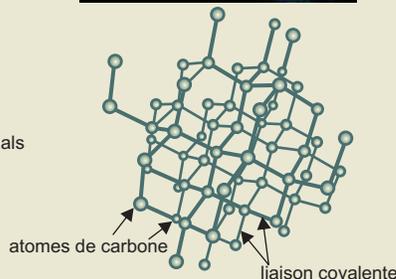
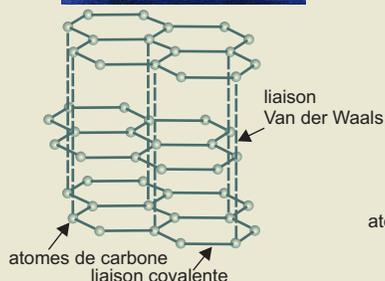


Le graphite constitue l'un des deux minéraux naturels constitués uniquement de l'élément du carbone (C); l'autre est le diamant. Même si le graphite et le diamant ont la même composition chimique, la disposition interne de leurs atomes de carbone diffère énormément. Un cristal de diamant comporte un tétraèdre exceptionnellement solide d'atomes de carbone, ce qui en fait l'une des substances les plus dures sur terre. Par contraste, le graphite est formé de couches superposées, lâchement liées entre elles et composées d'anneaux hexagonaux interreliés d'atomes de carbone, ce qui en fait l'une des matières les plus délicates qu'on connaît. On peut néanmoins utiliser sa structure d'anneaux liés entre eux comme source de solidité. Ces différences structurales fondamentales témoignent des conditions de pression et de température plus basses dans lesquelles le graphite s'est formé comparativement au diamant.

Même si le graphite et le diamant partagent la même composition chimique à base de carbone (C), les différences existant dans la disposition de leurs atomes de carbone, leur confèrent plusieurs propriétés très différentes.



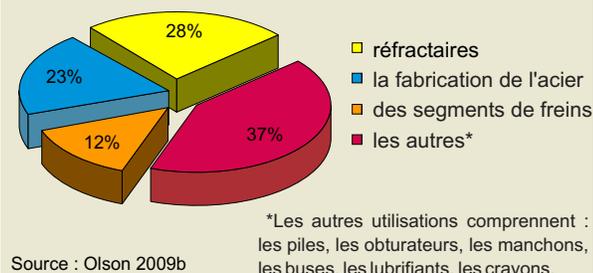
Graphite	Diamant
tendre	dur
sale à toucher	propre à toucher
bon conducteur d'électricité	non-conducteur d'électricité
lubrifiant	abrsaif
opaque	transparente
Valeur : des centaines de dollars	Valeur : des millions de dollars par tonne

### Propriétés physiques et utilisations

Le graphite se distingue par le fait qu'il est la seule substance non métallique pouvant conduire efficacement l'électricité. Sa conductivité thermique et électrique élevée, sa texture tendre et grasseuse (faible résistance à la friction) et sa solidité structurale constituent ses propriétés physiques les plus attrayantes. Des crayons à la fabrication de l'acier, la polyvalence du graphite en fait un matériau convenant à diverses utilisations courantes et industrielles. Le Geological Survey

des États-Unis (USGS) a signalé en 2006 une consommation américaine de graphite naturel de l'ordre de 40 700 tonnes et d'une valeur de 36 millions de dollars (Olson 2009a). Le comportement inerte du graphite vis-à-vis de la majorité des substances chimiques et son point de fusion élevé (3 927 °C) en font un matériau idéal à utiliser dans le processus de fabrication de l'acier (on l'ajoute à l'acier en fusion pour hausser sa teneur en carbone et satisfaire à diverses normes de qualité de la dureté), dans le chemisage réfractaire des générateurs électriques d'air chaud, dans les cuves servant au transport de l'acier en fusion à l'intérieur des usines de fabrication, et dans les moules utilisés pour créer un produit fini façonné. Le graphite sert en plus d'enduit de fonderie aidant à la séparation d'un

Utilisations finales du graphite aux États-Unis (2008)



objet moulé de son moule pendant le refroidissement d'un métal chaud. L'industrie automobile utilise énormément le graphite dans la fabrication des garnitures et des segments de freins. Le graphite constitue un lubrifiant efficace à une vaste échelle de températures; on peut l'appliquer sous forme d'une poudre sèche ou d'un mélange colloïdal dans l'eau ou l'huile. Ses autres utilisations comprennent les électrodes de piles, les balais de moteurs électroniques et les modérateurs dans les réacteurs nucléaires.

