

Source: Christian Tremblay



# Nickel - Cuivre - Cobalt

## Exploration

NICKEL-CUIVRE-COBALT

RÉVISION MAI 2021

## Fiche d'information minérale

par Table Régionale de Concertation Minière (TRCM), du 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 confèrent 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) et pour la fabrication de certaines batteries à lithium-ion.

#### 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 à nickel-cuivre-cobalt-platinoïdes (style Sudbury, intrusions stratiformes, komatiites), et les gisements latéritiques à nickel-cobalt comme ceux de Nouvelle Calédonie et Cuba (Jébrak et Marcoux, 2008).

Le cuivre est extrait comme substance principale à partir des gisements porphyriques (Amérique du sud, Indonésie) et des gisements de cuivre sédimentaire stratiformes (Copperbelt du Congo et de Zambie, Pologne). Il est également extrait comme co-produit ou substance secondaire de plusieurs autres types de gisement comme les gisements de sulfures massifs volcanogènes, les gisements magmatiques à nickel-cuivre-cobalt, les gisements à cuivre-or associés aux oxydes de fer et les skarns (Jébrak et Marcoux, 2008).

Le cobalt est principalement extrait comme substance secondaire de plusieurs types de gisement. Les plus importants sont les gisements de nickel magmatiques et latéritiques et les gisements de cuivre sédimentaire stratiformes. Un seul dépôt dans le monde extrait le cobalt comme substance principale; il s'agit du dépôt de Bou Azzer situé au Maroc.



Dans ce dépôt, le cobalt se trouve concentré dans des filons hydrothermaux riches en métaux (Vignes, 2014).

Ceci est sans compter le potentiel d'extraire le cobalt et d'autres métaux à partir des nodules sur les fonds océaniques (Vignes, 2014). Cette méthode d'extraction sur les fonds océaniques rencontre cependant des difficultés techniques et économiques.

**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 (Nickel Institute, 2021a).

Une proportion grandissante (5 %) du nickel est maintenant utilisé dans certaines batteries lithium-ion (Fig.1). Ce pourcentage devrait augmenter dans les prochaines années puisque les fabricants de batteries cherchent à réduire la quantité de cobalt, élément très cher et moins disponible, par le nickel.

Ainsi les batteries Li-Ion type NMC (Nickel-Manganèse-Cobalt) contiennent 35 % de cobalt alors que les nouvelles batteries de type NCA (nickel-cobalt-aluminium) utilise que 15 % de cobalt pour la cathode (Nickel Institute, 2021b).

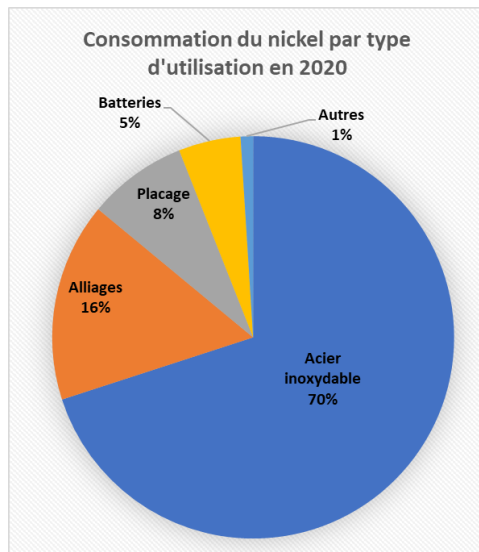


Figure 1: Consommation du nickel par type d'utilisation dans le monde. (Données tiré de Nickel Institute, 2021a).

Le cuivre est utilisé en construction de bâtiment, pour l'électricité et l'électronique, et pour les équipements de transport (Fig.2). La production de véhicules électriques devrait accélérer la demande pour le cuivre puisqu'une auto électrique contient de deux à quatre fois plus de

cuivre qu'une auto conventionnelle (Ressources Naturelles Canada, 2020).

