

Les minéraux industriels et leur utilisation dans la vie courante

N'golo Togola

Plan de la présentation

- Définition
- Principaux types de minéraux industriels
- Charges minérales
- Propriétés et usages des minéraux industriels
- Minéraux industriels au Québec

Minéraux industriels : définition

Le terme **minéral industriel** désigne généralement des **minéraux**, des **roches** ou des **substances** dont les **propriétés physiques** ou **chimiques** sont mises à contribution dans divers **usages**, **produits** ou **procédés industriels**.

Propriétés physiques et chimiques des minéraux

Les **minéraux industriels** servent dans un grand nombre d'industries en raison de leurs **propriétés physiques** et **chimiques** particulières.

Propriétés physiques

Dureté
Densité
Blancheur
Opacité
Conductivité électrique
Conductivité thermique

Propriétés chimiques

Inertie
Stabilité chimique
Réactivité à l'acide

Minéraux industriels



Barytine

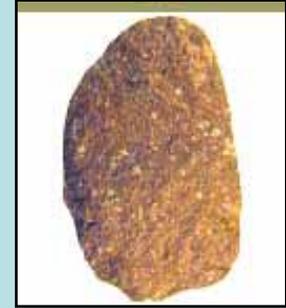


Ilménite

Minéraux



Marbre



Syénite à néphéline

Roches



Ocre



Soufre

Substances

Les propriétés physiques et chimiques des substances minérales définissent leurs utilisations

Produits manufacturés
Procédés industriels

Minéraux industriels

Il existe **plus** d'une **cinquante** de minéraux industriels dont **plus** d'une **trentaine** ont été répertoriés au Québec.

Minéraux industriels

AMIANTE (voir chrysotile)	HALITE	PYROPHYLLITE
ANATASE	HÉMATITE (SPÉCULARITE)	QUARTZ
ANDALOUSITE	ILMÉNITE	RUTILE
ANTIMOINE (minéraux d')	JADE-NÉPHRITE	SERPENTINE
APATITE	KAOLINITE	SILLIMANITE
BASTNAESITE	KYANITE	SOUFRE
BADDELEYITE	LÉPIDOLITE	SPÉCULARITE
BARYTINE	LEUCOXÈNE	SPODUMÈNE
MINÉRAUX D'ALUMINIUM	LITHIUM (MINÉRAUX DE)	MINÉRAUX DE STRONTIUM
BÉRYLLIUM (minéraux de)	MAGNÉSITE	STAUROTIDE
BÉRYL	MAGNÉTITE	SYLVITE
BRUCITE	MAGNÉSIUM (minéraux de)	TALC
CÉLESTITE	MANGANÈSE (minéraux de)	TERRES RARES (minéraux de)
CHROMITE	MINÉRAUX ARGILEUX	TITANE (minéraux de)
CHRYCOTILE	MINÉRAUX DÉCORATIFS	TRÉMOLITE
CORINDON & ÉMERY	MICA	XÉNOTIME-Y
DIAMANT	MONAZITE	VERMICULITE
DIATOMITE	MUSCOVITE	WOLLASTONITE
DIOPSIDE	NÉPHÉLINE	YTTRIUM (minéraux de)
FELDSPATH	OCRE	ZÉOLITE (minéraux de)
FLUORINE	OLIVINE	ZIRCON
GRAPHITE	OXYDE DE FER	
GRENAT	PERLITE (roche volcanique)	
GYPSE		

Minéraux industriels

Sont inclus dans les minéraux industriels : un grand nombre de **minéraux non métalliques**, par exemple:



Apatite



Kyanite



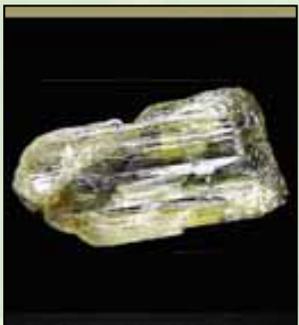
Muscovite



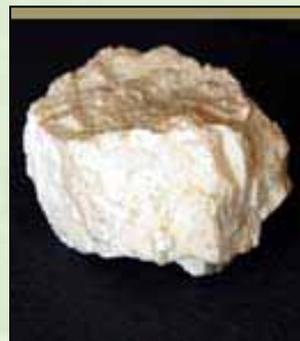
Magnésite



Feldspath



Spodumène



Barytine



Graphite



Talc

Minéraux industriels

Sont inclus dans les minéraux industriels : quelques **minéraux métalliques (oxydes)** dont les principaux sont :



Ilménite



Magnétite



Hématite



Chromite

Il s'agit de minéraux métalliques (**oxydes**) utilisés particulièrement pour des usages non métallurgiques (**pigments, colorants, abrasifs**):

Minéraux industriels

Sont incluses dans les minéraux industriels : les **pierres industrielles (roches)** dont les **principales** sont :



Calcaire



Dolomie



Marbre



Grès quartzifère



Quartzite



Syénite à néphéline



Schiste argileux

Minéraux industriels

Sont incluses dans les minéraux industriels : quelques variétés de **minéraux argileux** dont les importants sont :



Kaolinite



Vermiculite



Bentonite



Hectorite

Minéraux industriels

Sont incluses dans les minéraux industriels : certaines **variétés de sels**



Halite (sel gemme)



Sylvite

Minéraux industriels

Sont exclus des minéraux industriels :

- La plupart des **minéraux métalliques**
- Les **combustibles** (charbon, pétrole)
- Les **eaux minérales**

Charges minérales

Les charges minérales sont des roches ou des minéraux inertes qui, après avoir été finement broyés, sont incorporés dans des produits manufacturés (papier, peinture, plastique, caoutchouc, ciments à joint) dans le but d'améliorer ou de modifier certaines de leurs caractéristiques physiques :



Charge minérale

- blancheur
- opacité
- densité
- rigidité
- résistance électrique
- résistance mécanique
- résistance thermique

Exemple: Le calcaire et le kaolin peuvent être utilisés dans le papier afin d'améliorer la blancheur et l'opacité.

Charges minérales

Les **minéraux** ou les **roches** utilisés comme **charges minérales** sont nombreux, mais **les plus importants** sont :



Talc



Kaolin



Muscovite



Phlogopite



Ilménite



Wollastonite



Barytine



Calcaire



Dolomie

Usages des minéraux

Usages des minéraux

Les minéraux sont utilisés dans la fabrication de divers produits ou dans des procédés industriels grâce à leurs propriétés physiques ou chimiques.

Produits

Papier
Peinture
Plastique
Caoutchouc

Procédés industriels

Filtration
Polissage
Absorption
Décontamination

Grenat

Propriétés physiques

- Dureté

Le grenat (dureté = 6,5 à 7,5) est un minéral **dur** utilisé dans :

- produits abrasifs (papier sablé)
- sablage au jet (sable de grenat)
- polissage du verre ou de la céramique

Grenat



Usages



Papier sablé



Sable de grenat pour polissage

Diamant

Propriétés physiques :

- Dureté

Le **diamant** (dureté =10) est un minéral **très dur**.

Les **diamants industriels** (mauvaise qualité) servent :

- **équipements de forage** (trépan de foreuse)
- **outils de coupe** (scie) et de **polissage** (roches, métaux)

Diamant



Usages



Trépan de foreuse



Scie



Poudre de polissage

Barytine

Propriétés physiques :

- **Densité**

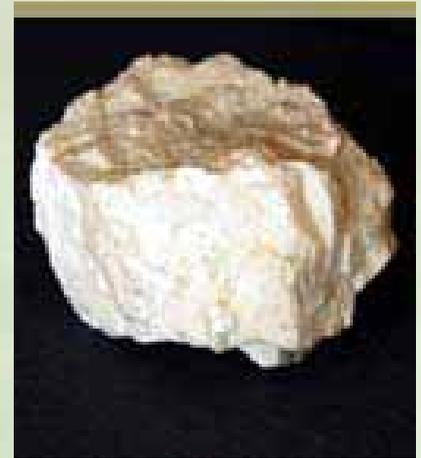
La **barytine** (BaSO_4) est un minéral **dense** (densité = 4,3 à 4,6) utilisé principalement (**80 %**) comme additif dans les **boues de forage**.