À la suite de sa découverte en Angleterre au 16e siècle, le graphite est devenu populaire comme outil pour écrire parce qu'il laissait une marque foncée et durable sur la majorité des matériaux. Cette texture grasseuse et tendre combinée à sa friabilité le rendait difficile à tenir en main. L'humble crayon a fini par résoudre ce dilemme de la tenue en main. Les premiers crayons avaient l'aspect d'un bâton de graphite enveloppé de corde. Des bâtons de bois évidés ont fini par remplacer la corde : le crayon à gaine de bois avait été inventé.

Le graphite est utilisé dans la production de fibre de carbone, qui renforce les composants d'articles comme les instruments musicaux et le matériel sport de poids léger (c.-à-d. bâtons de golf, cannes à pêche, vélos et raquettes de tennis). Le graphite constitue en outre l'un des principaux éléments du système de protection contre la température extérieure (c.-à-d. tuiles de protection contre la chaleur) d'une navette spatiale (Dunn 2007).

## Types de graphite : Origine et mode de manifestation

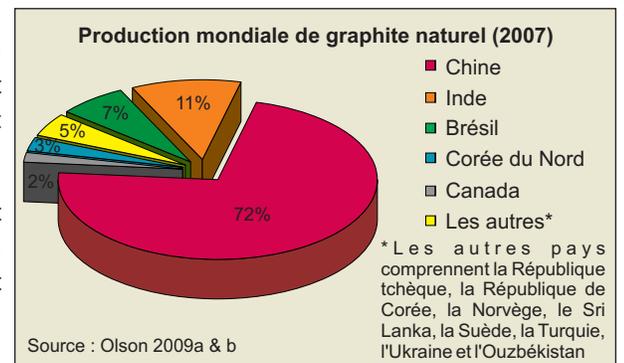
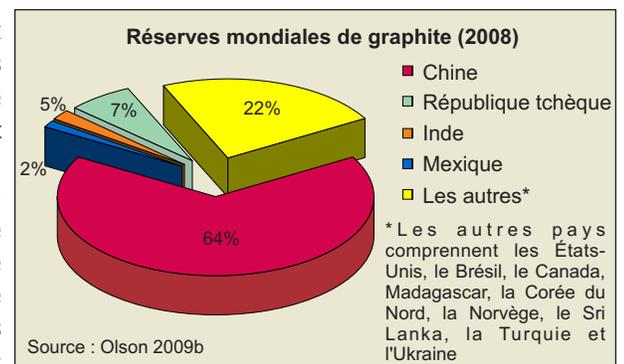
Les roches sédimentaires riches en matières organiques en décomposition, en calcaire et en dolomite constituées de composés carbonatés (CO<sub>3</sub>) servent de sources éventuelles de carbone au graphite. Les gîtes de graphite se forment lorsque les roches charbonneuses subissent diverses transformations chimiques et structurales par métamorphisme (températures et pressions élevées).

On peut généralement regrouper les gîtes de graphite en trois principaux types structuraux : 1) les gîtes amorphes, 2) les gîtes cristallins et 3) les gîtes de graphite lamellaire. Le graphite amorphe, comme son le nom le laisse supposer, n'a essentiellement pas de structure cristalline; il est constitué de particules tellement fines qu'il maintient un aspect terreux. La quantité de graphite présent dans les gîtes amorphes dépend de la quantité de matière charbonneuse (organique) à l'intérieur de la roche hôte. Le matériel amorphe prend habituellement la forme de disséminations et d'agrégats de graphite à grains fins à l'intérieur de roches sédimentaires carbonatées et charbonneuses métamorphisées (c.-à-d. ardoise, schiste, calcaire et dolomite). Les gîtes amorphes renferment généralement jusqu'à 60 % de graphite.

Le graphite lamellaire est constitué de cristaux séparés, plats et en feuillet (paillettes) aux bords hexagonaux irréguliers à parfaits. Il est présent sous forme de disséminations à l'intérieur des roches fortement métamorphisées comme le marbre, le gneiss et le schiste.

