

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département de Biologie

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

LICENCE

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biochimie

Thème

**Dosage des métabolites primaires céphaliques chez le
criquet pèlerin (*Schistocerca Gregaria*)**

Par :

BOUDJRADA Fatima zohra

MAMINE Assia

Jury :

Mme. HAMID OUDJANA Aicha Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa **Encadreur**

M. BELGHIT Saïd Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa **Examineur**

Année universitaire 2012/2013



Dédicace

Pour Dieu notre seigneur.

Pour Mohammed que la paix soit sur lui.

*Pour la plus belle image de la vie, **ma mère.***

*Pour le chemin lumineux de ma vie, **mon cher père.***

*Pour **mes grandes mères et mon grand père.***

*Pour qui j'ai grandi parmi eux et j'ai partagé ma vie: **mes frères et mes soeurs Mohammed, Abd el Jabar, Asma, Abd el Basset, Yahia et Souad.***

*Ma collègue dans ce travail **Fatima** et sa famille.*

Mes oncles, mes tantes et leurs enfants sans oublier ma tante

BOUDJLIDA Hadda

*et ma soeur **Khadija** qui m'ont aidé par tous les moyens.*

*Pour mes chères amies, **Amel, Barkana, Fatima, Fouzia, Hanane,***

Nawal, wafa, Widad et Fatima krite

A tous je dédie ce modeste travail



Assia



Dédicace

Je dédica ce travail, à mes très chers parents ,ma très chère mère, et mon père, qui ont toujours été la pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.

*À mes chères sœurs: **Habiba, Amoura, Ilham.***

*A tous les nourrissons de famille: **Soumia leila,CHouaib, Abdlhadi.***

*A toute famille: **Boudjrada et Bahoura***

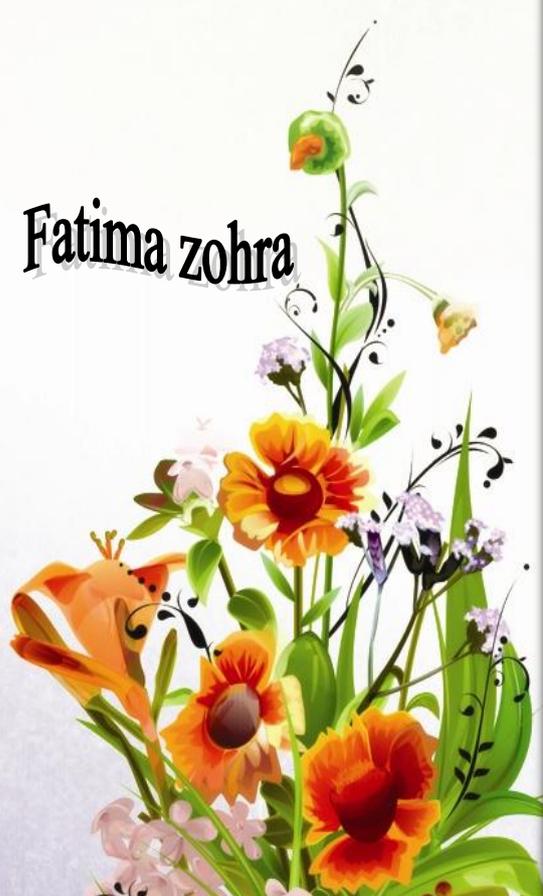
A ma grande mère.

*A tous mes proches amis: **Fatna, Aicha, Dalila, Assia.***

À toutes les personnes qui connaissent Moumen de prés ou de prés ou de loin, Seulement pour leur existence.

Ames amis et tous les gens qui m'aiment.

Je dédica ce mémoire.



Fatima zohra

Remerciements

قال تعالى " و من يشكر فإنما يشكر لنفسه " سورة لقمان الآية 12

*Louange à Allah qui nous à aider à réaliser cette recherche,
Nous adressons également nos remerciements et notre profonde gratitude
aux parents, enseignants et amis.*

*Le devoir exige que nous remercions notre enseignante responsable:
HAMID OUDJANA Aicha, pour le temps précieux, que Dieu la bénisse dans
son travail.*

*Nous exprimons également notre reconnaissance pour le chef du département
Mr. BEN BRAHIM.F*

*Pour chaque enseignant de l'université de Ghardaia, surtout les maitres assistants:
TELLI, HAJ SAÏD et BELGHIT.*

*À tout le personnel de Département des Sciences de la Nature et de la Vie de
l'université de Ghardaia, à ceux qui nous ont donné un coup de main et surtout les
techniciens du laboratoire pédagogique.*

*Nous exprimons notre gratitude aux travailleurs de la bibliothèque centrale pour
leurs efforts visant à fournir les références et les sources nécessaires pour la
recherche.*

*Et en dernier nous remercions tous ceux qui nous ont aidé à concrétiser ce travail de
près ou de loin.*

Assia & Fatima

Résumé:

Notre étude porte sur le dosage de taux de quelques métabolites primaires céphaliques ainsi que la détermination d'indice d'acidité chez les femelles de criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, les individus femelles présentent un poids globale de 2.51 ± 0.56 (g), et un poids des têtes égales à 0.217 ± 0.044 g, ainsi les résultats obtenus montrent un taux de protéines égal à 20.56 ± 9.56 mg/ml, un taux des glucoses égal à 42.22 ± 5.8 mg/ml et un indice d'acidité égal à 32.9 ± 1.9 . Ces résultats reflètent une richesse de taux de ces métabolites chez les têtes de ces insectes ce qui traduit l'importance biologique de ces éléments.

