



TP 10 : LES SOLUTIONS TAMPONS

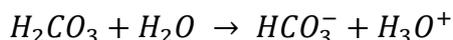
Introduction

Nous continuons aujourd'hui le travail commencé sur les acides et les bases. Rappelez-vous : pour mesurer le pH d'une solution, on utilise un pH-mètre qu'il faut préalablement étalonner. Pour cela, on dispose de 2 solutions : l'une à pH=4 et l'autre à pH=7. Ces solutions sont conservées très longtemps, et utilisées un grand nombre de fois par tous les élèves du lycée.

Pourtant, le simple fait de laisser à l'air une solution modifie son pH car le dioxyde de carbone contenu dans l'atmosphère peut se solubiliser dedans et forme de l'acide carbonique. On a en effet :



Puis l'acide carbonique libère facilement un proton pour former des ions oxonium :



Pour vous le prouvez, c'est très simple : mesurer le pH de l'eau distillée ! Vous verrez que l'on est à un pH acide, bien en-dessous de 7.

La question est donc :

Pourquoi peut-on se permettre de garder les solutions rouge (pH=4) et verte (pH=7) aussi longtemps, sans prendre de précautions particulière ?



Image : Diverses solutions utilisées pour étalonner le pH-mètre.

Objectifs

- Savoir ce qu'est une solution tampon
- Mesurer la variation de pH d'une solution tampon lors de l'ajout d'un peu de base et d'acide

I. Les solutions tampons

1. Mesure du pH de l'eau distillée

Expérience : Etalonner le pH-mètre et mesurer le pH de l'eau fraîchement distillée. Attendre 5 minutes et recommencer, noter la valeur du pH. Attendre 15 min et recommencer, noter la valeur du pH.

1) Commenter vos résultats.

2. Les solutions tampons

On peut lire sur Wikipédia :

En chimie, une **solution tampon** est une solution qui maintient approximativement le même pH malgré l'addition de petites quantités d'un acide ou d'une base, ou malgré une dilution.....

Une solution tampon est composée :

- soit d'un acide faible HA et de son anion A⁻.
Il s'agit par exemple du couple CH₃COOH/CH₃COO⁻, ou encore du couple NH₄⁺/NH₃.
- soit d'une base faible B et de son cation BH⁺.
On trouve dans le sang humain une solution tampon physiologique formée par le couple H₂CO₃/HCO₃⁻ qui maintient le pH sanguin entre 7,35 et 7,45.

On se propose de vérifier l'affirmation de la première phrase de l'extrait ci-dessus.

La classe sera divisée en **3 groupes**. Tous les binômes d'un même groupe disposent des mêmes solutions. Chaque binôme dispose d'une solution tampon dont le pH est inscrit sur le flacon ainsi que d'une solution d'acide ou de base, ou d'eau distillée et effectuera les mesures prévues ci-dessous, puis confirmera ou non l'affirmation de la première phrase de l'extrait cité.

Ensuite, chaque binôme ira chercher les résultats d'autres groupes pour établir une conclusion globale.

3. Mesures et interprétation

Précisions sur les manipulations :

- les volumes de 30 mL des solutions seront mesurés à l'éprouvette graduée
- un volume de 1 mL de solution acide ou basique à ajouter sera estimé à la pipette jetable
- un volume de 50 mL d'eau distillée sera mesuré à l'éprouvette graduée

Protocole :

- Etalonner le pH-mètre si nécessaire.
- Préparer 3 béchers avec 30 mL de solution tampon de pH _____ (voir ce qui est sur votre table). Les numéroter de 1 à 3. Mesurer le pH de la solution contenue dans le bécher 1. Noter la valeur dans le tableau.
- Ajouter 1 mL de solution de soude à 0,1 mol.L⁻¹, agiter 2 à 3 secondes le bécher à la main et noter le pH.
- Rincer **soigneusement** l'électrode (la plonger dans de l'eau) avant de faire la **mesure** avec le bécher 2. Noter le pH. Dans le bécher 2, ajouter ensuite 1 mL d'acide chlorhydrique à 0,1 mol.L⁻¹. Noter le pH.
- Rincer **soigneusement** l'électrode avant de passer au bécher 3, mesurer le pH, puis y ajouter 50 mL d'eau distillée et mesurer à nouveau le pH.
- Vider et rincer les béchers ; les numéroter 1', 2', 3' ; utiliser la solution acide ou basique à 10⁻³ mol.L⁻¹ ou de l'eau distillée suivant la solution tampon mise à disposition. Procéder comme précédemment pour voir la variation du pH dû à l'ajout d'un millilitre d'acide, de base, et de 50 mL d'eau distillée.

