



Source: Christian Tremblay



# Nickel - Cuivre - Cobalt

## Exploration

NICKEL-CUIVRE-COBALT

MARS 2016

## Fiche d'information minérale

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

### Introduction

Le nickel, le cuivre et le cobalt sont des éléments qui peuvent être associés dans certains gisements métalliques sulfurés. Cette association est due à la compatibilité de ces éléments pour le soufre. Le nickel (numéro atomique 28) est un élément qui trouve des applications dans les alliages, principalement pour la fabrication d'acier inoxydable.

#### Nickel

<b>Symbole</b>	Ni
<b>Numéro atomique</b>	28
<b>Couleur</b>	Blanchâtre
<b>Minéral principal</b>	Pentlandite

(Foucault et Raoult, 2010)

Le cuivre (numéro atomique 29) possède des conductivités électrique et thermique très élevées, ce qui lui confère des applications dans l'industrie électrique.

#### Cuivre

<b>Symbole</b>	Cu
<b>Numéro atomique</b>	29
<b>Couleur</b>	Rougeâtre
<b>Minéral principal</b>	Chalcopyrite

(Foucault et Raoult, 2010)

Le cobalt (numéro atomique 27) est relativement rare et possède des propriétés physique et chimique qui le rend indispensable dans plusieurs applications industrielles (CDI, 2015).

#### Cobalt

<b>Symbole</b>	Co
<b>Numéro atomique</b>	15
<b>Couleur</b>	Blanchâtre
<b>Minéral principal</b>	Cobaltite

(Foucault et Raoult, 2010)

#### Contexte de formation

Le nickel est extrait comme substance principale de deux types de gisements, les gisements magmatiques (style Sudbury, intrusions stratiformes, komatiites), et les gisements latéritiques comme ceux de Nouvelle Calédonie et Cuba (Jébrak et Marcoux, 2008).

Le cuivre est extrait comme substance principale de plusieurs types de gisement liés à l'hydrothermalisme (porphyre). Il est également extrait comme substance secondaire de plusieurs autres types de gisement comme les gisements magmatiques (Jébrak et Marcoux, 2008).

Le cobalt est principalement extrait comme substance secondaire de trois types de gisement. Les gisements de nickel et les

gisements diagénétiques (Copperbelt du Katanga et de Zambie). Un seul dépôt dans le monde extrait le cobalt comme substance principale; il s'agit du dépôt de Bou Azzer situé au Maroc (Vigne, 2014). Dans ce dépôt le cobalt se trouve concentré dans des filons hydrothermaux riches en métaux (Vigne, 2014).

#### Utilisation

Le nickel est principalement utilisé pour la fabrication d'acier inoxydable (Fig. 1). Il trouve également des applications dans les alliages non ferreux, les superalliages, les placages, la fonderie, les batteries et d'autres usages comme la fabrication de monnaie.

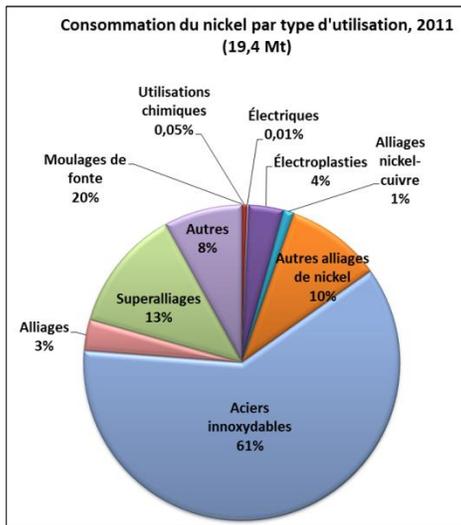


Figure 1 : Consommation du nickel par type d'utilisation dans le monde sur un total de 19,4Mt. Utilisations du nickel (Données tiré de USGS 2012).

Le cuivre est utilisé en construction de bâtiment, pour l'électricité et l'électronique, et pour les équipements de transport (Fig.2).



Figure 2 : Consommation du cuivre dans le monde par secteur d'utilisation en 2014 (Données de International Wrought Copper Council IWCC, 2014 repéré à de Vignes, 2014a ;).

