



# Série d'exercices N°5

## — Réactions Acido-basiques —

### Exercice 1 :

On considère les couples acide/base suivants:

$\text{CH}_3\text{—COOH}_{(\text{aq})}$ / $\text{CH}_3\text{—COO}^{-}_{(\text{aq})}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{—COOH}_{(\text{aq})}$ / $\text{C}_6\text{H}_5\text{—COO}^{-}_{(\text{aq})}$
$\text{C}_2\text{H}_5\text{—NH}_3^{+}_{(\text{aq})}$ / $\text{C}_2\text{H}_5\text{—NH}_2_{(\text{aq})}$	$\text{H}_2\text{S}_{(\text{aq})}$ / $\text{HS}^{-}_{(\text{aq})}$
$\text{HCl}_{(\text{aq})}$ / $\text{Cl}^{-}_{(\text{aq})}$	$\text{H}_3\text{O}^{+}_{(\text{aq})}$ / $\text{H}_2\text{O}$
$\text{HNO}_3_{(\text{aq})}$ / $\text{NO}_3^{-}_{(\text{aq})}$	$\text{H}_2\text{O}$ / $\text{HO}^{-}_{(\text{aq})}$

1- Indiquer, en justifiant votre choix, quels sont les acides parmi les espèces figurant dans le tableau précédent.

2- Ecrire pour chaque couple la demi-équation acido-basique.

### Exercice 2 :

Soit les demi-équations acido-basiques d'écriture formelle:

$\text{HO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}^{+} \leftrightarrow \text{H}_2\text{O}$	$\text{HCN}_{(\text{aq})} \leftrightarrow \text{CN}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}^{+}$
$\text{HCO}_3^{-}_{(\text{aq})} \leftrightarrow \text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})} + \text{H}^{+}$	$\text{CH}_3\text{—NH}_2_{(\text{aq})} + \text{H}^{+} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{—NH}_3^{+}_{(\text{aq})}$
$\text{NH}_3_{(\text{aq})} + \text{H}^{+} \leftrightarrow \text{NH}_4^{+}_{(\text{aq})}$	$\text{HCOOH}_{(\text{aq})} \leftrightarrow \text{HCOO}^{-}_{(\text{aq})} + \text{H}^{+}$

1- Indiquer, en justifiant votre choix, quelles sont les bases parmi les espèces du tableau précédent.

2- Ecrire le couple acido-basique correspondant à chaque demi-équation.

### Exercice 3 :

Les réactions suivantes sont toutes des réactions acido-basiques. Reconnaître les deux couples acide/base correspondant.

- a)  $\text{FeCl}_2_{(\text{aq})} + \text{NaOH}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Fe(OH)}_{2(\text{s})} + \text{NaCl}_{(\text{aq})}$
- b)  $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})} + (\text{NaOH})_{(\text{aq})} \rightarrow \text{NH}_3_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{NaCl}_{(\text{aq})}$
- c)  $\text{CaO}_{(\text{s})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{Ca(OH)}_{2(\text{s})}$
- d)  $\text{NaOCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{HClO}_{(\text{aq})} + (\text{NaOH})_{(\text{aq})}$
- e)  $\text{AgNO}_3_{(\text{aq})} + \text{HCl}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{AgCl}_{(\text{s})} + \text{HNO}_3_{(\text{aq})}$

### Exercice 4 :

Ecrire les demi-équations acido-basiques relatives à :

- 1- L'acide nitreux  $\text{HNO}_2_{(\text{aq})}$ ,
- 2- L'ammoniac  $\text{NH}_3_{(\text{aq})}$
- 3- En déduire l'équation de la réaction entre l'acide nitreux et l'ammoniac.



# Série d'exercices N°5

## — Réactions Acido-basiques —

### Exercice 5 :

De très nombreux poissons contiennent une espèce volatile d'odeur désagréable : la triméthylamine  $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ , peu soluble dans l'eau. En revanche, l'acétate de triméthylammonium ou le citrate de triméthylammonium sont solubles dans l'eau.

Écrire les équations des réactions de la triméthylamine avec :

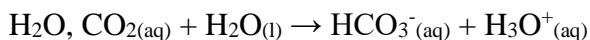
1- L'acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$  ;

2- L'acide citrique, noté  $\text{HCit}$  pour simplifier.