Les gîtes de graphite cristallin sont généralement passablement purs, fait révélateur d'une teneur en carbone de plus de 90 %. Le graphite cristallin se manifeste sous forme d'accumulations massives de cristaux plats et

lamellaires aux bords anguleux, arrondis ou irréguliers à l'intérieur de filons bien définis. Le graphite filonien est produit par le mélange de fluides riches en méthane (CH<sub>4</sub>) et riches en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) qui réagissent pour former de l'eau (H<sub>2</sub>O) et du carbone (C). Le mélange de gaz-fluides C-O-H transporte le carbone à l'intérieur de la roche fracturée jusqu'à des emplacements favorables où il se précipite sous forme de filons de graphite massif. Les gîtes filoniens sont communément situés à côté des zones de contact entre le calcaire ayant subi une altération hydrothermale et les roches plutoniques s'étant mises en place sous la forme de coulées silicifères de températures élevées.



## Production et réserves mondiales

L'USGS a rapporté en 2004 que 86 % des ressources de graphite du globe étaient constituées de graphite amorphe et que la quasi-totalité des autres ressources représentaient du graphite lamellaire (Taylor 2006). Le Sri Lanka est le seul pays qui possède des ressources de graphite cristallin. Selon des statistiques préliminaires de l'USGS, les ressources disponibles de graphite naturel de la planète totalisaient 220 millions de tonnes en 2008 (Olson 2009b). Les données de l'USGS révèlent que la production mondiale de graphite naturel s'est chiffrée à un plus de 1,1 million de tonnes la même année et que 95 % de l'approvisionnement mondial provenait de seulement cinq pays. La Chine constitue de loin le principal producteur parmi les fournisseurs mondiaux de graphite : elle est la source de 72 % de la production mondiale (800 000 t), suivie de l'Inde (130 000 t), du Brésil (76 200 t), de la Corée du Nord (30 000 t) et du Canada (28 000 t) (Olson 2009a & b). En 2006, la production canadienne provenait d'une mine et d'une installation minéralurgique située au Québec (Dumont 2008). Les autres gîtes connus du Québec, de l'Ontario et de la Colombie-Britannique en sont, d'après selon ce qu'on dit, à divers stades de l'exploration et de la mise en valeur.

Compte tenu de la forte demande d'une économie consommatrice de métaux aux États-Unis et d'une consommation intérieure en expansion au sein de l'industrie de l'acier chinoise (Taylor 2006), les perspectives d'avenir du graphite étaient positives. On prévoyait que la Chine deviendrait un importateur net temporaire de graphite, situation qui relancerait les possibilités d'exploration et de mise en valeur du graphite naturel partout dans le monde, en particulier en Amérique du Nord. Le

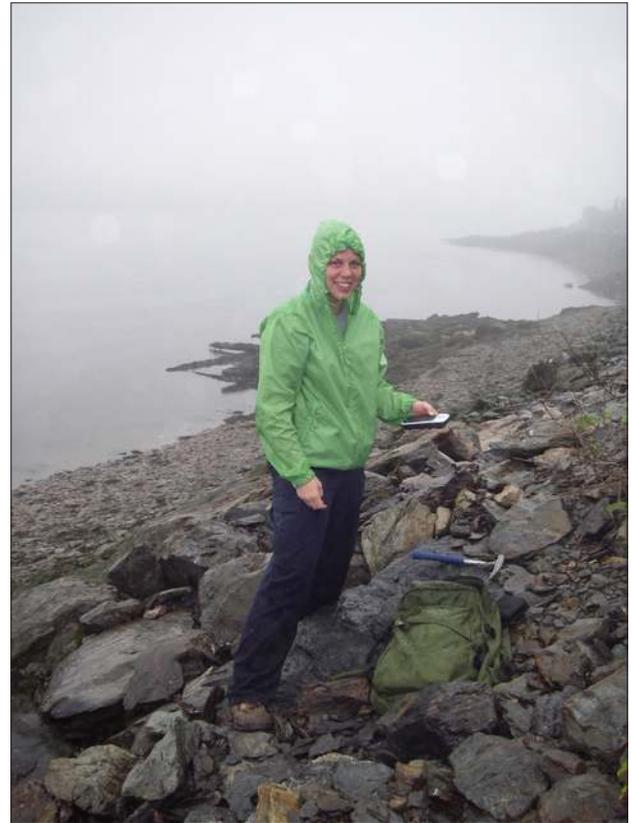
ralentissement économique actuel perpétue la tendance négative ayant rongé le marché mondial du graphite au cours de la majeure partie de la dernière décennie. On peut s'attendre à ce que la consommation de graphite baisse en même temps que diminue la production d'acier et d'automobiles. Sous un angle positif, la croissance anticipée de la production de piles dans les véhicules hybrides pourrait entraîner une hausse de la demande de graphite au cours des cinq à sept prochaines années (Merchant Research & Consulting, Ltd. 2007).

