

I- NOTION DE COUPLES ACIDE-BASE :



1.1. Interprétation d'une réaction acido-basique :

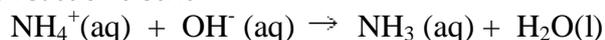
Chauffer légèrement le mélange permet au produit formé NH_3 de s'échapper plus facilement sous forme de gaz. Ce gaz rend intensément bleu un papier filtre imbibé de sulfate de cuivre II.

hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{OH}^-$)

chlorure d'ammonium ($\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$)



L'expérience montre qu'il se forme un gaz d'odeur désagréable : l'ammoniac NH_3 et de l'eau. L'équation de la réaction s'écrit :



Les ions chlorure et sodium sont des ions spectateurs.

Au cours de cette transformation :

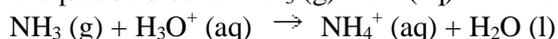
- Les ions NH_4^+ ont perdu un proton H^+ pour se transformer en molécules de NH_3 :
- Les ions HO^- ont capté un proton H^+ pour se transformer en molécules de H_2O :

Une réaction qui met en jeu un transfert de proton H^+ entre ses réactifs est appelée réaction acido-basique.

1.2. Autre réaction acido-basique :

Solution d'acide chlorhydrique réagissant avec une solution d'ammoniac. Formation de fumées blanches de chlorure d'ammonium :

L'équation s'écrit : $\text{NH}_3(\text{g}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq})$ ou



Il y a transfert de proton entre les réactifs donc c'est une réaction acido-basique.

exemple : ion ammonium $\text{NH}_4^+(\text{aq})$; ion hydroxyde $\text{HO}^-(\text{aq})$



1.3. Acides et Bases au sens de Brønsted :

Un acide, noté AH , est une espèce chimique capable de céder au moins un proton H^+ .

Une base, notée A^- , est une espèce chimique capable de capter au moins un proton H^+ .

Les réactions acido-basiques sont des réactions de transfert de protons H^+ entre un acide et une base.

Le pH d'une solution varie avec la température. A 25°C :

- ❖ une solution de $\text{pH} = 7$ est neutre
- ❖ une solution de $\text{pH} < 7$ est acide
- ❖ une solution de $\text{pH} > 7$ est basique



I.4) Quelques acides et quelques Bases :

❖ Des acides en solution aqueuse :

	Corps pur	Ions en solution aqueuse
acide chlorhydrique	HCl _(g) chlorure d'hydrogène	(H ₃ O ⁺ _(aq) , Cl ⁻ _(aq))
acide sulfurique	H ₂ SO _{4(l)}	(2 H ₃ O ⁺ _(aq) , SO ₄ ²⁻ _(aq))
acide nitrique	HNO _{3(l)}	(H ₃ O ⁺ _(aq) , NO ₃ ⁻ _(aq))
acide phosphorique	H ₃ PO _{4(l)}	(3 H ₃ O ⁺ _(aq) , PO ₄ ³⁻ _(aq))

❖ Des bases en solution aqueuse :

	Corps pur	Ions en solution aqueuse
hydroxyde de sodium (soude)	NaOH _(s)	(Na ⁺ _(aq) , HO ⁻ _(aq))
hydroxyde de potassium (potasse)	KOH _(s)	(K ⁺ _(aq) , HO ⁻ _(aq))

1.5) Couples acide/base :

Au cours de la 1^o expérience, nous avons vu que : $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}^+$.
 NH_4^+ joue le rôle de l'acide.

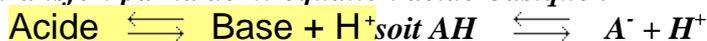
Au cours de la 2^o expérience, nous avons vu que : $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$.
 NH_3 joue le rôle de la base.

On constate donc que selon les réactions il y a passage de l'ion NH_4^+ (acide) à la molécule NH_3 (base) ou l'inverse. Ceci se traduit par une seule demi-équation acido-basique :



Les ions ammonium et l'ammoniac constituent un couple acide/base, noté $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$

- ✓ *Chaque acide possède une base conjuguée et réciproquement.*
On parle alors de couple acide-base AH / A^- ou alors B^+ / BOH
- ✓ *On appelle couple acide/base, noté AH/A^- deux entités chimiques qui se transforment l'une en l'autre par transfert de protons H^+ . On représente ce transfert par la demi-équation acido-basique :*



AH et A^- sont des espèces dites conjuguées.

Remarque : Cette écriture est une schématisation, elle ne traduit pas la réalité car en solution les protons H^+ sont solvatés. (H_3O^+)

Application 1 :

Reconnaître une réaction acido-basique : Parmi les réactions dont les équations sont données ci-dessous, quelles sont les réactions acido-basique ?

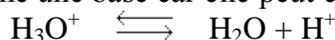
- $\text{NH}_4^+ \text{ (aq)} + \text{HO}^- \text{ (aq)} \rightarrow \text{NH}_3 \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Ag}^+ \text{ (aq)} + \text{HO}^- \text{ (aq)} \rightarrow \text{AgOH} \text{ (s)}$
- $\text{CH}_3\text{CO}_2^- \text{ (aq)} + \text{H}_3\text{O}^+ \text{ (aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} \text{ (aq)} + \text{H}_2\text{O} \text{ (l)}$
- $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} \text{ (aq)} + \text{NH}_3 \text{ (aq)} \rightarrow \text{NH}_4^+ \text{ (aq)} + \text{CH}_3\text{CO}_2^- \text{ (aq)}$

1.6) Exemples de couples acide/base :

