

# Titrage

Fiche n°

## I Dosage / titrage

Doser un soluté d'une solution consiste à trouver la concentration de ce soluté dans la solution.

Le titrage est un dosage particulier : c'est un dosage au cours duquel on calcule la concentration inconnue de la solution à titrer en utilisant une autre solution de concentration connue appelée solution titrante.

## II Réaction de titrage

### 1) Nature

Sa nature peut être de toute sorte. On rencontre en particulier des réactions d'oxydoréduction et des réactions acido-basiques.

### 2) Propriétés

La réaction de titrage doit absolument avoir les propriétés suivantes :

- elle doit être rapide,
- elle doit être unique,
- elle doit être totale afin que dans chaque état final, au cours du dosage, un des réactifs disparaisse totalement, l'avancement final correspondant alors à l'avancement maximal.
- elle doit faire intervenir la variation nette d'une grandeur mesurable (observable) lors de l'équivalence (voir plus loin la définition de ce terme) : couleur, conductance, valeur du pH...

## III Aspect pratique

### 1) Montage (titrage colorimétrique)

Préciser, sur le schéma, d'un côté la verrerie, de l'autre, les produits avec tous les renseignements.

Si possible, fixer le bécher avec une pince afin d'éviter toute « voltige ».

### 2) Déroulement

#### Manipulation debout !

Penser à fermer le robinet lors de tout remplissage.

Toujours placer un bécher poubelle sous la burette. Cela évite les catastrophes.

En cas de doute, rincer la burette avec la solution titrante.

Remplir la burette jusqu'en haut en ne prenant pas garde à l'ajustement pour l'instant.

Evacuer la bulle retenue dans le robinet en l'ouvrant plusieurs fois de manière rapide.

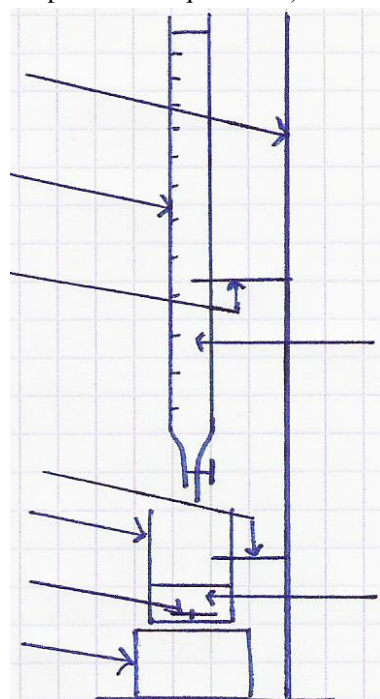
Remplir à nouveau jusqu'en haut **et alors seulement**, ajuster au zéro (attention au ménisque). En cas de doute, rincer le bécher avec de l'eau distillée. Pourquoi ?

Ne pas oublier de mettre en marche l'agitation magnétique.

Faire un premier dosage rapide en notant le volume équivalent  $V_{eq1}$  à 1 mL près.

Puis recommencer un deuxième dosage avec des qdm de réactifs identiques dans la burette et dans le bécher. Il faut alors ralentir au voisinage de l'équivalence (ralentissez quand le volume versé devient supérieur à  $V_{eq1} - 2$  mL) et s'arrêter juste après l'équivalence à la goutte près.

Si vous avez rajouté ne serait-ce qu'une goutte en plus après le changement de couleur, recommencez.



## IV Aspect théorique

Il faut avoir en tête qu'à chaque ajout d'un certain volume de solution titrante correspond un état initial particulier et donc un tableau d'avancement particulier.

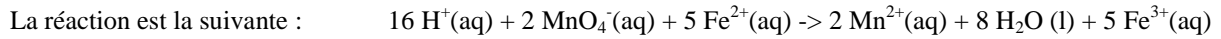
Prenons comme exemple le dosage des ions fer II d'une solution de sulfate de fer II acidifiée (on appelle  $V_{\text{éch}}$  le volume de l'échantillon à doser et  $c_{\text{inc}}$  la concentration inconnue à déterminer) par les ions permanganate d'une solution de permanganate de potassium de concentration  $c^?$ .

