



Source :Le Petit musée de la minéralogie de l'UQAC

GRAPHITE-GRAPHÈNE

Graphite- Graphène

Exploration

MARS 2016

Fiche d'information minérale

par Consortium de recherche en exploration minérale, Saguenay—Lac-Saint-Jean

Introduction

Le **graphite** est un minéral composé d'atomes de carbone (formule chimique C) de couleur gris-noir à gris métallique. Il est opaque et mou, de texture grasseuse. Il a une dureté de 1,5 sur l'échelle de Mohs et une densité de 2,23 gr/cm³. Il est le seul minéral non métallique conducteur d'électricité (MERN, 2013 et Le petit musée minéralogique de l'UQAC, 2002). Il se présente sous plusieurs formes à l'état naturel, soit en paillettes (pureté de 85%-99%), **amorphe** (cristaux très fins, pureté de 60-90%) et sous forme de veine (MERN, 2013).

Le **graphène** est un dérivé du graphite, une **nanoparticule** en deux dimensions constituée de feuillets de carbone. Il est fait de moins de 10 couches d'atomes de carbone disposés en réseau hexagonal. En comparaison, le graphite est constitué de feuillets de carbone de plusieurs centaines d'atomes d'épaisseur. Cela fait du **graphène** un matériel transparent, malléable, inerte chimiquement et 200 fois plus résistant que l'acier. Il est le meilleur conducteur électrique et thermique connu à ce jour (Immesol, 2013).

Contexte de formation

Le **graphite** se forme généralement par concentration et cristallisation du carbone en place dans les roches sédimentaires qui sont riches en silice ou riches en carbonate. Au Québec, dans la Province de Grenville, il peut être associé à des gneiss, des quartzites, des

schistes ou encore à des marbres graphitiques. Il peut également se former par métamorphisme de contact de sédiments riches en matière organique carbonatée (bitume, charbon) ou encore au contact de roches carbonatées et de roches **plutoniques** (MERN, 2013).

Le **graphène** est quant à lui un produit de synthèse conçu en laboratoire. Il a été découvert en 2010 par deux scientifiques d'origine russe, Andre Geim et Konstantin Novoselov (Immesol, 2013).

Utilisations du graphite et du graphène

Le graphite naturel est utilisé principalement en métallurgie et dans la fabrication des applications **réfractaires**. En effet, le point de fusion du graphite est élevé (3927°C). Ces applications nécessitent une très forte chaleur et exigent que les matériaux ne fondent ou ne se désintègrent pas dans des conditions extrêmes. Un exemple de cet usage est le **creuset** utilisé dans l'industrie sidérurgique (MERN, 2013).

Le graphite est également utilisé pour faire des garnitures de freins, des lubrifiants et des électrodes. Il entre aussi dans la production de piles non rechargeables, les accumulateurs (batteries rechargeables) et les produits électroniques (téléphones intelligents, tablettes, ordinateurs portables, etc.) (MERN, 2013).

Une utilisation en pleine croissance du graphite est pour la production de batterie (lithium-ion) pour les véhicules électriques ou hybrides. Outre l'intérêt du graphite pour la fabrication de piles et de batteries, cet élément pourrait être utilisé dans le domaine nucléaire, notamment pour la fabrication d'une nouvelle génération de petits réacteurs, les *Pebble Bed Nuclear Reactor* (PBNR). Il est estimé que chaque PBNR nécessitera 300 tonnes de graphite au démarrage et de 60 à 100 tonnes par an pour fonctionner (Gee, 2002).

Les caractéristiques du **graphène** en font un matériel idéal pour une multitude d'usages industriels de pointe et pour les matériaux de hautes technologies, tels que les appareils informatiques ou les appareils de communication (Group NanoXplore inc., 2015). Le graphène entre dans la fabrication des plastiques, des polymères, des papiers électroniques pour les appareils de communication personnel, des batteries longue durée, des systèmes de traitement des eaux pour filtrer le sel, des métaux lourds et l'huile, des revêtements de protection qui empêchent l'acier et l'aluminium de rouiller, de l'aéronautique, des applications biomédicales, de l'industrie de la peinture, des lubrifiants, des composites aérospatiaux et de l'énergie (Group NanoXplore inc., 2015 ; Grafoid inc., 2015).

