

## TP C11



# TITRAGE DES IONS FER (II)

## I. Principe d'un titrage : (rappels)

Titre une solution, c'est déterminer la concentration d'une espèce chimique A qu'elle contient.

Pour cela, on utilise une réaction chimique entre l'espèce A et une autre espèce chimique B.

- La burette contient une solution contenant l'espèce B dont on connaît précisément la concentration notée  $c_B$ . La burette permet de mesurer précisément le volume  $V_B$  qui sera versé.
- Le bécher contient une certaine quantité de matière de l'espèce A notée  $n_A$ .

Cette quantité de matière est inconnue, mais le volume de solution est connu précisément et noté  $V_A$ .

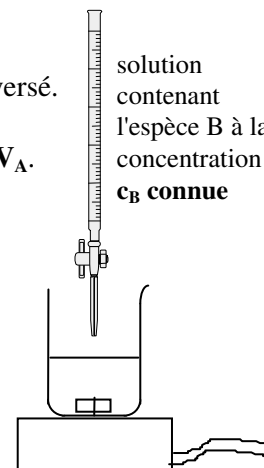
Lorsqu'on verse quelques gouttes de solution B, l'espèce B réagit avec l'espèce A dans le bécher.

L'espèce B versée réagira tant qu'il restera de l'espèce A dans le bécher.

Pour pouvoir effectuer un dosage:

- 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**.

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



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.

## II. Etude préliminaire:

On souhaite effectuer le titrage d'une solution de sulfate de fer (II) par une solution de permanganate de potassium.

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

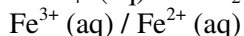
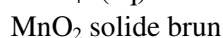
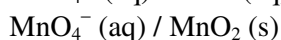
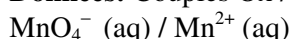
### 1) Couples Ox/Réd en présence:

- ❖ Prélever dans un bécher environ 20 mL de la solution à titrer (solution A = solution de sulfate de fer (II)).
- ❖ 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.



- ❖ Verser environ 2 cm<sup>3</sup> de solution A dans 3 tubes à essais notés ①, ② et ③.
- ❖ Dans le **tube ①**: ajouter quelques gouttes d'acide sulfurique, puis goutte à goutte 1,5 cm<sup>3</sup> de solution B en agitant au fur et à mesure.
  - Noter vos observations.
- ❖ Dans le **tube ②**: ajouter uniquement 2,5 cm<sup>3</sup> de solution B.
  - Noter vos observations.
- ❖ Puis dans les trois tubes, ajouter de l'hydroxyde de sodium.
  - Quels sont les ions mis en évidence dans chacun des trois tubes ?
  - Pour les tubes ① et ②, quel ion a été oxydé ? Quel ion a été réduit ?

**Données:** Couples Ox / Réd



**Sans attendre, nettoyer les 3 tubes à essais.**

## 2) Repérage de l'équivalence:

**Avant l'équivalence:** les ions  $\text{MnO}_4^-$  versés sont totalement consommés par les ions  $\text{Fe}^{2+}$  de la solution A.

➤ Quel est alors le réactif limitant ?

**A l'équivalence:** les ions  $\text{Fe}^{2+}$  de la solution A ont tous réagi. Les ions  $\text{MnO}_4^-$  versés ont également été totalement consommés.

➤ Quel est alors le réactif limitant?...

**Au-delà de l'équivalence:** les ions  $\text{MnO}_4^-$  ajoutés ne réagiront plus. Ils sont en excès, il n'y a en effet plus de  $\text{Fe}^{2+}$  dans le bécher.

➤ Quelle sera la coloration de la solution, juste au-delà de l'équivalence ? OU comment déterminera-t-on le dépassement de l'équivalence ?

## 3) Réaction d'oxydoréduction utilisée lors du titrage: (EN PRÉSENCE D' ACIDE SULFURIQUE)

➤ 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.

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

➤ A 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.