Mots clés: métabolites primaires céphaliques, dosage, criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*)

ملخص :

تركز دراستنا على تقدير نسب بعض الأيضات الأساسية الرأسية (أو للرؤوس) وتحديد معدل الحموضة لدى إناث الجراد السائح *Schistocerca gregaria*، لدى الإناث بلغ الوزن الإجمالي 0.56 ± 2.51 (غ)، وبلغ وزن الرؤوس ما يساوي 0.217 ± 0.044 غ، وهكذا فإن النتائج المتحصل عليها تظهر نسبة بروتينات تساوي 20.56 ± 9.56 ملغ / مل، ونسبة جلوكوز تساوي 42.22 ± 5.8 ملغ / مل ومعدل حموضة يساوي 32.9 ± 1.9 . هذه النتائج تعكس ثراء في نسب هذه الأيضات في رؤوس هذه الحشرات وهذا ما يعكس ويبين الأهمية البيولوجية لهذه العناصر. الكلمات الدالة: الأيض الأساسي الرأسي، مقدار (الجرعات)، الجراد السائح (*Schistocerca gregaria*).

Summary:

Our study focuses on the determination of rates of some cephalic primary métabolites and the determination of acidity value in the females of desert locust *Schistocerca gregaria*, the females have a total weight of 2.51 ± 0.56 (g), and the weight of heads is equal to 0.217 ± 0.044 g, the results showed a proteins rate equal to 20.56 ± 9.56 mg / ml, the rate of glucose is equal to 42.22 ± 5.8 mg / ml and the acidity index is equal to 32.9 ± 1.9 . These results reflect the wealthy rates of these métabolites in the heads of these insects which reflects the biological importance of these elements.

Keywords: cephalic primary métabolites, dosing, desert locust (*Schistocerca gregaria*).

Liste des photos

Photo	Titre	Page
01	Femelle de criquet pèlerin <i>Schistocerca Gregaria</i>	48

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Les différentes structures des protéines.....	05
02	Structure en hélice α	06
03	Structure en feuillets plissés chaînes antiparallèles.....	07
04	Coude β (quatre Aa).....	07
05	Les différentes liaisons impliquées dans la structure tertiaire des protéines....	08
06	Principe de la colonne de filtration sur gel.....	15
07	Electrophorèse.....	17
08	La formation des glycérides.....	19
09	Hydrolyse des triglycerides par enzyme de lipase.....	19
10	Nature de l'alcool.....	22
11	L'acide phosphatidique.....	23
12	Structure de galactosylcéramides.....	24
13	Hydrolyse des phosphatidyl- choline par les phospholipases.....	27
14	Action d'un oxydant fort sur un ose.....	29
15	Action de l'acide nitrique sur le galactose.....	30
16	Action de l'acide nitrique sur le méthylglucose.....	30
17	Structure linéaire des oses simples.....	31
18	La structure cyclique de D-glucose.....	32
19	La structure anomérique de D-glucose.....	33
20	Structure des osamines.....	33
21	Structure d'acide aldoniques.....	34
22	Structure d'acide uronique.....	34
23	Structure d'acide sialique.....	35
24	Structure de saccharose.....	36
25	Structure de lactose.....	36
26	Structure de l'amidon.....	37
27	Structure de cellulose.....	38
28	Catabolisme de glycogène.....	43
29	Schémas de glycogénogenèse.....	44

30	La glycolyse.....	45
31	La néoglucogénèse.....	46
32	La morphologie des acridiens.....	49
33	Vue frontale d'une tête de criquet.....	51
34	Vue ventrale du thorax.....	51
35	Morphologie des extrémité abdominal.....	52
36	Secteur représente le taux de protéines et le taux de glucose céphaliques chez les individus femelles de criquet pèlerin.....	58
37	Taux de Protéines et poids des têtes chez les femelles de Criquet pèlerin....	59
38	L'indice d'acidité des têtes chez les femelles de Criquet pèlerin.....	60
39	Taux de glucose et poids des têtes chez les femelles du criquet pèlerin.....	60

Liste des abréviations

A ⁰ :	Ampere
Aa:	Acide aminé
AG:	Acide gras
ATP:	Adenosine Tri Phosphate
B.S.A:	L'albumine de sérum de boeuf
C°:	Degré Celsius
CPG:	Chromatographie en phase gazeuse
F.A.O:	Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
GABA:	Acide glutamique
GOD:	Glucose oxydase
I _A :	Indice d'acidité
I _E :	Indice d'ester
I _I :	Indice d'iode
I _S :	Indice saponification
K:	Kilo
Kcal:	Kilo calorie
M:	Mètre
Mg:	Milligramme
NADP:	Nicotinamide adénine dinucléotide phosphate
NANA:	Acide N-acétylneuraminique
nm:	Nano mètre
PM:	Pois moléculaire
POD:	Peroxydase
R:	Racine d'acide amine
RX :	Rayon x
UV:	Ultra violet

