

Photo: Christian Tremblay (Carbonatite à 2% terres rares)

# Terres rares

## Exploration

TERRES RARES

MARS 2016

# Fiche d'information minérale

par Consortium de recherche en exploration minérale (CONSOREM)

## Introduction

Les terres rares regroupent 17 éléments chimiques qui sont, contrairement à leur nom, relativement abondant dans la croûte terrestre. Quinze d'entre-eux font partie du groupe des lanthanides (ex : lanthanum). Les deux autres sont l'yttrium et le scandium. Les lanthanides se subdivisent en deux grands groupes : les terres rares légères de numéros atomiques 57 à 63 et les terres rares lourdes de numéros atomiques de 64 à 71. Les terres rares peuvent se retrouver dans les roches composées de carbonates, d'oxydes, de phosphates et de silicates et sont sous la forme de cations trivalents (Gambogi, 2012 et Humphries, 2013).

Tableau 1 : Lanthane (Webmineral, 2014).

Lanthane	Description
Symbole	La
Numéro atomique	57
Couleur	Blanc argenté
État de référence	Solide à 298°K
Minéral principal	Bastnaésite et Monazite

Tableau 2 : Scandium (Webmineral, 2014).

Scandium	Description
Symbole	Sc
Numéro atomique	21
Couleur	Blanc argenté
État de référence	Solide à 298°K
Minéral principal	Thortveitite

Tableau 3 : Yttrium (Webmineral, 2014).

Yttrium	Description
Symbole	Y
Numéro atomique	39
Couleur	Blanc argenté
État de référence	Solide à 298°K
Minéral principal	Xénotime

## Contexte de formation

Les terres rares se comportent de manière incompatible au cours des processus magmatiques. Cette particularité permet aux terres rares de se concentrer dans les magmas silicatés résiduels (Lichtervelde et al., 2006). L'exploitation des principaux gisements de terres rares se fait à partir de carbonatites et, plus accessoirement, à partir de granites

différenciés riches en terres rares (BRGM, 2014).

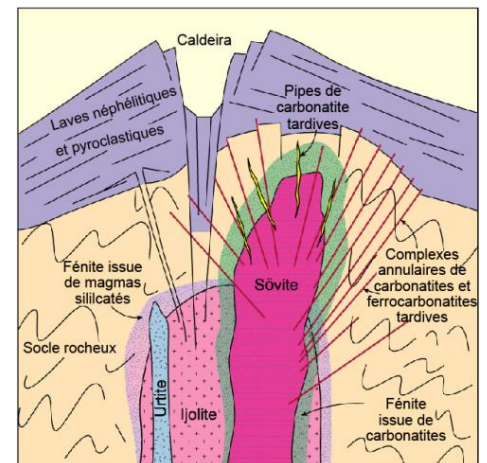


Figure 1: Vue en coupe schématisée d'une carbonatite alcaline (DemaiFFE, 2008, image modifiée de Winter d'après Le Bas, 1987 et Winter, 2001, p.176).

Au Saguenay-Lac-Saint-Jean, le gîte travaillé des Terres Rompues à Shipshaw présente des terres rares qui se retrouvent dans un filon de carbonatite principalement dolomitique qui recoupe des syénites quartzifères et des roches de composition granitique (SIGÉOM, 2016).

**Utilisation des terres rares**

L'utilisation des terres rares est vaste, soit raffinage du pétrole, fabrication du verre, céramiques, batteries rechargeables, baladeurs numériques, écrans ACL, armement et industrie de l'automobile (Humphries, 2013). Les terres rares apportent des particularités aux matériaux tels que le magnétisme, la luminescence et la solidité. Selon le BRGM, (2014), les aimants permanents sont l'application qui nécessitent le plus de terres rares à l'échelle mondiale. Ces aimants sont utilisés pour la fabrication de moteurs, générateurs électriques (ex : éolienne) et dispositifs acoustiques. Les céramiques utilisées pour les pots catalytiques des voitures utilisent du Cérium (Ce). Les batteries composées de nickel métal hydrique sont constituées d'un alliage lanthane-pentanickel (LaNi<sub>5</sub>) (BRGM, 2014).

