



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de L'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique



UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEM  
FACULTÉ DES SCIENCES  
DÉPARTEMENT DE PHYSIQUE

## Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de

### Master en physique

OPTION: PHYSIQUE DES POLYMÈRES

Présenté par

**M<sup>me</sup> BOUCHEFRA ZAKIA**

sur le thème :

***Interaction polymère - glycine***

*Soutenu publiquement le 02 juillet 2017 devant le jury composé de :*

Mr B. DALI Youcef                      Docteur Université de Tlemcen                      Président  
Mme N. Diaf                      M. A. Université de Tlemcen                      Examinatrice  
Mer A. BOUSSAID Professeur à l'Université de Tlemcen Encadreur

**Année universitaire : 2017/2018**

**SOMMAIRE**

---

<b>Introduction générale</b>	1
<b>PARTIE -A-</b>	
<b>Chapitre I : Les polymères</b>	4
I.I. Introduction	5
I.II. Les polymères	5
I.II.1. Définition	5
I.II.2. Différents types de polymères	7
I.III. Les polyélectrolytes	9
I.III.1. Définition	9
I.III.2. Propriétés thermodynamiques	10
I.III.3. Quelques paramètres importants des polyélectrolytes	11
I.III.3.1. Longueur de Bjerrum	11
I.III.3.2. Paramètre de charge	11
I.III.3.3 Longueur d'écran de Debye	11
I.III.4. Applications des polyélectrolytes	12
I.IV. Les polyacrylamides	13
I.IV.1. Définition	13
<b>Chapitre II : Les acides aminés</b>	18
II.I. Introduction	19
II.II. Les acides aminés	19
II.II.1. Généralités	19
II.II.2. Définition	19
II.II.3. Propriété physico chimiques des acides aminés	20

II.II.3.1. Propriétés physiques	20
II.II.3.2. Les propriétés chimiques	20
II.II.4. Equilibres acido-basiques	20
II.II.6. Rôles des acides aminés	21
II.III. Glycine	21
II.III.1. Définition	21
II.III.2. Identification de la molécule de Glycine	22
II.III.3. Titration de glycine	23
II.III.4. Courbe de Titration	24
II.III.5. Diagrammes de répartition des espèces	25
<b>Chapitre III : La conductivité</b>	<b>28</b>
III.I. Introduction	29
III.II. La conductivité électrique	29
III.II.1. Définition	29
III.II.2. Conductivité des solutions	31
III.II.2.1. Solution conductrice des électrolytes	31
III.II.2.2. Expression de la conductivité d'une solution aqueuse électrolytique	32
III.II.3. Effet de la concentration	34
III.II.4. Influence de la masse molaire	35
<b>PARTIE -B-</b>	
<b>PARTIE EXPERIMENTALE</b>	<b>38</b>
I. Mesure de la conductivité de l'eau	39
II. Titration de la glycine	39
III. Mesure de la conductivité de la glycine	39
IV. Conductivité du polyacrylamide co acide acrylique	40
V. Conductivité du polyacrylamie cationique	41

VI. Conductivité du système ternaire Polyacrylamide cationique-eau-glycine pour différent pH	42
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	47

GIRDAC

# CHAPITRE I :



*RAPPELS SUR  
LES POLYMERES*

GIRDV

## **II. INTRODUCTION :**

Avec la découverte des hydrocarbures, les polymères sont devenus des matériaux utilisés couramment dans l'industrie moderne. Ce secteur des matériaux à base de polymères connaît,

durant ces dernières décennies, un développement intensif. La littérature sur ce sujet est immense et très riche. Les peintures ou les matériaux plastiques sont des polymères ayant des propriétés certes très différentes, mais qui sont toutes dues à la structure des chaînes macromoléculaires très longues.

La chimie des polymères consiste en l'étude des propriétés à l'échelle moléculaire qui dépendent fortement de leur nature chimique, tandis que la physique des polymères suppose décrire ces propriétés par un nombre restreint de paramètres à partir desquels elle s'efforce d'obtenir des résultats plus généraux: solubilité, configuration, élasticité, viscosité, etc.

Les macromolécules sont le centre de grands intérêts scientifiques, économiques, industriels et autres. Elles présentent une grande variété de propriétés très utiles pour des applications pratiques mécaniques, thermiques, électriques, optiques,... [1]

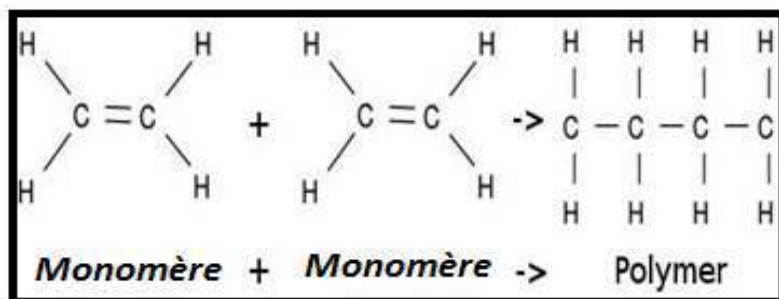
## I.II. Les polymères :

### I.II.1. Définition :

On appelle polymère une grande molécule constituée d'unités fondamentales appelées monomères (ou motifs monomères) reliées par des liaisons covalentes.

Un monomère est un composé constitué de molécules simples pouvant réagir avec d'autres monomères pour donner un polymère. Contrairement au polymère, un monomère a une faible masse moléculaire.

Le terme macromolécule est souvent utilisé à la place de polymère.



*Figure I.1 : Accouplement des monomères*

La polymérisation est la réaction qui, à partir des monomères, forme des composés de masse moléculaire plus élevée, les polymères ou macromolécules (Figure I.1 et Figure I.2). Les noyaux des monomères sont le plus souvent constitués d'un atome de carbone (molécules organiques) ou d'un atome de silicium (polymères siliconés).

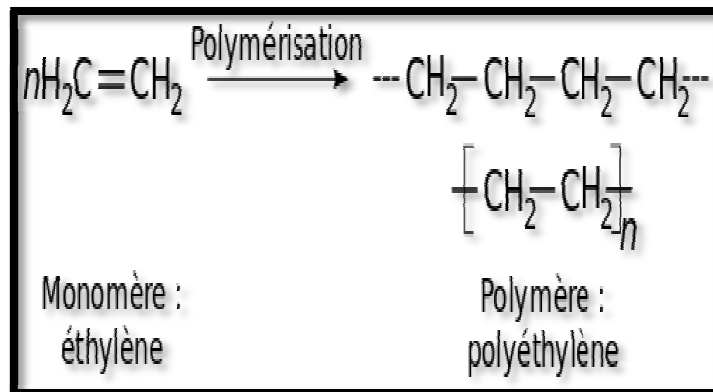


Figure I.2 : Polymérisation d'un monomère d'éthylène.

Un homopolymère est un polymère qui comporte des motifs monomères tous identiques.

Un copolymère est un polymère qui comporte des motifs monomères de deux ou plusieurs sortes différentes.

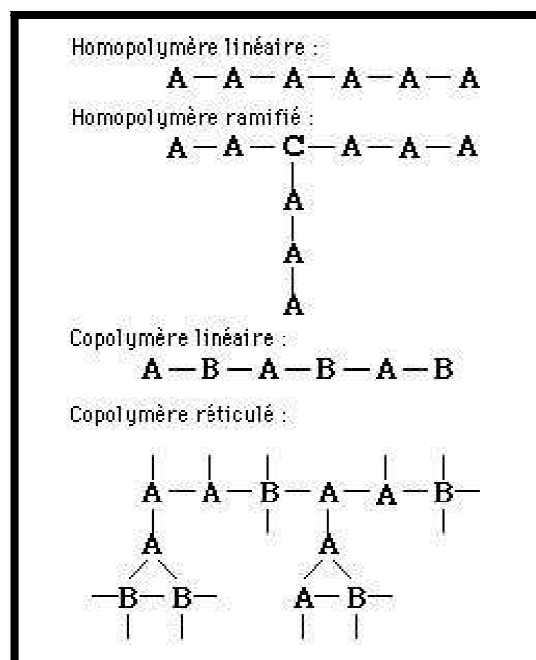


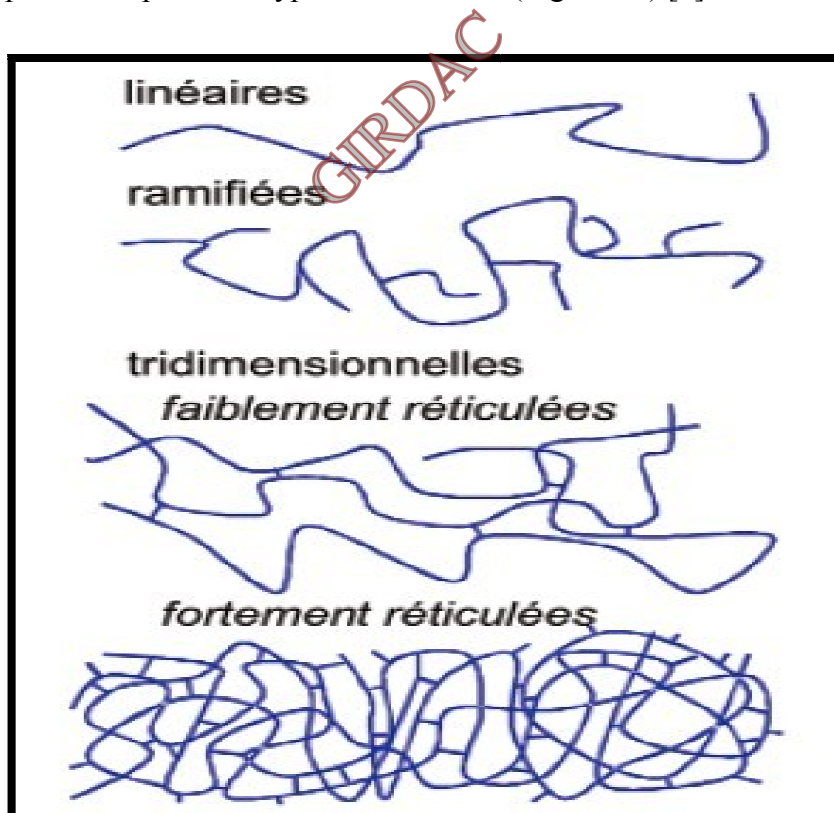
Figure I.3 : Présentation d'un homopolymère et d'un copolymère

Les polymères peuvent être d'origine naturelle (animale ou végétale) ou d'origine synthétique. Les macromolécules naturelles sont les caoutchoucs, les polysaccharides, le glycogène, l'ADN, les protéines... Les macromolécules synthétiques sont représentées par exemple, par le polyéthylène, le polypropylène, le polystyrène, les polyesters, les polycarbonates, les polysiloxanes, les polyamides... [2]

### I.II.2. Différents types de polymères :

La structure d'une macromolécule, du point de vue nature chimique et de point de vue conformation spatiale, a un rapport essentiel avec les propriétés finales attendues pour l'utilisation du matériau (pur ou composite) élaboré à partir de cette macromolécule.

