

• Prélever ou déterminer une quantité de matière

TP

À l'état solide	À l'état de liquide pur	En solution
$n = \frac{m}{M}$	$n = \frac{\rho \cdot V}{M}$	$n = c \cdot V = \frac{c_m \cdot V}{M}$

Titre massique : Noté w , c'est la proportion que représente la masse de soluté par unité de masse de solution.

Sans unité, souvent exprimé en %. Il est lié à la concentration en masse par la formule :

$$c_m = \rho_{\text{solution}} \cdot w$$

Ex. d'un vitriol (acide sulfurique concentré) dont le titre massique vaut 30 % et la densité vaut 1,2191 :

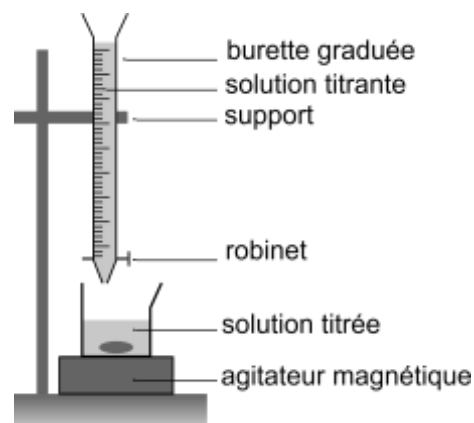
$$c_m = 1,2191 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \times 0,30 = 0,37 \text{ g d'acide par litre de solution}$$

• Titrage

Objectif : Déterminer une quantité de matière d'espèce chimique dans un échantillon de système chimique à l'aide d'une réaction.

Conditions : La réaction avec le réactif titrant est rapide, totale et unique.

Équivalence : État du système pour lequel : 1) les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques ou 2) il y a changement de réactif limitant ou 3) les réactifs titré et titrant sont simultanément consommés



Relation entre les quantités de matière de réactif titré A et de réactif titrant

B engagés dans un titrage dont l'équation de réaction support est $a A + b B \rightarrow c C$:

$$\text{À l'équivalence, } \frac{n_{\text{initiale}}(A)}{a} = \frac{n_{\text{équivalence}}(B)}{b}$$

• Titrage avec suivi pH-métrique

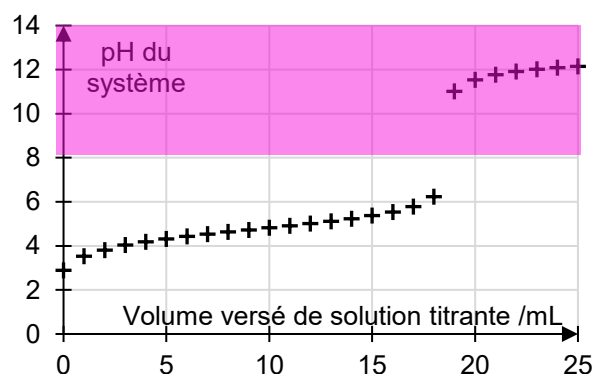
TP

La composition du système est mise en évidence par la mesure de son pH. L'équivalence est repérée graphiquement par un saut de pH. La mesure du volume équivalent peut être réalisée selon trois méthodes différentes :

➤ à l'aide d'un indicateur coloré :

Un indicateur coloré est un mélange d'espèces chimiques colorées sensibles au pH. La couleur de ce mélange est différente selon le pH du système. Chaque indicateur dispose d'une zone de virage, c'est-à-dire d'un intervalle de pH dans lequel la couleur change. En cas d'ajout d'indicateur coloré durant un titrage suivi par pH-métrie, l'équivalence est repérée au changement de couleur du système. L'indicateur coloré est bien choisi si le pH à l'équivalence du titrage est inclus dans sa zone de virage. Si la zone de virage de l'indicateur coloré est très étendue, cette méthode est peu précise. Quelques exemples :

Indicateur coloré	Couleur (acide)	Zone de virage	Couleur (base)
Hélianthine	rouge	3,1 – 4,4	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	6,0 – 7,6	bleu
Phénolphthaléine	incolore	8,2 – 10,0	rose
Alizarine	rouge	11,0 – 12,4	incolore