Justifier alors l'ajout de vinaigre ou de jus de citron à l'eau utilisée pour faire cuire un poisson au court-bouillon.

### Exercice 6 :

L'eau de pluie est, comme l'eau distillée, légèrement acide. En effet, au contact de l'air, du dioxyde de carbone  $\text{CO}_{2(g)}$  s'y dissout, et il se forme de l'acide carbonique de formule  $\text{CO}_2$  ;  $\text{H}_2\text{O}$ . Cet acide réagit avec l'eau selon la réaction d'équation :



1- Montrer qu'il s'agit d'une réaction acido-basique

2- Identifier les couples acide/base impliqués dans cette réaction.

3- Ecrire les demi-équations correspondantes.

### Exercice 7 :

Le phosphate d'ammonium est un engrais d'utilisation courante.

1- Quelle est sa formule ?

2- Ecrire l'équation de sa réaction de dissolution dans l'eau.

3- Montrer qu'une réaction acido-basique peut se produire entre les ions constituant cet engrais.

4- Ecrire l'équation acido-basique associée à cette réaction.

Donnée : couple hydrogénophosphate  $\text{HPO}_4^{2-}{}_{(\text{aq})}$  / ion phosphate  $\text{PO}_4^{3-}{}_{(\text{aq})}$ .

### Exercice 8 :

Le benzoate de sodium est utilisé comme conservateur alimentaire, notamment dans des boissons, sous le code E211. Sa formule s'écrit  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{Na}$ . En solution aqueuse, il se dissocie en ions sodium et en ions benzoate  $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2^{-}$ .

1- Quel est l'acide conjugué du benzoate de sodium ?

A une solution de benzoate de sodium, on ajoute une solution d'acide chlorhydrique.

2- Ecrire l'équation acido-basique se produisant lors de cet ajout.



# Série d'exercices N°5

## — Réactions Acido-basiques —

### Exercice 9 :

On considère l'acide éthanoïque (ou acide acétique) et l'ammoniac.

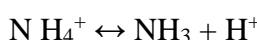
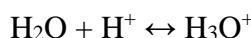
- 1- Quelles sont les espèces conjuguées de l'acide éthanoïque d'une part et de l'ammoniac d'autre part ?  
Ecrire les couples acido-basiques correspondants.
- 2- Ecrire l'équation de la réaction de l'acide éthanoïque avec l'eau.
- 3- A l'aide des demi-équations acido-basiques des couples mis en jeu, écrire l'équation de la réaction de l'ammoniac avec l'eau.
- 4- On dispose de solutions aqueuses d'acide éthanoïque, d'ammoniac, d'éthanoate de sodium et de chlorure d'ammonium. Donner la formule de chacune de ces solutions.
- 5- Laquelle de ces solutions pourrait réagir avec la solution d'ammoniac ? Pourquoi ? Ecrire l'équation de la réaction.
- 6- Laquelle de ces solutions pourrait réagir avec la solution d'éthanoate de sodium ? Pourquoi ? Ecrire l'équation de la réaction.

### Exercice 10 :

On considère les couples acide/base suivants :  $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$  ;  $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$ .

- 1- Indique, en justifiant ton choix, quels sont les acides parmi les couples ci-dessus.
- 2- Ecrire pour chaque couple la demi-équation acido-basique.

Soit les demi-équations acido-basiques :



- 3- Indique, en justifiant ton choix, quels sont les bases parmi les espèces chimiques ci-dessus.
- 4- Ecris le couple acido-basique pour chaque demi-équation acido-basique.
- 5- Quelle propriété acido-basique possède l'eau. Justifie ta réponse.

### Exercice 11 :

Une odeur nauséabonde se dégage lorsque des poissons sont cuits au court bouillon. Cette odeur provient de la présence en solution de composés de la famille des amines tel que l'éthylamine ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{-NH}_2$ ). Comme l'ammoniac, l'éthylamine est une base.

- 1- Ecrire la formule développée puis le schéma de Lewis de l'éthylamine. A votre avis, où un proton peut-il se fixer sur cette molécule ?
- 2- Quel est la formule de l'ion éthylammonium, acide conjugué de l'éthylamine.
- 3- Pour éviter les odeurs nauséabondes, il est conseillé d'ajouter au court-bouillon du vinaigre. Expliquer ce procédé en faisant appel à une réaction acido-basique dont on écrira l'équation.

