

Série de TD N° 01.

‘Valorisation et caractérisation des minerais et des rejets miniers’

Problème 01. Une usine d'enrichissement est alimentée par la galène à 3%. La teneur dans le concentré est de 40% et celle dans le rejet est de 0.5%.

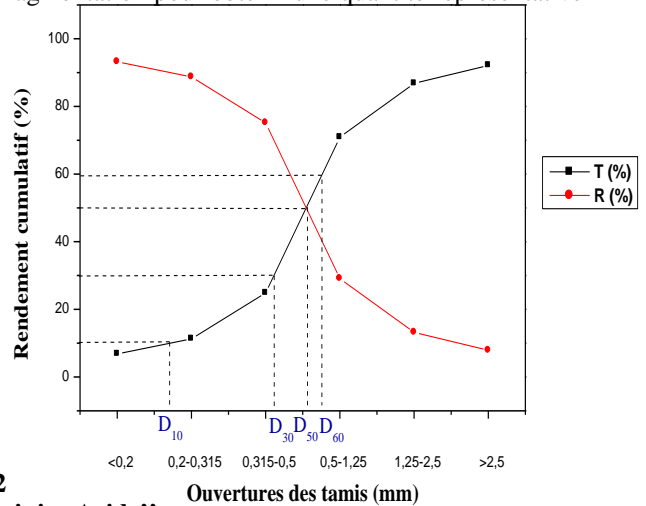
1. Quelle sera la quantité de l'alimentation initiale pour obtenir 15 tonnes de concentré ?
2. Déterminer la quantité des rejets
3. Déterminer le degré de récupération et expliquer le résultat.
4. Conclure sur l'efficacité de l'enrichissement.

Problème 02. Ayant $k=0.1$ conformément à la formule de RICHARDSE et un échantillon de 88.6 Kg avec une granulométrie de (0-10mm).

1. Discuter la représentativité de l'échantillon
2. De combien de fois faut-il réduire cet échantillon avec et sans fragmentation pour obtenir une quantité représentative de 1.22g destinée au laboratoire d'analyse physico-chimique ?

Problème 03. ANALYSE GRANULOMETRIQUE

1. A travers cette courbe, déterminer les Fractions granulométriques du minerai.
2. Que représente le D_{50}
3. Calculer les diamètres D_{10} , D_{30} , D_{50} , D_{60}
4. Calculer et définir le coefficient de HAZEN
5. Calculer et définir le coefficient de courbure.
6. Conclure sur l'état du minerai.

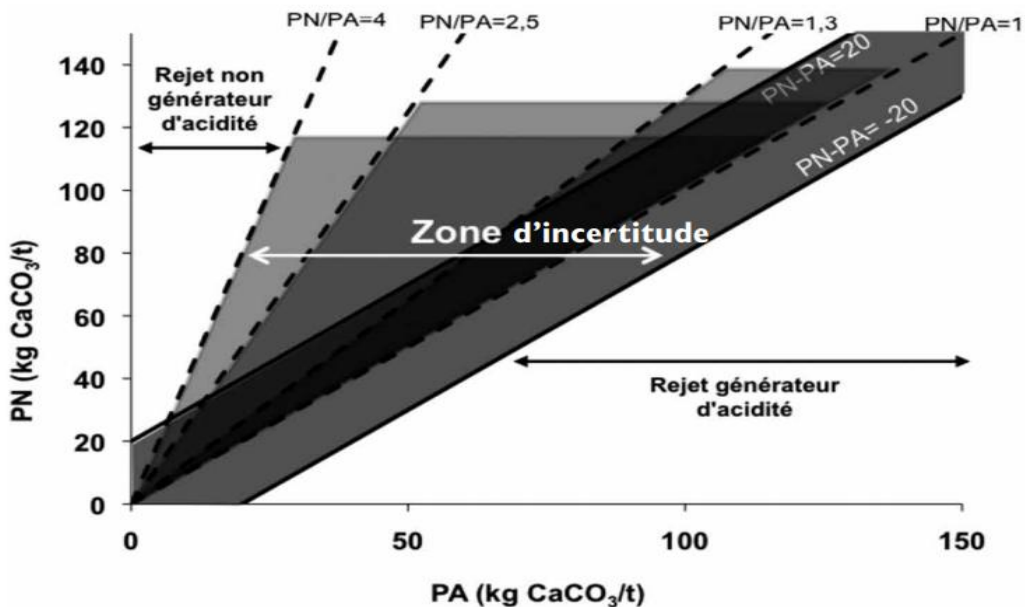


Série de TD N° 02

‘Le Monetouring _ Drainage minier Acide’

Représentation graphique de l'interprétation des tests statiques en fonction du PNN et du NPR (PN/PA) :
 définition des zones de génération et de consommation d'acide, et d'incertitude.

