

Les transformations acidobasiques en solution aqueuse

Cours

Sommaire

I Généralités sur les couples acide-base

- A Les acides et les bases de Brönsted
- B La notion de couple acide-base

II Les couples à connaître

- A Les couples de l'eau
- B Les couples de l'acide carbonique
- C Les couples des acides carboxyliques
- D Les couples des amines

III La réaction acide-base

I Généralités sur les couples acide-base

Dans la théorie de Brönsted, un acide est une espèce chimique pouvant céder un ion hydrogène H^+ (ou proton) et une base est une espèce chimique pouvant en capter. Lorsqu'un acide et une base sont liés par un échange d'ions hydrogène H^+ , on dit qu'ils sont conjugués et ils constituent un couple acide-base. À chaque couple acide-base correspond une demi-équation acidobasique illustrant le transfert d'ions hydrogène.

A Les acides et les bases de Brönsted

Dans la théorie de Brönsted, un acide est une espèce chimique pouvant céder un ion hydrogène H^+ et une base est une espèce chimique pouvant en capter un.

DÉFINITION

Acide de Brönsted

Un **acide de Brönsted** est une espèce chimique susceptible de céder un ion hydrogène H^+ (ou proton).

EXEMPLE

L'acide nitrique HNO_3 est un acide au sens de Brönsted car, dans l'eau, cette molécule cède un ion hydrogène en se dissociant en ion hydrogène H^+ et en ion nitrate NO_3^- .

DÉFINITION

Base de Brönsted

Une **base de Brönsted** est une espèce chimique susceptible de capter un ion hydrogène H^+ (ou proton).

EXEMPLE

L'ion nitrate NO_3^- est une base au sens de Brönsted car, dans l'eau, cet ion peut capter un ion hydrogène H^+ et ainsi former l'acide nitrique HNO_3 .

B La notion de couple acide-base

Un **couple acide-base** est composé d'un acide et d'une base liés par le transfert d'un ion hydrogène qui est illustré par une demi-équation acidobasique.

DÉFINITION

Couple acide-base

Un **couple acide-base** est l'ensemble formé par un acide et sa base conjuguée liés par un transfert d'ions hydrogène H^+ . De manière générale, si on note l'acide AH et sa base conjuguée A^- , le couple acide-base est noté AH/A^- .

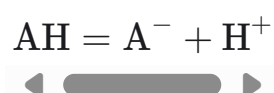
EXEMPLE

On peut déduire des deux exemples précédents que l'acide nitrique HNO_3 et sa base conjuguée, l'ion nitrate NO_3^- , forment un couple acide-base que l'on note $\text{HNO}_3/\text{NO}_3^-$.

DÉFINITION

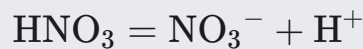
Demi-équation acidobasique

À chaque couple acide-base correspond une demi-équation acidobasique illustrant le transfert d'ions hydrogène H^+ entre les deux espèces chimiques conjuguées. Pour un couple acide-base noté AH/A^- , la demi-équation acidobasique s'écrit :



EXEMPLE

La demi-équation acidobasique associée au couple $\text{HNO}_3/\text{NO}_3^-$ est :



II Les couples à connaître

Les couples de l'eau, de l'acide carbonique, des acides carboxyliques et des amines sont ceux que l'on rencontre le plus souvent.

A Les couples de l'eau

L'eau peut jouer le rôle d'acide et de base et appartient à deux couples : c'est une espèce amphotère.

DÉFINITION

Espèce amphotère

Une **espèce amphotère** peut jouer le rôle d'un acide et d'une base. Elle appartient donc à deux couples.



On peut appeler « ampholyte » une espèce « amphotère ». Il s'agit du nom qu'on associe à l'adjectif.

REMARQUE

EXEMPLE

L'ion hydrogénosulfate HSO_4^- est un ampholyte ou une espèce amphotère.

PROPRIÉTÉ

L'eau, dont la formule brute est H_2O , est une espèce amphotère : elle est à la fois l'acide d'un couple et la base d'un autre couple. Les deux couples de l'eau sont :

- $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$: l'eau est l'acide de ce couple et l'ion hydroxyde OH^- est sa base conjuguée ;
- $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$: l'eau est la base de ce couple et l'ion oxonium H_3O^+ est son acide conjugué.

B Les couples de l'acide carbonique

La dissolution du dioxyde de carbone dans l'eau engendre la formation de l'acide carbonique qui est lié à deux couples acide-base.

PROPRIÉTÉ

Lorsque le dioxyde de carbone se dissout dans l'eau, il se forme un acide appelé acide carbonique. Cet acide peut être noté CO_2 , H_2O ou H_2CO_3 . Il est lié à deux couples acide-base :

- $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-$: l'acide carbonique est l'acide de ce couple et l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- est sa base conjuguée ;
- L'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- étant une espèce amphotère, il est aussi l'acide du couple $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ où l'ion bicarbonate CO_3^{2-} est sa base conjuguée.