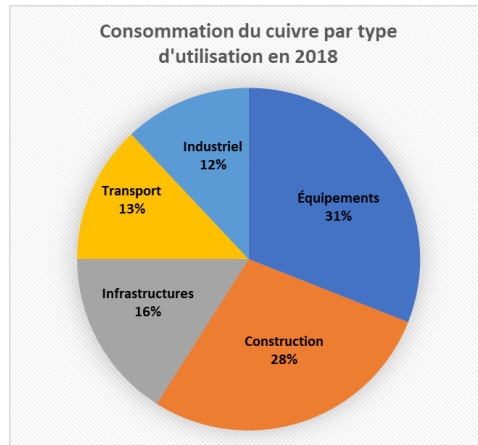


Figure 2 : Consommation du cuivre dans le monde par secteur d'utilisation en 2018 (Ressources Naturelles Canada, 2020).

Le cobalt est principalement utilisé dans la fabrication de batteries rechargeables pour l'électronique et pour les véhicules électriques (58 %) et comme superalliages (15 %). Les autres usages sont présentés à la figure 3 (BRGM, 2021).

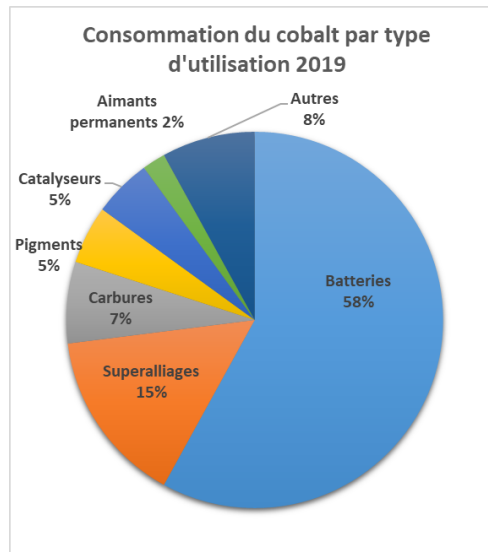


Figure 3: Consommation du cobalt par type d'utilisation dans le monde (Données tirées de BRGM, 2021).

**Production mondiale**

Bien qu'ayant des applications différentes, ces trois métaux sont en demande croissante. La production de cobalt est passée de 107,000 tonnes en 2010 à 140,000 tonnes en 2020. Il s'agit d'une augmentation de 30 %. La production depuis 2013 est en augmentation constante (USGS, 2021a). Une partie de plus en plus importante de la production de cobalt est destinée à la fabrication de batteries

rechargeables pour les produits électroniques et pour les véhicules électriques pour lesquels la production a plus que quadruplé entre 1995 et 2020 passant de 25,000 tonnes à 140,000 tonnes (Wilburn, 2012, USGS, 2021a). Par comparaison, la production du nickel est passée de 1,72 Mt à 2,7 Mt entre 2013 et 2019 (USGS, 2020), et le cuivre de 18 Mt à 21 Mt (USGS, 2021b).

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

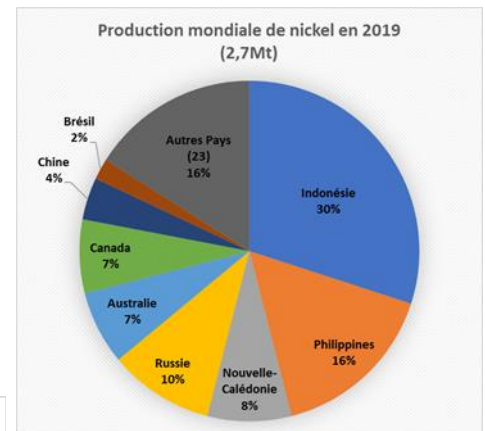


Figure 4 : Production mondiale du nickel en 2019, total de 2,7 millions de tonnes métriques (Données tirées d'USGS, 2020).