PN : Potentiel à la neutraliser ; PA : Potentiel d'un rejet à produire de l'acidité ; le pouvoir net de neutralisation (PNN=PN-PA) ; Le NPR (rapport PN/PA)



Q. Interpréter les résultats des tests statiques présentés sur la figure ci-dessus.

Série de TD N° 03

‘GESTION ET VALORISATION DES REJETS MINIERES’_ Boes Rouge

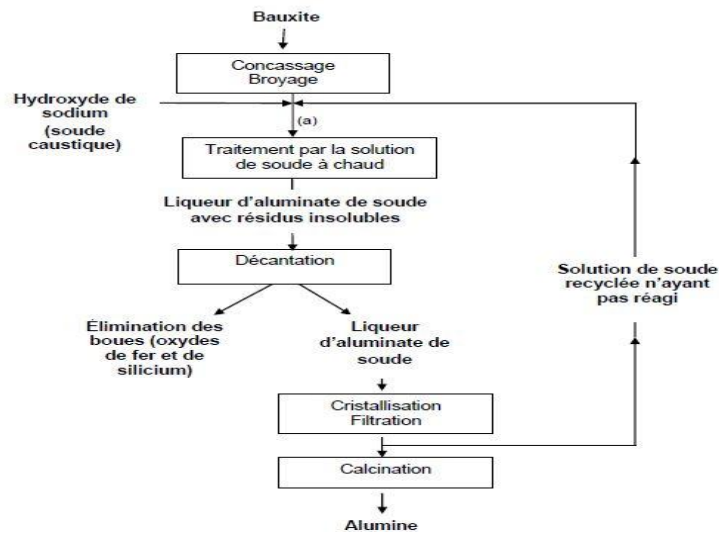
Problème 01

La bauxite est une roche dont le nom provient du village des Baux-de-Provence où elle a été découverte. Elle contient différents oxydes dont la silice de formule SiO_2 , le fer de formule Fe_2O_3 et l'alumine de formule Al_2O_3 utilisée pour la fabrication de l'aluminium. Le procédé de production industrielle de l'alumine le plus utilisé aujourd'hui est le procédé Bayer Il fut mis en œuvre dès 1894 par différentes usines situées dans le sud de la France. Il est basé sur l'attaque de la bauxite par de la soude caustique.

- 1- En admettant que le minerai de bauxite contient 75% d'alumine. Calculer la masse minimale de bauxite nécessaire à la fabrication d'une tonne d'Aluminium (Al).
- 2- Calculer la masse des boues rouge (oxyde de fer et de silicium et impuretés) générée lors de l'opération de décantation.
- 3- Sachant que le pourcentage de soude caustique perdue dans les boues rouge est de 2,5%, déterminer la quantité de soude caustique dans les boues rouge.

Ci-dessous le schéma résumé de procédé BAYER.

Schéma du procédé Bayer d'extraction de l'alumine de la bauxite



Problème 02

Après broyage, la bauxite est attaquée à chaud, sous pression, par une solution de soude, ce qui permet d'obtenir une liqueur d'aluminate de soude avec des résidus insolubles en suspension. Cette liqueur est ensuite décantée : les oxydes de fer et de silicium forment une boue rouge, chimiquement inerte, qui est évacuée vers un site de déversement approprié. La liqueur restante est renvoyée dans des décomposeurs pour précipitation de l'alumine, qui est ensuite récupérée par filtration et calcinée.

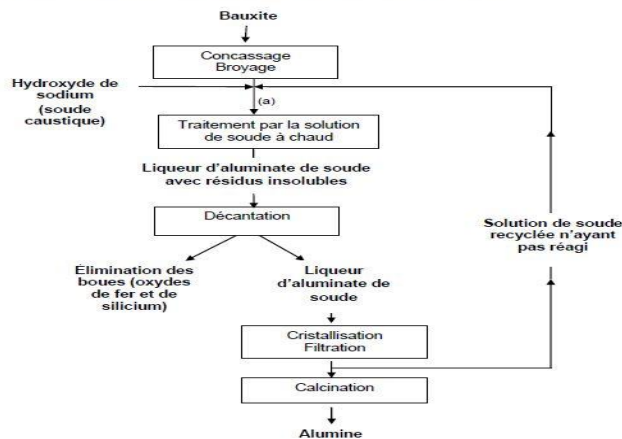
La solution de soude non utilisée est renvoyée dans le réacteur dans lequel on rajoute de la soude solide afin de maintenir la concentration en soude constante. Les besoins en soude solide correspondent :

- à la soude nécessaire à la réaction
- à la soude perdue lors du procédé notamment dans les boues (estimées à 2,5 % de la masse de soude utilisée pour le traitement de la bauxite).

