

EXTRACTION DE LA BAUXITE

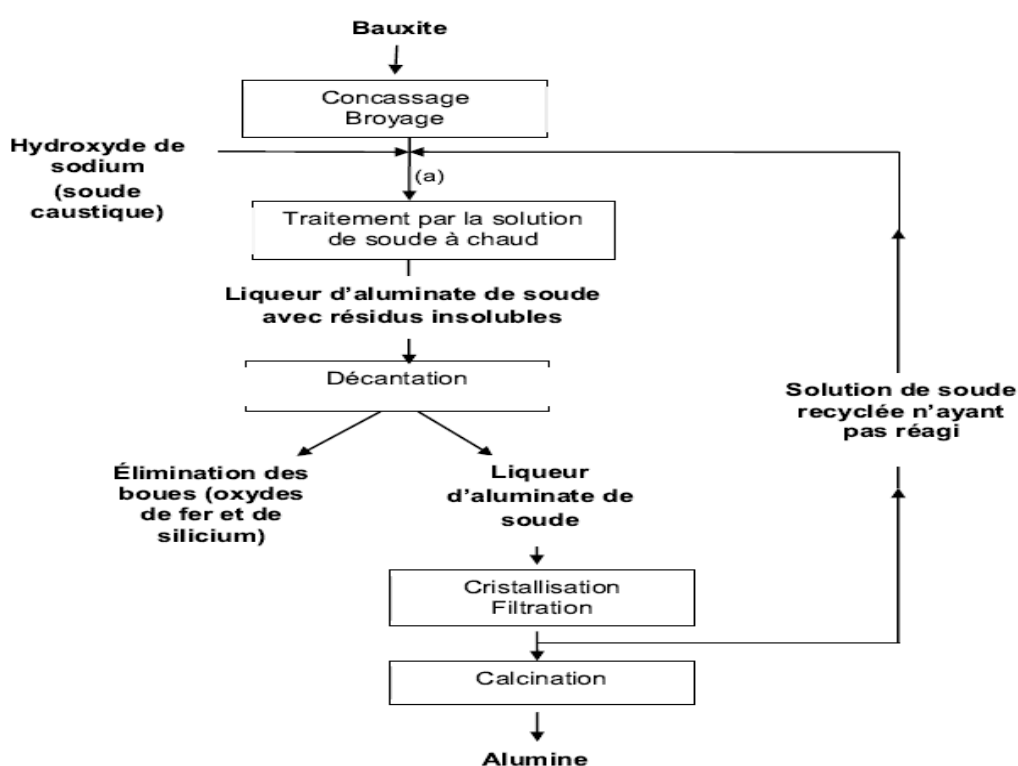
La bauxite est une roche dont le nom provient du village des Baux-de-Provence où elle a été découverte.

Elle contient différents oxydes dont la silice de formule SiO_2 et l'alumine 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.

Document 1 : Schéma du procédé Bayer d'extraction de l'alumine de la bauxite



Après broyage, la bauxite est attaquée à chaud, sous pression, par une solution de soude notée S_0 , 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.

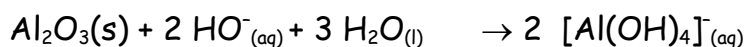
La solution de soude non utilisée est renvoyée dans le réacteur dans lequel on rajoute de la soude solide afin de maintenir la concentration en soude constante. Les besoins en soude solide correspondent :

- 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).

Document 2 : Traitement de la bauxite par la solution de soude pour extraire l'alumine

Le minerai est attaqué par une solution de soude ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) dans un réacteur sous une pression de 10 bars à une température de 250 °C.

La transformation de l'alumine par la solution de soude peut être modélisée par la réaction d'équation suivante :



Un très large excès de solution de soude dans le réacteur permet de rendre cette réaction quasi-totale.

La soude n'ayant pas réagi est recyclée. Afin de conserver une concentration massique en soude constante dans le réacteur, on introduit régulièrement de l'hydroxyde de sodium solide.

Document 3 : Données

a) Données techniques du procédé Bayer:

- pourcentage massique en alumine dans la bauxite : 50 % ;
 - débit massique de bauxite : 10 kg.h⁻¹ ;
 - 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).

b) NaOH

- L'hydroxyde de sodium est un solide de formule NaOH ;
- Une solution de soude est une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ;
- Masses molaires en g.mol⁻¹ : M(H) = 1,0 ; M(O) = 16,0 ; M(Na) = 23,0 ; M(Al) = 27,0 ;
- pKa des couples acide/base de l'eau : pKa (H₃O⁺/H₂O) = 0 ; pKa (H₂O/HO⁻) = 14.

c) Couleurs et zone de virage d'indicateurs colorés acido-basiques usuels :

Indicateur coloré	Teinte de la forme acide	Zone de virage	Teinte de la forme basique
Hélianthine	rouge	3,1 < pH < 4,4	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	6,0 < pH < 7,6	bleu
Phénolphthaléine	incolore	8,0 < pH < 10	rosé

Document 4 : Matériel à disposition

- . 4 béchers de 100 mL
- . Pipettes jaugées de 5,0 mL , 10,0 mL , 20,0 mL
- . Fioles jaugées de 50,0 mL , 100,0 mL et 200,0 mL .
- . Eprouvette graduée de 25 mL
- . Paire à pipeter
- . Un agitateur magnétique et son turbulent
- . Une burette graduée de 25,0 mL
- . Un flacon contenant la solution S_0 de soude de concentration inconnue C_0
- . Un flacon contenant une solution d'acide chlorhydrique (H_3O^+, Cl^-) de concentration $C_a = 0,50 \text{ mol/L}$
- . Un flacon contenant du Bleu de Bromothymol (BBT)
- . Un flacon contenant de l'Hélianthine
- . Un flacon contenant de la Phenolphthaleïne
- . Un verre à pied
- . Une pissette d'eau distillée
- . Gants et lunettes

Questions préalables:

1. Proposer un protocole, avec le matériel à disposition, afin de diluer par 20 la solution S_0 de soude nécessaire au traitement de la bauxite.

Le faire valider par le professeur avant la mise en œuvre.

2. Pratiquer une démarche expérimentale afin de déterminer la concentration molaire C de la solution de soude diluée et d'en déduire la concentration molaire C_0 de la solution de soude S_0 .

La faire valider par le professeur avant la mise en œuvre.

Problème :

Pour une heure de traitement de bauxite en continu, quelle masse d'hydroxyde de sodium solide faut-il introduire dans le réacteur afin de maintenir la concentration de la soude constante ?

L'analyse des données et des documents ainsi que la démarche suivie seront évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Une analyse critique des résultats est attendue.

