

Cristina Da Cruz

Objectif Identifier un couple acide-base, une transformation acide-base.
Relier le pH à la concentration en ions oxonium.
Savoir faire un schéma de Lewis.

Terminale spécialité - Sciences physiques et chimiques **Constitution et transformation de la matière**

Thème 1 • Déterminer la composition d'un système par des méthodes physiques et chimiques.

Partie A • Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène H⁺.

Notions et contenus Couples acide-base de l'eau, de l'acide carbonique, d'acides carboxyliques, d'amines.
Espèce amphotère

Compétences mobilisées Restitution de connaissances **RCO**
S'approprier **APP**
Analyser / Raisonner **ANA/RAI**
Réaliser **REA**
Valider **VAL**
Communiquer **COM**

LA CHIMIE ET LE VINAIGRE

Voilà deux partenaires qui se sont rencontrés quelque part en Mésopotamie plus de 3 000 ans av. J.-C.

Nos ancêtres utilisaient le vinaigre pour ses multiples propriétés : conserver, soigner, désinfecter, digérer les substances grasses. En cosmétique, par ses propriétés astringentes, il servait à nettoyer et tonifier la peau.



Un vinaigrier. © L. Champion

Aujourd'hui, c'est l'assaisonnement par excellence pour rehausser le goût, aseptiser les huîtres crues par ses propriétés antiseptiques et antifongiques ou simplement pour le plaisir avec quelques échalotes finement hachées!

Adoucissant, il nous sert à détartre la cafetière ou autres appareils électroménagers, à faire briller l'argent et le chrome, à laver nos vitres et toute verrerie sans laisser de traces

Et tout ceci est possible grâce à une propriété chimique du vinaigre : il s'agit d'un acide.

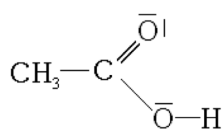
Mais qu'appelle-t-on un acide et comment réagit un acide ?

Comment utilise-t-on les propriétés des acides et des bases ?

Dans quelle mesure certaines espèces produites par l'homme ont-elles une influence sur l'environnement en raison de leurs propriétés acides ou basiques ?

POUR BIEN DÉMARRER !

- Une solution aqueuse est une solution dont le solvant est l'eau.
- Un ion hydrogène H^+ est un atome d'hydrogène ayant perdu un électron.
- Une formule semi-développée correspond à la représentation d'une molécule faisant apparaître l'ensemble des liaisons de covalence entre les atomes sauf celles mettant en jeu un atome d'hydrogène.
- Un schéma de Lewis est la représentation développée d'une espèce chimique faisant apparaître toutes les liaisons de covalence ainsi que les doublets non-liants et lacunes pouvant apparaître sur les atomes.



Exemple : Schéma de Lewis de l'acide éthanoïque.

- La famille des acides carboxyliques possède le groupe caractéristique carboxyle $-\text{COOH}$.
- La grandeur mesurant l'acidité ou la basicité d'une solution est le pH, sans unité, qui varie de 0 à 14 à 25 °C.

Rappel

Nous vous conseillons de consulter le Dossier 2 - Chimie du vinaigre - 1^{re} STL disponible sur le site Mediachimie :

www.mediachimie.org/ressource/la-chimie-du-vinaigre

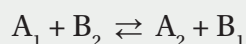
Document 1 : Définition d'une base, notion de transformation chimique acide-base

En 1923, Brønsted propose de définir une base comme une substance qui fixe un ion hydrogène, et pour exprimer les propriétés basiques de l'ammoniac, il utilise l'équation $\text{NH}_4^+ = \text{NH}_3 + \text{H}^+$. Les avantages de cette définition sont d'une part de ne pas définir une base par rapport à un solvant particulier et d'autre part de montrer clairement la relation réciproque entre les propriétés acides et basiques.

