TP n°6
Dosage d'un mélange d'acide fort et d'ions aluminium

connaissances requises	Acides-bases, précipitation, solubilité, réaction prépondérante
but du TP	Observer l'influence de réactions multiples
matériel	Solution mélange en proportions inconnues Soude ($c_0 = 0{,}2\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$), pH-mètre + éléctrodes, solutions tampons, béchers (50 et 150 mL), burette (30 mL)

On vient de trouver une solution dont on sait qu'elle est un mélange de deux solutions acides, en proportions inconnues. La première solution est de l'acide chlorhydrique, de concentration c_a de l'ordre de $0{,}2\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. La deuxième est constituée d'ions Al^{3+}, de concentration c_i proche de $0{,}1\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. On cherche à titrer ce mélange pour déterminer le rapport $x = V_a/V_i$ des volumes versés. On utilise pour cela de la soude de concentration $c_0 = 0{,}2\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

I) Étude théorique

Dosage de l'acide seul

On considère l'acide chlorhydrique seul en solution à la concentration c_a.

- Donner l'allure de la courbe du pH en fonction du volume de soude versée pour une prise d'essai de 10 mL. On précisera bien le pH initial.

Dosage de l'ion Aluminium seul

Les ions aluminium vont précipiter avec la soude pour donner un précipité d'hydroxyde d'aluminium $Al(OH)_{3(s)}$ que l'on peut ensuite redissoudre en ion aluminate $AlO_2{}^-{}_{(aq)}$ par un excès de soude. Le précipité est donc défini par deux produits de solubilité :

$$Al(OH)_{3(s)} = Al^{3+}_{(aq)} + 3\,OH^-_{(aq)}, \quad K_s = 10^{-32{,}3}$$

et

$$Al(OH)_{3(s)} = AlO_2{}^-{}_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}, \quad K_s' = 10^{-12{,}3}$$

- En considérant l'ion Aluminium seul en solution (pour une concentration de c_i), déterminer le pH de début de précipitation de l'hydroxyde ainsi que le pH de fin de redissolution du même hydroxyde (en ion aluminate).
- Donner l'allure de la courbe du pH en fonction du volume de soude versée dans le cas où la prise d'essai (volume de réactif titré) est de 10 mL. On admet que le pH initial danc ces conditions serait d'environ 3,5.

Dosage du mélange

On considère maintenant le mélange des deux solutions précédentes.

- En utilisant les résultats précédents, donner l'allure de la courbe du pH en fonction du volume de soude versée pour une prise d'essai de 10 mL (on pourra considérer $x = 1$ dans un premier temps par exemple).

II) Étude pratique

C'est à vous !

- Étalonner le pH-mètre à l'aide des deux solutions tampons données.
- Prélever 10 mL du mélange que l'on place dans un bécher.
- Ajouter 10 mL d'eau déminéralisée à la solution de manière à ce que les électrodes plongent correctement dans la solution.
- Effectuer le dosage en notant le pH de la solution en fonction du volume de soude versée.
- Tracer la courbe de dosage pH $= f$(volume versé) ainsi que sa dérivée à l'aide de Régressi.
- Retrouver les concentrations en acide et en ion aluminium (sans oublier d'évaluer les incertitudes) dans le mélange.
- En déduire la valeur de x ainsi que son incertitude.