

# CHAPITRE 20 : CONTRÔLES QUALITÉ PAR DOSAGE

Pierre-André LABOLLE

Lycée International des Pontonniers

Mars 2017

## I. Dosages par étalonnage

### 1. Définition

- Doser par étalonnage une espèce chimique contenue dans une solution aqueuse consiste à déterminer la concentration en soluté apporté de cette espèce chimique en mesurant une grandeur physique de cette solution et en la comparant à une courbe d'étalonnage.
- La courbe d'étalonnage est une courbe montrant les variations de la grandeur physique en fonction de la concentration de la solution étudiée.

## I. Dosages par étalonnage

### 2. Dosages par étalonnage d'une espèce colorée

- Si l'espèce à doser est colorée, on peut étudier sa concentration par **spectrophotométrie** en mesurant l'**absorbance** de la solution.
- Pour mener cette étude spectrophotométrique, on fait appel à la loi de Beer-Lambert liant l'absorbance d'une solution à la concentration de l'espèce colorée qui y est dissoute selon la relation

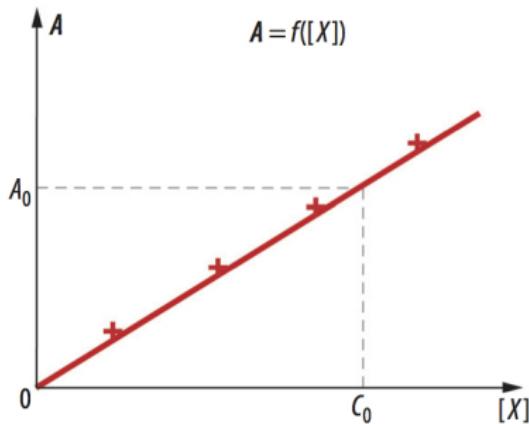
$$A = \epsilon \cdot \ell \cdot [X] \text{ où}$$

- ⇒  $A$  : absorbance de la solution (sans unité)
- ⇒  $\epsilon$  : coefficient d'extinction molaire de l'espèce X en  $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$
- ⇒  $\ell$  : épaisseur de solution traversée en cm
- ⇒  $[X]$  : concentration de l'espèce colorée X en  $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

## I. Dosages par étalonnage

### 2. Dosages par étalonnage d'une espèce colorée

- Si les solutions sont diluées, alors la courbe d'étalonnage représentant  $A = f([X])$  est une droite passant par l'origine du repère.
- La mesure de l'absorbance  $A_0$  d'une solution contenant l'espèce colorée à une concentration inconnue  $c_0$  permet, grâce à la courbe d'étalonnage où à son équation, de déterminer par lecture graphique ou calcul la concentration inconnue  $c_0$ .



## I. Dosages par étalonnage

### 3. Dosages par étalonnage d'une espèce ionique

- Si l'espèce à doser est ionique, on peut étudier sa concentration par **conductimétrie** en mesurant la **conductivité** de la solution.
- La conductivité  $\sigma$  d'une solution, exprimée en  $S \cdot m^{-1}$  caractérise la capacité d'une solution à laisser passer le courant électrique : plus la concentration des ions est élevée dans une solution, plus la conductivité  $\sigma$  de la solution est grande.

## I. Dosages par étalonnage

### 3. Dosages par étalonnage d'une espèce ionique

- Pour mener cette étude conductimétrique, on fait appel à la loi de Kohlrausch liant la conductivité d'une solution à la concentration de l'espèce ionique qui y est dissoute selon la relation

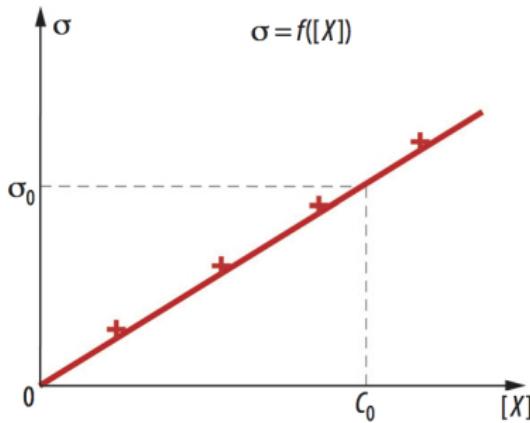
$$\sigma = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot [X_i] \quad \text{où}$$

- ⇒  $\sigma$  : conductivité de la solution en  $\text{S} \cdot \text{m}^{-1}$
- ⇒  $X_i$  : les différents ions présents dans la solution
- ⇒  $\lambda_i$  : conductivité ionique molaire de l'ion  $X_i$  en  $\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$
- ⇒  $[X_i]$  : concentration de l'espèce ionique  $X_i$  en  $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$
- ⇒ ATTENTION :  $1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 10^3 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$

## I. Dosages par étalonnage

### 3. Dosages par étalonnage d'une espèce ionique

- Si les solutions sont diluées, alors la courbe d'étalonnage représentant  $\sigma = f([X])$  peut être une droite passant par l'origine du repère.
- La mesure de la conductivité  $\sigma_0$  d'une solution contenant l'espèce ionique à une concentration inconnue  $c_0$  permet, grâce à la courbe d'étalonnage où à son équation, de déterminer par lecture graphique ou calcul la concentration inconnue  $c_0$ .



