

Acides et bases selon Brönsted

Introduction :

Dès le XIX^e siècle, des chimistes comme Arrhenius se sont intéressés à ces espèces chimiques au comportement spécifique que sont les acides et les bases. Comme pour toute théorie scientifique, les études se sont succédé pour cerner au plus vrai le comportement de ces entités. La théorie sur laquelle se base ce cours est celle de Brönsted-Lowry qui décrit le phénomène physico-chimique qui se produit dans toute réaction acido-basique.

Dans une première partie, ce cours introduira la théorie de Brönsted-Lowry puis définira la notion d'acide, de base et de couples acide/base, selon cette théorie. Une seconde partie sera consacrée aux réactions acido-basiques qui ont lieu lorsqu'un acide est mis en solution avec une base. Et finalement, une troisième partie traitera certains exemples concrets de couples acide/base et de réactions acidobasiques.

1 | Un acide et une base

Suite à leurs travaux de recherches, deux chimistes, Thomas Lowry et Joannes Brönsted, ont énoncé une théorie sur les **interactions acido-basiques dans un milieu réactionnel**.

La théorie de Brönsted-Lowry, plus communément appelé théorie de Brönsted, décrit les réactions acido-basiques comme un **échange de protons H^+** entre deux espèces : un **acide** et une **base**.



Définition

Acide :

Un acide est une espèce capable de céder un ou plusieurs proton(s) (H^+)

.



Définition

Base :

Une base est une espèce chimique capable de capter un ou plusieurs proton(s) (H^+).



Définition

Réaction acido-basique :

Une réaction acido-basique est donc décrite par Brønsted par l'équilibre suivant :



De plus, à chaque fois qu'un acide AH cède un proton, on obtient sa base conjuguée A^- .

→ AH et A^- forment un **couple acide/base** :



→ Cette flèche « \rightleftharpoons » est une **double flèche d'équilibre**.

Elle indique que la réaction chimique se fait de façon concomitante, dans les deux sens : c'est un équilibre chimique.



À retenir

- Pour représenter un couple acide/base, l'acide est toujours mis en premier suivi de sa base conjuguée et les deux espèces sont espacées par un slash : **le couple acide/base AH/A^-** .
- La réaction de transformation de l'acide AH en sa base conjuguée A^- avec un seul proton H^+ , pour cette réaction, est **la réaction de demi-équation**

du couple AH/A^- .



Rappel

La demi-équation du couple acide/base doit être équilibrée par les **lois de conservation** vues en classe de seconde.



Exemple

1

Prenons l'acide acétique : CH_3COOH et l'ion acétate : CH_3COO^- .
Les deux espèces chimiques forment le couple acide/base suivant : CH_3COOH/CH_3COO^- .

Le passage de l'espèce acide à l'espèce basique est modélisé par la demi-équation suivante :



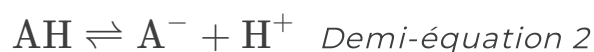
2

Prenons l'acide chlorhydrique : HCl et l'ion chlorure : Cl^- .
Les deux espèces forment le couple acide/base suivant : HCl/Cl^- .

Le passage de l'espèce acide à l'espèce basique est modélisé par la demi-équation suivante :



Quand un acide est capable de céder au moins deux protons (AH_2), une troisième espèce rentre en jeu et il nous faut écrire au moins **deux demi-équations acido-basiques** :



- Dans la réaction 1, AH_2^+ est l'acide et AH est la base.
Alors que dans la réaction 2, AH devient l'acide et A^- est la base.



Définition

Ampholyte :

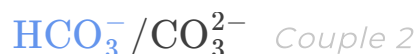
Une espèce chimique pouvant se comporter à la fois comme un acide ou comme une base selon la situation est dite : ampholyte.

- La solution correspondante est appelée amphotère.



Exemple

L'acide carbonique H_2CO_3 est un acide capable de céder 2 protons. Par conséquent, deux **couples** acide/base et deux **demi-équations** sont en jeu :



L'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- est une espèce ampholyte, parce qu'elle se comporte comme une base dans la réaction 1 et comme un acide dans la réaction 2.



