2685 Ma.

La région est un des rares endroits au Québec où des roches d'âge protérozoïque recouvrent des roches archéennes. Dans la région à l'étude, seulement la base du Groupe de Cobalt (Formation de Gowganda) affleure et elle masque sur environ 30 km la Faille de Cadillac. Cette formation consiste en un conglomérat de base surmonté par des wackes, des mudrocks et des arénites quartzitiques. Son épaisseur varie de moins de 100 m à environ 600 m ; les plus grandes épaisseurs étant généralement restreintes dans la partie extrême ouest. Un âge de 2300 Ma est estimé pour la Formation de Gowganda à partir d'une datation Rb-Sr d'une unité de mudrock (Fairbairn *et al.*, 1969).

L'évolution tectonique du secteur à l'étude est associée à de nombreux événements de chevauchement et de décrochement dextre (Daigneault *et al.*, 2004). En ordre chronologique, on note l'accrétion de la Sous-province du Pontiac à celle de l'Abitibi (2680 – 2690 Ma), la formation du bassin de Granada (Groupe de Timiskaming) associée au décrochement dextre le long de la Faille de Cadillac (2670 – 2680 Ma), un nouvel épisode de chevauchement (2661 – 2670 Ma), l'exhumation de la Sous-province du Pontiac (2642 – 2661 Ma) et un dernier épisode de décrochement dextre le long de la Faille de Cadillac (< 2642 Ma).

Dans la région à l'étude la Sous-province du Pontiac ainsi que la partie centrale de la Sous-province de l'Abitibi est à la transition des faciès amphibolites – schistes verts, tandis que les parties nord-est et nord-ouest sont au faciès des schistes verts (Jolly, 1978; Powell *et al.*, 1995). De plus, le métamorphisme régional est postérieur à la mise en place de la Faille de Cadillac car les isogrades métamorphiques recoupent celle-ci.

3. TRAVAUX EFFECTUÉS

3.1. Compilation géologique

La compilation de levés géologiques fédéraux, provinciaux et de compagnies d'exploration a été effectuée à au cours des années 2005 et 2006. Les données issues de cet exercice ont servi à compléter

l'étude métallogénique et la modélisation géologique 3D. Le tableau 1 présente les informations ayant été incluses dans la base de données du projet.

Tableau 1 : Données ayant été compilées dans le cadre du projet.

Type de données	Quantité
Forages	> 9000
Teneurs aurifères	> 230 400
Analyses géochimiques	> 6100
Données structurales	> 1600
Modèle numérique de terrain	308 100 points d'élévation

3.2. Géologie économique

Une étude a été entamée à l'été 2005 le long de secteur ouest de la portion québécoise de la Faille de Cadillac afin de compléter une partie des travaux métallogéniques entrepris au début des années 1990 par le MRNF (Pilote et Couture, 1989; Couture et Pilote, 1990, 1991; Couture, 1992; Couture et Pilote, 1994). Ces travaux ont permis d'identifier plusieurs types de minéralisations aurifères présentes le long de la Faille de Cadillac (Fig. 2). Le type le plus commun est associé à des veines de quartz-carbonates ± tourmaline ± sulfures mises en place dans des zones de cisaillement. Ce type représente près de 65 % des minéralisations aurifères compilées et les gisements de Stadacona et Senator-Rouyn en sont des exemples (Couture, 1996). Le deuxième type de minéralisation représente environ 20 % des occurrences connues. Ce type de minéralisation est associé à un remplacement minéralogique où on note une forte altération en albite et en séricite avec la quasi-absence de veines de quartz-carbonates comme c'est le cas pour les gisements de Francoeur et de Wasamac (Couture et Pilote, 1993). Le troisième type est spatialement associé aux syénites et il représente des minéralisations soit de type veines de quartz-carbonates/pyrite disséminée comme la mine Granada, soit de type porphyrique Cu-Au-Mo comme les indices de la syénite de la baie Renault (Couture et Marquis, 1996). En nombre moins important, on identifie également des minéralisations polymétalliques Cu-Ag-Zn ± Au ± Pb possiblement associées à des SMV comme dans le secteur de la mine Aldermac, des veines de quartz polymétallique Cu ± Ag ± Zn ± Pb d'âge protérozoïque comme l'indice Chevrier et des minéralisations de type magmatique Ni-Cu-ÉGP-Au comme l'indice du Lac Pelletier Ouest (Gabbro de McPhee).

3.3. Modélisation géologique 3D

Le secteur à l'étude se porte particulièrement bien à la construction d'un modèle géologique 3D puisqu'il regroupe un ensemble de propriétés minières où l'exploration est active depuis plusieurs années. Les données accessibles découlant de cette activité permettent de contraindre de façon efficace les interprétations en profondeur. L'interprétation en profondeur de la géologie du secteur s'est effectuée à l'aide de 25 coupes

structurales (voir figure 3A et 3B). Ces dernières ont principalement été interprétées en utilisant les données de la carte géologique révisée ainsi que les données structurales ayant été compilées sur l'ensemble du territoire. Des vérifications ont par la suite été effectuées dans certains secteurs à l'aide des descriptions de forages. Les coupes ont été numérisées sur Microstation et géoréférencées afin d'être importées dans le logiciel de modélisation 3D. Elles ont ensuite été utilisées dans la confection du modèle surfacique de bloc de la région à l'étude (figure 3C).

