

## Un traitement métallurgique plus rentable du minerai pauvre

Le 09 avril 2010 par La Rédaction Indices&Cotations

Le mineur canadien Inco, racheté par le brésilien Vale, est historiquement un acteur majeur en recherche et développement de l'industrie minière, notamment dans l'hydrométallurgie, un procédé qu'utilisera l'usine du Grand-Sud.

Plus complexe que le traditionnel procédé pyrométallurgique, « l'hydrométallurgie » permet de traiter rentablement des minerais latéritiques à faible teneur en métal. L'usine du Grand-Sud fonctionnera par lixiviation à l'acide sous pression. Il s'agit de la quatrième génération du procédé, perfectionnée par les ingénieurs d'Inco.

L'hydrométallurgie est un procédé métallurgique par lequel des métaux sont extraits d'un minerai, au moyen de réactifs chimiques, dans un milieu à haute température et sous pression, puis séparés pour produire un concentré ou un produit intermédiaire.

Selon ses promoteurs, ce procédé récupère un plus haut pourcentage du métal contenu dans le minerai, est plus respectueuse de l'environnement, et utilise moins d'énergie que le plus traditionnel traitement « pyro-métallurgique ».

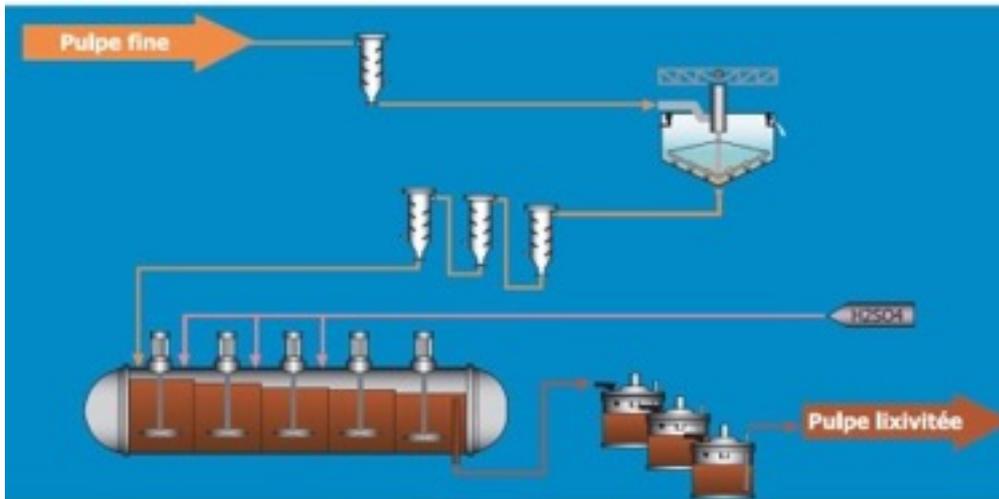
L'hydrométallurgie a été utilisée depuis un siècle pour le zinc, le cuivre et l'aluminium. Mais ce n'est que dans les années 1950 qu'un procédé hydro-métallurgique à l'acide a été développé pour traiter des minerais latéritiques de nickel. La première usine a été celle de MoaBay à Cuba. Des projets ont ensuite été menés en Australie, à la fin des années 1990 en particulier à Murin Murin. Ces projets ont connu de nombreux déboires qui ont servi à améliorer le procédé.

Etudié initialement dans une usine pilote à Colborne, au Canada, Inco a poursuivi ses essais dans une nouvelle usine pilote bâtie sur le plateau de Goro, en Nouvelle Calédonie, fin 1999.

