

En tant que laborantin, vous êtes chargé de valider l'indication commerciale portée sur l'étiquette d'un vinaigre commercial coloré à savoir Acidité : 6°.

Vous devez procéder à son analyse et aux traitements des résultats obtenus.

Le cahier des charges du laboratoire impose :

- Prise d'essai : 20,0 mL de vinaigre dilué au 1/20^{ème}.
- Solution dosante : solution aqueuse de soude de concentration proche de 0,1 mol·L⁻¹.
- Le taux de confiance retenu pour les tests est de 95%
- Les incertitudes seront données à 1 chiffre significatif.
- La dispersion des mesures maximales tolérée est de 5%. (rapport entre l'incertitude de mesure et la mesure)



Au cours de cette étude, vous vous reporterez systématiquement au document n°1 pour manipuler avec les précautions nécessaires.

I) Préparation des solutions

1. Solution de vinaigre dilué

Q1. Proposer un protocole permettant de produire un volume $V = 100,0$ mL de solution de vinaigre, notée S' , dilué au 1/20. La concentration de cette solution sera noté C' . A partir du **document n°2**, justifie le choix de la verrerie nécessaire à cette dilution.

2. Solution d'hydroxyde de sodium.

Q2. Proposer un protocole permettant de produire un volume $V = 1,000$ L de solution d'hydroxyde de sodium S_2 dont la concentration vaut environ $C_2 = 1 \cdot 10^{-1}$ mol·L⁻¹.

Vous avez réalisé cette solution en utilisant une balance portant l'indication $d = 0,01$ g et en utilisant une fiole de 1000 mL de classe B. Le conditionnement en pastilles vous a imposé la pesée d'une masse $m = 4,35$ g d'hydroxyde de sodium.

L'ensemble des informations a été traité par le logiciel GUM_MC et les résultats de ce traitement ont été rassemblés dans le **document n°3**.

Q3. La solution ainsi préparée est-elle conforme au cahier des charges ? Argumenter votre réponse et identifier la source principale d'incertitude sur la préparation de cette solution.

II) Réalisation du titrage

Le titrage de l'acide éthanoïque, noté AH, contenu dans le vinaigre par les ions hydroxyde peut être modélisé par l'équation : $AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

1. Choix de la technique.

Le pH à l'équivalence de ce type de titrage est de l'ordre de 8-9.

Les informations nécessaires à la réalisation des différents types de titrages sont fournies dans les **documents 4 à 6**.

Q4. Choisir la méthode de titrage que vous retenez pour effectuer les tests au laboratoire. Argumenter ce choix.

Q5. Réaliser un schéma annoté de ce titrage.

2. Réalisation technique.

Q6. Déterminer le volume à l'équivalence V_E , écrire sa valeur en teneur compte des incertitudes. On se basera sur les résultats, de la technique de titrage choisie, fournis dans le **document n°8**.

III) Exploitation des résultats.

Q7. Montrer qu'à l'équivalence, on peut écrire la relation suivante $C' \times V_{\text{Essai}} = C_2 \times V_E$, où C' est la concentration en acide éthanoïque contenu dans le vinaigre dilué.

Q8. Déterminer la concentration C en acide éthanoïque contenu dans le vinaigre pur. En déduire, à partir du **document n°7**, l'acidité A de ce vinaigre exprimé en °.

On peut estimer, en première approximation, que l'incertitude $U(A)$ liée à la détermination de l'acidité A du vinaigre pur peut se déterminer par la relation : $U(A) = A \times \frac{U(V_E)}{V_E}$, où $U(V_E)$ est l'incertitude associée à la détermination du volume à l'équivalence V_E (voir question **Q6**).

Q9. Exprimer l'acidité A du vinaigre pur en tenant de son incertitude. L'indication portée sur l'étiquette est-elle valide ? Justifier.

Q10. Rédiger un argumentaire critique sur l'analyse menée afin de déterminer l'acidité de ce vinaigre.

Document n° 1 : Données sur les espèces chimiques mises en œuvre

Composé chimique	Pictogrammes de sécurité	Masse volumique en g·mL ⁻¹	Masse molaire en g·mol ⁻¹
Acide éthanoïque (contenu dans le vinaigre pur)		1,0	60,0
Hydroxyde de sodium en pastilles		–	40,0

Les pictogrammes tiennent compte des concentrations des solutions mises à disposition en conformité avec la réglementation européenne CLP (Classification Labelling Packaging of substances and mixtures).

Document n° 2 : Incertitudes liées au matériel

Flûte jaugée

Volume	Incertitude sur le volume en mL	
	Classe A	Classe B
10	0,025	
20 ou 25	0,04	
50	0,06	0,15
100	0,10	0,20
200 ou 250	0,15	0,30
500	0,25	0,50
1000	0,40	0,80

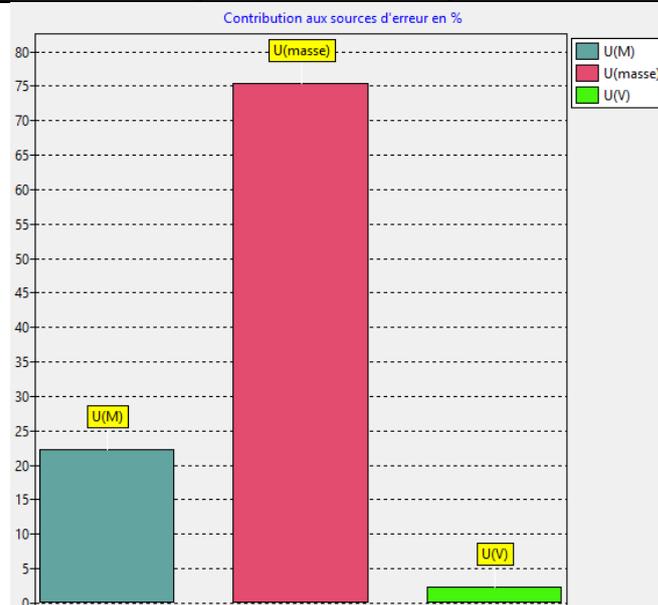
Pipette jaugée

Volume	Incertitude sur le volume en mL	
	Classe A	Classe B
1 mL	0,007	0,015
2 mL	0,010	0,020
5 mL	0,015	0,030
10 mL	0,020	0,040
25 mL	0,030	0,060