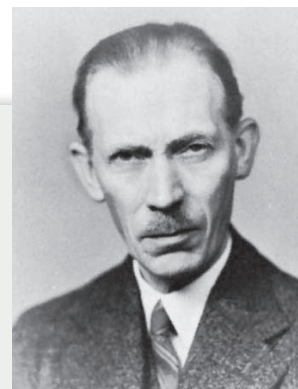
Pour modéliser les transformations chimiques acide-base, on établit d'abord les demi-équations acide-base qui lient un acide A_1 à sa base conjuguée B_1 pour un couple acide/base A_1 / B_1 :



Ensuite, on combine les demi-équations de façon à obtenir l'équation de la réaction de A_1 sur B_2 :



www.mediachimie.org/ressource/évolution-historique-des-concepts-d'acide-et-de-base



Johannes Nicolaus Brønsted, chimiste danois.
© Wikimedia.org



Document 2 : Analyse du rôle détartrant du vinaigre

Le vinaigre est un acide, capable de libérer un ion H^+ . Le tartre ou calcaire, qui sont des noms courants du carbonate de calcium, est un solide à caractère basique, capable de fixer deux ions H^+ . La réaction mise en jeu est alors :



Le composé H_2CO_3 se décompose quasi instantanément en CO_2 (gaz) et H_2O . L'effervescence que vous observez à la surface de la pièce que vous détartrez est due au dégazage du dioxyde de carbone qui s'est formé. Les ions calcium et acétate sont quant à eux solubles dans l'eau.

www.mediachimie.org/actualite/quelle-est-la-chimie-du-vinaigre



- 1 **RCO** Écrire la configuration électronique de l'atome d'hydrogène puis celle de l'ion hydrogène. Donnée : ${}_1^1\text{H}$.

- 2 **APP** D'après la composition de l'ion hydrogène, comment pourrait-on également nommer cet ion ?

- 3 **APP** Sachant qu'il existe une relation réciproque entre un acide et une base, donner une définition d'un acide selon Brønsted.

4 APP Expliquer la raison pour laquelle le tartre d'une bouilloire peut être éliminé par la présence de vinaigre.

.....

.....

5 APP Identifier et écrire les deux couples acide-base mis en jeu dans le détartrage dû au vinaigre.

.....

.....

6 REA Écrire les demi-équations acide-base correspondantes aux deux couples acide-base précédents.

.....

.....

7 REA Écrire la représentation de Lewis de l'acide éthanoïque et celle de sa base conjuguée. Nommer cette dernière.

acide éthanoïque

.....

Document 3 : Nos océans deviennent plus acides, et c'est un danger !



Vidéo de 8'26
www.lemonde.fr/videos/video/2020/07/15/nos-océans-deviennent-plus-acides-et-c-est-un-danger_6046278_1669088.html



8 APP D'après la vidéo du Document 3, quel est le pH d'une eau de mer dans un cas normal ?

.....

.....

9 REA Calculer la concentration en ions oxonium d'une eau de mer dont le pH est égal à 8,1.

.....

.....

10 REA Montrer qu'une diminution de pH de 0,1 correspond à « 30 % d'acidité en plus » pour l'eau de mer.

.....

.....

.....

.....

11 REA/ANA Expliquer, en vous appuyant sur une transformation chimique que vous détaillerez, pourquoi l'augmentation de CO₂ dans l'air influe sur les organismes marins.

.....

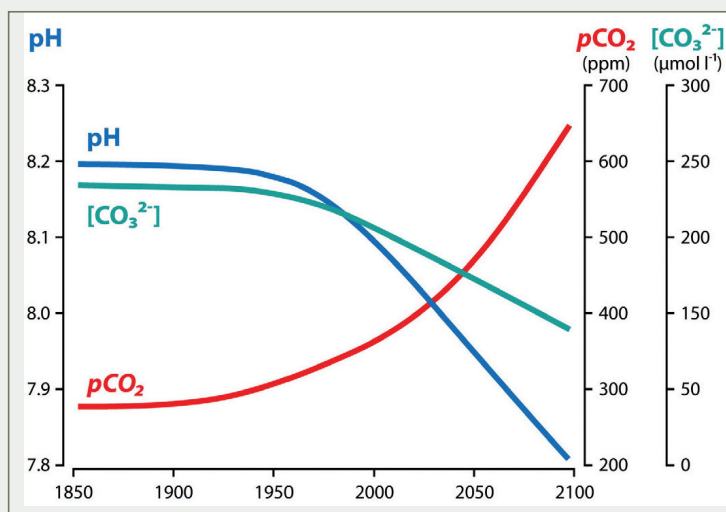
.....

.....

.....

Document 4 : L'homme : un perturbateur de l'océan

Évolution du pH des océans au cours des derniers siècles.



www.mediachimie.org/sites/default/files/FC4-22-mer.pdf



12 APP Détailler, d'après le Document 4, l'évolution prévisionnelle du pH des océans sur le dernier siècle.

.....

.....

.....

