

Chapitre 06 :

Comment modéliser les transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène H^+ ?

I. Transformation modélisée par des transferts d'ion hydrogène H^+ .

- Identifier, à partir d'observations ou de données expérimentales, un transfert d'ion hydrogène.

1. Lampe à lave (TP de 1 ère)

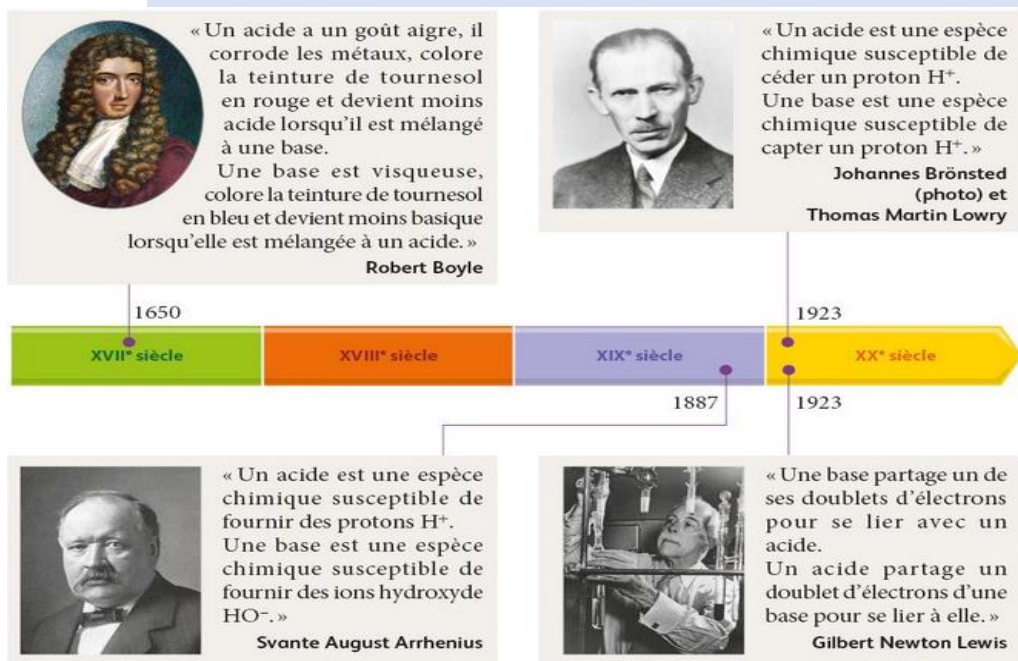


Quelle substance peut être à l'origine des bulles ?

Le vinaigre (acide éthanóïque) peut donner quelles substances ?

Quelle est la réaction finale ?

2. Evolution de la notion d'acide-base.



Exercice A1

Dans quel cas y-a-t-il échange d'un ou plusieurs protons H^+ ?

- $Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl$
- $HNO_3 + H_2O \rightarrow NO_3^- + H_3O^+$
- $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$
- $Cu^{2+} + Zn \rightarrow Zn^{2+} + Cu$
- $NH_4^+ + H_2O \rightarrow H_3O^+ + NH_3$

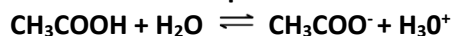
II. Les acides et bases de Brönsted.

- Identifier, à partir d'observations ou de données expérimentales, un transfert d'ion hydrogène, les couples acide-base mis en jeu et établir l'équation d'une réaction acide-base

1. Définition selon Brönsted.

Une réaction acido-basique correspond à un transfert de protons entre l'acide A_1H d'un couple sur la base

A_2^- d'un autre couple : $A_1H + A_2^- \rightleftharpoons A_1^- + A_2H$



Selon la théorie de Brönsted :

- un acide est une espèce chimique capable de céder au moins un proton H^+ : $AH = H^+ + A^-$
- une base est une espèce chimique capable de capter au moins un proton : $A^- + H^+ = AH$

Éviter les erreurs

- Attention à ne pas confondre les acides et les bases avec les oxydants et réducteurs qui mettent en jeu des échanges d'électrons.
- Un couple acide-base s'écrit toujours sous la forme : AH/A^- avec AH l'acide et A^- la base.

2. Le couple acide-base.

L'espèce chimique A^- donne l'acide AH en captant un proton H^+ .

On dit que A^- est la base conjuguée de l'acide AH et ils forment un couple acide / base : AH/A^-

On écrit une demi-équation acido-basique : $CH_3COOH = H^+ + CH_3COO^-$ pour le couple CH_3COOH / CH_3COO^-



Couple avec l'acide citrique : $C_6H_8O_7(aq) / C_6H_7O_7^-(aq)$

Exercice A2 : Couples acides-bases conjugués.

