



Photo: Christian Tremblay

Granulats denses

Production

MARS 2016

GARNULATS DENSES

Fiche d'information minérale

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

Introduction

Les granulats denses peuvent être constitués d'un ensemble de minéraux lourds tels que la barytine, l'hématite, la magnétite ou l'ilménite. Pour faire partie du matériel considéré, l'assemblage de minéraux denses doit avoir une densité supérieure à 3,5 et constituer une proportion majoritaire de la roche.

La **magnétite** est l'un des principaux minerais de fer (Foucault et Raoult, 2010) et correspond à un oxyde de fer de formule chimique Fe_3O_4 de couleur noir métallique à noir brunâtre. La magnétite se retrouve dans les roches ignées ou sous forme de bandes dans les roches **anorthositiques**. C'est un minéral **ferromagnétique** qui agit sur l'aiguille aimantée d'une boussole.

La **barytine** ou sulfate de baryum (du nom latin *barus* qui veut dire lourd), est un minéral de formule chimique $BaSO_4$ incolore ou blanc. Elle présente un éclat vitreux qui peut être teinté de jaune blond, de brun, de rouge ou de bleu s'il y a présence d'oxyde de fer, de sulfures ou de matière organique (Foucault et Raoult, 2010). Sa densité est de 4,5 et sa dureté est faible variant de 2,5 à 3,5 sur l'échelle de Mohs. Elle peut prendre la forme de cristaux aplatis ou de lamelles.

L'**hématite**, pour sa part, est un oxyde de fer de formule chimique Fe_2O_3 de couleur noir à gris

acier. On le trouve sous la forme de massif ou en filon dans les roches magmatiques alcalines et dans les roches métamorphiques (Foucault et Raoult, 2010). Sa densité est de 5,3 et sa dureté varie de 5,5 à 6,5 sur l'échelle de Mohs.

L'**ilménite** est un oxyde de fer et titane de formule chimique $FeTiO_3$ de couleur noir métallique à noir brunâtre et de densité de 4,7. Elle est commune dans les roches métamorphiques et magmatiques ignées (Foucault et Raoult 2010).

Tableau 1: Propriété chimique et physique des minéraux constituant les granulats denses (Foucault et Raoult, 2010).

Nom	Formule chimique	Densité	Couleur
Magnétite	Fe_3O_4	5,2	Noir métallique à noir brunâtre
Barytine	$BaSO_4$	4,5	Blanc ou incolore
Hématite	Fe_2O_3	5,2	Noir à gris acier
Ilménite	$FeTiO_3$	4,7	Noir brun

Contexte de formation

Les oxydes de fer sont très abondants. Ils peuvent se former et se concentrer dans différents contextes géologiques. Par exemple,

les massifs de roches anorthositiques constituent des formations ignées propices à contenir des dépôts d'oxydes de fer et titane. Ces roches anorthositiques se forment par cristallisation fractionnée à partir d'un **magma** (Arndt, 2013). Le liquide résiduel plus dense et riche en magnétite produira les dépôts sous forme de lentille (Fig. 1).

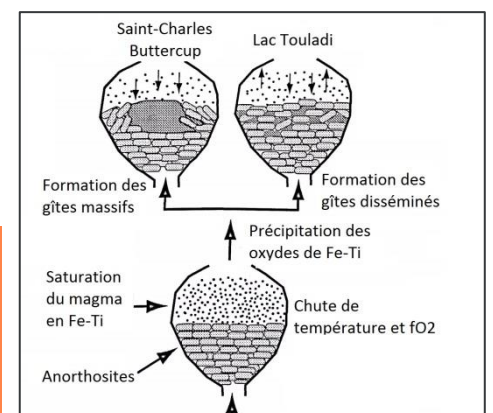


Figure 1 : Modèle de formation des anorthosites et des dépôts associés (Modifiée de Bachari, 2004).

Utilisation des granulats denses

Les granulats denses entrent dans la fabrication de plusieurs matériaux tels que le béton lourd, les bassins de filtration de l'eau et les **matériaux de charge**. Ils peuvent également servir à faciliter le stockage de la chaleur.

La **barytine** peut être utilisée dans plusieurs domaines :

- Industrie pétrolière : comme additif dans les boues de forage ;
- Industrie chimique : pour la fabrication des dérivés de baryum tels que les carbonates, chlorures et oxydes ;
- Industrie métallurgique : pour améliorer la durée de vie des fours électriques ou encore comme durcisseur d'acier et de fondant de soudure ;
- Industrie de l'automobile : comme charge inerte dans les matériaux de friction ;
- Industrie de la construction : notamment pour la production de béton dense (MERN, 2013).

