

# Analyser un système chimique par des moyens physico-chimiques

## 1 I Par des méthodes physiques

### 1.1 A) L'Absorbance

**Définition :** L'absorbance  $A_\lambda$  est une grandeur physique sans unité qui caractérise la capacité de la solution à absorber une radiation de longueur d'onde donnée.

On mesure l'absorbance à l'aide d'un spectrophotomètre. On a la loi de Beer-Lambert :

$$A_\lambda = \varepsilon_\lambda \times l \times C \quad \text{avec } C \text{ la concentration}$$

$\varepsilon_\lambda$  : coefficient d'extinction molaire en  $L \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$

$l$  : la largeur de la cuve (cm)

Comme  $\varepsilon_\lambda$  et  $l$  sont fixes, alors on a :

$$A_\lambda = h \times C \quad \text{avec } h = \varepsilon_\lambda \times l, h > \text{constante}$$

L'absorbance est proportionnelle à la concentration seulement avec  $A < 2$ , une solution limpide, une solution peu concentrée.

### 1.2 B) Conductance et Conductivité

Les solutions ioniques peuvent conduire l'électricité.

**Définition :** La conductance  $G$  permet de quantifier le caractère conducteur d'une solution.

$$G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U}$$

ou

$$G = \sigma \times \frac{S}{l} \quad \text{avec } \sigma \text{ la conductivité}$$

$\Rightarrow \sigma = G \times \frac{l}{S}$  avec  $l$  la distance entre les deux plaques et  $S$  la surface de ces plaques

Comme  $\frac{l}{S}$  est constant et dépend seulement de la cellule donc on peut noter :

$$k_{\text{cell}} = \frac{l}{S}$$

Donc :

$$\sigma = G \times k_{\text{cell}}$$

On peut calculer la conductivité  $\sigma$  grâce à la loi de Kohlrausch :

$$\sigma = \sum_{i=1}^n x_i \times [X_i] = \sum \lambda_i^{\circ} [X_i]$$

où  $[X_i]$  est la concentration effective de l'ion  $X_i$  et  $\lambda_i^{\circ}$  la conductivité molaire de l'ion ( $\text{S m}^2 \text{ mol}^{-1}$ ).

On mesure la conductivité à l'aide d'un conductimètre étalonné au préalable.

La conductivité ionique molaire dépend de la température et de la nature des ions.

### 1.3 C) La Pression :

En supposant que le gaz est parfait, on a :

$$p \times V = n \times R \times T \quad \text{avec } R \text{ la constante des gaz parfaits}$$

$$R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

On mesure la pression à l'aide d'un manomètre.

### 1.4 D) Dosage par étalonnage :

Un dosage par étalonnage consiste à déterminer une grandeur physique  $X$  dont la valeur dépend de la concentration de l'espèce chimique en solution. On dit que cette méthode est non destructive.

Ainsi, on mesure la grandeur physique  $X$  de plusieurs solutions étalons de concentration différente.

On réalise un graphique avec chacune des mesures.

On reporte la mesure de l'espèce chimique inconnue sur le graphique.

On déduit ainsi la concentration de l'espèce inconnue par interpolation.

## II. Par des méthodes chimiques

### A) Titre massique et densité d'une solution

On a le titre massique :

$$w = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}}$$

ou

$$w = \frac{C_m}{\rho_{\text{solution}}} \Rightarrow w = \frac{C_m}{\rho_{\text{solution}} \times \rho_{\text{eau}}}$$

## B) Principe d'un titrage

Pour réaliser un titrage, il faut que la réaction chimique soit :

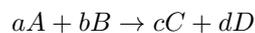
- Totale
- Rapide
- Unique
- Spécifique à l'espèce chimique titrée

Un titrage est une méthode de dosage dite destructive, i.e., l'espèce inconnue est détruite pendant le dosage.

### 1. L'état d'équivalence

Définition : À l'équivalence, le réactif titré et le réactif titrant ont été introduits en proportions stœchiométriques et ont été totalement consommés.

Pour une réaction :



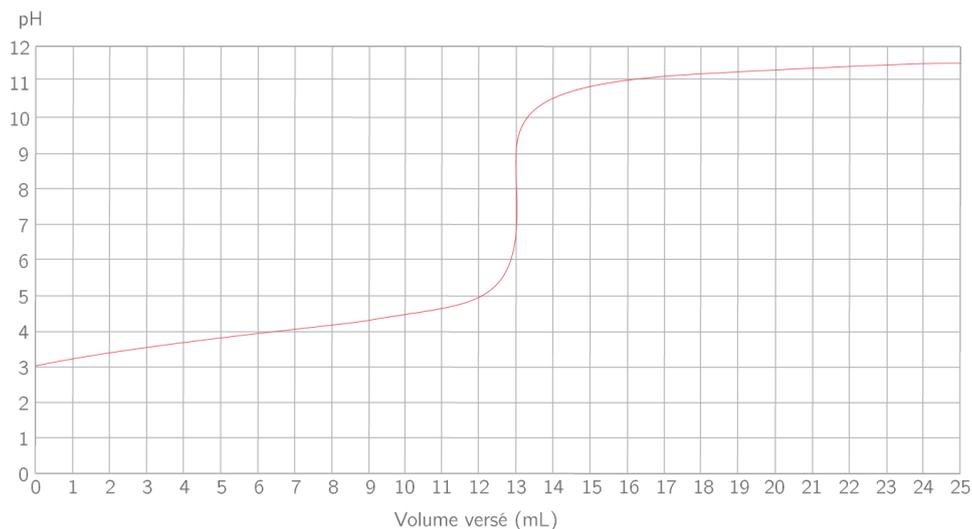
On a à l'équivalence :