Le cobalt est principalement utilisé dans la fabrication d'accumulateurs (42%) et comme superalliages (19%). Les autres usages sont présentés à la figure 3 (Vignes, 2014).

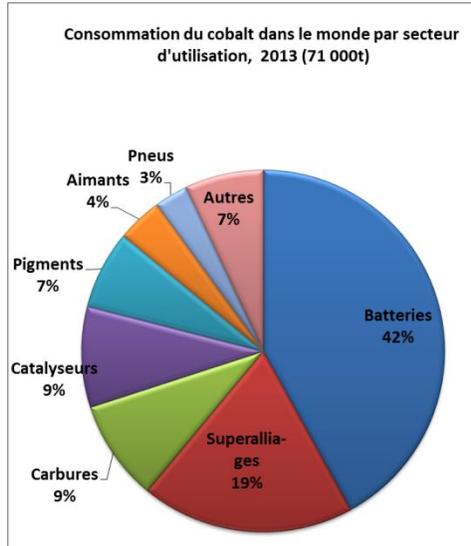


Figure 3: Utilisation du cobalt (Données tirées de Vignes 2014 ; Darton Commodities, 2013).

### Situation actuelle

Bien qu'ayant des applications différentes, ces trois métaux sont en demande croissante. La production de cobalt est passée de 82,000t en 2009 à 107,000t en 2010. Il s'agit d'une augmentation de 30%. La production depuis est assez stable et était de 110,000t en 2013 (USGS 2013). Une partie de plus en plus importante de la production de cobalt est destinée à la fabrication d'accumulateurs pour lesquels la production a plus que quadruplé entre 1995 et 2013 passant de 25,000t à 110,000t (Wilburn, 2012). Par comparaison, la production du nickel est passée de 1,04Mt à 1,72Mt entre 1995 et 2013, et le cuivre de 10Mt à 18,3Mt (USGS 2015b).

### Production mondiale

Le nickel et le cuivre se trouvent dans des situations similaires avec une production distribuée dans plusieurs pays (Figs. 4 et 5). Aucun pays ne contrôle plus de 30% de la production de ces deux métaux.

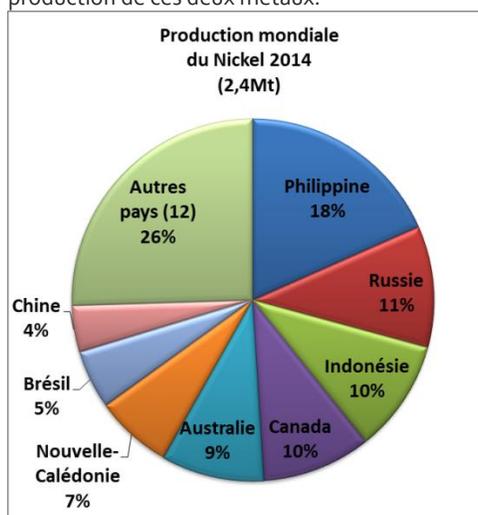


Figure 4 : Production mondiale du nickel en 2014, total de 2,4 millions de tonnes métriques (Données tirées d'USGS 2015b).

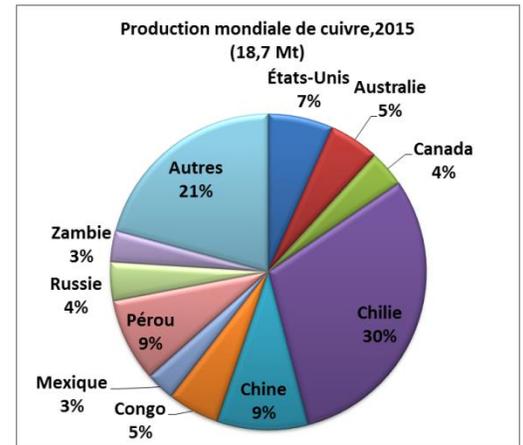


Figure 5 : Production mondiale du cuivre en 2014 sur un total de 18,7 millions de tonnes (Données tiré d'USGS 2015b).

La République Démocratique du Congo a produit en 2013 49% du cobalt. L'autre moitié de la production de cobalt provient d'une quinzaine de pays (Fig.6). Comme le cobalt est un sous-produit de l'extraction d'autres métaux, sa production est en partie contrôlée par celle des matières principales de ces dépôts.

