

Thème : Prévoir l'état final d'un système, siège d'une transformation chimique.

TP C14-1 : Titrages acido-basiques.

Contrôle de qualité du Destop®

(version professeur)

Titre massique et densité d'une solution.

Titration avec suivi pH-métrique. Titration avec suivi conductimétrique.

Comparer le résultat d'une mesure  $m_{mes}$  à une valeur de référence  $m_{ref}$  à l'aide du quotient  $\frac{m_{mes}-m_{ref}}{u(m)}$  où  $u_m$  est l'incertitude type associée au résultat. Critère de validité  $\frac{m_{mes}-m_{ref}}{u(m)} \leq 2$ .

Source : Eduscol [https://cache.media.eduscol.education.fr/file/2019-Mesure\\_incertitudes/60/2/GRIESP\\_Tle\\_titrage\\_Destop\\_1207602.pdf](https://cache.media.eduscol.education.fr/file/2019-Mesure_incertitudes/60/2/GRIESP_Tle_titrage_Destop_1207602.pdf)

Objectif : Réaliser un contrôle qualité du DesTop®.

Techniques expérimentales utilisées :

- Titration avec indicateur coloré
- Titration avec suivi pH-métrique.

Produits à disposition :

- DesTop® de titre massique théorique de **7,0 %** en hydroxyde de sodium.
- Acide chlorhydrique 0,1000 mol.L<sup>-1</sup>
- Bleu de bromothymol
- Eau distillée.

Mode opératoire :

Diluer une masse connue avec précision d'environ  $m_0 = 4$  g de DesTop® dans une fiole jaugée de  $V_f = 100,0$  mL.

Mesurer le pH de cette solution avec du papier-pH.

Titration un volume  $V_B = 10,00$  mL de la solution préparée avec de l'acide chlorhydrique de concentration  $c_1 = 0,1000$  mol.L<sup>-1</sup>

Utiliser le bleu de bromothymol (BBT) comme indicateur coloré pour repérer l'équivalence du titrage.

Pour confirmer le résultat de ce premier titrage, on se propose de titration un volume  $V_B = 10,00$  mL de la solution préparée avec de l'acide chlorhydrique de concentration  $c_A = 0,1000$  mol.L<sup>-1</sup> en réalisant un suivi pHmétrique.

### Questions et réponses

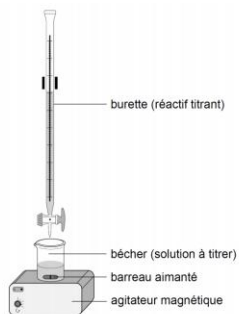
#### Q1. Introduction

- a- Faire une présentation du DesTop® (composition, utilisation, consignes de sécurité de manipulation).  
Le DesTop® est un déboucheur liquide de canalisation. Ce produit ménager est corrosif.  
Il s'agit d'une solution concentrée d'hydroxyde de sodium à laquelle ont été ajoutés un colorant et de l'ammoniaque (odeur), afin de bien l'identifier comme un produit dangereux.
- b- Présenter l'objectif de la séance de TP.  
Nous souhaitons réaliser un contrôle qualité de ce produit commercial. Nous nous proposons de titration l'hydroxyde de sodium en utilisant un indicateur coloré, puis en réalisant un suivi pH-métrique et conductimétrique.
- c- Écrire la réaction de titration.  
 $H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow 2 H_2O(l)$
- d- Exposer les risques que présentent les produits du TP ainsi que les mesures de sécurité à adopter.  
Le DesTop® sera prélevé avec des gants (produit corrosif).  
L'acide chlorhydrique décimolaire sera manipulée avec précaution sans gants.

0,5
0,5
1
1

Q2. Protocole

a- Faire un schéma du montage de titrage légendé.



b- Décrire votre protocole de titrage colorimétrique.

Un premier titrage colorimétrique grossier est réalisé : prise d'essai de  $V_B = 10,00$  mL à la pipette jaugée, ajout progressif à la burette graduée d'acide chlorhydrique décimolaire  $c_A = 0,1000$  mol.L<sup>-1</sup>, utilisation du bleu de bromothymol (BBT) pour repérer l'équivalence.

c- Décrire votre protocole de titrage pH-métrique.

On relève le pH mesuré avec une électrode de verre par rapport à une référence ECS (électrode au calomel, saturée en KCl) après étalonnage avec deux solutions tampon.

On titre une prise d'essai de  $V_B = 10,00$  mL (prélèvement à la pipette jaugée) de solution par de l'acide chlorhydrique à  $c_A = 0,1000$  mol.L<sup>-1</sup> (introduction à la burette graduée).

