

DOSAGE D'UN FONGICIDE PAR IODOMÉTRIE

Les ions cuivre(II) possèdent des propriétés fongicides et algicides utilisées dans l'agriculture ou les peintures antifouling de coques de bateaux. Cependant, leur nocivité et forte toxicité vis-à-vis des organismes aquatiques nécessitent certaines précautions lors de leur utilisation.

BUT du TP : La bouillie bordelaise, composée notamment de sulfate de cuivre(II) et de chaux éteinte, est un fongicide autorisé en agriculture biologique. Le but du TP est de doser les ions Cu^{2+} contenus dans la solution fournie, obtenue par dissolution de $30,00 \pm 0,01$ g de bouillie bordelaise dans $1,000 \pm 0,002$ L d'acide sulfurique dilué.

Principe : Le diiode est l'oxydant du couple I_2 / I^- ($E^\circ = 0,54$ V). Il peut oxyder (dans les conditions standard) tout réducteur d'un couple tel que $E^\circ < 0,54$ V. Le réducteur le plus utilisé pour titrer le diiode est l'ion thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. L'ion $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ est appelé tétrathionate.

On peut doser un oxydant (Cu^{2+} par exemple) par une méthode de dosage indirect : on la réduit par une solution d'iodure de potassium en excès et on dose le diiode formé par une solution de thiosulfate de sodium.

I. Données physico-chimiques. Matériel et produits à disposition.

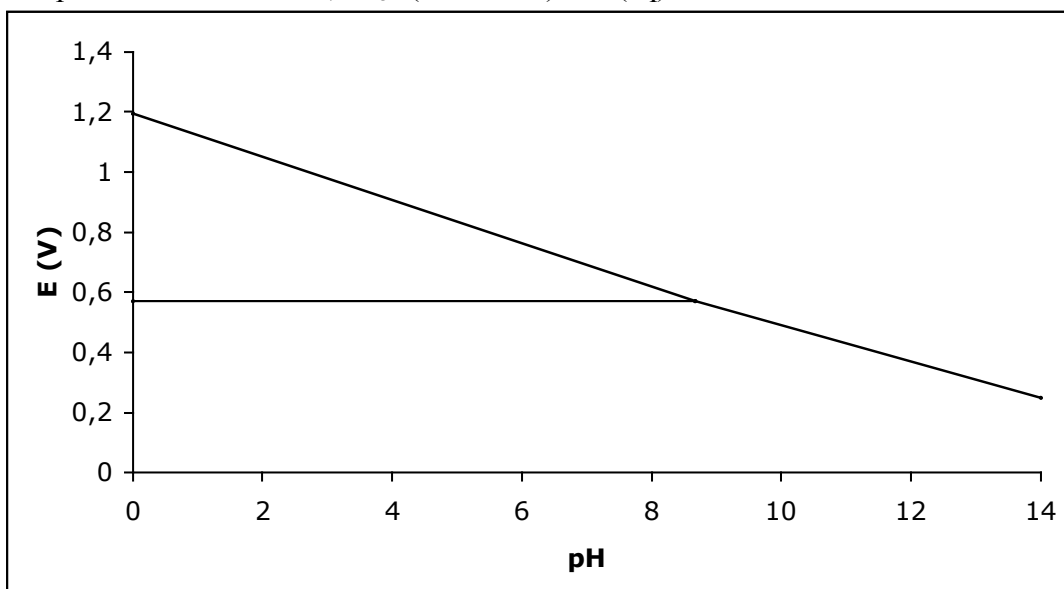
1) Matériel et produits chimiques à disposition : liste indicative

– Pipettes jaugées de 5, 10 et 20 mL, pipette graduée, pipette Pasteur, éprouvettes graduées, fiole jaugée de 100 mL, béchers, erlenmeyer, burette graduée, agitateur magnétique, etc.

– Solution d'ions Cu^{2+} , solution d'iodure de potassium, solution de diiode, empois d'amidon ou thiodène, thiosulfate de sodium pentahydraté $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$, papier pH, etc.