Couples acide/base et demi-équation	Nom de la forme acide	Nom de la forme basique
$\text{NH}_4^+_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{NH}_3_{(\text{aq})} + \text{H}^+$	Ion ammonium	Molécule d'ammoniac
$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CO}_2^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+$	Molécule d'acide éthanoïque	Ion éthanoate
$\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-_{(\text{aq})} + \text{H}^+$	Molécule de dioxyde de carbone solvatée	Ion hydrogénocarbonate
$\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})} + \text{H}^+$	Ion hydrogénocarbonate	Ion carbonate

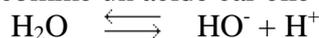
1.7) Les couples de l'eau :

- L'eau peut se comporter comme une base car elle peut capter un proton :



On définit ainsi le couple $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$

- L'eau peut aussi se comporter comme un acide car elle peut céder un proton :



On définit ainsi le couple $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$

L'eau constitue à la fois la forme basique du couple $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$ et la forme acide du couple $\text{H}_2\text{O}/\text{OH}^-$. L'eau se comporte selon le cas comme un acide ou une base : c'est une espèce *amphotère* appelée encore *ampholyte*.

- Autre exemple d'espèce amphotère : HSO_4^- , HS^- , HCO_3^-

1.8) Les indicateurs colorés :

Ce sont des couples acide/base, notés HIn/In^- dont la couleur de la forme acide est différente de celle de la forme basique. Si, dans une solution, HIn est présent en plus grande quantité que In^- , la solution prend la couleur de HIn qui est appelée la teinte de la forme acide et inversement.

Indicateur coloré	Teinte de la forme acide	Teinte de la forme basique
Hélianthine	rouge	Jaune
Bleu de bromothymol ou BBT	jaune	Bleu
phénolphtaléine	incolore	rose

II- REACTION ACIDO/BASIQUE :

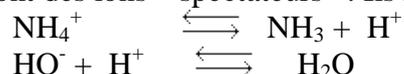
Pour retrouver l'équation de la réaction acido-basique qui se produit, on réalise une combinaison des demi-équations acido-basique des deux couples.

II.1) Réaction entre l'ion ammonium et la soude :

Les espèces chimiques présentes dans la solution de chlorure d'ammonium sont NH_4^+ et Cl^-

Les espèces chimiques présentes dans la solution de soude sont Na^+ et HO^-

Les ions Na^+ et Cl^- sont des ions « spectateurs ». Ils ne réagissent pas.



EXERCICE 2 :

Les réactions suivantes sont toutes des réactions acido-basiques. Reconnaître les deux couples acide/base correspondant.

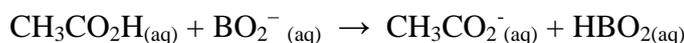
- $\text{FeCl}_{2(\text{aq})} + \text{NaOH}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_{2(\text{s})} + \text{NaCl}_{(\text{aq})}$
- $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})} + (\text{NaOH})_{(\text{aq})} \rightarrow \text{NH}_{3(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + \text{NaCl}_{(\text{aq})}$
- $\text{CaO}_{(\text{s})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{s})}$
- $\text{NaOCl}_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} \rightarrow \text{HClO}_{(\text{aq})} + (\text{NaOH})_{(\text{aq})}$
- $\text{AgNO}_{3(\text{aq})} + \text{HCl}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{AgCl}_{(\text{s})} + \text{HNO}_{3(\text{aq})}$

Exercice 3 :

On mélange un volume $V_1=25,0\text{mL}$ d'une solution d'acide acétique $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}$ à $C_1=2,50.10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$ et un volume $V_2=75,0\text{mL}$ d'une solution de borate de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{BO}_2^-_{(\text{aq})}$) à $C_2=1,0.10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$.

- L'ion borate est une base. Ecrire la demi-équation acido-basique correspondante.
- Calculer les quantités initiales d'acide éthanoïque et d'ions borate présents dans le mélange.

La réaction qui se produit lors du mélange a pour équation :



A l'aide d'un tableau d'avancement, déterminer la composition finale en quantités, puis en concentration du mélange.

Exercice 4:

L'acide benzoïque $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ et le benzoate de sodium $\text{NaC}_6\text{H}_5\text{COO}$ sont utilisés comme conservateurs, notamment dans les boissons dites « light ». Ils portent les codes respectifs E210 et E211.

- Ecrire l'équation de dissolution du benzoate de sodium dans l'eau.
- Identifier le couple acide / base mettant en jeu l'acide benzoïque et écrire la demi-équation acido-basique correspondante.
- On fait réagir une masse $m = 3,00\text{ g}$ d'acide benzoïque avec 150 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c=2,50.10^{-1}\text{mol.L}^{-1}$.
 - Identifier les couples acide / base mis en jeu, puis écrire l'équation de la réaction envisagée.
 - Etablir un tableau d'avancement et déterminer l'avancement maximal de la réaction. Quel est le réactif limitant ?

Exercice 5 :

On mélange un volume $V_1 = 12,0\text{ mL}$ d'une solution d'acide lactique $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CO}_2\text{H}_{(\text{aq})}$, noté AH, de concentration $C_1=0,16\text{ mol/L}$ avec un volume $V_2=23,0\text{ mL}$ d'une solution basique de méthylamine $\text{CH}_3\text{NH}_{2(\text{aq})}$ de concentration $C_2 = 5,0 \times 10^{-3}\text{ mol/L}$.

- Avec quelle verrerie a-t-on pu mesurer les volumes indiqués ?
- Écrire l'équation de la réaction qui peut se produire.

Établir la composition finale du système en quantité de matière, puis en concentrations.