Le vinaigre est une solution diluée d'acide éthanoïque  $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$ .



# Série d'exercices N°5

## — Réactions Acido-basiques —

### Exercice 12 :

L'acide phosphorique a pour formule  $H_3PO_4$ . C'est un antioxydant de code E338. Il est présent dans le coca-cola.

- 1- Par perte d'un premier proton  $H^+$ , l'acide phosphorique se transforme en ion dihydrogénophosphate.
  - a) Quelle est la formule de cet ion ?
  - b) Ecrire la demi-équation acido-basique associée à ce couple.
- 2- A son tour, l'ion dihydrogénophosphate peut perdre un proton et se transformer en ion hydrogénophosphate.
  - a) Quelle est la formule de cet ion ?
  - b) Ecrire la demi-équation acido-basique associée à ce couple.
- 3- Enfin, l'ion hydrogénophosphate peut perdre un proton et se transformer en ion phosphate.
  - a) Quelle est la formule de cet ion ?
  - b) Ecrire la demi-équation acido-basique associée à ce couple.
- 4- Justifier le mot « triacide » dans le titre de l'exercice.
- 5- Parmi toutes les espèces obtenues successivement dans les questions précédentes, y a-t-il des espèces ampholytes ? Justifier.

### Exercice 13 :

On mélange un volume  $V_1 = 12,0$  mL d'une solution d'acide lactique  $CH_3CH(OH)CO_2H_{(aq)}$ , noté AH, de concentration  $C_1 = 0,16$  mol/L avec un volume  $V_2 = 23,0$  mL d'une solution basique de méthylamine  $CH_3NH_2_{(aq)}$  de concentration  $C_2 = 5,0 \times 10^{-3}$  mol/L.

- 1- Avec quelle verrerie a-t-on pu mesurer les volumes indiqués ?
- 2- Écrire l'équation de la réaction qui peut se produire.
- 3- Établir la composition finale du système en quantité de matière, puis en concentrations.

### Exercice 14 :

Pour abaisser le pH des eaux d'une piscine, on peut utiliser une poudre appelée pH moins qui contient (en masse) 17,8 % de bisulfate de sodium, ou hydrogénosulfate de sodium  $NaHSO_4_{(s)}$ . On considère que les propriétés acido-basiques de cette poudre sont dues uniquement à la présence d'ions hydrogénosulfate  $HSO_4^-$ .

- 1- Écrire la demi-équation acido-basique relative au couple acide/base :  $HSO_4^-_{(aq)} / SO_4^{2-}_{(aq)}$ .
- 2- Écrire l'équation des réactions qui se produisent lorsqu'on introduit cette poudre dans l'eau.

On ajoute 500 g de cette poudre dans l'eau d'une piscine de volume 50 m<sup>3</sup>.

- 3- Quelles sont les concentrations finales des ions obtenus, si seules les réactions envisagées en 2. se produisent ?



# Série d'exercices N°5

## — Réactions Acido-basiques —

### Exercice 15 :

On introduit une masse  $m=0,50\text{g}$  d'hydrogénocarbonate de sodium, de formule  $\text{NaHCO}_3$ , dans un erlenmeyer et on ajoute progressivement de l'acide chlorhydrique (solution aqueuse de chlorure d'hydrogène).

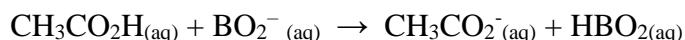
- 1- Quels sont les couples acide/base mis en jeu ?
- 2- Donner la demi-équation acido-basique relative à chaque couple.
- 3- Ecrire l'équation de la réaction qui se produit dans l'rlenmeyer. Donner le nom du gaz qui se dégage au cours de la transformation.
- 4- Quel volume  $V$  d'acide chlorhydrique de concentration  $c=0,10\text{mol.L}^{-1}$  faut-il verser pour que le dégagement de gaz cesse ?
- 5- Quel est alors le volume de gaz dégagé si le volume molaire dans les conditions de l'expérience est  $V_m=24,0\text{ L.mol}^{-1}$  ?

### Exercice 16 :

On mélange un volume  $V_1=25,0\text{mL}$  d'une solution d'acide acétique  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}$  à  $C_1=2,50 \cdot 10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$  et un volume  $V_2=75,0\text{mL}$  d'une solution de borate de sodium  $(\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{BO}_2^-_{(\text{aq})})$  à  $C_2 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .

- 1- L'ion borate est une base. Ecrire la demi-équation acido-basique correspondante.
- 2- Calculer les quantités initiales d'acide éthanoïque et d'ions borate présents dans le mélange.

La réaction qui se produit lors du mélange a pour équation :



A l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer la composition finale en quantités, puis en concentration du mélange.

### Exercice 17 :

Réactions acido-basiques mettant en jeu l'ammoniac »

- 1- Donner le couple acide / base, et la demi-équation acido-basique, mettant en jeu l'acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$  et la base ammoniac
- 2- En déduire l'équation de la réaction qui se produit entre ces deux espèces.
- 3- Quelle est la composition, en concentrations, de la solution obtenue lorsqu'on introduit des quantités  $n_1=12,0\text{mmol}$  d'acide acétique et  $n_2=14,5\text{mmol}$  d'ammoniac dans de l'eau distillée de manière à obtenir un volume  $V=250,0\text{mL}$  de solution.



# Série d'exercices N°5

## — Réactions Acido-basiques —

### Exercice 18 :

L'acide benzoïque  $C_6H_5COOH$  et le benzoate de sodium  $NaC_6H_5COO$  sont utilisés comme conservateurs, notamment dans les boissons dites « light ». Ils portent les codes respectifs E210 et E211.

- 1- Ecrire l'équation de dissolution du benzoate de sodium dans l'eau.
- 2- Identifier le couple acide / base mettant en jeu l'acide benzoïque et écrire la demi-équation acido-basique correspondante.
- 3- On fait réagir une masse  $m = 3,00$  g d'acide benzoïque avec 150 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration  $c=2,50 \cdot 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup>.
  - a) Identifier les couples acide / base mis en jeu, puis écrire l'équation de la réaction envisagée.
  - b) Etablir un tableau d'avancement et déterminer l'avancement maximal de la réaction. Quel est le réactif limitant ?





# Série d'exercices N°5

## — Réactions Acido-basiques —

### Quelques couples acido-basiques

Nom de l'acide	Formule de l'acide	Formule de la base conjuguée
<b>Acide Perchlorique</b>	$\text{HClO}_4 \text{ (aq)}$	Ion chlorate $\text{ClO}_4^- \text{ (aq)}$
<b>Acide iodhydrique</b>	$\text{HI} \text{ (aq)}$	Ion iodure $\text{I}^- \text{ (aq)}$
<b>Acide bromhydrique</b>	$\text{HBr} \text{ (aq)}$	Ion bromure $\text{Br}^- \text{ (aq)}$
<b>Acide chlorhydrique</b>	$\text{HCl} \text{ (aq)}$	Ion chlorure $\text{Cl}^- \text{ (aq)}$
<b>Acide Sulfurique</b>	$\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (aq)}$	Ion hydrogénosulfate $\text{HSO}_4^- \text{ (aq)}$
<b>Acide nitrique</b>	$\text{HNO}_3 \text{ (aq)}$	Ion nitrate $\text{NO}_3^- \text{ (aq)}$
<b>Ion Hydronium ou Ion Oxonium</b>	$\text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)}$	$\text{H}_2\text{O} \text{ (l)}$
<b>Acide Oxalique</b>	$\text{HOOCOOH} \text{ (aq)}$	Ion hydrogénooxalate $\text{HOOCOO}^- \text{ (aq)}$
<b>Acide sulfureux</b>	$(\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O})$	Ion hydrogénosulfite $\text{HSO}_3^- \text{ (aq)}$
<b>Ion hydrogénosulfate</b>	$\text{HSO}_4^- \text{ (aq)}$	Ion sulfate $\text{SO}_4^{2-} \text{ (aq)}$
<b>Acide phosphorique</b>	$\text{H}_3\text{PO}_4 \text{ (aq)}$	Ion dihydrogénophosphate $\text{H}_2\text{PO}_4^- \text{ (aq)}$
<b>Acide nitreux</b>	$\text{HNO}_2 \text{ (aq)}$	Ion nitrite $\text{NO}_2^- \text{ (aq)}$
<b>Acide citrique</b>	$\text{H}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \text{ (aq)}$	Ion dihydrogénocitrate $\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^- \text{ (aq)}$
<b>Acide fluorhydrique</b>	$\text{HF} \text{ (aq)}$	Ion fluorure $\text{F}^- \text{ (aq)}$
<b>Acide méthanoïque</b>	$\text{HCOOH} \text{ (aq)}$	Ion méthanoate $\text{HCOO}^- \text{ (aq)}$
<b>Ion hydrogénooxalate</b>	$\text{HOOCOO}^- \text{ (aq)}$	Ion oxalate $\text{OOCOO}^{2-} \text{ (aq)}$
<b>Acide ascorbique</b>	$\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 \text{ (aq)}$	Ion hydrogénoascorbate $\text{HC}_6\text{H}_6\text{O}_6^- \text{ (aq)}$
<b>Acide benzoïque</b>	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH} \text{ (aq)}$	Ion benzoate $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^- \text{ (aq)}$
<b>Acide éthanoïque</b>	$\text{CH}_3\text{COOH} \text{ (aq)}$	Ion éthanoate $\text{CH}_3\text{COO}^- \text{ (aq)}$