## Le graphite au Nouveau-Brunswick

### Passé

Même si on ne produit actuellement pas de graphite au Nouveau-Brunswick, ce minéral a, par périodes, suscité un intérêt au sein du milieu de l'exploration et de la mise en valeur, en particulier dans la région de Saint-Jean. Des preuves d'un intérêt à l'égard de l'exploration et de la mise en valeur figurent dans des descriptions de plusieurs anciennes entreprises minières du 19<sup>e</sup> siècle ayant été en activité dans la partie est de la ville. On a produit une certaine quantité de graphite à partir de deux petits gîtes à Marble Cove-Split Rock (près des chutes réversibles) et à Botsford. Gwen Martin livre un compte rendu divertissant et informatif de ces entreprises du passé dans son livre « Gesner's Dream : The trials and triumphs of early mining in New Brunswick » (Martin, 2003, p. 65-67 et 168-169).

La Saint John Mining Company a établi en 1850 la première des trois mines de graphite signalées dans la région de Marble Cove-Split Rock avec l'aide de plusieurs membres influents du milieu des affaires de la ville. Sous la direction d'un chef de mine venu de Grande-Bretagne, des mineurs locaux ont extrait et expédié plusieurs centaines de tonnes de minerai prélevé à la main au cours de la première année d'année d'exploitation de la mine. La production s'est poursuivie jusqu'en 1860. L'exploitation a été abandonnée à la suite du décès d'un haut dirigeant de l'entreprise. Deux autres entreprises d'extraction de graphite ont pris naissance dans le secteur de Split Rock sous la direction d'entrepreneurs américains. Ces exploitations ont peu duré et se sont retrouvées catapultées dans les annales de l'histoire en 1873. Les anciennes galeries de ces anciennes entreprises sont encore visibles à marée basse sur la rive nord du fleuve Saint-Jean, à quelques centaines de mètres en aval du centre d'information touristique des chutes réversibles. Une autre mine de graphite, la mine Botsford, également appelée mine Mayes, a été aménagée vers 1880. Elle occupait une propriété à quelques centaines de mètres au nord de l'ancienne exploitation de Marble Cove-Split Rock. Vers la fin des années 1880, la mine Botsford était considérée comme la mine de graphite la plus productive au Canada. Pendant près d'une décennie, On a extrait et traité quotidiennement jusqu'à dix tonnes de minerai prélevé manuellement. Plusieurs inondations ont obligé l'exploitation à mettre un terme à ses activités en 1889. Une autre mine, située très près de l'exploitation de Botsford, a ouvert en 1891 sous le nom de Saint John Plumbago Company. Malgré l'établissement de débouchés américains pour son produit, les restrictions commerciales et d'autres



Graphite amorphe à Marble Cove-Split Rock, à Saint-Jean (N.-B.)



Graphite amorphe à Mill Creek (N.-B.)