On considère les espèces chimiques suivantes : $HO^-(aq)$; $C_6H_5COOH(aq)$; $NH_3(g)$

- Identifier les bases et les acides selon Brönsted en sachant que l'on peut obtenir les composés suivants : $H_2O / C_6H_5COO^- / NH_4^+$.
- Quels sont les acides et bases conjugués de ces espèces chimiques ?
- Ecrire les couples acido-basiques correspondant.
- Ecrire le schéma formel ($\frac{1}{2}$ équation) des couples correspondant.

Exercice A3 : Couples acides-bases.

Compléter chaque demi-équation acido-basique, puis définir le couple acide/base correspondant :

- $HCO_2H(aq) = \dots + H^+$ couple : $\dots / \dots$
- $\dots = PO_4^{3-}(aq) + H^+$ couple : $\dots / \dots$
- $NO_2^-(aq) + H^+ = \dots$ couple : $\dots / \dots$
- $CO_2, H_2O = \dots + H^+$ couple : $\dots / \dots$

Exercice A4 : L'éthanol.

L'ion éthanolate de formule $C_2H_5O^-$ est la base conjuguée de l'éthanol. Il réagit avec l'eau.

1. Ecrire les demi-équations acido-basiques relatives à chaque espèce.
2. Ecrire l'équation de la réaction entre l'ion éthanolate et l'eau.
3. L'eau joue-t-elle, dans cette réaction, le rôle d'un acide ou d'une base ? Justifier la réponse.

Exercice 12 et 13 page 28

12 Identification de couples acide-base (1)

✓ REA : Utiliser un modèle

- ♦ Identifier les couples acide-base parmi les couples suivants en écrivant les demi-équations associées :

- a. $H_3O^+(aq)/H_2O(l)$.
- b. $Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq)$.
- c. $HgO(s)/Hg(l)$.
- d. $H^+(aq)/H_2(g)$.
- e. $HNO_3(aq)/NO_3^-(aq)$.

13 Identification de couples acide-base (2)

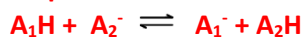
✓ REA : Utiliser un modèle

- ♦ Identifier les couples acide-base parmi les couples suivants et écrire leur demi-équation :

- a. $O_2(g)/H_2O_2(aq)$.
- b. $H_2O_2(aq)/H_2O(l)$.
- c. $H_2O(l)/HO^-(aq)$.
- d. $CH_3CHO(aq)/C_2H_5OH(aq)$.
- e. $(CO_2, H_2O)(aq)/HCO_3^-(aq)$.

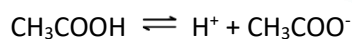
3. La réaction acide-base.

Une réaction acido-basique correspond à un transfert de protons entre l'acide A_1H d'un couple sur la base A_2^- d'un autre couple :

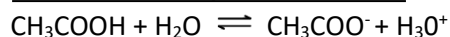
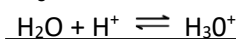


Exemple : Réaction entre l'acide éthanóïque et l'eau.

Couple 1 : CH_3COOH / CH_3COO^- :



Couple 2 : H_3O^+ / H_2O :



Pas de malentendu

→ Un acide ne peut réagir qu'avec une base.

Exercice A5 : Réaction acide/base.

Lorsqu'on mélange une solution aqueuse d'hydrogénocarbonate de sodium ($Na^+ + HCO_3^-$) à une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, il se produit une réaction acido-basique notée (1).

- 1) Donner la formule de la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.
- 2) La solution aqueuse d'hydroxyde de sodium est-elle acide ou basique ? Quelle est l'espèce chimique impliquée ? Donner son nom et le couple acide/base correspondant.
- 3) Quelles sont les espèces qui réagissent lors de la réaction notée (1) ? Ecrire les demi-équations correspondantes et en déduire l'équation de la réaction.

Donnée : couple acide/base : H_2CO_3 / HCO_3^- et HCO_3^- / CO_3^{2-}

15 Réaction acide-base

✓ REA : Utiliser un modèle

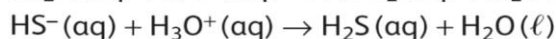
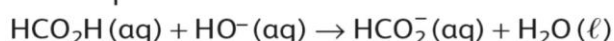
En mettant de l'aspirine dans de l'eau, la réaction suivante se produit :



1. Identifier les deux couples acide-base impliqués.
2. Préciser si l'eau joue le rôle d'un acide ou d'une base.

Exercice A6 : reconnaître des couples.

