

# TP 5 – Titrage acide-base :

## Titration pH-métrique et colorimétrique de l'acide éthanoïque par la soude

---

### Problématiques :

1. Comment **déterminer la concentration** d'une espèce dans une solution par titrage ?
  2. Comment peut-on **déterminer le pKa d'un couple acido-basique à partir d'une courbe de titrage ?**
- Cette 2<sup>e</sup> problématique constitue un **exercice classique (C.2)** sur la chimie des solutions à **savoir refaire !**

### Compétences expérimentales au programme :

Mesures de grandeurs physique en chimie : Volume, pH.	Sélectionner et utiliser le matériel adapté à la précision requise. Étalonner une chaîne de mesure si nécessaire.
Dosage par titrage acide-base. Suivis d'un titrage par pH-métrie et par indicateurs colorés. Repérage de l'équivalence.	Mettre en œuvre un protocole expérimental correspondant à un titrage acide-base. Choisir et utiliser un indicateur coloré de fin de titrage dans le cas d'un titrage acide-base. Exploiter la réaction support de titrage et déterminer la grandeur recherchée.

### Objectifs :

1. Mettre en œuvre un dosage par titrage direct par pH-métrie et colorimétrie.
2. Exploiter les résultats du titrage pour déterminer la concentration inconnue et une constante thermodynamique.

### A faire pour le jeudi 14/11 :

**Lire entièrement le sujet et répondre aux questions** ✍.

**NB : Données rassemblées p.4 : DOC 1, 2 et 3.**

## A) Etude préalable

On considère une solution d'acide éthanoïque de concentration  $C_a$  inconnue que l'on cherche à déterminer : il s'agit de la solution à titrer.

La solution titrante est une solution de soude ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{HO}^-$ ) de concentration  $C_b$  bien déterminée qui sera notée sur l'étiquette du flacon et dont la précision relative vaut 1%.

✍ ➡ 1. Déterminer l'équation bilan de la réaction de dosage. Exprimer puis calculer la constante d'équilibre de la réaction de dosage. Commenter.

Lorsque l'on réalise un dosage, deux cas peuvent se présenter :

- soit on a une idée de la concentration de la solution, on peut alors calculer le volume équivalent approché et on réalise un seul dosage en rapprochant les mesures aux alentours du volume équivalent calculé.
- soit on ne connaît pas de valeur approchée de la concentration, on réalise alors un 1<sup>er</sup> dosage rapide et donc imprécis, le plus souvent, avec un IC pour connaître le volume équivalent approché puis un 2<sup>e</sup> dosage précis.

Ici, la solution titrante aura une concentration  $C_b \approx 0,20 \text{ mol.L}^{-1}$  et la concentration de la solution d'acide éthanoïque vaut approximativement  $0,14 \text{ mol.L}^{-1}$ . On dosera un volume  $V_a = 20,0 \text{ mL}$  de la solution d'acide éthanoïque.

✍ ➡ 2. Construire un tableau d'avancement décrivant le dosage. En déduire la relation entre les concentrations  $C_a$ ,  $C_b$ ,  $V_a$  et le volume équivalent  $V_E$ . Dans ces conditions, en déduire une valeur approchée de  $V_E$ .

## B) Réalisation du titrage

### 1) Matériel

- 2 béchers de prélèvement pour la solution de soude et la solution d'acide éthanoïque.
- 1 burette de 25 mL.
- Il faut prélever précisément un volume  $V_a = 20,0$  mL de la solution à titrer. On versera le volume prélevé dans un bécher de 250 mL de forme haute sous la burette.
- 1 dispositif d'agitation et un barreau magnétique pour homogénéiser la solution au cours du dosage.
- 1 pH-mètre et sa sonde de pH (cf DOC 2) à étalonner avec les solutions tampon pH = 7 et pH = 4 (cf Latis Pro).
- 1 indicateur coloré à choisir, cf § 2) : hélianthine, phénolphtaléine et Bleu de BromoThymol (BBT).
- 1 PC pour tracer la courbe pH = f(V).

