



Dosage par titrage direct

1. Rappels sur la transformation chimique

1.1. Réactifs et produits

Au cours d'une transformation chimique:

- des espèces chimiques **disparaissent** : ce sont les **réactifs** : leur quantité de matière **diminue** ;
- d'autres espèces chimiques **apparaissent** : ce sont les **produits** : leur quantité de matière **augmente**.

Remarque :

Certaines espèces chimiques présentes **ne participent pas** à la transformation chimique. On les appelle les **espèces spectatrices**.

1.2. Nombre stœchiométriques de l'équation qui modélise la transformation chimique

L'**équation chimique** qui modélise la **transformation chimique** doit être **ajustée** avec des **nombre stœchiométriques** qui donnent les **proportions** dans lesquelles les réactifs disparaissent et les produits apparaissent.

exemple : $CH_4 + 2 O_2 \rightarrow CO_2 + 2 H_2O$ Les nombres stœchiométriques valent 2 pour O_2 et H_2O et 1 pour CH_4 et CO_2 .

1.3. Réactif limitant et proportions stœchiométriques

La transformation cesse lorsqu'au moins **un des réactifs** a été **totalelement consommé**, c'est le **réactif limitant**.

Pour déterminer le réactif limitant, il faut calculer le **rapport de la quantité de matière initiale sur le nombre stœchiométrique** pour chacun des réactifs. Celui qui a la **plus petite valeur** est le **réactif limitant**.

Exemple d'une équation du type: $a A + b B \rightarrow c C + d D$

Si $\frac{n_{initiale}(A)}{a} < \frac{n_{initiale}(B)}{b}$ alors A est le **réactif limitant** B est appelé **réactif en excès**

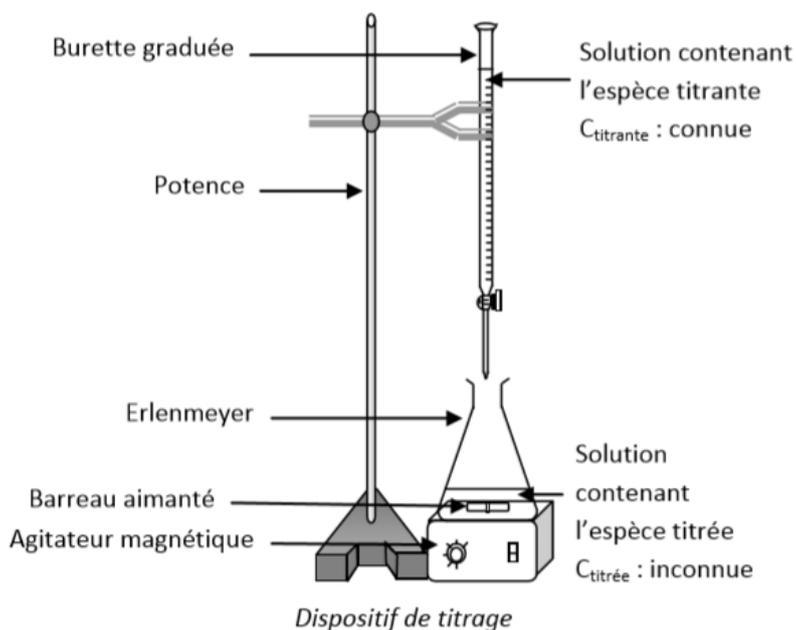
Lorsque **tous les réactifs sont limitants**, on dit que les réactifs ont été introduits dans les **proportions stœchiométriques**.

2. Titrage d'une espèce chimique

2.1. Titrage et transformation chimique

Le **titrage d'une solution** permet de déterminer la quantité de matière d'une espèce chimique grâce à **une transformation chimique totale et rapide**.

On fait réagir l'espèce chimique dont on souhaite déterminer la quantité de matière inconnue (**espèce titrée**) avec une autre espèce chimique dont la concentration est connue (**espèce titrante**).