# Série d'exercices N°5

## — Réactions Acido-basiques —

<b>Ion dihydrogénocitrate</b>	$\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^- \text{ (aq)}$	<b>Ion hydrogénocitrate</b> $\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7^{2-} \text{ (aq)}$
<b>Acide carbonique</b>	$(\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O})$	<b>Ion hydrogénocarbonate</b> $\text{HCO}_3^- \text{ (aq)}$
<b>Ion hydrogénocitrate</b>	$\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7^{2-} \text{ (aq)}$	<b>Ion citrate</b> $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-} \text{ (aq)}$
<b>Acide sulhydrique</b>	$\text{H}_2\text{S} \text{ (aq)}$	<b>Ion hydrogénosulfure</b> $\text{HS}^- \text{ (aq)}$
<b>Ion hydrogénosulfite</b>	$\text{HSO}_3^- \text{ (aq)}$	<b>Ion sulfite</b> $\text{SO}_3^{2-} \text{ (aq)}$
<b>Ion dihydrogénophosphate</b>	$\text{H}_2\text{PO}_4^- \text{ (aq)}$	<b>Ion hydrogénophosphate</b> $\text{HPO}_4^{2-} \text{ (aq)}$
<b>Acide hypochloreux</b>	$\text{HClO} \text{ (aq)}$	<b>Ion hypochlorite</b> $\text{ClO}^- \text{ (aq)}$
<b>Acide cyanhydrique</b>	$\text{HCN} \text{ (aq)}$	<b>Ion cyanure</b> $\text{CN}^- \text{ (aq)}$
<b>Ion ammonium</b>	$\text{NH}_4^+ \text{ (aq)}$	molécule d'ammoniac $\text{NH}_3 \text{ (aq)}$
<b>Ion hydrogénocarbonate</b>	$\text{HCO}_3^- \text{ (aq)}$	<b>Ion carbonate</b> $\text{CO}_3^{2-} \text{ (aq)}$
<b>Ion hydrogénoascorbate</b>	$\text{HC}_6\text{H}_6\text{O}_6^- \text{ (aq)}$	<b>Ion ascorbate</b> $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6^{2-} \text{ (aq)}$
<b>Ion hydrogénophosphate</b>	$\text{HPO}_4^{2-} \text{ (aq)}$	<b>Ion Phosphate</b> $\text{PO}_4^{3-} \text{ (aq)}$
<b>Eau (55,5 mol / L)</b>	$\text{H}_2\text{O} \text{ (l)}$	<b>Ion hydroxyde</b> $\text{HO}^- \text{ (aq)}$
<b>Ion hydrogénosulfure</b>	$\text{HS}^- \text{ (aq)}$	<b>Ion sulfure</b> $\text{S}^{2-} \text{ (aq)}$
<b>Ammoniac</b>	$\text{NH}_3 \text{ (aq)}$	<b>Ion amidure</b> $\text{NH}_2^- \text{ (aq)}$
<b>Ion hydroxyde</b>	$\text{HO}^- \text{ (aq)}$	<b>Ion oxyde</b> $\text{O}^{2-} \text{ (aq)}$
<b>Acide picrique</b>	$\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OH}$	<b>Ion picrate</b> $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{O}^-$