Solution titrante :

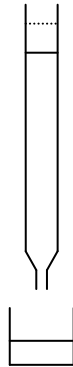
réactif titrant :

Solution titrée :

réactif titré :



Ajout d'un faible volume  $V$  de solution titrante :



	avanc	$16 \text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 5 \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 8 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 5 \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$					
EI :	$x_i = 0$	excès	$n_{\text{MnO}_4^-}^i =$	$n_{\text{Fe}^{2+}}^i =$	$n_{\text{Mn}^{2+}}^i =$	solv	$n_{\text{Fe}^{3+}}^i =$
EF	$x_f$	excès	$n_{\text{MnO}_4^-}^i - 2x_f$	$n_{\text{Fe}^{2+}}^i - 5x_f$	$n_{\text{Mn}^{2+}}^i + 2x_f$	solv	$n_{\text{Fe}^{3+}}^i + 5x_f$

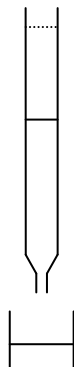
« Avant » l'....., le volume de solution titrante ajouté est tel que la quantité d'espèce ..... réactive n'est pas suffisante pour réagir avec toute la quantité d'espèce ..... (la réaction de titrage étant totale) :  
la solution ..... possède le réactif limitant,  
la solution ..... possède le réactif en excès.

C'est à partir de la connaissance de  $V_E$  que l'on va pouvoir calculer la concentration inconnue.

*Méthode* (rédaction et raisonnement à connaître par cœur) :

- Faire le tableau d'avancement de la réaction de titrage relatif à la situation « EQUIVALENCE » donc avec un EI et un EF particulier
- Dans l'EF de l'équivalence**, les qdm de ..... et de ..... sont nulles puisqu'ils sont tous deux réactifs limitants et que la réaction est .....
- On en déduit  $x_{f,E}$  de deux manières différentes :
- Puis  $c_{\text{inc}}$  en fonction de  $c^?$ ,  $V_E$  et  $V_{\text{éch}}$  :

Ajout d'un volume très particulier noté ..... de solution titrante :

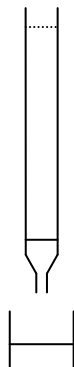


	avant	$16 H^+(aq) + 2 MnO_4^-(aq) + 5 Fe^{2+}(aq) \rightarrow 2 Mn^{2+}(aq) + 8 H_2O(l) + 5 Fe^{3+}(aq)$					
EI :	$x_i = 0$	excès	$n_{MnO_4^-}^i =$	$n_{Fe^{2+}}^i =$	$n_{Mn^{2+}}^i =$	solv	$n_{Fe^{3+}}^i =$
EF	$x_f$	excès	$n_{MnO_4^-}^i - 2x_f$	$n_{Fe^{2+}}^i - 5x_f$	$n_{Mn^{2+}}^i + 2x_f$	solv	$n_{Fe^{3+}}^i + 5x_f$

Au cours du dosage, il arrive une situation où la quantité d'espèce titrante versée devient suffisante pour réagir avec la totalité de l'espèce titrée du bécher (la réaction de titrage étant totale) : espèce titrante et espèce titrée sont alors toutes les deux réactifs limitants et leur quantité de matière est nulle dans l'EF pour cette situation car la réaction est totale. Cette situation est appelée EQUIVALENCE.

(définition à apprendre par cœur)

Ajout d'un grand volume V' de solution titrante :



	avant	$16 H^+(aq) + 2 MnO_4^-(aq) + 5 Fe^{2+}(aq) \rightarrow 2 Mn^{2+}(aq) + 8 H_2O(l) + 5 Fe^{3+}(aq)$					
EI	$x_i = 0$	excès	$n_{MnO_4^-}^i =$	$n_{Fe^{2+}}^i =$	$n_{Mn^{2+}}^i =$	solv	$n_{Fe^{3+}}^i =$
EF	$x_f$	excès	$n_{MnO_4^-}^i - 2x_f$	$n_{Fe^{2+}}^i - 5x_f$	$n_{Mn^{2+}}^i + 2x_f$	solv	$n_{Fe^{3+}}^i + 5x_f$

« Après » l'....., le volume de solution titrante ajouté est tel qu'une partie de la quantité d'espèce ..... réactive a réagit avec toute l'espèce .....(la réaction de titrage étant totale), le reste s'accumulant « en excès » dans le milieu :

la solution ..... possède le réactif limitant,  
 la solution ..... possède le réactif en excès.