### Le procédé hydro-métallurgique utilisé à Goro dans le détail



## Lixiviation sous pression



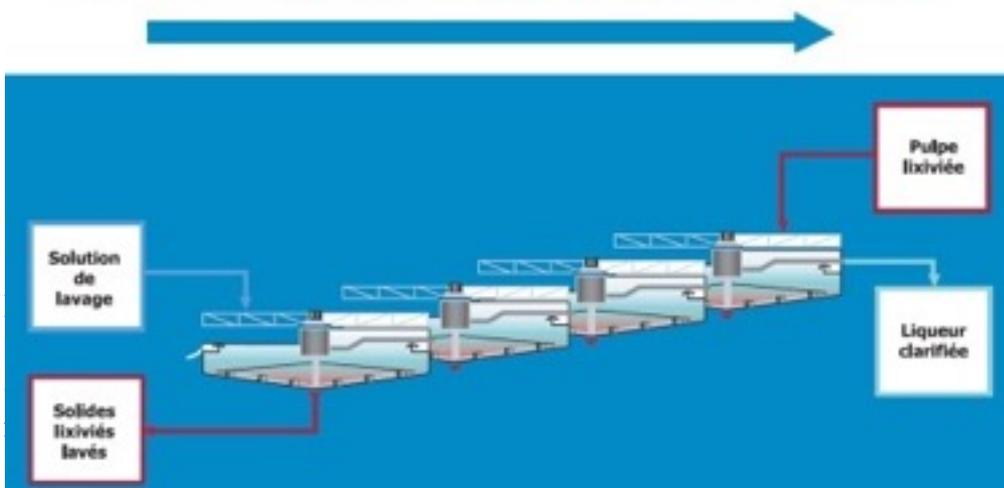
Le minerai mis en pulpe est préchauffé à la vapeur et injecté en continu dans un autoclave avec de l'acide sulfurique. La lixiviation revient à « laver » le minerai avec l'acide dont le rôle de l'acide est de dissoudre certains métaux qui sont ainsi extraits du minerai solide et transférés dans la solution liquide. La haute température dans l'autoclave ( 270 °C ) permet d'accélérer cette opération et donc de traiter une plus grande quantité de minerai dans un petit autoclave. Cette haute température exige d'opérer sous haute pression afin d'empêcher le liquide de bouillir.

La pulpe « lixiviée » contient des solides (principalement de l'oxyde de fer) et une solution liquide où se retrouvent les métaux dissous dont le nickel et le cobalt, mais aussi d'autres métaux non récupérables pour l'exploitation (magnésium, aluminium, chrome, zinc, cuivre...). La pulpe est alors refroidie et dépressurisée, une opération générant de la vapeur recyclée en amont, dans le circuit de chauffage de la pulpe, avant son injection dans l'autoclave.

### Etape 3

La pulpe lixiviée et refroidie passe par un circuit de décantation qui vise à séparer et à laver les résidus solides de la solution liquide, la « liqueur mère ». Les solides se déposent au fond du décanteur d'où ils sont pompés (la sous-verse) alors que le liquide est recueilli par débordement (la surverse).

