

LA DÉCOUVERTE DES RESSOURCES AURIFÈRES AU QUÉBEC

Mémoire présenté au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement à l'égard de l'enquête publique et de l'audience sur le «Projet minier aurifère Canadian Malartic »

par

Professeur Georges Beaudoin, géo., Ph.D.
Directeur, réseau DIVEX
Département de géologie et de génie géologique, Université Laval
Québec (QC) Canada G1V 0A6

Déposé le 8 avril 2009



UNIVERSITÉ
LAVAL

PRÉSENTATION

Le Professeur Georges Beaudoin enseigne au Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval depuis 1993, où il est un spécialiste de réputation internationale en exploration minérale et en métallogénie. Il est aussi un expert en séquestration du carbone. Le Professeur Beaudoin est membre de l'Ordre des géologues du Québec et de plusieurs sociétés scientifiques nationales et internationales. Il est « Fellow » de l'Association géologique du Canada et de la Society of Economic Geologists. Il est éditeur associé de la revue internationale *Mineralium Deposita*, publiée par Springer. Il est membre (élu) du conseil d'administration de l'Université Laval, de la Society of Geology Applied to Mineral Deposits (SGA), de l'Association de l'exploration minérale du Québec (AEMQ) et il a été nommé au conseil d'administration de l'Association géologique du Canada (AGC, à compter de mai 2009).

Le Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval forme le plus grand nombre de géologues et d'ingénieurs géologues au Québec depuis plusieurs décennies. Il offre des programmes interuniversitaires de maîtrise et de doctorat en sciences de la Terre avec son partenaire l'Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau-Terre-Environnement (INRS-ETE) qui sont les programmes de formation de personnel hautement qualifié en sciences de la Terre parmi les plus importants et les plus dynamiques au Canada. Cette activité de formation et de recherche fait de l'Université Laval un pôle d'excellence dans l'exploration des ressources en eau, minérales et énergétiques.

Depuis le 1^{er} avril 2009, le professeur Beaudoin dirige le réseau DIVEX : Diversification de l'exploration minérale au Québec (www.divex.ca), dont le financement est assuré par le Fonds de recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) du Gouvernement du Québec. DIVEX regroupe plus de 30 chercheurs universitaires, gouvernementaux et industriels actifs en exploration minérale au Québec. Le réseau DIVEX a été constitué en 2002 à partir d'un financement de Valorisation-Recherche Québec du Ministère du Développement Économique, de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE). Ses objectifs sont de coordonner les efforts de recherche scientifique et de les axer sur les avenues les plus récentes et les plus prometteuses en exploration minérale et, d'autre part, de favoriser et de promouvoir le transfert direct des résultats de recherche au public en général et aux représentants du monde minier en particulier.

CONTEXTE

Ce mémoire est soumis au Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) à l'égard de l'enquête publique et de l'audience sur le «Projet minier aurifère Canadian Malartic ». Le mémoire vise à éclairer le BAPE sur les particularités de l'exploration minérale et sur la distribution des ressources en or au Québec, pour placer la découverte du gisement aurifère Canadian Malartic dans son contexte géologique et scientifique. Ainsi le gisement Canadian Malartic représente un type de gisement, appelé

porphyres aurifères archéens, rare au Québec et dans le monde. Sa découverte et sa définition constituent une avancée technique et scientifique de mérite.

L'EXPLORATION MINÉRALE

Les ressources minérales sont constituées de roches et minéraux dont on peut extraire une substance d'intérêt pour la société. La nature des substances d'intérêt change avec l'évolution des sociétés, de la taille de la pierre au paléolithique, à l'extraction de métaux comme le fer à l'Âge du fer. De plus l'évolution de la société s'est accompagnée d'une croissance continue du nombre de substances extraites des minéraux et roches, des granulats de construction aux éléments chimiques rares aux applications ultra-spécialisées. Ainsi, l'exploration minérale recherche des substances qui sont d'intérêt pour la société.

