

# Acides et bases

En classe de première (enseignement de spécialité), une famille de réactions chimiques avait été particulièrement étudiée : les réactions d'oxydo-réduction.

Une nouvelle famille va être introduite en spécialité de Terminale, les réactions acide-base, particulièrement présentes en solution aqueuse.

Quelles sont ces espèces qu'on appelle acides ou bases ? D'où viennent leurs propriétés ? Comment réagissent-elles entre elles ?

## Synthèse de cours

### 1. Couple acide/base

#### 1.1 Acide

Un **acide** (au sens de Brønsted) est une espèce chimique capable de **fournir** un proton  $H^+$ .

*Exemples* : L'acide éthanoïque  $CH_3COOH$ , le chlorure d'hydrogène  $HCl$ .

#### 1.2 Base

Une **base** (au sens de Brønsted) est une espèce chimique capable de **capter** un proton  $H^+$ .

*Exemples* : L'ion éthanoate  $CH_3COO^-$ , l'ion chlorure  $Cl^-$ .



### 1.3 Couple acide/base

Lorsqu'un acide libère un proton, l'espèce engendrée lors de l'opération est une base et on écrit :  $\text{acide} = \text{base} + \text{H}^+$ .

De même, lorsqu'une base capte un proton, l'espèce engendrée est un acide et on peut écrire :  $\text{base} + \text{H}^+ = \text{acide}$ .

Les espèces **conjuguées** acide et base forme un couple qu'on note **acide/base**.

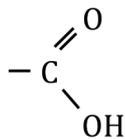
**Exemple** : L'acide éthanoïque et l'ion éthanoate forment un couple noté  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$  auquel on associe la **demi-équation protonique** :  

$$\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$$

## 2. Exemples

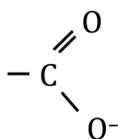
### 2.1 Acide carboxylique/ion carboxylate

- Un acide carboxylique est une espèce organique comportant le groupe caractéristique carboxyle :



Ce groupe caractéristique peut libérer un proton et confère donc un caractère acide à toute molécule d'acide carboxylique.

- La base conjuguée d'un acide carboxylique est un ion carboxylate :



## 2.2 Ammoniac/ion ammonium

- La molécule d'ammoniac est une base au sens de Brönsted.

Nom	Formule brute	Représentation de Lewis	Géométrie
Ammoniac	$\text{NH}_3$	$\begin{array}{c} \text{H}-\bar{\text{N}}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	

- L'acide conjugué de l'ammoniac est l'ion ammonium.

Nom	Formule brute	Représentation de Lewis	Géométrie
Ion ammonium	$\text{NH}_4^+$	$\left[ \begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{N}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array} \right]^+$	

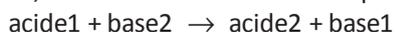
- Ils constituent le couple  $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ .

## 3. Réaction entre un acide et une base

### 3.1 Définition

Une **réaction acido-basique** est une réaction chimique dans laquelle l'acide d'un couple réagit avec la base d'un autre couple.

**Exemple :** Si l'acide du couple acide1/base1 réagit avec la base du couple acide2/base 2, alors la réaction acido-basique s'écrit :



### 3.2 Espèce amphotère

Une espèce est dite **amphotère** si elle correspond à l'acide d'un couple et à la base d'un autre couple.

**Exemple :** L'ion hydrogénocarbonate  $\text{HCO}_3^-$  appartient aux couples  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$  et  $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ .

### 3.3 Une espèce particulière: l'eau

La molécule d'eau est amphotère :

- Elle est l'acide du couple  $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$ .
- Elle est la base du couple  $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$ .

#### Compétences à acquérir



- ④ Savoir définir un acide et une base au sens de Brønsted.
- ④ Savoir définir et identifier un couple acide/base.
- ④ Savoir écrire une réaction acido-basique à partir des couples acide/base mis en jeu.
- ④ Reconnaître les couples acide/base mis en jeu en observant une réaction acido-basique.
- ④ Représenter le schéma de Lewis et la formule semi-développée d'un ion carboxylate, d'un acide carboxylique, d'une amine et d'un ion ammonium.

## Fiche méthodes

### Méthode 1.1

#### Comment déterminer l'espèce conjuguée dans un couple acide/base ?

- Si on connaît la forme acide du couple, on obtient sa base conjuguée par la demi-équation acide = base + H<sup>+</sup>.
- Si on connaît la base du couple, on obtient son acide conjugué par la demi-équation base + H<sup>+</sup> = acide.

**Exemple :** Quelle est la base conjuguée du fluorure d'hydrogène HF ?

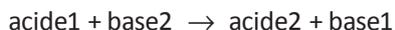
**Réponse :** HF = F<sup>-</sup> + H<sup>+</sup>, donc la base conjuguée de HF est F<sup>-</sup> (ion fluorure).