La concentration en ions fer (II) est notée  $c_A$ , le volume de solution de sulfate de fer(II) titré 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.

## III. Mode opératoire du titrage :

Rincer la burette avec quelques mL de solution de permanganate de potassium (utiliser un entonnoir propre).

Fermer le robinet avant que la burette ne se soit complètement vidée.

Remplir la burette jusqu'à la graduation zéro. S'assurer qu'il n'y a pas de bulles d'air dans la burette.

A l'aide d'une pipette jaugée, prélever 10,0 mL de solution de sulfate de fer(II), les verser dans un bécher propre.

A l'aide d'une éprouvette graduée, ajouter 5 mL d'acide sulfurique dans le bécher.

Ajouter avec précautions le turbulent dans le bécher, placer l'ensemble sur l'agitateur magnétique éteint.

Mettre en marche l'agitation.

On effectue un premier titrage rapide, verser mL par mL la solution de permanganate de potassium.

Arrêter dès que la coloration violette persiste dans le bécher, noter ce premier **volume équivalent** approximatif.

On effectue maintenant un titrage plus précis.

Renouveler les opérations précédentes, mais verser plus lentement la solution de permanganate de potassium à l'approche du volume équivalent. (*il n'est pas utile de remplir à nouveau la burette*)

Il faut déterminer à la goutte près l'équivalence.

➤ Faire un schéma **annoté** du titrage.

## IV. Résultats:

➤ Quelle est la valeur du volume  $V_{\text{Béq}}$  ?

➤ En déduire la concentration en ions fer(II) de la solution A. (on donne  $c_B = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ )

## V. Questions:

1) Établir un tableau d'avancement (littéral et numérique) traduisant l'évolution du titrage pour  $V_B = 5,0 \text{ mL}$ .

Justifier le fait que les ions  $\text{Fe}^{2+}$  soient alors en excès. Les ions  $\text{H}^+(\text{aq})$  sont en excès. (quantité = excès), de même pour la quantité de matière initiale d'eau. On prendra  $c_A = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ .

**Pour les plus rapides:**

2) Un litre de la solution A a été préparé à partir de sel de Mohr solide de formule  $(\text{NH}_4)_2 \text{Fe} (\text{SO}_4)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ .

➤ Quelle masse de ce solide a-t-il fallu utiliser pour préparer la solution?

➤ Décrire le mode opératoire de cette préparation, en nommant la verrerie utilisée.

**Données :** masses molaires atomiques en  $\text{g.mol}^{-1}$  :

H: 1,0

N: 14,0

O: 16,0

S: 32,1

Fe: 55,8

| équation chimique          |                  |                            |  |  |  |  |  |
|----------------------------|------------------|----------------------------|--|--|--|--|--|
| Etat du système            | Avancement (mol) | Quantités de matière (mol) |  |  |  |  |  |
| Etat initial               |                  |                            |  |  |  |  |  |
| En cours de transformation |                  |                            |  |  |  |  |  |
| Etat final                 |                  |                            |  |  |  |  |  |

| équation chimique          |                  |                            |  |  |  |  |  |
|----------------------------|------------------|----------------------------|--|--|--|--|--|
| Etat du système            | Avancement (mol) | Quantités de matière (mol) |  |  |  |  |  |
| Etat initial               |                  |                            |  |  |  |  |  |
| En cours de transformation |                  |                            |  |  |  |  |  |
| Etat final                 |                  |                            |  |  |  |  |  |

| équation chimique          |                  |                            |  |  |  |  |  |
|----------------------------|------------------|----------------------------|--|--|--|--|--|
| Etat du système            | Avancement (mol) | Quantités de matière (mol) |  |  |  |  |  |
| Etat initial               |                  |                            |  |  |  |  |  |
| En cours de transformation |                  |                            |  |  |  |  |  |
| Etat final                 |                  |                            |  |  |  |  |  |