Table des matières

Introduction	02
Première partie : Synthèse bibliographiques	
Chapitre I- Aperçu sur les métabolites primaires	
I.1.- Protéines.....	04
I.1.1.- Généralité.....	04
I.1.2.- Définition.....	04
I.1.3.- Composition des protéines.....	04
I.1.3.1.- Structure primaire.....	05
I.1.3.2.- La structure secondaire.....	05
I.1.3.2.1.- Structure en hélice α	06
I.1.3.2.2.- Structure en feuillets plissés.....	06
I.1.3.2.3.- Coude β	07
I.1.3.2.4.- Pelote statistique	08
I.1.3.3.- Les structure supersecondaires.....	08
I.1.3.4.- Les structure tertiaire.....	08
I.1.3.5.- Structure quaternaire.....	09
I.1.4.- La classification des protéines.....	09
I.1.4. 1.- Classification selon la forme des molécules.....	09
I.1.4.1.1.- Protéines fibreuses ou scléroprotéines.....	09
I.1.4.1.2.- Protéines globulaire.....	10
I.1.4.2.- Classification selon la solubilité.....	10
I.1.4.3.- Classification selon la composition.....	11
I.1.5.- La propriété des protéines.....	11
I.1.5.1.- La solubilité.....	11
I.1.5.2.- Caractère amphotère.....	12
I.1.5.3.- Pression osmotique.....	13
I.1.6.-Les rôles des protéines dans l'organisme.....	13
I.1.7.-Méthodes d'étude et critères de pureté d'une protéine.....	14
I.1.7.1.-Extraction des protéines de la matière vivante.....	14
I.1.7.2.-Purification de l'extrait.....	14

I.1.7.2.1.- Procédés d'isolement des protéines base sur la taille moléculaire.....	15
I.1.7.2.2.- Procédés bases sur la solubilité.....	15
I.1.7.2.3.-Procédés bases sur la charge électrique.....	16
I.1.7.2.4.-Cristallographie et diagramme de diffraction des RX.....	17
I.1.7.3.- Méthodes de dosage des protéines.....	17
I.1.7.3.1.-Méthodes non spécifiques.....	17
I.1.7.3.2.-Méthodes spécifiques.....	17
I.2.- Lipides.....	18
I-2-1.- Generalité.....	18
I-2-2.- Définition.....	18
I-2-3.- Classification des lipides.....	18
I.2.3.1.- Lipides saponifiables.....	18
I.2.3.1.1.- Les lipides simples.....	18
I-2-3-1.2.- Acides gras.....	20
I.2.3.1.2.1.- Propriétés des acides gras.....	20
I-2-3-1.2.2.- La classification des acides gras.....	21
I-2-3.1.3.- Les lipides complexes.....	22
I.2.3.2.-Lipides insaponifiables.....	24
I.2.4.- Fonctions des lipides dans l'organisme.....	24
I.2.5.- Méthodes d'étude des lipides.....	25
I.2.5.1.- Extraction.....	25
I.2.5.2.- Séparation et dosage.....	25
I.2.5.3.- Détermination des indices.....	26
I.2.5.4.-Analyse enzymatique d'un glycérophosphoaminolipide.....	27
I.3.-Glucide.....	27
I.3.1.-Généralité.....	27
I.3.2.-Définition.....	27
I.3.3.-Classification des glucides.....	28
I.3.3.1.-Les oses.....	28
I.3.3.1.1.-Définition.....	28
I.3.3.1.2.-Classification des oses.....	28
I.3.3.1.3.-Distribution dans la nature.....	28
I.3.3.1.4.-Propriétés des oses.....	29

I.3.3.1.4.1.-Propriétés physiques.....	29
I.3.3.1.4.2.-Propriétés chimiques.....	29
I.3.3.1.5.-Structure des oses.....	31
I.3.3.1.5.1.-Structure linéaire.....	31
I.3.3.1.5.2.-Structure cyclique.....	32
I.3.3.1.5.3.-Structure anomérique.....	32
I.3.3.1.6.-Les dérivés des oses.....	33
I.3.3.1.6.1.-Dérivés amines d'oses biologiques.....	33
I.3.3.1.6.2.-Dérivés acides d'oses biologiques.....	34
I.3.3.2.-Les osides.....	35
I.3.3.2.1.-Définition.....	35
I.3.3.2.2.-Holosides.....	35
I.3.3.2.2.1.-Les oligosides.....	35
I.3.3.2.2.2.-Les polysides.....	37
I.3.3.2.3.-Hétérosides.....	39
I.3.3.2.3.1.-Glucoconjugués.....	39
I.3.3.2.3.1.1.-Les glycoprotéines.....	39
I.3.3.2.3.1.2.- Les glycolipides.....	40
I.3.3.2.3.1.3.-Le rôle des glycanes des glycoconjugués.....	40
I.3.4.-Fonctions des glucides dans l'organisme.....	40
I.3.5.-Origine et transport de glucose.....	41
I.3.6.-Dosage d'ose et d'oside simple.....	42
I.3.6.1.-Méthode physique.....	42
I.3.6.2.-Méthode chromatographique.....	42
I.3.6.3.-Méthode enzymatique.....	42
I.3.7. -Métabolisme des glucides.....	43
I.3.7.1.-Catabolisme de glycogène.....	43
I.3.7.2.-La glycogénogénèse.....	44
I.3.7.3.-La glycolyse.....	44
I.3.7.4.-La néoglucogénèse.....	45