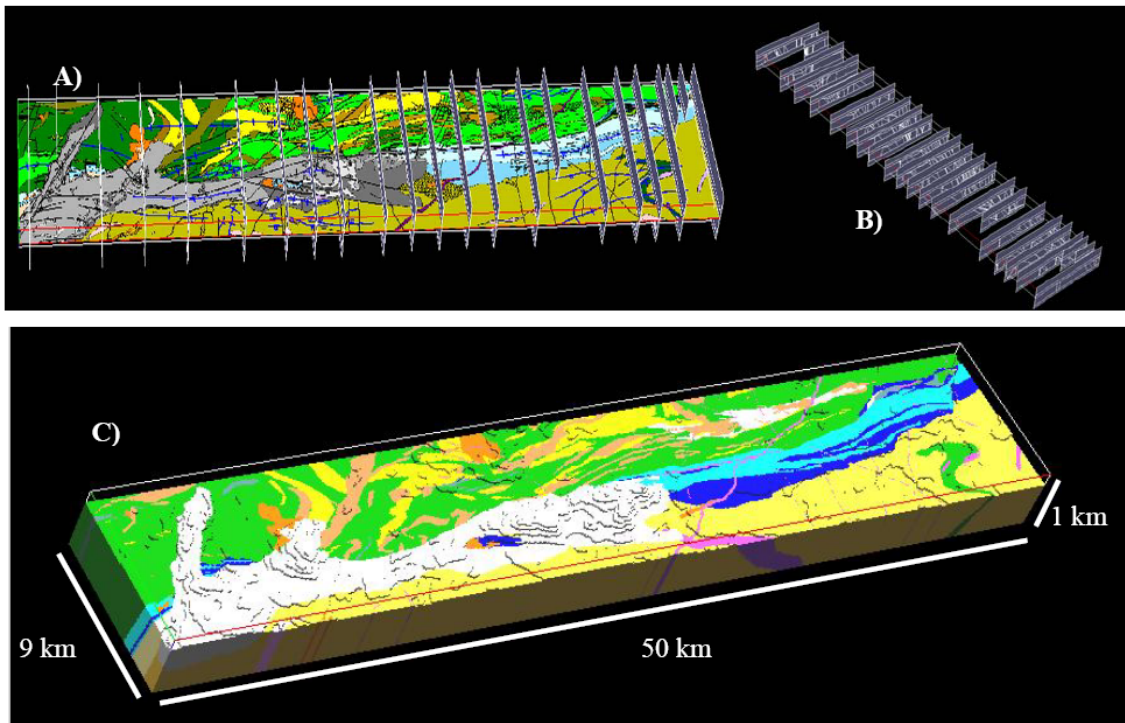


Figure 3 : A) Disposition des plans de coupes ayant été interprétées. B) Sections géologiques interprétées. C) Bloc modèle de la région à l'étude

Un des plus importants défis lors de la construction du modèle géologique 3D fut d'interpréter la géométrie des unités localisées sous les sédiments du Groupe de Cobalt. En fait, la modélisation de la couverture d'âge protérozoïque dans la première phase du projet a montré que les sédiments ont une épaisseur de plus de 700 m par endroits (figure 4). La carte géologique des unités archéennes sous-jacentes au Groupe de Cobalt s'est effectuée à l'aide de la quarantaine de forages traversant la couverture protérozoïque, de la géologie de part et d'autre de cette couverture ainsi que du levé

aéromagnétique. La trace de la Faille de Cadillac sous les sédiments a été évaluée en tenant compte des reliefs négatifs qui lui sont associés dans le Groupe de Cobalt et des forages l'interceptant sous cette couverture. La géométrie en 3D de la faille a été par la suite évaluée en utilisant les pendages connus sur sa longueur totale et en tenant compte des forages la traversant. Les travaux d'inversion géophysique ont aussi permis de confirmer l'attitude générale de la Faille de Cadillac en profondeur. Le pendage moyen de la faille dans le secteur est d'environ 70 degrés vers le nord.

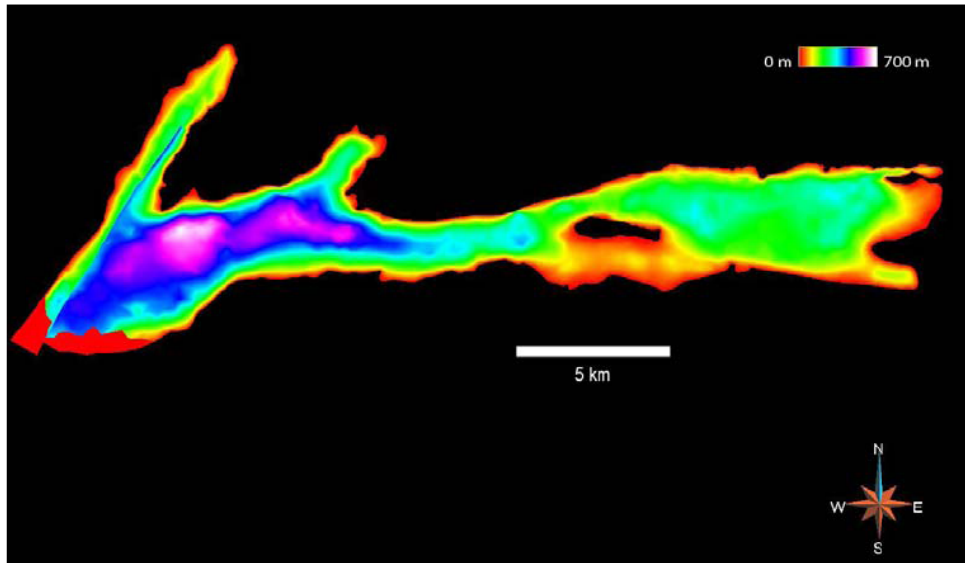


Figure 4 : Surface représentant la discordance entre le socle archéen et les sédiments protérozoïques du Groupe de Cobalt sur laquelle une propriété a été calculée en additionnant la valeur du Z de la discordance et celui de la surface topographique.

3.4. Traitements géophysiques

L'interprétation des données géophysiques dans un contexte de modélisation 3D permet d'estimer la géométrie tridimensionnelle d'un bloc géologique en inversant les données magnétiques et gravimétriques.

3.4.1. Champ magnétique

Les données magnétiques permettent d'estimer une distribution de la susceptibilité magnétique associée aux différentes lithologies du secteur. Ces données permettent une interprétation se limitant à seulement quelques kilomètres de profondeur puisque les sources des anomalies magnétiques sont généralement peu profondes et l'intensité du champ magnétique décroît rapidement avec la distance entre le point d'observation et la source

(inverse de la distance au carré).