$$\frac{n(A)}{a} = \frac{n(B)}{b}$$

### 1.5 C) Titrage avec Suivi pH métrique.

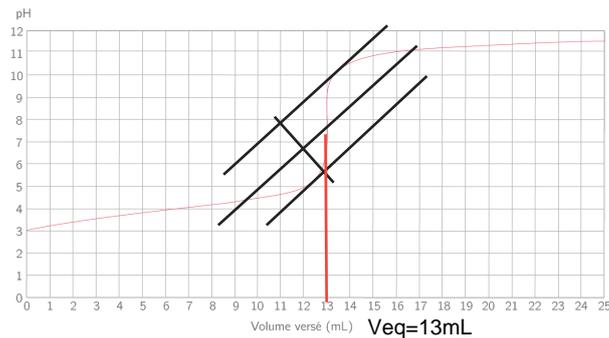
Si nous avons une réaction acide-base, nous pouvons déterminer la concentration de l'espèce inconnue avec un titrage avec suivi pH métrique.

On peut déterminer le volume à l'équivalence avec 2 méthodes grâce à la courbe.



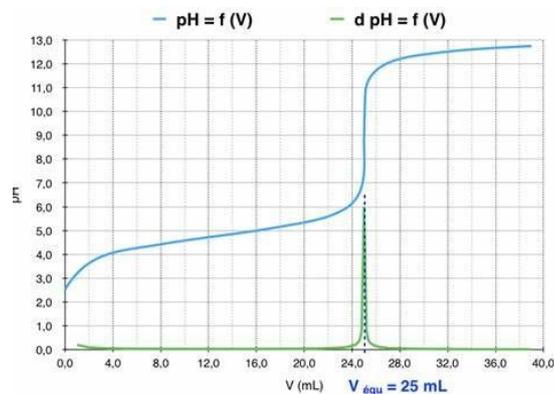
### 1. Méthode des Tangentes

- On trace une tangente sur chaque partie arrondie de la courbe notée  $t_1$  et  $t_2$ .
- On trace une droite perpendiculaire à  $t_1$  et  $t_2$ , on note A et B les sécantes de cette droite avec  $t_1$  et  $t_2$ .
- On trace la droite  $t_3$ , la médiatrice du segment  $[AB]$ .
- Le point d'intersection entre  $t_3$  et la courbe correspond au point d'équivalent. Son abscisse correspond au volume à l'équivalence.



### 2. Méthode de la dérivée première

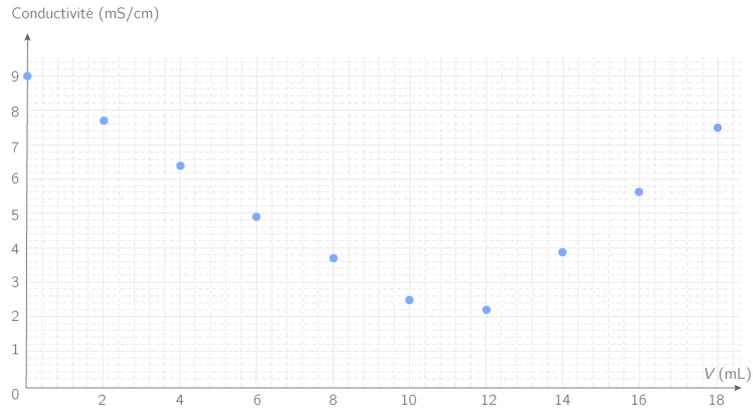
- À l'ordinateur, on peut tracer la dérivée première qui aura un extrémum (une pointe) au volume à l'équivalence.



## 1.6 D) Titration avec suivi conductimétrique

Si nous avons une espèce chimique de concentration inconnue qui est une solution ionique, alors nous pouvons déterminer sa concentration à l'aide d'un titrage avec suivi conductimétrique.

Nous avons la courbe suivante :



Pour déterminer le volume à l'équivalence, on trace deux droites pour continuer les deux portions de droites (avant et après la rupture de pente). L'intersection des deux droites est le point équivalent, son abscisse correspond au volume à l'équivalence.