**Production mondiale des terres rares**

La production mondiale totale des terres rares en 2014 a été de 110 000 tonnes métriques. La Chine détient la part la plus importante en matière de production minière des terres rares, soit 85% (Gambogi, 2015). Son gisement le plus important est celui de Bayan Obo en Mongolie Intérieure (BRGM, 2014). Les autres pays producteurs sont les États-Unis (6%), l'Inde (3%), l'Australie (2%) et la Russie (2%) (Gambogi, 2015) (Fig. 2). Le minéral bastanésite est le principal minéral extrait pour les terres rares (lanthanides) produit par la Chine et les États-Unis (Gambogi, 2015).

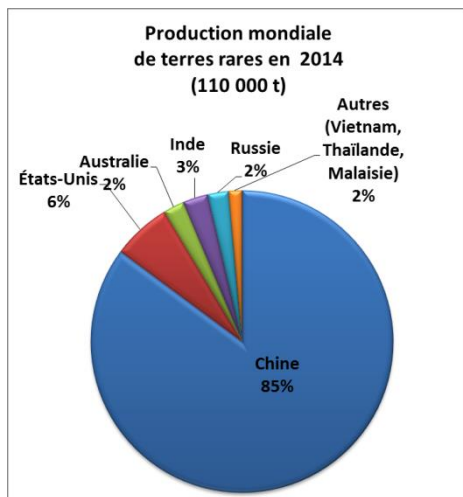


Figure 2 : Production mondiale pour les terres rares en 2014 sur un total de 110 000 tonnes métriques (Données tirées, Gambogi, 2015).

La demande en terres rares dans le monde pourrait atteindre 210 000 tonnes par année en 2025 (Caifeng, 2010, cité par Humphries, 2013, page 4). «L'Industrial Minerals Company of Australia (IMCOA) estime pour sa part que la Chine serait en mesure de produire 130 000 tonnes de la demande mondiale par année en

2016» (Humphries, 2013, page 4). Une demande estimée entre 30 000 à 80 000 tonnes serait donc à combler par d'autres sources (Humphries, 2013, page 4).

**La criticité**

La criticité montre la relation entre le risque d'approvisionnement et son impact sur l'économie. L'évaluation de la criticité doit être mise à jour régulièrement (2-3 ans) puisque plusieurs facteurs l'influencent, notamment les facteurs économiques, humains et géostratégiques. En 2011, la France et les États-Unis ont attribué un indice de criticité élevé (4 sur une échelle de 1 à 4) aux terres rares. La figure 3 présente la criticité pour les énergies renouvelables et le risque de pénurie d'approvisionnement par type de terres rares en France. Cinq de ces éléments sont considérés comme critiques sur une évaluation à moyen terme (période de 5 à 15 ans). À noter que le dysprosium, le neodymium et l'euporium se retrouvent dans un gîte potentiel du Saguenay-Lac-Saint-Jean (voir plus loin).

Criticité des Terres Rares pour les énergies renouvelables en France  
Moyen terme (5-15 ans)

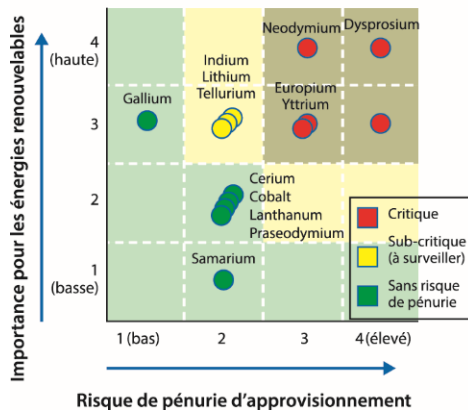


Figure 3 : Tableau de classification des terres rares selon le risque d'approvisionnement et l'importance dans les énergies renouvelables (Modifié de Goffé,

2011).