Dans le secteur nord de l'étude, les données magnétiques proviennent de la technologie MEGATEM. Ces mesures sont distancées à environ 17 m et prises à environ 120m au dessus du sol avec un espacement de 150 à 160 m entre les lignes de vol. Dans le secteur sud, les données proviennent de carte publiée le Ministère Ressources naturelles et de Faune du Québec.

Lors du traitement, la variation régionale du champ magnétique est d'abord soustraite de données originales afin d'augmenter la visibilité des anomalies locales, les données sont ensuite interpolées sur une grille de 100 m par 100 m pour obtenir la carte du champ magnétique résiduel (figure 5).

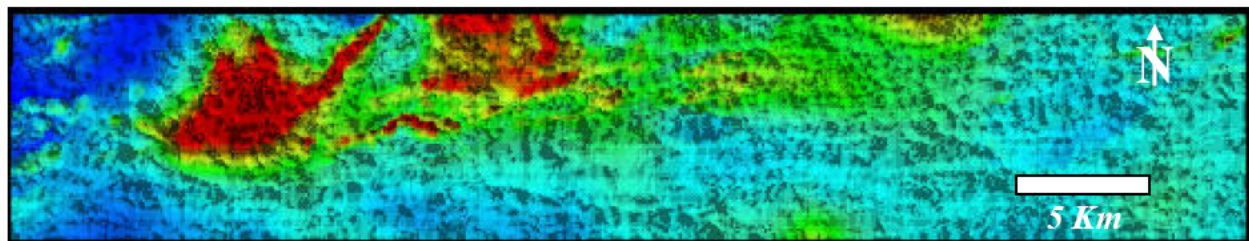


Figure 5 : Carte du secteur du champ magnétique résiduel

3.4.1.A. Mesures de susceptibilités magnétiques

Les mesures de susceptibilité sur le terrain ayant été effectuées pendant les saisons estivales de 2005 et 2006 ont été utilisées comme valeurs initiales dans la simulation directe et l'inversion contrainte. Ces mesures ont permis d'identifier les lithologies ayant la plus haute susceptibilité magnétique (de l'ordre de 0.01 SI) : certains gabbros, les tufs basaltiques, les laves ultramafiques et les syénites. Au contraire, certains basaltes, les sédiments du Témiscamingue et du cobalt présentent des susceptibilités de l'ordre de celle 0.0001 SI.

3.4.1.B. Modélisation directe

La modélisation directe calcule le champ magnétique d'une distribution de susceptibilité qui est prédéfinie selon un modèle géologique afin d'avoir une estimation sur les valeurs de susceptibilité en surface. Dans le cadre du projet, la modélisation directe montre des différences entre la réponse magnétique du modèle géologique établie et le champ magnétique observé (figure 6). Cette différence indique que le modèle initial de susceptibilité n'est pas représentatif à cause d'unités géologiques inconnues, d'une mauvaise estimation de la géométrie ou du volume de certaines unités géologiques

3.4.1.C. Inversion non-contrainte des données magnétiques

L'inversion non-contrainte est un processus basé sur un modèle 3D discret (cellules) pour lequel des valeurs de susceptibilité ont été imposés pour chaque cellule. Le processus d'inversion compare la réponse magnétique de ces cellules avec l'anomalie observée. Ce calcul itératif continue jusqu'à la différence entre les deux réponses atteigne à un seuil, et une distribution finale de susceptibilité est alors déterminé sous la contrainte de l'anomalie observée. Les résultats de cette inversion montrent, à l'échelle régionale, que les sources principales d'anomalie magnétique se situent près de la surface à une profondeur moins de 2 km.. La Faille de Cadillac, qui sépare des domaines ayant des susceptibilités magnétiques très différentes, est très apparente sur toute sa longueur (voir figure 7a) Les données magnétiques viennent donc confirmer les observations en surface en présentant la Faille de Cadillac avec un pendage abrupt d'environ 70 degrés vers le nord.

L'inversion non-contrainte a permis de confirmer ou de corriger l'attitude de certaines autres structures importantes du secteur. La figure 7b présente une longitudinale avec le regard vers le nord permettant d'observer les structures d'orientation N-S.

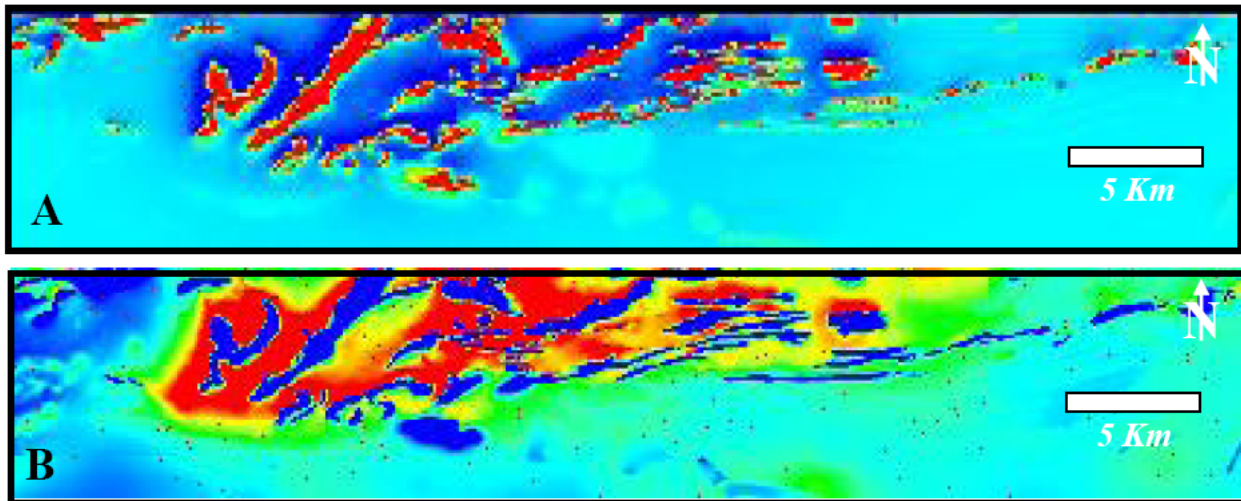


Figure 6 : A) Résultat de la simulation directe avec les données magnétiques. B) Différence entre la simulation directe et la carte du champ magnétique résiduel présentée en figure 5.

