

<b>TP n°09</b>	<b>Séparation des ions Fer(III) et Cuivre(II) par précipitation d'hydroxyde: une étape dans l'élaboration du cuivre</b>	<b>Terminale spé</b>
----------------	---	----------------------

**I. OBJECTIF**

- Réaliser la séparation des ions fer III des ions cuivre II par la technique de précipitation.

**II. INTRODUCTION.**

Les métaux sont extraits des minerais. La chaîne de processus qui conduit, de la matière première au produit fini, implique un grand nombre d'étapes chimiques comme la séparation par précipitation ou l'électrolyse.

L'hydrométallurgie recouvre l'ensemble des procédés d'extraction de métaux par mise en solution (solvant acide ou basique) et par traitement d'électrolyse.

La précipitation met en jeu les solubilités des espèces chimiques et peut être obtenue par modification du pH, de la température.....

**III. EXPERIENCES PRELIMINAIRES**

En solution les ions métalliques précipitent en présence d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$  donnant des hydroxydes métalliques.

- Introduire dans un tube à essais 2 mL de solution de chlorure de fer III :  $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ .
- Ajouter quelques gouttes de solution d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$ .
- Recommencer la même manipulation avec une solution de sulfate de cuivre II  $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$ .

1) Noter vos observations. (Précisez notamment la couleur du précipité)

2) Ecrire les équation-bilan des deux réactions.

**Aide :** Les ions  $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$  ;  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$  et  $\text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$  sont des ions spectateurs

**Il se forme dans un des cas un précipité d'hydroxyde de fer III et dans l'autre cas un précipité d'hydroxyde de cuivre II**

**IV. PRINCIPE DE LA METHODE DE SEPARATION DES IONS METALLIQUES.**

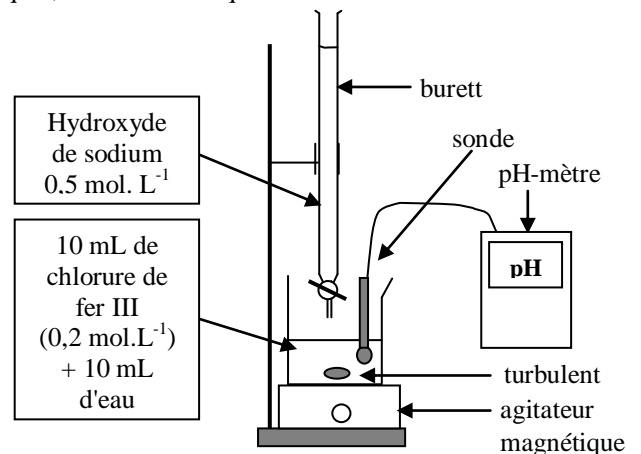
La précipitation des hydroxydes métalliques dépend fortement du pH.

On se propose de le vérifier pour des solutions de concentrations C, identiques, en ions métalliques.

**1) Précipitation des ions  $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ .**

Réaliser le montage ci-contre.

- Introduire dans un bécher de 50 mL,
- 10 mL de chlorure de fer III à  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$  prélevé à l'aide d'une pipette jaugée et ajouter 10 mL d'eau distillée prélevé à l'aide de l'éprouvette graduée.
- Mesurer le pH initial.
- Noter cette valeur dans le tableau ci-dessous
- Verser ensuite l'hydroxyde de sodium et noter la valeur du pH dans le tableau jusqu'à ce que le pH augmente brusquement (la valeur doit se situer entre 10 et 15 mL)

**Attention Attention Attention Attention Attention Attention Attention Attention Attention :**

- Repérer le pH de début de précipitation (notez le en rouge dans le tableau)

( Pour repérer le début de précipitation, il faut rajouter la soude, agiter quelques secondes à l'aide de l'agitateur magnétique puis voir en transparence si le trouble persiste)

- Repérer le pH de début du saut de pH (notez le en vert dans le tableau)

- Après chaque ajout de soude, il faut attendre la stabilisation de la valeur indiquée sur le pH-mètre, cela peut varier entre 10 s et quelques minutes (surtout quand on atteint le saut de pH)

<b>V<sub>B</sub></b>	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
<b>pH</b>							
<b>V<sub>B</sub></b>	4	5	6	7	8	9	10
<b>pH</b>							
<b>V<sub>B</sub></b>	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14
<b>pH</b>							
<b>V<sub>B</sub></b>	14,5	15					
<b>pH</b>							

**Remarque :**

- Tant que l'hydroxyde de fer III précipite, le pH varie lentement.
- Quand l'hydroxyde de fer III a finit de précipiter, le pH augmente rapidement.

**2) Précipitation des ions  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ .**

- Reproduire la même manipulation en utilisant une solution de sulfate de cuivre II à  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ .

- **Pensez à bien rincer la verrerie et le pH-mètre**

$V_B$	0	0,5	1	1,5	2	3	4
pH							
$V_B$	5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
pH							
$V_B$	9	9,5	10				
pH							

**Remarque :**

- Tant que l'hydroxyde de cuivre II précipite, le pH varie lentement.