À retenir

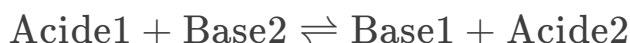
Un ampholyte est capable à la fois de capter ou de céder un proton selon le milieu réactionnel.

2 | Une réaction acido-basique

→ Par définition, un **acide** est capable de **céder** un ou plusieurs proton(s), tandis qu'une **base** est capable de **capter** un ou plusieurs proton(s).

Ainsi, l'acide 1 d'un couple **Acide1/Base1** peut échanger un ou plusieurs proton(s) avec la base 2 d'un couple **Acide2/Base2**.

La réaction de ces deux espèces permettra de former la base 1 (base conjuguée de l'acide 1) et l'acide 2 (acide conjugué de la base 2) :



→ L'équation de la réaction doit respecter les **lois de conservations** vues en seconde, de sorte qu'il n'y ait alors **plus de protons libres dans la réaction acido-basique**.



Exemple

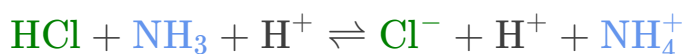
Quand l'acide chlorhydrique **HCl** est mis en présence d'ammoniac **NH₃** une réaction acido-basique se produit.



Pour déterminer la réaction acido-basique, commençons par écrire les deux demi-équations acido-basiques des deux couples séparément :

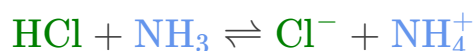


La **somme** des deux demi-équations (1) et (2) :



Les protons s'équilibrent de façon à avoir le même nombre de protons cédés par **HCl** que de protons captés par **NH₃**.

Ainsi, la réaction acido-basique équilibrée de l'acide chlorhydrique avec l'ammoniac sera :



Les trois étapes à suivre pour **écrire une réaction acido-basique** sont :

- 1 **Identification** des deux couples acide/base en jeu et des espèces (un acide et une base) qui réagissent.
- 2 **Écriture des deux demi-équations.**
- 3 **L'équation bilan** de la réaction acido-basique est déduite par **somme** des deux demi-équations et après équilibre, de façon à ne plus avoir d'ion hydronium H^+ libres.

3 | Exemple de réactions acido-basiques

a. Le cas de l'eau

L'eau, H_2O , est un **ampholyte**. En effet, elle participe à deux couples acide/base.

1 Identification des deux couples acide/base



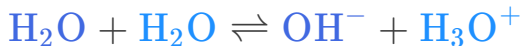
Dans le couple 1, l'eau est un acide, tandis que dans le couple 2, l'eau est une base.

2 Écriture des deux demi-équations



- Les formes acide et basique de l'eau réagissent entre elles.

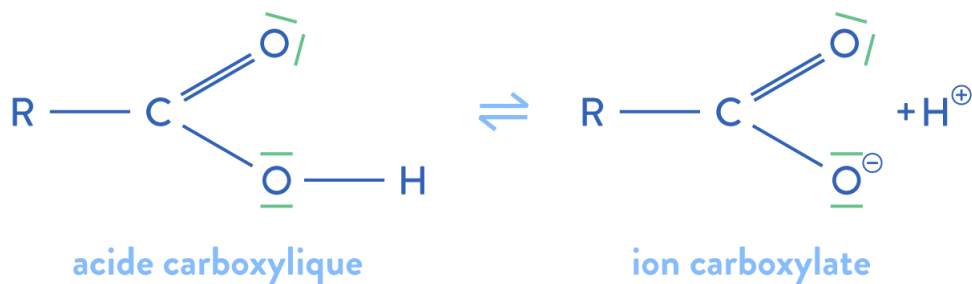
3 L'équation bilan



→ C'est la réaction **d'autoprotolyse** de l'eau.

b. Le cas des acides carboxyliques

Tout **acide carboxylique** de formule semi-développée R-COOH est un **acide de Brönsted** et peut donc céder un proton pour donner sa base conjuguée : l'ion carboxylate de formule semi-développée R-COO^- .