La **magnétite** peut être utilisée pour la filtration de l'eau et comme additif dans le béton. Sous forme d'agrégat dans la portion d'un mélange de béton, la magnétite augmente de deux fois la densité par rapport à celle d'un béton standard. Cette propriété en fait un matériau usuel pour la construction des centrales nucléaires ainsi que pour la fabrication de briques de constructions ayant la propriété d'atténuer les effets des rayons « X », en salle de radiologie. De plus, le béton lourd peut être utilisé comme contreponds pour les grues de levage et autres équipements de ce type (Micrex Development Corp., 2011). L'utilisation de granulats denses dans les lits de sable et de gravier par les usines de traitement des eaux municipales permet de réaliser une filtration plus efficace. Par exemple, les agrégats de **magnétite** favorisent un meilleur nettoyage. La **magnétite** peut être ajoutée sous forme de poudre très fine au mélange de plastique pour en augmenter le poids. Il s'agit d'un marché relativement nouveau. Il est basé sur la recherche de certains plastiques denses pour un produit à usage final spécifique où un poids élevé est nécessaire.

L'**hématite** est utilisée dans la production de fer métallique et dans la fabrication de pigments rouges, de peinture et de colorant pour béton. L'hématite de variété spéculaire (spécularite) est utilisée comme abrasif dans le sablage au jet (MERN, 2013a).

On l'utilise également dans les bétons de haute densité, les boues de forage pétrolier ainsi que dans les pigments minéraux comme produits anticorrosifs. L'hématite entre dans la production de fer métallique et dans la coloration du béton (MERN, 2013a).

Production mondiale de granulats denses

Il existe très peu de statistiques concernant la production de granulat dense. La Commission géologique des États-Unis (USGS) traite uniquement de la barytine. Selon Miller (2015) la production minière mondiale de **barytine** en 2014 a été estimée à 9,26Mt. Ce sont la Chine (44%), l'Inde (17%) le Maroc (11%) et les États-Unis (8%) qui produisent 80% de la quantité de barytine (Fig.2). La majorité de la consommation de barytine aux USA est utilisée comme produit de charge dans les fluides pour les forages d'huile et de gaz naturel (Miller, 2015). En 2013, le prix moyen à la tonne aux USA était de 113\$ US. La Chine qui produit de la barytine de grade chimique coûte à l'importation aux USA de 161\$ à 180\$ la tonne.

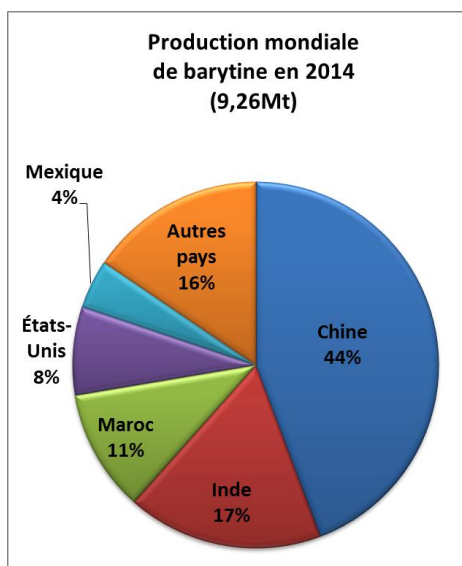


Figure 2 : Production mondiale de barytine en 2014 sur un total de 9,26Mt (Données tirées de Miller, 2015).

Les principales compagnies de produit de béton proposent le béton dense dans leurs produits spécialisés sans préciser leurs sources d'approvisionnement. Le prix payé pour ce matériel est généralement égal ou inférieur au prix du minerai de fer. Il s'agit donc d'un matériel à faible coût à la tonne. Il faut donc des conditions favorables pour l'extraction et la localisation du **gîte** par rapport aux infrastructures de transport et du marché (Fairmont Ressource, 2015).