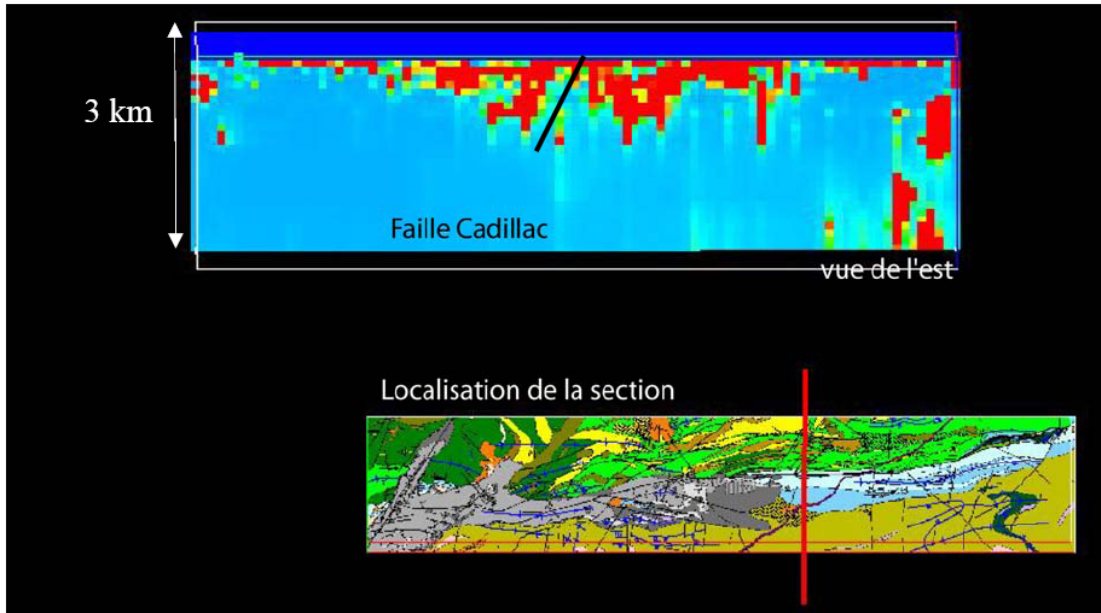


Figure 7 : Section présentant les résultats de l'inversion non-contrainte des données magnétiques.

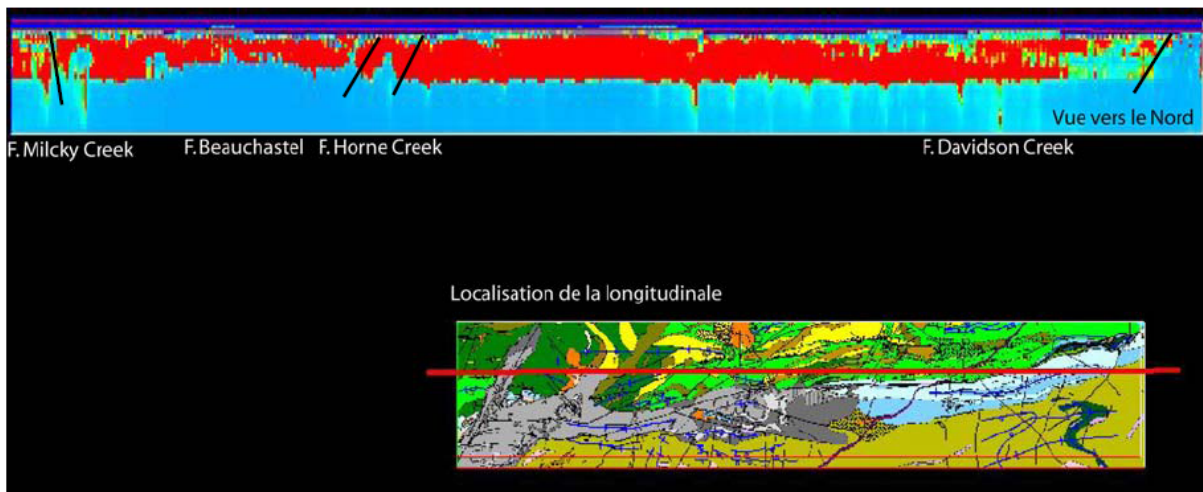


Figure 7b : Section présentant les résultats de l'inversion non-contrainte des données magnétiques.

3.4.2. Champ gravitationnel

Le traitement des mesures des variations du champ gravitationnel permet d'estimer la distribution des masses résiduelles. Ce type de données permet en général des observations profondes de contraste de densité habituellement causée par des structures importantes. Les données gravimétriques utilisées dans cette étude sont issues d'une compilation des données provenant du Ministère de Ressources naturelles et Faune du Québec (MRNFQ) et de la Commission géologique du Canada

(CGC). Les données provenant de MRNFQ ont une résolution relativement élevée avec un intervalle inférieur à 2 km entre les stations alors que celles de la CGC ont une résolution de l'ordre de 8 km à 15 km.

La figure 8 présente l'anomalie de Bouguer. Le contraste de densité entre les unités composant les Sous-province de Pontiac et de l'Abitibi y est très apparent. Ce contraste permet d'évaluer la trace de la Faille de Cadillac sous les sédiments du Groupe de Cobalt.

3.4.2.A. Inversion non-contrainte des données gravimétriques

L'inversion des données gravimétriques dans le secteur à l'étude permet de bien observer l'attitude de la Faille de Cadillac en profondeur (figure 10). En fait, le pendage des masses denses indique que la Faille de Cadillac est

incliné vers le nord sub-verticalement. Ces résultats s'accordent avec ce qui avait été constaté avec les données magnétiques. La discontinuité des masses de haute densité permet aussi de constater la présence d'une cassure importante orientée N-S dans le secteur des failles Horne Creek et Beauchastel.