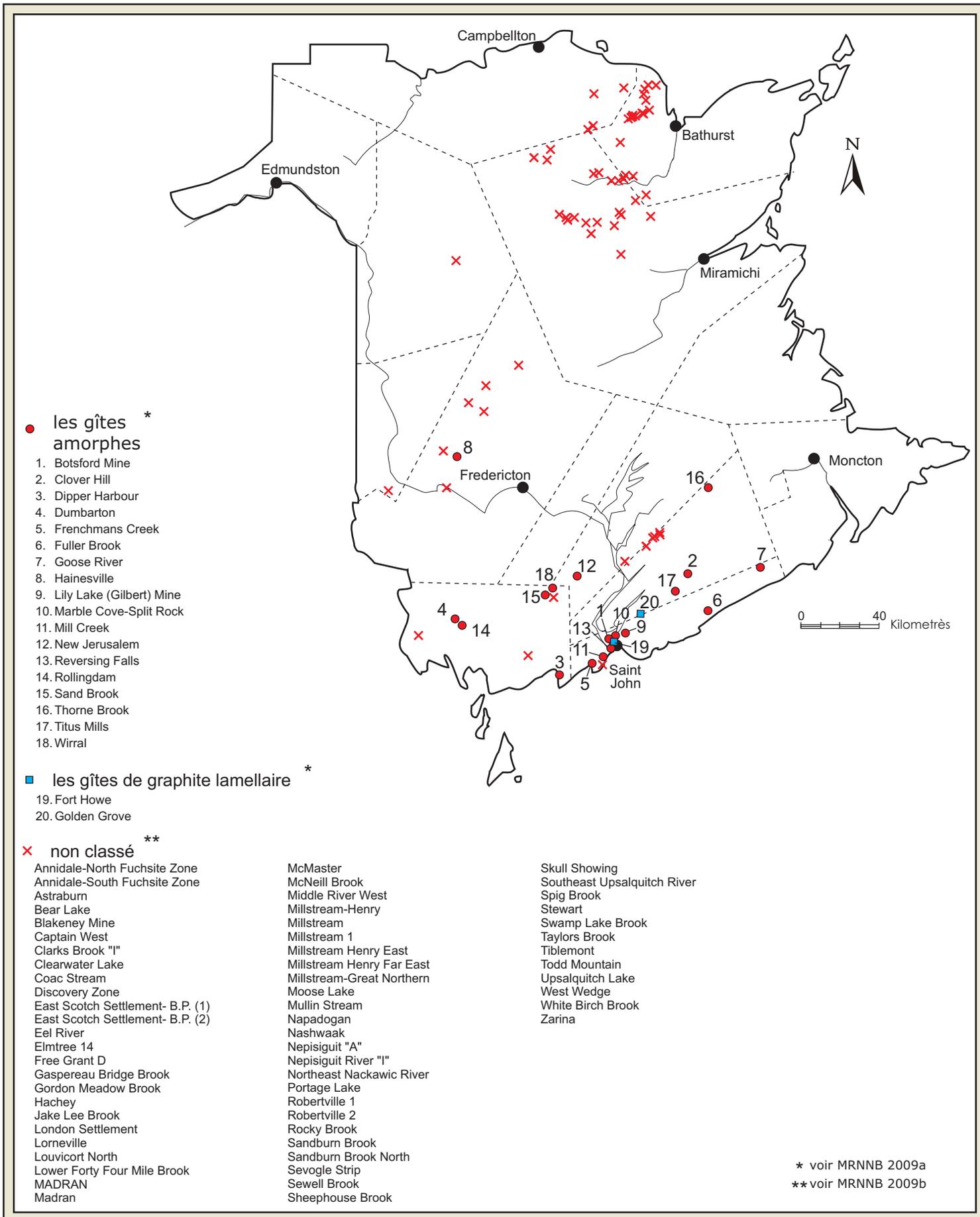


Figure 1. Emplacement de quelques venues de graphite du Nouveau-Brunswick.

obstacles ont entraîné sa fermeture permanente en 1908. Cette entreprise ratée a constitué à la dernière tentative d'extraction du graphite au Nouveau-Brunswick (Martin 2003).

### Zone productive possible de graphite de Golden Grove

Le gîte de graphite le plus étendu et le mieux étudié au Nouveau-Brunswick est situé à environ 24 kilomètres au nord-est de Saint-Jean, près de Golden Grove. Le gîte est de façon générale constitué d'une zone graphitique qui s'incline profondément à l'intérieur des carbonates néoprotérozoïques (calcaire et dolomite) et de quartzite de la Formation d'Ashburn. Les strates d'Ashburn à cet endroit se présentent sous la forme d'un pendentif à l'intérieur de roches plutoniques mafiques (gabbro) à felsiques (diorite, granodiorite) du cortège intrusif de Golden Grove. On connaît le gîte de Golden Grove depuis plus de 70 ans, mais on ne possède pas d'annales sur les travaux exécutés sur la propriété avant sa visite par le géologue provincial, W. J. Wright en 1937. Le principal indice de graphite à Golden Grove, visible dans un puits de 14 pieds (4,3 m) de profondeur a été décrit par Wright en tant que « dépôt (filon) de graphite » quasi vertical ayant jusqu'à 53 pouces (1,3 m) de largeur et associé à du calcaire cristallin gris foncé très près de sa zone de contact avec la roche granitique intrusive. Un échantillon représentant environ les deux tiers du « matériel (filon) semblant plus intéressant » a titré 31,74 % de graphite. Compte tenu du fait que la majeure partie du minerai de graphite extrait au Canada à l'époque avait une teneur variant entre 10 et 15 %, le gîte de Golden Grove avait suscité un intérêt considérable.

