

Le plomb (Pb) est le 36^e élément le plus abondant dans la croûte terrestre, représentant environ 0,0014 % de celle-ci en poids. Le symbole Pb est une abréviation du latin *plumbum*, qui signifie métal mou; le mot anglais *plumbing* est dérivé de cette racine latine. Le plomb est brillant et argenté, avec une très légère teinte bleue, mais il commence à ternir au contact de l'air. C'est pour cette raison qu'on l'incorpore avec des métaux communs, c'est-à-dire ceux qui se corrodent facilement par oxydation. Il a une densité relative élevée de 11,3 g/cm³ et un faible point de fusion de 328 °C. Parmi les autres caractéristiques permettant de l'identifier, on retrouve sa douceur, ductilité et malléabilité, sa faible conductivité électrique (comparativement à d'autres métaux), sa haute résistance à la corrosion et sa capacité d'interagir avec des produits chimiques organiques. Le minéral principal à partir duquel le plomb est produit est la galène (PbS), qui contient 86,6 % de plomb en poids. D'autres minéraux plombifères courants sont la cérusite (PbCO₃) et l'anglésite (PbSO₄). Le plomb apparaît communément dans les minerais contenant du zinc (Zn), de l'argent (Ag) et du cuivre (Cu).



La galène (PbS) est le principal minéral métallifère du plomb

Utilisations

On utilise le plomb depuis au moins 5 000 ans, principalement à cause de sa résistance à la corrosion, de sa ductilité et de sa malléabilité. Ses premiers usages ont été la fabrication de tôle pour les toits et de tuyaux pour le transport de l'eau. À l'heure actuelle, le plomb sert surtout à la production de batteries au plomb-acide, qui représentent environ 85 % de la consommation mondiale. On l'utilise également dans les munitions (grenaille de plomb); dans les métaux pour roulements à billes; comme bardeaux de toiture, solins, bardage et matériau de calfeutrage; comme écran de protection contre les rayonnements; comme poids et lest dans les voiliers; comme revêtement sur les câbles haute tension; comme oxyde dans le verre de cristal; et comme alliage dans le laiton, le bronze et certaines brasures.



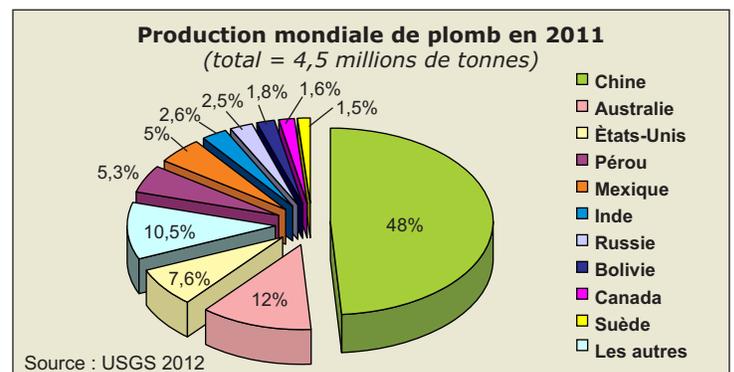
Batterie au plomb-solide scellée



Solin de cheminée au plomb

Production et réserves mondiales

En termes de tonnage, le plomb occupe le 13^e rang parmi tous les métaux produits dans le monde. En 2011, le Canada comptait pour 1,6 % de la production mondiale de plomb, dont 84 % provenait du Nouveau-Brunswick.