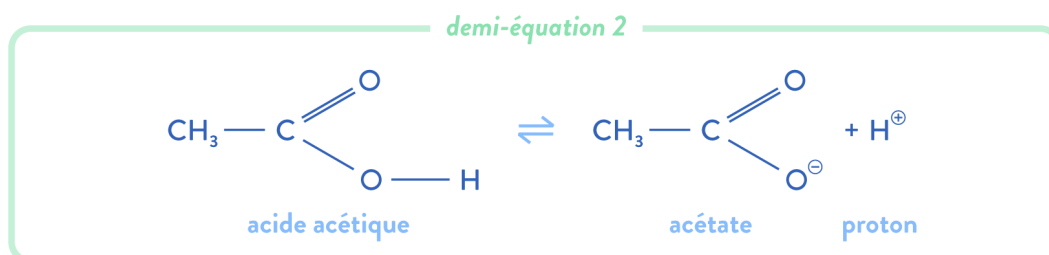
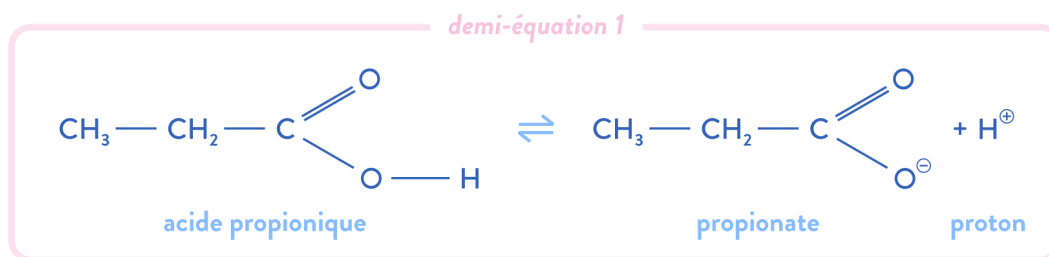
© SCHOOLMOUV



Exemple

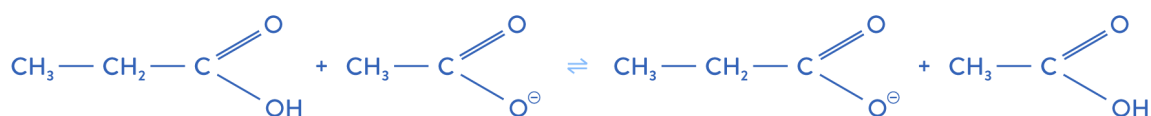
Soient les **deux couples acide/base** suivants : acide propionique/propionate et acide acétique/ion acétate.

En utilisant les formules semi-développées, voici les **deux demi-équations** :



© SCHOOLMOUV

L'équation bilan de la réaction de l'acide propionique avec l'acétate est donc :



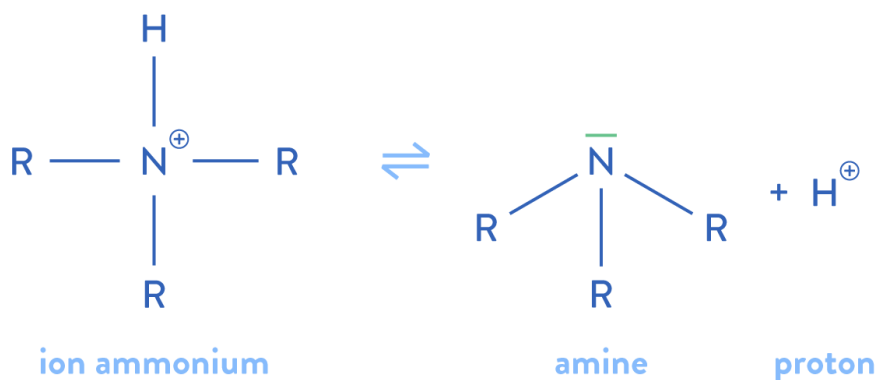
© SCHOOLMOUV

Cette réaction ne sert que d'exemple pour ce cours mais elle ne sera pas favorisée parce que les deux couples en jeu n'ont pas des propriétés physico-chimiques adéquates pour réagir entre eux.