Deuxième partie: Partie expérimentale

Chapitre II : Matériels et Méthodes

II.1.-Principe adopté.....	48
II.2.- Choix de materiel biologique.....	48
II.2.1.-Généralité sur le criquets.....	48
II.2.2.-Place du criquet dans le règne animal.....	48
II.2.3.-Position Systématique.....	49
II.2.4.-Morphologies des acridiens.....	49
II.2.5.-La céphalisation	53
II.2.6.-Cycle biologique.....	53
II.2.7.-Répartition géographique.....	53
II.3.-Méthode de dosage des métabolisme premieres.....	54
II.3.1.-Extraction des métabolismes premieres céphaliques.....	54
II.3.2.-Dosage des protéines par la méthode de Lowry.....	54
II.3.2.1.-Principe de la réaction.....	54
II.3.2.2.-Mode opératoire.....	54
II.3.3.- Determination de l'indice d'acidité.....	55
II.3.3.1.-Principe de réaction.....	55
II.3.3.2.-Mode opératoire.....	55
II.3.4.- Dosage du glucose par la méthode de glucose-oxydase.....	55
II.3.4.1.-Principe de la réaction.....	55
II.3.4.2.-Mode operatoire.....	56

Troisième partie : Résultats et discussions

Chapitre III : Résultats et Discussions

III.1.-Taux des protéines.....	59
III.2.-L'indice d'acidité.....	59
III.3.-Taux de glucose.....	60
Conclusion.....	62
Références bibliographiques.....	64
Annexes	

Il n'y a pratiquement aucun groupe d'animaux que celui des acridiens, sans distinction d'espèces, qui soient les plus redoutables ennemis de l'homme depuis l'apparition de l'agriculture. Présentés dans l'ancien testament comme l'une des plus terrifiantes et catastrophiques manifestations naturelles et considérés comme la huitième plaie de l'Égypte depuis l'exode, les criquets n'ont jamais cessé d'affronter l'humanité avec leurs pullulations épisodiques (ALLAL-BENFEKIH, 2006). Dans beaucoup de régions d'Afrique et d'Asie notamment, la sécurité alimentaire repose essentiellement sur la protection des cultures, ces dernières font l'objet d'attaques endémiques par les acridiens (OULD ELHADJ, 2004). Chaque année, les acridiens et les sautériaux, causent des dégâts importants aux cultures (BENKENANA, 2006). En effet des millions de personnes sont mortes de faim à cause de ces insectes (APPERT et DEUSE, 1982). À l'échelon local, les criquets peuvent causer des destructions complètes de récoltes dont l'impact sur l'autoconsommation et la fragile économie de populations vivant d'une agriculture à risques climatiques élevés est souvent très important. Les conséquences sociales pour de nombreuses populations rurales sont telles que les criquets sont souvent traités comme une priorité nationale (LEBBOUZ, 2010), la surveillance et la maîtrise du problème acridien supposent une connaissance approfondie de la biologie et de l'écologie de ces insectes. Celles-ci permettent de découvrir la phase la plus vulnérable des insectes à combattre de façon à entreprendre une lutte économique. Sur la base de ces données témoignant du danger que présentent ces acridiens, plusieurs travaux ont été réalisés dans le monde et en Algérie (BENKENANA, 2006). De nos jours, plus de 500 espèces sont régulièrement consommées à travers le monde, on ne connaît probablement que le centième des insectes comestibles. En Afrique (Algérie, Cameroun, Ouganda, Zaïre, Afrique du Sud...), en Amérique (Brésil, Colombie, Mexique, Venezuela...), en Asie (Chine, Japon, Inde, Indonésie, Asie du Sud-Est) et en Australie (Aborigènes), les insectes sont cuisinés séchés, bouillis, grillés ou frits (BIZÉ, 1997), ainsi selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture FAO (1980), le corps d'un acridien contient de 60 à 75% d'eau, le reste se répartit ainsi : protéines 60%, glucides 24%, lipides 12%, sels minéraux 4%.

L'objectif de ce travail est d'étudier quelques métabolites primaires chez le criquet pèlerin *Schistocerca Gregaria*.