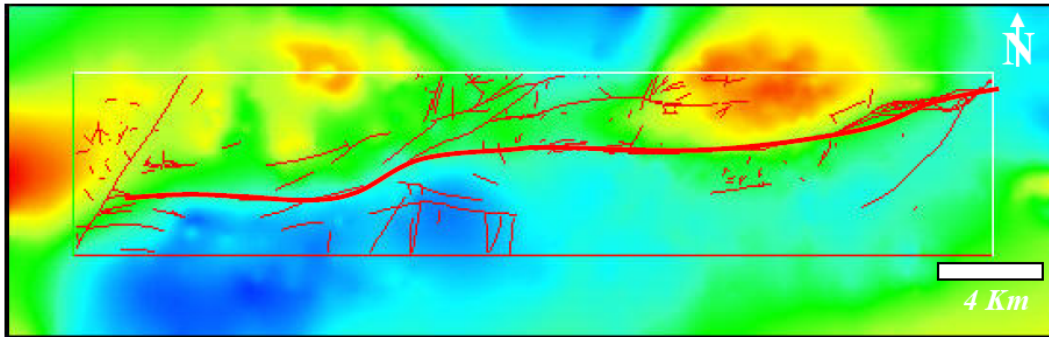


Figure 8 : Carte de l'anomalie de Bouguer présentée avec les Failles du secteur à l'étude (F. Cadillac en gras). La carte couvre une surface plus importante que la zone d'étude puisque les anomalies peuvent avoir une source profonde

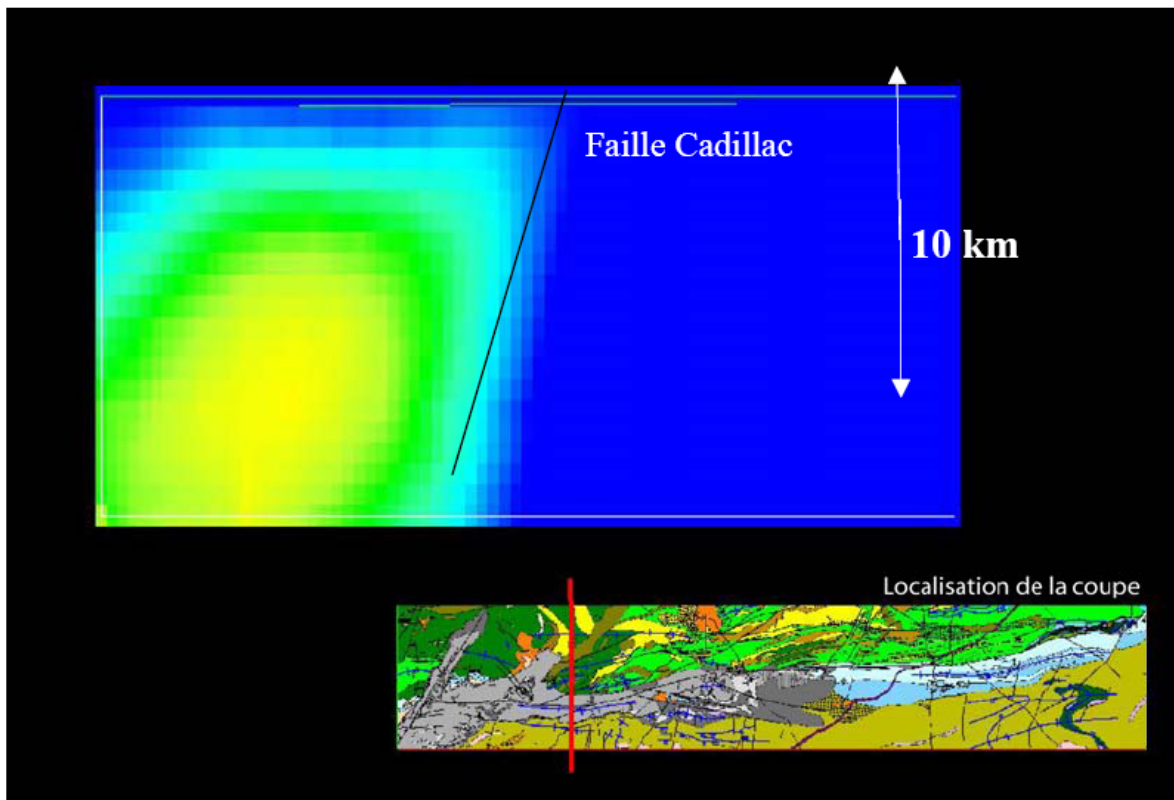


Figure 9 : Coupe N-S montrant une partie du résultat de l'inversion gravimétrique.

3.5. Délimitations de secteurs à haut potentiel aurifère

La portion de la Faille de Cadillac recouverte par les sédiments d'âge protérozoïque représente une grande superficie cachée de ce métalotecte aurifère. Le potentiel sous les sédiments du Groupe du Cobalt est intéressant malgré la difficulté d'y mener une campagne d'exploration classique. Le projet visait aussi à mettre ce potentiel en valeur par le biais de la modélisation 3D.

Le projet visait à mettre en valeur le potentiel sous les sédiments archéens en étudiant les facteurs influençant la distribution spatiale des indices et gisements aurifères connus dans le secteur pour ensuite vérifier si certains facteurs critiques sur la mise en place d'indices se retrouvent sous les sédiments.