## II. Dosages par titrage : généralités

### 1. Définition

- Doser par titrage une espèce chimique *A* en solution consiste à déterminer sa concentration en soluté apporté en la faisant réagir avec une quantité connue d'une autre espèce chimique *B*.
- La réaction chimique mise en jeu, appelée réaction support du titrage est unique, rapide et totale :  $a \text{ A} + b \text{ B} \rightarrow c \text{ C} + d \text{ D}$
- L'espèce *A* de concentration inconnue est appelée espèce titrée et l'espèce *B* est appelée espèce titrante.

## II. Dosages par titrage : généralités

### 2. Équivalence d'un titrage

- **Définition** : l'équivalence d'un titrage est le moment où les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques (ils sont tous deux entièrement consommés et on change de réactif limitant).
- À l'équivalence du titrage, on a donc la relation suivante :

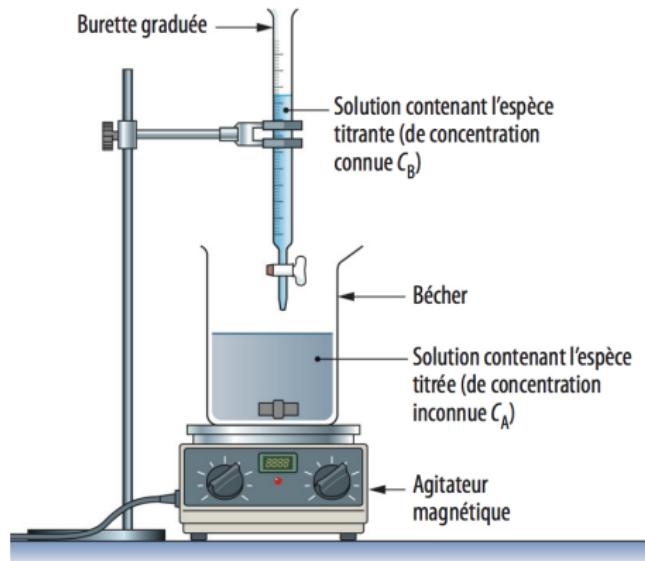
$$\boxed{\frac{n^0(A)}{a} = \frac{n_E(B)}{b}}$$

où  $n^0(A) = C_A \cdot V_A$  est la quantité de matière initialement présente de l'espèce titrée et  $n_E(B) = c_B \cdot V_{BE}$  est la quantité de matière de l'espèce titrante introduite à l'équivalence.

- L'espèce  $A$  de concentration inconnue est appelée espèce titrée et l'espèce  $B$  est appelée espèce titrante.
- Remarque : dans un titrage, l'espèce à doser est détruite alors qu'elle est intacte dans un dosage par étalonnage.

## II. Dosages par titrage : généralités

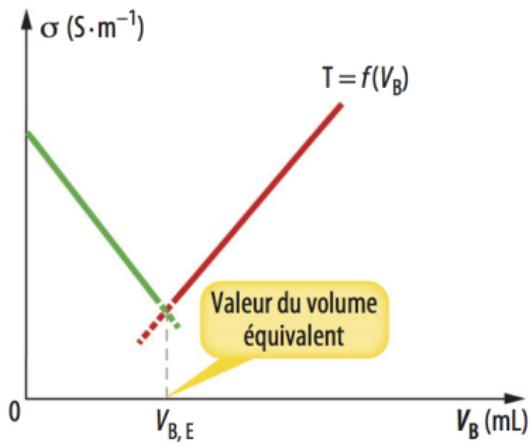
### 3. Montage d'un titrage



### III. Dosages par titrage : techniques

#### 1. Titrage conductimétrique

- Si la conductivité de la solution varie au cours de l'ajout de la solution titrante, il est possible d'effectuer un titrage conductimétrique en mesurant, au fur et à mesure du titrage, la conductivité  $\sigma$  de la solution.
- La courbe obtenue présente une rupture de coefficient directeur entre deux portions de droite dont l'intersection fournit le volume  $V_{BE}$  d'espèce titrante introduite à l'équivalence (voir exemple ci-dessous).



