# TP n°05 Dosage colorimétrique du fer dans l'anti-mousse.

## CONTEXTE DU SUJET

Les solutions anti-mousse pour gazon sont composées notamment d'ions fer (II) très actifs contre la mousse.

***Comment suivre l'évolution de la réaction chimique ?***

## DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT :

**Doc 1. Suivi de la réaction**

Afin de retrouver le pourcentage en ion fer (II) dans la solution anti-mousse, on effectue un titrage colorimétrique. La solution commerciale étant trop concentrée, on fait une dilution au dixième.
Lors de ce titrage colorimétrique, on repère l'équivalence par un changement de couleur rapide.

L'équivalence représente le point du dosage pour lequel les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. C'est par ailleurs le moment où il y a un changement du réactif limitant. Avant l'équivalence, le réactif titré est en excès, après l'équivalence le réactif titrant est en excès.

**Doc 2. Protocole expérimentale**

- Prélever 10 mL de la solution anti-mousse diluée au 10ème à l'aide d'une pipette jaugée. L'introduire dans un bécher.
- Ajouter 3 gouttes d'acide sulfurique concentré.
- Remplir la burette avec la solution de permanganate de potassium de concentration 2,00 x $10^{-2}$ mol.$L^{-1}$.
- Verser millilitre par millilitre la solution de permanganate de potassium puis 0,1 millilitre dès lors que la coloration rose persiste.

**Données.**

**Ion permanganate :** $MnO_4^-$(aq) solution violette ;

**Ion manganèse :** $Mn^{2+}$(aq) solution incolore ;

**Ion fer (II) :** $Fe^{2+}$(aq) solution vert pâle ;
**Ion fer (III) :** $Fe^{3+}$(aq) solution jaune pâle ;

**Couple redox** : $Fe^{3+}$(aq)/$Fe^{2+}$(aq) et $MnO_4^-$(aq)/$Mn^{2+}$(aq).

## Matériel :

Fiole jaugée de 10,0 mL, 50,0 mL et 100,0 mL
Pipette jaugée 5,0 mL et 10,0 mL
Pipette graduée de 25,0 mL
Propipette
Quelques gouttes d'acide sulfurique concentré
2 Béchers 50 mL
Erlenmeyer de 250 mL
Burette de 25 mL
Agitateur magnétique
Solution de permanganate de potassium : C = (2,00 ± 0,03) x $10^{-2}$ mol.$L^{-1}$

## TRAVAIL À EFFECTUER

**1. Analyse des documents** (20 minutes conseillées)

**a)** Écrire les demi-équations rédox mises en jeu. En déduire l'équation de titrage.

**Les demi-équations redox mises en jeu :**

**$MnO_4^-(aq) + 8\ H^+(aq) + 5\ e^- = Mn^{2+}(aq) + 4\ H_2O(aq)$**

**$Fe^{3+}(aq) + 1\ e^- = Fe^{2+}(aq)$**

**Le titrage des ions fer (II) par une solution de permanganate de potassium est réalisé, les réactifs sont les ions fer (II) et les ions $MnO_4^-$ ce qui permet de déterminer l'équation de réaction suivante**

**$5\ Fe^{2+}(aq) + MnO_4^-(aq) + 8\ H^+(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4\ H_2O(aq) + 5\ Fe^{3+}(aq)$**

**b)** Proposer un protocole permettant d'obtenir la solution diluée à partir du matériel proposé.

**Pour réaliser une dilution au dixième :**

- **Prélever 10 mL de $Fe^{2+}$ à l'aide d'une pipette jaugée.**
- **Verser dans une fiole jaugée de 100 mL**
- **Ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge**
- **Agiter afin d'homogénéiser la solution**

| APPEL n°1 | | |
|---|---|---|
| | **Appeler le professeur pour lui présenter votre protocole** | |

Réaliser la dilution de la solution proposée.

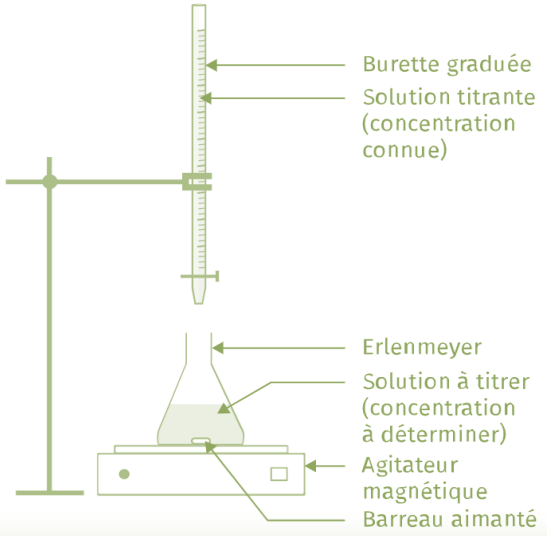
**c)** Construire le tableau d'avancement de la réaction.