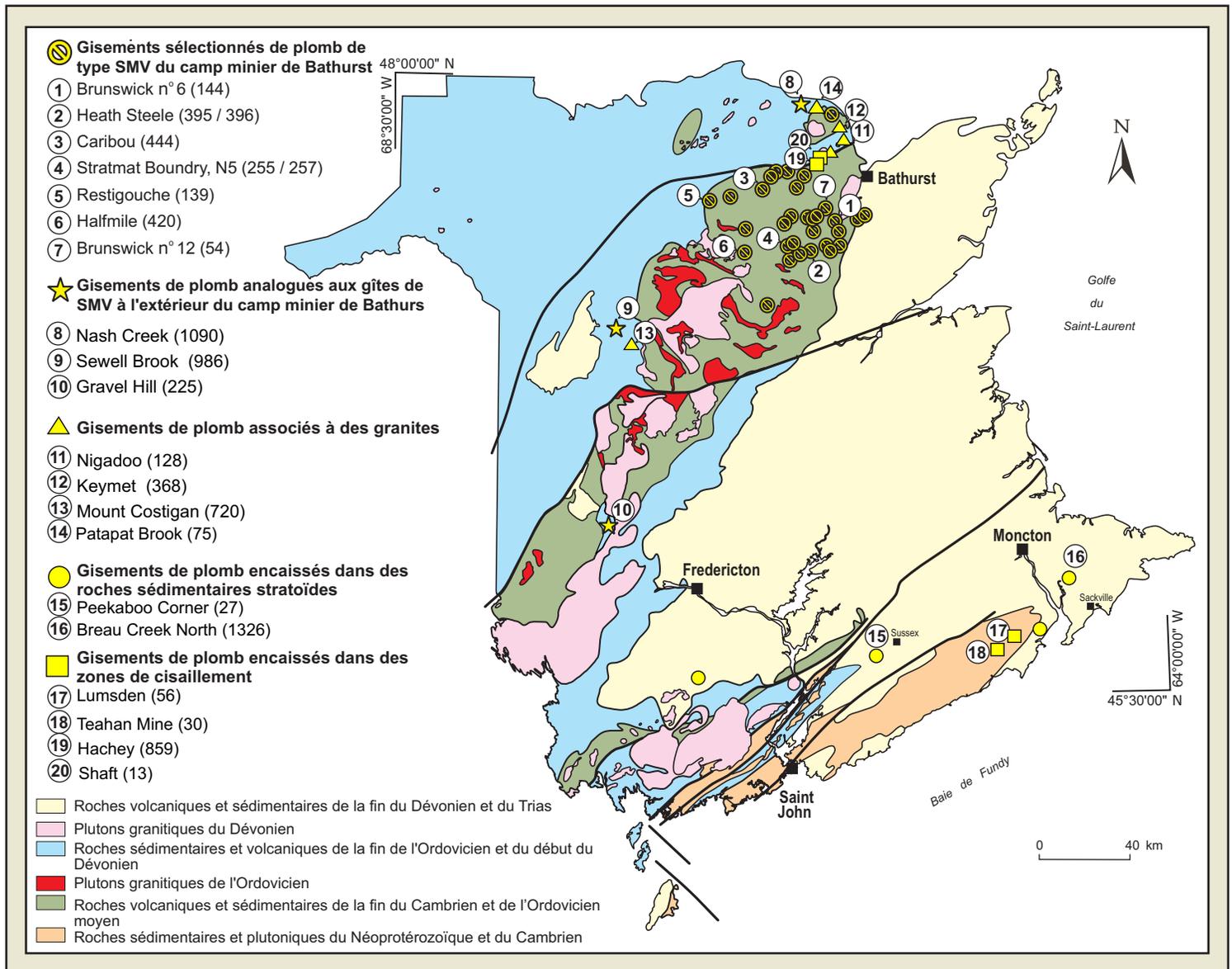


Figure 1. Gisements et venues de plomb au Nouveau-Brunswick. Les chiffres entre parenthèses désignent le numéro d'enregistrement unique attribué dans la Base de données des venues minérales du ministère de l'Énergie et des Mines du Nouveau-Brunswick.

Extraction de plomb au Nouveau-Brunswick

Presque toute la production actuelle et passée de plomb au Nouveau-Brunswick provient du camp minier de Bathurst, situé dans le nord-est de la province et reconnu à l'échelle mondiale (figure 1). Historiquement, le plomb est extrait de mines à ciel ouvert et de mines souterraines à plusieurs gisements de sulfures massifs volcanogènes (SMV) (figure 1), dont les suivants : Brunswick n° 6 (1), Heath Steele (2), Caribou (3), Stratmat (4), Restigouche (5) et Halfmile (6). D'après Lydon (2007), la production historique totale de plomb du camp minier de Bathurst a une valeur approximative de 4 milliards de dollars (en dollars canadiens de 2005). La majeure partie de la production provient de la gigantesque mine souterraine Brunswick n° 12 (7), qui a produit, jusqu'à la fin de 2010, 2,6 millions de tonnes de plomb, ainsi que des quantités appréciables de zinc (Pb), de cuivre (Cu) et d'argent (Ag) (Xstrata, 2012). En 2011, la production de la mine Brunswick n° 12 était de 56 762 tonnes de Pb (Xstrata, 2012). Même si cette mine est censée fermer au début de 2013, la production se poursuit au gisement Halfmile, récemment ouvert, et il reste d'importantes ressources au gisement Caribou et à plusieurs autres gisements plus petits dans le camp minier de Bathurst.

On retrouve également des gisements de type SMV à l'extérieur du camp minier de Bathurst (figures 1 et 2). C'est le cas, par exemple, de Nash Creek (8), de Sewell Brook (9) et de Gravel Hill (10); jusqu'ici, toutefois, ces gisements n'en sont pas encore au stade de la mise en valeur. De plus, une petite quantité de plomb est produite à partir de gisements filoniens polymétalliques associés à des granites, comme ceux de Nigadoo (11) et de Keymet (12), ainsi qu'une petite ressource non mise en valeur à Mount Costigan (13).