Q3. Résultats

a- Relater vos observations des couleurs lors du titrage colorimétrique.

La solution passe du bleu au jaune lors du titrage colorimétrique. La teinte sensible qui permet la détermination de l'équivalence est verte.

b- Donner le volume équivalent  $V_{AE1}$  déterminé par colorimétrie.

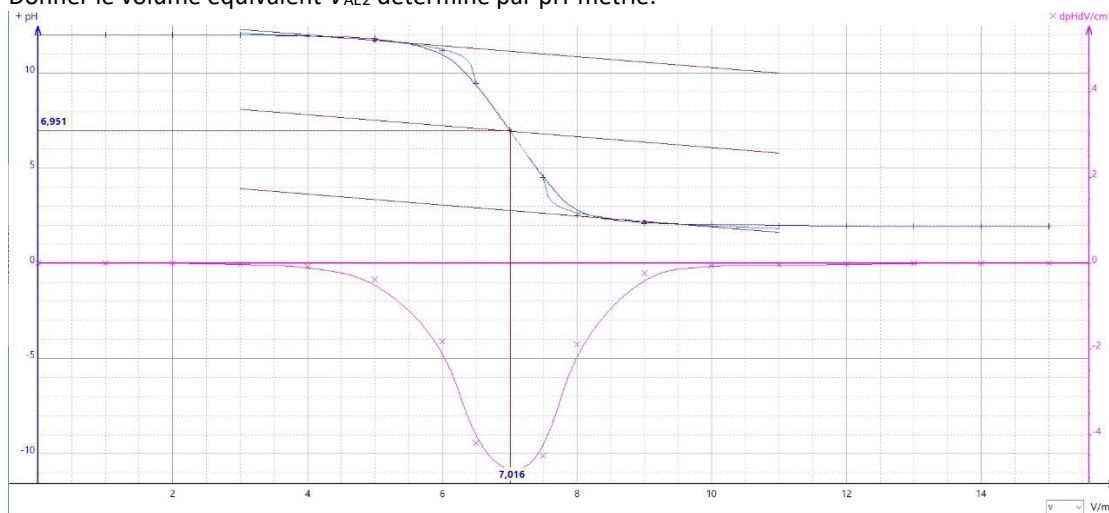
On mesure un volume équivalent  $V_{AE1} = 7,0$  mL.

c- Tracer la courbe de titrage pH-métrique sur Regressi.

Tracer les tangentes et/ou la courbe de la dérivée  $\frac{dpH}{dV} = f(V_A)$ .

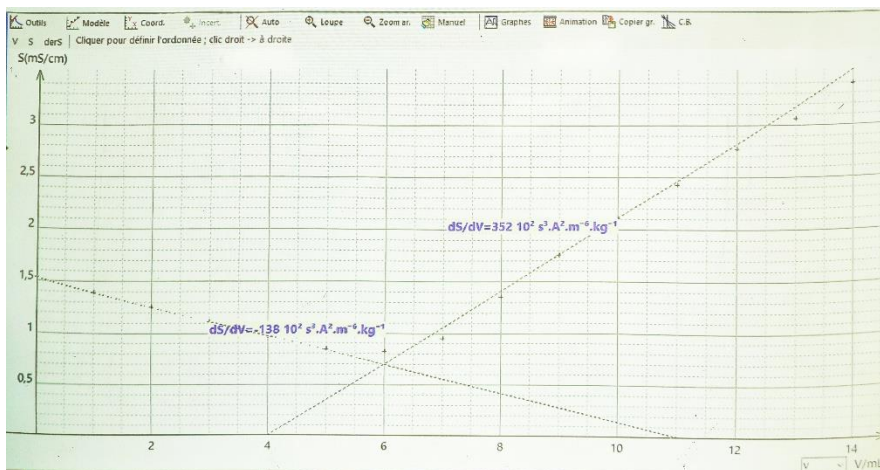
et analyser cette courbe en utilisant la méthode des tangentes et/ou du maximum de la dérivée  $\frac{dpH}{dV} = f(V_A)$ .

Donner le volume équivalent  $V_{AE2}$  déterminé par pH-métrie.



$V_{BE} = 7,0$  mL       $pH_E = 6,95$  soit  $7,0$       (cohérent car il s'agit du titrage d'une base forte par un acide fort)

Titration conductimétrique



On trace les deux tangentes à chaque parties de la courbe et on note l'abscisse du point d'intersection pour Déterminer le volume à l'équivalence.

Aide pour Regressi : pH en fonction de V

Fichier-Nouveau-Clavier : rentrer les valeurs.