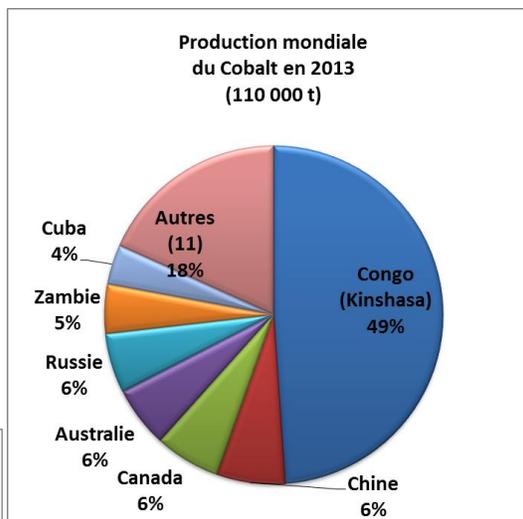


Figure6 : Production mondiale cobalt 2013, total de 110 000 tonnes métriques (Données tirées de l'USGS 2013).

### Criticité

L'augmentation constante de l'utilisation du cobalt dans les accumulateurs contribue à attribuer au cobalt un niveau moyen de criticité (Fig. 7). Les réserves connues en cobalt sur la planète suffisent à fournir la demande pour au moins un siècle. Ceci est sans compter le potentiel d'extraire le cobalt et d'autres métaux à partir des nodules sur les fonds océaniques (Vignes, 2014).

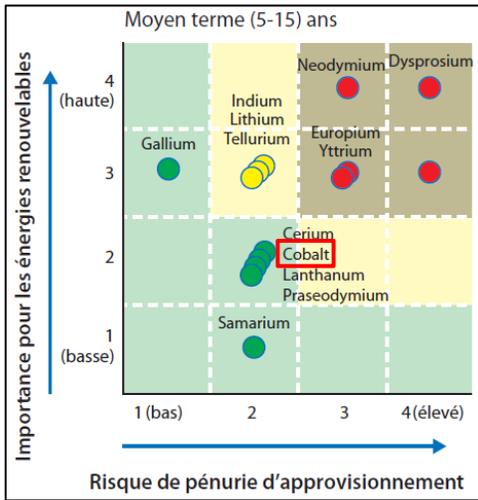


Figure 7 : Tableau de classification des terres rares et d'autres éléments selon le risque d'approvisionnement et l'importance dans les énergies renouvelables (Modifié de Goffé, 2011).

**Prix**

Les prix de ces métaux ont variés de façon importante entre 1995 et 2013. Ces variations sont en phase avec la force de la demande et les cycles économiques (Fig. 8).

**Localisation des dépôts et indices de Nickel-Cuivre-Cobalt au Saguenay-Lac-Saint-Jean**

Les concentrations en Nickel-Cuivre-Cobalt se retrouvent associées au complexe anorthositique du Lac-Saint-Jean (Fig.9). La région compte plusieurs indices de Nickel-Cuivre-Cobalt et un gîte celui de McNickel avec 5,9 Mt indiquées à 0,209% Ni, 0,106% Cu et 0,029% Co (MERN, Cogite 32H/08-0008).

**Potentiel de découverte**

La région du Saguenay-Lac-Saint-Jean présente un certain potentiel de découverte. Dans les deux dernières décennies, les projets d'exploration pour ces substances ont généré des millions de dollars en exploration dans la région. Citons les projets Deshautels, Lac Yenevac et Lac Paul. Soulignons que ce sont les travaux d'exploration pour le Nickel du lac Paul réalisés par Virginia et Soquem entre 1997 et 2000 qui ont mené à la découverte du potentiel en apatite de ce secteur. Les indices et gîtes connus sont localisés dans les marges du massif anorthositique et forment des amas de sulfures disséminés à massifs (Clark,1998).

**Défis techniques**

Les indices et gîtes de Nickel-Cuivre-Cobalt connus de la région présentent des teneurs relativement faibles en ces trois métaux par comparaison aux gisements exploités ailleurs au Québec ou dans d'autres pays. Le défi demeure au niveau de l'exploration afin de mettre au jour des concentrations plus significatives.