L'arrangement moléculaire a un rôle fondamental dans la structure des macromolécules. Une chaîne de polymère représentée simplement en termes de perles liées ensemble (molécules ou monomères), peut avoir plusieurs types de structures (Figure I.4) [3].



**Figure I.4** : Représentation schématique des différentes structures moléculaires des polymères.



Les polymères linéaires et branchés sont solubles dans les solvants organiques et fusibles. Ces polymères ont un comportement thermoplastique, c'est-à-dire qu'ils sont liquides à haute température.

Les polymères réticulés constituent des réseaux tridimensionnels insolubles et infusibles. Certaines chaînes latérales sont liées à la chaîne principale, les ramifications peuvent être dues à des impuretés ou à la présence de monomères ayant plusieurs groupes réactifs (fonctionnalité >2).

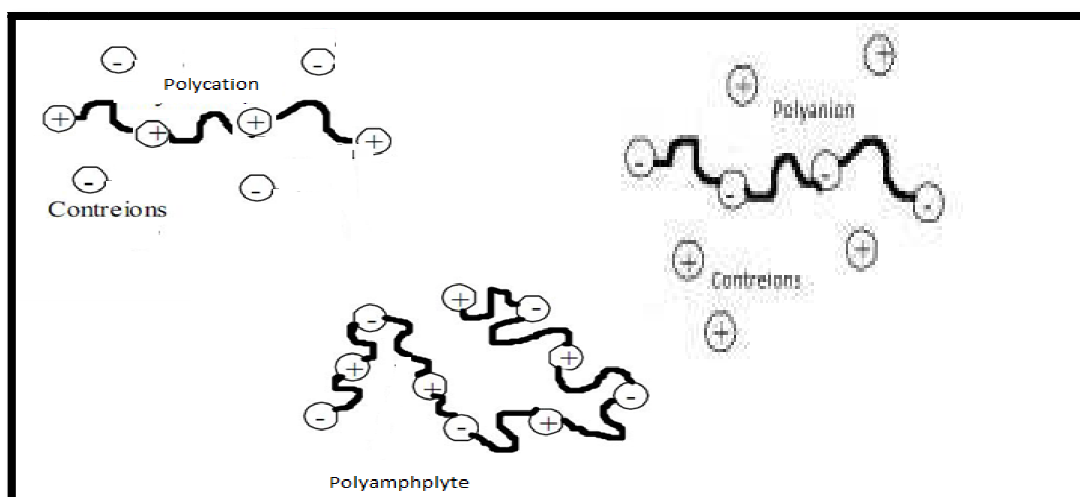
En présence de solvants, ils gonflent plus ou moins fortement en fonction des caractéristiques du solvant (ex : les polyacrylates). C'est en étudiant la variation du taux de gonflement pour différents échantillons que l'on peut déterminer la masse moléculaire moyenne entre les liaisons pontales [4].

### I.III. Les polyélectrolytes :

#### I.III.1. Définition :

GIRDAC

Les polyélectrolytes sont des polyions portant des charges de même signe. Les chaînes sont stabilisées en solution aqueuse par les interactions électrostatiques répulsives. Ce sont des systèmes constitués de macromolécules chargées appelées macro ions ou polyions (polycations ou polyanions) qu'elles soient chargées positivement ou négativement.



*Figure I.5* : Schéma représentant des polymères chargés

Les petites molécules ayant des charges opposées à celles du macroions sont appelées contreions. Il peut y avoir deux types de contreions. Ceux libérés par les macromolécules en solution et ceux dû à un sel ajouté. On ajoute souvent un sel à la solution pour changer la force ionique et diminuer l'effet des interactions électrostatiques par écrantage des charges. Le sel ajouté introduit des ions de charges opposées à celles des macroions appelés contreions, dont la présence est absolument indispensable pour garantir l'électroneutralité globale de la solution et d'autres ions portant une charge de même signe que celle portée par les polyions, appelés co-ions. La différence dans le comportement entre les polymères neutres et les polyélectrolytes provient du fait qu'il existe un fort potentiel électrique au voisinage du polyion de la solution du polyélectrolyte qui fait modifier de nombreuses propriétés. Les

polyélectrolytes ont un double caractère, ils sont en même temps "polymère" et "électrolyte". Plus précisément, les polyélectrolytes sont dominés par l'omniprésence des polyions très gros, lourds, chargés et lents, mais par ailleurs, ils restent des mélanges de charges. Les polyméristes considèrent plus le caractère "polymère" et négligent le caractère électrolyte. Ils considèrent une solution de polyélectrolyte comme un système ne contenant qu'une espèce de particules, les polyions qui interagissent via le potentiel effectif de type coulombien sont écrantés. Au contraire, les électro-chimistes retiennent avant tout, qu'un polyélectrolyte est un électrolyte. Ils ont toujours l'idée que c'est un mélange de charges, mais ont tendance à négliger certaines de ces charges qui sont très importantes. Ils appliquent directement aux polyélectrolytes les lois simples des électrolytes, remplaçant simplement les faibles charges de valence des électrolytes par les fortes charges de valence de polyion [5].

### **I.III.2. Propriétés thermodynamiques :**

L'ensemble des propriétés physico-chimiques des polyélectrolytes est affecté par la présence des charges. En particulier, la viscosité, la pression osmotique et l'intensité de la lumière diffusée, sont très différentes de celles des macromolécules neutres (non chargées) par suite des possibilités d'allongement accru de la chaîne.

D'autre part, les liaisons entre les charges élémentaires modifient très sensiblement les caractéristiques thermodynamiques et électrochimiques, telles que le coefficient d'activité, les constantes de dissociation acide-base et les propriétés de transport.

L'étude théorique des polyélectrolytes en solution est complexe, et le seul moyen de faire ces études est de comparer le comportement des solutions des polyélectrolytes avec celui des polymères neutres, d'une part, et avec celui des solutions d'électrolytes simples d'autre part. Le non idéalité du comportement des solutions de polyélectrolytes est une conséquence du fort potentiel électrostatique qui existe au voisinage du polyion. Les contre-ions sont piégés dans ces régions de fort potentiel et perdent leur identité d'espèces indépendantes mobiles. Le problème de la distribution des contre-ions dans la solution et de la répartition des charges dans le polyion et leur interaction avec les contre-ions est très important. En effet, si la chaîne de polyélectrolyte est flexible, tout facteur modifiant l'ionisation provoque un changement de la conformation du polyélectrolyte.

Une théorie complète du potentiel électrostatique du polyion et de la distribution des contre-ions devrait donc tenir compte des changements de distribution des charges du polyion, qui accompagne nécessairement une modification de conformation. En réalité, le problème a toujours été traité simplement.

Le potentiel électrostatique est calculé pour une conformation fixée de polyion et pour une distribution donnée des charges du polyion. Deux modèles principaux ont été envisagés : dans l'un, l'enchaînement macromoléculaire est supposé de former une pelote statistique tandis que dans l'autre, les charges sont réparties sur un édifice à symétrie sphérique [6].

### I.III.3. Quelques paramètres importants des polyélectrolytes :

#### I.III.3.1. Longueur de Bjerrum :

Si nous considérons deux charges élémentaires distinctes, la distance d'équilibre fixée par la compensation entre l'énergie électrostatique et l'énergie thermique  $k_B T$  est appelée **longueur de Bjerrum**, notée  $l_B$  :

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 l_B} = k_B T \quad [I.1]$$

Où  $\epsilon$  est la constante diélectrique du milieu.  $l_B$  vaut 7Angstrums dans l'eau à température ambiante.  $k_B$  est la constante de Boltzmann.

#### III.3.2. Paramètre de charge :

Le paramètre de charge est :

$$\xi_c = \frac{l_B}{l} \quad [I.2]$$

Où  $l$  est la distance curviligne entre deux charges consécutives et  $l_B$  est la longueur de Bjerrum.

### III.3.3 Longueur d'écran de Debye

La longueur d'écran  $\kappa^{-1}$  détermine la distance maximale en dessous de laquelle l'atmosphère ionique de la solution ne viendra pas perturber de façon appréciable le champ électrique  $\Psi_c$  créé autour d'une charge ponctuelle  $i$  par une charge  $j$  distante de  $r$ . Dans l'approximation de Debye-Hückel :

$$\Psi = k_B T \frac{l_B}{r} \exp(-\kappa r) \quad [I.3]$$

Avec  $\kappa^2 = 4\pi l_B I$  où  $I$  est la force ionique.

Dans le cas des polyélectrolytes, on admet généralement que les charges portées par la chaîne ne participent pas à l'expression de la longueur d'écran.

### I.III.4. Applications des polyélectrolytes :

Les polyélectrolytes sont des polymères dont une partie ou la totalité des motifs comporte une ou plusieurs fonctions ioniques. Ils ont été l'objet de beaucoup d'attention ces dernières décennies par suite de nombreuses utilisations [7,8], notamment de par leurs propriétés électrochimiques [9] et d'échange ionique. En effet, ces polymères ioniques sont employés pour le stockage d'énergie, la production de chloroalcanes par électrolyse [7], pour l'électrocatalyse, en électrochimie organique, en bio-électrochimie, en photo-électrochimie, en analyse (osmose inverse [10], membranes semi-perméables en polysulfones [11,12], etc...), pour l'ultrafiltration [13], pour les procédés électro-membranaires [14] (électrodialyse [7, 10, 15], électro-déionisation notamment pour la désalinisation de l'eau de mer [14] etc...), pour la séparation d'acides aminés, pour les capteurs (humidité etc.) et sondes, pour les affichages électrochromes, dans différents dispositifs électroniques, pour l'écrantage aux micro-ondes, pour la protection contre les corrosions, etc. L'émergence de membranes échangeuses de protons pour les piles à combustible (PEMFC) a considérablement dynamisé les recherches dans ce domaine. Les moyens d'étude et de caractérisation se sont largement développés. Les connaissances pour adapter les polymères connus ou pour en créer de nouveaux avec de nouvelles fonctionnalités se sont largement développées.

Les polyélectrolytes trouvent des applications importantes, notamment dans le domaine industriel tels que l'industrie agro-alimentaire, la médecine, l'industrie cosmétique, l'industrie papetière ou encore l'industrie pétrolière.

