



Acides et bases de Brønsted

le transfert d'ion hydrogène H^+

Dix exercices progressifs, entièrement corrigés, pour installer trois gestes qui reviennent à chaque sujet : repérer les couples acide-base en jeu, écrire l'équation de la réaction, et représenter le schéma de Lewis des quatre espèces au programme.

R-COOH

acide carboxylique

R-COO⁻

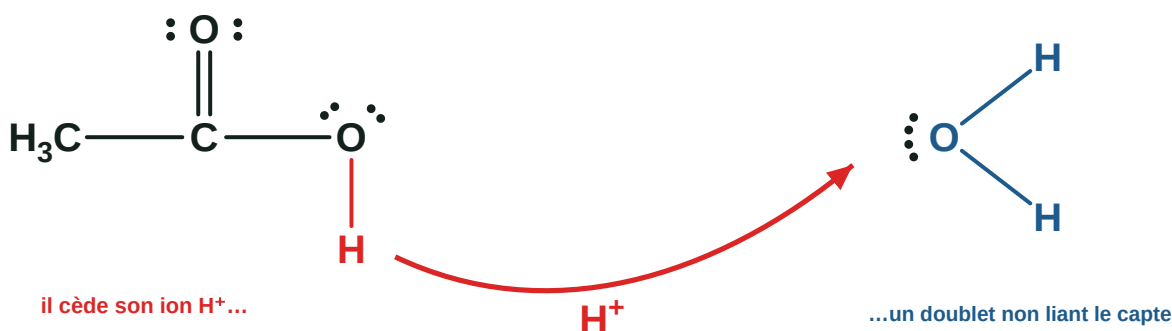
ion carboxylate

R-NH₂

amine

R-NH₃⁺

ion ammonium



10

EXERCICES
CORRIGÉS

9

CARTES
REPÈRES

3

NIVEAUX
PROGRESSIFS

100 %

DU PROGRAMME
OFFICIEL

Programme d'enseignement de spécialité physique-chimie, classe terminale de la voie générale · partie 1.A « Modéliser des transformations acide-base par des transferts d'ion hydrogène H^+ » · les trois capacités exigibles sont couvertes.



POUR COMMENCER

Comment travailler ce cahier	3
Le programme, capacité par capacité	3
Mémo de cours · 9 cartes repères	5
Quiz de positionnement · 16 questions	14
Corrigé du quiz & par où commencer	15

NIVEAU ★ · DÉCOUVERTE

01 Acide, base, ou ni l'un ni l'autre ?	VRAI/FAUX · QCM	16
02 Trois couples au tableau	LECTURE	17
03 Compléter un schéma de Lewis	À TROUS	18
04 Trois observations	EXPÉRIENCE	19

NIVEAU ★★ · MAÎTRISE

05 Le vinaigre	ACIDE CARBOXYLIQUE	20
06 L'odeur du poisson	AMINE	21
07 Détartre une bouilloire	ACIDE CARBONIQUE	22

NIVEAU ★★★ · TYPE BAC

08 Le comprimé effervescent	DEUX RÉACTIFS	23
09 La glycine	AMPHOTÈRE	24
10 L'acidification de l'océan	LE DÉFI	25

CORRIGÉS DÉTAILLÉS

Exercices 01 à 04	27
Exercices 05 à 07	32
Exercices 08 à 10	36

POUR FINIR

Fiche synthèse — tout le chapitre en 1 page	41
---	----

TROIS NIVEAUX, UNE PROGRESSION

★ **DÉCOUVERTE** Une notion à la fois, énoncés guidés, formats variés (vrai/faux, QCM, schéma à compléter, lecture d'observations). Objectif : installer les automatismes d'écriture.

★★ **MAÎTRISE** Une situation réelle par exercice — le vinaigre, une amine, le tartre — traitée du schéma de Lewis jusqu'à l'équation de la réaction.

★★★ **TYPE BAC** Format et exigences de l'épreuve : plusieurs couples en jeu, analyse critique d'une affirmation, exploitation de données réelles. Le n° 10 est volontairement plus dur que tout le reste.

13. Écrire la demi-équation du couple $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$.
14. Écrire la demi-équation du couple $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$.
15. On donne l'ion hydrogénosulfate HSO_4^- . Écrire le couple dont il est **l'acide**, puis la demi-équation correspondante. **Que peut-on alors dire de cette espèce ?**

02 Trois couples au tableau

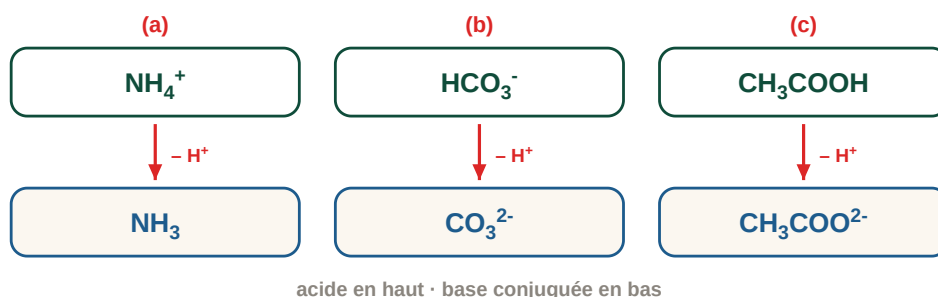
Repérer une erreur d'écriture · établir l'équation d'une réaction acide-base

★ □
20 min

Trois élèves ont écrit un couple au tableau. **Deux sont corrects, un ne l'est pas.** Repérer l'intrus prend dix secondes quand on connaît la bonne règle — c'est cette règle que l'exercice installe.