**Prix**

Le prix de certaines terres rares a explosé en 2011 après l'annonce du gouvernement Chinois de réduire l'exportation de ces produits (figure 4). Les prix sont revenus au niveau d'avant la crise mais demeurent élevés pour certains éléments comme l'euporium et le dysprosium (Gambogi, 2015).

**Localisation géographique des gîtes et des indices de terres rares au Saguenay-Lac-Saint-Jean**

Un des gisements de terres rares au Saguenay-Lac-St-Jean se localise à St-Honoré sur la propriété de la mine Niobec. Les études réalisées en 2011 par la minière IAMGOLD, à cette époque propriétaire du gîte, révèle la présence de Cérium (Ce), Lanthanum (La), Neodymium (Nd), Praseodymium (Pr), Samarium (Sm), Gadolinium (Gd), Europium (Eu), Dysprosium (Dy) et de Terbium (Tb) (IAMGOLD, 2011). D'autres indices sont également connus, soit celui des Terres-Rompus, Lac Jacques, Lac du milieu et Lac du Raton (Fig.5).

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

La région possède une géologie favorable pour découvrir d'autres concentrations de terres rares. En effet, elle comporte d'autres complexes de carbonatites potentiellement propices pour les terres rares. L'entreprise d'exploration DIOS a découvert, en 2010, l'indice des Terres-Rompus dans un complexe de carbonatite de la propriété de Shipshaw à environ 7 km et à 6,2 km au sud-sud-ouest de la mine Niobec (Fig. 5) (DIOS, 2011).

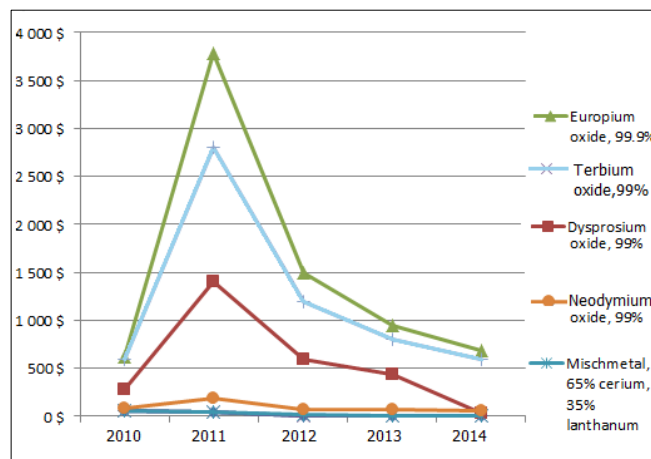


Figure 4 : Évolution des prix pour quelques terres rares de 2010 à 2014 (Données tirées de USGS, 2014).

### Potentiel de développement au Saguenay-Lac-Saint-Jean

Le Saguenay-Lac-Saint-Jean se positionne favorablement avec la mine Niobec qui possède un important gîte de terres rares. Le gîte contient 467 Mt de minerais à teneur de 1,65% pour 7,7 Mt d'oxydes de terres rares (Fontaine, 2012). Le gîte de terres rares de Niobec se localise à environ 800 m du chevalement de la mine Niobec (Fig.5).

