

Titration du dioxygène dissous dans l'eau

L'objectif de ce TP est de déterminer la concentration en dioxygène dissous dans l'eau au moyen de la méthode de WINKLER.

Le dioxygène dissous en solution aqueuse peut être titré au moyen de la méthode de WINKLER. Nous présentons ici le protocole expérimental suivi, dont l'interprétation fait intervenir la lecture de diagrammes potentiel-pH (en superposition).

1. Partie expérimentale et résultat obtenu

- Introduire dans un erlenmeyer de 250 mL muni d'un bouchon, environ 200 mL d'eau du robinet (dont on souhaite évaluer la teneur en dioxygène dissous). Ajouter environ 2 g de chlorure de manganèse (II) et deux pastilles d'hydroxyde de sodium. Introduire dans l'erlenmeyer un grand barreau aimanté ; compléter le volume encore disponible dans l'erlenmeyer par la même eau du robinet, de façon à avoir un erlenmeyer rempli à ras-bord. Boucher et agiter dix minutes. Laisser reposer dix minutes.
- Verser le contenu de l'erlenmeyer dans un bécher de plus grande contenance et ajouter environ 5 mL d'acide sulfurique concentré. Agiter et vérifier que le milieu est très acide (utilisation de papier pH). Ajouter alors 1 g d'iodure de potassium KI en cristaux et agiter de nouveau.
- Prélever $v_0 = 100,0$ mL (utilisation d'une fiole jaugée de classe A), transférer dans un erlenmeyer et introduire un barreau aimanté. Réaliser le titrage de la solution avec une solution de thiosulfate (ions $S_2O_3^{2-}$) de concentration $c = 1,50 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$, en ajoutant quelques gouttes d'empois d'amidon peu avant l'équivalence. On note le volume équivalent v_E en mL :

