

L'objectif de cette séance est de reconnaître un acide d'une base, de mesurer un pH et de comprendre la notion de couple acide-base.

## Protocole1

Réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'ammoniac.

**Manipulation 1 :** Introduire dans le fond du ballon un morceau de papier imbibé de solution aqueuse de gaz ammoniac, coincer dans le col du ballon (avec le bouchon) un morceau de papier dont le bas est imbibé de solution de chlorure d'hydrogène ( acide chlorhydrique)

- Qu'observez-vous ?
- Le gaz ammoniac et le gaz HCl étant pratiquement incolores ? Que peut-on conclure de l'observation ?
- Donner la formule de l'ion chlorure. Sachant que le chlorure d'ammonium ( solide blanc) est le seul produit de la transformation, en déduire la formule de l'ion ammonium.  
Écrire l'équation chimique modélisant la transformation

**Manipulation 2 :** A l'aide du papier pH humidifié présenté à l'ouverture de la bouteille , indiquer quelle est l'espèce gazeuse basique et quelle est l'espèce gazeuse acide parmi les deux réactifs de départ. ( Sous hotte de préférence).

- Parmi les réactifs, quelle entité chimique donne naissance à l'ion chlorure ? Pour cela, quelle entité chimique a-t-elle perdue ?
- Quelle entité chimique donne naissance à l'ion ammonium ? Pour cela, quelle entité chimique a-t-elle gagnée ?
- Quelle entité chimique a été transférée lors de la réaction ?

Conclusion de cette partie

**Correction**

- Il se forme des fumées Blanches et la réaction est exothermiques (dégagement de chaleur)
- Les deux gaz étant incolores, il s'est formé un nouveau produit. Il s'agit du chlorure d'ammonium
- $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$

Pour assurer la conservation des éléments au cours de cette transformation, ainsi que la conservation des charges l'ion ammonium est  $\text{NH}_4^+$

L'ammoniac est l'espèce basique (pH = 12) , le chlorure d'hydrogène est acide (pH = 0)

- HCl donne l'ion chlorure pour cela il a perdu un  $\text{H}^+$ .  
 $\text{HCl} = \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
- L'ammoniac a donné l'ion  $\text{NH}_4^+$ , pour cela il a pris un  $\text{H}^+$   
 $\text{NH}_3 + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+$
- Il s'agit d'un  $\text{H}^+$ , ou proton

Conclusion :

Un acide est une entité pouvant céder un  $\text{H}^+$

Une base est une entité pouvant capter un  $\text{H}^+$

L'acide benzoïque et le benzoate de sodium sont des additifs alimentaires jouant le rôle de conservateurs. En étudiant le comportement de l'acide benzoïque avec une base et celui de l'ion benzoate avec un acide, nous allons en déduire la notion de couple acide/base.

Données physico-chimiques ci-dessous :

Nom	Formule	T° de fusion	T° d'ébullition	Solubilité dans l'eau
Acide benzoïque	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -COOH	121°C	250°C	Faible
Benzoate de sodium	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -COONa	> 300°C	-	Très importante

**Manipulation 3 :** Etudier la transformation entre l'eau et l'acide benzoïque . Placer dans un bécher 1,0 g d'acide benzoïque. Ajouter 20 mL d'eau. Mettre sous agitation magnétique pendant 2 minutes. Conserver le mélange obtenu pour l'expérience suivante.

Quelle observation expérimentale peut-on faire à la fin de la manipulation ? Quelle est la donnée ci-dessus confirmée par cette expérience ?

**Manipulation 4 :** Etudier le comportement de l'acide benzoïque en présence d'une base

L'ion HO<sup>-</sup> (aq) est une base . Ajouter au mélange précédent 20 mL d'hydroxyde de sodium Na<sup>+</sup>(aq) + HO<sup>-</sup> (aq) Agiter à nouveau pendant 2 minutes. Observer. Conserver la solution pour l'expérience suivante.

**Manipulation 5 :** Etudier le comportement de l'ion benzoate en présence d'un acide.

L'ion oxonium H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (aq) est un acide.

Ajouter au mélange précédent 20 mL d'une solution d'acide chlorhydrique H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> (aq) + Cl<sup>-</sup> (aq).

Agiter une nouvelle fois pendant 2 min et observer

Expliquer pourquoi l'acide benzoïque et l'ion benzoate forment un couple acide/base.

### Manipulation 3

L'acide benzoïque ne se dissout pas dans l'eau ce qui confirme ce qui est marqué dans le tableau.

### Manipulation 4

Après l'ajout d'hydroxyde de sodium, la solution devient limpide.

### Manipulation 5

Après l'ajout d'acide chlorhydrique dans la solution, il se reforme un solide blanc.

### Explications

#### Manipulation 3

$C_6H_5COOH + HO^- \rightarrow C_6H_5COO^- + H_2O$  (l'ion hydroxyde qui est une base arrache un H<sup>+</sup> à l'acide benzoïque est le transforme en ion benzoate)

Celui-ci est soluble dans l'eau ce qui explique la disparition du solide blanc.

