

**Terminale Spécialité G - Physique-Chimie**  
**Devoir en classe n°4 - Durée : 2h**  
**Proposition de correction**

**UN PEU DE VITAMINE C**

**1. TITRAGE PAR SUIVI pH-MÉTRIQUE D'UN COMPRIMÉ DE VITAMINE C**

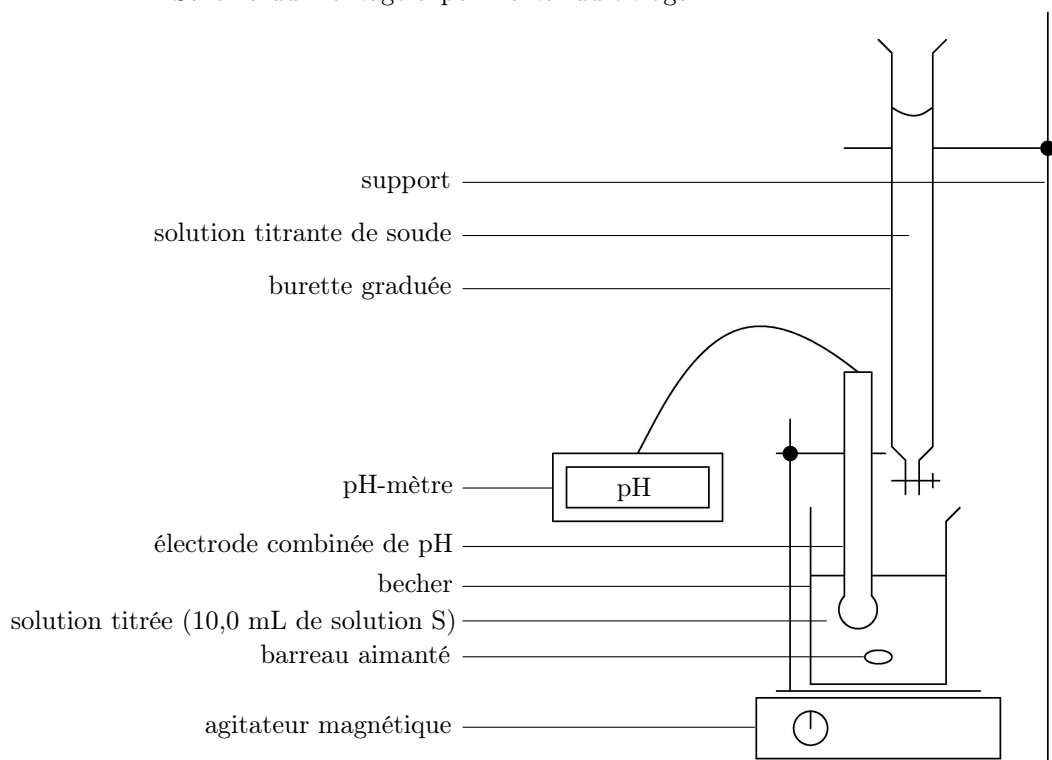
**1.1. Préparation du titrage**

CON

**1.1.1.** La solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour le titrage est une solution de base forte pour laquelle  $\text{pH} = 14 + \log c_B = 14 + \log(1,00 \cdot 10^{-2}) = 12$ . Cette solution est donc fortement basique et sa manipulation nécessite le port de gants et de lunettes de protection ainsi que le port d'une blouse.

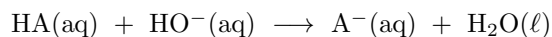
CON

**1.1.2.** Schéma du montage expérimental du titrage



ANA

**1.1.3.** Équation de la réaction support du titrage qui doit être rapide, totale et unique :



**1.2. Demi-équivalence : une bonne méthode pour identifier un acide faible**

RÉA

**1.2.1.** Tableau d'avancement :

Réaction support du titrage :		$\text{HA}(\text{aq})$	+	$\text{HO}^-(\text{aq})$	$\rightarrow$	$\text{A}^-(\text{aq})$	+	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$
État initial	$V = 0 \text{ mL}$	$n_0$		0		$\simeq 0$		excès
Demi-équivalence	$V = \frac{V_E}{2}$	$n_0 - \frac{x_{\max}}{2} = \frac{n_0}{2}$		0		$\frac{x_{\max}}{2} = \frac{n_0}{2}$		excès
Équivalence	$V = V_E$	$n_0 - x_{\max} = 0$		0		$x_{\max} = n_0$		excès