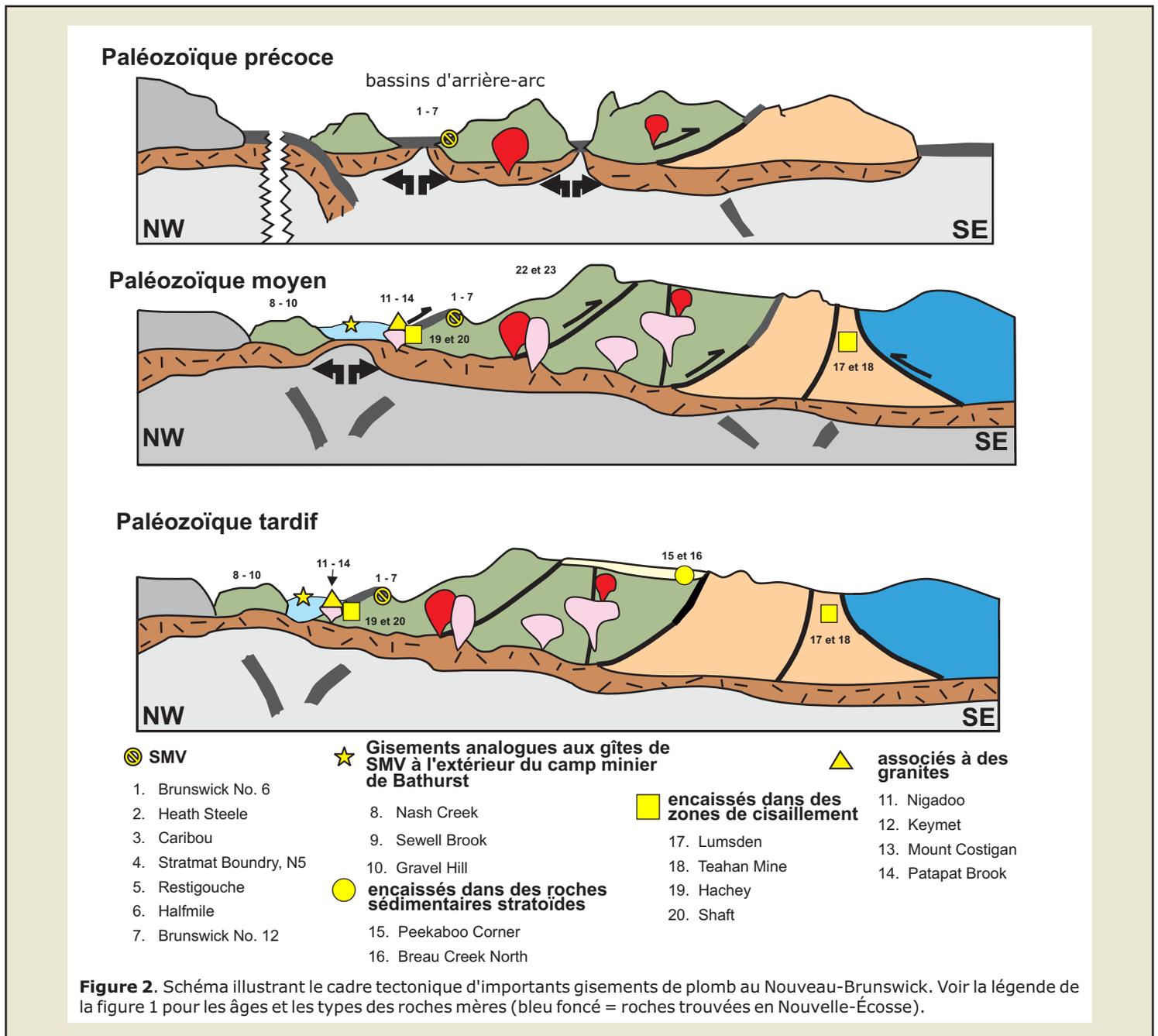
Types de gisements de plomb au Nouveau-Brunswick

