

Nom :	Prénom :	Note : / 10
-------	----------	-------------

AE.3B - Dosage par titrage pH-métrique

D'après l'AFNOR (Association française de normalisation), la qualité d'un produit correspond à son aptitude à satisfaire les besoins des utilisateurs. Elle se mesure notamment par sa conformité à des normes quantitatives. Ces normes sont particulièrement strictes dans le domaine alimentaire. Un aliment doit en effet respecter quatre critères : qualité hygiénique, qualité nutritionnelle, qualité organoleptique et qualité d'usage (conservation et stockage). Afin de répondre aux exigences nationales ou européennes, les industries agroalimentaires effectuent de nombreux contrôles de qualité. C'est aussi le cas dans les domaines de la santé et de l'environnement.



Objectifs :

- revoir la démarche mise en œuvre lors d'un dosage par titrage ;
- revoir et approfondir la notion d'incertitude.

I. Présentation du TP

On cherche à mettre en œuvre un protocole de titrage permettant de contrôler la qualité d'un vinaigre commercial.

Document 1 : produit commercial - le vinaigre d'alcool blanc

Le vinaigre est une solution aqueuse contenant de 5 à 9 % en masse d'acide éthanóique CH_3COOH . Le titrage proposé permet de déterminer la concentration de CH_3COOH dans un vinaigre et de vérifier son degré d'acidité. Celui-ci correspond à la masse d'acide éthanóique contenue dans 100 g de vinaigre.

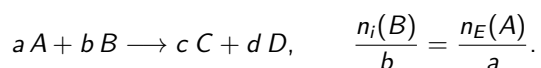
La masse volumique du vinaigre est voisine de celle de l'eau : $\rho = 1,0 \text{ g/mL}$. L'étiquette indique un degré d'acidité $p_{\text{fab}} = 8,0 \%$.

Donnée : $M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,0 \text{ g/mol}$.

Document 2 : principe d'un titrage

Un dosage par titrage met en jeu une réaction chimique entre l'espèce à doser, appelée réactif titré, et un réactif titrant de concentration connue.

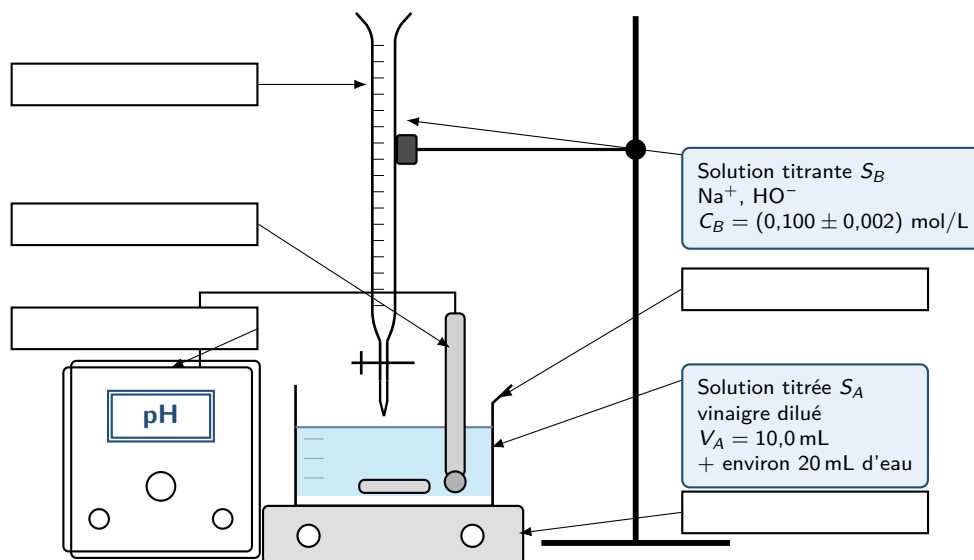
L'équivalence correspond à l'instant où les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques et sont totalement consommés. Pour le titrage du réactif B par le réactif A selon



i désigne l'état initial et E l'équivalence.

Document 3 : montage du titrage pH-métrique du vinaigre

La solution titrante S_B est une solution d'hydroxyde de sodium. La solution titrée S_A est obtenue par dilution au dixième du vinaigre commercial S_0 .

**Document 4 : indicateurs colorés disponibles pour un titrage colorimétrique**

Un indicateur coloré est une espèce chimique acido-basique pouvant être utilisée à la place d'un suivi pH-métrique. Pour un titrage colorimétrique, on choisit un indicateur dont la zone de virage encadre le pH à l'équivalence.

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	pK_A	Teinte basique
Hélianthine	Rouge	3,1 – 4,4	3,4	Jaune
Vert de bromocrésol	Jaune	3,8 – 5,4	4,9	Bleu
Bleu de bromothymol (BBT)	Jaune	6,0 – 7,6	7,1	Bleu
Rouge de crésol	Jaune	7,2 – 8,8	8,5	Rouge
Phénolphthaléine	Incolore	8,2 – 10,0	9,4	Rose
Rouge d'alizarine	Violet	10,0 – 12,0	≈ 11	Jaune
Carmin d'indigo	Bleu	11,8 – 14,0	12,6	Jaune

II. Titrage et mesures pH-métriques

La solution S_0 de vinaigre commercial est trop concentrée pour procéder au titrage pH-métrique. On prépare donc une solution S_A dix fois moins concentrée.