### III. Dosages par titrage : techniques

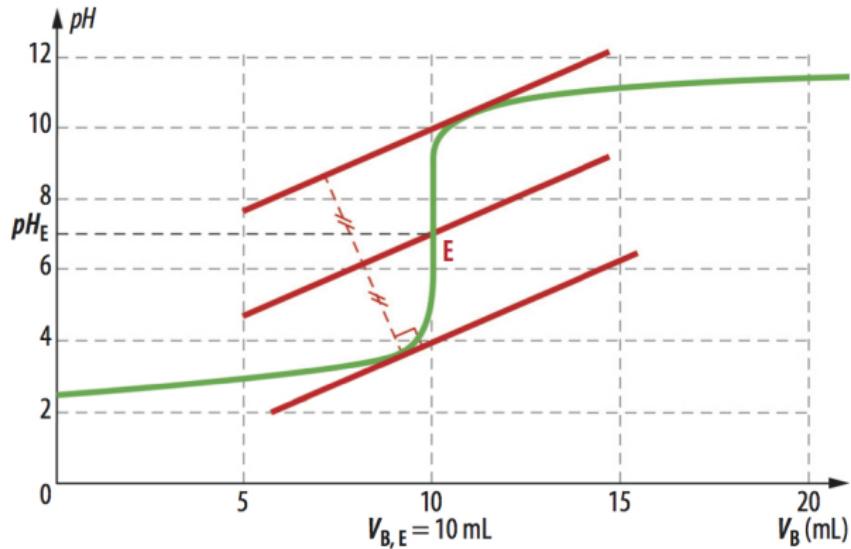
#### 2. Titrage pH-métrique

- Si le pH de la solution varie au cours de l'ajout de la solution titrante, il est possible d'effectuer un titrage pH-métrique en mesurant, au fur et à mesure du titrage, le pH de la solution.
- À partir de la courbe  $pH = f(V_B)$  obtenue, on peut déterminer le volume équivalent  $V_{BE}$  correspondant au saut de pH suivant deux méthodes différentes.

### III. Dosages par titrage : techniques

#### 2. Titrage pH-métrique

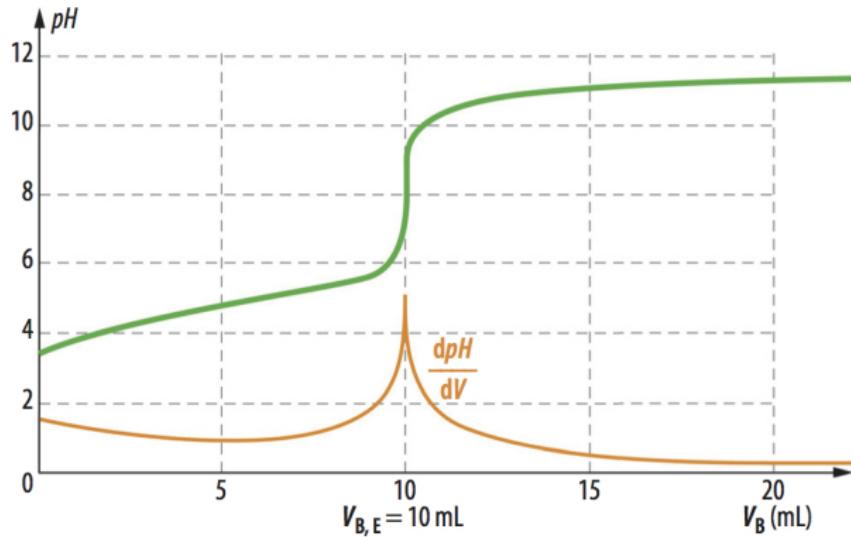
- ① Méthode des tangentes :



### III. Dosages par titrage : techniques

#### 2. Titrage pH-métrique

- ② Méthode de la fonction dérivée :



### III. Dosages par titrage : techniques

#### 3. Titrage colorimétrique

- Si l'un des réactifs titrés ou titrant est coloré, la couleur de la solution titrée change à l'équivalence qui est alors repérée par un changement de couleur.
- Si les réactifs ne sont pas colorés, on peut utiliser un **indicateur coloré** de fin de réaction qui donne une couleur différente à la solution avant et après l'équivalence.
- Les indicateurs colorés acido-basiques prennent une couleur différente selon le pH de la solution. Quelques gouttes suffisent pour repérer l'équivalence à condition que **la zone de virage de l'indicateur coloré contienne le pH à l'équivalence**.
- Remarque : il existe d'autres types d'indicateurs colorés (complexométriques ou d'oxydoréduction par exemple).

### III. Dosages par titrage : techniques

#### 3. Titrage colorimétrique

Indicateur coloré acido-basique	Couleur de la forme acide	Zone de virage	Couleur de la forme basique
Hélianthine	rouge	2,4-4,4 (orange)	jaune
Bleu de bromophénol	jaune	3,0-4,6 (vert)	bleu
Bleu de bromothymol	jaune	6,0-7,6 (vert)	bleu
Phénolphthaleïne	incolore	8,2-9,9 (rose)	rouge

Exemples d'indicateurs colorés acido-basiques

## EXERCICES

PP478-481 n°15, 16, 22, 28 et 29