2) Compléter le tableau suivant à l'aide de vos résultats :

Bécher n°	1	2	3	1'	2'	3'
30 mL de solution	tampon ____	tampon ____	tampon ____	_____	_____	_____
ajout	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau
pH avant ajout						
pH après ajout						

3) Comment varie le pH des solutions tampons dans les béchers 1,2 et 3 ? Comparer avec les béchers 1', 2', et 3'.

4) Que penser de l'affirmation lue sur le site Wikipédia au vu de vos mesures ?

5) Récupérer les résultats des autres binômes dans les deux tableaux ci-dessous :

Bécher n°	1	2	3	1'	2'	3'
30 mL de solution	tampon ____	tampon ____	tampon ____	_____	_____	_____
ajout	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau
pH avant ajout						
pH après ajout						

Bécher n°	1	2	3	1'	2'	3'
30 mL de solution	tampon ____	tampon ____	tampon ____	_____	_____	_____
ajout	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau
pH avant ajout						
pH après ajout						

6) Que penser au vu des mesures réalisées par les autres binômes ?

4. La solution (S) est-elle une solution tampon ?

On dispose d'une solution (S) obtenue en mélangeant un volume V de solution d'acide éthanoïque avec le même volume V de solution d'éthanoate de sodium de même concentration égale à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

Proposer un protocole expérimental pour montrer que cette solution a les mêmes propriétés qu'une solution tampon. Faire valider le protocole par le professeur.

Réaliser le protocole. Inscrire les résultats de façon pertinente et conclure.

II. Effets thermiques lors de réactions acide-bases

Les réactions acides-bases sont des réactions exothermiques, c'est-à-dire qu'elles libèrent de la chaleur dans le milieu environnant. Aussi, lors de la réaction d'acides forts avec des bases fortes, l'élévation de température peut être très forte et brutal, entraînant alors un réel danger pour le manipulateur.

Il est donc souvent spécifié dans les protocoles « ajouter lentement l'acide... », ou « dans un bécher préalablement introduit dans de l'eau glacée, ajouter... ».

Le but de cette partie est de mesurer l'élévation de température lors de ce type de réaction et de constater par soi-même le réel danger encouru si l'on ne suit pas attentivement les protocoles.

Sécurité : les solutions utilisées sont concentrées ; le port de lunettes et la plus grande attention sont indispensables.

Solutions disponibles :

- acide chlorhydrique de concentrations 0,5 mol.L⁻¹, 1,0 mol.L⁻¹, 2,0 mol.L⁻¹
- soude de concentrations 0,5 mol.L⁻¹, 1,0 mol.L⁻¹, 2,0 mol.L⁻¹

On dispose aussi d'une sonde thermométrique et de 2 béchers. Tous les résultats seront notés dans le tableau ci-dessous référant les élévations de température lors de mélange d'acide et de base à 3 concentrations différentes. Suivez attentivement le protocole indiqué.

Concentration de chaque solution	Température avant réaction (en °C)	Température après réaction (en °C)	Variation de température (en °C)
0,5 mol.L ⁻¹			
1,0 mol.L ⁻¹			
2,0 mol.L ⁻¹			

Protocole :

- Commencer par les solutions les moins concentrées.
- Mesurer à l'éprouvette graduée notée A, 20 mL d'acide chlorhydrique et les introduire dans un bécher noté A.
- Mesurer de même 20 mL de soude avec l'éprouvette graduée marquée B.
- Mettre la sonde thermométrique dans le bécher A et noter la température une fois celle-ci stabilisée.
- Enlever la sonde sans la rincer et verser le contenu de l'éprouvette B dans le bécher A.
- Mélanger doucement 2 à 3 s avec la sonde et noter la température atteinte.
- Rincer la sonde.
- Faire de même avec les solutions plus concentrées.

7) Que peut-on en conclure ?

8) Peut-on conclure quant à l'influence des quantités de matière intervenant dans la réaction ?

9) Des solutions de concentration 5,0 mol.L⁻¹, initialement prévues au protocole, en ont été retirées. Pouvez-vous expliquer pourquoi ?