- a. Rappeler la définition d'une réaction acido-basique.
- b. Écrire les couples acide-base qui interviennent dans les réactions acido-basiques suivantes.

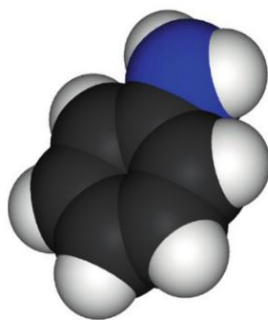


Exercice A7 : Réaction avec l'aniline.

L'aniline réagit avec l'eau selon la réaction d'équation :



1. Identifier les deux couples acide/base associés à la réaction.
2. L'aniline est-elle un acide faible ou une base faible dans l'eau ?
3. Montrer que la réaction acido-basique précédente s'interprète comme l'échange d'un proton entre deux espèces appartenant à deux couples acide/base différents.

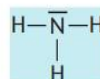
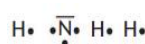


III. Etude de quelques exemples à connaître.

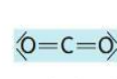
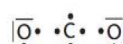
- Représenter le schéma de Lewis et la formule semi développée d'un acide carboxylique, d'un ion carboxylate, d'une amine et d'un ion ammonium.

1. Rappel de la représentation de Lewis.

- Le schéma de Lewis d'un atome permet de représenter la structure électronique externe d'un atome. Pour l'établir, chaque atome est « scindé » formellement en deux :
 - le noyau et les électrons des couches électroniques internes sont représentés par le symbole de l'élément ;
 - les électrons de valence sont représentés par des points (•) s'ils sont célibataires ou par un tiret (–) s'ils forment un doublet.



> Ammoniac



> Dioxyde de carbone



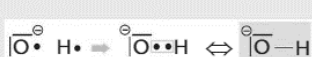
> Diazote

- Le schéma de Lewis d'un ion monoatomique tel que l'ion chlorure Cl⁻ est le suivant :



- Pour établir les schémas de Lewis d'ions polyatomiques comme les ions hydroxyde HO⁻ ou ammonium NH₄⁺, on peut appliquer la méthode suivante :

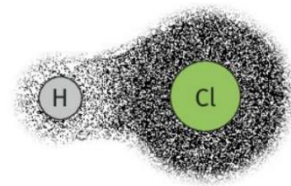
- selon la charge de l'ion, on ajoute ou on retire des électrons à l'un des atomes et on indique sa charge
- on relie les électrons célibataires pour former les liaisons covalentes en respectant les règles de stabilité.



2. Caractère acide d'une molécule.

Pour libérer un ion H^+ , la liaison entre un atome d'hydrogène et le reste de la molécule doit être fortement polarisée et l'atome d'hydrogène doit porter une charge partielle positive.

Plus la liaison R-H est polarisée, plus l'atome d'hydrogène peut être facilement libéré et capté par une base.

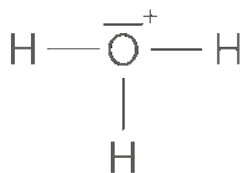
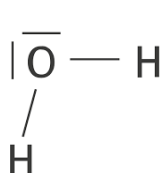
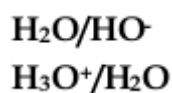
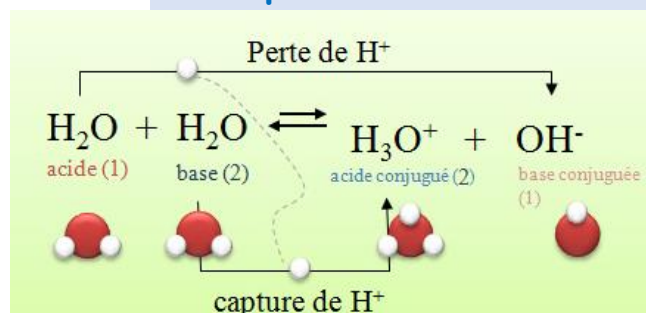


Les zones plus ou moins grises renseignent sur les chances de trouver des électrons de la liaison covalente. Ici, on a plus de chance de les trouver près du chlore.

Éviter les erreurs ⚠

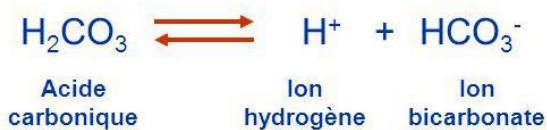
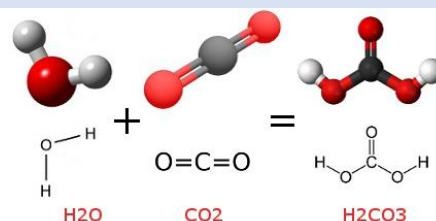
- ➔ Un atome d'hydrogène lié à un atome de carbone n'a pas de caractère acide car la liaison C-H est très faiblement polarisée.

