Rappels sur les titrages

Un titrage est une technique permettant de déterminer la concentration d'une espèce chimique en solution. Cette technique utilise une réaction chimique.

Cette réaction de titrage doit être rapide, totale, unique, et on doit pouvoir repérer facilement l'équivalence.

C'est en effet l'équivalence qui permet de remonter à la concentration inconnue :

Titrage et équivalence

Considérons une espèce chimique A à titrer (concentration c_A inconnue, volume prélevé V_0 connu). On utilise pour cela dans la burette une espèce chimique B (concentration c_B connue, volume versé depuis la burette V connu) (cf schéma), et la réaction de titrage :

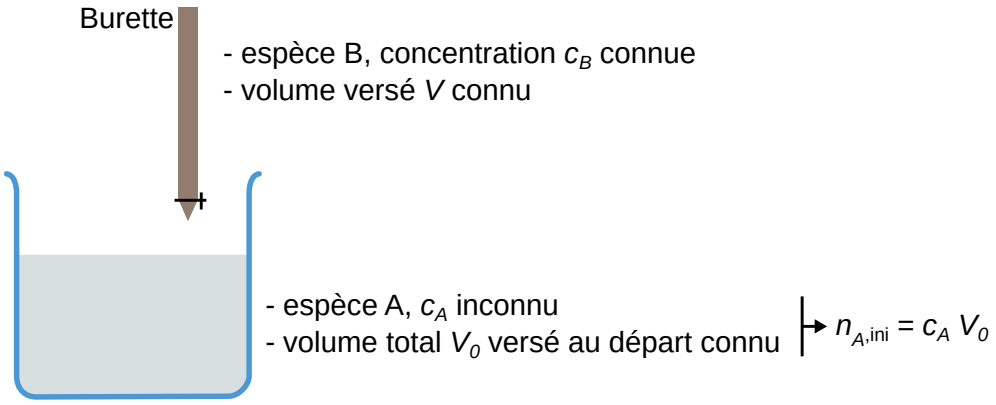
$$\mathrm{aA} + \mathrm{bB} = \text{produits}.$$

L'équivalence est atteinte lorsque l'espèce chimique que l'on titre (celle de la solution inconnue) et l'espèce chimique servant au titrage (celle de la burette) ont été introduites en proportions stœchiométriques.

L'équivalence est donc le moment où l'espèce à titrer vient d'être entièrement consommée.

- La quantité de matière initiale de l'espèce A à titrer est $n_{A\text{ini}} = c_A \times V_0$.
- La quantité de matière d'espèce titrante versée depuis la burette est $n_{B\text{versé}} = c_B \times V_{\text{versé}}$, avec $V_{\text{versé}} = V_{\text{éq}}$ à l'équivalence.

Alors à l'équivalence $\boxed{\dfrac{n_{A\text{ini}}}{a} = \dfrac{n_{B\text{versé}}}{b}, \quad \text{soit} \quad \dfrac{c_A V_0}{a} = \dfrac{c_B V_{\text{éq}}}{b}.}$



Remarque : Attention, lorsqu'il y a plusieurs réactions de titrage successives, le volume versé à prendre en compte est celui versé depuis que l'espèce B de la burette réagit avec A.

Par exemple si une réaction 1 mène à un volume équivalent $V_{\text{éq}1}$, et qu'une seconde réaction a ensuite lieu et mène à un volume équivalent $V_{\text{éq}2}$, alors on a

à la seconde équivalence : $\boxed{\dfrac{n_{A\text{ini}}}{a} = \dfrac{n_{B\text{versé depuis Véq1}}}{b}, \quad \text{soit} \quad \dfrac{c_A V_0}{a} = \dfrac{c_B (V_{\text{éq}2} - V_{\text{éq}1})}{b}.}$

Puis s'il y a une 3e réaction, le volume à prendre en compte est $V_{\text{éq}3} - V_{\text{éq}2}$, etc.

Exemple typique : titrage de H_3O^+ par HO^-

On dispose d'une solution d'acide chlorhydrique HCl de concentration c_0 inconnue.

- On en prélève un volume $V_0 = 10\,\text{mL}$ que l'on verse dans un bécher.