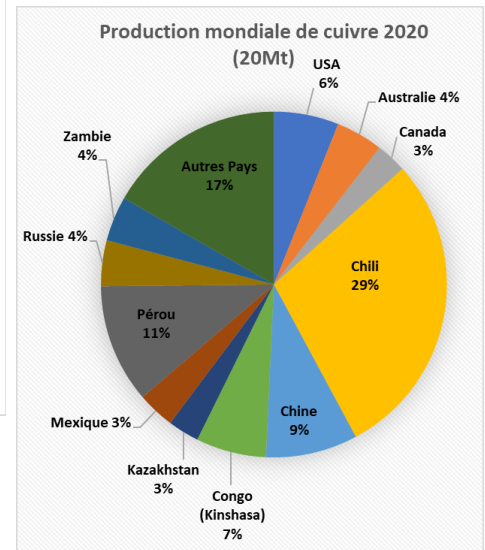


Figure 5 : Production mondiale du cuivre en 2020 sur un total de 20 millions de tonnes (Données tiré d'USGS 2021b).



La République Démocratique du Congo produisait, en 2013, 49 % du cobalt. En 2020, cette proportion est maintenant de 70 %. L'autre portion 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.

**Prix**

Les prix du nickel et du cuivre sont en constante augmentation depuis 2016 (Fig. 8). Le cobalt lui a connu un sommet en 2018 alors qu'il est revenu à son niveau de 2016 depuis 2019 (Fig. 8).

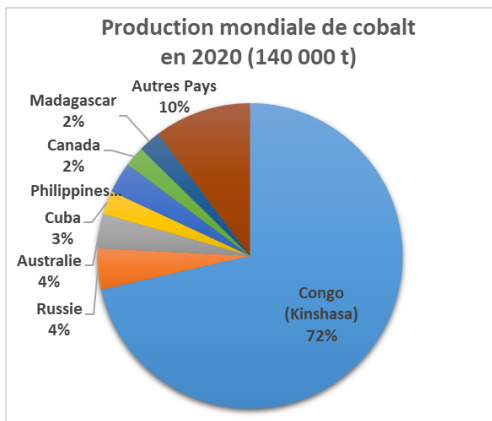


Figure 6 : Production mondiale cobalt 2020, total de 140 000 tonnes métriques (Données tirées de l'USGS 2021a).

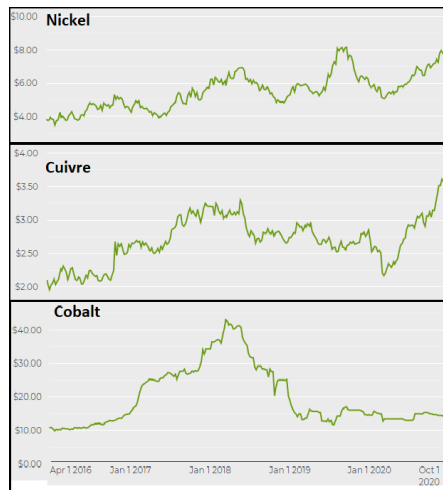


Figure 8 : Évolution des prix en US \$ du Cobalt, du Nickel et du Cuivre entre Avril 2016 et novembre 2020. (Source des données Infomine, 2020).

**Criticité**

Les réserves connues en cobalt sur la planète suffisent à fournir la demande pour au moins un siècle. Toutefois, un seul pays produit 70 % de la demande. Cette situation ainsi que l'augmentation constante de l'utilisation du cobalt dans les batteries fait en sorte que le cobalt a un niveau élevé de criticité selon le gouvernement Français (Fig. 7).

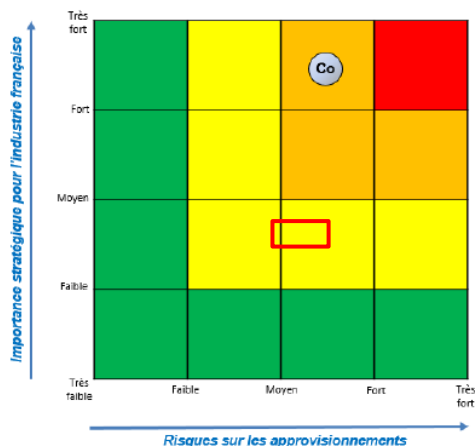


Figure 7 : Tableau de classification du cobalt selon le risque d'approvisionnement et l'importance stratégique pour l'industrie Française (BRGM, 2021).





