



Évolution d'un système

Titrage des ions fer II

Un jardinier amateur remarque une carence en fer sur certains de ces végétaux. Il retrouve au fond de son placard un vieux produit antichlorose et se demande s'il peut encore utiliser. Pour cela il décide d'effectuer un titrage de la solution d'antichlorose.

Document 1 : La chlorose des plantes

La chlorose des végétaux est une décoloration plus ou moins prononcée des feuilles, due à un manque de chlorophylle qui permet la photosynthèse et qui donne aux feuilles leur couleur verte.

Le manque de chlorophylle peut provenir d'une insuffisance en magnésium, en fer, en azote, en manganèse ou en zinc, autant d'éléments chimiques indispensables à la synthèse de la chlorophylle.

La décoloration, dans le cas de la carence en fer, va du vert pâle au blanc-jaunâtre, en fonction de la gravité. Pour traiter cette déficience on peut utiliser un produit phytosanitaire dont l'étiquette indique généralement qu'il contient des ions fer II.



Document 2 : produit antichlorose

Sur l'étiquette du produit antichlorose Truffaut® on peut lire :

Cet engrais concentré soluble contribue à corriger les carences des plantes, notamment les chloroses ferriques.

Il contient 3,3% en masse de fer

Pulvérisation sur les feuilles – arrosage du sol



Document 3 : Pourcentage en masse

Le pourcentage en masse d'une substance est la masse de la substance considérée pour 100 g de solution.

Document 4 : Titrage

- Titrer une solution, c'est déterminer la concentration (en masse ou en quantité) d'une espèce chimique A qu'elle contient.
- Pour cela, on utilise une réaction chimique entre l'espèce A (solution titrée) et une autre espèce chimique B (solution titrante). $aA + bB \rightarrow cC + dD$
- Pour pouvoir effectuer un titrage :
 - il faut que la réaction entre A et B soit **la seule** réaction qui ait lieu,
 - il faut que cette réaction soit **rapide**,
 - il faut que cette réaction soit **totale**.
- Lorsque l'espèce A aura totalement réagi avec l'espèce B versée, on dira qu'on a atteint l'**équivalence**.
- Cela signifie que l'on aura versé une quantité de matière n_B respectant exactement **les proportions stœchiométriques** données par l'équation de la réaction entre A et B.

$$\frac{n_A}{a} = \frac{n_B}{b}$$

I. Étude préliminaire :

On souhaite effectuer le titrage d'une solution d'antichlorose (qui contient des ions fer II : Fe^{2+}) par une solution de permanganate de potassium ($\text{K}^+ + \text{MnO}_4^-$).

La transformation chimique se fera **en milieu acide**.

- Prélever dans un bécher environ 20 mL de la solution à titrer (solution A = solution d'antichlorose)
- Prélever dans un autre bécher environ 30 mL de la solution B (solution de permanganate de potassium).
- Prélever dans un petit bécher, un peu d'acide sulfurique. 

Prendre trois tubes à essais numérotés ①, ② et ③.

Réaliser les expériences suivantes, puis ajouter un peu d'hydroxyde de sodium (test de caractérisation).

	Tube à essais ①	Tube à essais ②	Tube à essais ③
Solution A	$\approx 2 \text{ cm}^3$	$\approx 2 \text{ cm}^3$	$\approx 2 \text{ cm}^3$
Acide sulfurique	quelques gouttes		
Solution B	goutte à goutte $1,5 \text{ cm}^3$	$2,5 \text{ cm}^3$	
Observations			
Ion oxydé / Ion réduit			

Données: Couples Ox / Réd

$\text{MnO}_4^- (\text{aq}) / \text{Mn}^{2+} (\text{aq})$

$\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ coloration violette / $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ incolore

$\text{MnO}_4^- (\text{aq}) / \text{MnO}_2 (\text{s})$

MnO_2 solide brun

$\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) / \text{Fe}^{2+} (\text{aq})$

Les ions fer II donnent un précipité vert avec l'hydroxyde de sodium et les ions fer III, un précipité rouille.

Sans attendre, nettoyer les 3 tubes à essais et réaliser le titrage.

Q1. En utilisant vos observations effectuées avec les tubes 1 et 2:

- écrire la demi-équation de l'oxydation en jeu dans la réaction utilisée.
- écrire la demi-équation de réduction en jeu dans la réaction utilisée.

Q2. En déduire l'équation chimique de la réaction de titrage.

Q3. À l'équivalence, quelle relation existe-t-il entre la quantité de matière d'ions permanganate versée et la quantité de matière d'ions fer (II) initialement présente dans le bécher.

Q4. La concentration en ions fer (II) est notée c_A , le volume de solution titrée est noté V_A .

Il a fallu verser un volume $V_{\text{Béq}}$ de la solution de permanganate de potassium de concentration c_B pour atteindre l'équivalence.

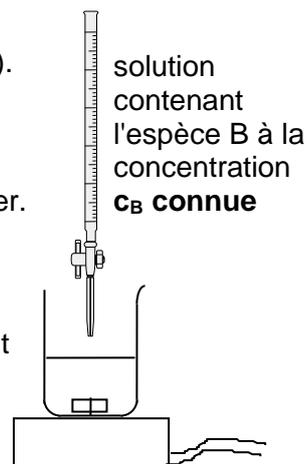
Quelle est la relation entre c_A , V_A , c_B et $V_{\text{Béq}}$ pour ce titrage? Justifier.

II. Titrage :

Document 5 : mode opératoire d'un titrage

- On rince la burette avec quelques mL de solution de permanganate de potassium (utiliser un entonnoir propre).
- On remplit la burette jusqu'à la graduation zéro. S'assurer qu'il n'y a pas de bulles d'air dans la burette.
- À l'aide d'une pipette jaugée, munie d'un pipeteur, on prélève 10,0 mL de la solution d'antichlorose et les verse dans un erlenmeyer.
- À l'aide d'une éprouvette graduée, on ajoute 5 mL d'acide sulfurique dans l'erlenmeyer.
- On met en marche l'agitation (après avoir ajouté le turbulent).
- On effectue un premier titrage rapide, en versant mL par mL la solution de permanganate de potassium.
- On effectue ensuite un deuxième titrage plus précis.

V_A (mL) de solution contenant l'espèce A à la concentration c_A **inconnue**



Effectuer le titrage et revenir aux questions Q1- Q4

On donne $c_B = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$

Q5. Noter la valeur du volume équivalent et calculer la concentration en quantité d'ions fer(II).

Q6. Le produit antichlorose est-il utilisable ?