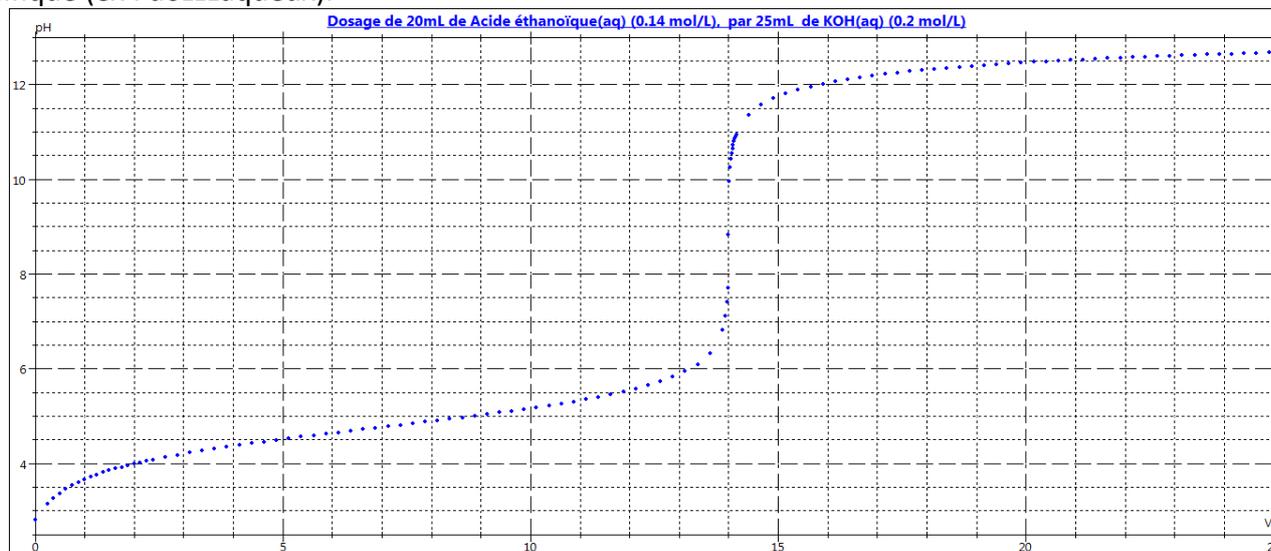
✎ ➡ 3. Quelle solution place-t-on dans la burette ? Avec quelle verrerie prélève-t-on le volume  $V_a$  de la solution à titrer ?

### 2) Choix de l'indicateur coloré de pH

Un indicateur coloré (IC) de pH est un **couple acido-basique** tel que l'acide AH et la base  $A^-$  sont de couleurs différentes. On associe donc à chaque IC de pH un  $pK_A$ .

✎ ➡ 4. Construire le diagramme de prédominance de l'IC correspondant au couple AH/ $A^-$ . Rappeler à quel intervalle de pH correspond la zone de virage d'un IC.

Pour connaître par avance le saut de pH du dosage, on peut faire une simulation du dosage avec un logiciel spécifique (ex : dozzaqueux).



✎ ➡ 5. Déduire du DOC 1 le ou les IC (hélianthine, phénolphtaléine, BBT) que l'on peut utiliser pour repérer l'équivalence de ce dosage.

### 3) Mise en œuvre du dosage

✎ Remplir la burette et prélever avec la verrerie adaptée (cf qt°3) 20,0 mL de solution titrée que vous verserez dans le bécher de 250 mL.

Rajouter le barreau magnétique. Placer le bécher sur le dispositif d'agitation magnétique, sous la burette et plonger dans le bécher la sonde de pH.

Rajouter de l'eau distillée dans le bécher jusqu'à ce que la sonde de pH trempe dans la solution.

✎ ➡ 6. Doit-on connaître précisément le volume d'eau rajouté ? Modifie-t-il le résultat du dosage ?

✎ Mettre 5 gouttes de l'IC adapté dans le bécher.

Mettre en marche l'agitation magnétique.