Balance de graduation d : incertitude $U(m) = 2 \times d$

Document n°3 : Résultats du traitement des données par le logiciel GUM_MC

Taux de confiance	Facteur d'élargissement k	Incertitude élargie U	Intervalle [y-U ; y+U]	Ecriture finale (1 chiffre sur incertitude)	Ecriture finale (2 chiffres sur incertitude)
75%	1.15	0.000662 mol/L	[0.108088 ; 0.109412]	(0.1088±0.0007)mol/L	(0.10875±0.00067)mol/L
95%	1.96	0.00113 mol/L	[0.10762 ; 0.10988]	(0.109±0.002)mol/L	(0.1088±0.0012)mol/L
99%	2.58	0.00148 mol/L	[0.10727 ; 0.11023]	(0.109±0.002)mol/L	(0.1088±0.015)mol/L



Document n°4 : Zone de virage de quelques indicateurs colorés

Indicateur	Teinte acide	Teinte sensible	Teinte basique
<i>Bleu de Bromothymol</i>	Jaune 6,0	Vert	7,6 Bleu
<i>Phénolphtaléine</i>	Incolore 8,2	Rose	10,0 Fuschia
<i>Vert de Bromocrésol</i>	Jaune 3,8	Vert	5,4 Bleu

L'incertitude sur la détermination d'un volume équivalent V_E est estimée à $U(V_E) = 0,2$ mL lors d'un titrage par changement de couleur.

Document n°5 : Titrage pH-métrique

Lors d'un titrage pH-métrique d'un acide par une base, le pH-mètre doit être préalablement étalonné avec des étalons 7 et 4.

L'incertitude sur la détermination d'un volume équivalent V_E est estimée à $U(V_E) = 0,4$ mL lors d'un titrage pH-métrique.

Document n°6 : Conductivité molaire ionique

Conductivité molaire ionique	Na ⁺	HO ⁻	A ⁻
λ en mS.m ² .mol ⁻¹	5,01	19,86	4,09

L'incertitude sur la détermination d'un volume équivalent V_E est estimée à $U(V_E) = 0,2$ mL lors d'un titrage pH-métrique.

Document n°7 : Acidité d'un vinaigre

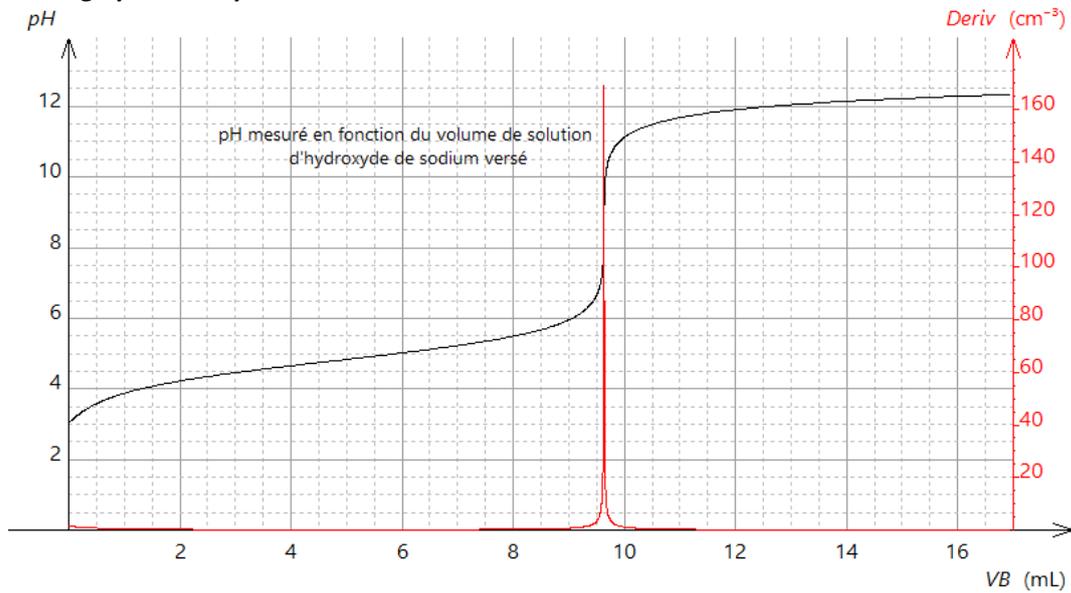
L'acidité d'un vinaigre représente la masse d'acide éthanoïque dans 100 g de vinaigre. L'acidité d'un vinaigre est donc directement reliée à la concentration molaire en acide éthanoïque par la relation : Acidité = $6 \times C$.

Document n°8 : Résultats obtenus par le laboratoire

Méthode 1 : titrage colorimétrique

Indicateur utilisé	Titration exploratoire V_{E1} en mL	Titration finalisée V_{E2} en mL
Bleu de Bromothymol	10	9,4
Phénolphaléine	10	9,6
Vert de Bromocrésol	3	2,3

Méthode 2 : titrage pH-métrique



Méthode 3 : titrage conductimétrique

