

Un **titrage direct** est une technique de dosage **destructive** mettant en jeu une **réaction chimique**.

La réaction support du titrage doit être :

- **totale**
- **rapide**
- **unique**

Le titrage vise à déterminer la concentration du **réactif titré** grâce à :

- la connaissance précise de la concentration du **réactif titrant**,
- la détermination précise du **volume à l'équivalence**  $V_E$ .

À l'**équivalence**, les réactifs sont introduits dans les **proportions stœchiométriques**. Les deux réactifs sont alors totalement consommés. C'est également le moment où a lieu le **changement de réactif limitant**.

Si un des réactifs a une couleur caractéristique, on peut réaliser un **titrage colorimétrique** où l'équivalence est repérée par le changement de couleur de la solution (au moment du changement de réactif limitant).

### Protocole du titrage :

- Prélever un volume précis de la solution à titrer que l'on place dans un erlenmeyer ou un bécher rincé avec cette même solution : c'est la prise d'essai. Éventuellement, la solution peut avoir été diluée si elle est trop concentrée par rapport à la solution titrante. Le prélèvement de la solution à titrer doit donc se faire nécessairement avec le matériel le plus précis (une pipette jaugée le plus souvent).
- Placer la solution titrante dans une burette graduée en respectant les précautions habituelles d'utilisation d'une burette graduée.
- Introduire un barreau aimanté (turbulent) dans la prise d'essai. On place la prise d'essai sous la burette graduée.
- Mettre en fonctionnement l'agitateur magnétique.
- Commencer à verser la solution titrante dans le bécher contenant la solution titrée.
- Dans l'idéal (lorsqu'on a le temps et le matériel), réaliser une première détermination grossière du volume équivalent puis remplir à nouveau la burette au zéro et opérer le plus précisément possible autour de l'équivalence.

Remarque : Le fait d'ajouter de l'eau dans la prise d'essai ne modifie en rien la quantité de matière de l'espèce à titrer présent dans la prise d'essai.

### Situation

Afin de contrôler la composition d'une ampoule de complément alimentaire contenant des ions  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ , on va doser la solution qu'elle contient par les ions  $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$  d'une solution de permanganate de potassium ( $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{MnO}_4^- (\text{aq})$ ) de concentration molaire  $C_B = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Couples en présence :  $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) / \text{Mn}^{2+} (\text{aq})$  et  $\text{Fe}^{3+} (\text{aq}) / \text{Fe}^{2+} (\text{aq})$



1. Légender le schéma du montage de titrage ci-contre.
2. Identifier le réactif titré et le réactif titrant dans la situation étudiée.
3. Ecrire les demi-équations correspond aux couples oxydant/réducteur en présence.
4. En déduire l'équation de la réaction support du titrage.
5. Expliquer pour quoi il faut acidifier la solution titrée.

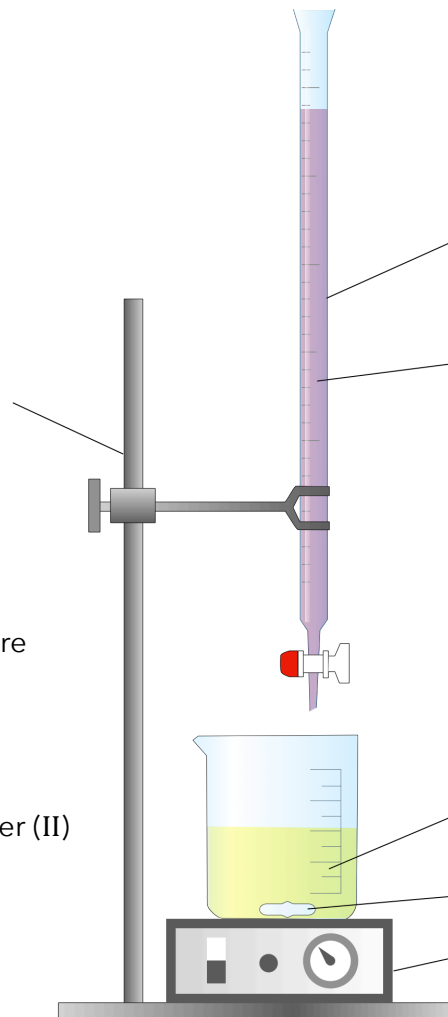
On note  $n_0$  la quantité initiale de l'espèce à titrer et  $n_E$  la quantité de l'espèce titrante versée à l'équivalence.

6. Déduire de la définition du titrage une relation entre  $n_0$  et  $n_E$ .

Réaliser le titrage direct de  $V_0 = 20,0$  mL du complément alimentaire et noter le volume de solution titrante versé à l'équivalence.

$$V_E = \dots$$

7. En déduire la concentration en quantité de matière  $C_0$  en ions fer (II) du complément alimentaire.
8. Quel est le réactif limitant dans l'erenmeyer
  - avant l'équivalence ?
  - à l'équivalence ?
  - après l'équivalence ?



Incertitudes :

- Sur la burette graduée, une demi-étendue  $\pm 0,030$  mL est indiquée, ce qui représente une incertitude-type valant :  $u(V_E) = 0,017$  mL
- Sur la pipette jaugée, une demi-étendue  $\pm 0,045$  mL est indiquée, ce qui représente une incertitude-type valant :  $u(V_0) = 0,026$  mL
- La concentration  $C_B$  est connue à deux chiffres significatifs. La demi-étendue vaut donc  $\pm 0,05 \cdot 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup>, ce qui correspond à une incertitude-type  $u(C_B) = 0,029 \cdot 10^{-3}$  mol.L<sup>-1</sup>.
- L'incertitude composée sur  $C_0$  vaut alors

$$u(C_0) = C_0 \times \sqrt{\left(\frac{u(V_E)}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u(V_0)}{V_0}\right)^2 + \left(\frac{u(C_B)}{C_B}\right)^2}$$

9. Écrire le résultat final obtenu ( $C_0 \pm u(C_0)$ ).