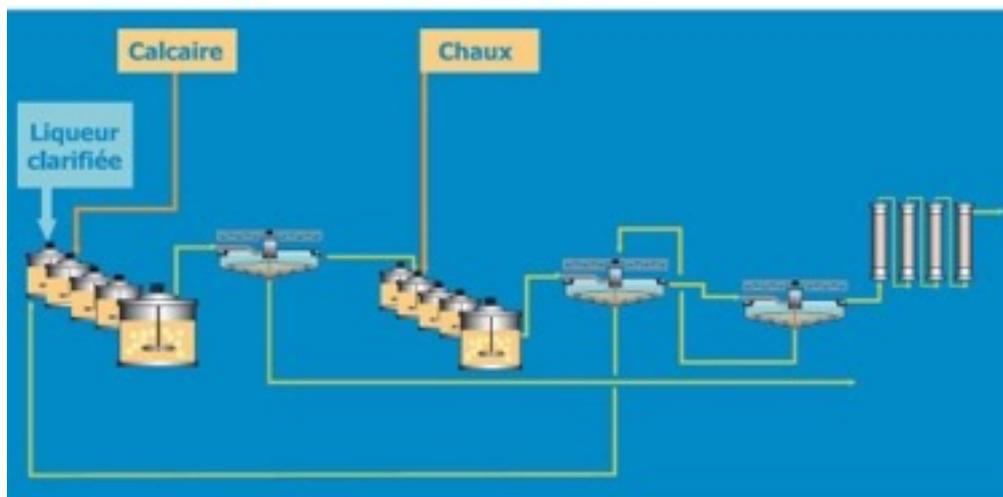
## Décantation à contre courant



successifs. A la fin de  
s la pulpe. Les solides  
es afin d'y être

## Etape 4

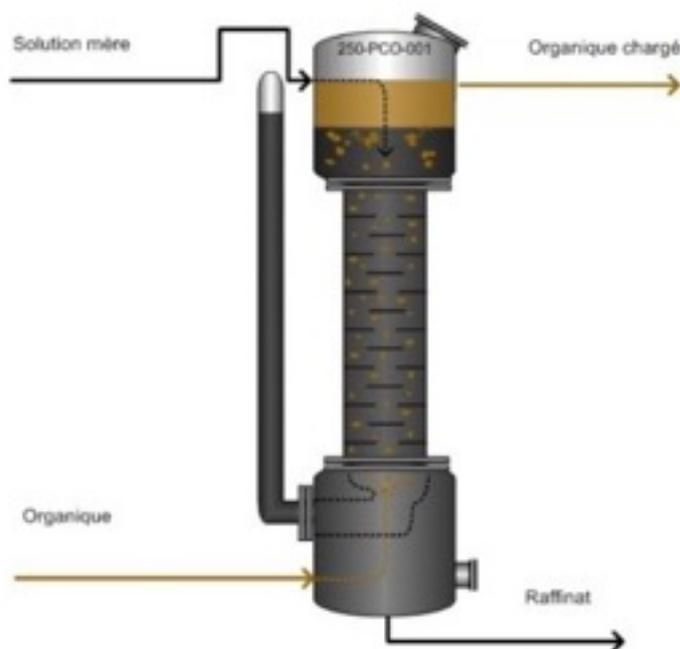
# Neutralisation partielle



Outre le cobalt et le nickel, la liqueur-mère contient également d'autres métaux – aluminium, fer, chrome, zinc, silice, cuivre et manganèse–, considérés comme des impuretés, puisque non récupérés, ainsi que l'acide sulfurique non consommé au cours de la lixiviation. L'acide et une partie des impuretés métalliques sont éliminés par l'ajout de calcaire et de chaux pour former du gypse solide (plâtre), séparé de la solution par des opérations de décantation et de filtration. Le gypse et les hydroxydes de métaux forment une pâte épaisse qui est envoyée vers l'usine de traitement des rejets. Le cuivre, éliminé par précipitation puis par absorption dans un circuit d'échanges d'ions pour en éliminer les dernières traces, est à son tour dirigé vers l'usine de traitement des rejets.

## Etape 5

### Extraction par solvant



La liqueur-mère débarrassée de l'aluminium, du fer, du chrome, de la silice et du cuivre, contient encore, outre le nickel et le cobalt, du zinc et du manganèse, ainsi que du magnésium et du calcium, constituants majeurs du calcaire et de la chaux utilisés pour neutraliser l'acide.

Elle est injectée dans un premier circuit d'extraction où un solvant organique capture le nickel, le cobalt et le zinc, laissant le manganèse, le magnésium et le calcium. Cette solution est envoyée à l'unité de traitement des résidus liquides. Une seconde extraction, au contact d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, libère nickel, cobalt et zinc.

Cette solution, d'un volume de 20 à 30 fois moindre que la liqueur-mère, donne un concentré de chlorures de nickel, cobalt et zinc. Le solvant, est alors réintroduit dans le cycle d'extraction.

Un passage à travers une résine sélective, permet de retenir le zinc. On obtient alors une solution chlorhydrique concentrée et purifiée de nickel et de cobalt. Reste à séparer le cobalt du nickel, grâce à un autre circuit d'extraction par solvant qui n'extrait que le cobalt. Deux solutions pures sont ainsi créées : une de chlorure de nickel et une de chlorure de cobalt. Le solvant, débarrassé du nickel, du cobalt et du zinc est alors disponible pour un nouveau cycle d'extraction.