La barytine est utilisée aussi comme charge minérale dans la **peinture**, le **papier** et les **textiles**.

Usages

La **barytine** est utilisée dans les boues de forage pour **augmenter** :

- la **densité** des fluides de forage
- éviter les **éventuelles fuites de gaz** sous pression dans les trous de forage



Barytine



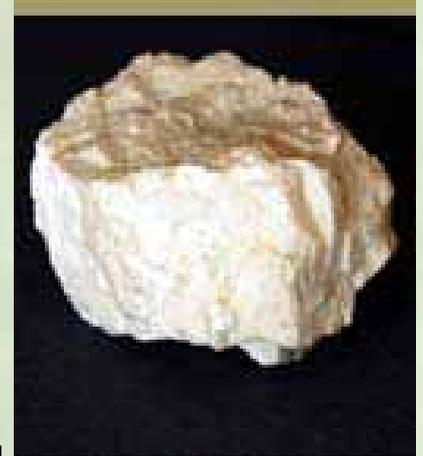
Boue de forage pétrolier

Barytine

Autres usages

La barytine est utilisée aussi dans les lavements baryté.

L'hydroxyde de baryum ($\text{Ba}(\text{OH})_2$) est un composé minéral **opaque** aux rayons X qu'on utilise en **radiologie** pour mieux voir certaines régions de l'intestin.



Barytine



Lavements baryté

Graphite

Propriétés physiques :

- **Conductivité électrique et thermique**

Le graphite (point de fusion = 3500 °C) est une substance chimiquement **inerte**, un excellent **conducteur d'électricité** et de **chaleur**.

Le graphite est utilisé dans la fabrication de :

- mines de crayon
- piles alcalines
- batteries de véhicules électriques et hybrides



Graphite

Usages



Mines de crayon



Piles alcalines



Batterie

Minéraux de lithium

Propriétés physiques :

- **Conductivité électrique**

Les principaux minéraux à lithium sont le spodumène, la pétalite, le lépidolite et l'amblygonite.

Le **spodumène** ($\text{LiAlSi}_2\text{O}_6$) est le **principal minéral** de lithium.

Le lithium extrait du spodumène est utilisé dans la fabrication de :

- **Batteries** de véhicules électriques et hybrides
- **Piles alcalines**
- **Verres**
- **Céramiques**



Spodumène

Batterie



Piles alcalines

Minéraux de lithium

Autres usages

Le **lithium** est utilisé dans la fabrication de médicaments pour traiter :

- les **troubles bipolaires** dans le but de régulariser l'humeur des personnes dépressives



Spodumène



Pilules antidépresseurs

Muscovite, phlogopite

Propriétés physiques :

- **Résistance mécanique et thermique**

La muscovite et la phlogopite sont deux variétés de mica : minéraux en feuillets flexibles.

Les **micas** sont utilisés pour leurs propriétés d'**isolant électrique** et de **résistance à la chaleur** dans les appareils électroménagers (**grille-pain, four à micro-onde**)

Usages

La muscovite et la phlogopite servent également comme charge minérale :

- **Peinture, papier**
- **Caoutchouc, ciments à joints**
- **Boue de forage.**

Muscovite



Phlogopite



Matières plastiques

Muscovite, phlogopite

Autres usages

La **muscovite** est un mica blanc qu'on peut incorporer en fines paillettes dans plusieurs **produits cosmétiques** (vernis à ongle) et dans certains **objets de décoration**.

Les fines paillettes de mica blanc procurent la **brillance** et l'**éclat** à ces produits.



Muscovite



Vernis à ongle



Objets de décoration

Feldspath

Plagioclase

Feldspath
potassique

Propriétés chimiques :

- Composition chimique



Les **feldspaths** utilisés en tant que minéraux industriels sont : **microcline**, **orthoclase**, **albite**, **oligoclase**.