⚡\* **Attention à ne pas heurter la sonde de pH avec le barreau aimanté lors de l'agitation !**

✎ Sous Latis Pro ou Regressi, créer un tableau (V,pH). **Vous le remplirez AU FUR ET A MESURE du dosage et vous afficherez la courbe associée en parallèle.**

- Relever le pH **avant le 1<sup>er</sup> ajout** de solution titrante ;

- **Avant l'équivalence**, le pH varie peu donc prendre des mesures tous les mL ;

- **Près de l'équivalence**, rapprocher les mesures :

Pour V compris entre **12 et 13 mL**, faire des mesures tous les 0,5 mL ;

Pour V compris entre **13 et 15,6 mL**, faire des mesures tous les 0,2 mL. ⚡\* **Dans cet intervalle de volume, vérifier régulièrement la couleur de l'IC → cf qt° 7 !**

- **Après l'équivalence**, pour V compris entre **15,6 et 17 mL** faire des mesures tous les 0,5 mL.

✎ Retirer rapidement la sonde de pH et la **rincer abondamment à l'eau distillée** (cf DOC 2).

## C) Exploitation des résultats

### 1) Détermination de la concentration de la solution d'acide éthanóique

➡ 7. Noter le volume qui correspond au changement de couleur de l'IC, vous noterez ce volume  $V_{E1}$ , il s'agit du volume équivalent déduit du titrage par **colorimétrie**.

➡ 8. A l'aide de la courbe  $pH = f(V)$ , déterminer le volume équivalent : on le notera  $V_{E2}$ , il s'agit du volume équivalent déduit du titrage par **pHmétrie**. *Vous explicitez la méthode utilisée pour obtenir  $V_{E2}$ .*

➡ 9. Déduire du titrage la concentration  $C_a$  de la solution d'acide éthanóique ainsi que l'incertitude-type  $u(C_a)$  sur cette concentration.

### 2) Détermination du $pK_A$ du couple acide éthanóique / ion éthanóate avec la courbe de titrage

#### A SAVOIR REFAIRE : EXERCICE CLASSIQUE !

✎ ➡ 10. Rappeler la formule liant pH et  $pK_A$  pour le couple acide éthanóique / ion éthanóate.

✎ ➡ 11. Avec le tableau d'avancement de la qt°2, déterminer le volume de soude qu'il faut verser pour que  $[CH_3COOH] = [CH_3COO^-]$ .

➡ 12. Utiliser la courbe de dosage pour déterminer la valeur expérimentale du  $pK_A$  du couple acide éthanóique / ion éthanóate. Analyser le résultat.

## DOC 1 : Tables thermodynamiques

	Acide éthanóique / Ion éthanóate	Hélianthine (rouge/jaune)	BBT (jaune/bleu)	Phénolphtaléine (incolor/rose)
$pK_A$	4,8	3,4	7,0	9,4

## DOC 2 : Mesure du pH

Le pH-mètre est généralement constitué d'un boîtier permettant l'affichage de la valeur numérique du pH et d'une sonde de pH permettant la mesure. La sonde est constituée d'une **électrode dite « de référence »** et d'une **électrode de verre**.

La mesure de pH correspond à une mesure de **ddp** (tension) entre :

- l'électrode de référence dont le potentiel est constant et connu
- et l'électrode de verre dont le potentiel dépend de la concentration en ions  $H_3O^+$  dont dérive le pH.

On peut considérer que la ddp varie de façon affine en fonction du pH. Ainsi, l'étalonnage du pH-mètre revient à déterminer la pente et l'ordonnée à l'origine de cette droite, cf Latis Pro.

☛ **Attention à ne pas mesurer des pH trop élevés car la mesure peut devenir fautive (influence des contre-ions) et l'électrode de verre peut être endommagée !**

☛ **Attention à ne pas laisser la sonde à l'air libre : à la fin d'une manipulation, lui remettre son manchon qui contient une solution électrolytique.**

## DOC 3 : Verrerie (type, précision)

On distingue :

- la **verrerie ordinaire** : elle donne une information très approximative (ordre de grandeur) du volume
- la **verrerie de précision** : elle offre une estimation du volume avec une précision plus ou moins grande selon la verrerie.

Parmi la verrerie de précision, on distingue :

- la **verrerie graduée** : elle donne une estimation du volume avec une précision limitée
- la **verrerie jaugée** : elle seule permet d'avoir une mesure très précise des volumes.
- la verrerie pour mesure un **volume contenu précis** (elle est notée **In**, pour Intérieur)
- la verrerie pour mesure un **volume délivré précis** (elle est notée **Ex**, pour Expurger)



Burette graduée de 25 mL



Pipette jaugée de 20 mL



Fiole jaugée de 50 mL