L'or est un métal qui est recherché depuis l'Antiquité. Sa rareté, ses caractéristiques physiques comme la malléabilité, la résistance à la corrosion, sa conductivité et sa réflectivité, en ont fait un métal de grande valeur. Aujourd'hui, on estime qu'environ 67% de la production aurifère mondiale est utilisée par l'industrie de la joaillerie, 19,6% est acquise par des investisseurs, et 13% sert à la fabrication industrielle de divers instruments électroniques et en dentisterie, par exemple.

L'exploration minérale utilise différents moyens techniques pour découvrir les ressources minérales. Ces moyens techniques sont requis car la localisation des ressources minérales n'est pas simple à détecter, de plus elles sont couramment couvertes de sédiments récents ou bien enfouies dans la croûte terrestre. L'exploration minérale utilise les méthodes de la cartographie géologique pour découvrir des indices qui permettent de localiser les ressources minérales. L'exploration minérale utilise des méthodes géochimiques pour retracer une ressource minérale par un halo de dispersion primaire ou secondaire d'éléments chimiques. L'exploration minérale utilise des méthodes géophysiques pour découvrir des ressources minérales grâce au contraste des propriétés physiques, tel le magnétisme ou la conductivité électrique, entre la ressource minérale et sa roche encaissante.

Contrairement à d'autres ressources naturelles comme le bois ou le potentiel hydro-électrique qui peuvent être mesurées à la surface terrestre, la composition et la dimension d'une ressource minérale doit être estimée à partir d'un nombre limité de points d'observation comme des sondages, des tranchées qui exposent le roc, ou des galeries d'exploration. De ce fait, la délimitation d'une ressource minérale comporte un degré de risque beaucoup plus grand que celui lié à l'estimation d'une ressource naturelle située en surface. On estime que la probabilité de découvrir un gisement minéral exploitable est de l'ordre de moins de 1 : 1000. Cela implique aussi que la délimitation de la ressource minérale comprend une série d'étapes où la densité des observations augmente ce qui accroît graduellement le degré de confiance de l'estimation de la composition et des dimensions d'une ressource minérale. La délimitation d'une ressource minérale demande généralement des travaux d'exploration étalés sur plusieurs années qui impliquent des investissements importants, qui peuvent atteindre plusieurs dizaines voir plusieurs centaines de millions de dollars.

Au Québec et ailleurs au Canada, la réglementation des marchés financiers permet à une société publique de déclarer des réserves minérales seulement lorsqu'une étude de faisabilité conclue à une perspective raisonnable d'exploitation rentable. Les réserves minérales représentent donc la partie des ressources minérales qui pourraient faire l'objet d'une exploitation minière profitable. Les différentes classes de réserves (prouvées, probables) et ressources (mesurées, indiquées, présumées) minérales sont définies selon la certitude décroissante de leurs caractéristiques physiques, dont le tonnage et la teneur en substances de valeur.

LA DISTRIBUTION SPATIALE ET TEMPORELLE DES GISEMENTS D'OR

La distribution naturelle des gîtes minéraux n'est pas homogène à la surface de la Terre. De plus, certaines périodes de l'histoire de la Terre se caractérisent par la formation d'une grande quantité de gisements. La distribution des gisements d'or dans les roches du Bouclier canadien au Québec et en Ontario, illustrée à la Figure 1, montre une forte association spatiale avec de grandes failles géologiques qui s'étendent sur des centaines de