2) Données à 298 K

– On donne le diagramme E-pH simplifié de l'élément iode (concentration totale en élément dissous de $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$, égalité des concentrations atomiques aux frontières). Les espèces considérées pour ce tracé sont : I^- , IO_3^- (ion iodate) et $\text{I}_2(\text{aq})$.



– On donne les potentiels standard (en V) de couples rédox à 298 K :

Couple rédox	I_2 / I^-	$\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$\text{IO}_3^- / \text{I}_2$	$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}^+$
E° (V)	0,54	0,10	1,19	0,16

– Produits de solubilité : $\text{p}K_s(\text{CuI}) = 12$; $\text{p}K_s(\text{Cu}(\text{OH})_2) = 19,7$.

– Le diiode est peu soluble dans l'eau pure ($s = 5.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$). En revanche, il l'est davantage en présence d'ions iodure par formation du complexe triiodure I_3^- ($pK_D = 2,6$).

II. Préparation d'une solution étalon de thiosulfate à $0,050 \text{ mol.L}^{-1}$

Sachant que la masse molaire du thiosulfate de sodium pentahydraté $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ vaut $248,20 \text{ g.mol}^{-1}$, préparer 100 mL d'une solution de $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ de concentration *exacte* à *environ* $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$. Noter avec précision la masse exacte qui a été pesée.

Calculer la concentration exacte de la solution préparée et faire un calcul d'incertitude sur cette concentration.

III. Titrage direct de la solution de diiode fournie

1) Proposer un protocole expérimental précis (schéma du montage, réactifs, quantités prélevées, verrerie utilisée, réaction de titrage, détection de l'équivalence, etc.) pour titrer une prise d'essai de 10,0 mL de la solution de diiode fournie. Justifier oralement vos choix.

APPELER LE PROFESSEUR AVANT D'EFFECTUER LES MANIPULATIONS.

Après discussion, réaliser le protocole expérimental fourni par le professeur.

2) Écrire la réaction mise en jeu et calculer la constante d'équilibre K° correspondante.

3) Donner le résultat du titrage, puis calculer la concentration du diiode et son incertitude.

IV. Dosage des ions cuivrique Cu^{2+} d'un fongicide

1) Introduire dans un bécher 5,00 mL de solution Cu^{2+} fournie (pipette jaugée : pourquoi ?), 15 mL d'une solution de KI (éprouvette : pourquoi ?) et 50 mL d'eau. Agiter et attendre 5 minutes. **Ne pas jeter le contenu du bécher.**

Observer et identifier les produits formés. En déduire l'équation bilan de la réaction observée.

2) Proposer une méthode précise pour doser les ions cuivrique Cu^{2+} contenus dans la solution fournie. **APPELER LE PROFESSEUR AVANT D'EFFECTUER LES MANIPULATIONS.**

Après discussion, réaliser le protocole expérimental fourni par le professeur.

3) Donner le résultat du titrage, calculer la concentration de la solution de cuivre(II) fournie et déterminer l'incertitude expérimentale correspondante.

4) Questions complémentaires

a) Comment peut-on s'assurer expérimentalement de l'excès d'ions iodure ?

b) En utilisant le diagramme E-pH de l'iode, prévoir ce que devient une solution de diiode en milieu basique. Donner le bilan de la réaction.

c) En vue du titrage, la solution d'ions Cu^{2+} a été obtenue en dissolvant la bouillie bordelaise dans une solution d'acide sulfurique diluée. Donner deux raisons.

d) Déterminer la teneur massique en cuivre de la bouillie bordelaise utilisée pour préparer la solution de Cu^{2+} fournie. Faire un calcul d'incertitude. *Donnée : $M_{\text{Cu}} = 63,55 \text{ g.mol}^{-1}$.*

e) Pourquoi le diiode est-il peu soluble dans l'eau ? Calculer la solubilité du diiode dans une solution de KI à $0,100 \text{ mol.L}^{-1}$.

f) Quelle est la géométrie des ions iodate (IO_3^-) ? Discuter les valeurs des angles de liaisons.