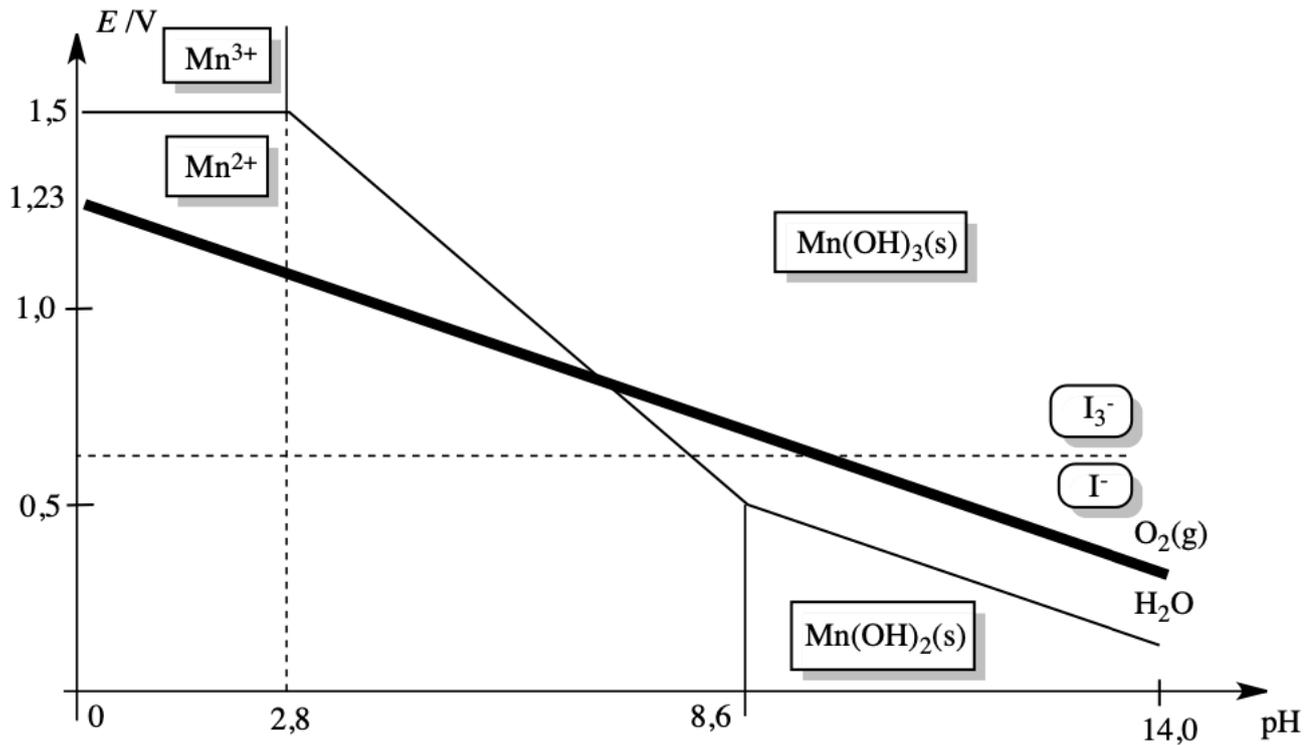
$v_E =$ mL

L'empois d'amidon a la propriété de virer au bleu en présence de diiode (ou des ions I_3^- en milieu iodure). Les ions thiosulfate réagissent totalement avec les ions I_3^- pour former des ions iodure I^- et tétrathionate $S_4O_6^{2-}$.

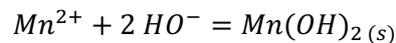
2. Interprétation, lecture de diagramme $E - pH$

L'interprétation des réactions observées est facilitée par lecture de diagrammes $E - pH$. Nous présentons à la figure ci-dessous la superposition :

- du diagramme simplifié relatif au manganèse avec une concentration de tracé égale à $10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$ (espèces Mn^{3+} , $Mn(OH)_3(s)$, Mn^{2+} et $Mn(OH)_2(s)$) ;
- du diagramme simplifié relatif à l'iode (espèces I_3^- et I^-) avec une concentration de tracé $10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$;
- du diagramme relatif à l'eau.

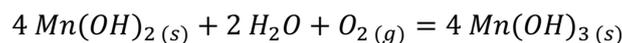


Lors du mélange du chlorure de manganèse (II) et des ions hydroxyde HO^- , on assiste à la formation de solide dans le milieu :



Le dioxygène présent dans l'eau du robinet réagit favorablement avec le solide $Mn(OH)_2(s)$ (les espèces ont des domaines de stabilité disjoints).

L'équation-bilan s'écrit :

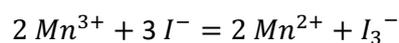


Cette réaction est assez rapide (quelques minutes) dans les conditions de concentrations rencontrées ici.

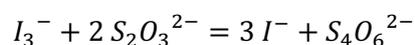
En milieu acide, les ions manganèse (II) ne réagissent pas favorablement avec le dioxygène car les espèces possèdent un domaine commun de stabilité.

Par retour en milieu acide, le solide $Mn(OH)_3(s)$ se dissout sous forme d'ions Mn^{3+} , qui réagissent favorablement avec les ions iodure I^- (les espèces ont des domaines de stabilité disjoints).

L'équation-bilan s'écrit :



Le diiode est titré par les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}$ selon l'équation-bilan :



À l'équivalence de ce dernier titrage :

$$n_{I_3^-} = \frac{n_{S_2O_3^{2-}}}{2}$$

$$n_{I_3^-} = \frac{c v_E}{2}$$

avec :

$$n_{I_3^-} = \frac{n_{Mn^{3+}}}{2} = 2 n_{O_2}$$

Ainsi :

$$\frac{c v_E}{4} = c_{O_2} v_0$$

$c_{O_2} =$	$mol. L^{-1}$
-------------	---------------

Évaluons l'incertitude sur le résultat :

$$\frac{\Delta c_{O_2}}{c_{O_2}} = \sqrt{\left(\frac{\Delta c}{c}\right)^2 + \left(\frac{\Delta v_E}{v_E}\right)^2 + \left(\frac{\Delta v_0}{v_0}\right)^2}$$

$$\Delta c_{O_2} =$$

$c_{O_2} =$	\pm	$mol. L^{-1}$
-------------	-------	---------------

Burette graduée + agitateur

Erlenmeyer 250 mL + bouchon

2 Bêchers 100 mL

Bécher 250 mL

Bécher 500 mL

Fiole jaugée 100 mL

Pot de yaourt

Hydroxyde de sodium solide

Petit **ET** Grand barreau aimanté

Agitateur

Chlorure de manganèse + spatule + balance 1/10

Iodure de potassium

Thiosulfate à $1,5 \cdot 10^{-2}$ M

Empois d'amidon

Acide sulfurique concentré

Papier pH

Entonnoir verre

Compte-gouttes