Gisements de sulfures massifs volcanogènes

Les ressources en plomb du Nouveau-Brunswick proviennent principalement de gisements de SMV associés aux roches volcanofelsiques (riches en silice) de l'Ordovicien du camp

minier de Bathurst (Franklin et al., 1981; McCutcheon et al., 2003; Goodfellow et McCutcheon, 2003). Les gisements de SMV se forment dans des bassins marins qui sont en voie d'expansion, comme dans les bassins d'arrière-arc où un nouveau plancher océanique est créé par un écartement le long des dorsales océaniques (figure 2, en haut). Dans le cas des gisements de type SMV que l'on trouve à l'extérieur du camp minier de Bathurst, la collision continentale oblique de Laurentie (ancienne Amérique du Nord) et de Gondwana (ancienne Afrique et Amérique du Sud), de l'Ordovicien tardif au Dévonien précoce, a mené à un stress tectonique de distension, donnant lieu à la formation de bassins, à de la sédimentation et à de l'activité volcanique, avec la formation associée de gisements dans le nord-ouest et le centre-ouest du Nouveau-Brunswick. Les gisements de SMV, ainsi que les gisements sédimentaires exhalatifs (SEDEX) qui y sont étroitement associés, représentent un pourcentage important de la production historique mondiale de plomb, ce dernier apparaissant presque exclusivement dans la galène minérale (PbS).

Les gisements de SMV sont des accumulations litées de sulfures ferrifères, plombifères, zincifères, cuprifères et argentifères qui ont précipité à partir de fluides chauds riches en métaux déversés de griffons hydrothermaux (plus communément appelés fumeurs noirs) situés sur le plancher océanique (figure 3). Ces griffons sont généralement groupés, ce qui explique la répartition des 46 gisements connus dans le camp minier de Bathurst, lesquels contiennent collectivement des ressources en sulfures massifs estimées à 500 millions de tonnes, la production historique provenant de sept de ces gisements (figure 1). Ces gisements sont de taille variable, allant de petits corps d'environ 100 000 tonnes à l'immense gisement Brunswick n° 12, de 350 millions de tonnes. De même, les teneurs peuvent grandement varier entre les gisements, allant de gisements ayant des teneurs inférieures à 2 % en Pb + Zn à des gisements à teneurs plus élevées de 4 % en Pb, de 8 % en Zn et de 100 g/t d'argent, comme dans le cas du gisement Brunswick n° 12.



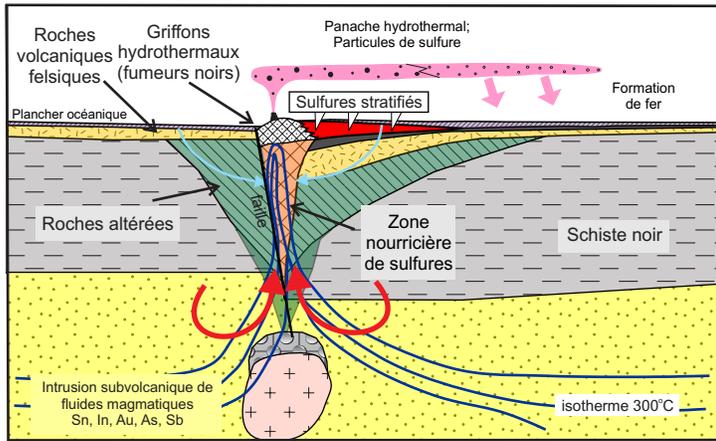


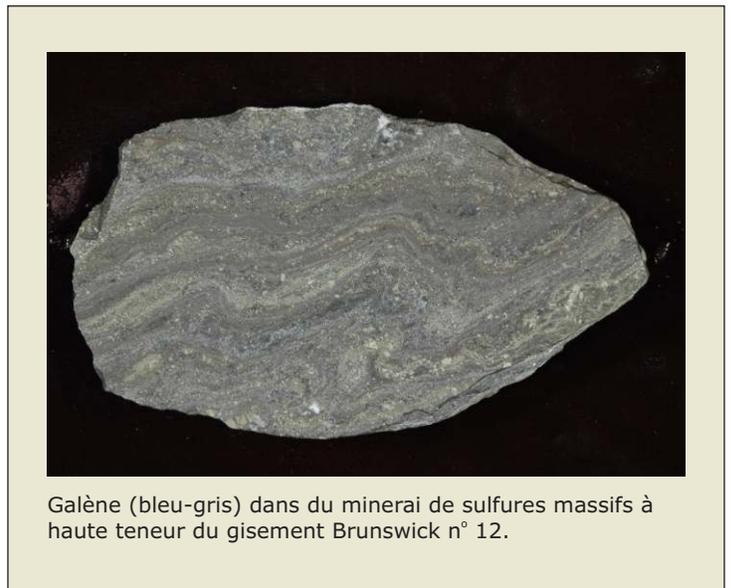
Figure 3. Modèle de la formation des gisements de SMV. Modifié à partir de Goodfellow (2007).

