

Dosage des ions cuivre II contenus dans la bouillie bordelaise

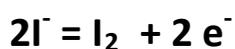
La bouillie bordelaise est un fongicide, c'est-à-dire une substance qui élimine ou limite le développement des champignons parasites des végétaux. Elle est conditionnée sous la forme d'une poudre bleue composée de sulfate de cuivre pentahydraté (80% en masse) et de chaux éteinte Ca(OH)_2 (20% en masse). La bouillie bordelaise est généralement dissoute dans l'eau puis épandue sur les végétaux à traiter comme la vigne, les pommes de terre...

Selon les normes européennes, une solution de bouillie bordelaise peut être utilisée en agriculture biologique si sa concentration en sulfate de cuivre pentahydraté est inférieure à 20 g.L^{-1} .

Mode opératoire

- Placer 10 mL de bouillie bordelaise dans un bécher. Ajouter 20 mL de la solution d'iodure de potassium ($\text{K}^+ + \text{I}^-$) à 0.5 mol.L^{-1} . Agiter.
- Titrer la solution obtenue à l'aide de la solution de thiosulfate de sodium ($2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) à $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$.

La réaction entre les ions cuivre (II) et les ions iodure est une réaction d'oxydo-réduction mettant en jeu les couples $\text{Cu}^{2+} / \text{CuI}$ et I_2 / I^- :



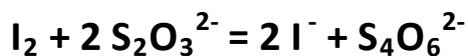
Le diiode formé colore la solution en jaune brun.

On suppose que les ions iodure sont en large excès et la réaction est totale.

état	avancement (mol)	$2\text{Cu}^{2+} (\text{aq})$	$+ 4\text{I}^- (\text{aq})$	$= \text{I}_2 (\text{aq})$	$+ 2\text{CuI} (\text{s})$
initial	0	$n_{\text{Cu}^{2+}}$	excès	0	0
en cours	x	$n_{\text{Cu}^{2+}} - 2x$		x	2x
fin	x_{max}	$n_{\text{Cu}^{2+}} - 2x_{\text{max}} = 0$		$n_{\text{I}_2} = x_{\text{max}}$	$2x_{\text{max}}$

On a donc : $n_{\text{Cu}^{2+}} = 2x_{\text{max}} = 2n_{\text{I}_2}$.

On dose le diiode formé (dosage en retour) à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium à $0,02 \text{ mol.L}^{-1}$ suivant la réaction d'oxydo-réduction entre les couples I_2 / I^- et $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$:



état	avancement (mol)	$\text{I}_2(\text{aq})$	$+ 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	$= 2 \text{I}^-(\text{aq})$	$+ \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$
initial	0	$n_{\text{I}_2} = \frac{1}{2}n_{\text{Cu}^{2+}}$	$n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}$	0	0
en cours	x	$\frac{1}{2}n_{\text{Cu}^{2+}} - x$	$n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} - 2x$	2x	x
à équivalence	x_{max}	$\frac{1}{2}n_{\text{Cu}^{2+}} - x_{\text{max}} = 0$	$n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} - 2x_{\text{max}} = 0$	$2x_{\text{max}}$	x_{max}

A l'équivalence : $x_{\text{max}} = \frac{1}{2} n_{\text{Cu}^{2+}}$ et $n_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = 2x_{\text{max}} = n_{\text{Cu}^{2+}}$

On a donc : $C_{\text{Cu}^{2+}} = \frac{C_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} \cdot V_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}}{V_{\text{Cu}^{2+}}}$

Résultats expérimentaux :

A l'équivalence, $V_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = 16 \text{ mL}$.

On en déduit : $C_{\text{Cu}^{2+}} = 0,02 \times 16/10 = 0,032 \text{ mol.L}^{-1}$

Soit une concentration massique en sulfate de cuivre pentahydraté :

($M(\text{CuSO}_4, 5\text{H}_2\text{O}) = 249,5 \text{ g.mol}^{-1}$)

$C_{\text{sulfate de cuivre pentahydraté}} = 0,032 \times 249,5 = 8,0 \text{ g.L}^{-1}$

La bouillie bordedaise étudiée peut donc être utilisée en agriculture biologique.

Remarque :

En calculant la quantité de matière d'ion iodure, on montre qu'ils sont bien en large excès par rapport aux ions cuivre II.

On précise que dans les conditions stoechiométriques, la relation suivante est vérifiée :

$n_{\text{Cu}^{2+}} = \frac{1}{2} n_{\text{I}_2}$

On ajoute aux 10 mL de bouillie bordelaise, 20 mL d'une solution d'iodure de potassium de concentration 0,5 mol/L.

On a donc :

$$n_{I^-} = 0,020 \times 0,5 = 0,01 \text{ mol et } \frac{1}{2} n_{I^-} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol ;}$$

$$n_{Cu^{2+}} = 0,010 \times 3,2 \cdot 10^{-3} = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

on a bien : $\frac{1}{2} n_{I^-} > n_{Cu^{2+}}$.