

Fiche de cours Transformations acide-base

L'essentiel du chapitre en deux pages

définitions · lois · méthodes · à savoir par cœur

1 ACIDE ET BASE DE BRÖNSTED

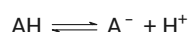
Définition. Un **acide** de Brønsted est une espèce chimique capable de *céder* un ion hydrogène H^+ . Une **base** de Brønsted est une espèce chimique capable de *capter* un ion H^+ .

Remarque. L'ion H^+ est un simple proton : il ne peut pas exister seul en solution aqueuse. Il est toujours capté par une autre espèce, l'eau par exemple, qui devient l'ion oxonium H_3O^+ . Un acide ne cède donc un ion H^+ que s'il est *en présence* d'une base.

2 COUPLE ACIDE-BASE ET DEMI-ÉQUATION

Définition. Un acide AH et la base A^- qui en résulte par perte d'un ion H^+ forment un **couple acide-base**, noté AH/A^- (acide en premier). A^- est la **base conjuguée** de AH , et AH l'**acide conjugué** de A^- .

Notation. La **demi-équation acide-base** du couple traduit ce passage :



C'est une écriture *formelle* : l'ion H^+ n'existe pas seul. L'acide et sa base conjuguée diffèrent d'un atome d'hydrogène et d'une *unité de charge*.

Définition. Une espèce **amphotère** est l'acide d'un couple et la base d'un autre couple. Exemples : l'eau, l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- , les acides α -aminés.

■ FORMULAIRE — Les couples à connaître

- **Couples de l'eau** : H_3O^+/H_2O ($H_3O^+ \rightleftharpoons H_2O + H^+$) et H_2O/HO^- ($H_2O \rightleftharpoons HO^- + H^+$). L'eau est donc amphotère.
- **Couples de l'acide carbonique** : $CO_2, H_2O/HCO_3^-$ ($CO_2, H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$) et HCO_3^-/CO_3^{2-} ($HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H^+$). L'ion HCO_3^- est amphotère.
- **Acide carboxylique / ion carboxylate** : $R-COOH/R-COO^-$, par exemple CH_3COOH/CH_3COO^- (acide éthanoïque / ion éthanoate).
- **Ion ammonium / amine** : $R-NH_3^+/R-NH_2$, par exemple $CH_3NH_3^+/CH_3NH_2$ (ion méthylammonium / méthylamine) et NH_4^+/NH_3 (ion ammonium / ammoniac).

3 RÉACTION ACIDE-BASE

Définition. Une **réaction acide-base** est le **transfert d'un ion H^+** de l'acide d'un couple A_1H/A_1^- vers la base d'un autre couple A_2H/A_2^- :



Méthode — écrire l'équation d'une réaction acide-base. identifier les deux couples ; écrire la demi-équation de l'acide *dans le sens de la perte de H^+* et celle de la base *dans le sens du gain* ; additionner les deux : l'ion H^+ se simplifie et ne doit pas figurer dans l'équation finale. Vérifier la conservation des éléments et de la charge.

Remarque. La particule échangée est un ion H^+ . Si c'est un *électron* ($Mg(s) + 2H_3O^+ \longrightarrow Mg^{2+} + H_2(g) + 2H_2O$), la réaction est une oxydoréduction, pas une réaction acide-base.

4 SCHÉMAS DE LEWIS ET FORMULES SEMI-DÉVELOPPÉES

Propriété. Dans un **schéma de Lewis**, chaque atome respecte la règle du duet (H) ou de l'octet (C, N, O) en comptant ses doublets liants et non liants.

- **Acide carboxylique** $R-COOH$: groupe **carboxyle** $-COOH$; chacun des deux atomes d'oxygène porte *deux* doublets non liants.
- **Ion carboxylate** $R-COO^-$: la perte de H^+ laisse une charge négative sur un oxygène, qui compte alors *trois* doublets non liants.
- **Amine** $R-NH_2$: l'azote porte *un* doublet non liant, qui lui permet de capter un ion H^+ .
- **Ion ammonium** $R-NH_3^+$: l'azote, chargé $+$, forme quatre liaisons et n'a *plus* de doublet non liant : il ne peut plus capter d'ion H^+ .