3.5.1. Filtrage des teneurs aurifères

La totalité des analyses en or a été compilé pour le volume de la zone d'étude, soit 50 km x 9 km x 1 km dans le but d'analyser les contrôles régionaux pour ce type de minéralisations. Un total de 230 456 analyses ont été compilés dans cet exercice à partir des documents statutaires déposés au gouvernement du Québec ainsi qu'avec la participation des compagnies minières. L'utilisation d'un modèle 3D dans le cadre d'une étude des contrôles géologiques à l'échelle régionale se justifie

si la géométrie des entités géologiques est similaire à celle en place lors de la formation des minéralisations. Seules les minéralisations aurifères de type orogénique répondent à ce critère important. En effet, Groves *et al.* (2000) ont démontré que ce type de minéralisation se met en place tardivement dans l'évolution géologique du terrain hôte. La banque de données a donc été filtrée afin de conserver uniquement les minéralisations de ce type pour les fins de l'étude. La classification s'est effectuée selon certaines caractéristiques (Goldfarb *et al.*, 2001) vérifiables des minéralisations de type orogénique : un rapport Au/Ag d'environ 10 :1, une teneur faible en métaux de base ainsi que selon les études de cas spécifiques dans la littérature.

Afin d'éliminer en partie le biais d'échantillonnage occasionné par le fait que les secteurs fortement prospectés ont été nettement plus forés et échantillonnés, le modèle a été divisé en cellules de 125 x 125 x 125 m afin de retenir seulement les cellules contenant une analyse de métaux montrant une teneur de plus de 1 ppm. Cet ensemble a été nommé : « points minéralisés ». Cette opération permet de conserver les occurrences minéralisées et. Ce sous-ensemble renfermait un total de 239 occurrences.

3.5.2. Associations structurales des minéralisations aurifères

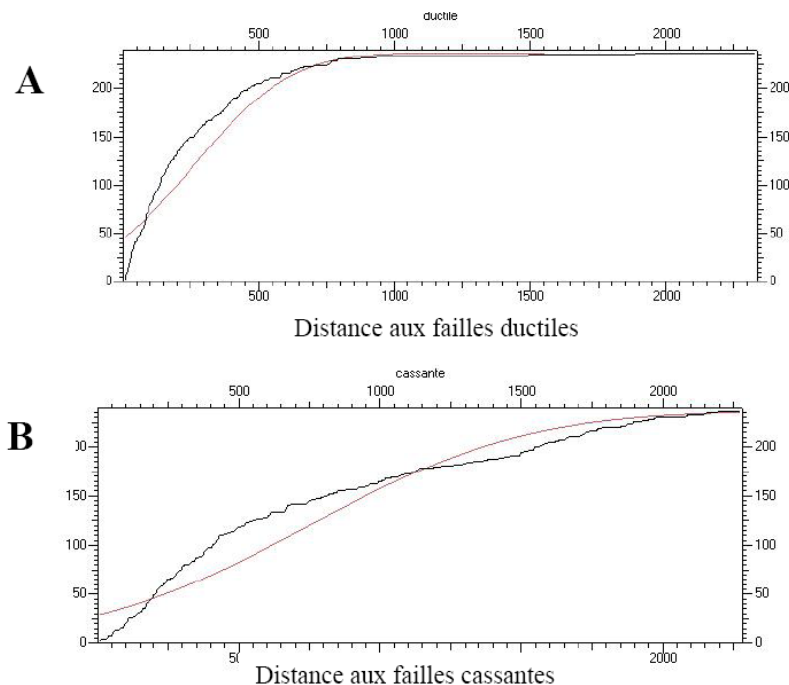


Figure 10 : Graphiques représentant la fréquence des occurrences minéralisées en fonction de la distance aux failles ductiles (A) et cassantes (B)

Afin d'étudier le contrôle d'ordre structural sur les minéralisations aurifère, la totalité des failles comprises dans le secteur à l'étude a été divisée en deux groupes : ductile et cassantes. La séparation s'est principalement effectuée sur des observations de terrains. L'étude a confirmé la forte association spatiale des minéralisations aurifères archéennes de type orogénique avec les failles ductiles. On a observé en fait que 75 % des teneurs du groupe « points minéralisés » étaient localisées à moins de 340 m d'une faille ductile (figure 10A). Par contre, les failles cassantes ne montrent pas association spatiale avec les minéralisations (Figure 10B). Ceci indique qu'elles postent datent la mise en place des minéralisations de type orogéniques.

3.5.3. Associations lithologiques des minéralisations aurifères

Il est bien connu que les gisements aurifères peuvent se retrouver préférentiellement associés à certains types de lithologies (Goldfarb *et al.*, 2005). Par exemple, certaines lithologies plus compétentes sont favorables à la création de zone de dilatation et les lithologies riches en fer peuvent pour leur part favoriser le dépôt de l'or.

Chacune des occurrences minéralisées a été mise en relation avec le modèle géologique complet afin de connaître son association géologique (tableau 2). Ce tableau permet de constater que les lithologies comme les basaltes, les gabbros et les rhyolites sont très favorables avec des rapports (% d'occurrences minéralisées / proportion occupée dans le modèle en %) supérieur à 2. La compétence de ces roches est sans doute l'explication de ce phénomène puisqu'elle engendre plus de fracturations sous contrainte tectonique permettant la circulation des fluides minéralisateurs. Les rapports élevés des lithologies telles les volcanoclastites felsiques, les volcanoclastites basaltiques et les roches ultramafiques du Groupe de Piché s'expliquent plutôt par une perméabilité primaire plus élevée. Le faible rapport des syénites est surprenant puisque ces lithologies sont reconnues comme étant spatialement associées aux minéralisations aurifères. Par contre, ces lithologies sont souvent associées à des gisements de type Cu-Au-Mo impliquant que ces teneurs en Au ont été filtré ne correspondant pas au type orogénique. De plus, les gisements de type orogéniques associées aux syénites (de type Granada) sont souvent associés à des dykes qui ne sont pas bien représentés à l'échelle régionale.

Tableau 2 : Pourcentages des occurrences minéralisées se trouvant dans les différentes lithologies de la région à l'étude et pourcentage occupé par chacune de ces lithologies.

