

TP 1 : Titrage de la glycine

Capacités expérimentales travaillées :

- Identifier et exploiter la réaction support de titrage
- Mettre en œuvre et exploiter un protocole expérimental correspondant à un titrage direct
- Suivre un titrage par pH-métrie et conductimétrie

Fiches méthode à consulter :

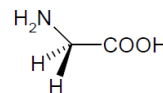
- Sécurité au laboratoire de chimie
- Dosages et Titrages
- pHmétrie
- Conductimétrie

La glycine est le plus simple des acides aminés. Sa formule est fournie ci-contre :

Sa formule brute est $C_2H_5O_2N$ et sa masse molaire est $M = 75,1 \text{ g.mol}^{-1}$.

Cet acide aminé est dit « non-essentiel » : notre corps est capable de le synthétiser. Cependant, un apport sous forme de complément alimentaire peut être utile, notamment chez les sportifs. En effet, la glycine réduit la fatigue et favorise la prise de masse musculaire. La dose journalière recommandée est généralement 4,5 g de glycine par jour mais peut dépendre de l'individu.

La glycine est vendue sous forme solide, qu'il convient de dissoudre dans de l'eau. On dispose pour ce TP d'une solution de glycine déjà préparée au laboratoire.



Objectif : Déterminer le volume de solution à boire par jour pour ingérer la masse de glycine recommandée.

Document 1 : Propriétés chimiques de la glycine

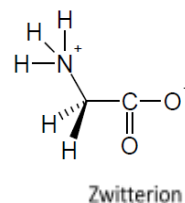
Les acides aminés contiennent à la fois une fonction acide carboxylique et une fonction amine. Ce sont des **espèces amphotères**, c'est-à-dire qu'ils se comportent comme des acides et comme des bases. De plus, un acide carboxylique étant plus acide ($pK_A \approx 5$) qu'un ion ammonium ($pK_A \approx 9$), les acides aminés existent en solution aqueuse sous forme d'ammonium-carboxylate (représenté ci-dessous).

Une telle espèce, neutre, mais aussi à la fois cation et anion, est appelée un **zwitterion**.

En solution aqueuse, on assiste à l'établissement de divers équilibres acido-basiques dus aux groupes fonctionnels concernés. Selon le pH du milieu, la glycine peut exister principalement sous forme de cation diprotonné AH_2^+ , sous forme d'amphion AH , ou sous forme d'ion 2-aminocarboxylate A^- .

Les couples acido-basiques AH_2^+/AH et AH/A^- sont caractérisés par la valeur de leurs pK_A respectifs, que l'on notera pK_{A1} et pK_{A2} .

On donne : $pK_{A1} = 2,3$ et $pK_{A2} = 9,8$ pour la glycine.



Document 2 : Matériel et produits à disposition

Liste de matériel :

- Bécher 250 mL
- Éprouvette 100 mL
- Pipette jaugée 20 mL
- Pipette jaugée 30 mL
- Burette graduée 25 mL
- pH-mètre
- Conductimètre

Solutions :

	Pictogramme de sécurité et mention de danger
Glycine	
Acide chlorhydrique ($0,1 \text{ mol.L}^{-1}$)	
Solution d'hydroxyde de sodium ($C_b = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$)	

Données pour ce TP :

Conductivités ioniques molaires des ions présents :

Ion	Na^+	H_3O^+	Cl^-	HO^-	AH_2^+	A^-
$\lambda^\circ (mS.m^2.mol^{-1})$	5,0	35,0	7,63	19,9	3,4	1,5

Préparation théorique (à faire avant de venir en TP) :

1. Compléter le *document 2* en indiquant les pictogrammes de sécurité et les mentions de danger des différents produits chimiques utilisés pour ce titrage.
2. Représenter sur un diagramme de prédominance les différentes formes acido-basiques de la glycine.
3. Rappeler les caractéristiques que doit vérifier une réaction support de titrage.

Lire le protocole de titrage présenté dans la partie expérimentale pour répondre aux questions suivantes.