Gisements de plomb associés à des granites

Au Nouveau-Brunswick, les gisements associés à des granites qui contiennent du plomb comprennent trois types de minéralisation : endogranitique, filonien polymétallique et skarnifère (figures 1, 2 et 4). Ces trois types se sont tous formés à partir de fluides hydrothermaux chauds qui ont été produits lors du lent refroidissement et de la cristallisation du magma granitique (riche en silice) au fur et à mesure de son ascension vers la surface de la croûte terrestre pendant le Dévonien. Les fluides riches en éléments volatils, contenant du CO₂, du SO₂ et du H₂S, ainsi que des métaux dissous (dont du plomb, du zinc, du cuivre et des métaux granophiles caractéristiques tels que du tungstène (W), du molybdène (Mo), de l'étain (Sn) et de l'antimoine (Sb)), ont été libérés du magma ascendant alors que diminuait la pression de confinement des roches sous-jacentes. Les fluides en expansion ont fracturé les roches sous-jacentes et l'augmentation soudaine ultérieure de la pression, de même que le refroidissement qui l'a accompagnée, ont favorisé la précipitation d'assemblages complexes de minéraux métallifères.

Les gisements filoniens polymétalliques se forment lorsqu'un gros filon unique de quartz (ou des ensembles de filons de quartz) précipitent des fluides hydrothermaux injectés dans les roches environnantes fracturées entourant les intrusions granitiques. Au Nouveau-Brunswick, on exploite des filons à teneur économique en plomb aux gisements de Nigadoo (11) et de Keymet (12), dans le nord de la province (figures 1, 2 et 4).

Les gisements de plomb associés à des granites qui sont encaissés dans des roches calcaires sont connus comme skarns minéralisés (Dawson, 1996). La minéralisation et l'altération de ces gisements sont généralement de nature stratoïde (stratification concordante) quoiqu'il peut y avoir une minéralisation discordante. Ces gisements sont formés par l'interaction de fluides hydrothermaux métallifères chauds, dérivés de la cristallisation de granites avoisinants, avec les roches calcaires métamorphosées de contact environnantes. La présence de CaCO₃ hautement réactif (calcaire) dans ces systèmes conduit à un ensemble unique de minéraux d'altération, dont la wollastonite, l'épidote, la magnétite et le grenat. Même si le plomb peut être le métal économique dominant dans les skarns minéralisés (Patapat Brook (14); figures 1 et 2), il peut aussi être subordonné à d'autres métaux tels que le cuivre et le zinc. Les skarns minéralisés peuvent avoir une relation spatiale directe avec les intrusions felsiques, tandis qu'ailleurs, cette relation spatiale est moins évidente (Patapat Brook).



Galène (bleu-gris) dans du minerai de sulfures massifs à haute teneur du gisement Brunswick n° 12.

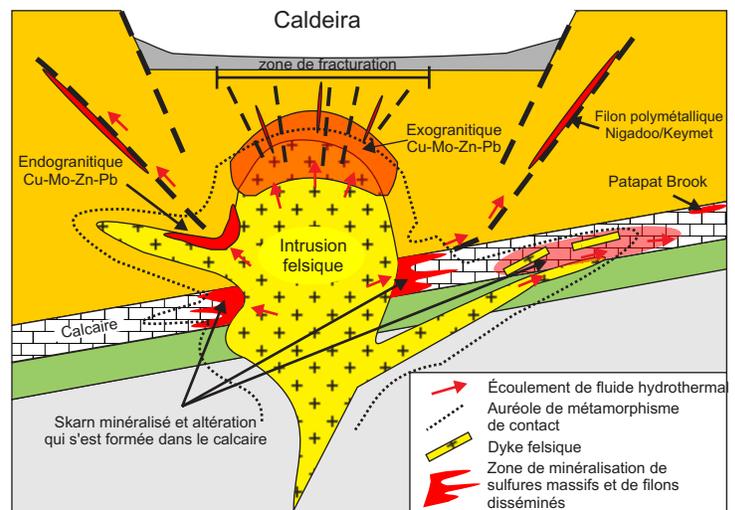


Figure 4. Modèle mettant en relation une minéralisation de plomb de type skarnifère et filonien polymétallique à des intrusions granitiques, avec les exemples cités dans le texte. À noter qu'aucun exemple important n'a encore été trouvé au Nouveau-Brunswick d'un gisement de plomb endo et exogranitique.