EXEMPLE

- $\text{H}_2\text{O}_{(\text{aq})} + \text{CO}_{2(\text{gaz})} = \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ est le couple faisant intervenir l'acide carbonique CO_2 , H_2O et la base HCO_3^- (ion hydrogénocarbonate). Il permet d'expliquer pourquoi l'eau gazeuse est acide.
- $\text{HCO}_3^- = \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ est le couple faisant intervenir l'ion hydrogénocarbonate comme acide et l'ion bicarbonate CO_3^{2-} comme base.

On peut en déduire que l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- est un ampholyte.

C Les couples des acides carboxyliques

Les acides carboxyliques sont des molécules organiques et des acides. Leurs bases conjuguées sont des ions carboxylates.

PROPRIÉTÉ

La formule d'un **acide carboxylique** est $\text{R}-\text{COOH}$, R étant le radical alkyle d'une chaîne carbonée.

EXEMPLE

La formule de l'acide éthanoïque est CH_3-COOH , le radical alkyle R correspondant alors au radical méthyle CH_3- .

PROPRIÉTÉ

Tous les acides carboxyliques $\text{R}-\text{COOH}$ ont des propriétés acides et leurs bases conjuguées sont les ions carboxylate de formule $\text{R}-\text{COO}^-$. Les couples acide-base correspondants sont donc notés

$\text{R}-\text{COOH}/\text{R}-\text{COO}^-$ et la demi-équation acidobasique associée est :



EXEMPLE

$\text{CH}_3\text{--COOH} = \text{H}^+ \text{CH}_3\text{--COO}^-$, les vinaigres doivent leur acidité à la présence d'acide éthanoïque $\text{CH}_3\text{--COOH}$ qui appartient au couple acide éthanoïque/ion éthanoate $\text{CH}_3\text{--COOH}/\text{CH}_3\text{--COO}^-$.

PROPRIÉTÉ

Les schémas de Lewis d'un acide carboxylique et d'un ion carboxylate sont les suivants :

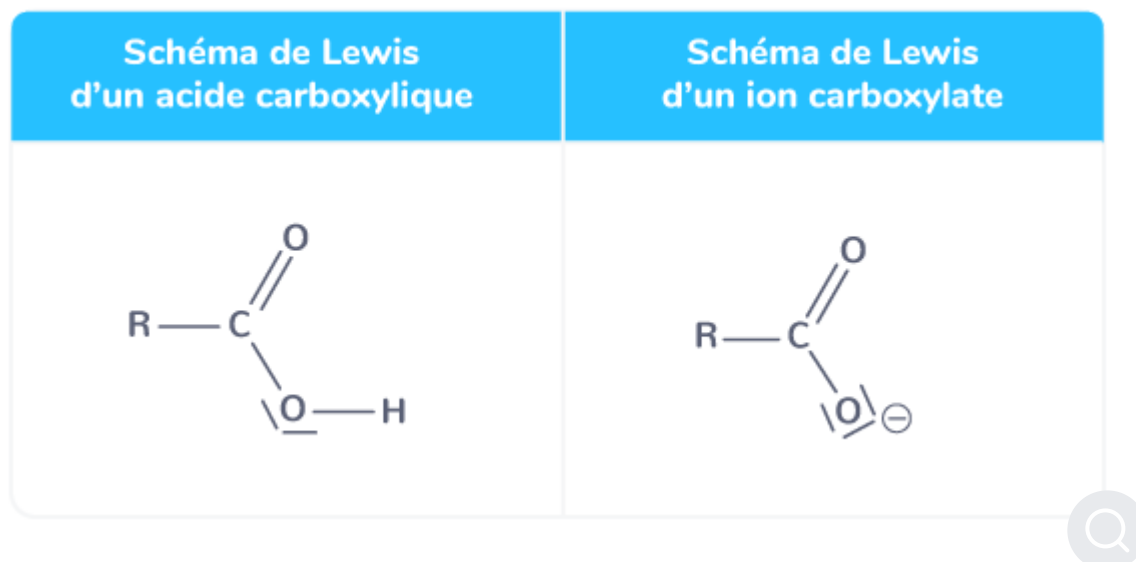


Schéma de Lewis d'un acide carboxylique

EXEMPLE

L'acide éthanoïque et l'ion éthanoate constituent le couple acide-base $\text{CH}_3\text{--COOH}/\text{CH}_3\text{--COO}^-$, dont le schéma de Lewis est le suivant :