Données techniques du procédé Bayer :

- pourcentage massique en alumine dans la bauxite : 50 % ;
- débit massique de bauxite : 10 kg.h⁻¹ ;
- concentration molaire de l'hydroxyde de sodium dans la solution de soude utilisée lors de la mise en oeuvre du procédé Bayer. 12 mol/L
- débit volumique de la solution de soude utilisée pour le traitement de la bauxite: 338 L.h⁻¹. On considère ce débit comme constant au point (a).
- La transformation de l'alumine par la solution de soude peut être modélisée par la réaction d'équation suivante : $Al_2O_3(s) + 2 NaOH (s) + 3 H_2O(l) \rightarrow 2 [AlNa(OH)_4]^- (aq)$.

Schéma du procédé Bayer d'extraction de l'alumine de la bauxite



Quelle masse d'hydroxyde de sodium solide faut-il introduire dans le réacteur afin de maintenir la concentration de la soude constante?

Interprétation des résultats des tests statiques

La classification des rejets miniers est basée sur une comparaison entre le PA et le PN obtenus par les tests statiques. Il existe deux critères de classification, qui sont le pouvoir net de neutralisation ($PNN=PN-PA$) et le NPR (rapport PN/PA). Cette classification est différente selon les différents auteurs et selon le PNN ou le NPR. L'ensemble de ces critères est représenté graphiquement à la Figure 1. Sur cette figure et pour chaque critère de classification, il y a deux zones pour lesquelles la nature des rejets miniers est bien classifiée en termes de **PGA (pouvoir génération acide). Une zone où les rejets sont classifiés avec une bonne certitude comme non générateurs d'acidité. Ce sont les rejets miniers renfermant une plus faible quantité de minéraux acidogènes (sulfures) par rapport à la quantité de minéraux neutralisants. **Inversement**, il y a une zone où les rejets sont classifiés comme générateurs d'acidité. Ce sont ceux qui contiennent nettement plus de minéraux acidogènes que neutralisants. Dans ces deux cas extrêmes, le PNN sera respectivement très positif (et un $NPR \gg 1$) ou très négatif (NPR près de 0). Pour les rejets ayant un faible écart entre les teneurs en minéraux acidogènes et neutralisants, le PNN est proche de zéro (et le NPR proche de 1). Pour de tels rejets, il existe une zone, appelée zone d'incertitude, où la nature du matériel est difficile à définir par rapport à son potentiel de génération d'acide.**

Pour le PNN, la zone d'incertitude est généralement comprise en $-20 \text{ kg CaCO}_3 / \text{t}$ et $+20 \text{ kg CaCO}_3 / \text{t}$ (Ferguson et Morin, 1991; Miller et al. 1991). Cependant, un rejet ayant un $PNN > 20 \text{ kg CaCO}_3 / \text{t}$ est considéré comme non générateur d'acidité, , alors que si son $PNN < 20 \text{ kg CaCO}_3 / \text{t}$, il est considéré comme générateur d'acidité. Morin et Hutt (1994), Adam et al. (1997) et Price et al. (1997) suggèrent des valeurs de classifications des rejets en se basant sur le rapport NPR. La classification basée sur ce rapport comprend aussi une zone d'incertitude dont les limites sont assez variables selon les auteurs (Figure 1). Tous les auteurs s'accordent pour dire que pour un rapport $NPR < 1$, les rejets sont générateurs d'acidité. Cependant, la définition de la limite entre la zone d'incertitude et celle où les rejets ne sont pas générateurs d'acidité est très variable comme le montre la Figure1. Certains suggèrent un PN du double du PA et d'autres proposent des facteurs plus sécuritaires de l'ordre du triple. Il est certain que pour des rejets très sulfureux, le NPR devient très conservateur. La Figure 1 présente la combinaison des classifications obtenues par le PNN et par le NPR et démontre clairement que ces deux outils de classification peuvent donner des prédictions très divergentes et rajoute une source d'erreur considérable à celles liées aux différentes variantes des tests statiques chimiques et minéralogiques.