Localisation géographique des gîtes et des indices de granulats denses au Saguenay-Lac-Saint-Jean

La région du **Saguenay-Lac-St-Jean** compte plusieurs petits **gîtes** d'oxydes massifs qui pourraient être intéressants pour le marché des granulats denses. Trois de ces **gîtes** sont actuellement évalués pour cet usage. Il s'agit du **gîte** Saint-Charles-de-Bourget de l'entreprise *Micrex Development Corp*, et des **gîtes** du Lac Élan et Buttercup de l'entreprise *Fairmont Ressources* (Fig.3). Ces **gîtes** sont constitués de lentilles d'oxydes massifs pouvant avoir jusqu'à 30 mètres d'épaisseur. La densité de ces oxydes est de deux fois supérieures à celle d'une roche granitique ou sédimentaire. Le **gîte** de Saint-Charles-de-Bourget contient des concentrations élevées en **magnétite** (Fe_3O_4), en ilménite ($FeTiO_3$) et en apatite ($Ca_5(PO_4)_3$), et des quantités significatives en terres rares (Micrex Development Corp., 2011).

Où chercher la substance au Saguenay-Lac-Saint-Jean?

L'**anorthosite** du Lac-Saint-Jean couvre 20000km² de superficie et contient plusieurs dépôts d'oxydes de fer et de titane.

Potentiel de production

Les granulats denses, même spécialisés, constituent des productions de faible valeur à la tonne. Pour être exploitables, les **gîtes** doivent être à proximité des infrastructures routières et directement à la surface. Le matériel doit posséder les bonnes spécifications physiques et chimiques.

La région du **Saguenay-Lac-Saint-Jean** présente plusieurs conditions favorables pour la production de granulat dense. Par conséquent, les **gîtes** les plus favorables sont ceux constitués d'oxydes massifs localisés près de la surface, ce qui permet une extraction impliquant un minimum de coût. Certains des **gîtes** de fer et de titane connus (tels ceux nommés plus haut) possèdent les bonnes caractéristiques de départ, ils se localisent près des infrastructures et sont constitués d'oxydes massifs affleurant à la surface.

La production de granulats denses se compare à l'exploitation d'une carrière classique. Les opportunités sont au niveau de l'exploitation (dynamitage, concassage). Par exemple, pour le **gîte** du Lac Élan, Fairmont Ressource exportera la production par bateau. Par conséquent, le transport entre la carrière et le port sera un volet important (Fairmont Ressource, 2015).