- Quand l'hydroxyde de cuivre II on finit de précipiter, le pH augmente rapidement.

**3) Conclusion.**

a) En vous aidant des équation-bilan du III.2), expliquer l'origine de la variation brusque du pH.

b) - Quel est le domaine (en pH) de précipitation de l'ion  $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$  ?

- Quel est le domaine (en pH) de précipitation de l'ion  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$  ?

**Aide :**

- Aidez-vous des valeurs consignées dans les tableaux.

- Tant que l'hydroxyde de fer III ou l'hydroxyde de cuivre II précipite, le pH varie lentement.

- Quand l'hydroxyde de fer III ou l'hydroxyde de cuivre II on finit de précipiter, le pH augmente rapidement.

**V. SEPARATION DES IONS  $\text{Cu}^{2+}_{(AO)}$  ET DES IONS  $\text{Fe}^{3+}_{(AO)}$  DANS UN MELANGE.****1) Manipulation.**

- Reprendre le montage précédent.

- Introduire dans le bécher 10 mL de solution de chlorure de fer III à  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$  et 10 mL de solution de sulfate de cuivre II à  $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$ .

- Mesurer le pH initial. Noter cette valeur sur votre rapport

- Réaliser le même montage que précédemment.

- Verser ensuite doucement et de 0,5 mL en 0,5 mL l'hydroxyde de sodium à  $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$  à l'aide de la burette graduée jusqu'à ce que le pH atteigne la valeur du pH de début de saut de pH pour la précipitation des ions  $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$  (**cf tableau du IV. 1)**)

- Filtrer alors le mélange contenu dans le bécher.

**2) Conclusion.**

a) Quelle est l'espèce chimique (ion  $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$  ou ion  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ ) extraite de la solution ? Sous quelle forme (solide ou liquide) est-elle obtenue ?

b) - Quelle est l'espèce chimique (ion  $\text{Fe}^{3+}_{(aq)}$  ou ion  $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ ) contenue dans le filtrat ?

- Comment vérifier expérimentalement qu'il ne contient qu'un type d'ions ?

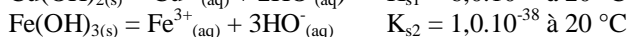
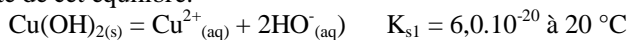
Faire valider votre expérience par le prof puis la réaliser.

c) L'objectif du TP est-il atteint ?

**VI. EXERCICE**

Lorsqu'on dissout un composé ionique solide dans l'eau, celui-ci se dissout jusqu'à saturation de la solution. Si on continue à ajouter du composé, il y a précipitation.

On a alors un équilibre chimique entre le composé ionique solide non dissous et la solution saturée. Le produit de solubilité  $K_s$  est la constante de cet équilibre.



1) Exprimer le quotient de réaction  $Q_r$  pour chacun de ces équilibres.

2) En déduire la concentration en ions  $\text{HO}^{-}_{(aq)}$  pour laquelle la précipitation commence, la concentration des composés ioniques dissous étant de  $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$ .

3) En déduire le pH de précipitation de chaque hydroxyde.

4) Comparer avec les valeurs expérimentales trouvées.

Calculer l'écart relatif (en %) :  $\left| \frac{\text{pH}_{\text{théo}} - \text{pH}}{\text{pH}_{\text{théo}}} \right| \cdot 100$

**DONNEE :**

Il y a précipitation si le quotient de réaction  $Q_r$  est  $\geq$  à  $K_s$ ,

$$[\text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)}] \cdot [\text{HO}^{-}_{(aq)}] = 10^{-14}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^{+}_{(aq)}]$$

**Exercices**

Exo résolu p 205 + exo page 207 n°08

TP n°09	Séparation des ions Fer(III) et Cuivre(II) par précipitation d'hydroxyde: une étape dans l'élaboration du cuivre	Terminale spé
---------	---	---------------

### MATERIEL AU BUREAU

- 3 béchers de 250 mL
- Marqueur permanent
- Lunettes
- Gants de protection

### PRODUITS AU BUREAU

- Solution de chlorure de fer III ( $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$ ) à  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$
- Solution de sulfate de cuivre II ( $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$ ) à  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$
- Solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^{+}_{(\text{aq})} + \text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$ ) à  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$

### MATERIEL PAR GROUPE

- Tubes à essais
- Burette graduée
- Agitateur magnétique
- pH-mètre
- papier filtre
- 1 erlenmeyer de 100 mL + entonnoir + filtre papier
- 4 béchers de 100 mL
- 1 bécher de 50 mL
- 1 pipette jaugée de 10 mL + pipeteur
- 1 éprouvette graduée de 10 mL
- 1 pipette pasteur en plastique

### PRODUITS PAR GROUPE

- Eau distillée
- Solutions tampon pH 7 et pH 4