Un autre échantillon provenant d'un ancien tas de résidus miniers voisin du puits a titré 37,31 % de carbone. On avait examiné les propriétés texturales du graphite et on avait conclu que le graphite existait sous forme de « lamelles minces et fendillées » et que toute tentative d'établir un concentré commercialisable entraînerait vraisemblablement des taux de rendement très faibles de poussière graphiteuse très fine (Wright 1939).



Graphite lamellaire à Golden Grove, près de Saint-Jean (N.-B.)

La propriété n'a suscité aucun autre intérêt jusqu'à son acquisition 42 ans plus tard par la Glenvet Resources Ltd. La Glenvet a préparé en 1982 une carte géologique détaillée de la propriété, réalisé diverses études géophysiques, creusé plusieurs tranchées et effectué des essais métallurgiques d'échantillons de matériel. Les essais initiaux se sont avérés passablement encourageants, laissant supposer qu'on pourrait produire un produit à base de graphite acceptable à partir du gîte (Anderle 1987; Tremblay et Riddell 1987).

Un programme de forage de 22 puits et de creusage de tranchées de suivi visant l'étude du gîte en profondeur a confirmé l'existence de deux principales zones de graphite abritant des réserves géologiques indiquées totalisant 24 535 tonnes de 22,37 % de carbone graphitique (Tremblay et Riddell 1987). L'entreprise a par la suite conclu que de telles réserves étaient inadéquates pour soutenir une exploitation commerciale rentable à ce moment-là. Des travaux supplémentaires sur le gîte ont été recommandés, mais on n'a pas réalisé d'autres travaux. Le gîte a suscité peu d'intérêt depuis 1987.

### Autres venues

Des venues de graphite amorphe dans le Sud du Nouveau-Brunswick sont localement associées à des schistes charbonneux de la Formation ordovicienne de Campbell Mountain et à des roches similaires des formations siluriennes de Burnt Corner et de Digdeguash. Quelques venues sont signalées dans des roches sédimentaires charbonneuses du Carbonifère précoce à tardif, en particulier de secteurs à proximité de failles chevauchantes importantes.

On a relevé plusieurs venues de graphite modestes dans différents secteurs du Nord du Nouveau-Brunswick. La région de Miramichi et la partie septentrionale des terranes géologiques de Tobique-Chaleur présentent des environnements géologiques favorables au graphite en tant qu'élément accessoire de diverses formes de minéralisation de sulfures.

### Résumé

Les venues de graphite enregistrées au Nouveau-Brunswick varient entre les types amorphe à lamellaire, ce qui témoigne des effets thermiques d'un métamorphisme de faible à forte intensité ayant affecté les roches carbonatées et sédimentaires charbonneuses riches en éléments

organiques. À l'échelle régionale, les cadres géologiques favorisés pour la formation de graphite sont les secteurs où des roches sources éventuelles de carbone se trouvent le long ou très près du long du périmètre fracturé de roches plutoniques. Le graphite est présent par endroits sous forme d'un minéral accessoire dans des roches hôtes convenables près des principaux systèmes de failles régionaux. Mis à part une ou deux exceptions, il faut considérer la majorité des venues de graphite signalées comme des venues de taille et de valeur limitées à la lumière des normes et des utilisations finales actuelles de l'industrie. Les environnements géologiques favorables dans certains secteurs du Nouveau-Brunswick laissent supposer des possibilités d'extension des ressources disponibles de graphite amorphe présentant un potentiel limité de graphite lamellaire de qualité supérieure.