- ✓ L'industrie pétrolière, surtout dans la récupération assistée du pétrole en utilisant la viscosité due aux effets de charges.
- ✓ L'industrie des peintures, pour obtenir la qualité en améliorant l'adhésion et l'homogénéité.
- ✓ L'industrie textile.
- ✓ L'industrie du papier : les super absorbants, par exemple, sont des gels de polyélectrolyte. Ils peuvent absorber une masse d'eau liquide équivalente à mille fois leur masse déshydratée.
- ✓ Le traitement des eaux usées et des minerais grâce aux propriétés de floculation.

Une autre application intéressante est qu'on peut agir sur les polyélectrolytes avec un champ électrique. Ceci est mis à profit en électrophorèse, technique analytique qui permet de séparer des macromolécules en fonction de leur charge [16, 17, 18, 19, 20].

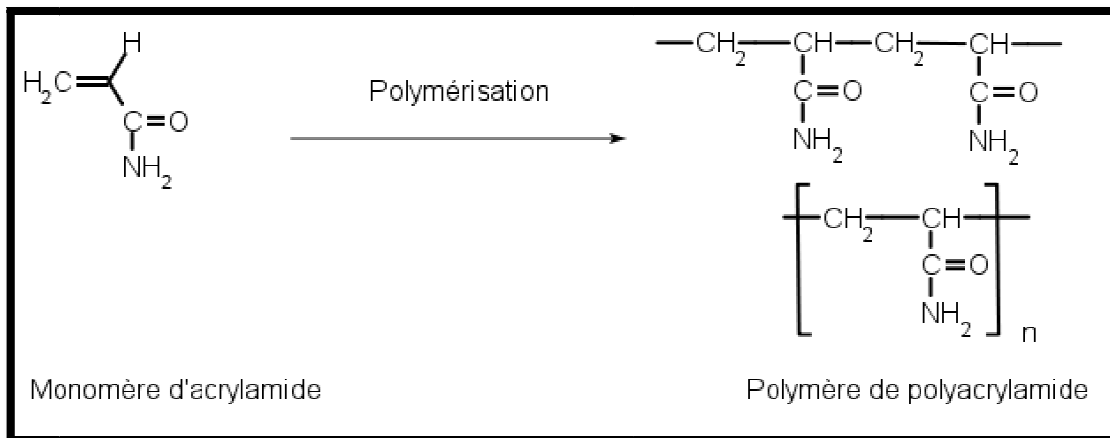
## **I.IV. Les polyacrylamides :**

### **I.IV.1. Définition :**

Les polyacrylamides sont des polymères relativement stables, de structure cristalline, solubles dans l'eau et dans de nombreux solvants organiques. Les chaînes de polyacrylamides contiennent plus de 50 % en volume de sous-unités d'acrylamide qui sont des molécules polyfonctionnelles contenant une double liaison vinylique carbone-carbone et un groupe amide. On distingue trois catégories de polyacrylamides : cationiques, anioniques et non-ioniques. Seuls les deux premiers sont couramment utilisés en pâtes à papiers comme agent de floculation ou de rétention [21].

\* Le polyacrylamide se prépare par la polymérisation d'acrylamide.

La polymérisation de l'acrylamide conduit à des polymères à haut poids moléculaire. [22].



**Figure I.6** : Polymérisation de l'acrylamide

Où  $n$  est le degré de polymérisation.

Les polyacrylamides sont des polymères qui peuvent être utilisés comme floculant (forme linéaire cationique), desséchant (forme linéaire anionique), ou rétenteur d'eau (forme réticulée neutre ou anionique), en fonction de leur structure chimique. Les polyacrylamides sont constitués d'acrylamide ou d'une combinaison d'acrylamide et d'un autre monomère comme l'acide acrylique [23]. Ils peuvent être réticulés ou non, anioniques, cationiques ou non-

ioniques. Le co-monomère anionique le plus couramment utilisé est l'acide acrylique, et le co-monomère cationique le plus couramment utilisé est le chlorure d'acryloyloxyéthyl-triméthyl ammonium [24]. Les agents réticulant rencontrés dans la littérature sont du N,N'-méthylènebisacrylamide, du N,N'-méthylènebisméthacrylamide et du Bisacryloyl-pipérazine [5].

La masse molaire moyenne des polyacrylamides linéaires est de l'ordre du million de grammes par mole [26].

Les polyacrylamides cationiques sont utilisés sous forme linéaire comme floculant. En effet, les particules en suspension dans les eaux usées ont la capacité de former des entités anioniques, qui peuvent être adsorbées par les polyacrylamides cationiques, formant un ensemble de charge neutre. De plus, le haut poids moléculaire du polyacrylamide lui confère la capacité d'agglomérer un grand nombre de particules et ainsi de floculer.

Les polyacrylamides, sous forme linéaire anionique, jouent le rôle de tensio-actifs et facilitent la diffusion de l'eau au sein d'une matrice. Ainsi, ajoutés à une boue, les polyacrylamides permettent un meilleur séchage de la boue en favorisant la diffusion de l'eau au travers de celle-ci.

Les polyacrylamides, sous forme réticulée, se présentent sous la forme d'un gel, chargé ou non, permettant une meilleure fixation de l'eau dans les sols. Ce gel est insoluble et peut être assimilé à un matériau.

GIRDAC

### Références web graphie:

[1] <http://dspace.univ>

biskra.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/4326/3/chapitre%20%2001.pdf

[2] <http://campus.cerimes.fr/odontologie/enseignement/chap3/site/html/cours.pdf>

### Références bibliographie:

[3] I. Teraoka; Polymer Solutions: An introduction to physical properties; Wiley Interscience; 1-10 (2002).

[4] FRED J. DAVIS. Polymer Chemistry. Oxford university press (2004).

[5] Mandel M. Encyclopedia of Polymer Science and Engineering; 11: 739 (1988).

[6] A. Negadi, A. Sans-Pennincks, M. Benmouna, A. Vilgist. J. of macromolecular theory and simulation. Vol. 8, no4, 285-295 (1999)

[7] J. Kerres et W. Cui. Mélanges constitués d'acides, de bases et de polymères, et leur utilisation dans des procédés à membrane. WO99/54389. 16 avril 1999.

[8] G. Inzelt, M. Pineri, J.W. Schultze et M.A. Vorotynev. Electron and proton conducting polymers: recent developments and prospects. Electrochimica Acta, 45, 2403-2421 (2000).

[9] M.-S. Kang, Y.-J. Choi et I.-J. Choi. Electrochemical characterization of sulfonated poly(aryleneether sulfone) (S-PES) cation-exchange membranes. Journal of Membrane Science, 216, 39-53 (2003).

[10] S. Koter, P. Piotrowski et J. Kerres. Comparative investigations of ion-exchange membranes. Journal of Membrane Science, 153, 83-90 (1999).

[11] J.H. Kawakami, B. Bikson, G. Gotz et Y. Ozcayir. Membranes en polysulfone sulfoné à base de hexafluorobisphénol-A et procédé de séparation de fluides. EP 0 426 118 A2. 30 octobre 1990

[12] R.A. Hann, D.R. Holmes et J.W. Smith. Membranes. EP 0 142 973 A2. 29 novembre 1984



- [13] E.C. Bellatoni et R.S. Loya. Membranes composites d'ultrafiltration. EP 0 596 411 A2. 28 octobre 1993
- [14] J. Benavente, J.M. Garcia et R. Riley. Sulfonatedpoly(ether sulfones) Characterization and study of dielectrical properties by impedance spectroscopy. Journal of Membrane Science, 175, 43-52 (2000).
- [15] Foster-Miller, R.M. Formato, R.F. Kovar, P. Osenar et N. Landrau. Membranes composites d'électrolytes à polymères solides (MEPS). WO9910165. 28 août 1998
- [16] M.Castelnovo , J-F. Joanny, Langmuir (2000), 16, 7524.
- [17] R.V. Klitzling , R. Steitz, Handbook of polyelectrolytes and their applications, Stevenson Ranch, CA, USA (2002), 1, 313.
- [18] A. Diaspro , D .Silvano , S.krol ,O .Cavalleri and A.and A. Gliozzi , langmuir (2002), 18, 5047.
- [19] X.Jiang and P. T.Hammond, Langmuir (2000), 16, 8501.
- [20] K.J.Kim ,M.Shahinpoor . Handbook of Polyelectrolytes and their applications, Stevenson Ranch , C.A,USA ,(2002),3, 227.
- 21]Wong, S., Teng, T. et Ahmad, A. 2006. "Treatment of Pulp and Paper Mill Wastewater by Polyacrylamide (PAM) in PolymerInducedFlocculation". Journal of HazardousMaterials.Vol. B135, p. 378-388.([université du Québec, mémoire présenté à l'université ... - Dépôt UQTR](#))
- [22] W. M. Kulicke, R. Kniewske, and J. Klein, Prog. Polym. Sci. 8, 373–468 (1982).
- [23] Smith, E. A.; Prues, S. L. &Oehme, F. W. Environmental Degradation of Polyacrylamides. 1. Effects of Artificial Environmental Conditions: Temperature, Light, and pH, Ecotoxicology and Environmental Safety, 1996, 35, 121 - 135
- [24] Sojka, R.; Bjorneberg, D.; Entry, J.; Lentz, R. &Orts, W., Sparks, D. L. (Ed.), Polyacrylamide in Agriculture and Environmental Land Management, Academic Press, 2007, 92, 75 - 162

[25] Caulfield, M. J.; Hao, X.; Qiao, G. G. & Solomon, D. H., Degradation on polyacrylamides. Part I. Linear polyacrylamides, *Polymer*, 2003, 44, 1331 - 1337

[26] Seybold, C. Polyacrylamide review: Soil conditioning and environmental fate, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1994, 25, 2171-2185

GIRDAC

## CHAPITRE II :



*Les acides  
aminés*

## II.I. Introduction :

Les acides aminés sont les constituants fondamentaux des protéines. Celles-ci ont une place importante dans le monde vivant, elles sont impliquées dans les structures des organismes eucaryotes, procaryotes et viraux, dans le fonctionnement (enzyme) et la protection (anticorps). L'hydrolyse par voie chimique ou enzymatique des protéines conduit à la libération des acides aminés [1].

## II.II. Les acides aminés :

### II.II.1. Généralités :

Les acides aminés sont parmi les molécules d'intérêt biologique très important, en tant que molécules libres ou encore en tant que maillons élémentaires des protéines[2].

La connaissance des propriétés des acides aminés est très importante pour leur analyse, séparation et identification. Elle est également importante pour la compréhension des propriétés des protéines, et par la suite de pouvoir les analyser et les identifier.

Dans ce chapitre, on va présenter quelques propriétés importantes de ces molécules.