| | **$5\ Fe^{2+}(aq) + MnO_4^-(aq) + 8\ H^+(aq) \rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4\ H_2O(aq) + 5\ Fe^{3+}(aq)$** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **État** | **Quantité de matière en mol** | | | | | | |
| **Initial** | $n_{Fe^{2+}}$ | $n_{MnO_4^-}$ | **Excès** | | **0** | **Solvant** | **0** |
| **Intermédiaire** | $n_{Fe^{2+}}$ **- 5 x** | $n_{MnO_4^-}$ **- x** | **Excès** | | **x** | **Solvant** | **5 x** |
| **Final** | $n_{Fe^{2+}}$ **- 5 $x_{max}$** | $n_{MnO_4^-}$ **- $x_{max}$** | **Excès** | | **$x_{max}$** | **Solvant** | **5 $x_{max}$** |

**2. Titrage colorimétrique** (15 minutes conseillées)

**a)** Réaliser le schéma du titrage et expliquer comment l'équivalence est repérée.

**Schéma du titrage :**




**D'après l'équation de la réaction, les réactifs sont violet ($MnO_4^-$) et vert pâle ($Fe^{2+}$) et les produits sont incolore ($Mn^{2+}$) et jaune pâle ($Fe^{3+}$).**
**La solution est composée d'ions fer (II), elle est donc verte pâle. Chaque ion permanganate qui tombe dans le bécher réagit avec les ions fer (II) pour former des ions fer (III), de couleur jaune pâle. Ainsi, la solution est verte-jaune pâle avant l'équivalence, car les ions permanganate sont limitants, et l'équivalence sera repérée lors de la persistance de la couleur violette de la solution.**

Réaliser le protocole expérimental du doc.2 et noter le volume équivalent $V_{éq}$.

| APPEL n°2 | | |
|---|---|---|
| | **Appeler le professeur pour lui présenter votre résultat** | |

## 3. Conclusion et incertitudes (15 minutes conseillées)

L'incertitude sur la concentration en ions fer (II) peut s'exprimer par :

$$U(C_{Fe^{2+}}) = C_{Fe^{2+}} \times \sqrt{\left(\frac{U(V_{Fe^{2+}})}{V_{Fe^{2+}}}\right)^2 + \left(\frac{U(C)}{C}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{éq})}{V_{éq}}\right)^2}$$

*NB : L'incertitude de verrerie est de 0,1 mL*

**a)** Déterminer la concentration en ions fer (II) dans la solution anti-mousse.
**La concentration en ions fer (II) est trouvée à partir du volume équivalent. L'équivalence est le point pour lequel les réactifs sont introduits dans des proportions stœchiométriques. On a alors :** $\frac{n_{Fe^{2+}}}{5} = n_{MnO_4^-}$
**Or n = C.V**
**Donc** $\frac{C(Fe^{2+}) \times V(Fe^{2+})}{5} = C(MnO_4^-) \times V_{éq}$
$C(Fe^{2+}) = \frac{5 \times C(MnO_4^-) \times V_{éq}}{V(Fe^{2+})} = \frac{5 \times 2{,}00 \times 10^{-2} \times 10{,}3 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}}$ **= 0,102 mol.L$^{-1}$**

**La concentration en ion fer (II) de la solution diluée est de 1,02 x $10^{-1}$ mol.$L^{-1}$.**

**La concentration en ion fer(II) dans l'anti-mousse est donc de 1,02 mol.$L^{-1}$.**

**b)** Calculer l'incertitude sur la concentration en ions Fer (II) et proposer un encadrement de cette concentration.

$$U(C_{Fe^{2+}}) = C_{Fe^{2+}} \times \sqrt{\left(\frac{U(V_{Fe^{2+}})}{V_{Fe^{2+}}}\right)^2 + \left(\frac{U(C)}{C}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{éq})}{V_{éq}}\right)^2}$$

**On a donc :**

$$U(C_{Fe^{2+}}) = 1,02 \times \sqrt{\left(\frac{0,1}{10}\right)^2 + \left(\frac{0,03}{2}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{10,3}\right)^2} = 0,03\ mol.L^{-1}$$

**On a donc l'encadrement :** $C_{Fe^{2+}}(\text{anti-mousse}) = 1,02 \pm 0,03\ mol.L^{-1}$

**c)** Quel doit être la caractéristique d'un pour pouvoir faire un suivi colorimétrique ?
**Pour effectuer un suivi colorimétrique, une réaction avec un changement de couleur significatif à l'œil nu est nécessaire. La réaction de l'activité est facile à suivre en colorimétrie puisqu'un changement de couleur du vert pâle au violet est visible.**
**Un dosage doit également être total, rapide et unique.**

**Nettoyer le matériel et ranger la paillasse avant de quitter la salle.**