

## AE<sub>14</sub> Dosage par titrage pH-métrie - Correction 2

Un compte-rendu propre et rédigé sera rendu en fin de séance.

### Compétences évaluées :

|  |  |
|--|--|
| Mobiliser ses connaissances (questions de l'intro) |  |
| Analyser (équation de réaction)                    |  |
| Analyser (proposition du protocole)                |  |
| Réaliser (réalisation du protocole)                |  |

### Introduction.

Un dosage par titrage permet de déterminer la concentration inconnue d'une espèce en solution. Le titrage est une technique qui met en jeu **une** réaction chimique.

#### ☞ Quelles sont les caractéristiques d'une réaction de dosage ?

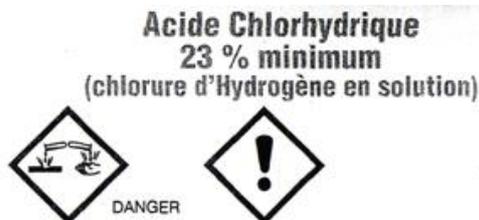
Il est essentiel de repérer l'**EQUIVALENCE** du titrage pour déterminer la concentration inconnue.

#### ☞ Définir l'équivalence d'un titrage.

On propose dans cette activité de réaliser :

- un titrage pH-métrie : suivi de l'évolution de pH pour repérer l'équivalence
- un titrage colorimétrie : repérage d'un changement de couleur d'un indicateur coloré.

#### Document 1 : Etiquette d'un produit ménager



#### Document 2 : Matériel et solutions disponibles :

- Une solution S de produit ménager dilué 125 fois.
- Une solution d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$  de concentration  $C_B = (1,00 \pm 0,02) \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- Verrerie pour réaliser un titrage
- pH-mètre
- Pipette jaugée 20,0 mL et pro-pipette.

#### Document 3. Zone de virage de quelques indicateurs colorés

| indicateur                | Couleur InH | Zone de virage | Couleur In <sup>-</sup> |
|---------------------------|-------------|----------------|-------------------------|
| Phénolphtaléine           | Incolore    | 8,2 - 10,0     | rose                    |
| Hélianthine               | Rouge       | 3,1 - 4,4      | jaune                   |
| Bleu de bromothymol (BBT) | Jaune       | 6,0 - 7,6.     | bleu                    |

#### Document 4.

Lors d'un titrage colorimétrie, l'équivalence du titrage est repérée par un brusque changement de couleur de la solution.

Dans le cas du titrage d'un acide par une base, si les solutions sont incolores, on utilise un indicateur coloré dont la zone de virage contient la valeur de pH à l'équivalence

**Travail demandé :**

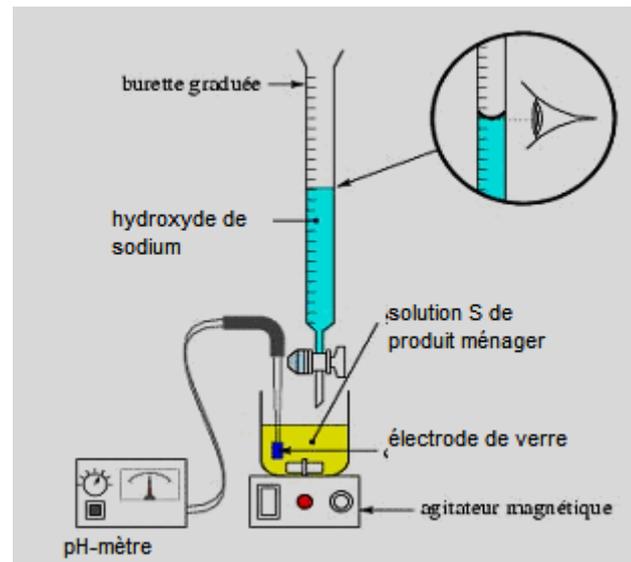
Vous devez vérifier l'indication de l'étiquette du document 1. Pour cela, rédiger un compte-rendu dans lequel vous présenterez :

- L'équation de la réaction support de titrage.
- Un protocole expérimental pour réaliser le titrage pH-métrique et colorimétrique de  $V_A = 20,0$  mL de la solution S de produit ménager.
- Les résultats d'expérience et l'exploitation de vos résultats d'expérience.