Production mondiale

La production mondiale du graphite naturel en 2013 a été de 1,1 Mt. En 2013, le plus important producteur mondial de graphite est la Chine avec 750 000 t suivi par l'Inde (170 000 t), le Brésil (95 000 t), la Corée du Nord (30 000 t), le Canada (20 000 t) et les autres pays producteurs (51 000 t) (Fig.1). Le Mexique et le Vietnam fournissent principalement du graphite sous forme amorphe, le Sri Lanka sous forme de flocons cristallins ou de poussière de flocons de graphite (Olson, 2014). La demande en graphite naturel a augmenté entre 2011 et 2013 même si les conditions économiques globales étaient plutôt défavorables (Olson, 2014).

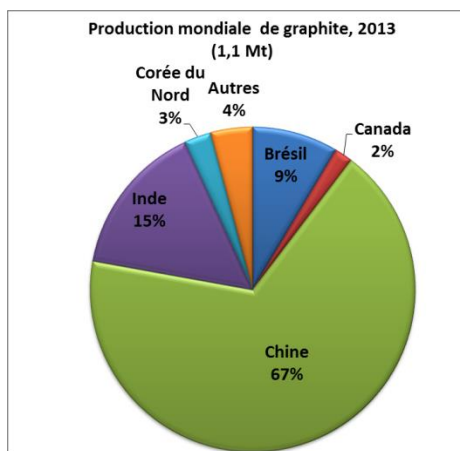


Figure 1 : Production mondiale du graphite par pays (Données tirées de Olson, 2014).

Au Canada, plusieurs compagnies d'exploration minière sont actives dans le domaine du graphite. Deux de ces compagnies se distinguent avec des dépôts majeurs. La première compagnie est Focus Graphite qui possède le dépôt du Lac Knife au sud de Fermont (Fig.2). Les ressources minérales mesurées et indiquées sont de 9 576 000 t à une teneur de 14,77% en carbone graphitique (Cg) (Focus Graphite, 2015). La seconde compagnie est Mason Graphite qui est propriétaire du dépôt du Lac Guéret près du réservoir Manicouagan. En 2013, la compagnie a publié des ressources minérales mesurées et indiquées d'environ 50 Mt de graphite à 15,6% Cg (Mason Graphite, 2013). Pour sa part, la production du graphène est en augmentation partout dans le monde et notamment au Québec, par l'entremise de l'entreprise *Group NanoXplore*.

Localisation géographique des indices de graphite au Saguenay-Lac-Saint-Jean

Trois indices de graphite sont connus dans la région du Saguenay-Lac-St-Jean. Deux d'entre eux se localisent dans le feuillet SNRC 22E04 et ont été travaillés par *Les Ressources Tectonic*

inc. Le troisième indice a été découvert par un prospecteur dans le feuillet SNRC 22E03 (Fig. 3).

Potentiel de développement au Saguenay-Lac-Saint-Jean

La province géologique de Grenville, dans laquelle se localise le Saguenay-Lac-St-Jean, est favorable pour la découverte d'indices ou de gîtes de graphite. En effet, le métamorphisme élevé de cette province géologique a permis de recristalliser et de reconcentrer le carbone pour former du graphite cristallin.

Le principal enjeu reste au niveau de l'exploration afin de découvrir des gîtes ayant les bonnes caractéristiques physiques et chimiques. La présence de quelques indices dans la région du Saguenay-Lac-Saint-Jean indique un certain potentiel de découverte. Cependant, les efforts de prospection devront être intensifiés pour arriver à localiser de meilleurs gîtes.