### II.II.2. Définition:

Un acide aminé est un composé organique contenant un groupement amine et un groupement acide carboxylique. Le type ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,...) d'acide aminé est relié à la position de l'amine sur la chaîne carbonée. Les acides aminés qui composent les protéines sont les acides  $\alpha$ -aminés. En effet, la fonction amine est en position  $\alpha$  de la fonction acide. Le carbone où se rattache la fonction amine est appelé carbone  $\alpha$  et sera noté par la suite  $C_\alpha$ . Comme ce carbone est relié à quatre groupes différents ( $COOH$ ,  $NH_2$ ,  $H$  et  $R$ ), il est chiral (sauf pour la glycine où  $R$  est un hydrogène). Pour les acides aminés naturels, la configuration stéréochimique de ce centre chiral est en général  $L$  (dans la nomenclature de Fischer). Les formes  $D$  des acides aminés sont extrêmement rares[3].

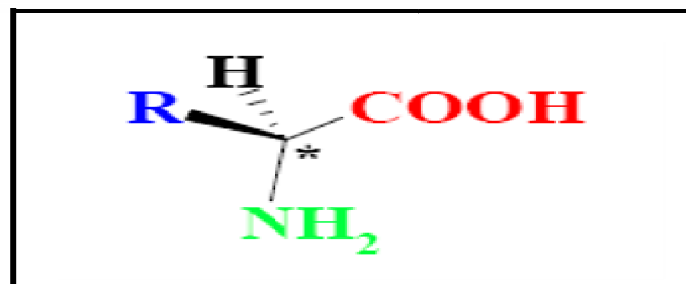


Figure II.1 : Structure générale d'un  $\alpha$ -acide aminé.

### II.II.3. Propriété physico chimiques des acides aminés [4] :

#### II.II.3.1. Propriétés physiques :

##### ✚ Stéréochimie:

Les acides aminés comprennent tous, 1 ou 2 carbones asymétriques: ce sont des molécules chirales, à l'exception de la glycine. L'atome de carbone asymétrique, appelé centre de la chiralité, est lié à quatre substituants différents, donc substitué asymétriquement. Il existe 2 stéréo-isomères de configurations différentes des acide aminé et L-acide aminé. Ces stéréo-isomères sont appelées 'énantiomères'.

#### II.II.3.2. Les propriétés chimiques :

##### ✚ Solubilité :

Les acides aminés sont solubles dans l'eau : Les plus solubles sont ceux qui portent des radicaux polaires comme  $\text{NH}_2$ ,  $\text{COOH}$  ou  $\text{OH}$  (sérine).

Les acides aminés sont faiblement solubles dans l'alcool.

##### ✚ Propriétés ioniques :

Les aminoacides possèdent deux groupements ionisables : 1 fonction acide  $-\text{COOH}$  et 1 fonction basique  $-\text{NH}_2$ . A pH convenable, ils prennent la forme dipolaire ou ion mixte, ce sont des molécules amphotères : ils peuvent agir comme des acides en milieu alcalin et comme des bases en milieu acide.



Figure II.2 : Formule chimique de milieu acido-basique

#### II.II.4. Equilibres acido-basiques :

Les acides aminés cristallisent à un point de fusion élevé, habituellement au dessus de  $200^\circ\text{C}$  [5].

Ils sont solubles beaucoup plus dans l'eau que dans des solvants moins polaires.

Les acides aminés ont des propriétés acido-basiques remarquables [6]. Dans un milieu aqueux comme l'eau, un acide aminé est dissocié, il peut agir à la fois comme un acide ou comme une base.

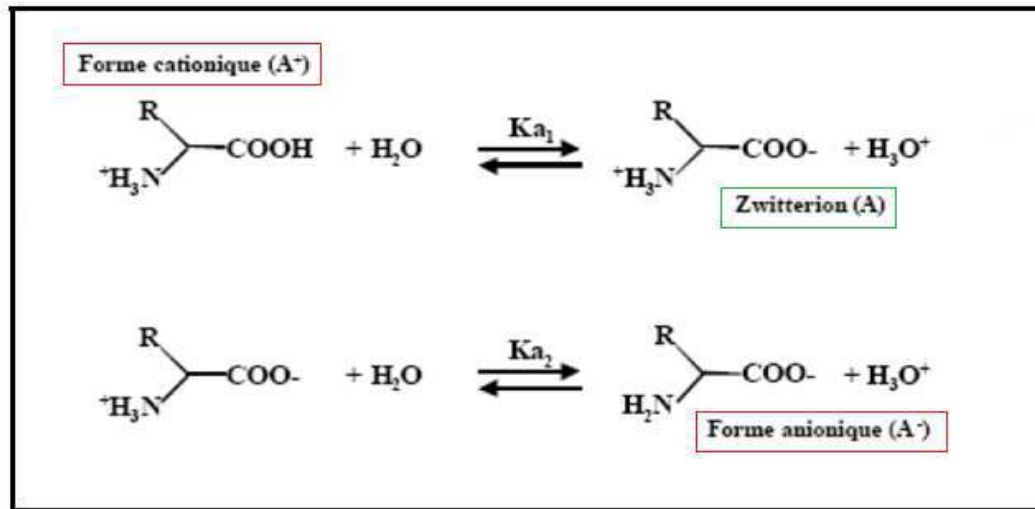


Figure II.3 : Equilibres acido-basiques d'un acide aminé.

Les  $\alpha$ -amino acides ont deux groupes acido-basiques, tandis que ceux ayant des chaînes latérales ionisables, ont trois groupes.

## II.II.6. Rôles des acides aminés :

Le rôle des acides aminés est multiple:

- ✚ Structural : monomères des protéines.
- ✚ Energétique : substrats énergétiques.
- ✚ Métabolique : précurseurs de molécules d'intérêt
- ✚ biologique ou intermédiaires métaboliques (exp: les hormones polypeptidiques).

## II.III. La glycine :

### II.III.1. Définition :

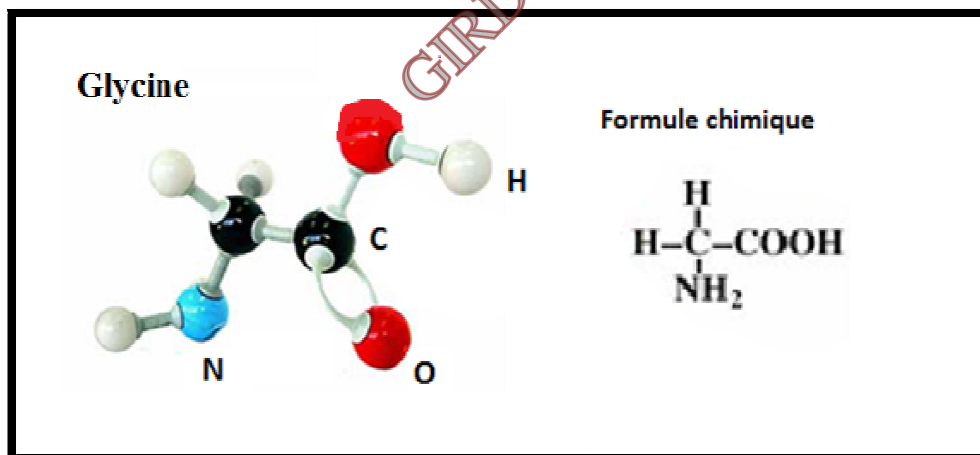
La **glycine** (abréviations IUPAC-IUBMB : **GlyetG**) est un acide  $\alpha$ -aminé

- ✚ C'est le plus simple des acides  $\alpha$ -aminés, et elle ne possède aucun atome de carbone asymétrique. Son rayon de Van der Waals est égal à  $48 \text{ \AA}$ .
- ✚ Jadis appelée glycolle ou acide aminoacétique, la glycine possède un goût sucré et peut être utilisée pour améliorer le goût d'édulcorants ou comme exhausteur de goût (E640).
- ✚ La molécule de glycine joue un rôle de neurotransmetteur inhibiteur au niveau de la moelle épinière.

- ✚ Ce n'est pas une molécule chirale (c'est une exception pour les acides aminés).
- ✚ De la glycine a été identifiée sur une comète. Cette découverte renforce l'hypothèse selon laquelle la vie pourrait s'être formée sur terre grâce à l'apport de molécules d'origine extraterrestre.
- ✚ Elle participe à la formation de molécules biologiques complexes, renouvelées en permanence, les protéines qui constituent nos muscles, notre peau, nos cheveux, les parois de nos organes, nos os etc... Chaque protéine est caractérisée par le nombre d'acides aminés qui la composent et par l'enchaînement très précis de ces derniers, reliés les uns aux autres par des liaisons peptidiques.
- ✚ La glycine participe à la formation du glutathion dans l'organisme. Le glutathion a un rôle antioxydant, il participe directement à la neutralisation des radicaux libres et maintient les antioxydants exogènes comme la vitamine C et E dans leur état réduit, forme sous laquelle ils sont actifs.

### II.III.2. Identification de la molécule de Glycine :

La structure moléculaire de la glycine est sous la forme suivante :



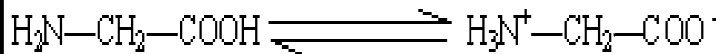
*Figure II.4* : Formule chimique de la glycine.

Étant donné que la glycine contient à la fois une fonction acide carboxylique et une fonction amine, c'est l'une des espèces **amphotères**, c'est-à-dire qu'elle se comporte comme un acide et comme une base. De plus, un acide carboxylique étant plus acide qu'un ion ammonium, les acides aminés existent en fait en solution aqueuse sous forme d'ammonium-carboxylates. Une telle espèce, neutre, mais aussi à la fois cation et anion, est appelée un **amphion ou zwitterion**.

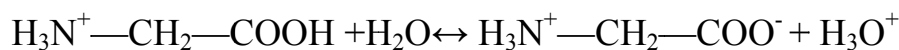
En solution aqueuse, on assiste à l'établissement de divers équilibres acido-basiques dus aux groupes fonctionnels concernés. Selon le pH du milieu, la glycine peut exister principalement sous forme de cation diprotonné  $\text{AH}_2^+$ , sous forme d'amphion  $\text{AH}^\pm$ , ou sous forme d'ion 2-aminocarboxylate  $\text{A}^-$

### II.III.3. Titration de glycine :

La glycine, comme les autres acides aminés n'existe pratiquement pas sous sa forme neutre ; en effet compte tenu de la présence du groupement acide  $\text{COOH}$  et de groupement basique  $\text{NH}_2$ , il se produit une réaction acide base intramoléculaire qui aboutit à la formation d'un ion dipolaire, appelé zwitterion ou amphion.