**Protocole attendu :**

**1. Suivi pH-métrique et colorimétrique**

- ◆ Etalonner le pH-mètre.
- ◆ Prélever à la pipette jaugée  $V_A = 20,0$  mL de solution S et verser dans un bécher.
- ◆ Schéma du montage à réaliser
  
- ◆ Ajouter quelques gouttes de BBT dans le bécher.
- ◆ Verser mL par mL un volume  $V_B$  de la solution d'hydroxyde de sodium dans le bécher, en agitant constamment et en relevant le pH après chaque ajout. Autour de l'équivalence, relever le pH tous les 0,5 mL.
- ◆ Remplir le tableau suivant :



|            |      |      |      |      |      |     |     |     |     |
|------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| $V_B$ (mL) | 0,0  | 1,0  | 2,0  | 3,0  | 4,0  | 5,0 | 6,0 | 7,0 | 8,0 |
| pH         | 1,2  | 1,3  | 1,3  | 1,3  | 1,4  | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,6 |
| $V_B$ (mL) | 9,0  | 10   | 11   | 12   | 13   | 14  | 15  | 16  | 17  |
| pH         | 1,6  | 1,7  | 1,8  | 1,8  | 1,9  | 2,0 | 2,1 | 2,2 | 2,3 |
| $V_B$ (mL) | 17,5 | 18   | 18,5 | 19   | 19,5 |     |     |     |     |
| pH         | 2,4  | 2,5  | 2,7  | 2,9  | 3,4  |     |     |     |     |
| $V_B$ (mL) | 20   | 20,5 | 21   | 21,5 | 22   |     |     |     |     |
| pH         | 5,6  | 6,8  | 9,9  | 10,6 | 11,0 |     |     |     |     |
| $V_B$ (mL) | 22,5 | 23   | 23,5 | 24   | 25   |     |     |     |     |
| pH         | 11,2 | 11,3 | 11,5 | 11,6 | 11,7 |     |     |     |     |

**2. Tracé de la courbe  $pH = f(V_B)$  à l'aide de « Regressi ».**

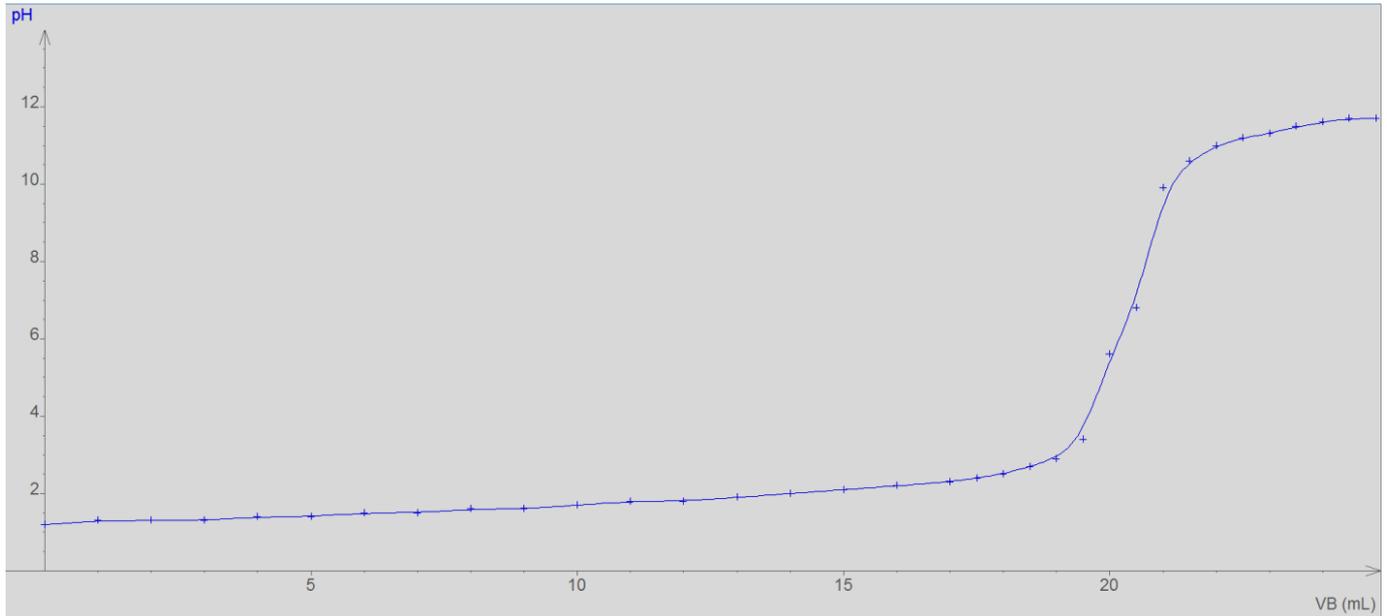
Fichier. Nouveau. Clavier. Variables expérimentales :

Symbole :  $V_B$  ; Unité : mL ; Minimum : 0 ; Maximum : 20

pH ; Unité : ; Minimum : 0 ; Maximum : 14

Entrer les valeurs de  $V_B$  et du pH dans le fichier.