Gisements de plomb encaissés dans des zones de cisaillement

Le plomb apparaît également sous forme de galène dans les filons de quartz encaissés dans des zones de cisaillement. Ces filons surviennent dans des roches plus anciennes qui ont été soumises à un intense cisaillement près de grands systèmes de failles. Il existe deux gisements de ce genre dans des roches du Néoprotérozoïque dans le sud du Nouveau-Brunswick (figures 1 et 2). L'ancienne mine Teahan (18) a été exploitée pour son cuivre dans les années 1880 et elle contiendrait jusqu'à 1 % de plomb et de zinc combinés, tandis que le gisement de Lumsden (17), non loin, contiendrait jusqu'à 1,95 % de plomb. Il est à remarquer que les rapports minerai-métal et les associations de roches hôtes donnent à penser que les gisements de Teahan et de Lumsden pourraient avoir été à l'origine des gisements de SMV avant d'être concentrés dans les zones de cisaillement. Dans le nord du Nouveau-Brunswick, les gisements de Hachey (19) et de Shaft (20) sont encaissés dans les roches sédimentaires de l'Ordovicien immédiatement adjacentes à la faille Rocky Brook-Millstream et pourraient représenter aussi des gisements encaissés dans les zones de cisaillement.

Gisements de plomb encaissés dans des roches sédimentaires stratoïdes

Un certain nombre de venues de plomb sont encaissées dans les roches sédimentaires du Carbonifère du bassin des Maritimes. Les fluides métallifères de température relativement faible (moins de 150 °C), qui sont responsables de la formation de ces gisements, étaient à l'origine des fluides interstitiels dans des sous-bassins sédimentaires marins peu profonds (figure 5). Ces fluides circulent dans des lits poreux très profonds dans la subsurface et peuvent migrer vers la surface le long de cassures structurelles (failles). Lorsque ces fluides entrent en contact avec des lits sédimentaires qui sont en déséquilibre chimique avec le fluide métallifère, il peut y avoir précipitation de sulfures de plomb, de zinc et de cuivre. On peut diviser ces gisements stratoïdes de façon générale selon le type de roche hôte (figure 5); ceux qui sont encaissés dans des roches sédimentaires clastiques sont compris dans le type des grès (Sangster, 1996a), tandis que ceux qui sont encaissés dans du calcaire sont compris dans le type de la vallée du Mississippi (Sangster, 1996b).

La venue de Breau Creek North (16; figures 1, 2 et 5) représente une minéralisation de plomb du type des grès. Le

carbone organique que l'on retrouve dans les billes fossilisées dans le grès terrestre du Carbonifère tardif à cet endroit a interagi avec des saumures métallifères souterraines qui ont déclenché la précipitation de sulfures de plomb et de zinc par la réduction de l'ion sulfate (SO_4^{2-}) en ion sulfure (S^{2-}) (figures 2 et 5). Cette venue contient des teneurs allant jusqu'à 0,1 % en Pb et de 1,28 % en Zn (St. Peter et Johnson, 2009).

La venue de Peekaboo Corner (15; figures 1, 2 et 5) est le meilleur exemple d'une minéralisation de plomb du type de la vallée du Mississippi au Nouveau-Brunswick, mais elle a des teneurs relativement faibles (l'intervalle le plus large est de 0,7 % en Pb et de 0,2 % en Zn sur une distance de 54 m; Woods, 1992). Les roches mères sont des lits marins de calcaire peu profonds qui reposent en discordance sur des roches volcaniques du Néoprotérozoïque qui ont été soulevées le long d'une faille pour former un bombement (figure 5). La minéralisation de plomb-zinc survient dans une brèche volcanoclastique cimentée par du carbonate qui repose directement sur le socle rocheux. Les sulfures de plomb-zinc ont précipité lorsque la saumure métallifère s'écoulant le long des lits de grès perméables (poreux) a rencontré la faille et migré vers le haut pour interagir avec les lits de calcaire reposant sur le bombement.