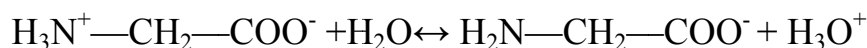


La constante de cet équilibre étant supérieure à  $10^4$ , la glycine existe donc majoritairement sous la forme de cet ion dipolaire qui peut être noté  $\text{AH}^\pm$ ; cet Amphion appartient à deux couples acide-base, le couple  $\text{AH}_2^+/\text{AH}^\pm$  dans lequel il se comporte comme une base (base conjuguée de  $\text{AH}_2^+$ ), le couple  $\text{AH}^\pm/\text{A}^-$  dans lequel il se comporte comme un acide (acide conjugué de  $\text{A}^-$ ). Les équilibres acide- basiques de la glycine s'écrivent.



Avec:

$$K_{a1} = \frac{[\text{AH}^\pm] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}_2^+]} \quad [\text{II.1}]$$



Avec :

$$K_{a2} = \frac{[\text{A}^-] \times [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{AH}^\pm]} \quad [\text{II.2}]$$

Les  $\text{pK}_a$  des fonctions acide et amine sur la glycine sont 2,40 et 9,80, respectivement .La situation près du  $\text{pH}$  neutre est intéressante : bien que la molécule ait les charges positives et négatives, sa charge globale est nulle. À un point particulier dans cette région de  $\text{pH}$ , la somme des charges sur la glycine est nulle ; ceci s'appelle le point isoélectrique ( $\text{Pi}$ ). La plupart des molécules de glycine étant sous la forme de zwitterion  $^- \text{OOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_3^+$ ; le



reste étant sous la forme  ${}^{-}\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_2$  et  $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_3^{+}$  ont des concentrations égales. Nous pouvons calculer  $P_i$  en utilisant l'équation de Henderson-Hasselbach.

Où :  $pH = P_i$

$$P_i = PK_{\text{COOH}} + \log \frac{({}^{-}\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_3^{+})}{(\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_3^{+})} \quad [\text{II.3}]$$

et

$$P_i = PK_{\text{NH}_3^{+}} + \log \frac{({}^{-}\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_2)}{({}^{-}\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_3^{+})} \quad [\text{II.4}]$$

D'où:

$$2P_i = PK_{\text{COOH}} + PK_{\text{NH}_3^{+}} + \log \frac{({}^{-}\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_2)}{(\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_3^{+})} \quad [\text{II.5}]$$

Au point isoélectrique :  $({}^{-}\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_2) = (\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{NH}_3^{+})$

D'où :

$$2P_i = pK_{\text{COOH}} + pK_{\text{NH}_3^{+}} \quad [\text{II.6}]$$

$$P_i = \frac{1}{2} (pK_{\text{COOH}} + pK_{\text{NH}_3^{+}})$$

On remarque dans ce cas que le point isoélectrique est simplement la moyenne des deux pKa.

#### II.III.4. Courbe de Titration :

La courbe de Titration de la glycine nous indique les volumes de la base exigés pour situer les trois états que peut prendre la molécule glycine ( $Pk_1$ ,  $Pk_2$  et le  $P_i$ ).

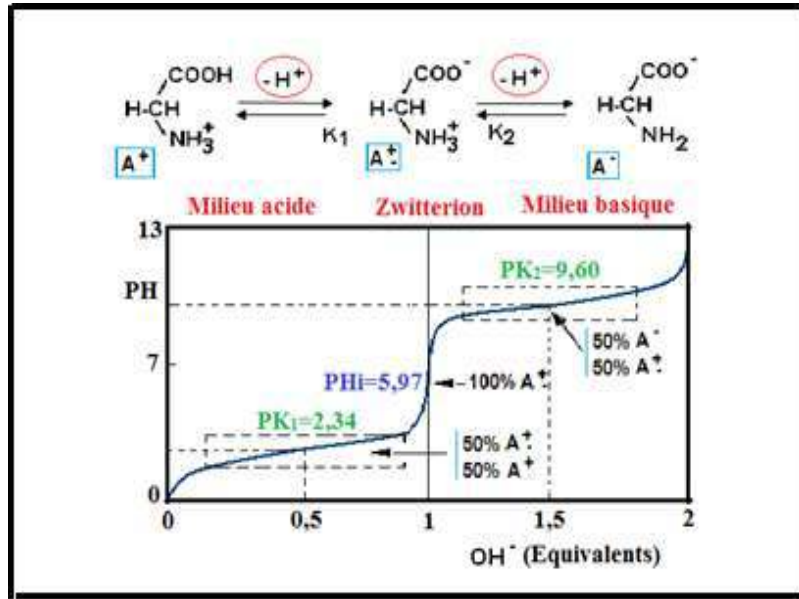


Figure II.5 : Courbe de Titration de la glycine.

### II.III.5. Diagrammes de répartition des espèces :

On peut facilement représenter la concentration de chaque espèce (acide, basique, ou neutre) d'un acide aminé en fonction de  $pH$ . La courbe de répartition des espèces de la glycine est la suivante.

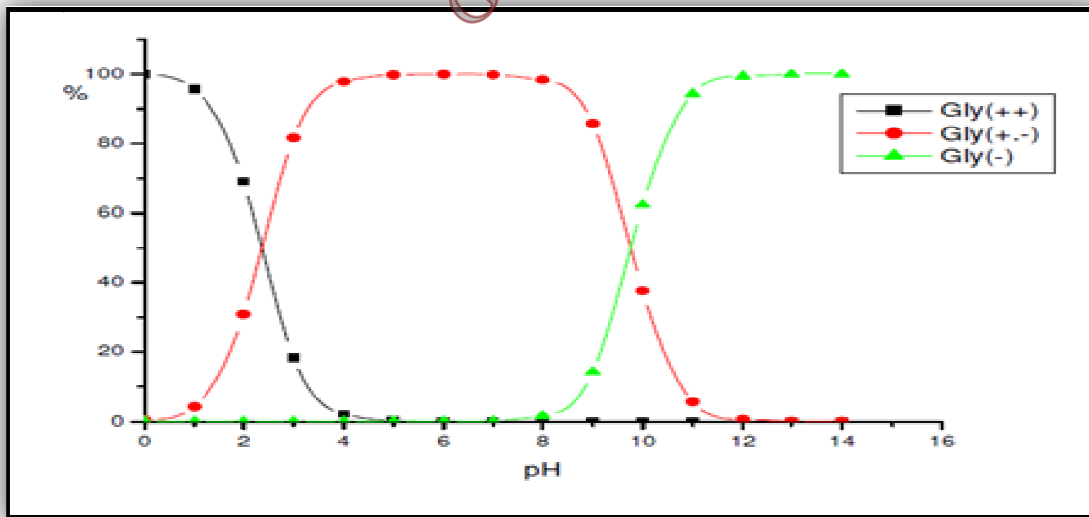
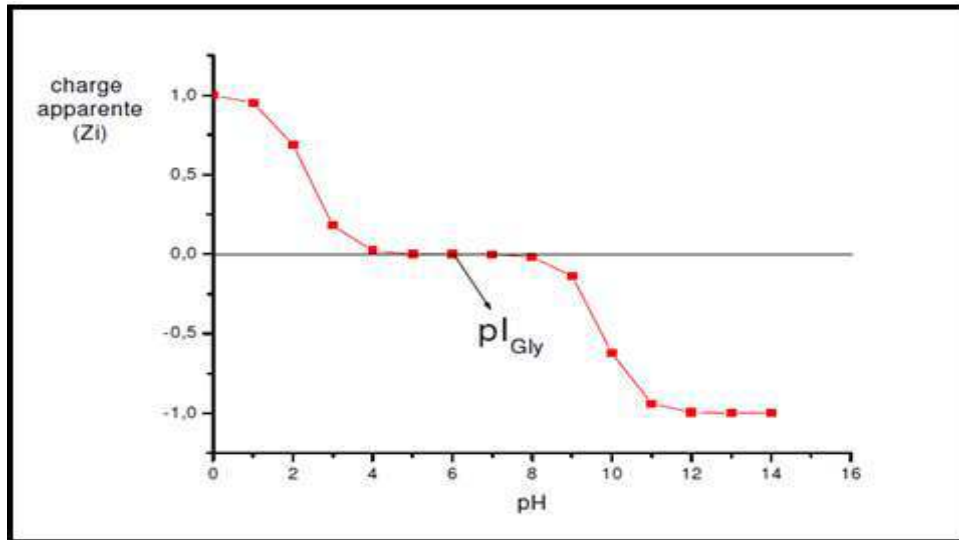


Figure II.6: Diagramme de répartition des espèces de la glycine.

Si on utilise la formule (2), on peut tracer la charge de chaque acide aminé en fonction du  $pH$ .



*Figure II.7* : Variation de la charge globale de la glycine en fonction du *pH*.

GIRDAC

### Références web graphie:

- [1] <http://medecinedentaireinessm.e-monsite.com/medias/files/les-acides-amines.pdf>
- [3] [http://alpha.univ-mlv.fr/ISABELLE/Isabelle\\_fichiers/these.pdf](http://alpha.univ-mlv.fr/ISABELLE/Isabelle_fichiers/these.pdf)
- [4] [http://univ.ency-education.com/uploads/1/3/1/0/13102001/pharm2an16\\_bioch-acides\\_amines.pdf](http://univ.ency-education.com/uploads/1/3/1/0/13102001/pharm2an16_bioch-acides_amines.pdf)
- [7] [http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble\\_1112/seve\\_michel/seve\\_michel\\_p12/seve\\_michel\\_p12.pdf](http://unf3s.cerimes.fr/media/paces/Grenoble_1112/seve_michel/seve_michel_p12/seve_michel_p12.pdf)

### Références bibliographiques:

- [2] Chambault P, « Analyse d'acides aminés non dérivés par chromatographie en phase liquide avec le détecteur évaporatif à diffusion de la lumière et couplage avec la spectrométrie de masse ». Thèse de doctorat. Université d'ORLÉANS. (2000).
- [5] Albert L. Lehninger. « Biochimie. Bases moléculaires de la structure et des fonctions cellulaires ». Seconde édition. Flammarion Médecine-sciences (1997).
- [6] Voet D. J.G. Voet. « Biochimie » 2eme édition. Traduction par G. Rousseau et L. Domenjoud. BruxellesDeBoeck.pp 65-78 (2005).

## *CHAPITRE III :*



# *Conductivité des solutions chargées*

### **III.I. Introduction**

La mesure de la conductivité est une méthode extrêmement répandue et utile.

De par sa grande fiabilité, sa sensibilité et son faible coût, la conductivité est une technique potentielle largement utilisée dans l'étude des solutions chargées. La conductivité peut être mesurée sur un intervalle très large, puisqu'il s'étend de  $1 \times 10^{-7}$  S/cm pour la conductivité de l'eau pure jusqu'à 1 S/cm pour des solutions très concentrées.