4. Sous quelle forme acido-basique est présente majoritairement la glycine au début du titrage ?
5. Écrire les équations bilan des trois réactions qui se produisent pendant le titrage et calculer leurs constantes de réaction.
6. Déterminer quelles réactions donneront lieu à des titrages successifs et à des titrages simultanés. En déduire le nombre de sauts attendus sur la courbe de suivi du titrage $pH = f(V_b)$, où V_b est le volume de soude ajouté au cours du titrage.
7. Prévoir l'allure de la courbe du titrage conductimétrique, en vous aidant de la méthode présentée dans la *fiche méthode conductimétrie*. On détaillera 3 segments de courbe : $V < V_{eq1}$, $V_{eq1} < V < V_{eq2}$ et $V > V_{eq2}$

Travail pratique

- Dans un bécher de 250 mL, verser un volume $V_0 = 50,0$ mL de boisson à la glycine de concentration molaire C_0 inconnue.
- Ajouter un volume V_a d'environ 80 mL de solution d'acide chlorhydrique HCl à $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$.
- Titrer le mélange par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (base forte) de concentration $c_b = 1,00 \text{ mol.L}^{-1}$ et suivre le titrage par pHmétrie. Tracer sur la courbe $pH = f(V_b)$.

- ☐ Déterminer la concentration C_0 de la solution de glycine.
- ☐ Peut-on retrouver sur la courbe $pH = f(V_b)$ les valeurs des deux pK_a de la glycine ?

- Recommencer le titrage précédent en réalisant cette fois un titrage conductimétrique.
- Tracer les courbes $pH = f(V_b)$ et $\sigma = f(V_b)$ sur le même graphique

- ☐ Comparer les méthodes de suivi pHmétrique et conductimétrique.
- ☐ Peut-on retrouver sur la courbe $pH = f(V_b)$ les valeurs des deux pK_a de la glycine ?
- ☐ À partir des résultats obtenus par l'ensemble des binômes, calculer la concentration moyenne en glycine dans la solution ainsi que l'incertitude-type sur cette valeur en effectuant une évaluation de type A.
- ☐ En déduire le volume de solution à boire pour ingérer la masse de glycine recommandée.

Simulation du titrage (à faire en plus si vous avez le temps) :

Il est possible de simuler le titrage en utilisant le logiciel libre de calcul "Dozzaqueux". Pour cela, suivre le protocole suivant :

- Ouvrir "Dozzaqueux". Le premier onglet est l'onglet "Choix des réactifs:bécher".
- Fixer le volume total du bécher à 130 mL
- Pour ajouter une espèce dans le bécher :
 - Cliquer sur le bouton "Rechercher une espèce" puis "par la formule brute"
 - Rentrer la formule brute de l'espèce
 - Cliquer sur le bouton ok
 - Cliquer sur le bouton correspondant à l'espèce indiquée
 - Entrer sa concentration
- Ajouter dans le bécher les quantités de matières : 0.005 mol de glycine $C_2H_5NO_2$ et 0.008 mol de HCl
- Cliquer ensuite sur le bouton "Valider et passer à la burette".
- Ajouter dans la burette une solution de soude à 1,00 mol.L⁻¹
- Cliquer sur "Valider" jusqu'à arriver à l'onglet "Choix des courbes"
- Dans l'onglet "Choix des courbes" :
 - Cliquer sur "définir la grandeur portée en abscisse" et choisir le volume "V".
 - Cliquer sur "Ajouter une grandeur en ordonnée" et choisir le "pH"
 - Cliquer sur "Ajouter une grandeur en ordonnée" et choisir la conductivité "gamma"

Si vous avez eu le temps de le faire, joindre la courbe simulée à votre compte-rendu.

? **Écrire un compte-rendu par binôme** présentant la démarche suivie pour le titrage de la glycine, répondant aux questions posées dans le sujet, exploitant vos résultats et répondant à la problématique posée. Pour cela, aidez-vous de la liste ci-dessous de points à aborder lors de la rédaction du compte-rendu.

Points à aborder lors de la rédaction d'un compte-rendu type pour un titrage

Principe du titrage :

- Objectif
- Équation(s) support(s) du titrage et constante(s) d'équilibre thermodynamique(s) pour ces réactions : réactions successives ou simultanées ?
- Caractéristiques des réactions pour la faisabilité d'un titrage
- Choix du (ou des) suivi expérimental
- Schéma du dispositif légendé

Suivi du titrage

- Pour un suivi conductimétrique : tableau récapitulatif des ions pour prévoir les pentes
- Courbes annotées

Résultats et exploitation

- Valeur du ou des volumes équivalents
- Comparaison des différentes méthodes de suivi si plusieurs ont été utilisées
- Relation entre quantités de matière à l'équivalence
- Calcul des concentrations
- Incertitudes sur le résultat

Conclusion : Réponse à l'objectif