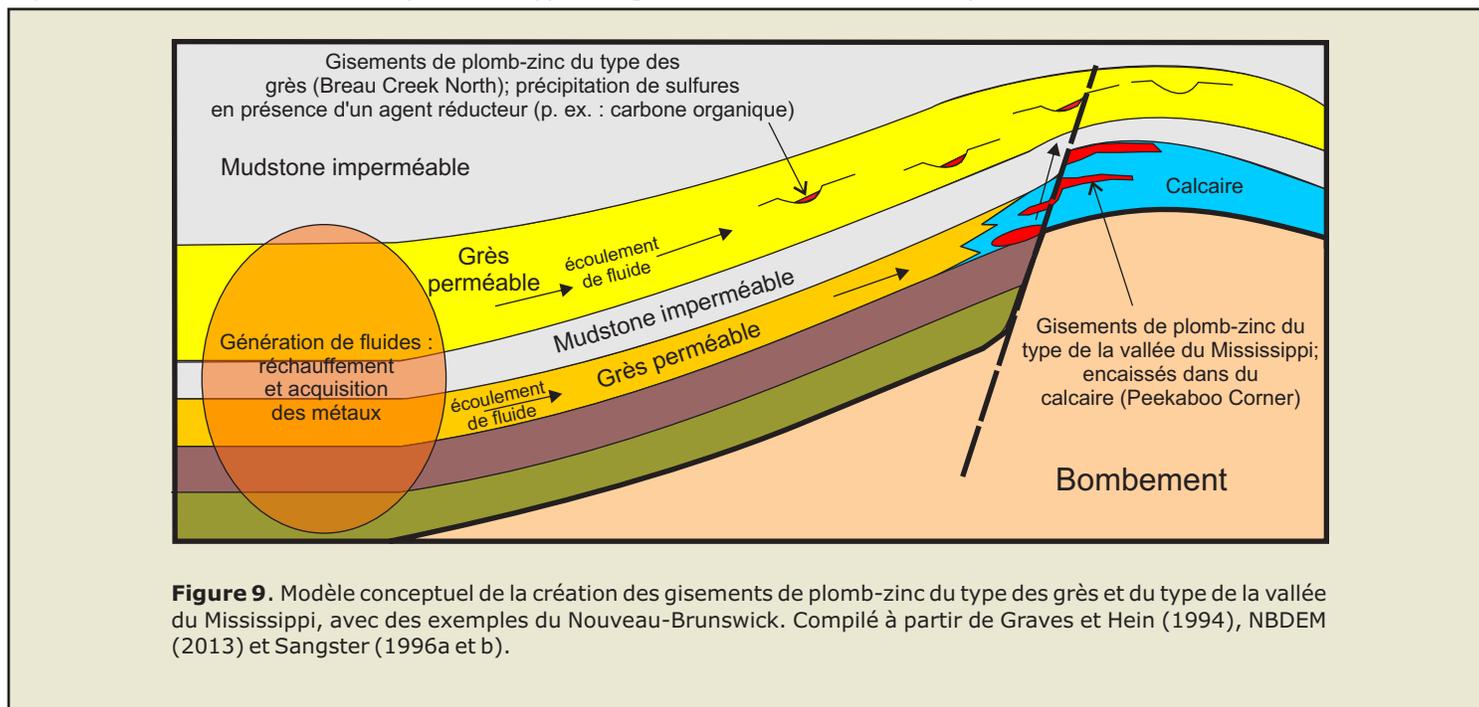


Figure 9. Modèle conceptuel de la création des gisements de plomb-zinc du type des grès et du type de la vallée du Mississippi, avec des exemples du Nouveau-Brunswick. Compilé à partir de Graves et Hein (1994), NBDEM (2013) et Sangster (1996a et b).

Résumé

La diversité géologique du Nouveau-Brunswick a créé des conditions favorables à la formation de plusieurs types de gisements de plomb. Ces derniers se sont formés en réponse à quatre principaux événements géologiques : 1) l'ouverture d'un bassin d'arrière-arc sur la marge sud de l'océan Iapetus a donné lieu à la formation des gisements de SMV de l'Ordovicien du camp minier de Bathurst, dans le nord de la province; 2) le rifting continental qui a suivi la fermeture de l'océan Iapetus et la collision continentale oblique de Gondwana (ancienne Afrique et Amérique du Sud) et de Laurentie (ancienne Amérique du Nord) ont mené à la formation des gisements de type SMV du Dévonien précoce dans le nord-est et le centre-ouest du Nouveau-Brunswick, 3) l'emplacement des magmas granitiques créés par la collision continentale et la construction consécutive des Appalaches a conduit à la formation des divers gisements associés à des granites (endogranitiques, filoniens polymétalliques et skarnifères) du Dévonien; et 4) les mouvements de failles au cours des derniers stades de la construction des Appalaches ont entraîné la formation des divers gisements de plomb encaissés dans les roches sédimentaires stratoïdes du Carbonifère. Des gisements de plomb encaissés dans des zones de cisaillement surviennent à l'intérieur ou à proximité des failles dans les roches plus anciennes (Néoprotérozoïque et Ordovicien) qui ont connu une longue période de déformation.