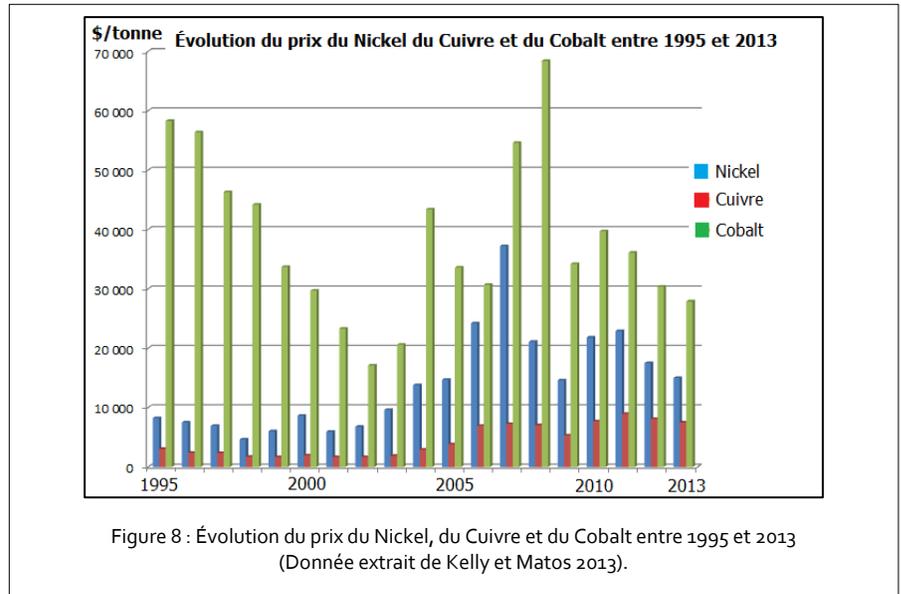


Figure 8 : Évolution du prix du Nickel, du Cuivre et du Cobalt entre 1995 et 2013 (Donnée extrait de Kelly et Matos 2013).

