

PARTIE 3 : Réactions chimiques et milieux biologiques

Correction du TP 20

La chimie du titrage direct acido-basique

Comment contrôler la composition d'un vinaigre ?

OBJECTIFS : Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la concentration d'une espèce chimique par titrage direct par le suivi du pH et par la visualisation d'un changement de couleur, dans le domaine du contrôle de la qualité.

S'APPROPRIER :

On souhaite vérifier l'indication portée sur la bouteille de vinaigre et pour cela effectuer un titrage pHmétrique.

1. Préciser le nom de la solution titrée et de la solution titrante et légèrer le schéma du montage.
Voir les figures 1 et 6 du chapitre 19
2. La solution de vinaigre commerciale S étant très concentrée, on la dilue 10 fois. On note la nouvelle solution S'. Écrire le protocole permettant de préparer 100 mL de solution S'.

→ Voir la fiche méthode p615

→ Voir l'animation concernant la préparation de solutions par dilution (cette animation illustre aussi la préparation par dissolution qui n'était pas abordée ici) :

http://www.ostralo.net/3_animations/swf/solution_massique.swf

→ Voir les vidéos et les fiches des techniques expérimentales de base : http://www.spc.ac-aix-marseille.fr/phy_chi/Menu/Activites_pedagogiques/cap_exp/index.htm

Il s'agit ici de faire une dilution par un facteur 10. On prélève 10 mL de solution mère à l'aide d'une pipette jaugée que l'on place dans une fiole jaugée de 100 mL. On complète avec de l'eau distillée jusqu'aux 2/3, on homogénéise puis on complète soigneusement jusqu'au trait de jauge. On homogénéise une dernière fois.

RÉALISER :

3. Préparer 100 mL de solution de vinaigre diluée 10 fois.
4. Préparer le montage pour effectuer le titrage d'un volume $V_A = 10$ mL de la solution S'.
5. Effectuer un premier titrage en versant la solution titrante 2 mL par 2 mL jusqu'à 20 mL. Repérer les valeurs de volume de solution titrante versée pour lesquelles le pH effectue un saut important.

On trouve $V_E \approx 14$ mL

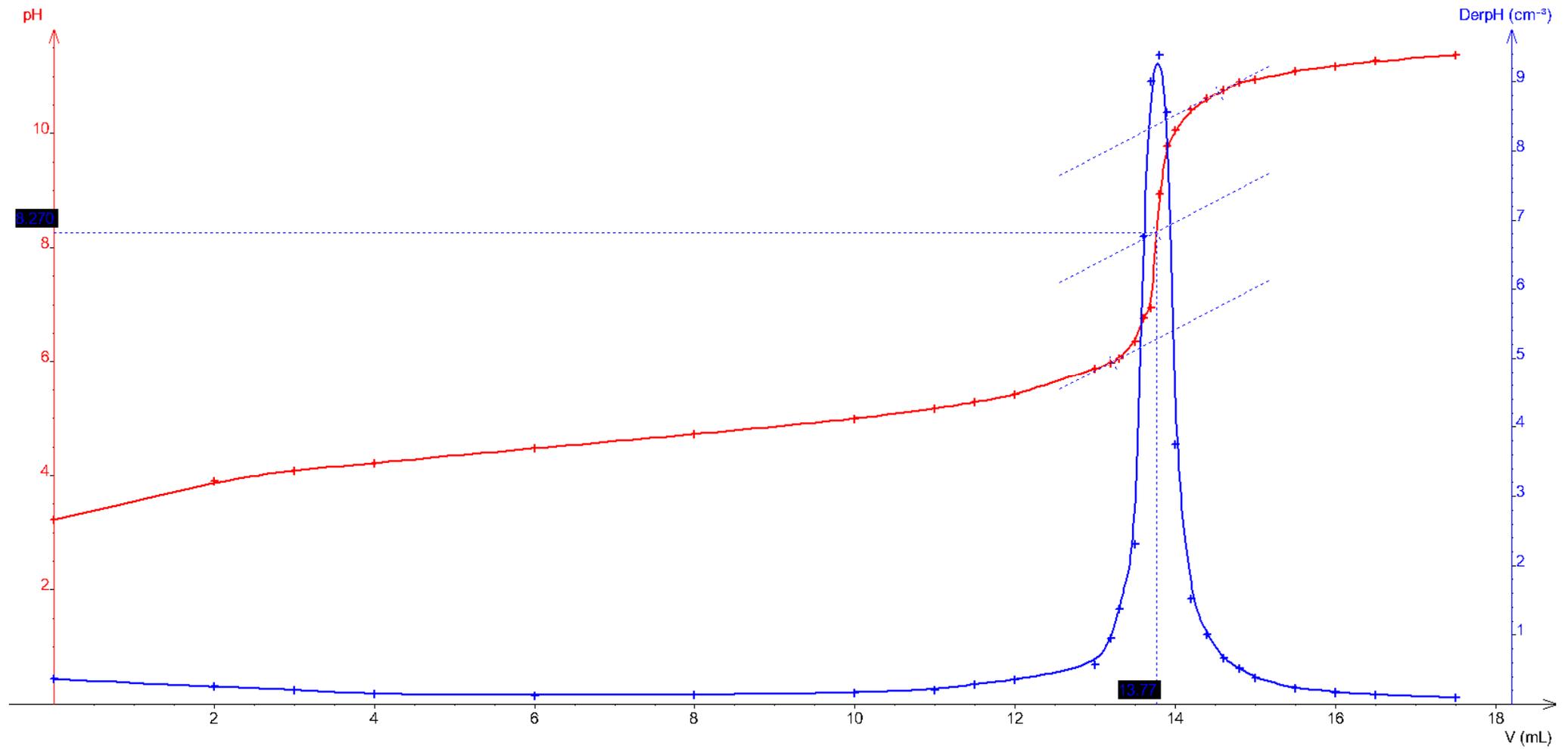
6. Répéter la préparation du titrage. Relever dans un tableau la valeur du pH tous les millilitres de solution titrante versée dans les zones de variation faible de pH et tous les 0,2 mL dans la zone de variation importante.