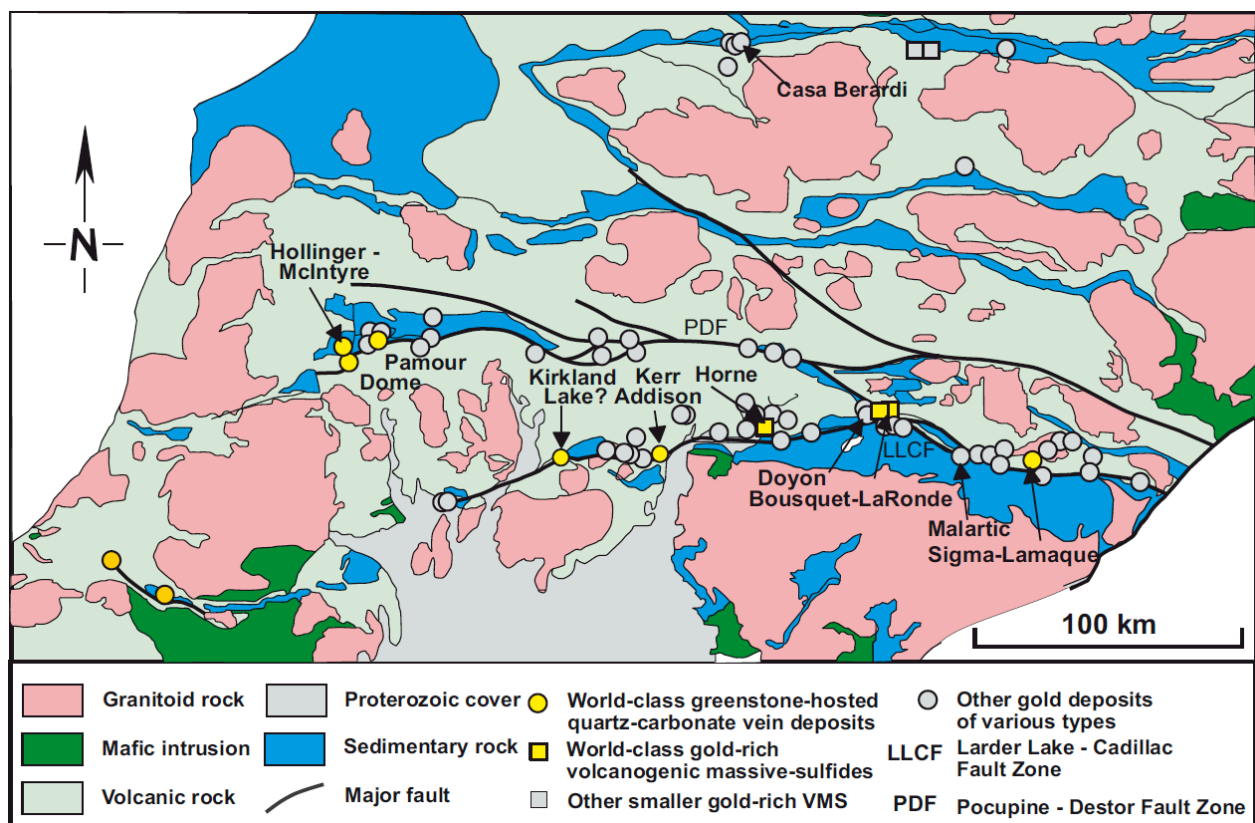


Figure 1. Distribution des gisements d'or du Québec et de l'Ontario en relation avec les grandes failles géologiques (Tirée de Dubé, B., et Gosselin, P., 2007, Greenstone-hosted quartz-carbonate vein deposits, *in* Goodfellow, W.D., ed., Mineral Deposits of Canada: A Synthesis of Major Deposit-Types, District Metallogeny, the Evolution of Geological Provinces, and Exploration Methods: Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, Special Publication No. 5, p. 49-73).

kilomètres, comme la faille de Larder Lake-Cadillac qui s'étend de Larder Lake (Ontario) et se poursuit jusqu'à l'est de Val-d'Or (Québec). Cette association spatiale ne peut s'expliquer que par la relation génétique entre la grande faille et la minéralisation aurifère. Ainsi, la région de Malartic se trouve à proximité d'une grande faille géologique, la faille de Larder Lake-Cadillac, à laquelle sont associés plusieurs gisements aurifères de classe mondiale.

Les gîtes d'or ne se sont pas formés avec la même fréquence durant l'histoire géologique de la Terre. Il existe des périodes très prolifiques en gisement d'or, comme la fin de l'éon Archéen vers 2.7 Ga (milliards d'années). Or il s'agit de l'âge des roches dans la région de Malartic, de sorte qu'on retrouve dans la région de Malartic la combinaison de deux facteurs importants qui expliquent la présence de gisements aurifères importants.