Au départ, on prélève un volume V_p de solution tirée que l'on verse dans l'erenmeyer.

A l'équivalence on lit sur la burette le volume $V_{éq}$ de solution titrante qui a été versé.

2.2. Equivalence du titrage

A l'**équivalence du titrage**, l'espèce chimique à titrer et l'espèce chimique titrante ont été introduites dans les **proportions stoechiométriques**.

A l'équivalence du titrage, ces deux espèces chimiques sont complètement consommées.

2.3. Incertitudes liées au titrage

Un titrage doit être réalisé avec la plus grande rigueur possible. Plusieurs **sources d'erreurs** peuvent impliquer plusieurs types d'**incertitudes** :

- Incertitudes liées à la manipulation : mauvais ajustement des niveaux de liquide pour la burette graduée et la pipette jaugée, mauvaise lecture du volume équivalent sur la burette graduée.
- Incertitudes liées au type de titrage utilisé : mauvaises perceptions du changement de couleur à l'équivalence, imprécision sur la valeur de la concentration de la solution titrante utilisée.
- Incertitudes liées à la verrerie utilisée : tolérances différentes suivant le type de verrerie utilisée
Exemples : $u(V_p)$ est inscrite sur la pipette utilisée, $u(V_E)$ est indiquée sur la burette graduée

3. Titrage direct

3.1. Définition

Un **titrage direct** ne nécessite qu'**une seule transformation chimique** pour déterminer la concentration de l'espèce chimique dosée.

Considérons la **réaction chimique support de titrage** suivante : $a A + b B \rightarrow c C + d D$

3.2. Relations à l'équivalence

A l'**équivalence**, lorsque les réactifs ont été introduits dans les **proportions stoechiométriques**, on obtient la relation suivante :

$$\frac{n_p \text{ titré}(A)}{a} = \frac{n_{\text{éq titrant}}(B)}{b}$$

avec n_p la quantité de matière de réactif dans le prélèvement titré et $n_{\text{éq}}$ la quantité de matière de réactif titrant versée à l'équivalence

Lorsque les espèces chimiques sont dissoutes en solution, cette relation devient :

$$\frac{c_{\text{titré}} \times V_p}{a} = \frac{c_{\text{titrant}} \times V_{\text{éq}}}{b}$$

avec $c_{\text{titré}}$ et c_{titrant} les concentrations molaires des réactifs titré et titrant,

V_p le volume de réactif titré initialement prélevé et $V_{\text{éq}}$ le volume de réactif titrant versé à l'équivalence.

3.3. Détermination de la concentration de la solution titrée

La connaissance de c_{titrant} , $V_{\text{éq}}$ et V_p permet alors de calculer la concentration inconnue $c_{\text{titré}}$ ou la quantité de matière de réactif titré $n_p(A)$ initialement présente dans l'erenmeyer.

4. Cas particulier du titrage acidobasique

Lors d'un **titrage acido-basique**, la réaction support du titrage est une transformation chimique au cours de laquelle **l'acide** d'un couple **cède un proton à la base** d'un autre couple.

Lors de l'ajout de l'espèce chimique titrante, la transformation chimique support du titrage a lieu : l'acidité du milieu varie.

4.1. Titrage pH-métrique

On peut suivre **l'évolution de la valeur du pH en fonction du volume d'espèce titrante ajoutée** : à l'équivalence, une forte variation de pH est constatée. On peut relever la valeur du point équivalent ($V_{\text{éq}}$, $pH_{\text{éq}}$).

4.2. Titrage colorimétrique

On peut également **ajouter à l'espèce titrée quelques gouttes d'un indicateur coloré*** (convenablement choisi) : l'équivalence est repérée grâce à un changement de couleur.

* un indicateur coloré est un couple acide/base dont les deux espèces n'ont pas la même couleur. Si la zone de virage (située autour du pK_A du couple de l'indicateur coloré) contient la valeur du pH à l'équivalence : $pH_{\text{éq}}$, il peut être utilisé comme indicateur.