Lithologies	Occurrences minéralisées (%)	Proportion du modèle (%)	Rapport
Basaltes	44.2	20.1	2.2
Intrusions felsiques	0	0.1	0.0
Syénites	0.8	1.1	0.7
Gabbros	19.2	4.7	4.1
Rhyolite	11.9	4.4	2.7
Volcanoclastites felsiques	3.3	0.8	4.1
Volcanoclastites basaltique	8.5	1.2	7.1
Volcanites alcalines	0	0.9	0.0
Volcanites du Gr Pontiac	0.4	2.2	0.2
Sédiments du Gr Pontiac	0.8	23.2	0.0
Groupe de Piché	1.6	0.07	22.9
Groupe de Témiscaming	10.87	9.86	1.1

3.5.4. Localisation de zones favorables à l'exploration.

Les facteurs géologiques ayant été reconnus comme étant des contrôles pour la mise en place des minéralisations aurifères dans les sections précédentes ont par la suite été combinés entre elles afin de localiser les endroits plus propices à l'exploration aurifère sous la couverture

protérozoïque. Finalement, afin de réduire l'incertitude associée à la modélisation de la discordance entre les sédiments du Groupe de Cobalt et le socle archéen, seules les régions situées à moins de 500 m d'un forage ont été conservées. Par contre, les régions situées à moins de 50 mètres ont été éliminées afin de cibler les endroits qui n'ont pas été explorés. Les cibles générées sont présentées dans la figure 11.

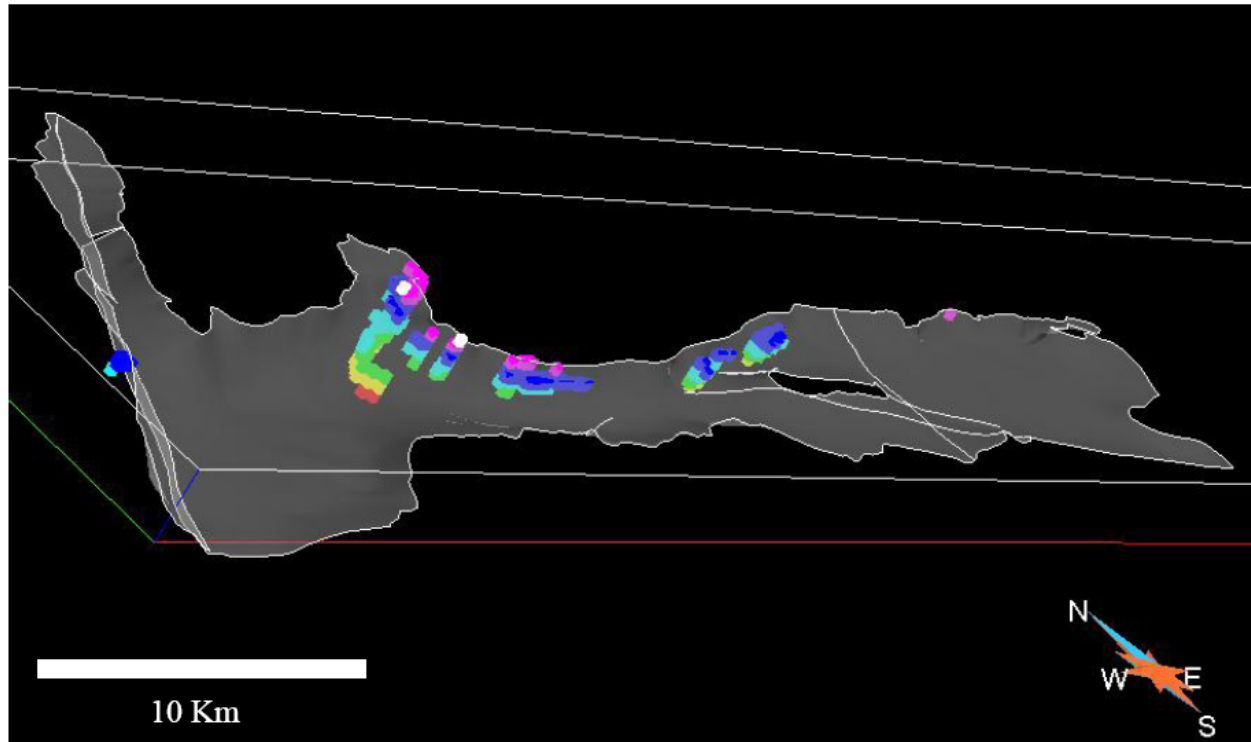


Figure 11 : Cibles générées sous les sédiments protérozoïques du Groupe de Cobalt. Le code de couleur représente la profondeur soit la variable Z.

4. CONCLUSIONS

Le projet entrepris a permis de déterminer de nouveaux secteurs à haut potentiel aurifère à faible coût. De plus, la modélisation géologique 3D en profondeur du segment ouest de la Faille de Cadillac et des unités adjacentes permet de mieux prévoir les campagnes d'exploration plus profondes et plus coûteuses. Le projet a donc permis d'avoir une vision plus globale de ce terrain qui était plus ou moins boudée malgré son grand potentiel aurifère. Les cibles proposées dans ce rapport représentent des étendues plutôt vastes, elles pourront être par la suite être raffinées en y intégrant des critères concernant la géochimie, les indices d'altération et la géophysique. De plus en complétant l'étude des gisements d'or de la région, les caractéristiques de ces derniers seraient mieux

définies et permettraient une meilleure compréhension de leur mise en place ce qui en retour définirait les critères importants afin de mieux cibler les gisements d'or se trouvant sous le recouvrement protérozoïque.

Finalement, l'équipe prévoit aussi la publication des résultats finaux sous différentes formes. Le modèle géologique créé sera publié dans la série 3D du MRNF et les résultats de l'étude seront publiés dans une revue scientifique à déterminer.