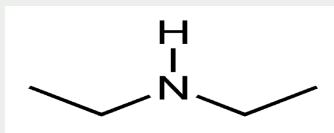
.....

Document 5 : Capture du CO₂

Pour essayer de diminuer le taux de dioxyde de carbone dans l'atmosphère produit industriellement, des recherches sont menées en vue d'en réaliser la capture.

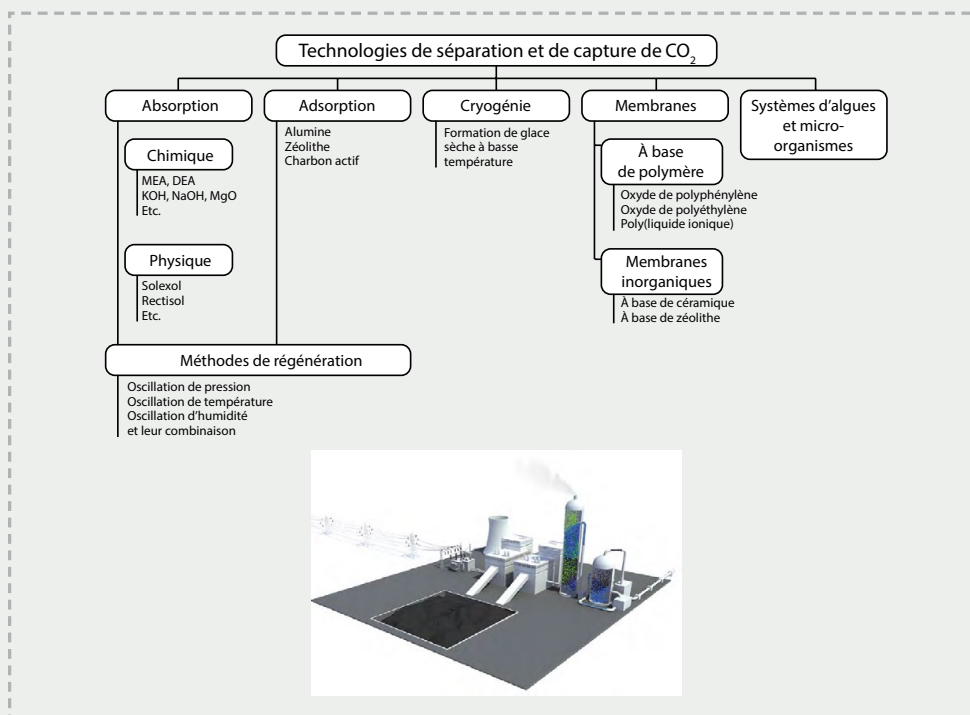
La capture du CO₂ d'origine industrielle peut se faire par une technologie basée sur un principe utilisant la réaction chimique entre le CO₂ et une base (mono ou di éthylamine) qui conduit à des composés stables dont il peut ultérieurement être extrait.

Écriture topologique de la di éthylamine (DEA) :



www.mediachimie.org/sites/default/files/chimie-climat-junior_chapitre7.pdf

Document 6 : Capture industrielle de CO₂ et modélisation d'une usine



13 RCO Écrire la formule semi-développée de la monoéthylamine (MEA).

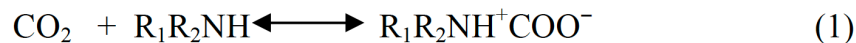
14 APP Quel est le procédé utilisé dans le Document 5 ?

.....

.....

Document 7 : La réaction entre le CO₂ et les amines secondaires

Caplow (1968) introduced a reaction mechanism for the reaction between CO₂ and amine based solvents on the formation of a zwitterion followed by the removal of a proton by a base B:



R₁ and R₂ represents substituted group attached to the amine group; B represents a base molecule which may be a hydroxyl ion, water or an amine-functionality. The carbamate formed, tends to undergo hydrolysis, thereby forming a bicarbonate species:



https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/6067104/thesis_P_Singh.pdf



- 15 **APP** Dans le cas de la DEA, à quoi correspondent les groupes alkyles R₁ et R₂ ?

.....

.....

- 16 **REA** Identifier le type de réaction modélisée par l'équation (2) en explicitant le rôle de chaque réactif.

.....

.....

- 17 **REA** Un zwitterion ou amphion est un ion formé à partir d'un transfert intramoléculaire entre le groupe caractéristique amine et le groupe caractéristique carboxyle. Donner la formule de molécule dont est issue l'amphion présent dans l'équation (1).