Notre travail est structuré en trois parties, la première partie concerne les données bibliographiques sur les métabolites primaires, la deuxième partie est matérielle et méthodes, et la troisième partie est résultats et discussions. Une conclusion et des perspectives achèvent la présente étude.

I.1.- Protéines

I.1.1.-Généralité

Les protéines sont des constituants extrêmement importants des cellules vivante, tant d'un point de vue quantitatif (elles représentent en général plus de la moitié du poids sec des cellules), que du point de vue qualitatif, car en plus des protéines dites structurales on trouve des protéines ayant un rôle biologique capital, en particulier les enzymes, catalyseurs biologiques indispensables au déroulement des réactions dans les cellules des organismes vivants. Toutes les protéines contiennent les quatre éléments: C, H, O, et N ; beaucoup contiennent du soufre, certaines renferment du phosphore (WEIL, 2005). Les protéines sont formées de l'enchaînement de plusieurs acides aminés. Ils sont liés les uns aux autres par des liaisons peptidiques. Il s'agit d'une liaison amide (-CO-NH-) formée entre la fonction acide de premier acide aminé et la fonction aminé du deuxièmes (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.1.2.- Définition:

Les protéines ce sont des macromolécules, constituants essentiels de la cellule, et présentes dans toute matière vivant (AGEMP, 1982).

Les protéines sont:

- Les plus abondante: 55% ou plus du poids sec de la cellule.
- Les plus universelles: présentes dans les virus, les bactéries, les plantes, les animaux supérieurs.....
- Les plus variées: plusieurs milliers de protéines ont été caractérisées et isolées (KESSOUS, 2005).

I.1.3.- Composition et structure des protéines:

Des certaines de protéines ont été isolées et purifiées jusqu'à la cristallisation.

Toute contiennent: C₂ , H₂ , N₂ , O₂.

Presque toutes: S₂

Parfois: P, Fe, Zn, Cu.

Ce sont des macromolécules parfois très complexes, leur étude est cependant relativement aisée car toute les protéines résultent de l'enchaînement d'une série limitée de composés organiques simple, de faibles poids moléculaire (KESSOUS, 2005). Les protéines sont formées de longues chaînes polypeptidiques et nous savons maintenant comment la séquence des aminoacides de ces chaînes peut être déterminée. Ceci constitue la structure primaire des protéines. Mais chaque protéine a en réalité une structure tridimensionnelle, une conformation, qui lui est propre, établie et maintenue par d'autres types de liaisons que la liaison peptidique ; on dit que la protéine « native » a une structure secondaire, tertiaire et même quaternaire dans certains cas (Figure 01) (WEIL, 2005).

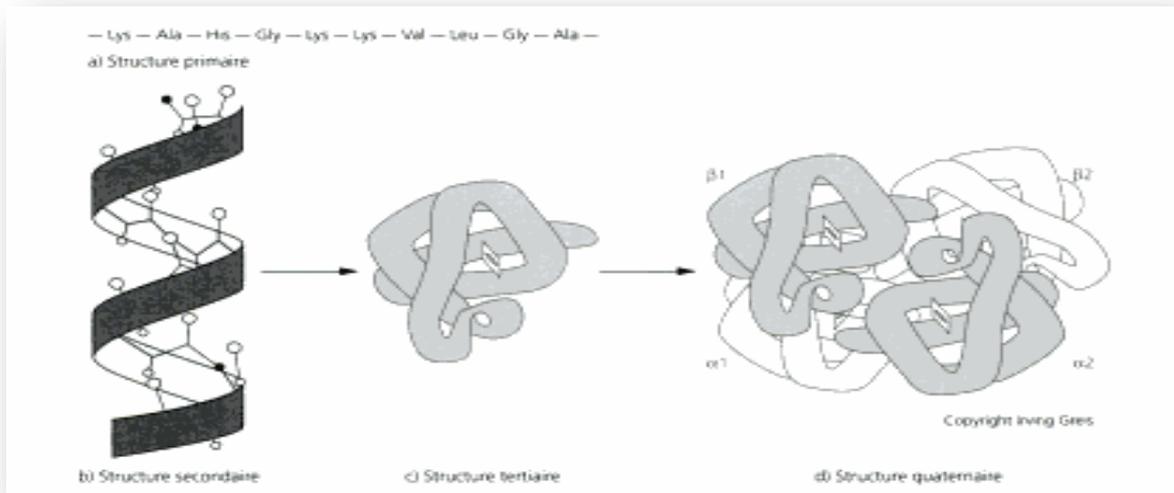


Figure 01: Les différentes structures des protéines (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.1.3.1.- Structure primaire:

Ce terme représente la séquence linéaire des acides aminés dans la chaîne protéique (CLAVERIE et PANET, 2008), reliés entre eux par une liaison peptidique. Cette liaison peptidique est plane, et quasiment uniquement en configuration trans. On écrit traditionnellement à gauche l'Aa dont la fonction amine est libre (extrémité N terminale) et à droite l'Aa dont la fonction acide carboxylique est libre (extrémité C terminale) (BEAUMONT, 2005). L'habitude est d'écrire cet enchaînement en commençant par le groupement aminé libre (Acide aminé N- terminal). Dans l'enchaînement d'acides aminés d'une protéine, seules les fonctions $-\text{COOH}$ et NH_2 sont impliquées (AGEMP, 1982).