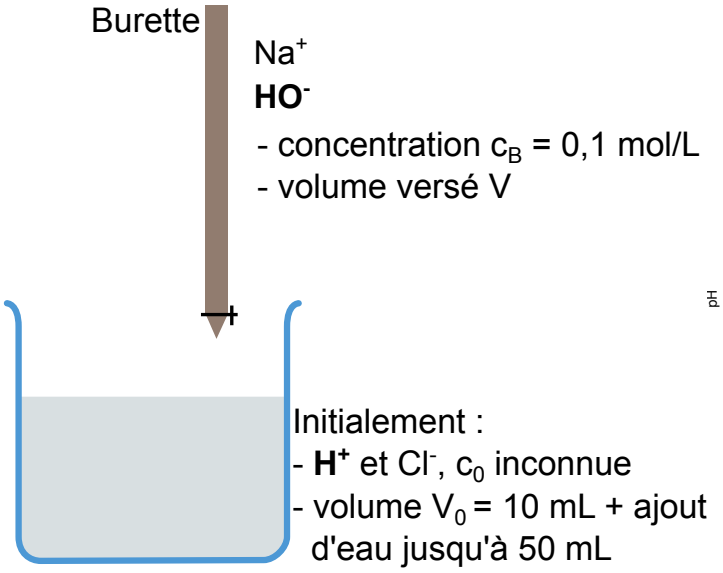
  On complète jusqu'à $V = 50\,\text{mL}$ par de l'eau distillée. **Attention :** cet ajout ne joue aucun rôle dans la suite : $n_{\text{HCl,initial}} = c_0 V_0$ avec $V_0 = 10\,\text{mL}$ (l'ajout d'eau ne change pas cette quantité de matière).

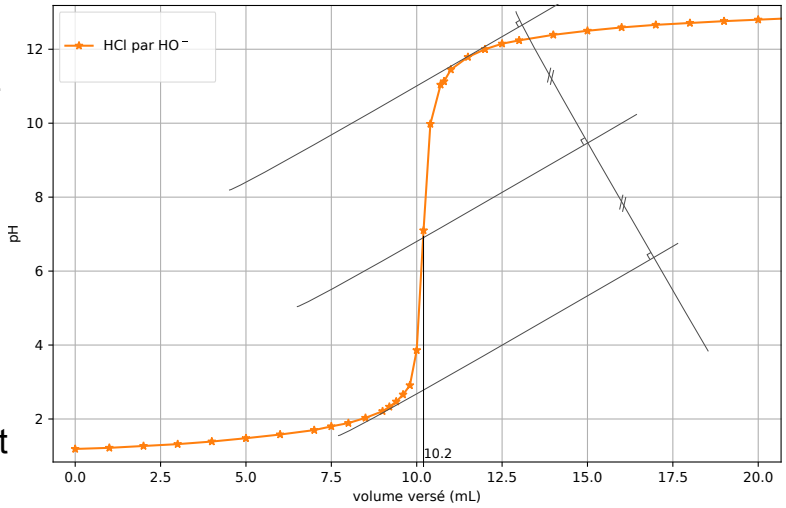
  Attention : "acide chlorhydrique HCl" ne veut pas dire qu'il y a du HCl dans l'eau, car celui se décompose en Cl^- (spectateur) et H^+ (qui est l'acide qu'on cherche à titrer). Ce dernier devient H_3O^+ dans l'eau.

- Dans la burette, on dispose une solution de soude NaOH de concentration $c_B = 0{,}1\,\text{mol/L}$.

  Attention : "soude NaOH" ne veut pas dire qu'il y a le composé NaOH. Il s'agit en réalité d'une solution de Na^+ (spectateurs) et de HO^-. C'est HO^-, et lui seul, qui intervient et sert à titrer l'acide du bécher.

- Repérage de l'équivalence : on utilise un suivi du pH (courbe ci-dessous à droite), on mesure $V_{\text{éq}} = 10{,}2\,\text{mL}$ au niveau du saut de pH.





Équation support du titrage : HO^- dans la burette réagit avec H_3O^+ dans le bécher. (on peut raisonner avec H_3O^+ ou avec H^+ indifféremment)

Couples : H_2O/HO^- dans la burette, H_3O^+/H_2O dans le bécher.

$$\text{d'où :} \quad HO^- + H_3O^+ = H_2O + H_2O$$

À l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{H3O+,initial}}}{1} = \frac{n_{\text{HO-,versé à l'équiv}}}{1} \quad \Rightarrow \quad c_0 V_0 = c_B V_{\text{éq}},$$

$$\text{d'où :} \quad c_0 = \frac{c_B V_{\text{éq}}}{V_0} = \frac{0{,}1 \times 10{,}2}{10} = 0{,}102\,\text{mol/L}.$$