.....

.....

Pour aller plus loin

- Chercher comment fonctionne le procédé d'absorption du dioxyde de carbone et si les résultats actuels sont concluants.
- Chercher les propriétés chimiques des amphions et les couples acide-base auxquels ils peuvent appartenir.

1. Le numéro atomique de l'hydrogène est $Z = 1$ soit un proton présent dans l'atome. De plus, un atome étant électriquement neutre, il possède autant de protons que d'électrons soit 1 électron pour l'atome d'hydrogène. La configuration électronique de cet atome s'écrit donc : $1s^1$.

L'ion hydrogène correspond à la perte d'un électron par l'atome d'hydrogène qui n'en possède alors plus aucun soit $H^+ : 1s^0$.

2. L'ion hydrogène ne possède aucun électron et aucun neutron ($A - Z = 0$) car son nombre de masse $A = 1$ mais possède un proton. L'ion hydrogène est donc parfois appelé proton.

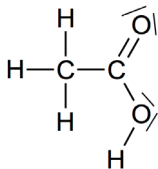
3. Un acide est une espèce chimique capable de céder un ou plusieurs ions hydrogène.

4. La raison pour laquelle le tartre d'une bouilloire peut être éliminé par la présence de vinaigre est que, d'après le document, les espèces chimiques qui sont produites lors de la réaction sont des ions solubles dans l'eau et un gaz, le dioxyde de carbone qui s'échappe lorsque la limite de solubilité dans l'eau est dépassée. Le solide correspondant au tartre est donc totalement transformé en ces espèces et a disparu sous la forme solide.

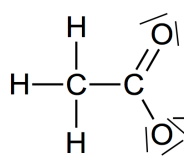
5. Les deux couples acide-base mis en jeu dans le détartrage dû au vinaigre sont : CH_3COOH/CH_3COO^- et $CO_2, H_2O / CO_3^{2-}$.

6. $CH_3COOH = CH_3COO^- + H^+$
 $H^+ + CO_3^{2-} = CO_2, H_2O$

7.



acide éthanoïque



ion éthanoate

8. Le pH d'une eau de mer dans le cas normal est de 8,1 d'après la vidéo.

9. $[H_3O^+] = c_0 \times 10^{-pH} = 1,0 \times 10^{-8,1}$
 $= 7,9 \times 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

10. Soit le pH initial pH_i et le pH final pH_f .

On peut écrire :

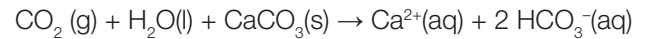
$$pH_i = -\log \frac{[H_3O^+]_i}{c_0} \quad \text{et} \quad pH_f = -\log \frac{[H_3O^+]_f}{c_0}$$

$$\text{donc} \quad pH_f - pH_i = -\log \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_i}$$

$$\text{soit} \quad \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_i} = 10^{(pH_f - pH_i)} = 10^{0,1} = 1,26$$

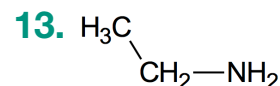
On en conclut donc que la concentration finale d'ions oxonium a augmenté de 26 % par rapport à la concentration initiale soit environ les 30 % annoncés.

11. Le CO_2 en milieu aqueux réagit avec le carbonate de calcium $CaCO_3$ composant la coquille de nombreux organismes marins, cette réaction est modélisée par l'équation chimique suivante :



Cette réaction produit des ions calcium et des hydrogénocarbonate en solution aqueuse. Par conséquent, la coquille des organismes marins composée de $CaCO_3$ se dissout peu à peu menaçant de nombreux organismes marins.

12. L'évolution prévisionnelle du pH des océans sur le dernier siècle est une diminution de celui-ci d'environ 0,3 qui est concomitant avec une augmentation du dioxyde de carbone qui aura environ doublé (de 350 à 650 ppm).



14. Le procédé de capture de dioxyde de carbone est le procédé d'absorption chimique d'après le **Document 6**.

15. $R_1 = R_2 = -CH_2-CH_3$

16. L'équation (2) est une équation acide-base et l'espèce chimique B joue le rôle de base car elle capte un ion hydrogène tandis que l'espèce chimique $R_1R_2NH^+COO^-$ est un acide (cédant son ion hydrogène).

17. La formule de molécule dont est issue l'amphion présent dans l'équation (1) est :