D'une manière générale, on peut dire que la conductivité constitue un moyen rapide et peu coûteux de déterminer la force ionique d'une solution. Remarquons que c'est une méthode non spécifique, c'est-à-dire qu'elle n'est pas capable de distinguer les différents types d'ions et ne peut fournir qu'un résultat proportionnel à tous les ions présents [1].

### III.II. La conductivité électrique :

#### III.II.1. Définition [2]:

La conductivité électrique est la capacité d'un matériau à transporter un courant électrique.

Le transport de l'électricité à travers la matière nécessite toujours la présence de particules chargées. Les conducteurs peuvent être classés en deux grands groupes selon la nature de la particule chargée. Les conducteurs du premier groupe se composent d'un réseau d'atomes autour duquel orbitent des électrons. Les électrons dans ce « nuage d'électrons » peuvent se dissocier librement de leur atome et transporter l'électricité à travers ce réseau et ainsi également à travers le matériau. Les métaux, le graphite et quelques autres composés chimiques appartiennent à ce groupe.

Les conducteurs du second groupe sont dits conducteurs ioniques. Contrairement aux conducteurs du premier groupe, la circulation du courant n'est pas causée par des électrons se déplaçant librement, mais par des ions. Ainsi, le transfert de charge dans les électrolytes est toujours lié au transport de la matière. Les conducteurs du deuxième groupe se composent d'ions chargés électriquement et pouvant se déplacer, et sont appelés électrolytes. L'ionisation intervient par dissolution dans un solvant polaire (comme l'eau) ou par fusion.

Selon la loi d'Ohm (1), la tension (V) établie à travers une solution est proportionnelle au courant circulant (I) :

$$V = R * I \quad \text{[III.1]}$$

*R : résistance (ohm,  $\Omega$ )*

*V : tension (volt, V),*

*I : courant (ampère, A)*

La résistance  $R$  est une constante de proportionnalité, qui peut être calculée d'après le courant circulant mesuré si une tension connue est appliquée :

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{[III.2]}$$

La conductance  $G$  est définie comme l'inverse de la résistance :

$$G = \frac{1}{R} \quad \text{(III.3)}$$

$G$  : conductance (Siemens,  $S$ )

Pour mesurer la résistance ou la conductance d'un échantillon, une cellule dite de mesure est nécessaire. La cellule de mesure est constituée d'au moins deux pôles de charge opposée. Le terme « électrode » s'emploie comme synonyme de pôle et les pôles forment ensemble une cellule de mesure. La cellule et le corps isolant qui maintient l'ensemble s'appellent le capteur.

La mesure dépend de la géométrie de la cellule, qui est décrite par la constante de cellule  $K$ . C'est le rapport de la distance  $l$  et de la surface  $A$  des pôles :

$$K = \frac{l}{A} \quad \text{[III.4]}$$

$K$  = constante de cellule ( $\text{cm}^{-1}$ )

$l$  = distance entre les électrodes (cm)

$A$  = surface effective de contact des électrodes avec l'électrolyte ( $\text{cm}^2$ )

La conductance peut être transformée en conductivité normalisée, qui est indépendante de la configuration de la cellule de mesure. Cela s'obtient en multipliant la conductance par la constante de cellule :

$$\sigma = G * \frac{l}{A} = G * K \quad \text{[III.5]}$$

$\sigma$  = conductivité ( $S/\text{cm}$ )

## III.II.2. Conductivité des solutions :

### III.II.2.1. Solution conductrice des électrolytes [1]:

La conductivité est typiquement mesurée dans des solutions aqueuses d'électrolytes.

Les électrolytes sont des substances qui contiennent des ions, c'est-à-dire des solutions de sels ioniques ou de composés qui s'ionisent en solution. Ce sont les ions formés dans la solution qui vont transporter le courant électrique. Les électrolytes, acides, bases et sels, peuvent être soit forts soit faibles. Les solutions les plus conductrices sont les solutions aqueuses puisque l'eau a la capacité de stabiliser les ions formés par un procédé appelé solvatation.

#### a- Electrolytes forts

Les électrolytes forts sont des substances qui sont entièrement ionisées en solution. Il en résulte que la concentration des ions en solution est proportionnelle à la concentration de l'électrolyte ajouté. Ils comprennent les solides ioniques et les acides forts, par exemple HCl.

Les solutions d'électrolytes forts sont conductrices, car les ions positifs et négatifs peuvent migrer de manière très indépendante sous l'influence d'un champ électrique.

#### b- Electrolytes faibles

Les électrolytes faibles sont des substances qui ne sont pas entièrement ionisées en solution. Par exemple, l'acide acétique se dissocie partiellement en ions acétate et en ions hydrogène. Une solution d'acide acétique va donc contenir à la fois la molécule et les ions. Une solution d'électrolyte faible ne va pas aussi bien conduire l'électricité qu'un électrolyte fort. Ceci s'explique par le fait qu'il y a moins d'ions présents dans la solution pour transporter les charges d'une électrode à l'autre.

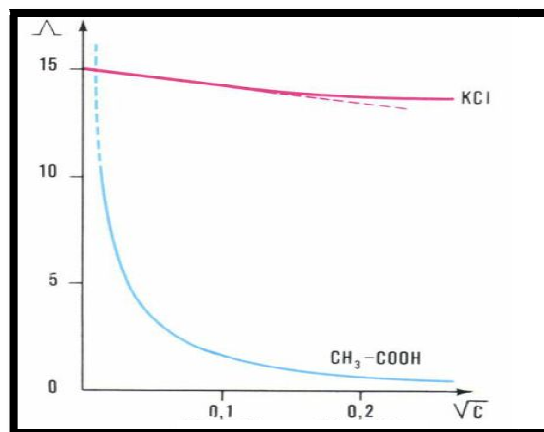


Figure III.1 : Conductivités d'un électrolyte fort (KCl) et d'un électrolyte faible (acide acétique CH<sub>3</sub>-COOH).

### III.II.2.2. Expression de la conductivité d'une solution aqueuse électrolytique:

#### a. La mobilité d'un ion

Appliquons à une particule de charge  $q$  se trouvant entre deux électrodes, un champ électrique. L'ion va se mettre en mouvement avec une vitesse parallèle au vecteur champ.



- Le mouvement de l'ion se décompose en deux temps :

✚ Un régime transitoire durant lequel la vitesse croit ;

Un régime permanent où la vitesse est constante sous l'effet opposé du champ et des frottements visqueux :

$$v = q |E| / A \quad \text{[III.6]}$$

où A désigne le coefficient de frottement du fluide.

La mobilité d'un ion, notée  $\mu$  est la grandeur toujours positive :

$$\mu = |q| / A \quad \text{[III.7]}$$

On a donc pour un cation  $v = \mu + E$  [III.8]

et pour un anion  $v = \mu - E$  [III.9]

- La mobilité d'un ion dépend de plusieurs facteurs :

✚ La charge q de l'ion : plus l'ion est chargé, plus il se déplace rapidement ;

✚ La viscosité du solvant ;

✚ La taille de l'ion : plus il est volumineux, moins il se déplace vite ;

✚ La température dont dépend la viscosité du solvant : elle croit quand T croit ;

✚ La concentration ionique du milieu : elle ralentit la progression de l'ion.

### b. La conductivité d'une solution aqueuse

$$\chi = \sum \chi_i = \sum z_i c_i \mu_i F \quad \text{[III.10]}$$

$z_i$  : est le nombre de charge positive ou négative portée par l'ion i.

$c_i$  : est la concentration de l'ion i.

$\mu_i$  : est sa mobilité.

F : est le Faraday.

Dans le cas d'un mono électrolyte en solution dilué, la conductivité spécifique  $\chi$  (relié à l'inductance de la solution G par la relation  $G = 1/R = \chi/k$ )

Est égale à la somme des conductivités spécifiques  $\chi_i$  de toutes les espèces ioniques présents en solution ; pour un litre de solution on a :

$$1000\chi = \sum c_i \lambda_i \quad \text{[III.11]}$$

$\lambda_i$  : la conductivité molaire de l'espèce i.

Pour un poly électrolyte en solution diluée, la relation devient :

$$1000\chi = C_M(\lambda_c + \lambda_p) \quad [\text{III.12}]$$

$\lambda_c$  et  $\lambda_p$  sont les conductivités molaires du contre-ion et du polyion exprimés en  $ohm^{-1}.cm^2.mol^{-1}$

$C_M$  : est la concentration du polymère exprimée en moles d'unités monomère par litre.

On suppose que toute charge donnée par le polymère contribue à la conductivité de la solution.

Il est à préciser que la conductivité d'un polyélectrolyte dépend aussi de la température.

L'équation suivante a été employée pendant plusieurs années [3-4] pour décrire la conductivité des solutions de polyélectrolytes en absence de sel :

$$\Lambda = f(\lambda_p + \lambda_c) \quad [\text{III.13}]$$

$\Lambda$  : conductivité équivalente du poly électrolyte en solution.

$\lambda_c$  : conductivité équivalente du contre-ion dans la solution.

$\lambda_p$  : conductivité équivalente du polyion.

$$f = (\lambda_p + \lambda_c) / (\lambda_p + \lambda_c) \quad [\text{III.14}]$$

d'une façon générale ; elle représente la fraction des contre-ions libres (non lié au polyion).

$\lambda_c^0$  : Conductivité équivalente du contre-ion dans le solvant.

$f$  : représente aussi la fraction des contre-ions dérivées du coefficient d'auto-diffusion pour les contre-ions [5] :

$$f = \frac{D_c}{D_c^0} = 0,866|Z_i|\xi^{-1} \quad [\text{III.15}]$$

$D_c$  : Coefficient d'auto-diffusion des contre-ion dans la solution.

$D_c^0$  : Coefficient d'auto-diffusion des contre-ions dans le solvant.

$|Z_i|$  : charge du contre-ion.

$\xi$  : Paramètre de densité de charge.

La conductivité d'une solution de polyélectrolyte pur est très inférieure à celle de la solution du sel monomère correspondant. En augmentant le taux de charge sur le polyion, l'association polyion-contre-ion sera plus importante, la conductivité  $\lambda_p$  du polyion augmente [6-7].

L'étude conductimétrique de l'association polyion-contre-ion et le comportement de  $\lambda_p$  est principalement focalisée par la densité de charge du polyion, la concentration et la masse molaire du polyélectrolyte.

Des études effectuées sur la relation entre  $\Lambda$  et  $f$  indiquent l'existence d'une valeur critique  $\xi_{crit}$  (selon la valence du contre-ion) au-delà de laquelle la condensation est censée se produire. Le fait que  $\Lambda$  et  $\lambda_p$  montrent une relation linéaire [6, 8, 9] a permis de déterminer la fraction du contre-ion non condensé  $f$  et la conductivité du polyion  $\lambda_p$ . Les valeurs expérimentales de  $f$  diminuent avec l'augmentation de  $\xi$ , ce qui est en accord avec les prévisions théoriques de la condensation de Manning.

