

Étude de solutions tampons (Manipulation de TCE ou TD)

Élaboration de la manipulation, mesures et compte-rendu réalisé par les élèves de TC du lycée H. Fabre de Carpentras sur une incitation de leur professeur Ph. FAYE

1. BUT DE LA MANIPULATION

Un tampon est un mélange d'un acide faible et de sa base conjuguée.

Les solutions tampons sont des solutions dont le pH varie peu par dilution modérée (une dilution « infinie » conduirait tout tampon vers $\text{pH} = 7$).

Nous allons ici étudier les variations de pH d'une solution tampon lors d'un ajout d'acide fort ou de base forte.

2. ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

2.1. Préparation des solutions tampons

On prépare deux solutions tampons :

- couple acide éthanóique / ion éthanóate : $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} / \text{CH}_3\text{CO}_2^-$,
- couple ion ammonium / ammoniac : $\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$.

On mélange 20 cm^3 d'acide AH avec 20 cm^3 de sa base conjuguée A^- de même concentration $10^{-1}\text{ mol.l}^{-1}$. Dans le mélange : $[\text{AH}] = [\text{A}^-] = 5 \cdot 10^{-2}\text{ mol.l}^{-1}$ pour un volume $V_0 = 40\text{ cm}^3$.

2.2. Étude de l'effet tampon

On ajoute dans chaque mélange soit une solution d'acide chlorhydrique (acide fort) soit une solution d'hydroxyde de sodium (base forte) à la concentration $C_a = C_b = 10^{-1}\text{ mol.l}^{-1}$.

Le pH du mélange est mesuré avec une électrode combinée reliée à un pHmètre. Le mélange est homogénéisé par agitation magnétique.

2.3. Mesures

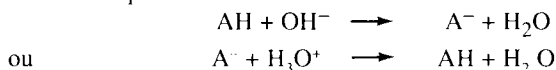
Le travail est réparti entre les différents groupes. Pour chaque ajout d'un volume V_a d'acide fort (ou V_b de base forte) la concentration molaire volumique ajoutée $C = \frac{C_a V_a}{V}$ (ou $\frac{C_b V_b}{V}$) est calculée et le pH mesuré.

A partir des tableaux de mesure regroupant les résultats sont réalisées les représentations graphiques : $C = f(\text{pH})$.

3. INTERPRÉTATIONS DES RÉSULTATS

On constate que les variations de pH sont de plus en plus importantes au fur et à mesure que l'on ajoute de l'acide ou de la base ; l'effet tampon diminue.

Lorsque l'on ajoute H_3O^+ ou OH^- dans une solution tampon, ceux-ci sont immédiatement éliminés respectivement par A^- ou AH selon les équations suivantes :



Ceci «amortit» les variations de pH d'où l'effet dit tampon.