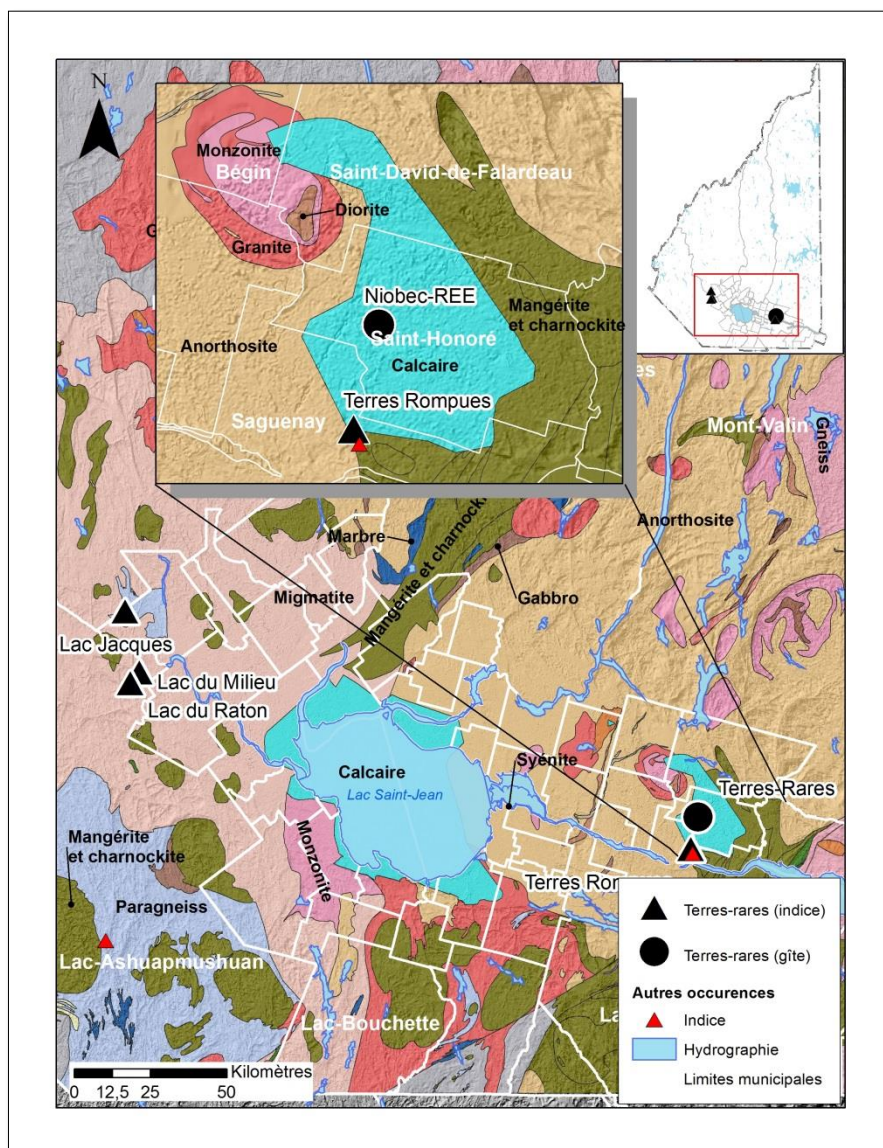


Figure 5 : Localisation des gîtes et des indices de terres rares (SIGÉOM, 2015 et CRRNT, 2011 / carte géologique : Intégration CONSOREM 2016, modifiée de SIGEOM 2015 et de CERM-PACES-SLSJ 2013). Carte géologique en ligne à [www.crm-slsj.ca](http://www.crm-slsj.ca).



## GLOSSAIRE

**Carbonatite**: n.f. – Roche magmatique grenue à aspect de calcaire cristallin car constituée à 80% de grands cristaux de carbonate, tels que la calcite ou la dolomite (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 Canada, 2005).

**Incompatible**: Élément qui, lors de la fusion partielle d'une roche, se concentre préférentiellement dans la phase liquide (Foucault et Raoult, 2010).

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

## RÉFÉRENCES

BRGM, 2014. Panorama 2014 du marché des Terres Rares, Rapport public, BRGM/RP-65330-FR, novembre 2015 [Enligne] [[http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/documents/Panoramas\\_Metaux\\_Strateg/rp-65330-fr-terresrarespublic.pdf](http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/documents/Panoramas_Metaux_Strateg/rp-65330-fr-terresrarespublic.pdf)]

Caifeng, W., 2010. *Global Rare Earth Demande to Rise to 210 000 Metric Tons by 2015*. Bloomberg News, Estimate provided by Wang Caifeng, Secretary General of the Chinese Rare Earth Industry Association., cité par Humphries, 2013.

Demaiffe, D., 2008. Le magmatisme alcalin et carbonatitique: synthèse sur la province paléozoïque de Kola (Russie) et caractéristiques générales du massif protérozoïque de Matongo (Burundi). Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre-Mer 54.2 (2008): 171-196.