### 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. La région compte plusieurs indices 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) (Fig.9).

### Potentiel de découverte

La région du Saguenay-Lac-Saint-Jean présente un certain potentiel pour de nouvelles découvertes. 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 nord et sud et Lac Yenevac.

Soulignons que ce sont les travaux d'exploration pour le nickel de l'indice Léo-Charl, réalisés par Virginia (Minière Osisko) et SOQUEM entre 1997 et 2000, qui ont mené à la découverte du potentiel en apatite de ce secteur (près du Lac à Paul). Dans les deux dernières années, d'autres découvertes pour ces métaux ont été réalisées (ex. B2, Lac Curé et Camp 2019, Fig.9). Les indices et gîtes connus sont localisés en majorité dans les roches mafiques et ultramafiques localisées sur les marges du massif anorthositique et forment des amas de sulfures disséminés à massifs (Clark, 1998).

### Défis techniques

Les indices et les gîtes de nickel-cuivre-cobalt connus de la région du Saguenay – Lac-St-Jean 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.

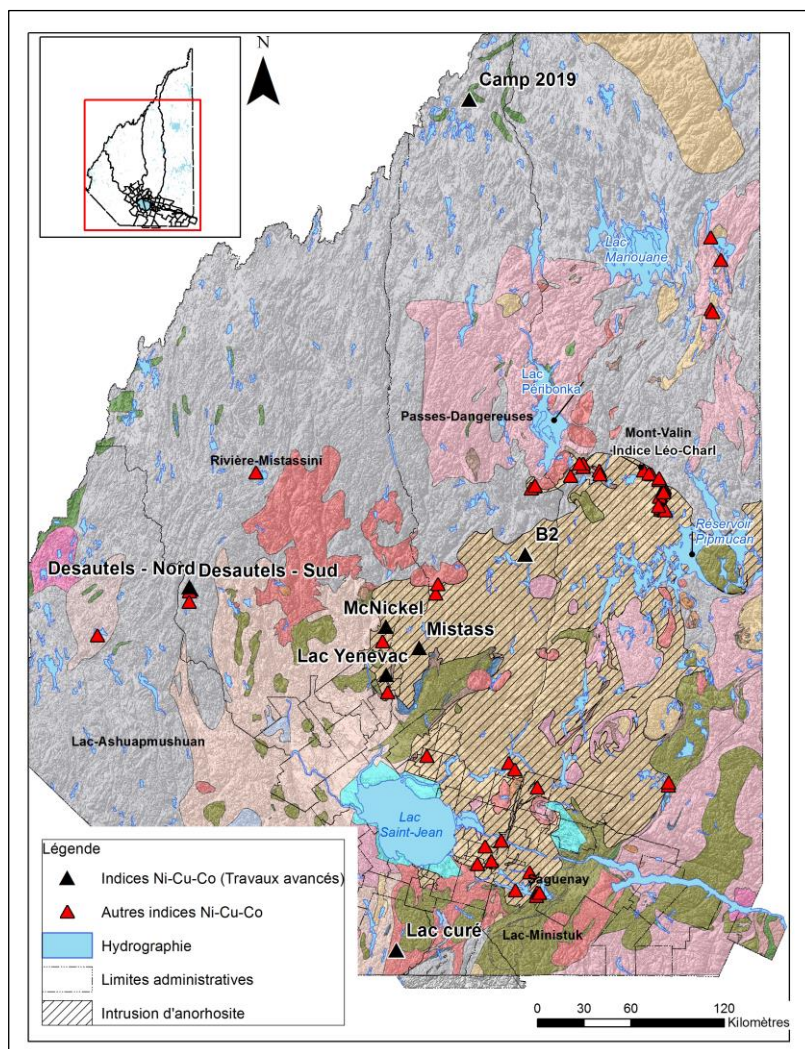


Figure 9 : Localisation des indices. (SIGÉOM, 2021 ; carte géologique CERM-PACES 2013)