Grappe-Coord : abscisse : V et ordonnée pH

Coord-Options de représentation : ligne, couleur, lissage

Outils – Tangente : en pHmétrie (tangente avec clic) ; en conductimétrie (tangente simple)

Aide pour Regressi :  $\frac{dpH}{dV}$  en fonction de V

Grandeurs-Ajouter-Dérivée : symbole dpHdV - OK

Grappe-Coord : abscisse : V et ordonnée dpHdV

Coord-Options de représentation : ligne, couleur, lissage

Q4. Discussion

- a- Pourquoi avoir choisi le bleu de bromothymol (BBT) comme indicateur coloré ?  
On a choisi le BBT comme indicateur coloré pour repérer l'équivalence car son pKa est 7,1. Le pH à l'équivalence est compris dans la zone de virage de l'indicateur coloré.
- b- Calculer le titre massique (%) d'hydroxyde de sodium ( $M_{NaOH} = 39,9971 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ) du DesTop© noté  $t_{NaOH}$  (présenter le calcul littéral puis l'application numérique dans le cas du titrage colorimétrique, puis dans le cas du titrage pH-métrique).

Titration colorimétrique :

L'équivalence est atteinte lorsque les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$n_{H_3O^+ \text{ ajouté}} = n_{HO^- \text{ initial}}$$

$$t_{NaOH} = \frac{M_{NaOH} \cdot c_A \cdot V_{AE} \cdot V_f}{m_0 \cdot V_B}$$

$$t_{NaOH} = \frac{39,9971 \times 0,100 \times 7,1 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-3}}{4,0 \times 10,0}$$

$$t_{NaOH} = 0,070 \quad \text{soit } 7,1\%$$

Titration pHmétrique :

$$t_{NaOH} = \frac{M_{NaOH} \cdot c_A \cdot V_{AE} \cdot V_f}{m_0 \cdot V_B}$$

$$t_{NaOH} = \frac{39,9971 \times 0,100 \times 7,0 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-3}}{4,0 \times 10,0}$$

$$t_{NaOH} = 0,070 \quad \text{soit } 7,0\%$$

Titration conductimétrique :

$$t_{NaOH} = \frac{M_{NaOH} \cdot c_A \cdot V_{AE} \cdot V_f}{m_0 \cdot V_B} \quad t_{NaOH} = \frac{39,9971 \times 0,100 \times 7,0 \times 10^{-3} \times 100 \times 10^{-3}}{4,0 \times 10,0} \quad t_{NaOH} = 0,070 \quad \text{soit } 7,0\%$$

- c- Étude de la variabilité de la mesure de  $t_{NaOH}$  par colorimétrie (moyenne, écart-type, incertitude-type) en utilisant les résultats de la classe (annexe n°1).

Annexe 1 : Titration avec utilisation d'un indicateur coloré, résultats de la classe :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8
$t_{NaOH}$ (%)	6,8	7,1	7,2	6,9	7,0	6,9	7,2	7,1

$$\overline{t_{NaOH}} = 7,025 \% \quad s_x = 0,1488 \% \quad \hat{u}_t = 0,0526 \% \quad \text{soit } t_{NaOH} = (7,03 \pm 0,05) \%$$

Étude de la variabilité de la mesure de  $t_{NaOH}$  par pH-métrie (moyenne, écart-type, incertitude-type) en utilisant les résultats de la classe (annexe n°2).

Annexe 2 : Titration suivie par pH-métrie, résultats de la classe :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8
$t_{NaOH}$ (%)	6,9	7,0	7,1	7,0	7,1	7,0	7,1	7,0

$$\overline{t_{NaOH}} = 7,025 \% \quad s_x = 0,0707 \% \quad \hat{u}_t = 0,025 \% \quad \text{soit } t_{NaOH} = (7,03 \pm 0,03) \%$$

Étude de la variabilité de la mesure de  $t_{NaOH}$  par conductimétrie (moyenne, écart-type, incertitude-type) en utilisant les résultats de la classe.

Annexe 2 : Titration suivie par conductimétrie, résultats de la classe :

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8
$t_{NaOH}$ (%)	6,9	7,0	7,1	7,0	7,1	7,0	7,1	7,0

$$\overline{t_{NaOH}} = 7,025 \% \quad s_x = 0,0707 \% \quad \hat{u}_t = 0,025 \% \quad \text{soit } t_{NaOH} = (7,03 \pm 0,03) \%$$

- d- Discuter de l'influence du protocole choisi sur la valeur de l'incertitude-type.  
La variabilité de la mesure du titre massique d'hydroxyde de sodium du DesTop® par pH-métrie est moins importante que la variabilité de sa mesure par colorimétrie et par conductimétrie.  
On choisira donc pour cette expérience, la méthode pHmétrique