Une **amine** est une fonction organique composée d'un atome d'azote **N trivalent** (qui effectue trois liaisons simples). L'atome d'azote est lié à au moins un atome de carbone (R_3N , R_2NH ou RNH_2).

Toute amina de formule semi-développée R_3N est une base de Brönsted et peut donc capter un proton pour donner son acide conjugué : l'ion ammonium de formule semi développée R_3NH^+ .



© SCHOOLMOUV

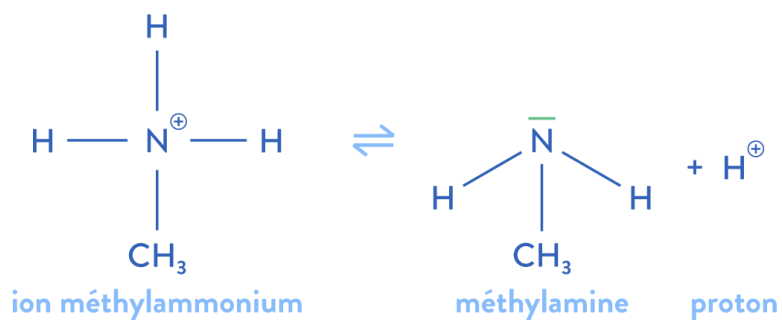


Exemple

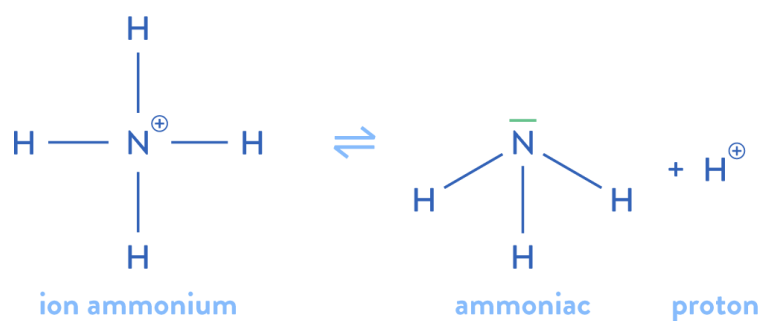
Soient les **deux couples acide/base** suivants : ion méthylammonium/méthylamine et l'ion ammonium/ammoniac.

Les **deux demi-équations** sont :

demi-équation 1

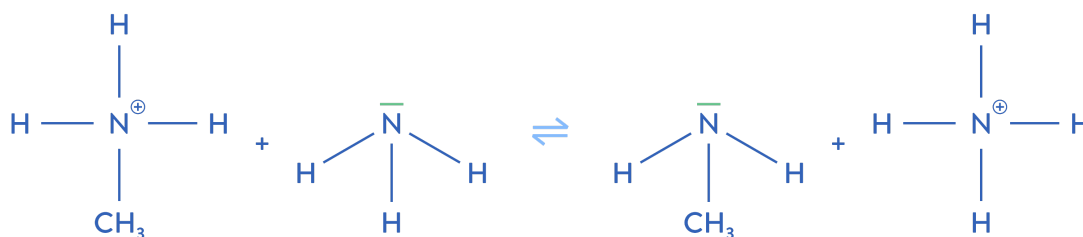


demi-équation 2



© SCHOOLMOUV

L'équation bilan de la réaction de l'ion méthyl ammonium avec l'ammoniac est donc :



© SCHOOLMOUV

Cette réaction ne sert que d'exemple pour ce cours mais elle ne sera pas favorisée parce que les deux couples en jeu n'ont pas des propriétés physico-

chimiques adéquates pour réagir entre eux.

Conclusion :

La théorie de Brönsted-Lowry décrit les réactions acidobasiques comme un échange de protons. Par conséquent, les acides sont des espèces capables de céder des protons tandis que les bases sont des espèces capables de capter des protons. Lorsqu'un acide cède un proton, sa base conjuguée est obtenue. Tout acide et sa base conjuguée forment un couple acide-base.

Il existe même des espèces capables de se comporter comme un acide ou comme une base, selon la situation : ceux sont les ampholytes.