Parce que les gisements d'or montrent une association spatiale avec les grandes failles régionales recoupant des roches d'âge archéen, la probabilité de trouver de nouveaux gîtes d'or à proximité de failles régionales recoupant des roches d'environ 2,7 Ga est plus grande qu'ailleurs. Ceci explique pourquoi on utilise ce critère dans la sélection des territoires où l'on investit en exploration minérale. Si une grande faille régionale comme la faille de Larder Lake-Cadillac est un domaine géologique avec un grand potentiel pour les gîtes d'or, cela n'implique pas que toute son enveloppe contient de la minéralisation aurifère, ni que cette minéralisation peut être extraite avec profit. Ainsi, la Figure 1 montre que les gisements le long de la faille de Larder Lake-Cadillac forment des amas dans certains secteurs, comme Malartic, qui sont séparés les uns des autres par des segments de la grande faille régionale par des domaines pauvres en minéralisation aurifère connue. On peut expliquer cette caractéristique par deux hypothèses, soit que les gisements n'ont pas encore été trouvés, soit que la distribution des gisements aurifères le long de la faille n'est pas continue ni régulière.

Ces commentaires servent à démontrer que la distribution des gîtes minéraux, dont les gîtes d'or, suit des lois géologiques naturelles. Les processus géologiques qui ont formé les gisements se sont produits il y a très longtemps et bien avant l'occupation du territoire par l'Homme. Les gîtes minéraux sont donc là où la Nature les a formés. On ne peut donc les découvrir et les exploiter que là où ils se trouvent. La découverte d'un gisement sur un territoire où il y a d'autres types d'occupation par la société, comme une municipalité, doit nécessairement faire l'objet d'une entente entre les détenteurs des différents types de droits sur ce territoire. S'il est possible pour la société d'apporter des modifications à la façon dont elle occupe le territoire comme, par exemple, en modifiant le zonage agricole, par contre la localisation d'un gisement elle, ne peut être changée.

L'INNOVATION TECHNIQUE AU GISEMENT CANADIAN MALARTIC

Les gisements d'or de Malartic, dont celui de Canadian Malartic découvert en 1926, sont constitués de minéralisation filonienne et disséminée aurifère qui a été exploitée de 1935 à 1965. Le nouveau gisement Canadian Malartic représente une innovation technique de la part de la société Osisko dans la mesure où la mise en valeur des ressources minérales a permis de définir des réserves prouvées et probables à fort tonnage (183 Mt) avec une teneur de 1,07 g/t Au. L'exploration minérale a mis en évidence des caractéristiques

géologiques qui permettent de démontrer la continuité de la minéralisation aurifère en s'affranchissant des modèles traditionnels de minéralisation filonienne à haute teneur mais discontinue.

En plus de cette innovation technique, la minéralisation aurifère du gisement Canadian Malartic présente des caractéristiques similaires à la classe des gisements de type porphyres aurifères, et en particulier ceux d'âge archéen (>2,5 Ga). En effet, les gisements de type porphyre aurifère archéen sont mal connus parce qu'ils sont rares et souvent modifiés par les événements géologiques subséquents, comme la déformation et le métamorphisme par les mouvements de l'écorce terrestre. Le gisement Canadian Malartic représente donc, pour les scientifiques québécois, une occasion unique d'étudier les caractéristiques de ce type de gîte pour mieux comprendre les processus qui mènent à leur formation. Ainsi, le réseau DIVEX a initié des études scientifiques sur le gisement Canadian Malartic car ces travaux vont permettre d'aider à la diversification de l'exploration minérale au Québec. La découverte de nouvelles ressources minérales est critique pour assurer la pérennité de la grappe industrielle des minéraux et métaux, qui va de l'exploration à l'extraction et la transformation métallurgique dans des fonderies et raffineries pour produire les métaux utilisés par la société.