Comme résultat de la théorie de condensation, une expression explicite est donnée pour  $\lambda_p$  favorable à la vérification expérimentale.  $\lambda_p$  dépend essentiellement du type du contre-ion impliquée. La preuve expérimentale de cette dépendance a été rapportée pour les sulfonates de polystyrène [10].

### III.II.3. Effet de la concentration

La variation de la concentration avec un certain nombre de propriétés physico-chimiques des polyélectrolytes, telles que la viscosité, l'association du contre-ion et la conductivité ionique montre un comportement anormal. Selon la théorie de condensation,  $\lambda_p$  diminue avec l'augmentation de la concentration.

Sur un large domaine de concentration, la conductivité de plusieurs polyélectrolytes, tels que les sels de l'acide polyacrylique, le polystyrène sulfonate et de différents polysaccharides décroît avec l'augmentation de la concentration [10, 11, 12, 13].

A des concentrations inférieures à  $10^{-4}$  M, où les mesures deviennent moins précises, la conductivité croît plus rapidement avec la diminution de la concentration [12] atteignant éventuellement un maximum [11, 14], c'est le cas du sulfostyrène.

En augmentant la concentration, les interactions entre les polyions limitent leur mobilité. Par conséquent, la conductivité atteint un minimum qui est suivi par une augmentation continue de  $\Lambda$ .

### III.II.4. Influence de la masse molaire :

Wandrey a montré que la conductivité est fortement influencée par la masse molaire, notamment dans le domaine dilué [14]. Généralement, la conductivité croît avec la diminution de la masse molaire et de la concentration. En partant du domaine concentré, la conductivité augmente d'abord lentement, ensuite rapidement et enfin presque linéairement avant d'atteindre une valeur maximale.

### Références web graphie :

[1]<http://igz.ch/downloads/8525/Conductivite%20Th%C3%A9orie&Pratique.pdf>

[2][http://fr.mt.com/dam/LabDiv/guides-g/en/ph-conductivity-guide/pH\\_Conductivity\\_Guide\\_fr.pdf](http://fr.mt.com/dam/LabDiv/guides-g/en/ph-conductivity-guide/pH_Conductivity_Guide_fr.pdf)

### Références bibliographie :

[3]:J.R.Huizenga,P.F.GriegerandF.T.Wall,*JAmChemSoc.*72,2636 (1950).

[4]:T.KurucsevandB.J.Steel,*PureApplChem*,17,149(1967).

[5]:G.S.Manning,*JChemPhys.*46,2324(1967).

[6] : WPTJ. Van de Drift, these PHD, Université Utrecht, Pays Bas ( 1975 ). [7] : H.P. Gregor, D.H. Gold et M. Frederich, *J PolymSci*, 467 ( 1957 ).

[8] : J.T.G. Overbeek, *Pure Appl. Chem.* 46, 91 ( 1976 ).

[9]:H.G.deJong,J.LyklemaetH.P.VanLeuwen,*Biophysic.Chem*,27,173( 1987).

[10]:J.Szymczak,P.HolyketP.Anders.*J.Phys.Chem.*79,269(1975).

[11]:H.Vink,J.Chem.Soc.*Faradaytrans1*,77,2439(1981).

[12]:D.O.Jordan,T.KurucsevetML.Martin,*TransFaradaySoc.*65,606( 1969).

[13] : S. Miyamoto, *BiophysicChem.* 9, 79 ( 1979 ).

[14] : C. Wandrey, B. Bunsenges, *Phys Chem.* 100, 869 ( 1996 ).

GIRDAC



*Partie  
expérimentale*

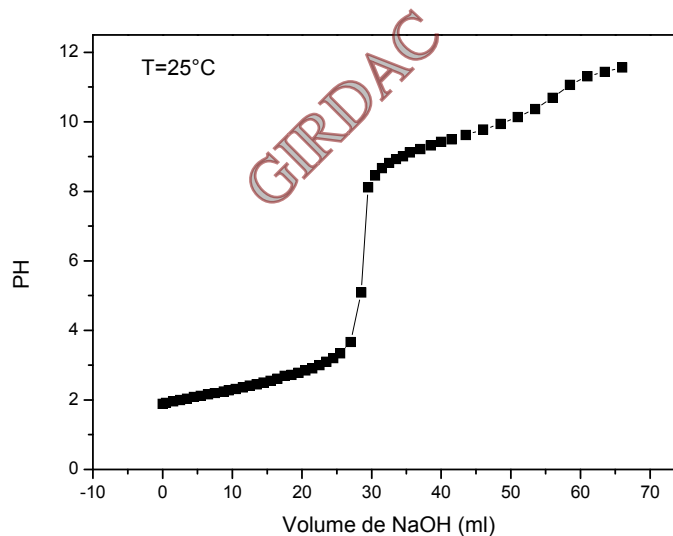
### I- Mesure de la conductivité de l'eau :

Avant d'entamer notre étude concernant notre système ternaire Polymère en présence de la glycine en solution aqueuse nous commencerons par mesurer la conductivité de notre eau distillée.

A  $T = 25^{\circ}\text{C}$  la conductivité ionique de notre eau est comprise entre 2 et  $10\mu\text{S}$ .

### II- Titration de la glycine :

Dans cette manipulation nous avons titré une solution de glycine de concentration  $c_g = 80\text{mg/ml}$  à l'aide d'une solution de NaOH en utilisant un pH-mètre. Les résultats expérimentaux nous permettent de tracer la courbe de titration suivante.



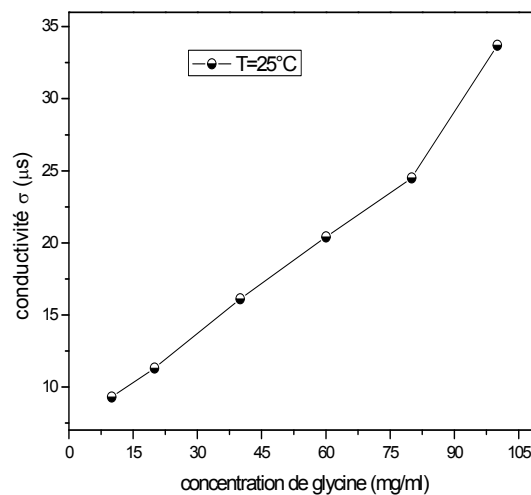
*Figure 2* : Titration de la glycine

### III-Mesure de la conductivité de la glycine en solution aqueuse :

Une concentration de  $C_{\text{mère}} = 80\text{ g/l}$  est préparée dans une fiole de 250 mL.

On mesure la conductivité de cette solution en fonction de la concentration de la glycine pour divers concentrations en diluant la solution mère.

La courbe obtenue est la suivante :



**Figure 2 :** Conductivité ionique de la solution aqueuse de glycine en fonction de  $C_p$ .

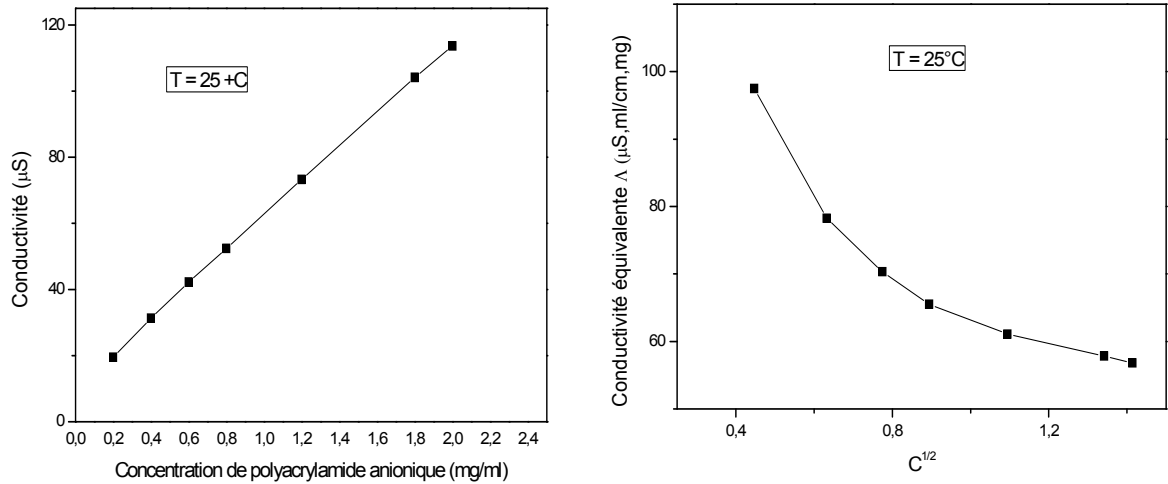
La courbe 2.a montre un comportement similaire à celui d'une solution d'électrolyte simple. Remarquons que cette conductivité reste faible sur l'intervalle des concentrations considérées car à ce pH la molécule de glycine se présente comme un amphion qui normalement ne doit pas répondre au champ électrique entre les deux électrodes du conductimètre. Nous pensons que ce résidu de conductivité est dû à celui de l'eau qui n'est pas totalement pure et celui d'un nombre restreint de molécules de glycine qui se présente comme un ion simple. En effet à ce pH de la solution ( $\text{pH} = 6.2$ ), il existe un nombre décelable de molécule de glycine sous forme ionique (voir figure II : répartition ionique de la glycine en fonction de pH).

#### **IV-Conductivité du Polyacrylamide co acide acrylique :**

Une solution mère de concentration  $c_p = 2 \text{ mg / ml}$  est préparée dans une fiole jaugée de contenance 250 ml. Le Polyacrylamide co acide acrylique ne présente pas de problème de dissolution mais nécessite une agitation d'au moins 24 heures. La conductivité de cette solution en fonction de la concentration en polymère menée à l'aide d'un conductimètre muni d'une



électrode à deux pôles et sous une température de 25°C, donne la courbe suivante :



**Figure 5 :** Variation de la conductivité du polyacrylamide anionique en fonction de (a) de  $C_p$  et (b) de la  $\sqrt{C_p}$ .

Cette courbe montre que la conductivité  $\sigma_p$  du polymère augmente linéairement avec la concentration  $c_p$ . Ce résultat est tout à fait compatible avec les résultats de la littérature. En effet, le polyacrylamide co acide acrylique étant un polymère chargé, sa conductivité ne peut qu'augmenter avec sa concentration suite à une augmentation du nombre de charges quand la concentration augmente. Remarquons que les conductivités affichées pour différentes concentrations restent faibles montrant ainsi que notre polymère est faiblement chargé.