1. Donner la liste du matériel et le protocole permettant de préparer 100,0 mL de solution S_A par dilution au dixième de la solution S_0 . (1 pt)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. a. À l'aide des documents, identifier l'espèce titrante et l'espèce titrée, puis écrire l'équation de la réaction support du titrage. La solution d'hydroxyde de sodium a pour concentration $C_B = (0,100 \pm 0,002)$ mol/L. On titre un volume $V_A = 10,0$ mL de solution acide S_A . (1 pt)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- b. À l'équivalence, donner la relation entre les quantités de matière, puis exprimer C_A en fonction de C_B , V_E et V_A . (0,75 pt)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Compléter les légendes du document 3 et réaliser le montage avec un bécher de 250 mL. Ajouter au départ environ 20 mL d'eau distillée afin d'immerger la sonde pH-métrique. (0,75 pt)

Appeler le professeur pour faire valider le montage.

II. Titrage et mesures pH-métriques (suite)

4. Ajouter la solution titrante sous agitation. Après chaque ajout, relever le volume V_B versé et le pH affiché, puis compléter les tableaux. (1 pt)

V_B (mL)	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0				
pH										

V_B (mL)										
pH										

Remarque importante pour le suivi en direct de la courbe

Avant de commencer l'ajout de la solution titrante, préparer le tableur-grapheur Regressi afin d'afficher simultanément le tableau de saisie et le graphique $\text{pH} = f(V_B)$.

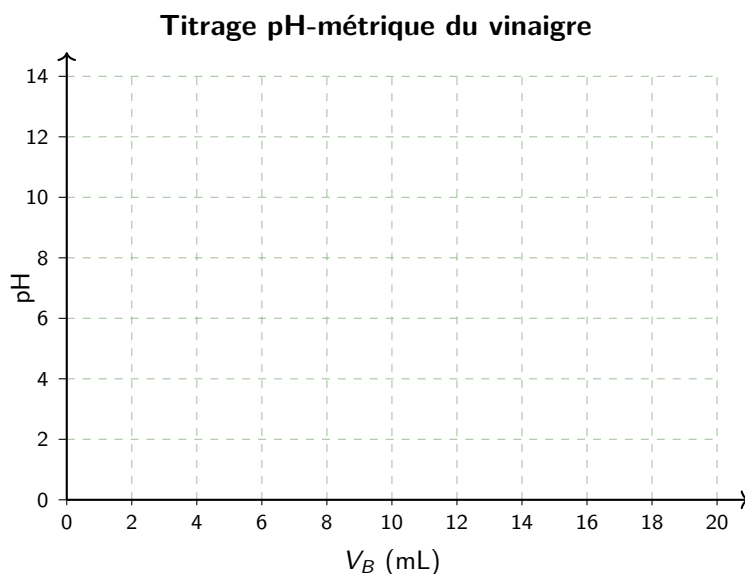
Après chaque saisie de V_B et du pH, estimer la variation de pH. Si elle est importante (par exemple supérieure à 0,5), diminuer le volume ajouté : un ajout de 0,2 mL est alors préférable. Cette pratique permet de déterminer avec précision le volume à l'équivalence. L'allure de la courbe doit être conforme à celle présentée dans la fiche « pH-MÉTRIE ».

III. Exploitation des mesures et résultats

1. Déterminer graphiquement le volume V_E versé à l'équivalence. Imprimer la courbe et appliquer soigneusement la méthode des tangentes.

Une autre méthode consiste à tracer la dérivée $\frac{dpH}{dV_B}$ à l'aide de Regressi.

(1 pt)



III. Exploitation des mesures et résultats (suite)

2. En justifiant le calcul, déterminer la concentration en quantité de matière C_A en acide éthanóïque de la solution S_A , puis la concentration C_0 en acide éthanóïque du vinaigre commercial. À l'aide du programme de calcul fourni, déterminer également l'incertitude-type $u(C_A)$. **(1,5 pt)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. En déduire la concentration en masse C_m en acide éthanóïque du vinaigre, puis le degré d'acidité expérimental p_{exp} de la solution commerciale. On admet que $u(p_{\text{exp}}) \simeq 60,0 u(C_A)$. Calculer $u(p_{\text{exp}})$. **(1,5 pt)**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

III. Exploitation des mesures et résultats (suite)

4. Calculer le z-score du résultat expérimental :

$$z = \frac{p_{\text{exp}} - p_{\text{fab}}}{u(p_{\text{exp}})}, \quad p_{\text{fab}} = 8,0 \, \%.$$

Les deux valeurs sont compatibles si $|z| \leq 2$. À l'aide de ce critère, conclure.

(1 pt)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Si le titrage était réalisé par suivi colorimétrique, quel indicateur coloré faudrait-il choisir ? Justifier à l'aide du document 4.

(0,5 pt)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....