Usages

Les **feldspaths** sont utilisés dans la **céramique**, **porcelaine**, **articles sanitaires**.

Les **feldspaths** servent de source **d'alumine**, **d'alcalins** et **de silice** dans les industries du **verre** et des **céramiques**.



Céramique



Sanitaire

Feldspath

Autres usages

Les **feldspaths** sont utilisés dans la fabrication de **dents artificielles**.



Plagioclase



Dents artificielles



Feldspath potassique

Talc

Talc

Propriétés chimiques :

- **Composition chimique**

Le **talc** ($\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{22}$) est un minéral chimiquement **inerte** utilisé entre autres dans la fabrication de :



- **produits cosmétiques** (rouge à lèvres, vernis à ongle, maquillage)
- **poudre pour bébé**
- **produits pharmaceutiques** (substance d'enrobage des médicaments)

Usages



Rouge à lèvres



Poudre pour bébé



Produits pharmaceutiques

Apatite

Propriétés chimiques :

- **Composition chimique**

L'**apatite** est un minéral riche en phosphate (41 % P_2O_5).

Le **phosphate** (P_2O_5) extrait de l'apatite est utilisé dans :

- **fertilisants agricoles** (> 90 %)
- **détergents**
- **nourriture** pour animaux,
- **produits de boissons**



Apatite

Usages



Fertilisants agricoles



Détergents

Sillimanite - Kyanite - Andalousite

Propriétés chimiques :

- **Composition chimique**

La **sillimanite**, la **kyanite**, l'**andalousite** présentent un contenu élevé en alumine (63,1 % Al_2O_3).



Sillimanite



Kyanite

Usages

Ces minéraux entrent dans la fabrication de **matériaux réfractaires** utilisés :

- briques réfractaires
- aciéries
- cimenteries
- incinérateurs



Andalousite



Briques réfractaires



Aciérie

Quartzite, grès quartzifère, sable de silice

Propriétés chimiques :

- Composition chimique

Le **quartzite**, le **grès quartzifère** et le **sable de silice** sont des substances très riches en silice (> 90 % SiO_2)

Usages

La **silice** (SiO_2) entre dans la fabrication du **verre**, du **carbure de silicium** et du **ferrosilicium**.



Quartzite



Grès quartzifère



Verre



Carbure de silicium



Sable de silice

Quartzite, grès quartzifère, sable de silice

Produit à base de silice : Verre

La **silice** constitue le principal ingrédient du verre.
Le **verre** est constitué de **70-72%** SiO_2 (silice).



Verre

Autres ingrédients :

- Soude (Na_2O) (**14%**) : sert de **fondant** pour faciliter la fusion du mélange
- Chaux (CaO) (10%) : sert de **stabilisant** pour éviter que le **verre** ne cristallise lors du refroidissement
- Alumine (Al_2O_3) : procure la **résistance** au **verre**
- Autres oxydes (Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , CuO) (5%) : servent de **colorant** pour le verre

Quartzite, grès quartzifère, sable de silice

Produit à base de silice : Carbure de silicium

Le carbure de silicium est un **matériau réfractaire** résultant de la fusion de **sable de silice** et de charbon chauffé à **2200 °C** dans des fours électriques.



Le **carbure de silicium** est utilisé dans :

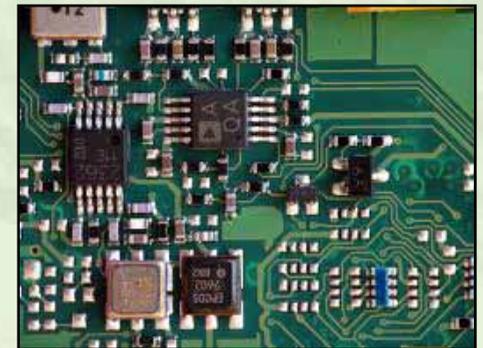
- Composants de **circuit électronique**
- Composants de **cellule solaire photovoltaïque**
- Produits **abrasifs industriels**



Carbure de silicium



Cellules solaires photovoltaïques



Circuit électronique

Calcaire, marbre calcitique

Propriétés chimiques :

- Composition chimique

Le **calcaire** et le **marbre calcitique** (CaCO_3) sont des roches calcaires qui servent dans la fabrication de chaux vive, de chaux hydratée et de ciment.