Afficher le graphe  $\text{pH} = f(V_B)$ . La commenter.



### 3. Détermination du volume de soude versée à l'équivalence ( $V_{BE}$ )

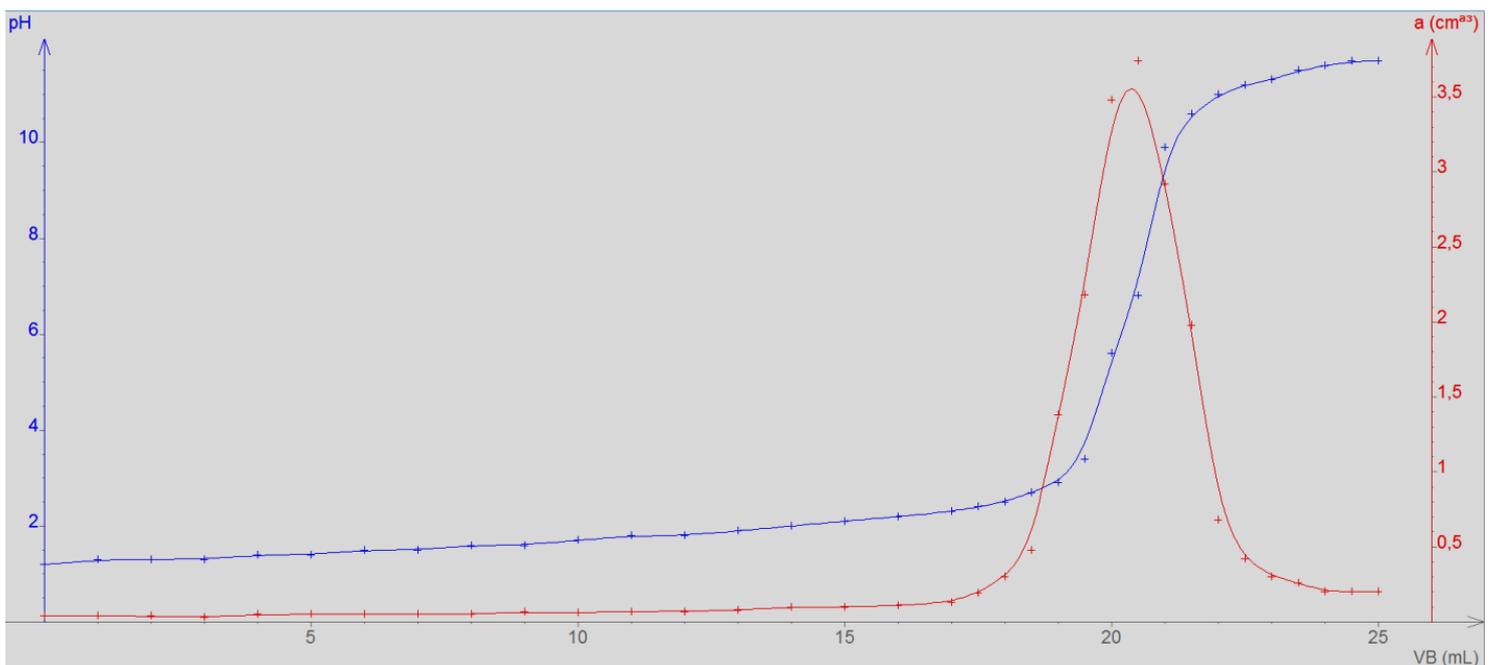
- Méthode de la dérivée.

La courbe dérivée  $\text{dpH}/\text{d}V_{B(A)}$  passe par un extremum au point d'équivalence.