## RÉFÉRENCES

- BRGM, 2021. Fiche de synthèse sur la criticité des métaux - Le cobalt - Version 3 janvier 2021. [Enligne][[http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/documents/Fiches\\_criticite/fichecriticitecobalt-publique-210225.pdf](http://www.mineralinfo.fr/sites/default/files/upload/documents/Fiches_criticite/fichecriticitecobalt-publique-210225.pdf)]
- 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.
- CERM-PACES 2013 – Géologie du roc du territoire municipalisé du Saguenay–Lac-Saint-Jean, Programme d’acquisition de connaissances sur les eaux souterraines de la région Saguenay–Lac-Saint-Jean. Carte #13 – Rapport final. Centre d’études sur les ressources minérales, Université du Québec à Chicoutimi.
- Foucault, A. et Raoult, J.-F., 2010. Dictionnaire de géologie, Collections : UniverSciences, Sciences de la terre, 7e édition, Paris : Dunod, 388 pages.
- Infomine, 2020. Prix des métaux. [EnLigne] [<http://www.infomine.com/investment/metal-prices>].
- 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.
- 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\\_utls=1313739&alias\\_table\\_crit=F4E02&mnem\\_crit=NUMR\\_INTER&oper\\_crit=EGAL&valr\\_crit=4337](http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/1103_index?format=COMPLET&type_reqt=U&mode=NOUVELLE&entt=GM&numr_utls=1313739&alias_table_crit=F4E02&mnem_crit=NUMR_INTER&oper_crit=EGAL&valr_crit=4337)]
- Nickel Institute, 2021a, Utilisation du nickel [Enligne][<https://nickelinstitute.org/about-nickel/#mining>]
- Nickel Institute, 2021b, fiche : NICKEL ENERGIZING BATTERIES, [Enligne] [[https://nickelinstitute.org/media/2318/nickel\\_battery\\_infographic-finalen2.pdf](https://nickelinstitute.org/media/2318/nickel_battery_infographic-finalen2.pdf)]
- Ressources Naturelles Canada 2020. Fait sur le cuivre [Enligne] [<https://www.rncan.gc.ca/nos-ressources-naturelles/mines-materiaux/faits-mineraux-metaux/faits-sur-le-cuivre/20577#L1>]
- SIGÉOM, 2021. Données vectorielles du Système d’information géominière du Québec, Ministère de l’Énergie et des Ressources naturelles
- [Enligne][[http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/1102\\_indexAccueil?!=f](http://sigeom.mines.gouv.qc.ca/signet/classes/1102_indexAccueil?!=f)]
- USGS, 2020. Nickel Statistique et information [Enligne][<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2020/mcs2020-nickel.pdf>]
- USGS, 2021a. Cobalt Statistique et information [Enligne][<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-cobalt.pdf>]
- USGS, 2021b. Cuivre Statistique et information [Enligne][<https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2021/mcs2021-copper.pdf>]
- 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>]
- Wilburn, D.R., 2012. Cobalt mineral exploration and supply from 1995 through 2013: U.S. geological Survey Scientific Investigations report 2011-5084, 16 pages.



**T**ABLE  
**R**ÉGIONALE  
**de**  
**C**ONCERTATION  
**M**INIÈRE



SAGUENAY – LAC-SAINT-JEAN

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.

Révisé en 2021

**Équipe de réalisation :**

Christian Tremblay, géo., M.Sc., CONSOREM

Brigitte Poirier, géographe M.Sc., CONSOREM

Réal Daigneault, ing.géo., Ph.D., CONSOREM

Marie-Line Tremblay, ing. M.Sc., CONSOREM

**Équipe de révision :**

Christian Tremblay, géo, M. Sc., TRCM

Brigitte Poirier, géographe M. Sc., TRCM

Benoit Lafrance, géo., Ph.D., TRCM

Félix Lecompte-Boinet, Stagière Écoconseil

**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. La TRCM ne peut être tenu responsable de toute perte ou dommage occasionné par l'utilisation du présent document.