V(mL)	0	2,0	3,0	4,0	6,0	8,0	10,0	11,0	11,5	12,0	13,0	13,2	13,3	13,5
pH	3,2	3,9	4,1	4,2	4,5	4,7	5,0	5,2	5,3	5,4	5,9	6,0	6,1	6,4

V(mL)	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,5	16,0	16,5	17,5
pH	6,8	7,0	8,9	9,8	10,1	10,4	10,6	10,8	10,9	10,9	11,1	11,2	11,3	11,4

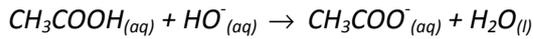
7. Tracer la courbe sur papier millimétré et déterminer le volume équivalent.

$$V_E = 13,8 \text{ mL}$$



VALIDER :

8. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.



9. Exprimer la valeur de la concentration c du vinaigre en fonction de c_B , V_A et V_E .

À l'équivalence, les quantités de matière d'acide éthanóïque (réactif titré) et de d'ions hydroxyde (réactif titrant) sont dans les proportions stoechiométriques de l'équation de dosage, soit :

$$\frac{n(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})_{\text{initiale}}}{1} = \frac{n(\text{HO}^-)_{\text{versée à l'équivalence}}}{1}$$

$$\text{soit } [\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}]_{\text{initial}} \cdot V(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H})_{\text{prélèvement}} = [\text{HO}^-] \cdot V(\text{HO}^-)_{\text{versé à l'équivalence}} \quad \text{ou } c \times V_A = c_B \times V_E$$

$$\text{finalement } c = \frac{c_B \times V_E}{V_A}$$

10. Montrer que le degré d'acidité du vinaigre s'exprime de la façon suivante : $d^\circ = \frac{1000 \cdot c_B \cdot V_E \cdot M}{V_A \cdot \rho}$

Le degré indiqué sur les bouteilles de vinaigre correspond à la masse d'acide éthanóïque, exprimée en gramme, contenue dans 100 g de vinaigre.

Par suite : $d^\circ = m_{\text{acide dans 100g}} = m_{\text{acide dans 100mL}}$ puisque la masse volumique du vinaigre est $\rho = 1,0 \text{ g/mL}$.

$$\text{Donc } d^\circ = C_{\text{massique d'acide}} \times V_{\text{solution}} = C_{\text{molaire d'acide}} \times M_{\text{acide}} \times \frac{m_{\text{solution}}}{\rho}$$

Comme on a dilué 10 fois le vinaigre avant le dosage, $C_{\text{molaire d'acide}} = 10 \times c = 10 \times \frac{c_B \times V_E}{V_A}$ et $m_{\text{solution}} = 100\text{g}$

$$\text{Finalement : } d^\circ = 10 \times \frac{c_B \times V_E}{V_A} \times M_{\text{acide}} \times \frac{100}{\rho} = \frac{1000 \times c_B \times V_E \times M_{\text{acide}}}{V_A \times \rho}$$

11. Calculer le degré d'acidité du vinaigre dosé.

$$d^\circ = \frac{1000 \times c_B \times V_E \times M_{\text{acide}}}{V_A \times \rho} = \frac{1000 \times 0,10 \times 13,8 \times 60,05}{10,0 \times 1,0 \cdot 10^3} = 8,3$$

12. En utilisant les valeurs d'incertitude portées sur la verrerie, calculer l'incertitude sur le degré d'acidité comme

suit, en considérant : $\frac{U_{c_B}}{c_B} = 5\%$ et $U_{V_E} = 0,2 \text{ mL}$

$$\begin{aligned} U_{d^\circ} &= d^\circ \times \sqrt{\left(\frac{U_{V_p}}{V_p}\right)^2 + \left(\frac{U_{c_B}}{c_B}\right)^2 + \left(\frac{U_{V_E}}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U_{V_A}}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{U_{V_f}}{V_f}\right)^2} \\ &= 8,3 \times \sqrt{\left(\frac{0,02}{10,0}\right)^2 + (0,05)^2 + \left(\frac{0,2}{13,8}\right)^2 + \left(\frac{0,02}{10,0}\right)^2 + \left(\frac{0,1}{100,0}\right)^2} \\ &= 0,4 \end{aligned}$$

13. La valeur indiquée par le fabricant est-elle dans l'intervalle de confiance de la valeur trouvée expérimentalement ?

L'intervalle de confiance de notre mesure est donc $d^\circ = 8,3 \pm 0,4$ soit $7,9 \leq d^\circ \leq 8,7$

Le fabricant indique un degré à 8% d'acidité soit 8°. L'information de l'étiquette rentre bien dans notre intervalle de confiance, elle est donc vérifiée.