Créer la nouvelle grandeur dérivée  $a = \frac{\text{dpH}}{\text{d}V_B}$  puis demander sur le même graphique les courbes :

$$\text{pH} = f(V_B) \text{ et } \frac{\text{dpH}}{\text{d}V_B} = a = h(V_B)$$

Déterminer à l'aide du réticule le volume de base à l'équivalence  $V_{BE} = 20,4 \text{ mL}$

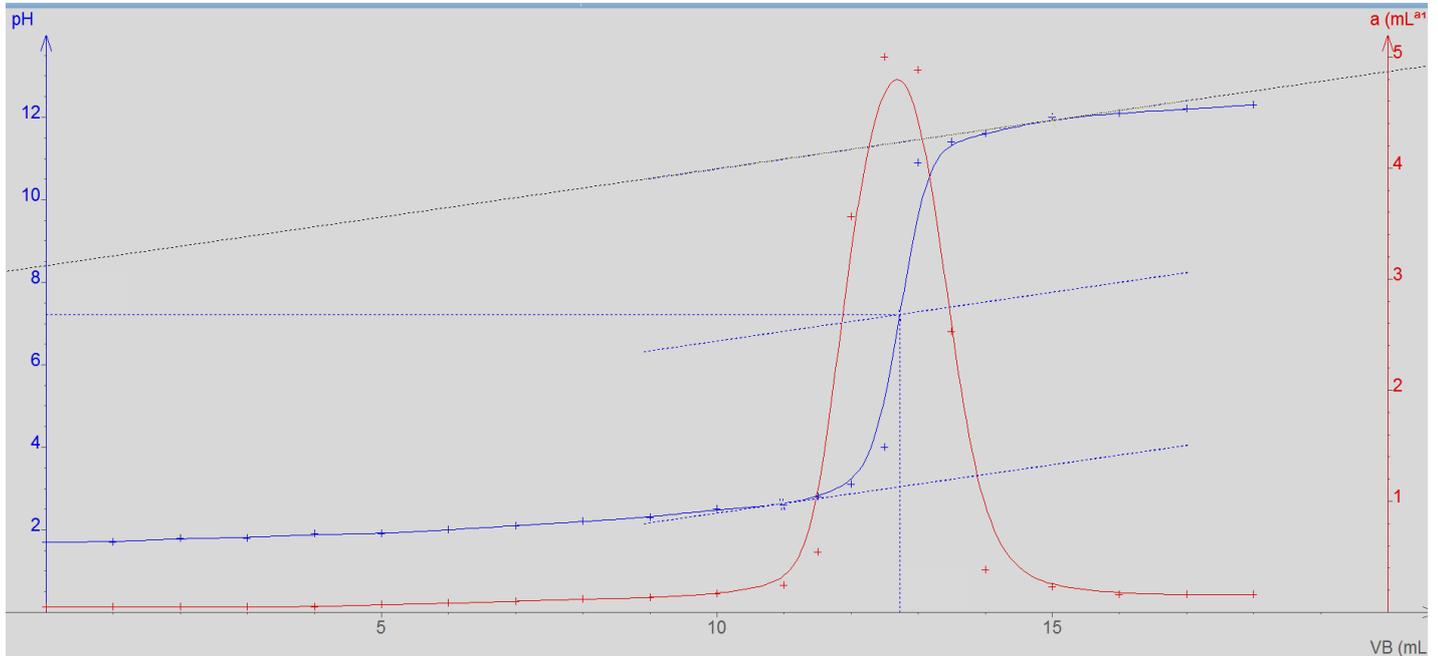


• Méthode des tangentes parallèles.