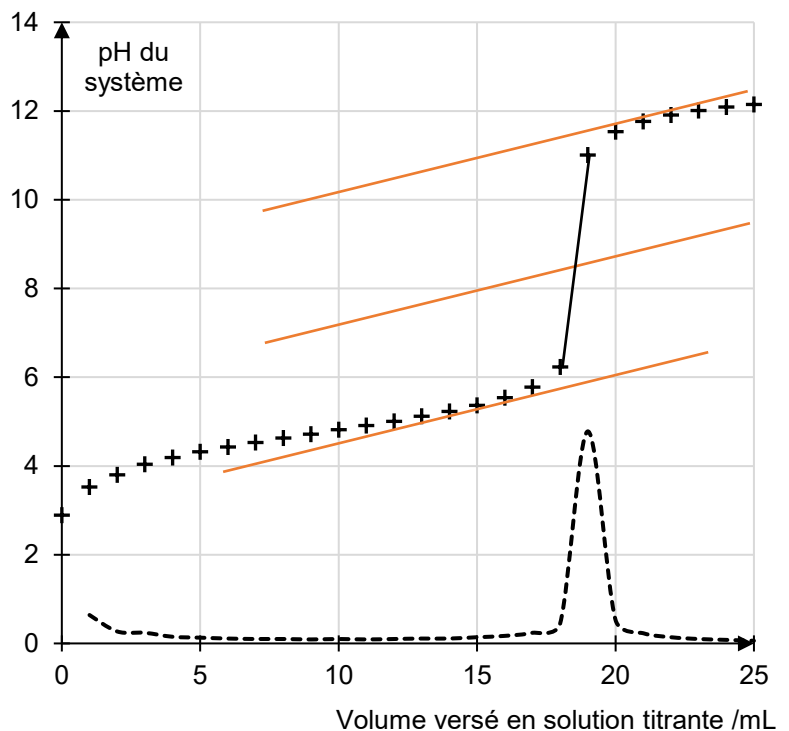


➤ à l'aide de la dérivée :

Les mesures du pH obtenus durant la descente de burette sont reportées dans la représentation graphique du pH en fonction du volume versé de solution titrante. L'analyse de la courbe représentative par le logiciel tableur-grapheur permet d'obtenir la dérivée, notée $\frac{dpH}{dV}$, qui admet un extremum au volume équivalent.

➤ à l'aide des tangentes :

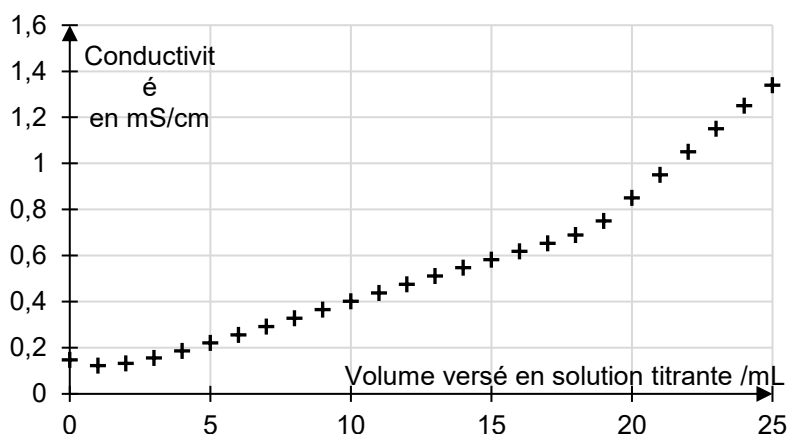
Une tangente (d1) à la courbe représentative est tracée en un point qui précède le saut de pH. La droite (d2), parallèle à (d1), est tracée en étant tangente elle aussi à la courbe représentative, après le saut de pH. La droite (d3), parallèle à (d1) et (d2), est tracée à égale distance entre ces deux droites. La droite (d3) coupe la courbe représentative du titrage au point associé à l'équivalence du système.



▪ Titrage avec suivi conductimétrique

Un titrage suivi par conductimétrie est réalisé dans un système dilué et de gros volume, et cela pour pouvoir négliger les effets de dilution du système à l'occasion de la descente de burette.

La composition du système est mise en évidence par la mesure de sa conductivité. Les mesures expérimentales sont reportées sous la forme d'un graphique représentant la conductivité du système en fonction du volume versé en solution titrante, modélisable par une ligne brisée. L'équivalence est repérée au changement de pente.



Ex. du titrage de l'acide éthanóïque RCOOH par de la soude (Na^+ , HO^-) :

Conductivités molaires ioniques λ en $\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$	Avant l'équivalence	Après l'équivalence
RCOOH : 0	RCOOH est consommé.....	RCOOH n'est plus consommé.
RCOO^- : 4,1	RCOO^- est produit.....	RCOO^- n'est plus produit.
Na^+ : 5,0	Na^+ est ajouté et est spectateur.....	Na^+ est ajouté et est spectateur.
HO^- : 19,8	HO^- est versé mais consommé.....	HO^- est versé et n'est plus consommé.
	$\sigma = f(V)$ est une droite dont la pente est proportionnelle à $(+\lambda_{\text{RCOO}^-} + \lambda_{\text{Na}^+})$	$\sigma = f(V)$ est une droite dont la pente est proportionnelle à $(+\lambda_{\text{Na}^+} + \lambda_{\text{HO}^-})$
		Comme $\lambda_{\text{HO}^-} > \lambda_{\text{RCOO}^-}$, la pente est plus importante après l'équivalence.