## Etape 6

### Produits finis



**Oxyde de nickel**



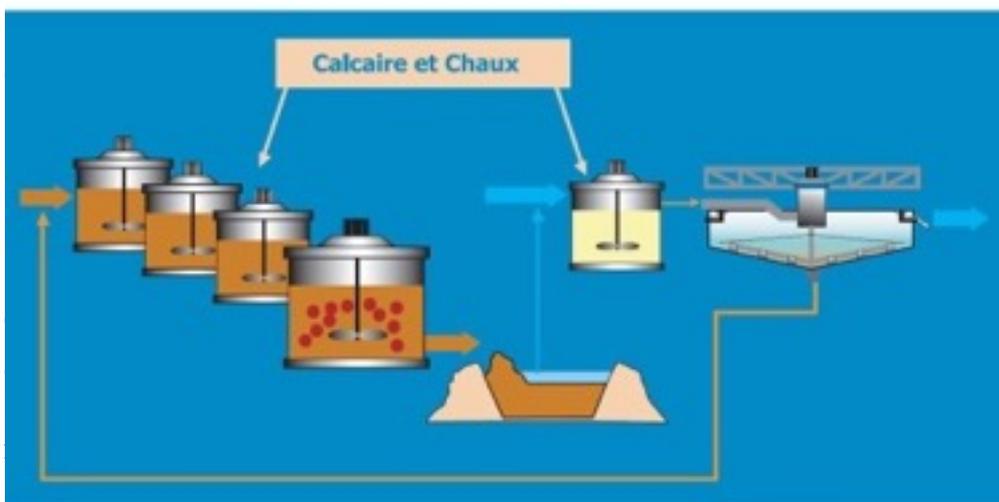
**Carbonate de cobalt**

La solution de chlorure de nickel est traitée dans un four à lit fluidisé, chauffée à haute température ( 800°C ) par la combustion d'un mélange d'air et de gaz naturel. Le chlorure de nickel est décomposé en oxyde de nickel et acide chlorhydrique qui est reconstitué et recyclé pour le processus d'extraction.

Les particules d'oxyde de nickel ainsi formées se présentent sous la forme de granulés sphériques, constitués de couches successives, ce qui donne de petites billes grises, rondes et solides. L'acide chlorhydrique est recyclé à la première étape d'extraction par solvant.

Le chlorure de cobalt est neutralisé par l'ajout de carbonate de sodium pour former une pulpe de cristaux de carbonate de cobalt, récupéré après décantation et filtration sous forme d'un gâteau de couleur pourpre.

## Neutralisation finale



ons liquides  
duits. Les rejets  
ent pour une  
et les métaux encore

dissous en quantités minimales dans la solution afin d'abaisser leur concentration sous le niveau acceptable pour l'environnement, tel que dicté par la réglementation.

### **Résidus liquides**

Une partie de l'acide chlorhydrique non recyclé et l'acide sulfurique restant doivent être neutralisés par l'ajout de pulpe de calcaire et de chaux pour donner principalement du gypse. Les métaux précipités au cours de la neutralisation rejoignent la pâte de résidus solides qui est neutralisée à son tour.

Le rejet liquide, une eau « minéralisée », appelée effluent marin, est rejetée en mer par un tuyau diffuseur, long de 5 kilomètres et dont le dernier kilomètre est muni de trous permettant à l'effluent d'être dispersé graduellement et de se diluer ainsi rapidement dans l'eau de mer.

### **Résidus solides**

Les résidus solides sont neutralisés de la même façon que les résidus liquides, par l'ajout de chaux et de calcaire. Reste alors une pâte contenant des métaux dans des quantités équivalentes à celles présentes dans le minerai naturel, avant le traitement et le gypse provenant de la neutralisation, le « résidu minier épaissi ».

Il est prévu que ce résidu minier neutralisé serve à combler les fosses minières au fur et à mesure de l'exploitation, pour les recouvrir ensuite de latérite non utilisée et de terre végétale et procéder à la réhabilitation végétale.

Les documents techniques et la description du procédé sont repris de Vale Inco.