DIOS, 2011. Shipshaw, *Terres rares et Niobium*, Dios Exploration. [En ligne] [<http://diosexplo.com/french/shipshaw.php>]

Fontaine, H. 2012. Le Saguenay, royaume des terres rares? La Presse, Affaires, 29 mai 2012 [Enligne] [<http://affaires.lapresse.ca/economie/energie-et-ressources/201205/29/01-4529494-le-saguenay-royaume-des-terres-rares.php>]

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

Gambogi, J. 2012. *Minerals Yearbook, Rare Earths [Advance Release]*, U.S. Geological Survey, Revised February 2015, 13 pages. [Enligne] [[http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare\\_earth/myb1-2012-raree.pdf](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earth/myb1-2012-raree.pdf)]

Gambogi, J. 2015. *Rare Earths*, US. geological Survey, Mineral Commodity Summaries. [Enligne] [[http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare\\_earth/mcs-2015-raree.pdf](http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/rare_earth/mcs-2015-raree.pdf)]

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

Goffé, B., 2011. Les matériaux stratégiques pour l'énergie. [EnLigne] [[http://www.mediachimie.org/sites/default/files/energie\\_Goffe.pdf](http://www.mediachimie.org/sites/default/files/energie_Goffe.pdf)].

Humphries, M., 2013. Rare Earth Elements The Global Supply Chain, CRS Report for Congress, 7-5700, www.crs.gov. R41347, 24 p., [Enligne] [<http://fas.org/sgp/crs/natsec/R41347.pdf>].

Iamgold, 2011. Iamgold Update on Rare Earth Drilling and Assay Results, september 19, 2011. Press Release, [Enligne] [<http://www.iamgold.com/English/contact-us/default.aspx>].

Lichtervelde, Van M. Linnen R., Salvi S., Beziat D., 2006. *The role of metagabbro rafts on tantalum mineralization in the Tanco granitic pegmatite, Manitoba*. The Canadian Mineralogist 44.3 (2006): 625-644.

MERN, 2016. Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec, Gouvernement du Québec 2011-2013, Système d'information géominère du Québec, Substances métalliques, Gîte travaillé Simard, [Enligne] [[http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/l1103\\_index?format=COMPLET&type\\_reqt=U&mode=NOUVELLE&entt=GM&numr\\_utls=1080858&alias\\_table\\_crit=F4E02&mnen\\_crit=NUMR\\_INTER&oper\\_crit=EGAL&valr\\_crit=20006](http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/l1103_index?format=COMPLET&type_reqt=U&mode=NOUVELLE&entt=GM&numr_utls=1080858&alias_table_crit=F4E02&mnen_crit=NUMR_INTER&oper_crit=EGAL&valr_crit=20006)].

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

SIGÉOM, 2015. Fiche substance métallique terres rares, Terres Rompues, GM65544 et

GM66096. [Enligne] [[http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/l1103\\_index?format=COMPLET&type\\_reqt=U&mode=NOUVELLE&entt=GM&numr\\_utls=1289630&alias\\_table\\_crit=F4E02&mnen\\_crit=NUMR\\_INTER&oper\\_crit=EGAL&valr\\_crit=20006](http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/l1103_index?format=COMPLET&type_reqt=U&mode=NOUVELLE&entt=GM&numr_utls=1289630&alias_table_crit=F4E02&mnen_crit=NUMR_INTER&oper_crit=EGAL&valr_crit=20006)]

Webmineral, 2014. Mineralogy Database, Wollastonite, by David Barthelmy [En ligne] [<http://webmineral.com/>, avril 2015].



555, boul. de l'Université  
Chicoutimi, Qc  
G7H 2B1

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

**Équipe de réalisation :**

Christian Tremblay, Géo., CONSOREM  
Brigitte Poirier, geog., CONSOREM  
Réal Daigneault, Ph.D., Ing., Géo., CONSOREM  
Marie-Line Tremblay, ing. M.Sc.A., CONSOREM  
Steve Thivierge, Niobec  
Jean-François Tremblay, Niobec  
Louis Grenier, Niobec

**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.