## V- Conductivité du Polyacrylamide cationique :

De même pour ce polymère hydrosoluble qui est utilisé comme flocculant dans les traitements des eaux usées, une solution mère de concentration  $c_p = 2 \text{ mg / ml}$  est préparée dans une fiole jaugée de contenance 250 ml. Le Polyacrylamide cationique ne présente pas de problème de dissolution mais nécessite une agitation d'au moins 24 heures. La conductivité de

cette solution en fonction de la concentration en polymère menée à l'aide d'un conductimètre muni d'une électrode à deux pôles et sous une température de 25°C, donne la courbe suivante :

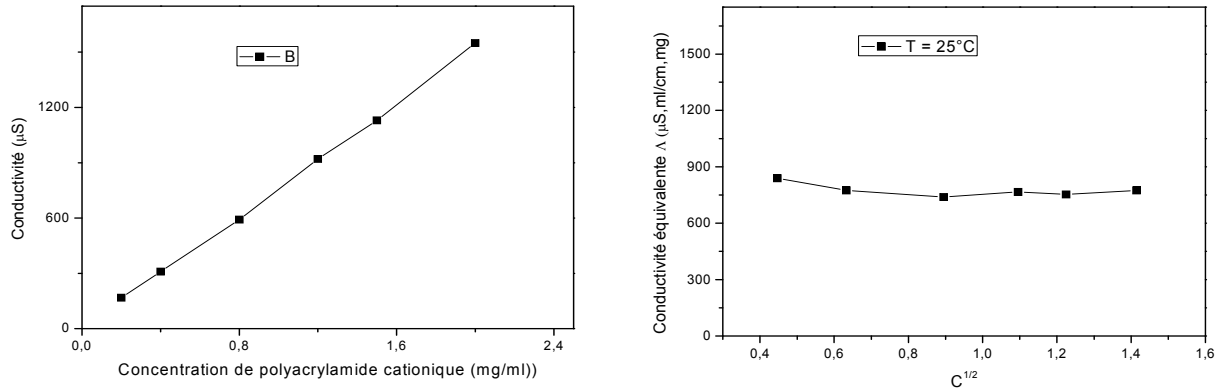
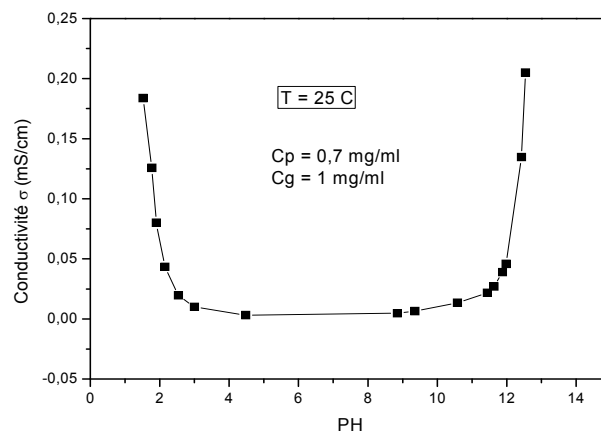
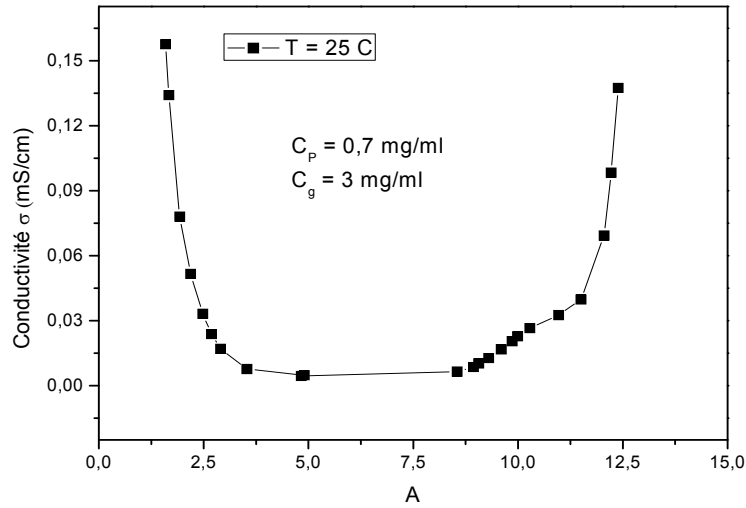


Figure 5 : Variation de la conductivité du polyacrylamide cationique en fonction de (a) de  $C_p$  et (b) de la  $\sqrt{C_p}$ .

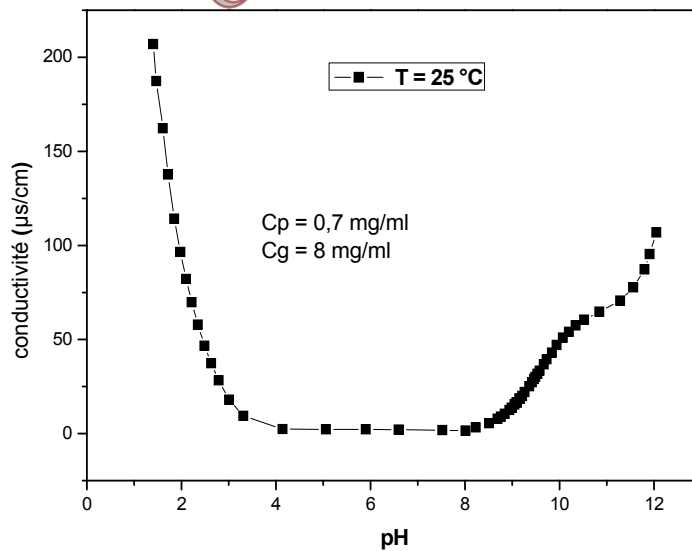
## VI-Conductivité du système ternaire Polyacrylamide cationique-eau-glycine pour différent pH :



**Figure 7 :** Variation de la conductivité du mélange ternaire polyacrylamide cationique-eau-glycine en fonction du pH.



**Figure 7 :** Variation de la conductivité du mélange ternaire polyacrylamide cationique-eau-glycine en fonction du pH.



**Figure 7 :** Variation de la conductivité du mélange ternaire polyacrylamide cationique-eau-glycine en fonction du pH.

**Commentaire :** Les trois courbes ci-dessus représentant les variations de la conductivité du système ternaire polyacrylamide cationique-eau-glycine montrent à première vue un comportement similaire celui de la glycine seul. En fait la conductivité du système ternaire est la super position des deux conductivités, du polymère et celui de la glycine qui présentent tout deux la même allure quand à la variation de leurs conductivité en fonction du pH.

Remarquons d'autre part qu'un point d'inflexion du côté des pH alcalins apparaît pour des concentrations de plus en plus grandes ; nous pensons que ceci est dû à ce que la conductivité des ions de la glycine en fonction du pH de la solution.

Ces trois courbes montrent enfin que la glycine interagit peu avec notre polymère malgré qu'elle porte des charges ; nous pensons que ceci est dû à la faible charge portée par notre polyion.

GIRDAC

**Références bibliographie :**

- [1]:G.S.Manning,JChemPhys.46,2324(1967).
- [2] : WPTJ. Van de Drift, these PHD, Université Utrecht, Pays Bas ( 1975 ).
- [3] : J.T.G. Overbeek, Pure Appl. Chem. 46, 91 ( 1976 ).
- [4]:H.G.deJong,J.LyklemaetH.P.VanLeuwen,Biophysic.Chem,27,173( 1987).
- [5]:J.Szymczak,P.HolyketP.Anders.J.Phys.Chem.79,269(1975).
- [6]:H.Vink,J.Chem.Soc.Faradaytrans1,77,2439(1981).
- [7]:D.O.Jordan,T.KurucsevetML.Martin,TransFaradaySoc.65,606( 1969).
- [8] : S. Miyamoto, BiophysicChem. 9, 79 ( 1979 ).
- [10] : C. Wandrey, B. Bunsenges, Phys Chem. 100, 869 ( 1996 ).
- [11] !M. Rinaudo. — These, Grenoble, 1966.
- [12] Katchalsky, Alexandrowicz et Kedem. — Transactions of the Symposium of Electrolyte Solutions, Toronto, may 1964, The Electrochemical Society, J. Wiley, N. Y., 1965.
- [13] T. Kurucsev et B. J. Steel. — Rev. Pure and Appl Chem., 1967, 17, 149.
- [14] F. Helfferich. — Ion exchange, chap. 5, Me Graw Hill, N. Y. 1962.

Notre présente étude concernant l'interaction d'un zwitterion avec polyélectrolyte dans une solution aqueuse nous a permis de se familiarisé avec une technique de caractérisation simple qui donne une idée sur les interactions électrostatiques se manifestant entre divers espèces chargées. Notre curiosité s'est portée sur l'influence du pH du milieu environnant de la glycine qui se présente sous trois espèces ioniques : cations, anions et amphion. Nos résultats montrent en effet que l'interaction de la glycine avec le polyion acrylamide est influencé par le pH de la solution. Ce « tuning » du pH pourrait être utile dans la modulation des propriétés des solutions chargées pour divers application industrielles.

Néanmoins, nos résultats expérimentaux montrent une faible interaction entre de la glycine avec notre polyélectrolyte choisis ( le polyacrylamide cationique utilisé comme flocculant dans le traitement des eau usées ).

Nous projetons dans un future proche de mener le même travail avec un polymère fortement chargé tout en utilisant d'autres technique de caractérisations telles que les mesures viscosimétriques, la mesure du potentiel zéta.

GIRDAC

**Résumé:** Des mesures de conductivité ionique d'une solution constituée de glycine / eau / polyacrylamide chargée / sont menées étudiante en fonction du pH de la solution. Les résultats obtenus montrent que la conductivité de la solution dépend du sensiblement du pH, dévoilant ainsi les différentes attitudes ioniques adoptées par la molécule de glycine, en fonction du pH de la solution.

**ملخص:** تجرى قياسات الموصلية الأيونية من محلول الجلايسين / المياه / بولي أكريلاميد مشحونة / طالب اعتمادا على درجة الحموضة من الحل. وأظهرت النتائج أن الموصلية من الحل يعتمد على درجة الحموضة بشكل كبير، وكشف عن مواقف مختلفة جزيء الجلايسين الأيونية، اعتمادا على درجة الحموضة من الحل.

GIRDAC

**Summary:** Measurements of the ionic conductivity of a solution constituted of glycine / water / polyacrylamide charged are studied as a function of the pH of the solution. The results obtained show that the conductivity of the solution depends on the direction of the pH thus revealing the different ionic attitudes adopted by the molecule of glycine as a function of the pH of the solution.