I.1.3.2.- Structure secondaire:

Correspond à la conformation locale des protéines, ceci conduit à définir les motifs issus du repliement régulier du squelette polypeptidique: hélices, feuillettes plissées, et coudes (VOET et VOET, 2005). Elle désigne l'arrangement spatial de la chaîne protéique, la formation de liaisons hydrogènes entre les groupes carbonyles $-\text{CO}-$ et groupes $-\text{NH}-$ des liaisons peptidiques lui donne un aspect régulier (CLAVERIE et PANET, 2008).

L'encombrement stérique des acides aminés et les angles des liaisons font que l'enchaînement n'est pas linéaire, mais présente un certain nombre de replis. En outre, les différentes portions des replis peuvent établir entre elles des liaisons qui vont contribuer à consolider la structure (COLLAS, 2005). Les deux types de structure hélices et feuillettes β sont les premiers à se mettre en place lors du repliement des protéines après leur synthèse: un troisième coudes ou boucles

fait le lien entre les deux premières (COUTOULY et al., 2006). La structure secondaire concerne l'organisation à "faible distance" dans l'espace de certains éléments de la structure primaire ; cette organisation consiste en un enroulement ou un repliement face à face de la chaîne de la protéine, de façon régulière ou irrégulière, compte tenu :

- Des angles de valences
- Des longueurs des liaisons

De la possibilité de formation de nouvelles liaisons autres que peptidiques (AGEMP, 1982).

I.1.3.2.1.- Structure en hélice α :

L'hélice alpha s'élève de 0,15 nm par résidu et de 0,54 nm à chaque tour. Elle compte 3,6 résidus par tour. Elle est stabilisée dans sa forme hélicoïdale par des ponts hydrogènes établis entre l'hydrogène d'un groupement aminé et l'oxygène d'un groupement carboxylique situé quatre résidus plus loin. On remarque que ces liaisons sont parallèles à l'axe de l'hélice. Les chaînes latérales des résidus dans une hélice alpha pointent à l'extérieur de la structure (BEAUMONT, 2005). La structure en hélice α est la plus courante et on la retrouve dans l' α kératine. Il y a enroulement de la chaîne polypeptidique sur elle-même en spirale, formant ainsi une hélice droite (avance dans le sens des aiguilles d'une montre) dont la cohésion est due aux liaisons hydrogène (RAHAL, 2004). L'hélice α , est une hélice droite constituée de 18 acides aminés pour 5 tours (3,6/ tour) avec un pas de 5,4 Å (Figure 02) (BARATTI-ELBAS et MARICHAL, 2008).

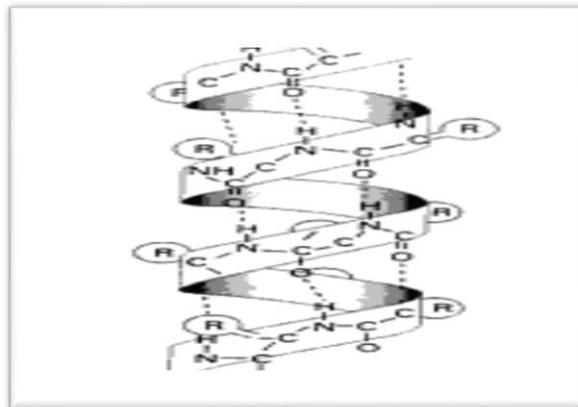


Figure 02: Structure en hélice α (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.1.3.2.2.- Structure en feuillets plissés:

Elle est encore nommée "configuration β " ou "structure étirée". Il s'agit de la succession des plans peptidiques, qui constituent un feuillet plissé, la rendant comparable à un toit d'architecte. Ceci permet de respecter la coplanarité des liaisons peptidiques, les liaisons hydrogènes sont intercaténares, permettant ainsi l'association des chaînes protéiques soit de façon parallèle, soit de

façon antiparallèle(le sens H₂N...COOH est opposé sur les deux axes) (CLAVERIE et PANET, 2008). La conformation comporte un plissement de la chaîne polypeptidique au niveau du C α qui appartient ainsi à deux plans. R est situé perpendiculairement, dans l'un des plans se trouve le carbonyle et dans l'autre plan de NH du même Aa (Figure03) (KESSOUS, 2005).