FICHE MATERIEL TP : SOLUTIONS TAMPONS

NOM : JANVIER	SALLE :	DATE :	HORRAIRE : de
----------------------	----------------	---------------	----------------------

Matériel partie solutions tampons :

par binôme :

pH-mètre + tampons pour réglage + papier Joseph

pot à yaourt

eau distillée

4 béchers 100 mL forme haute (pour d'autres béchers, il faudrait plus de solution pour que l'électrode trempe)

pipettes jetables

éprouvette graduée 50 mL

solutions (hors réglage pH-mètre)

tampon 4 (180 mL par binôme et pour 3 binômes)

tampon 7 (180 mL par binôme et pour 3 binômes)

tampon 10 (180 mL par binôme et pour 3 binômes)

solution HCl à $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ (180 mL par binôme et pour 3 binômes)

solution soude à $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ (180 mL par binôme et pour 3 binômes)

solution HCl à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ (10 mL par binôme)

solution NaOH à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ (10 mL par binôme)

solution (S) : mélange d'une solution d'acide éthanoïque à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ et d'une solution d'éthanoate de sodium à $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$ avec mêmes volumes de chaque solution. (180 mL par binôme)

Répartition des postes :

- 3 postes avec tampon 4 et acide chlorhydrique (les uns derrière les autres si salle 110)

- 3 postes avec tampon 10 et soude (les uns derrière les autres si salle 110)

- 3 postes avec tampon 7 et eau distillée (une mesure de moins à faire, mais plus d'attente de stabilisation vers pH = 7) (derrière les postes précédents)

Matériel partie effet thermique :

3 postes au fond ou côté fenêtre suivant la salle

Matériel :

solutions :

- acide chlorhydrique $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$,
- acide chlorhydrique $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$,
- acide chlorhydrique $2,0 \text{ mol.L}^{-1}$
- soude $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$,
- soude $1,0 \text{ mol.L}^{-1}$,
- soude $2,0 \text{ mol.L}^{-1}$

verrerie

- sonde thermométrique
- 3 béchers 100 mL
- burette graduée 25 mL
- pipette graduée 20 mL
- propipette
- pot à yaourt
- agitateur magnétique avec barreau

500 mL des solutions à $0,5 \text{ mol/L}$ et à 2 mol/L par classe

1 L de chaque solution à 1 mol/L par classe

Résultats MCV du 12/06/2012 : solutions tampons

cf TP Nathan p. 346

J'ai changé la concentration des solutions acide et basique car j'ai eu des pb pour mesurer le pH des solutions si peu concentrées si l'électrode n'est pas assez bien rincée.

C'est pourquoi j'ai insisté dans le protocole sur le **rinçage soigné**. Avec du 10^{-3} , ça marchait mieux qu'avec du 10^{-4} .

bécher n°	1	2	3	1'	2'	3'
30 mL de solution	tampon 4	tampon 4	tampon 4	HCl	HCl	HCl
ajout	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau
pH avant ajout	3,9	3,9	3,9	3,0	3,0	2,9
pH après ajout	3,9	3,8	4,2	11,1	2,4	3,2

bécher n°	1	2	3	1'	2'	3'
30 mL de solution	tampon 7	tampon 7	tampon 7	eau distillée	eau distillée	eau distillée
ajout	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau
pH avant ajout	7,0	7,1	7,0	6,6	8,7 ?	
pH après ajout	7,0	6,9	7,0	11,4	2,7	

bécher n°	1	2	3	1'	2'	3'
30 mL de solution	tampon 10	tampon 10	tampon 10	soude	soude	soude
ajout	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau
pH avant ajout	10,1	10,2	10,1	10,4	10,8	10,4
pH après ajout	10,2	10,1	10,1	11,6	2,5	10,3

Avec le mélange acide éthanoïque/ion éthanoate :

bécher n°	1	2	3
30 mL de solution	mélange	mélange	mélange
ajout	1 mL base	1 mL acide	50 mL eau
pH avant ajout	4,9	4,9	4,9
pH après ajout	4,9	4,9	4,9

Résultats MCV 11/06/2012 : Effet thermique

concentration de chaque solution	température avant réaction (en °C)	température après réaction (en °C)	variation de température (en °C)
0,5 mol.L ⁻¹	19,5	22,8	3,2
1,0 mol.L ⁻¹	19,5	25,7	6,2
2,0 mol.L ⁻¹	19,6	32,1	12,5
5,0 mol/L	19,6	49,9	30,3

A 5 mol/L : trop chaud, donc danger et j'ai supprimé – au moins pour mes élèves

Idée de protocole (après essai JB du 22/6) :

on peut mettre 15 mL d'acide (par ex) dans un bécher, mesurer la température.

mettre la soude dans la burette ; verser 5 mL de soude et regarder de combien varie la température.

Remettre 5 mL de soude ; mesure θ .

Recommencer de 5 mL en 5 mL ; et voir que pour 20 mL et 25 mL au total, il n'y a plus de montée de θ .(ou pas grand-chose)