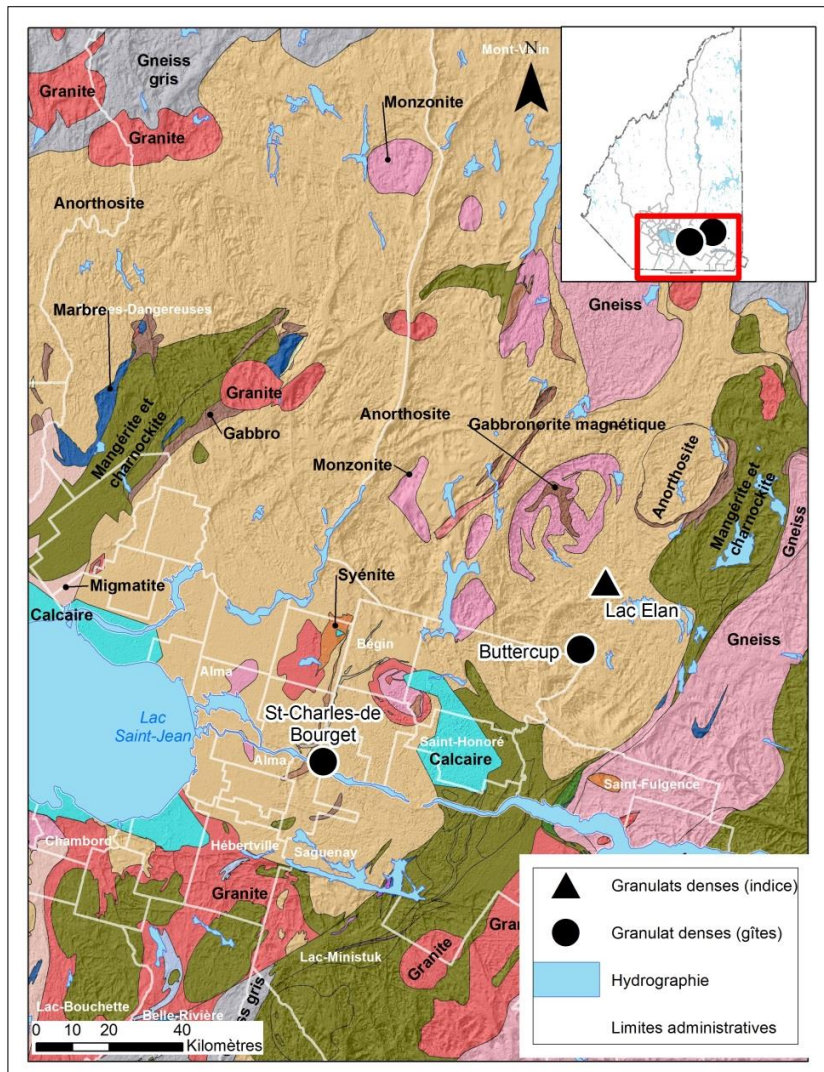


Figure 2: Localisation des gîtes de granulats denses (SIGÉOM, 2015 et CRRNT, 2011 / carte géologique : Intégration CONSOREM 2016, modifiée de SIGEOM 2015 et de CERM-PACES 2013). Carte géologique en ligne à www.crm-slsj.ca

GLOSSAIRE

Anorthosite : n.f. – Roche magmatique plutonique grenue, blanchâtre à grise ou noire formée à 90% de minéraux de plagioclases (ex : labrador) et de cristaux isolés rares (ex : grenat). On la retrouve dans certains boucliers précambriens (Canada, Norvège, Afrique du Sud) comme roche intrusive riche en illménite et en cuivre (Foucault et Raoult, 2010). Adj. Anorthosique ou anorthositique.

Ferromagnétique : adj. – S'applique à un corps contenant du fer, du nickel, ou du cobalt, et qui est attiré par les aimants (ex : magnétite) (Foucault et Raoult, 2010).

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).

Magma : n.m – Liquide à haute température qui donne des roches par solidification, soit a une certaine profondeur au cours d'un refroidissement lent (roches plutoniques), soit en surface par refroidissement rapide de laves (roches volcaniques). Magma basaltique est basique et sous-saturé car pauvre en silice avec présence de minéraux ferromagnésiens abondants (Foucault et Raoult, 2010).

Matériaux de charge : Un minéral ou composé qui est ajouté à un produit (par exemple plastique, papier, peinture) pour en modifier les propriétés.

RÉFÉRENCES

Arndt, N., 2013. *The formation of massif anorthosite: Petrology in reverse*, Geoscience Frontiers, volume 4, no.2 pages 195-198 [Enligne][<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1674987112001053>], consulté en décembre 2015].

Bachari, H., 2004. *La genèse des dépôts d'oxydes de fer, titane et vanadium associés aux anorthosites massives de la région de Lac-Saint-Jean et de la région de Havre Saint-Pierre, Québec, Canada*. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, Chicoutimi, Québec, 151 pages.

CERM-PACES, 2013. Résultats du programme d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de la région Saguenay-Lac-Saint-Jean. Centre d'études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi.

CRRNT (Commission régionale sur les ressources naturelles et le territoire), 2011. Portrait de la ressource minérale du Saguenay-Lac-Saint-Jean. 144 pages et annexes.

Faimount Ressources, 2015. *Lac Elan* [En ligne][<http://www.fairmontresources.ca/project-s-lac-elan.php>], consulté en juillet 2015.

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

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

MERN, 2013. Les mines, *Barytine : propriétés, usages et types de gisement* Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles Québec. [Enligne][<https://www.mern.gouv.qc.ca/mines/industrie/mineraux/mineraux-proprietes-barytine.jsp>], consulté en décembre 2015

MERN, 2013a. *Gros plan sur la Côte-Nord, Indices ou gisements de minéraux industriels sur la Côte-Nord*. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles Québec [En ligne] [<https://www.mern.gouv.qc.ca/cote-nord/information/mines-indices-gisements.jsp>], consulté en décembre 2015

Micrex Development Corp, 2011. *St. Charles de Bourget Deposit, Near Saguenay, Québec*, NI 43-101 Report, Magnetic Survey Map [En ligne] [<http://mixcorp.com/index.php/projects/st-charles-deposit>], consulté en juillet 2015.

Miller, M. 2015, Barite. US geological survey, Mineral Commodity Summara, february 2014 [Enligne][<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/barite/mcs-2015-barit.pdf>], consulté en juillet 2015.

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

SIGÉOM, 2015. Carte Interactive, Système d'information géominière du Québec, Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, [Enligne][http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/1108_afchCarteIntr?l=F]



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.

Équipe de réalisation :

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