### Méthode 1.2

#### Comment écrire l'équation d'une réaction acido-basique connaissant les deux couples ?

On respecte les étapes suivantes :

1. On identifie les deux couples acide1/base1 et acide2/base2 qui interviennent ainsi que les réactifs (exemple : acide1 et base2).
2. On écrit les 2 demi-équations protoniques dans le sens réel où elles se déroulent :
  - ⊙ acide1 = base1 + H<sup>+</sup>
  - ⊙ base2 + H<sup>+</sup> = acide2
3. On additionne membre à membre et on obtient l'équation :



**Exemple :** Écrire la réaction entre le fluorure d'hydrogène et l'eau, sachant que les couples concernés sont HF/F<sup>-</sup> et H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>/H<sub>2</sub>O.

**Réponse :**

1. La première étape est déjà réalisée dans l'énoncé.
2. On écrit les 2 demi-équations protoniques :
  - $\text{HF} = \text{F}^- + \text{H}^+$
  - $\text{H}_2\text{O} + \text{H}^+ = \text{H}_3\text{O}^+$
3. On obtient l'équation de la réaction en les additionnant :
 
$$\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{F}^- + \text{H}_3\text{O}^+$$

### Méthode 1.3

## Comment identifier une réaction acido-basique ?

Une réaction acido-basique s'écrit toujours de la forme :  
 $\text{acide1} + \text{base2} \rightarrow \text{acide2} + \text{base1}$ .

On peut donc identifier les couples qui participent à cette réaction si on se souvient que :

$$\text{acide1} = \text{base1} + \text{H}^+ \text{ et } \text{base2} + \text{H}^+ = \text{acide2}.$$

**Exemple :** Laquelle de ces équations traduit une réaction acido-basique ?

1.  $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$

**Réponse :** La première est une réaction acido-basique car on peut montrer qu'il y a bien échange de proton en écrivant les deux demi-équations protoniques :

- $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+ = \text{CH}_3\text{COOH}$
- $\text{H}_3\text{O}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{H}^+$

La deuxième n'est pas une réaction acido-basique. Elle correspond à un échange d'électrons et c'est une réaction d'oxydo-réduction (vue en première).

## Énoncés

### Exercice 1.1

3 min

Identifier les bases conjuguées des acides suivants et écrire la demi-équation protonique du couple.

1.  $\text{H}_3\text{O}^+$
2.  $\text{NH}_4^+$
3.  $\text{HCl}$
4.  $\text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

### Exercice 1.2

3 min

Identifier les acides conjugués des bases suivantes et écrire la demi-équation protonique du couple.

1.  $\text{HO}^-$
2.  $\text{F}^-$
3.  $\text{ClO}^-$
4.  $\text{H}_2\text{O}$
5.  $\text{NH}_3$

### Exercice 1.3

5 min

Donner la formule semi-développée et le schéma de Lewis des espèces suivantes.

1.  $\text{CH}_3\text{NH}_2$  (méthylamine).
2.  $\text{HCO}_2^-$  (ion méthanoate).
3.  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$  (acide éthanoïque).
4. ion ammonium

## Exercice 1.4 ★

6 min

Écrire les réactions acido-basique entre les espèces suivantes (les couples auxquels elles appartiennent sont donnés en fin de manuel).

1. L'acide hypochloreux (HClO) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub>).
2. L'acide éthanoïque (CH<sub>3</sub>COOH) et l'ion hydroxyde (HO<sup>-</sup>).
3. L'ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) et l'eau (H<sub>2</sub>O).

## Exercice 1.5 ★

5 min

Indiquer les réactions acido-basiques parmi les réactions suivantes.

1.  $\text{Cu}^{2+} + \text{Fe} \rightarrow \text{Cu} + \text{Fe}^{2+}$
2.  $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO}_3^- + \text{H}_3\text{O}^+$
3.  $\text{HCO}_2\text{H} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \rightarrow \text{HCO}_2^- + \text{C}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$
4.  $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$
5.  $\text{HCO}_3^- + \text{HO}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

## Corrigés

## Exercice 1.1

acide	base conjuguée	demi-équation protonique
H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup> = H <sub>2</sub> O + H <sup>+</sup>
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> = NH <sub>3</sub> + H <sup>+</sup>
HCl	Cl <sup>-</sup>	HCl = Cl <sup>-</sup> + H <sup>+</sup>
H <sub>2</sub> O	HO <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> O = HO <sup>-</sup> + H <sup>+</sup>
CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH = CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> O <sup>-</sup> + H <sup>+</sup>