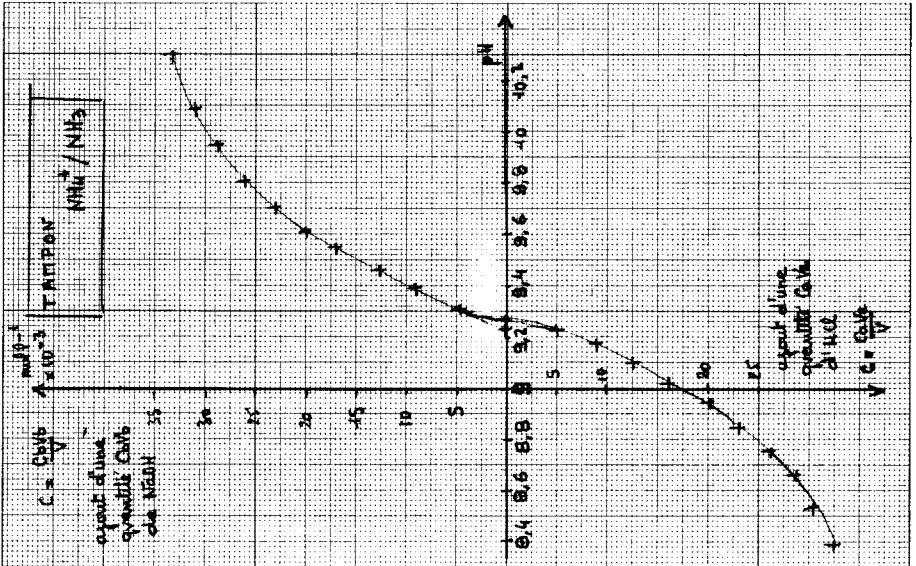
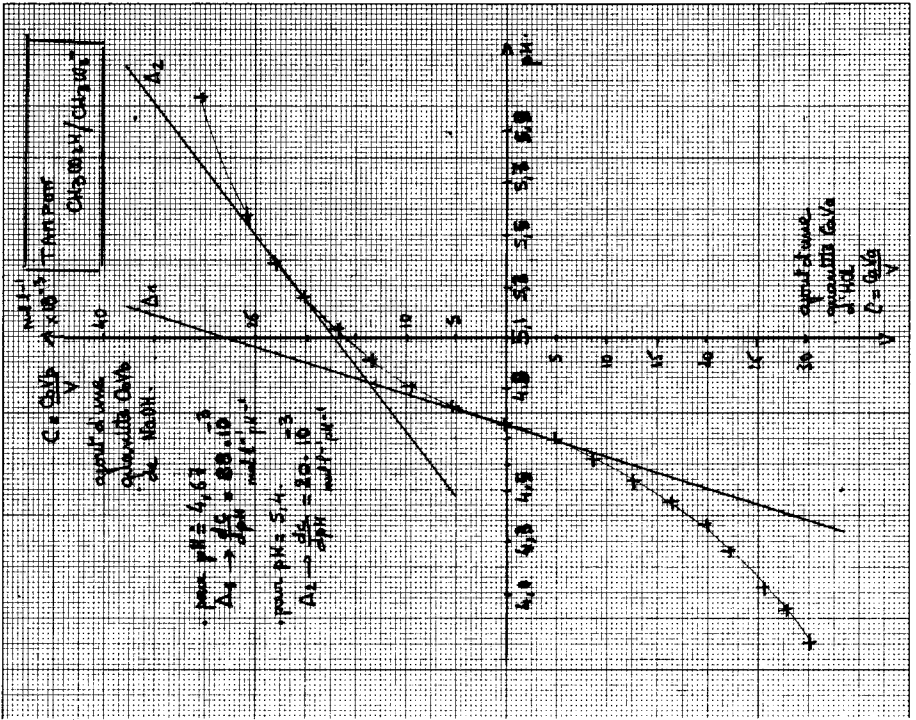
Lorsque l'on ajoute plus d' H_3O^+ que ce qu'il n'y a d' A^- ou bien plus d' OH^- que ce qu'il n'y a d' AH alors le pouvoir tampon disparaît. C'est le cas ici, lorsque V_b ou V_a ajouté est supérieur à 20 cm^3 .

Complément :

Pour mesurer l'effet tampon on peut s'intéresser au taux de variation du pH en fonction de C soit $\frac{\Delta \text{pH}}{\Delta C}$. Ce taux est faible pour un tampon efficace.

On préfère définir :

– le pouvoir tampon moyen par $\Delta C / \Delta \text{pH}$, de valeur élevée pour un tampon efficace,



– le pouvoir tampon, pour une valeur donnée du pH, par $T = d(C)/d(\text{pH})$, dérivée de la fonction $C = P(\text{pH})$. En pratique, T se détermine par la mesure du coefficient directeur de la tangente à la courbe, au point de pH choisi.

Notre expérience montre que T est maximal pour $\text{pH} = \text{pK}_a$; il diminue lorsque le pH du mélange s'écarte de cette valeur.

On peut prévoir qu'une solution tampon réalisée à partir de solutions initiales plus concentrées aurait un pouvoir tampon plus élevé et conserverait ses propriétés lors d'un ajout relativement plus important d'acide ou de base.