Figure 2 : Localisation des dépôts du Lac Guéret et du Lac Knife. (Modifiée de Mason Graphite, 2013).

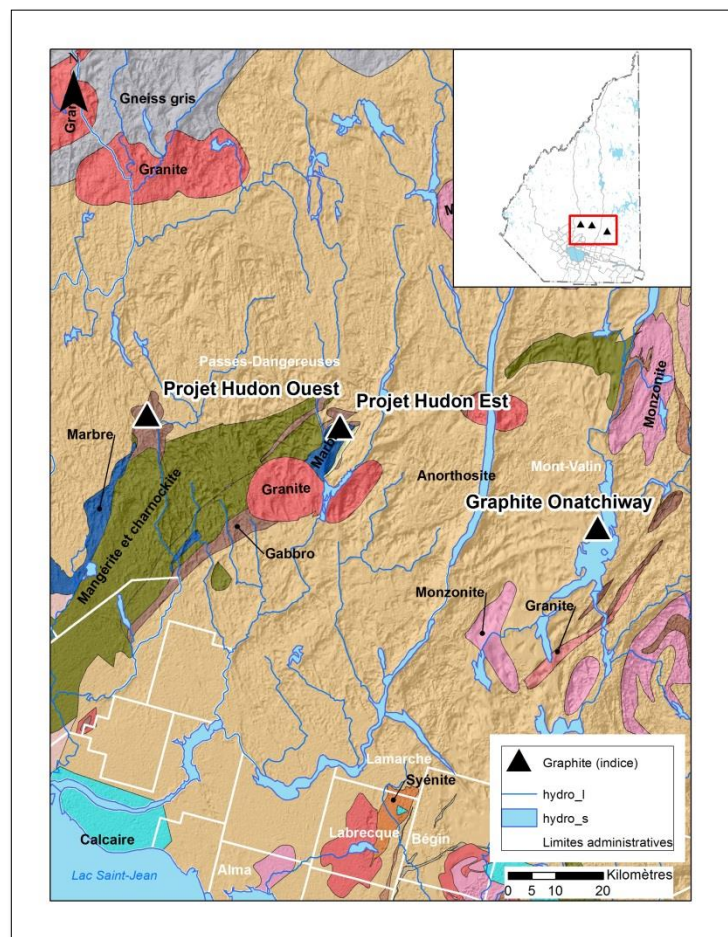


Figure 3 : Localisation des indices de graphite ((SIGÉOM, 2015 et CRRNT, 2011 / carte géologique : Intégration CONSOREM 2016, modifiée de SIGÉOM 2015 et de CERM-PACES 2013). Carte géologique en ligne à www.crm-slsj.ca.

GLOSSAIRE

Amorphe : adj. - « S'applique aux substances minérales qui ne sont pas cristallines, c'est-à-dire dont les atomes constitutifs ne sont pas disposés selon un réseau régulier » (Foucault et Raoult, 2010).

Creuset : « Récipient en réfractaire pour contenir du métal en fusion » (GDT, 2012).

Gîte : Masse minéralisée qui peut avoir une valeur économique, mais dont la connaissance des caractéristiques exige l'obtention de plus d'informations détaillées (on dit aussi gisement) (Ministère des affaires indiennes et du Nord canadien, 2005).

Indice : Pour une substance donnée, traces en un point permettant d'envisager que cette substance existe non loin en plus grande abondance (GDT, 1988).

Nanoparticule : n.f. -« Particule de matière dont chacune des trois dimensions mesure entre 1 et 100 nanomètres (10^{-9} mètres) et qui possède des propriétés physiques et chimiques particulières qui se manifestent à cette échelle» (GDT, 2012).

Pluton : « n.m - Massif de roche magmatique plutonique, constituant une grosse masse de forme ovoïde » (Foucault et Raoult, 2010).

Réfractaire : adj. - « S'applique aux matériaux, utilisés dans l'industrie, qui ne fondent qu'à haute température » (Foucault et Raoult, 2010).