LES MINES ET LE DÉVELOPPEMENT DURABLE DE MALARTIC

Le développement de la ville de Malartic est un exemple du développement durable initié par l'industrie minière. La découverte des gisements d'or a donné naissance à la ville minière dont l'économie s'est depuis diversifiée. L'industrie minière demeure une composante importante de la santé économique de la ville de Malartic. Le développement de la ville de Malartic est aussi tributaire de l'époque où la ville est née. Depuis l'Antiquité jusqu'au début des années 1980, les populations s'installaient à proximité de la mine qui fournissait le travail, tout simplement parce que les moyens de transport ne permettaient pas une installation à distance des travailleurs. C'est ainsi que sont nées plusieurs communautés dont la vitalité est intimement liée à l'industrie locale, qui n'est pas une caractéristique propre à l'industrie minière. On peut le constater au Québec, mais aussi partout ailleurs dans le monde et particulièrement en Europe où les vieilles villes minières se sont aussi développées directement au-dessus des gisements. Si cette pratique pouvait se justifier à cette époque, elle n'est plus compatible avec les progrès de la société. En plus des inconvénients que cela impose aux citoyens, cette pratique est incompatible avec l'exploitation efficace des nouvelles ressources minérales qui seront éventuellement découvertes. D'ailleurs, il est intéressant de noter que la Canadian Malartic refusait l'installation des mineurs sur la propriété de la mine, qui étaient obligés de s'installer au lieu-dit Roc-d'Or.

La ville de Malartic s'est bâtie en partie sur des secteurs qui contiennent des réserves minérales. Les règles du passé ont permis de construire des habitations au-dessus de chantiers souterrains, ce qui a éventuellement forcé l'expropriation des terrains rendus inaptes dans la ville de Malartic. Aujourd'hui, la définition des réserves et ressources minérales du projet Canadian Malartic s'étend en partie sur le territoire urbanisé de la ville. Comme le gisement ne peut être déplacé, la décision de l'exploiter ne peut se faire qu'en

déplaçant le territoire urbanisé. Cette situation est certes déplorable, mais elle est une conséquence des pratiques et coutumes d'une autre époque. L'industrie de l'exploration minière canadienne a développé des guides de bonnes pratiques pour favoriser l'excellence environnementale en exploration (e3). L'engagement communautaire est central dans ces bonnes pratiques en excellence environnementale, tel que celui préconisée par la société Osisko à Malartic.

Comme plusieurs villes se sont développées le long de la faille Larder Lake-Cadillac, les infrastructures de transport se sont aussi développées le long de la trace de cette structure géologique prolifique en ressources minérales. La superposition des territoires urbanisés, d'infrastructures critiques pour la santé économique des villes et de la région, et de ressources minérales est une situation particulière qui impose des décisions éclairées sur l'exploitation des ressources minérales.

CONCLUSIONS

Nous espérons que ce mémoire fournira un éclairage scientifique sur la distribution des ressources minérales dont celle des ressources aurifères en particulier. Cet éclairage est important pour prendre une décision éclairée sur la mise en exploitation du projet Canadian Malartic. Le projet Canadian Malartic représente une innovation technique et l'étude de ce nouveau type de gîte va permettre aux scientifiques québécois d'innover dans ce domaine important pour l'économie québécoise. Le transfert de ce savoir à l'industrie minière par un regroupement stratégique de recherche comme DIVEX devrait donner à l'industrie minière québécoise des outils d'exploration novateurs pour aider au renouvellement des ressources minérales qui sont si importantes pour soutenir le développement durable de villes minières comme celle de Malartic. Le renouvellement des ressources minérales est aussi important pour tout le Québec et son importante grappe industrielle dans le domaine des minéraux et métaux. L'avenir de l'industrie minière au Québec intéresse non seulement ses acteurs directs de l'exploration, de l'exploitation et de la métallurgie, mais aussi tous les fabricants de produits finis et les fournisseurs de biens et services tant dans les régions ressources que dans les grandes agglomérations urbaines.