

PARTIE 3 : Réactions chimiques et milieux biologiques

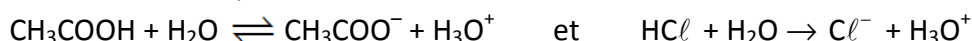
TP 17

La chimie des équilibres acido-basiques

- OBJECTIFS :**
- Mesurer le pH d'une solution aqueuse
 - Mettre en évidence la notion d'équilibre chimique
 - Mettre en évidence la notion d'acide fort et d'acide faible / de base forte et de base faible, dans l'eau

CONTEXTE DU SUJET :

Gérard Mentfaux a pris l'habitude de regarder à l'avance les chapitres qui vont être étudiés en classe. Concernant les acides et les bases, il a trouvé dans son livre les écritures suivantes :



L'existence des symboles \rightleftharpoons et \rightarrow l'interroge, il se demande s'il s'agit d'une erreur du livre ou si l'on peut utiliser aussi bien l'un que l'autre ou encore si ces deux écritures sont liées à deux situations différentes...

Pour solutionner cette situation il fait quelques recherches et dispose ainsi des informations suivantes :

Information 1 : Le pH

Le pH d'une solution est lié à la concentration des ions oxonium, H_3O^+ , présents dans la solution par la relation : $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ soit $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$

Information 2 : État d'équilibre chimique

Une réaction chimique ne se traduit pas toujours par la disparition complète d'un réactif (limitant) c'est à dire qu'elle n'est pas toujours totale. De nombreuses réactions sont partielles et aboutissent à un équilibre (chimique) entre les réactifs de départ et les produits de la réaction. L'avancement final est alors inférieur à l'avancement maximal.

Information 3 : Acide fort ou acide faible

Un acide AH est **faible** si sa réaction avec l'eau n'est pas totale : $\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{A}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
L'acide AH n'est pas totalement transformé en ions A^- .

Un acide AH est **fort** si sa réaction avec l'eau est totale : $\text{AH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{A}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$
L'acide AH est totalement transformé en ions A^- .

Information 4 : Tableau d'avancement de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau.

Équation chimique		$\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{aq})} + \text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$			
État du système	Avancement	quantités de matière			
État initial	$x = 0$	n_0	Solvant	0	0
En cours de transformation	x	$n_0 - x$	Solvant	x	x
État final	x_f	$n_0 - x_f$	Solvant	$x_f = [\text{CH}_3\text{COO}^-]_f \cdot V$	$x_f = [\text{H}_3\text{O}^+]_f \cdot V$

Information 5 : Concentration en soluté apporté et concentration d'une espèce en solution

Lorsqu'on dissout une espèce en solution, sa réaction n'est pas toujours totale.

On distingue donc :

- la concentration en soluté apporté : $C_S = n_S / V_{\text{solution}}$ où n_S correspond à la quantité de soluté utilisé pour préparer la solution,
- la concentration d'une espèce en solution : $[X] = n_X / V_{\text{solution}}$ où n_X correspond à la quantité d'espèce X réellement présente en solution.

Dans l'exemple de l'information 4, $C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{n_0}{V}$ et $[\text{CH}_3\text{COOH}]_f = \frac{n_0 - x_f}{V}$ donc $C_{\text{CH}_3\text{COOH}} > [\text{CH}_3\text{COOH}]$.

PRODUITS ET MATÉRIEL À DISPOSITION :

- solution aqueuse d'acide éthanoïque de concentration en soluté apporté $C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration en soluté apporté $C_{\text{HCl}} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- pH-mètre avec solutions tampon et notice d'étalonnage ;
- agitateur magnétique ;
- matériel usuel de laboratoire...

TRAVAIL À EFFECTUER :

ANALYSER : 🕒 30 min conseillées

1. Comment calculer l'avancement maximal de la transformation de l'acide éthanoïque avec l'eau qui se produit dans la solution à disposition ? *Effectuer les calculs pour un volume fictif de 100 mL.*

2. Comment calculer l'avancement maximal de la transformation de l'acide chlorhydrique avec l'eau qui se produit dans la solution à disposition ? *On considèrera toujours 100 mL de solution.*

3. Élaborez un protocole pour déterminer l'avancement final de la transformation de l'acide éthanoïque avec l'eau qui se produit dans la solution à disposition.

APPEL N°1 ↔	Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental ou en cas de difficulté
-----------------------	---

RÉALISER : 🕒 30 min conseillées

4. Mettre en œuvre le protocole pour déterminer l'avancement final des réactions de l'acide éthanoïque avec l'eau et de l'acide chlorhydrique avec l'eau.

Mesures :

Solution d'acide éthanoïque : $\text{pH}_{\text{mesuré}} =$

Solution d'acide chlorhydrique : $\text{pH}_{\text{mesuré}} =$

Détermination de l'avancement final pour un volume fictif de 100 mL :

Solution d'acide éthanoïque :

Solution d'acide chlorhydrique :

5. Dans deux béchers identiques, verser environ 20 mL de solution aqueuse d'acide éthanóique de concentration en soluté apporté $C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Mesurer le pH initial de la solution noté $\text{pH}_i = \dots\dots\dots$

Dans le bécher 1, ajouter une pointe de spatule d'éthanoate de sodium $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na}_{(s)}$.

Dans le bécher 2, verser, avec précaution, deux ou trois gouttes d'acide éthanóique pur.

Agiter, puis mesurer les pH des solutions obtenues, notés respectivement pH_1 et pH_2

$\text{pH}_1 =$ $\text{et } \text{pH}_2 =$

On suppose que les volumes des solutions n'ont pas varié lors des expériences.

APPEL N°2



**Appeler le professeur pour lui présenter vos résultats
ou en cas de difficulté**

VALIDER : 🕒 30 min conseillées

6. Expliquez pourquoi l'acide éthanóique est un acide faible alors que l'acide chlorhydrique est un acide fort.

7. Comment varie la concentration $[\text{H}_3\text{O}^+]$ dans la solution d'acide éthanóique lorsqu'on ajoute de l'éthanoate de sodium ? Dans quel sens de l'équation de la réaction, le système chimique a-t-il évolué ?

8. Comment varie la concentration $[\text{H}_3\text{O}^+]$ dans la solution d'acide éthanóique lorsqu'on ajoute de l'acide éthanóique pur ? Dans quel sens de l'équation de la réaction, le système chimique a-t-il évolué ?

9. Expliquez à Gérard la signification des symboles \Leftrightarrow et \rightarrow . Peut-on utiliser aussi bien l'un que l'autre ou ces deux écritures sont-elles liées à deux situations différentes ?

APPEL N°3	Appeler le professeur pour lui présenter vos conclusions ou en cas de difficulté

POUR S'ÉVALUER...

Analyser	<i>coefficient 2</i>	A																B																			
Réaliser	<i>coefficient 2</i>	A				B				C				D				A				B				C				D							
Valider	<i>coefficient 2</i>	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Note		20	18	16	15	18	17	15	13	16	15	12	11	15	13	11	10	18	17	15	13	17	16	13	12	15	13	11	10	13	12	10	8				

Analyser	<i>coefficient 2</i>	C																D																			
Réaliser	<i>coefficient 2</i>	A				B				C				D				A				B				C				D							
Valider	<i>coefficient 2</i>	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Note		16	15	12	11	15	13	11	10	12	11	8	7	11	10	7	6	15	13	11	10	13	12	10	8	11	10	7	6	10	8	6	5				