RÉFÉRENCES

Focus Graphite, 2015. [Enligne] [<http://www.focusgraphite.com/lac-knife/>], consulté en mars 2016

Foucault, A. et Raoult, J.-F., 2010. *Dictionnaire de géologie*, Collections : UniverSciences, Sciences de la terre, 7e édition, Paris : Dunod, 388 pages.

GDT, 1988. Grand dictionnaire de terminologie, Office de la langue française, Gouvernement du Québec, [Enligne] [http://www.granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?ld_Fiche=8410243]

GDT, 2012. Grand dictionnaire de terminologie, Office de la langue française. Gouvernement du Québec. [Enligne] [<http://www.granddictionnaire.com/>]

Gee, D. 2002 *The pebble Bed Modular Reactor Spring* 2002 : EEE 460 WebProject [Enligne] [<http://holbert.faculty.asu.edu/eee460/dfg/#DESCRIPTION>], consulté en janvier 2015.

Grafoïd Inc., 2015. *MesoGraf-Redefining Graphene* [Enligne] [<http://www.grafoïd.com/our-story/mesograf/>], consulté en janvier 2015.

Group NanoXplore inc., 2015. *Applications du graphène*, [Enligne] [http://nanoxplore.ca/applications_fr.html], consulté en janvier 2016.

Immesol, 2013. *La graphène, un matériau qui va transformer notre univers* [En ligne]

[<http://www.immesol.fr/blog/le-graphene-un-matériau-qui-va-transformer-notre-univers>], consulté en décembre 2015.

Le petit musée minéralogique de l'UQAC, 2002. *Graphite, La collection*, [Enligne] [http://mineraux.uqac.ca/mineraux_detail/graphite.htm], consulté en décembre 2015.

Mason Graphite, 2013. *Lac Guéret graphite project* [Enligne] [<http://www.masongraphite.com/projects/lac-gueret-graphite-project/default.aspx>], consulté en janvier 2015.

Ministère de l'Énergie et Ressources naturelles Québec (MERN), 2013. *Le graphite*, [Enligne] [<https://www.mern.gouv.qc.ca/mines/quebec-mines/2015-11/Graphite.asp>], consulté en décembre 2015.

Ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien, 2005. *Glossaire minier* [Enligne] [<https://www.aadnc-aandc.gc.ca/fra/1100100028056/1100100028058>]

Olson, D., 2014. *Graphite (natural). U.S Geological Survey, Mineral Commodity Summaries*, february 2014. [Enligne] [<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/graphite/mcs-2014-graph.pdf>], consulté en janvier 2015.

SIGÉOM, 2015. Système d'information géominère du Québec, Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, CartelInteractive [Enligne] [http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/1108_afchCartelIntr?l=F], consulté en janvier 2015.



555, boul. de l'Université
Chicoutimi, Qc
G7H 2B1
418-545-5011, poste 2509

Les informations présentées dans cette fiche ont été collectées entre janvier 2015 et mars 2016.

Rédaction de la fiche :

Christian Tremblay, M.Sc.,Géo., CONSOREM
Brigitte Poirier, M.Sc.geog., CONSOREM
Benoit Lafrance Ph.D Focus Graphite Inc.
Marie-Line Tremblay, ing. M.Sc.A., CONSOREM
Réal Daigneault, Ph.D.Ing.Géo., CONSOREM

Avertissement

La présente fiche fait partie d'un ensemble de fiches d'information minérale qui ont été construites dans le but de donner un portrait d'ensemble accessible et pratique sur le potentiel de développement des principales substances minérales de la région Saguenay-Lac-Saint-Jean. Bien qu'un soin raisonnable ait été pris afin de s'assurer de l'exactitude des informations contenues dans la présente fiche, certaines erreurs ou omissions peuvent s'y retrouver. CONSOREM ne peut être tenu responsable de toute perte ou dommage occasionné par l'utilisation du présent document.