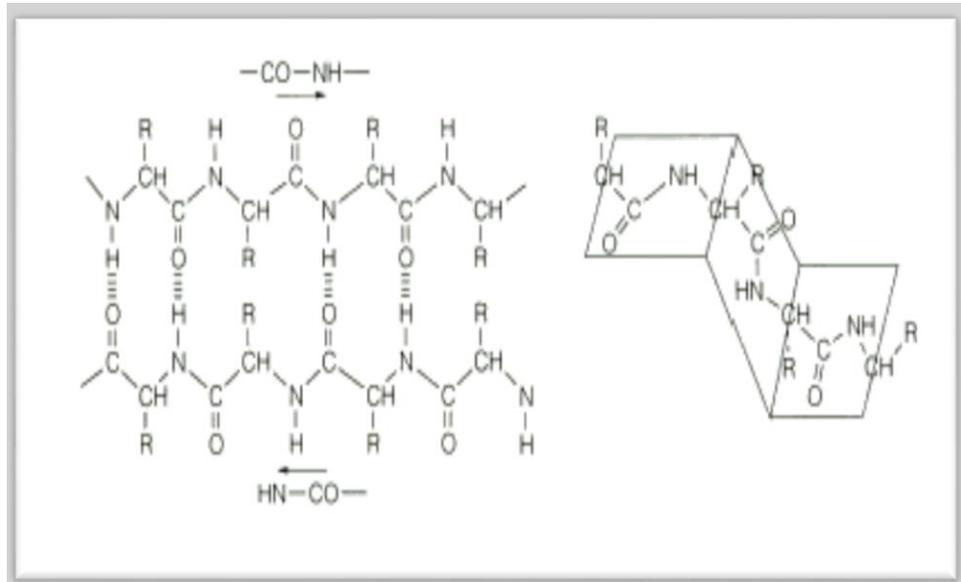


Figure 03: Structure en feuillets plissés chaînes antiparallèle (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.1.3.2.3.- Coude β :

Ce sont des séquences de quatre Aa qui permettent à la chaîne de se replier sur elle-même. Cette structure est stabilisée par une liaison hydrogène entre le premier et les quatrièmes résidus d'Aa. On n'y trouve jamais d'Aa apolaire, mais au contraire de la proline, de la glutamine, de l'acide aspartique et de la sérine. Alors que presque toutes les liaisons peptidiques sont en configuration trans, on trouve un nombre important de ces liaisons en configuration cis (grâce à la proline) (Figure 04) (BEAUMONT, 2005).

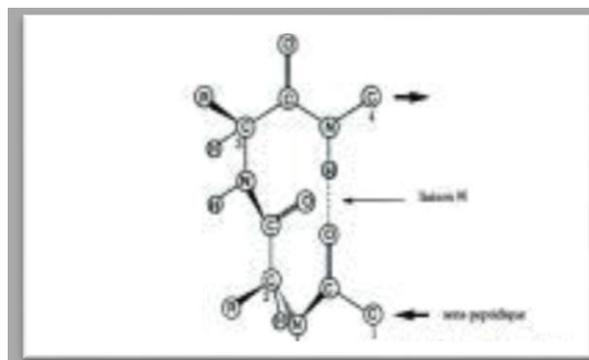


Figure 04: Coude β (quatre Aa) (COUTOULY et al., 2006).

I.1.3.2.4.- Pelote statistique :

Il existe des régions de la protéine qui n'adoptent aucune conformation particulière ; on parle alors de pelote statistique (BEAUMONT, 2005). Elles sont seulement irrégulières et donc plus difficiles à décrire. Il ne faut donc pas confondre le terme conformation en boucle avec le terme enroulement au hasard (random coil), qui désigne l'ensemble des conformations totalement désordonnées (VOET et VOET, 2005).

I.1.3.3.- Structures supersecondaires: les motifs

Une protéine ne prend jamais en totalité une structure en hélice α ou Feuille β . Il existe des combinaisons de ces structures que l'on retrouve dans les protéines globulaires :

- motifs $\beta - \alpha - \beta$ formés de deux feuillets β parallèles réunis par une hélice α
- motifs tout β
- meander β formés de cinq feuillets pliés β reliés par des coudes β (BEAUMONT, 2005).

I.1.3.4.- Structures tertiaires:

La structure spatiale d'une protéine est le repliement de la chaîne sur elle-même. Pour une protéine donnée, on rencontre une seule structure tertiaire qui correspond à sa forme native, seule forme qui lui permet d'être biologiquement active (BEAUMONT, 2005). Cette structure est stabilisée par des liaisons par des liaisons H₂, des liaisons de van der Waals, des liaisons ioniques (KESSOUS, 2005). Il y a trois types de formes globales: globulaires (sphériques), fibreuses (allongées) transmembranaires (Figure 05) (COUTOULY et al., 2006).