Le **calcaire** est utilisé **également** comme charge minérale dans la fabrication du **papier**, la **peinture**, le **plastique** et le **caoutchouc**.



Calcaire



Marbre calcitique

Usages



Chaux



Briques de ciment



Plastique



Papier

Dolomie, marbre dolomitique

Propriétés chimiques :

- **Composition chimique**

La dolomie et le marbre dolomitique ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) sont des roches calcaires magnésiennes.



Dolomie



Marbre dolomitique

Usages

La **dolomie** et le **marbre dolomitique** peuvent être également utilisés :



Agriculture

- **Enrichir les sols agricoles**
- **Boulettes** de concentrés de fer
- **Fondant** en sidérurgie
- **Briques réfractaires**
- **Verre**

Zéolites

Propriétés physiques et chimiques

Les **zéolites** désignent un groupe de minéraux : silicate d'alumine hydraté de sodium, calcium ou potassium.

Les **zéolites** sont des minéraux **microporeux** servant :

- **traitement** des eaux usées
- **absorbant** d'ions radioactifs (décontamination)
- **absorbant** dans les litières d'animaux domestiques



Chabazite



Natrolite

Usages



Litière



Produits absorbants

Ilménite

Propriétés chimiques

- **Composition chimique**

L'ilménite est un minéral métallique contenant du fer et du titane.

Usages

Le **dioxyde de titane** (TiO_2) extrait de l'ilménite est utilisé dans la fabrication de:

- **pigment blanc** pour la peinture
- **pigment** pour l'encre
- **Pigment** pour le plastique

Ilménite



Peinture



Encre

Ilménite

Autres usages

Le **dioxyde de titane** (TiO_2) extrait de l'ilménite est utilisé dans les **crèmes solaires**.

Le dioxyde de titane a la particularité de bloquer les rayonnements solaires.

Le titane est **non toxique** et **adhère** facilement aux os.

C'est un bon matériau pour les **prothèses** de hanche et de genou.



Prothèse de hanche

Ilménite



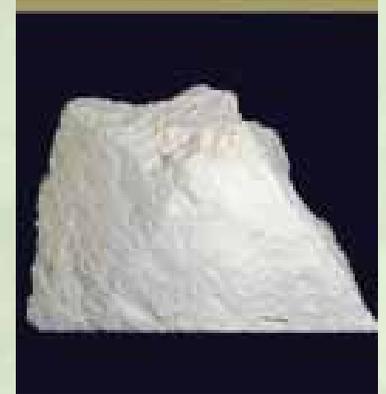
Crèmes solaires

Kaolin

Propriétés chimiques

- **Composition chimique**

Le **kaolin** est une roche argileuse servant de matière première dans la fabrication de céramiques et de produits réfractaires (briques, ciments).



Kaolin

Usages

Le kaolin est utilisé également comme **charge minérale** dans la fabrication du **papier**, **plastique** et **peinture**.



Céramique



Matières plastiques



Papier

Halite

Propriétés chimiques

- **Composition chimique**

L'halite (**NaCl**) ou **sel gemme** : substance minérale utilisée entre autres dans l'alimentation

- condiments
- agent de conservation



**Halite
(sel gemme)**

Usages

Le **sel non raffiné** sert dans le **déglacement** des routes pendant l'hiver.