5. RÉFÉRENCES

- CORFU, F., 1993, The evolution of the Southern Abitibi Greenstone Belt in light of precise U-Pb geochronology. *Economic Geology*; volume 88, pages 1323,1340.
- COUTURE, J.-F., 1996 , Les gisements métalliques du district de Rouyn,Noranda. Dans: *Métallogénie et évolution tectonique de la région de Rouyn,Noranda* (Couture, J.-F. , Goutier, J. (éditeurs)). Ministère des Ressources naturelles du Québec; MB 96,06, pages 11,18.
- COUTURE, J.-F. , PILOTE, P., 1990 , Les gisements aurifères de Rouyn,Noranda. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DV 90,10, 72,73.
- COUTURE, J.-F. , PILOTE, P., 1991 , Les gisements d'or mésothermaux de Rouyn,Noranda. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DV 91,25, 57,58.
- COUTURE, J.-F. , PILOTE, P., 1993 , The Geology and Alteration Patterns of a Disseminated Shear Zone,Hosted Mesothermal Gold Deposits: The Francoeur 3 Deposit, Rouyn,Noranda, Quebec. *Economic Geology*; volume 88, pages 1664,1684.
- COUTURE, J.-F. , PILOTE, P., 1994 , Gîtologie des gisements d'or du district de Rouyn,Noranda: études récentes. Ministère des Ressources naturelles du Québec, DV 92,07, 151 pages.
- COUTURE, J.-F. , MARQUIS, P., 1996 , Les minéralisations en Mo,Cu,Au associées aux intrusions alcalines tardi,tectoniques, secteur de la baie Renault. Dans: *Métallogénie et évolution tectonique de la région de Rouyn,Noranda* (Couture, J.-F. , Goutier, J. (éditeurs)). Ministère des Ressources naturelles du Québec; MB 96,06, pages 91,94.
- COUTURE, J.-F. , GOUTIER, J. , PÉLOQUIN, A.S., 1996 , Géologie de la région de Rouyn,Noranda, Québec. Dans: *Métallogénie et évolution tectonique de la région de Rouyn,Noranda* Ministère des Ressources naturelles du Québec; MB 96,06, pages 1,9.
- DAIGNEAULT, R. , MUELLER, W.U. , CHOWN, E.H., 2004 , Abitibi greenstone belt plate tectonics: the diachronous history of arc development, accretion and collision. Dans: *The Precambrian Earth: Tempos and events* (Eriksson, P. , Altermann, W. , Nelson, D. , Mueller, W.U. , Catuneanu, O. , Strand, K. (éditeurs)). *Developments in Precambrian Geology Series*, Elsevier; 12.
- DAVID, J. , LAJOIE, J., 1989 , Sedimentology of an Archean submarine channel,fill deposit in the Abitibi greenstone belt of Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 26, pages 1453,1462.
- DAVIS, D.W., 2002 , U,Pb geochronology of Archean metasedimentary rocks in the Pontiac and Abitibi subprovinces, Quebec, constraints on timing, provenance and regional tectonics. *Precambrian Research*; volume 115, pages 97,117.
- DIMROTH, E. , IMREH, L. , ROCHELEAU, M. , GOULET, N., 1982 , Evolution of the south,central part of the Archean Abitibi Belt, Quebec. Part I: Stratigraphy and paleogeographic model. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 19, pages 1729,1758.
- FAIRBAIRN, H.W. , HURLEY, P.M. , CARD, K.D. , KNIGHT, C.J., 1969 , Correlation of radiometric ages of Nipissing diabase and Huronian metasediments with Proterozoic orogenic events in Ontario. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 6, pages 489,497.
- GOLDFARB, R. J., BAKER, T., DUBÉ, B., GROVES, D. I., HART, C. R. J., AND GOSSELIN, P., 2005, Distribution, Character, and Genesis of Gold Deposits in Metamorphic Terranes, p. 407,450 p.
- GOLDFARB, R. J., GROVES, D. I., and GARDOLL, S., 2001, Orogenic gold and geological time: a global synthesis: *Ore Geology Reviews*, v. 18, p. 1,75.
- GROVES, D. I., GOLDFARB, R. J., KNOX,ROBINSON, C. M., OJALA, J., GARDOLL, S., YUN, G. Y., and HOLYLAND, P., 2000, Late,kinematic timing of orogenic gold deposits and significance for computer,based exploration techniques with emphasis on the Yilgarn Block, Western Australia: *Ore Geology Reviews*, v. 17, p. 1,38.
- JOLLY, W.T., 1978 , Metamorphic history of the Archean Abitibi belt. Dans: *Metamorphism in the Canadian Shield* Geological Survey of Canada; Paper 78,10, pages 63,78.
- LAFRANCE, B. , DAVIS, D.W. , GOUTIER, J. , MOORHEAD, J. , PILOTE, P. , MERCIER,LANGEVIN, P. , DUBÉ, B. , GALLEY, A.G. , MUELLER, W.U., 2005 , Nouvelles datations isotopiques dans la portion québécoise du Groupe de Blake River et des unités adjacentes. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, RP 2005,01, 9 pages.
- MORIN, D. , JÉBRAK, M. , BARDOUX, M. , GOULET, N., 1993 , Pontiac metavolcanic rocks within the Cadillac tectonic zone, McWatters, Abitibi belt, Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences*; volume 30, pages 1521,1531.
- PILOTE, P. , COUTURE, J.-F., 1989 , Gisements aurifères. Rouyn,Noranda. Ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec, DV 89,05, 95,96.
- POULSEN, K.H. , ROBERT, F. , DUBÉ, B., 2000 , Geological classification of Canadian gold deposits.

Geological Survey of Canada, Bulletin 540, 106 pages.

POWELL, W.G. , CARMICHAEL, D.M. , HODGSON, C.J., 1995 , Condition and timing of metamorphism in the southern Abitibi gresntone belt, Quebec. Canadian Journal of Earth Sciences; volume 32, pages 787,805.

STOCKWELL, C.H., 1949 , Southwest Dasserat, Quebec. Geological Survey of Canada; Preliminary Map 49,23.

VAILLANCOURT, D., 1996 , Âges U,Pb des minéralisations de type sulfures massifs volcanogènes dans le groupe de Blake River de la Sous,province de l'Abitibi, Québec: les sites d'Aldermac, Hébécourt et Millenbach. Université du Québec à Montréal; Mémoire de maîtrise, 32 pages.