

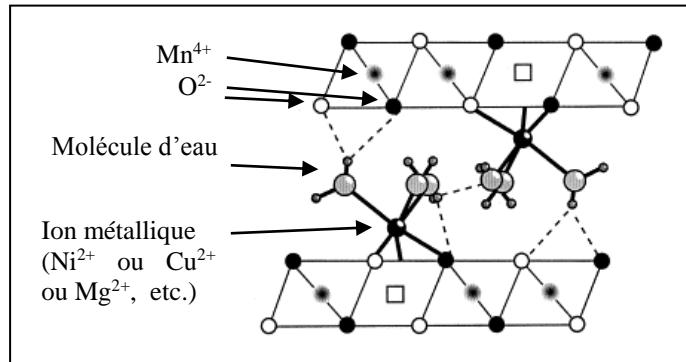
# NODULES POLYMETALLIQUES

Exemple de questions et corrigé

## A) Exploitation des documents

### Questions

- 1) Interpréter la structure « couches plus ou moins concentriques » des nodules.
- 2) Représenter la structure de Lewis de la molécule d'eau ; expliquer pourquoi elle est polaire.
- 3) Interpréter les interactions de la molécule d'eau avec son environnement dans le schéma ci-contre.



### Corrigé

- 1) Cristallisation progressive très longue en couches successives concentriques autour d'un noyau.
- 2) L'oxygène est plus électronégatif que l'hydrogène ; les barycentres des charges + et - ne coïncident pas : la molécule présente un dipôle électrique (déséquilibre interne de charge : schéma)
- 3) Liaisons « hydrogène » entre H de la molécule d'eau et les ions O<sup>2-</sup> (*La liaison hydrogène ou pont hydrogène est une liaison chimique non covalente, de type dipôle-dipôle. Elle est de basse intensité (vingt fois plus faible qu'une liaison covalente classique), et relie des molécules en impliquant un atome d'hydrogène. On pensait à l'origine que l'électron de cet atome était partagé entre les molécules liées<sup>4</sup>, et donc que cette liaison hydrogène était quasi-covalente. On sait aujourd'hui qu'elle est à 90 % électrostatique*) ; liaisons électrostatique entre O (δ-) et ions positifs (Ni<sup>2+</sup>...).

## B) Séparations

### Questions

- 1) En exploitant le graphe ci-dessus, indiquer à partir de quel pH apparaît le précipité d'hydroxyde de cuivre.
- 2) Retrouver cette valeur à partir de la constante d'équilibre K indiquée en encadré ci-dessus.
- 3) Pour L'ion Mg<sup>2+</sup>, dans les mêmes conditions à précipitation de l'hydroxyde s'effectue à partir de pH = 8,9. Expliquer une méthode de séparation des ions Cu<sup>2+</sup> et Mg<sup>2+</sup>.

### Corrigé

1) 0,5 pH = 5,2.

2) 0,5 K =  $\frac{1}{[Cu_{(aq)}^{2+}]_{éq} \cdot [HO_{(aq)}^{-}]_{éq}^2} = 4,0 \cdot 10^{18}$        $[HO^-] = [(1/4 \cdot 10^{18}) / 0,1]^{1/2} = 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$

alors  $[H_3O^+] = 10^{-14} / [HO^-] = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$       pH = 5,2

- 3) 0,5 Entre pH = 5,2 et pH = 8,9 Cu<sup>2+</sup> est précipité et Mg<sup>2+</sup> reste en solution ; on se place donc autour de pH 7 : on filtre le précipité de Cu(OH)<sub>2</sub> ; en augmentant le pH on précipitera ensuite les ion Mg<sup>2+</sup>.

## C) Dosage

### Questions

- 1) Proposer un protocole pour préparer 100 mL de la solution  $S_{d1}$  à partir de la solution mère  $S_m$ .
- 2) A partir de la courbe d'absorbance interpréter la couleur bleue de la solution de sulfate de cuivre.
- 3) Enoncer la loi illustrée par le graphe de  $A([Cu^{2+}])$ ? La modélisation réalisée par ce graphe est-elle conforme à la prévision théorique?
- 4) Calculer la quantité de matière et la masse de cuivre contenue dans l'échantillon de nodule.  
*Donnée :  $M(Cu) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$ .*
- 5) Déduire de ce qui précède le pourcentage massique de cuivre dans le nodule. Conclure sur l'intérêt de ce dernier en ce qui concerne la teneur en cuivre.
- 6) La valeur de l'absorbance de la solution est connue avec une incertitude expérimentale élargie :  $\Delta A = 0,01$ . Calculer l'incertitude qui en résulte sur la valeur de la masse de cuivre et exprimer le résultat sous la forme  $m \pm \Delta m$  et donner la précision.

### Corrigé

- 1) protocole pour préparer 100 mL de la solution  $S_{d1}$  à partir de la solution mère  $S_m$  :

$$n_{\text{mère}} = n_{\text{diluée}} \quad C_{\text{mère}} V_{\text{mère}} = C_{\text{diluée}} V_{\text{diluée}}$$

$$V_{\text{mère}} = C_{\text{diluée}} V_{\text{diluée}} / C_{\text{mère}} = 0,25 \times 100 / 0,5 = 50 \text{ mL}$$

On prélève 50 ml de solution mère avec une pipette jaugée de 50 mL (ou éprouvette) que l'on place dans une fiole jaugée de 100 mL ; on complète au trait de jauge à l'eau distillée et on homogénéise.

- 2) absorbance lumineuse dans le domaine du rouge : lumière bleue non absorbée d'où la couleur bleue

- 3) Loi de Beer-Lambert  $A = k C$

La modélisation réalisée par ce graphe est conforme à la prévision théorique : on modélise par une droite passant par l'origine (proportionnalité) avec un coefficient de détermination satisfaisant.

- 4)  $C = A / k = 0,26 / 6,265 = 4,15 \text{ } 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

$$\text{L'échantillon a donné une solution ionique de volume } V = 1 \text{ L} \quad n = C V = 4,15 \text{ } 10^{-2} \text{ mol}$$
$$m = n \cdot M = 4,15 \text{ } 10^{-2} \times 63,5 = 2,64 \text{ g}$$

- 5) pourcentage massique de cuivre dans le nodule :  $p = 2,64 / 50 = 5,27 \text{ } 10^{-2} = 5,27 \%$   
très satisfaisant en ce qui concerne la teneur en cuivre.

- 6)  $A = k C$  donc  $\Delta A = k \Delta C$  donc  $\Delta C = \Delta A / k$

$$\Delta m = \Delta C \cdot V \cdot M \quad \text{donc } \Delta m = \Delta A \cdot V \cdot M / k = 0,01 \times 1 \times 63,5 / 6,265 \approx 0,1 \text{ g}$$

$$\text{Donc } m = 2,6 \pm 0,1 \text{ g}$$

$$\text{Précision : } \Delta m / m = 0,1 / 2,6 \approx 0,04 = 4\%$$