Sel de table



Déglacement des routes

Minéraux industriels exploités au Québec

Ilménite



Mine du lac Tio
Havre-Saint-Pierre
(Côte-Nord)

Mica (Phlogopite)



Mine Bédard
Région de Parent
(Haute Mauricie)

Graphite



Mine Stramin
Saint-Aimé-du-Lac-des-Îles
(Mont-Laurier)

Minéraux industriels exploités au Québec

Feldspath



Mine Otmer
Buckingham
(Région de l'Outaouais)

Halite



Mine Seleine
Îles-de-la-Madeleine
(Golf du Saint-Laurent)

Minéraux industriels exploités au Québec

Calcaire



Saint-Basile-Sud (Portneuf)
Joliette (Lanaudière)
Saint Armand (Estrie)
Bedford (Canton de l'est)
Montréal

Dolomie



Saint-Ferdinand,
Trottier Mills
(Centre du Québec)

Minéraux industriels exploités au Québec

Marbre calcitique



Saint-Eugène
(Lac-Saint-Jean)

Calcaire dolomitique



La Rédemption
(Bas-Saint-Laurent)

Marbre dolomitique



Stukely-Sud
(Cantons de l'Est)

Minéraux industriels exploités au Québec

Quartzite



Petit-lac-Malbaie (Charlevoix)
Lac Daviault (Fermont)
Lac Beauchêne (Témiscamingue)

Grès quartzeux



Saint-Canut (Laurentides)
Saint-Clotilde (au sud ouest de Montréal)
Mélocheville (Beauharnois)
Saint-Bruno-de-Guigues (Témiscamingue)

Minéraux industriels exploités au Québec

Sable de silice



Saint-Joseph-du-Lac
Ormstown
(Région de Montréal)

Schiste argileux



La Prairie
(Région de Montréal)

Sites d'exploitation de minéraux industriels



Mine Stramin
(Graphite)



Mine Lac-Tio
(Ilménite)

Sites d'exploitation de minéraux industriels



Mine Seleine
(Sel gemme)



Carrière de schiste argileux
(Schiste argileux)

Sites d'exploitation de minéraux industriels



Carrière de calcaire dolomitique
(La Rédemption)



Carrière de sable de silice
(Saint-Joseph-du-Lac)