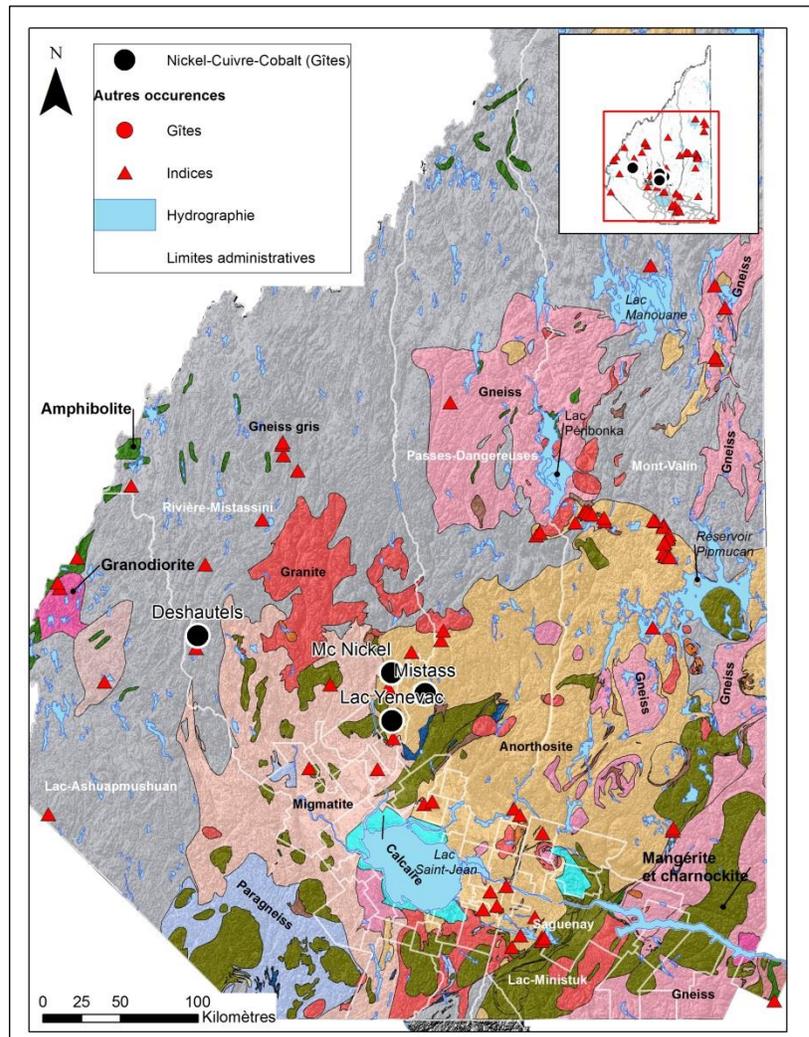


Figure 9 : Localisation des indices et dépôts SIGÉOM, 2015 et CRRNT, 2011 / carte géologique : Intégration CONSOREM 2016, modifiée de SIGEOM 2015 et de CERM-PACES 2013) Carte géologique en ligne www.crm-slsj.ca.

## GLOSSAIRE

**Diagénétique** : Relatif à la diagenèse : Processus physico-chimique affectant un dépôt sédimentaire et le transformant progressivement en roche cohérente, par déshydratation, compaction et modifications minéralogiques (Dictionnaire Larousse en ligne).

## RÉFÉRENCES

CDI, 2015. Cobalt development Institute [Enligne][<http://www.thecdi.com/>]

Clark, T., 1998. Un aperçu du potentiel du Grenville Québécois pour des gîtes de Ni-Cu-Co-ÉGP. Ministère des ressources Naturelles Québec Pro 98-01, 9 pages.

Dictionnaire de français Larousse en ligne [Enligne][<http://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/diag%C3%A9n%C3%A9tique/25152>]

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

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)].

Jebrak, M. et Marcoux, E., 2008. Géologie des ressources minérales. Publication du M.E.R. MM 2008-01. 667 pages. ISBN :978-2-551-23737-1.

Kelly, T.D. et Matos, G.R., 2013. Statistiques historiques pour minéraux et matériels produits aux États-Unis (version 2013). US Geological Survey Data Series 140, [Enligne][<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics/>]

MERN, Cogite 32H/08-0008, fiche de gîte McNickel [Enligne][[http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/1103\\_index?format=COMPLET&type\\_reqt=U&mode=NOUVELLE&entt=GM&numr\\_u\\_tls=1313739&alias\\_table\\_crit=F4E02&mnen\\_crit=NUMR\\_INTER&oper\\_crit=EGAL&valr\\_crit=433z](http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/1103_index?format=COMPLET&type_reqt=U&mode=NOUVELLE&entt=GM&numr_u_tls=1313739&alias_table_crit=F4E02&mnen_crit=NUMR_INTER&oper_crit=EGAL&valr_crit=433z)]

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](http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/1108_afchCarteIntr?l=F)]

USGS, 2012. Minerals Yearbook, Nickel [Advanced Release], review in 2015. [En ligne][<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/nickel/myb1-2012-nicke.pdf>]

USGS, 2013. Cobalt, Mineral Yearbook, XLS format [Enligne][<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cobalt/>]

USGS, 2015. U.S. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, January 2015: Cobalt [Enligne][<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cobalt/mcs-2015-cobal.pdf>]

USGS, 2015b. Mineral Commodity Summaries, Nickel [Enligne][<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/nickel/mcs-2015-nicke.pdf>]

USGS, 2016. Nickel Statistique et information [Enligne][<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/nickel/>]

Vignes, J.-L., 2014. Le cobalt Société Chimique de France, 2014. Données sources ; Cobalt, Market Review 2013-2014, Darton Commodities Limited. [Enligne] [<http://www.societechimiquedefrance.fr/extras/Donnees/acc.htm>]

Vignes, J.-L., 2014a. Le cuivre, alliages de cuivre .Données sources : International Wrought Copper Council (IWCC), 55 Bryanston Street, W1H 7AJ Londres, Royaume-Uni. ) [Enligne][<http://www.societechimiquedefrance.fr/extras/donnees/acc.htm>]

Wilburn, D.R., 2012. Cobalt mineral exploration and supply from 1995 through 2013 : U.S. geological Survey Scientific Investigations report 2011-5084, 16 pages.



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 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.