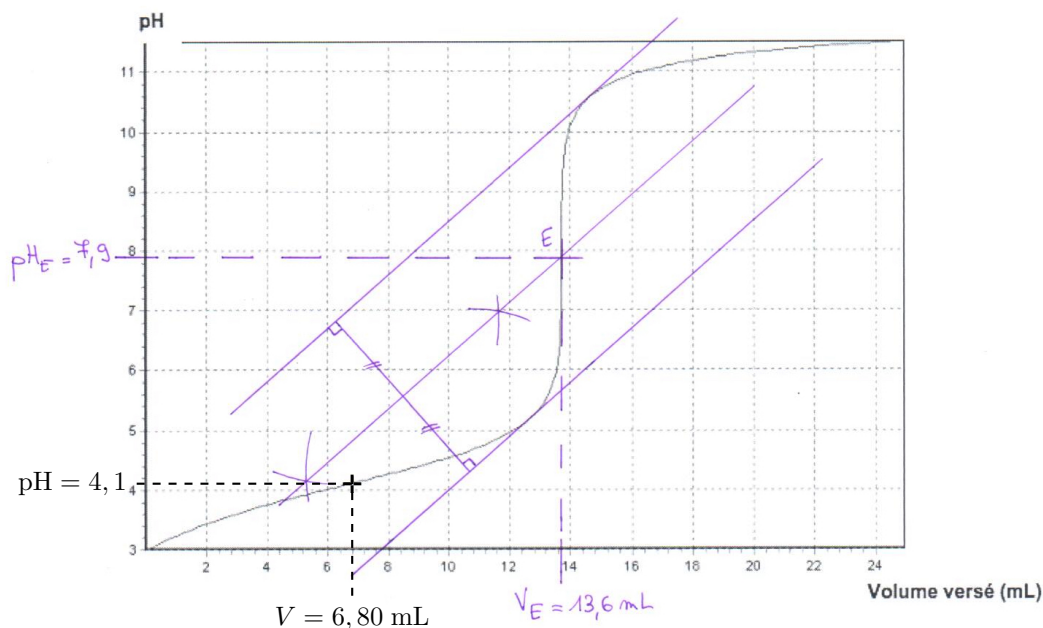
APP

**1.2.2.** D'après le tableau précédent, à la demi-équivalence, les quantités de matière de HA et A<sup>-</sup> sont identiques. Ces espèces étant contenues dans le même volume, on en déduit que, à la demi-équivalence, [HA]<sub>1/2</sub> = [A<sup>-</sup>]<sub>1/2</sub> d'où, d'après la relation fournie dans les données :

$$\text{pH}_{1/2} = \text{pK}_A + \log \left( \frac{[\text{HA}]_{1/2}}{[\text{A}^-]_{1/2}} \right) = \text{pK}_A + \log 1 = \text{pK}_A$$

ANA

**1.2.3.** Sur la courbe de titrage, on détermine, grâce à la méthode des tangentes, que l'équivalence se situe à V<sub>E</sub> = 13,6 mL d'où  $\frac{V_E}{2} = 6,80 \text{ mL}$ . Par lecture graphique, on détermine alors le pH à la demi-équivalence : pH<sub>1/2</sub> = 4,1. Cette valeur est identique à la valeur du pK<sub>A</sub> du couple de l'acide ascorbique fournie dans les données donc la courbe correspond bien au titrage de l'acide ascorbique.