## Sources sélectionnées

- Anderle, J.P. 1987. Summary progress report for Glenvet Resources Limited, Golden Grove graphite deposit, 21 H/05 (September, 1986–February, 1987). New Brunswick Department of Natural Resources; Minerals, Policy and Planning Division, Mineral Report of Work, 473383, 92 p.
- Clark, T.H. 1921. The origin of graphite. *Economic Geology*, **26**, No. 3, pp. 167–183.
- Dumont, M. 2008. Graphite. *In* Canada Minerals Yearbook 2007. <http://www.nrcan.gc.ca/mms-smm/busi-indu/cmy-amc/content/2007/29.pdf> (accessed January 2009).
- Dunn, S. 2007. Conversion of organic matter to graphite during metamorphism. *In* The Annual Five-College Geology Faculty Symposium abstracts, Department of Geology and Geography, Mount Holyoke College, South Hadley, Massachusetts, USA. <http://www.science.smith.edu/departments/Geology/5Cgeology/Faculty/FacSym07.pdf> (accessed January 2009).
- Johnson, S.C., McLeod, M.J., Barr, S.M., and White, C.E. 2005. Bedrock geology of the Saint John area (NTS 21 G/08), Saint John, Kings, Queens, and Charlotte counties, New Brunswick. New Brunswick Department of Natural Resources; Minerals, Policy and Planning Division, Plate 2005-31.
- Martin G.L. 2003. Gesner's Dream: the trials and triumphs of early mining in New Brunswick. Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum – New Brunswick Branch/G.L. Martin, Fredericton, New Brunswick, pp. 65–67 and 168–169.
- Merchant Research & Consulting, Ltd. 2007. Demand for graphite will be governed by lithium-ion battery market, Birmingham United Kingdom. <http://www.mcgroup.co.uk/researches/G/04/Graphite%20Market%20Research.html> (accessed January 2009).
- Mitchell, C.J. 1993. Flake graphite. Industrial Minerals Laboratory Manual, British Geological Survey, Technical Report WG/92/30, Mineralogy and Petrology Series, 35 p.
- New Brunswick Department of Natural Resources. 2009a. Mineral Occurrence Database. <http://dnre-mrne.gnb.ca/mineraloccurrence> (accessed January 2009).
- New Brunswick Department of Natural Resources. 2009b. Industrial Mineral Database. <http://dnre-mrne.gnb.ca/industrialmineraloccurrence> (under development).
- Olson, D.W. 2009a. Graphite [Advance Release]. *In* 2007 Minerals Yearbook. United States Geological Survey. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/graphite/myb1-2007-graph.pdf> (accessed January 2009).
- Olson, D.W. 2009b. Graphite (Natural). *In* Mineral Commodity Summaries, United States Geological Survey. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/graphite/mcs-2009-graph.pdf> (accessed January 2009).
- Perkins, D. 2002. Mineralogy, 2<sup>nd</sup> Edition. Prentice Hall Publishers, New Jersey, p. 56.
- Spence, H.S. 1920. Graphite. Canada Department of Mines, Mines Branch, No. 511, 197 p.
- Taylor, H.A. 2006. Graphite. *In* Industrial minerals and rocks (7<sup>th</sup> Edition). Edited by J.M. Kogel, N.C. Trivedi, J.M. Barker, and S.T. Krukowski. Society of Mining and Metallurgy, and Exploration Inc., pp. 507–518.
- Taylor, H.A. 2008. Graphite Advocate News. Detailed Outlook Issue No. 30 (May 2008). <http://www.basicmines.com/graphite> (accessed January 2009).
- Tremblay, J.H., and Riddell, W.J. 1987. Report on the Golden Grove deposit for Glenvet Resources Limited, Saint John (March 1987), New Brunswick. New Brunswick Department of Natural Resources; Minerals, Policy and Planning Division, unpublished report, 38 p.
- Wright, W.J. 1939. Report of Provincial Geologist: lead, zinc, copper, gold, silver, nickel, manganese, graphite, coal, antimony, and molybdenum. One Hundred and Second Annual Report of the Department of Lands and Mines for 1938. Province of New Brunswick, pp. 67-76.

---

## Pour d'autres précisions

Pour obtenir plus de renseignements au sujet de la graphite et des autres minéraux commercialisables du Nouveau-Brunswick, veuillez consulter la base de données des venues minérales du MRNNB (NBDNR, 2009a) et sa base de données des minéraux industriels (NBDNR, 2009b), ou communiquez avec :

*mpdgs\_ermpegweb@gnb.ca*

### **Serge Allard**

Géologue

*Serge.Allard@gnb.ca*

Téléphone : 506.462.5082

Direction des études géologiques

Division des terres, des minéraux et du pétrole

Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick

C.P. 6000

Fredericton (N.-B.)

E3B 5H1

**Citation recommandée :** Webb, T.C. and Stewart, H.J. 2009. Le graphite. Ministère des Ressources naturelles du Nouveau-Brunswick, Division des minéraux, des politiques et de la planification, Profil des minéraux commercialisables, no 3, 7 p.