A • L'intrus

Trois couples écrits au tableau par trois élèves différents



1. Pour chacun des trois couples, indiquer si l'écriture est correcte. Justifier en une phrase.
2. Corriger le couple erroné, puis écrire sa demi-équation.
3. Quelle règle simple permet de repérer ce type d'erreur en deux secondes ?
4. Pour le couple **(b)**, donner le nom de chacune des deux espèces.
5. L'espèce du haut du couple **(b)** figure aussi dans un second couple, non représenté ici. Lequel ? **Qu'en déduit-on sur cette espèce ?**

B • Écrire des équations

SITUATION

On dispose de trois solutions aqueuses : de l'acide éthanóïque CH_3COOH , de l'ammoniac NH_3 , et de l'hydrogénocarbonate de sodium — qui apporte en solution des ions Na^+ (spectateurs) et HCO_3^- .

6. Écrire l'équation de la réaction entre l'acide éthanóïque et l'ammoniac. **Commencer par écrire les deux couples.**
7. Vérifier la conservation des éléments **et** celle de la charge.
8. Écrire l'équation de la réaction entre l'acide éthanóïque et l'ion hydrogénocarbonate, sachant que l'acide carbonique formé se décompose immédiatement en CO_2 et H_2O .
9. Que devrait-on observer en versant l'acide éthanóïque sur la solution d'hydrogénocarbonate de sodium ?
10. Écrire l'équation de la réaction entre l'ammoniac et l'eau.
11. Écrire l'équation de la réaction entre l'acide éthanóïque et l'eau.
12. Dans les questions 10 et 11, l'eau n'a pas joué le même rôle. Préciser lequel dans chaque cas. **Qu'en conclut-on sur l'eau ?**



C'est le second couple de l'eau (F4) : l'eau y intervient comme acide.

- 15 L'ion hydrogènesulfate porte encore un hydrogène cessible : il est l'acide du couple $\text{HSO}_4^-/\text{SO}_4^{2-}$, de demi-équation



Mais il est aussi la **base** du couple $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HSO}_4^-$. Appartenant à deux couples, comme acide dans l'un et comme base dans l'autre, l'ion hydrogènesulfate est amphotère (F5). Le préfixe « hydrogéo- » est d'ailleurs l'indice : il signale qu'il reste un hydrogène à céder sur une espèce déjà déprotonée une fois.

LE RÉFLEXE DU JOUR J

Sur toute question du type « donner la base conjuguée de... », fais les deux gestes dans l'ordre : **retirer un H**, puis **diminuer la charge de 1**. Le second est oublié une fois sur trois, et il coûte le point à lui seul.

02 Trois couples au tableau



A · L'intrus

- 1 (a) $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ — **correct** : un hydrogène en moins, charge de +1 à 0.
(b) $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_3^{2-}$ — **correct** : un hydrogène en moins, charge de -1 à -2.
(c) $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^{2-}$ — **incorrect** : en retirant un seul H^+ à une espèce neutre, on obtient une charge -1, et non -2.
- 2 Le couple correct est $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$, de demi-équation $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ (F7).
- 3 La règle : **en passant de l'acide à sa base conjuguée, la charge diminue exactement de 1 (F2)**. Il suffit donc de comparer les deux charges : si l'écart n'est pas d'une unité, l'écriture est fautive, sans avoir besoin de connaître les espèces.
- 4 HCO_3^- est l'**ion hydrogénocarbonate** et CO_3^{2-} l'**ion carbonate**. Le préfixe « hydrogéo- » signale précisément l'hydrogène supplémentaire porté par l'acide du couple.
- 5 L'ion hydrogénocarbonate est aussi la base du couple $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-$ (F9). Appartenant à deux couples, comme acide dans l'un et comme base dans l'autre, l'ion hydrogénocarbonate est amphotère (F5).

B · Écrire des équations

- 6 **Couples** : $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ et $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$. L'acide éthanóïque cède, l'ammoniac capte.
Demi-équations : $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}^+$ et $\text{NH}_3 + \text{H}^+ = \text{NH}_4^+$.
En additionnant, le H^+ se simplifie (F3) : $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{NH}_4^+$
- 7 **Éléments** : carbone 2 à gauche, 2 à droite ; hydrogène 4 + 3 = 7 à gauche, 3 + 4 = 7 à droite ; oxygène 2 et 2 ; azote 1 et 1.
Charge : 0 + 0 = 0 à gauche ; -1 + 1 = 0 à droite. L'équation est équilibrée.
- 8 **Couples** : $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ et $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}/\text{HCO}_3^-$ (F9). L'acide éthanóïque cède, l'ion hydrogénocarbonate capte :
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Contrôle : carbone 2 + 1 = 3 des deux côtés ; hydrogène 4 + 1 = 5 et 3 + 2 = 5 ; oxygène 2 + 3 = 5 et 2 + 2 + 1 = 5 ; charge -1 et -1.
- 9 Une **effervescence** : le dioxyde de carbone formé est peu soluble dans l'eau et s'échappe sous forme de gaz. C'est la signature visible d'un transfert d'ion hydrogène vers l'ion hydrogénocarbonate.
- 10 **Couples** : $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$ et $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$. Ici c'est l'eau qui cède : $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{HO}^-$
- 11 **Couples** : $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-$ et $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2\text{O}$. Ici c'est l'eau qui capte :
 $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$