3. Couples acide-base de l'eau.



4. Couples de l'acide carbonique.

L'acide carbonique est H_2CO_3 ; il résulte de la dissolution du CO_2 dans l'eau. On trouve souvent écrit : CO_2, H_2O .

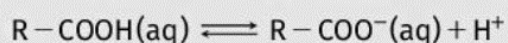


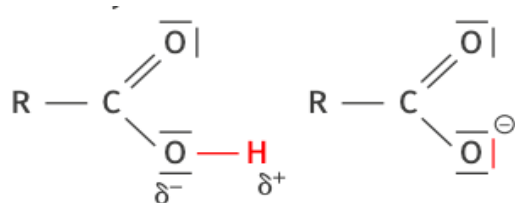
Pas de malentendu 💡

- ➔ Un acide ne peut réagir qu'avec une base.
- ➔ La formule CO_2, H_2O signifie que CO_2 en solution n'existe qu'associé à une molécule d'eau. La formule compacte H_2CO_3 ne permet pas de le voir.

5. Couples d'acides carboxyliques.

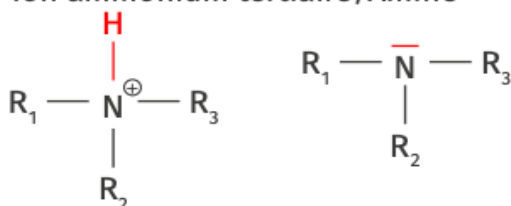
La demi-équation acide-base est :





6. Couples d'amines.

Ion ammonium tertiaire/Amine

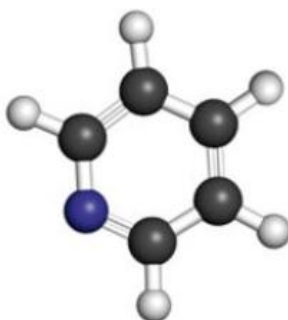


16 Pyridine

- ✓ REA : Utiliser un modèle
- ✓ RAI/ANA : Construire un raisonnement

La pyridine, contenant un cycle à cinq atomes de carbone et un atome d'azote, a une odeur rappelant celle du poisson. Elle est utilisée comme précurseur en pharmacie ainsi que pour la fabrication d'insecticides.

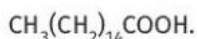
1. Représenter le schéma de Lewis de la pyridine.
2. Préciser si la pyridine peut avoir un caractère acide. Justifier.
3. Même question pour le caractère basique.
4. Représenter le schéma de Lewis de l'acide conjugué ou de la base conjuguée de la pyridine.
5. Écrire le couple acide-base de la pyridine.



17 Acide dans l'huile

✓ RAI/ANA : Construire un raisonnement

L'acide palmitique (ou acide hexadécanoïque) est contenu dans l'huile de palme. Sa formule est

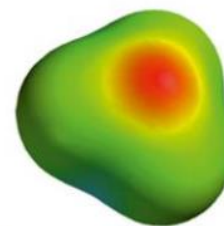


1. Justifier sa dénomination d'« acide ».
2. Identifier l'atome d'hydrogène responsable du caractère acide.
3. Représenter le schéma de Lewis de sa base conjuguée.

22 Ion oxonium

✓ RAI/ANA : Construire un raisonnement

1. Représenter le schéma de Lewis de l'ion oxonium H_3O^+ et de l'eau H_2O .
2. Justifier qu'ils forment un couple acide-base.
3. Préciser la particularité que possède le schéma de Lewis de l'ion oxonium.



Modélisation du nuage électronique de l'ion oxonium

IV. Espèce amphotère.

- Identifier le caractère amphotère d'une espèce chimique

Une espèce peut-elle être à la fois acide et base ?

Cas de l'eau :

$\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ dans ce couple l'eau est une base $\text{H}_3\text{O}^+ = \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{H}^+$

$\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-(\text{aq})$ dans ce couple l'eau est un acide $\text{H}_2\text{O} = \text{HO}^-(\text{aq}) + \text{H}^+$

L'eau peut être un acide ou une base. On dit que l'eau est un **ampholyte ou une espèce amphotère**.

34 Acide phosphorique

✓ REA : Utiliser un modèle

L'acide phosphorique H_3PO_4 est un triacide. Il est utilisé dans certains sodas ou dans des systèmes d'irrigation comme régulateur de pH.

1. Indiquer les trois couples acide-base issus de cet acide.
2. Parmi les espèces contenues dans ces couples, préciser lesquelles sont amphotères.