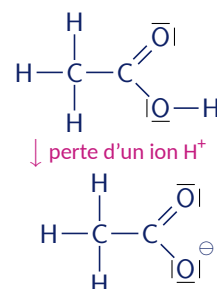


Figure 1 — Schémas de Lewis de l'acide éthanoïque CH_3COOH et de sa base conjuguée, l'ion éthanoate CH_3COO^- (formules semi-développées : CH_3-COOH et CH_3-COO^-).

5 SAVOIR-FAIRE DU CHAPITRE

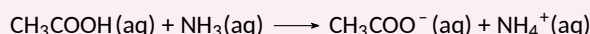
► SAVOIR-FAIRE

- Reconnaître un acide ou une base de Brønsted et écrire la demi-équation acide-base d'un couple ; donner l'espèce conjuguée d'une espèce donnée.
- Identifier une espèce amphotère en écrivant les deux demi-équations correspondantes.
- Identifier un transfert d'ion H^+ et écrire l'équation de la réaction acide-base (éléments et charge conservés).
- Représenter le schéma de Lewis et la formule semi-développée d'un acide carboxylique, d'un ion carboxylate, d'une amine et d'un ion ammonium.
- Exploiter quantitativement une réaction acide-base pour calculer une masse, un volume de gaz ou un volume de solution.

6 EXEMPLES TYPES

★ EXEMPLE — équation d'une réaction acide-base

L'acide éthanoïque réagit avec l'ammoniac. Couples : CH_3COOH/CH_3COO^- et NH_4^+/NH_3 . Demi-équations : $CH_3COOH \longrightarrow CH_3COO^- + H^+$ et $NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$. Somme :



L'acide éthanoïque cède l'ion H^+ , l'ammoniac le capte.

★ EXEMPLE — espèce amphotère

L'ion HCO_3^- est l'acide du couple HCO_3^-/CO_3^{2-} ($HCO_3^- \rightleftharpoons CO_3^{2-} + H^+$) et la base du couple $CO_2, H_2O/HCO_3^-$ ($HCO_3^- + H^+ \rightleftharpoons CO_2 + H_2O$) : il est amphotère. Avec l'ion oxonium d'une solution acide : $HCO_3^-(aq) + H_3O^+(aq) \longrightarrow CO_2(g) + 2 H_2O(l)$; avec l'ion hydroxyde d'une solution d'hydroxyde de sodium : $HCO_3^-(aq) + HO^-(aq) \longrightarrow CO_3^{2-}(aq) + H_2O(l)$.

★ EXEMPLE — exploitation quantitative

On dissout $m = 1,50$ g de tartre $CaCO_3(s)$ ($M = 100,1$ g·mol $^{-1}$) avec de l'acide chlorhydrique de concentration $c = 0,50$ mol·L $^{-1}$ en ions H_3O^+ : $CaCO_3(s) + 2 H_3O^+(aq) \longrightarrow Ca^{2+}(aq) + CO_2(g) + 3 H_2O(l)$. Ainsi $n = m/M = 1,50 \times 10^{-2}$ mol, d'où $V(CO_2) = n V_m = 0,36$ L (avec $V_m = 24,0$ L·mol $^{-1}$) et $n(H_3O^+) = 2n = 3,00 \times 10^{-2}$ mol, soit un volume minimal $V = 2n/c = 60$ mL d'acide.

✗ PIÈGES

- Laisser l'ion H^+ dans l'équation d'une réaction : il n'apparaît que dans les demi-équations, jamais dans le bilan.
- Oublier la conservation de la *charge* : CH_3COOH et CH_3COO^- ne diffèrent pas seulement d'un atome d'hydrogène.
- Écrire un couple dans le mauvais ordre : l'acide s'écrit *toujours* en premier (NH_4^+/NH_3 , et non « NH_3/NH_4^+ »).
- Appeler « réaction acide-base » toute effervescence : avec un métal, c'est un transfert d'électrons, donc une oxydoréduction.
- Croire que l'ion ammonium $R-NH_3^+$ peut encore capter un ion H^+ : son azote n'a plus de doublet non liant.