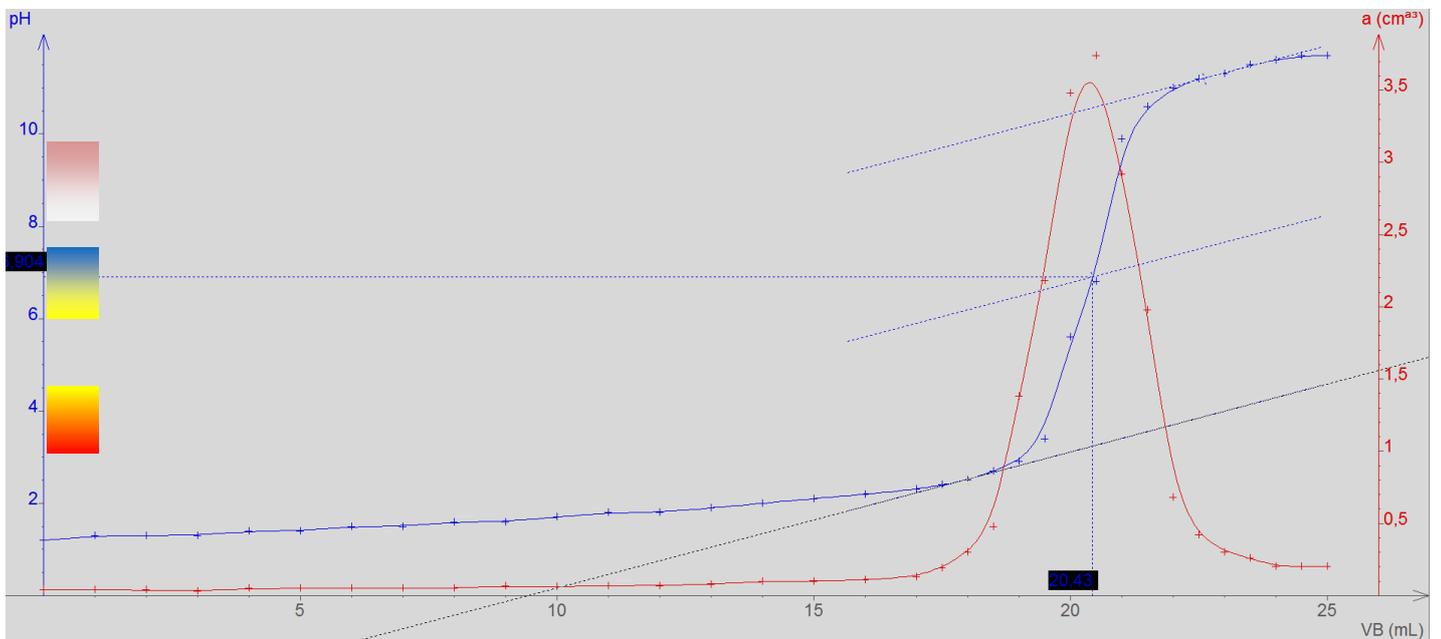
Vérifier que le point d'équivalence est accessible par la méthode géométrique dite «méthodes des tangentes (parallèles)».

Dans outils, choisir curseur tangente. Méthode des tangentes. Clic pour figer la 1<sup>ère</sup> tangente.

Noter :  $V_{BE\ exp} = 20,4\ mL$        $pH_E = 6,9$



• Utilisation d'un indicateur coloré pour un titrage donné



- Sur le graphique imprimé, ajouter les zones de virage des indicateurs colorés proposés.
- Quel est celui qui convient pour repérer l'équivalence ? Justifier ce choix.

Le volume équivalent doit se trouver dans la zone de virage de l'indicateur coloré pour que l'équivalence soit repérée correctement. Ici le bleu de bromothymol vire du jaune au

bleu entre  $\text{pH}=6$  et  $\text{pH} = 7,6$ . Or  $\text{pH}_E = 6,9$ . Le volume équivalent appartient bien à la zone de virage. Cet indicateur coloré convient.

#### 4. Exploitation des résultats

☞ Calculer la concentration molaire en acide chlorhydrique  $c_A$  de la prise d'essai titrée, en déduire celle de la solution commerciale.

A l'équivalence  $n_B = n_A$  et on en déduit  $C_B \times V_B = C_A \times V_A$

$$\text{D'où } C_A = \frac{C_B \times V_B}{V_A} \text{ dès lors } C_A = \frac{1,00 \times 10^{-1} \times 20,4 \times 10^{-3}}{20 \times 10^{-3}} = 1,02 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

Comme la solution commerciale est diluée 125 fois on a :

$$C_S = 125 \times 1,02 \times 10^{-1} = 12,8 \text{ mol.L}^{-1}$$

☞ La masse volumique de la solution commerciale est  $\rho = 1,12 \text{ g.cm}^{-3}$ . Calculer le pourcentage massique P en acide chlorhydrique de la solution commerciale. On donne  $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$ .

Dans  $V = 1 \text{ L}$  de solution il y a 12,8 mol ce qui représente une masse d'acide de

$$m = n \times M \text{ d'où } m = 12,8 \times 36,5 \text{ g}$$

$$\text{Alors } m = 467 \text{ g}$$

De plus  $\rho = 1,12 \text{ g.mL}^{-1}$  soit la masse d'un litre de solution commerciales est :

$$m_S = 1120 \text{ g.}$$

$$\text{On a donc } P = 467 \times 100 / 1120 = 41,7 \%$$

Il faut maintenant réfléchir à la précision du dosage...

Pour chaque méthode de détermination de  $V_{BE}$  évaluer l'incertitude sur  $V_{BE}$  et en utilisant les informations données sur le matériel, donner un encadrement pour  $c_A$  puis pour c.

$$\text{On donne : } \frac{\Delta C_A}{C_A} = \sqrt{\left(\frac{\Delta C_B}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_{BE}}{V_{BE}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta V_A}{V_A}\right)^2}$$