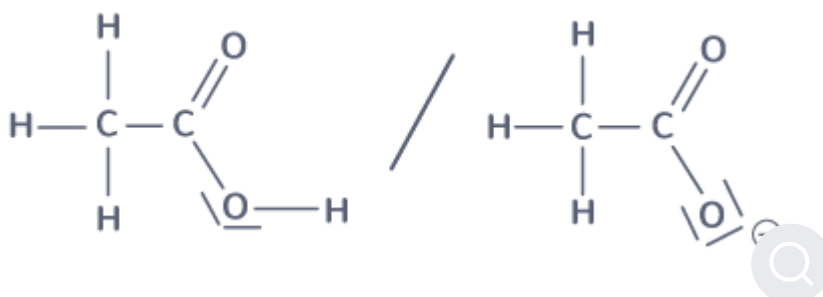


Schéma de Lewis du couple acide éthanoïque/ion éthanoate

D Les couples des amines

Les amines sont des molécules organiques et des bases. Leurs acides conjugués sont des ions dérivés de l'ion ammonium.

PROPRIÉTÉ

La formule d'une **amine** est $\text{R}-\text{NH}_2$, R étant le radical alkyle d'une chaîne carbonée.

EXEMPLE

La formule de l'éthanamine est $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{NH}_2$, le radical alkyle R correspondant alors au radical éthyle CH_3-CH_2- .

PROPRIÉTÉ

Toutes les amines $\text{R}-\text{NH}_2$ ont des propriétés basiques et leurs acides conjugués sont les ions ammonium de formule $\text{R}-\text{NH}_3^+$. Les couples acide-base correspondants sont donc notés $\text{R}-\text{NH}_3^+/\text{R}-\text{NH}_2$ et la demi-équation acidobasique associée est :



EXEMPLE

$\text{R}-\text{NH}_3^+ = \text{H}^+ + \text{R}-\text{NH}_2$, l'éthanamine $\text{R}-\text{NH}_2$ est une base qui appartient au couple acide ion éthanammonium/éthanamine $\text{R}-\text{NH}_3^+/\text{R}-\text{NH}_2$.



REMARQUE

Les amines sont des dérivés organiques de la molécule d'ammoniaque NH_3 dont

l'acide conjugué est l'ion ammonium NH_4^+ .

PROPRIÉTÉ

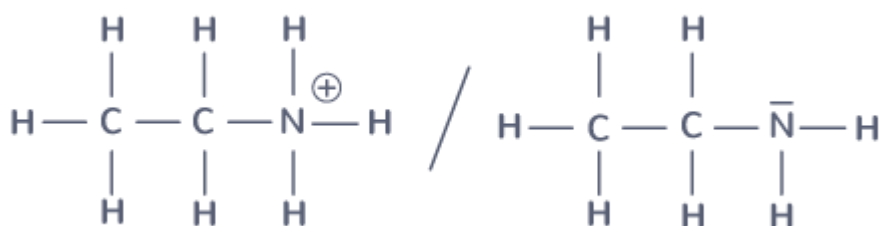
Les schémas de Lewis d'un ion ammonium et d'une amina sont les suivants :

Schéma de Lewis d'une amine	Schéma de Lewis d'un ion ammonium
$\begin{array}{c} \text{R} - \bar{\text{N}} - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R} - \text{N}^+ - \text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$

EXEMPLE

L'éthylamine et l'ion éthylammonium constituent le couple acide-base

$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NH}_3^+ / \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—NH}_2$, dont le schéma de Lewis est le suivant :



III La réaction acide-base

Une réaction acide-base a lieu lorsque l'acide d'un couple réagit avec la base d'un autre couple. Les produits formés sont alors les espèces conjuguées des réactifs. L'équation de réaction s'obtient à partir des demi-équations acidobasiques de chaque couple.

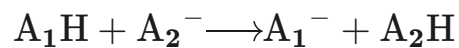
PROPRIÉTÉ

Lors d'une réaction acidobasique, l'ion hydrogène libéré par l'acide d'un couple est capté par la base d'un autre couple. L'équation de la réaction acidobasique s'obtient en faisant le bilan de chaque demi-équations acidobasique. Ces demi-équations sont écrites dans le sens « réactif vers produit ». L'ion hydrogène H^+ est absent de l'équation de la réaction, car il est à la fois libéré et capté.

Si l'acide A_1H appartenant au couple $\text{A}_1\text{H}/\text{A}_1^-$ et la base A_2^- appartenant au couple $\text{A}_2\text{H}/\text{A}_2^-$ sont les réactifs d'une transformation acidobasique, les demi-équations acidobasiques sont :

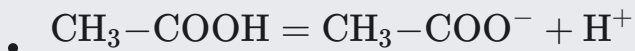


Et l'équation de la réaction acidobasique est :



EXEMPLE

Lorsque l'acide éthanoïque CH_3-COOH et l'éthanamine $CH_3-CH_2-NH_2$ réagissent ensemble, les demi-équations acidobasiques doivent être écrites ainsi :



L'équation de cette réaction acidobasique est donc :