#### Manipulation 4 :

L'ion H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> est un acide cède un H<sup>+</sup> à l'ion C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COO<sup>-</sup> ( qui est donc une base) suivant l'équation :



Il est donc possible de passer de l'acide benzoïque à l'ion benzoate ( et vice versa ) par échange d'un H<sup>+</sup>

On dit que ces deux entités forment un couple acide/base



Autre couples acide /base du jour



l'acide est toujours mis à gauche

T° de fusion

## Mesures de pH à l'aide d'un pHmètre

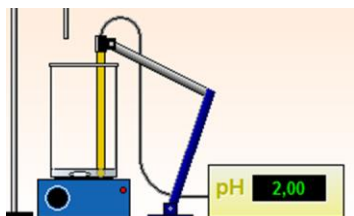
### A propos du pH-mètre

- Le pH-mètre doit être étalonné au préalable : dans l'ordre - température, pH = 7,0, pH = 4,0.
- Laver, laver, laver la double électrode avant d'effectuer des mesures ...
- Patience, patience, la réponse de l'électrode n'est pas immédiate : savoir attendre la stabilisation de la situation et l'affichage de la valeur.

### Dissolution de l'acide chlorhydrique

- Fabriquer 5 solutions filles de 50 mL diluées respectivement 10 fois à partir d'une solution mère de concentration  $C_{\text{mère}} = 0.1 \text{ mol/L}$ .
- Mesurer le pH de chacune de ces solutions et regrouper les résultats dans un tableau.
- Conclure.
- On dit que l'acide chlorhydrique est un acide fort, justifier

#### En théorie



La concentration en  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  dans la solution est liée au pH par  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$  pour des solutions de concentrations comprises entre  $10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$  et  $10^{-12} \text{ mol/L}$

Solution concentration en soluté en mol/L	$C_A = 0,1$	$C_A = 0,01$	$C_A = 0,001$	$C_A = 0,0001$
PH	1,04	2,0	3,0	4,0
$[\text{H}_3\text{O}^+]$		0,01	0,001	0,001

En pratique, pour les dilutions élevées, la qualité de l'eau et du pH-mètre est fort importante, lors du TP les valeurs étaient souvent inférieures à ces valeurs ( ce qui correspond à un acide de la solution mère dont la concentration de départ était supérieure à la valeur indiquée)

L'équation de réaction entre le chlorure d'hydrogène et l'eau est la suivante



Exemple à  $0,01 \text{ mol/L}$  pour un litre de solution

Etat	Avancement	HCl	+	H <sub>2</sub> O	→	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	+	Cl <sup>-</sup>
Initial	$x = 0$	0,01		excès		0		0
Intermédiaire	$x(t)$	$0,01 - x$		excès		$x$		$x$
final si total	$x \text{ max} = 0,01 \text{ mol}$	$0,01 - x \text{ max} = 0$		excès		$X \text{ max} = 0,01$		$X \text{ max} = 0,01$

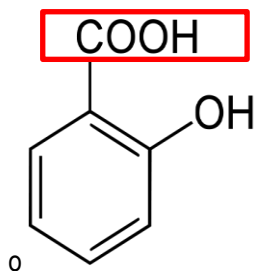
Le résultat donné par la mesure du pH et celle donnée par le calcul de la concentration en  $\text{H}_3\text{O}^+$  est le même ( $0,01 \text{ mol/L}$ )

Dans ce cas l'acide sera considéré comme fort

## Dissolution de l'acide salicylique

### à propos du soluté acide salicylique :

- Ecrire la formule semi-développée de l'acide salicylique et encadrer la fonction acide carboxylique :



On le notera AH

- Quel est l'état physique de l'acide salicylique à température habituelle :  
**Il est solide**
- Quel masse faut-il peser pour disposer d'une quantité  $n(\text{soluté}) = 0,010 \text{ mol}$  ?  
**Sa masse molaire est de 138 g, on en dissout 1,38 g**  
On dissout cette quantité dans l'eau pour fabriquer une solution aqueuse d'acide salicylique de volume 1L  
Donner 2 raisons justifiant l'emploi d'une aussi petite quantité pour fabriquer 1 litre de solution d'acide salicylique :  
**Parce qu'il est très peu soluble**  
Car pour les mesures de pH les solutions doivent être inférieures ou égales à 0,01 mol/L  
Quelle est la concentration en soluté de cette solution ?  
**0,01 mol/L**  
Quel est le récipient à choisir pour faire cette dissolution ?  
**Une fiole jaugée**

### Si la réaction était totale.

Compléter le tableau d'avancement ci-dessous pour un litre de solution, et déduire l'avancement maximal de cette dissolution.

Etat	Avancement	AH + H <sub>2</sub> O	→	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> + A-
Initial	x = 0	0,01	excès	0
Intermédiaire	x(t)	0,01 - x	excès	x
final si total	x max =0,01mol	0,01 - x max =0	excès	X max =0,01

### la mesure du pH de cette solution

- Quelle est la valeur du pH mesuré ? 2,53
- En déduire la concentration en ion oxonium :  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2,53} = 0,3 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ .....  
**Si la réaction était totale entre l'acide et l'eau la concentration en [H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>] aurait dû être de 1.10<sup>-2</sup> mol/L, la réaction ne s'est faite qu'à 30 % (x final/x max = 0,3)**  
La dissolution de l'acide salicylique est-elle une réaction totale ?  
**Non elle n'est pas totale (τ = 30 %)**
- Pourquoi dit-on alors que l'acide salicylique est un acide faible ?  
**Car il ne se réagit pas totalement avec l'eau**