### 1.3. Bilan de matière à l'équivalence et sources d'erreurs

RÉA

**1.3.1.** À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. Or, d'après l'équation de la réaction, les réactifs réagissent mole à mole donc  $n_0 = n_E(\text{HO}^-)$  ou encore  $c_S \cdot V_{\text{titré}} = c_B \cdot V_E$ . On en déduit la concentration de la solution S en acide ascorbique :

$$c_S = \frac{c_B \cdot V_E}{V_{\text{titré}}} = \frac{1,00 \cdot 10^{-2} \times 13,6 \cdot 10^{-3}}{10,0 \cdot 10^{-3}} = 1,36 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

La solution S obtenue à partir d'un comprimé a un volume V<sub>S</sub> = 200,0 mL d'où la quantité de matière d'acide ascorbique contenu dans un comprimé :

$$n_S = c_S \cdot V_S = 1,36 \cdot 10^{-2} \times 200,0 \cdot 10^{-3} = 2,72 \cdot 10^{-3} \text{ mol}.$$

La masse d'acide ascorbique contenue dans un comprimé est donc :

$$m = n_S \cdot M(\text{HA}) = 2,72 \cdot 10^{-3} \times 176 = 4,79 \cdot 10^{-2} \text{ g} = 479 \text{ mg}$$

ANA

**1.3.2.** Sources d'erreurs possibles : perte de masse lors de la phase de broyage dans le mortier, perte de matière lors du transvasement dans la fiole jaugée, précision de la concentration c<sub>B</sub>, précision de la méthode graphique pour repérer l'équivalence, etc.

Écart relatif entre la masse théorique et la masse expérimentale :

$$\epsilon = \left| \frac{m_{\text{exp}} - m_{\text{théo}}}{m_{\text{théo}}} \right| = \left| \frac{479 - 500}{500} \right| = 4,2\%. \text{ Cet écart est faible donc la valeur trouvée expérimentalement est compatible avec la valeur indiquée par le fabricant, aux imprécisions expérimentales près.}$$

- ANA**      **1.3.3.** Si l'acide ascorbique avait été un acide fort, nous aurions eu, au début du titrage,  $\text{pH} = -\log c_S$  soit  $\text{pH} = -\log(1,36 \cdot 10^{-2}) = 1,87$ . Or, sur la courbe du titrage, on voit que le pH au début du titrage vaut environ 3. On en déduit que tout l'acide HA n'est pas sous forme d'ions oxonium  $\text{H}_3\text{O}^+$  au début du titrage et qu'il s'agit donc d'un acide faible.
- CON**      **1.3.4.** Pour qu'un indicateur coloré acido-basique soit adapté à un titrage, sa zone de virage doit contenir le pH à l'équivalence. Ici, le pH à l'équivalence vaut 7,9. D'après le tableau fourni, seul le rouge de crésol convient pour ce titrage. L'équivalence sera repérée lors du changement de couleur (jaune avant l'équivalence, rouge après l'équivalence).

## 2. TITRAGE PAR SUIVI CONDUCTIMÉTRIQUE

- ANA**      **2.1.** Le volume à l'équivalence serait égal à  $V_E = \frac{c_{S'} \cdot V'_{\text{titré}}}{c'_B} = \frac{6 \cdot 10^{-3} \times 25,0 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 10^{-1}} = 1,5 \text{ mL}$  selon la relation démontrée plus haut. Cette valeur est bien trop faible pour espérer avoir une précision satisfaisant lors de ce titrage. Le choix de  $c'_B$  n'est donc pas pertinent.
- ANA**      **2.2.** En conservant un volume  $V'_{\text{titré}} = 25,0 \text{ mL}$ , on peut diluer d'un facteur 10 la solution de concentration  $c'_B$ . Ainsi, d'après la relation précédente, si  $c'_B$  est diminuée d'un facteur 10, le volume à l'équivalence est multiplié par un facteur 10 et nous aurions un volume à l'équivalence de 15 mL, ce qui est tout à fait acceptable. Pour effectuer la dilution, on peut utiliser la pipette jaugée de 10,0 mL et la fiole jaugée de 100,0 mL.
- ANA**      **2.3.** Avant l'équivalence, chaque ajout de solution titrante apporte des ions  $\text{HO}^-$  qui sont consommés avec des molécules de HA pour former des ions  $\text{A}^-$ . Les ions  $\text{Na}^+$  apportés par la soude s'accumulent dans le becher, au même titre que les ions  $\text{A}^-$  formés. Il y a donc augmentation de la concentration globale des ions avant l'équivalence donc la conductivité de la solution augmente.
- La seule courbe présentant une augmentation de la conductivité avant l'équivalence (repérée par la rupture de coefficient directeur) étant la **courbe 1**, on en déduit que seule cette courbe peut correspondre à ce titrage.