Sources sélectionnées

- Dawson, K.M. 1996. Skarn zinc-lead-silver. *In* Geology of Canadian Mineral deposit types. *Edited by* O.R. Eckstrand, W.D. Sinclair, and R.I. Thorpe. Geological Survey of Canada, Geology of Canada No. 8, p. 448-459.
- Franklin, J.M. Lydon, J.W. and Sangster, D.F. 1981. Volcanic-associated massive sulfide deposits. *Economic Geology* 75th Anniversary Volume, p. 485-627.
- Goodfellow W.D. 2007. Metallogeny of the Bathurst Mining Camp. *In* Mineral deposits of Canada: A synthesis of major deposit-types, District Metallogeny, the evolution of geologic provinces, and exploration methods. *Edited by* W.D. Goodfellow. Special Publication 5, Mineral Deposits Division, Geological Association of Canada, p. 449-469.
- Goodfellow W.D. and McCutcheon, S.R. 2003. Geological and genetic attributes of volcanic associated massive sulfide deposits of the Bathurst Mining Camp, northern New Brunswick- a synthesis. *In* Massive sulfide deposits of the Bathurst Mining Camp, New Brunswick and northern Maine. *Edited by* W.D. Goodfellow, S.R. McCutcheon, and J.M. Peter. *Economic Geology Monograph* 11, p. 245-302.
- Graves, M.C. and Hein, F.J. 1994. Compilation, synthesis, and stratigraphic framework of mineral deposits within the basal Windsor Group, Atlantic Provinces, Canada. Geological Survey of Canada Open File 2914, 485 p.
- Lydon, J.W. 2007. An overview of the economic and geological contexts of Canada's major mineral deposit types. *In* Mineral deposits of Canada: A synthesis of major deposit-types, District Metallogeny, the evolution of geologic provinces, and exploration methods. *Edited by* W.D. Goodfellow. Special Publication 5, Mineral Deposits Division, Geological Association of Canada, p. 3-48.
- McCutcheon, S. R., Luff, W.M. and Boyle, R.W. 2003. The Bathurst Mining Camp, New Brunswick, Canada: History of discovery and evolution of geological models. *In* Massive sulfide deposits of the Bathurst Mining Camp, New Brunswick and northern Maine. *Edited by* W.D. Goodfellow, S.R. McCutcheon and J.M. Peter. *Economic Geology Monograph*, 11, p. 17-36.
- New Brunswick Department of Energy and Mines 2013. New Brunswick mineral occurrence database. Minerals and Petroleum Division. <http://dnre-mrne.gnb.ca/mineraloccurrence/>. Accessed 2012.
- Sangster, D.F. 1996a. Sandstone lead. *In* Geology of Canadian Mineral deposit types. *Edited by* O.R. Eckstrand, W.D. Sinclair, and R.I. Thorpe. Geological Survey of Canada, Geology of Canada No. 8, p. 220-223.
- Sangster, D.F. 1996b. Mississippi Valley type lead-zinc. *In* Geology of Canadian Mineral deposit types. *Edited by* O.R. Eckstrand, W.D. Sinclair, and R.I. Thorpe. Geological Survey of Canada, Geology of Canada No. 8, p. 253-261.
- St. Peter, C. and Johnson, S. 2008. Stratigraphy and structural history of the late Paleozoic Maritimes Basin in southeastern New Brunswick (NTS 21H/9, 10, 14, 15, 16 and 21I/01, 02). New Brunswick Department of Natural Resources, Lands, Minerals and Petroleum Division, Open File Report 2008-8, 275 p.
- USGS 2012. United States Geological Survey mineral commodity summaries 2012: U.S. Geological Survey, p. 198.
- Woods, G.A. 1992. Report of Work Peekaboo Corner Claim Group for Brunswick Mining and Smelting New Brunswick Department of Natural Resources, Lands Minerals and Petroleum, Mineral Assessment Report 474244.
- Xstrata 2012 annual report <http://www.xstrata.com/media/news/2012/01/31/0800CET/pdf> (accessed July 2012).

Pour d'autres précisions

Pour obtenir d'autres précisions sur le plomb et d'autres produits minéraux du Nouveau-Brunswick, prière de consulter la Base de données des venues minérales du ministère de l'Énergie et des Mines du Nouveau-Brunswick (NBDEM, 2013), ou communiquer avec :

mpdgs_ermpegweb@gnb.ca

Jim A. Walker, géosc.

Géologue des gîtes minéraux métalliques (Nord)

Jim.Walker@gnb.ca

Téléphone : 506.547.2070

Kathleen G. Thorne, géosc.

Géologue des gîtes minéraux métalliques (Sud)

Kay.Thorne@gnb.ca

Téléphone : 506.444.2309

Direction des études géologiques

Division des minéraux et du pétrole

Ministère de l'Énergie et des Mines du Nouveau-Brunswick

C.P. 6000

Fredericton (N.-B.)

E3B 5H1

Citation recommandée : Walker, J.A. 2013. Le plomb. Ministère de l'Énergie et des Mines du Nouveau-Brunswick, Division des minéraux et du pétrole, Profil des minéraux commercialisables, no 10, 6 p.