

Dosages par titrage

1. Titration d'une espèce chimique

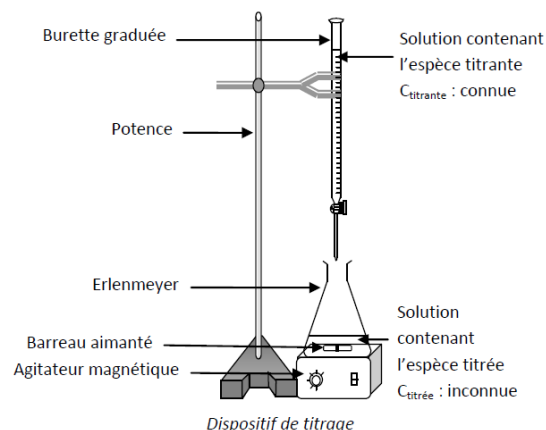
1.1. Titration et transformation chimique

On réalise un **titrage** (ou dosage par titrage) pour déterminer la quantité de matière d'une espèce chimique.

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

L'espèce chimique titrante est placée dans la burette graduée et la prise d'essai de l'espèce titrée, est placée dans un bécher ou un erlenmeyer.

La transformation chimique qui est support du titrage doit être **totale, rapide et non parasitée par d'autres réactions**.



1.2. Equivalence du titrage

A l'**équivalence** d'un titrage, l'espèce chimique à titrer et l'espèce chimique titrante ont été introduits en **proportions stœchiométriques**. A l'équivalence du titrage, ces deux espèces chimiques sont complètement consommées.

1.3. 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

2. Titrages directs et indirects

2.1. Titration directe

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 : $a A + b B \rightarrow c C + d D$

A l'équivalence, on obtient la relation suivante :

$$\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_E(B)}{b} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{C_A \times V_A}{a} = \frac{C_B \times V_E}{b}$$

Avec :

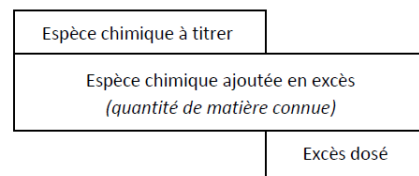
- n_0 la quantité de matière d'espèce titrée
- n_E la quantité de matière d'espèce titrante versée à l'équivalence
- C_A et C_B les concentrations molaires d'espèces titrée et titrante,
- V_E le volume d'espèce titrante versé à l'équivalence.

2.2. Titration indirecte

Un titrage indirect nécessite **deux transformations chimiques**. Ce type de titrage est réalisé en deux étapes. On distingue les dosages en excès et les dosages en retour.

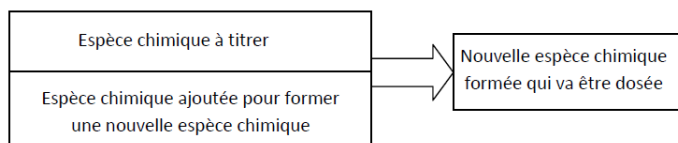
a. Dosage en excès

- Etape 1 : On fait réagir l'espèce chimique à titrer avec une espèce chimique ajoutée en excès (quantité de matière ajoutée connue).
- Etape 2 : On dose l'excès d'espèce chimique ajouté.



b. Dosage en retour

- Etape 1 : On ajoute à l'espèce chimique à titrer un réactif permettant de former une nouvelle espèce chimique.
- Etape 2 : On dose la nouvelle espèce chimique formée par un réactif titrant de concentration connue.



3. Réactions chimiques supports de titrages

3.1. Réaction chimique acido-basique

a. Définitions

- Un **acide** est une espèce chimique capable de **céder** un ou plusieurs **proton(s) H⁺**.
- Une **base** est une espèce chimique capable de **capter** un ou plusieurs **proton(s) H⁺**.

Un couple acide/base AH_(aq)/A⁻_(aq) met en jeu un acide et sa base conjuguée.

La demi équation associée est : AH_(aq) = A⁻_(aq) + H⁺_(aq)

b. Titrage acido-basique

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, la quantité d'acide est modifiée et l'acidité du milieu varie. On peut suivre l'évolution des concentrations des espèces chimiques au cours de ce titrage à l'aide d'un **pH-mètre** qui mesure la valeur du pH en fonction du volume d'espèce titrante ajoutée.

A l'**équivalence**, une **forte variation de pH** est constaté. On peut relever la valeur du **point équivalent** (pH et volume équivalent) en traçant la dérivée du pH en fonction du volume versé, **dpH/dV** (le volume équivalent correspond au point extremum de la dérivée tracée).

Ce type de titrage peut aussi être réalisé avec une méthode colorimétrique. On ajoute à l'espèce titrée quelques gouttes d'indicateur coloré. A l'équivalence, la solution contenant l'espèce titrante doit changer de couleur. Le choix de l'indicateur coloré dépend de la valeur du pH à l'équivalence.

Ce type de dosage peut aussi être suivi par **conductimétrie**, méthode utilisant un conductimètre qui va mesurer l'évolution de la **conductivité** de la solution contenant l'espèce chimique titrée au cours du dosage. On trace la conductivité de la solution en fonction du volume d'espèce chimique titrante versé et le point équivalent est repéré par un changement de pente.

3.2. Réaction chimique d'oxydo-réduction

a. Définitions

- Un **oxydant** est une espèce chimique susceptible de **capter** un ou plusieurs **électron(s)**.
- Un **réducteur** est une espèce chimique susceptible de **céder** un ou plusieurs **électron(s)**.
- Un couple d'oxydo-réduction Ox / Red met en jeu un oxydant qui capte n électron(s) pour se transformer en son réducteur associé : Ox + n e⁻ = Red

b. Titrage oxydant/réducteur

Lors d'un titrage redox la réaction support du titrage est une réaction d'oxydoréduction au cours de laquelle un ou plusieurs électrons sont échangés entre l'oxydant d'un couple et le réducteur d'un autre couple.

L'équivalence du titrage sera repérée par un changement de couleur de la solution titrée. Il est inutile d'ajouter un indicateur coloré si l'espèce titrée ou titrante est colorée.