Sites d'exploitation de minéraux industriels

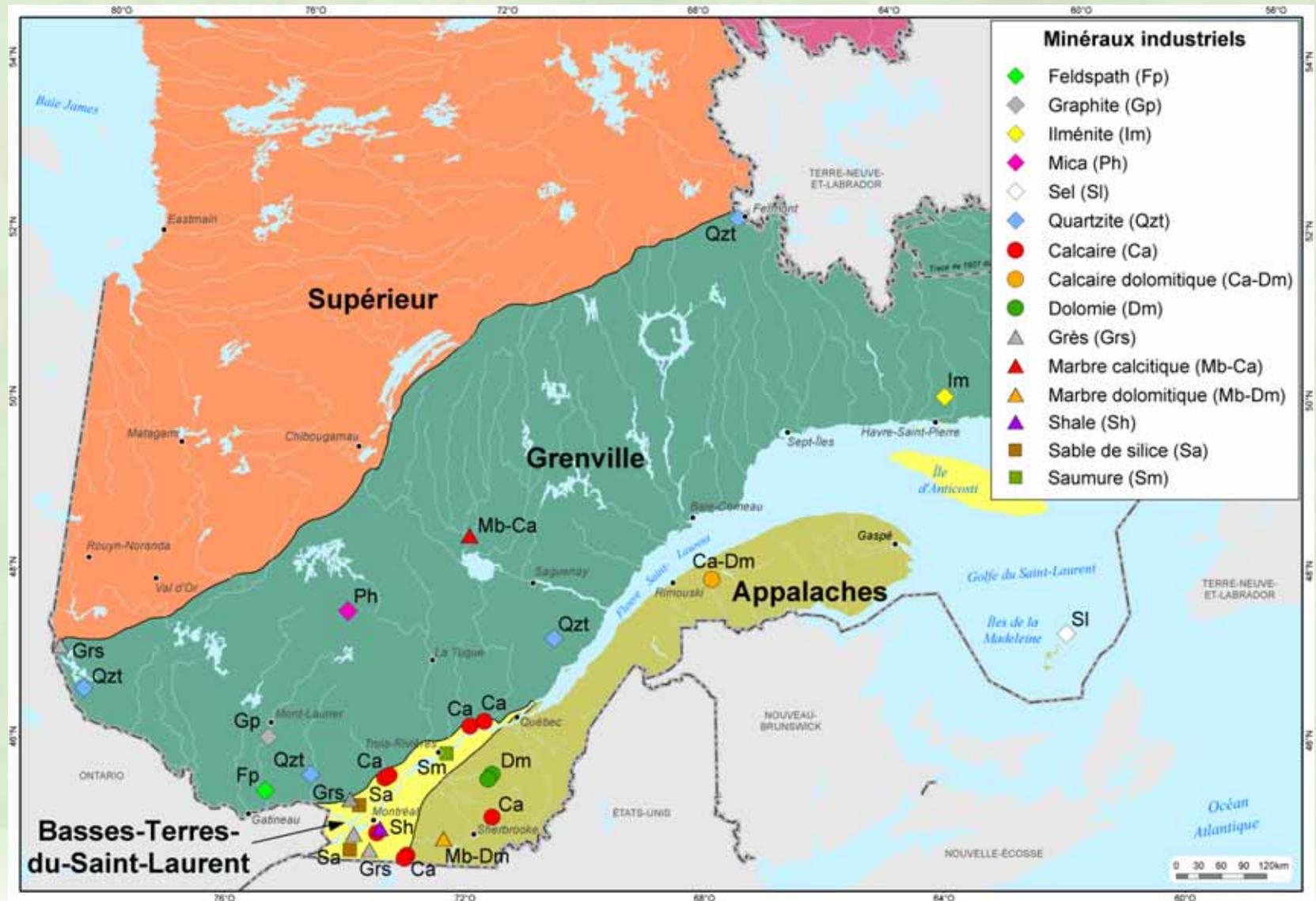


Carrière de grès
(Saint Canut)

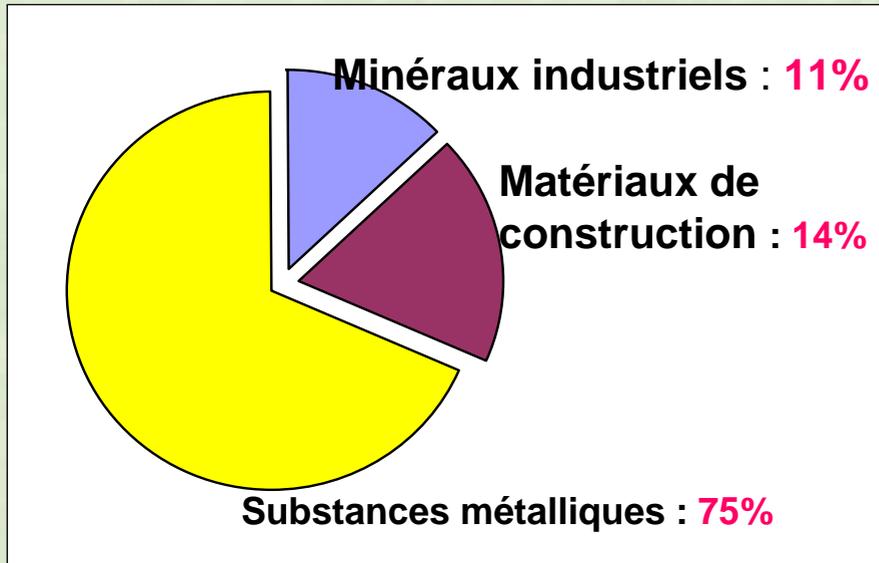


Mine Bédard
(Phlogopite)

Minéraux industriels exploités au Québec



Expédition minérale



Expéditions minérales au Québec en 2012

Les minéraux industriels occupent une place importante dans l'économie minière du Québec.

La valeur des expéditions de minéraux industriels en **2012** est de l'ordre de **890 M \$**.

Ceci représente **11%** des **8,2 \$ G** de livraisons minérales au Québec.

Merci !!!!