

Soutien 11 : Influence du pH sur la solubilité

• **Solubilité** : quantité de matière maximale d'un solide que l'on peut dissoudre dans un litre de solvant pur, à une température donnée. Elle est notée s et s'exprime le plus souvent en mol/L.

• La solubilité dépend :

☒ de la température (en général, la solubilité des solides augmente quand la température augmente – sauf pour quelques exceptions dont le calcaire $\text{CaCO}_{3(s)}$!)

☒ de la présence en solution d'un ion constitutif du précipité (**effet d'ions communs**). Cet effet diminue la solubilité d'un composé.

☒ des propriétés acido-basiques des ions constitutifs du précipité

• **Méthode pour déterminer la solubilité d'un solide lorsque plusieurs réactions sont à prendre en compte**

1) Identifier toutes les espèces en solution qui sont issues de la dissolution du solide (directement ou indirectement).

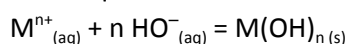
2) Exprimer la solubilité du solide en fonction des concentrations de ces différentes espèces.

3) Écrire toutes les réactions faisant intervenir ces espèces chimiques. Écrire les expressions de la constante de solubilité K_s et des constantes d'équilibre à l'équilibre.

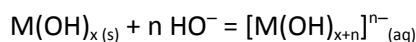
4) En déduire l'expression de la solubilité.

Application – Précipitation de l'ion aluminium Al^{3+}

De très nombreux cations métalliques M^{n+} comme Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} ... donnent en présence d'ions hydroxydes HO^- des hydroxydes métalliques $\text{M}(\text{OH})_{n(s)}$ selon l'équation :



Certains hydroxydes métalliques $\text{M}(\text{OH})_x$ peuvent être dissous par la formation d'un complexe $[\text{M}(\text{OH})_{x+n}]^{n-}$:



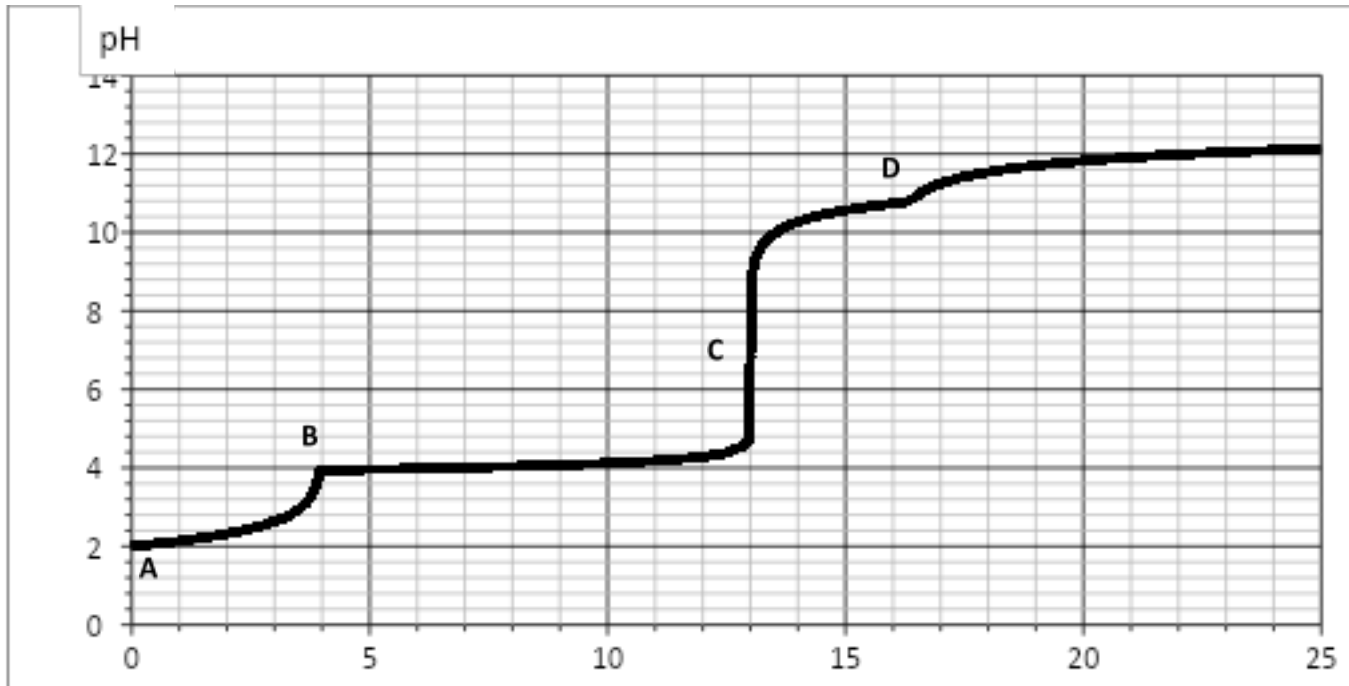
Considérons le cas d'une solution contenant des ions aluminium Al^{3+} . Si à une solution d'ion Al^{3+} on ajoute progressivement de la soude, alors à partir d'un certain pH, $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$ précipite, puis il se redissout par formation du complexe $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-_{(aq)}$.

Données : $pK_s(\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}) = 32$

La réaction $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)} + \text{HO}^-_{(aq)} = \text{Al}(\text{OH})_4^-_{(aq)}$ a une constante $K^\circ = 10^2$

1. Tracer le diagramme d'existence du solide $\text{Al}(\text{OH})_3$ en fonction du pH pour une concentration de tracé en aluminium $c_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.
2. Le solide $\text{Al}(\text{OH})_3$ est-il un acide ou une base ?
3. Exprimer la solubilité du solide $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$ en fonction du pH et de différentes constantes d'équilibre.
4. En déduire la solubilité du solide $\text{Al}(\text{OH})_3$ à $\text{pH} = 5$.

Ces propriétés de l'aluminium peuvent être utilisées pour titrer une solution contenant des ions aluminium Al^{3+} . Voici la courbe de la simulation du titrage de 40 mL de solution d'ions Al^{3+} dans l'acide chlorhydrique à $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ par une solution de soude de concentration $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$.



On observe 3 équivalences sur cette courbe de titrage, respectivement aux points **B**, **C** et **D**. Dans le cas des points **B** et **D**, l'équivalence n'est pas marquée par un saut de pH mais par un point anguleux.

5. Déterminer quelles réactions se produisent lors du titrage sur les portions de courbes **A** → **B**, **B** → **C** et **C** → **D**. En déduire ce qu'il se produit aux points anguleux **B** et **D**.
6. Écrire les relations à l'équivalence entre quantités de matières de titrant et de titré pour chacun des points **B**, **C** et **D**. En déduire la concentration $[\text{Al}^{3+}]$ de cette solution.
7. Proposer une autre méthode pour suivre ce titrage.
8. A l'aide de cette courbe, retrouver la valeur de pKs pour le solide $\text{Al}(\text{OH})_3$.