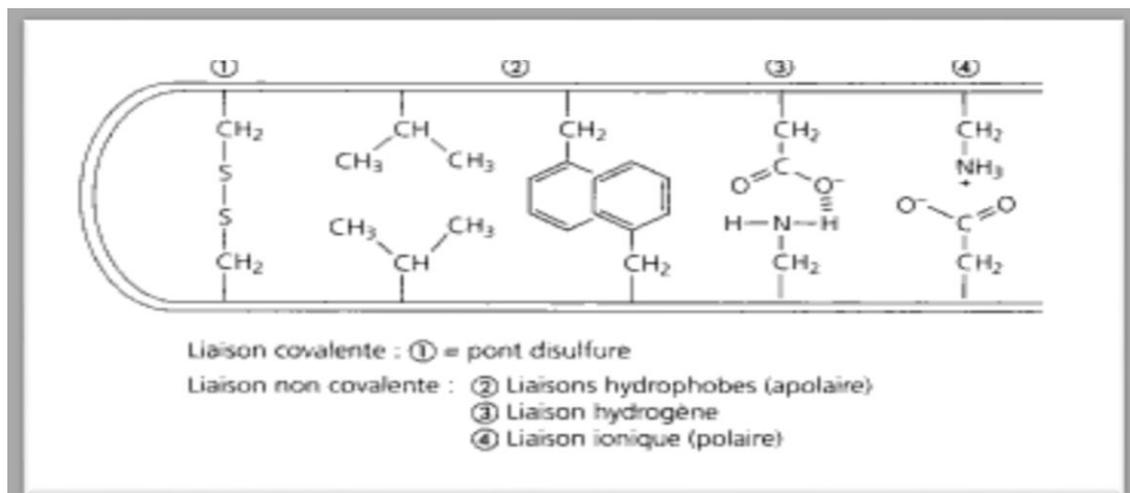


Figure 05: Les différentes liaisons impliquées dans la structure tertiaire des protéines (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.1.3.5.- Structure quaternaire:

C'est l'association des sous unités des protéines polymérique l'introduction des éléments non protéiques indispensables à l'activité biologique de la protéine (groupe prosthétiques métaux hème..). Actuellement on ne connaît que la structure III et IV d'un petit nombre de protéine (KESSOUS, 2005). La structure quaternaire correspond à l'assemblage de plusieurs protéines (protomères, monomères) pour former un oligomère soit avec des protomères identiques, soit avec plusieurs protomères différentes (CLAVERIE et PANE, 2008).

I.1.4.- Classification des protéines:

I.1.4.1.-Classification selon la forme des molécules:

I.1.4.1.1.- Protéines fibreuses ou scléroprotéines:

Ce sont les plus abondantes, leur conformation est assez simple, leurs chaînes polypeptidiques sont habituellement disposées ou enroulées en faisceaux parallèles. Parmi les protéines fibreuses deux catégories prédominantes:

❖ Les keratines:

Les keratines sont des protéines fibreuses, insolubles, synthétisées par les cellules de l'épiderme on distingue:

* Les α kératines: c'est en étudiant ces protéines que L. Pauling et Corey ont établi la structure α :

Ces protéines constituent les ongles, la corne, les cheveux, la laine, la peau

* Les β keratines ont permis la description de la structure β :

Ce sont les constituants des fibres des araignées, du vers à soie, des écailles et des griffes des oiseaux et des reptiles.

❖ Les collagènes:

C'est la protéine la plus abondante des vertébrés supérieurs.

Le collagène est une macromolécule fibreuse de la matrice inter-cellulaire qui constitue un système de cohésion qui permet l'assemblage des cellules en tissus, des tissus en organes et des organes en organismes. Les molécules de collagène sont organisées en fibrilles dont la disposition varie selon la fonction biologique du tissu conjonctif (KESSOUS, 2005).

❖ Les fibroïnes de la soie:

les feuillettes β sont antiparallèles, donc de structure plus souple que la kératine, d'où un filament mou et flexible (CLAVERIE et PANET, 2008).

❖ **Elastine:**

Cette protéine constitue les ligaments. On y trouve de nombreux résidus de lysine qui seront des précurseurs de la desmosine, molécule capable de lier jusqu' à quatre chaînes peptidiques. Ceci permettra de former des liaisons croisées, et donc de créer une élasticité dans plusieurs directions (BEAUMONT, 2005).

I.1.4.1.2.- Protéines globulaires:

Forme générale sphériques ou ovoïde (COLLAS, 2005). Leurs structures sont beaucoup plus complexes, la structure III est compacte et ces protéines sont toujours douées d'activité biologique. Toutes les protéines enzymatiques sont sous forme globulaire. Ces protéines sont en général solubles dans l'eau. Ainsi toutes les protéines globulaires examinées à ce jour présentent des caractéristiques communes:

* Enroulement compacte, avec peu ou pas d'espace interne.

* Localisation des chaînes latérales hydrophiles à l'extérieur et des chaînes hydrophobes à l'intérieur de la structure (KESSOUS, 2005).

I.1.4.2.- Classification selon la solubilité:

❖ **Albumines:**

Solubles dans l'eau distillée. Précipitent par addition de sulfate d'ammonium entre 70 et 100% de la saturation. $pH_i < 7$ (caractère acide).

❖ **Globulines:**

Insolubles dans l'eau pure, mais solubles dans les solutions salines diluées (NaCl 5%), précipitent par addition de sulfate d'ammonium à 50% de la saturation. Souvent des glycoprotéines ou lipoprotéines.

❖ **Protamines et histones:**

Solubles, taille petite (plutôt polypeptides que protéines) ; très basiques (lysine et arginine) et pH_i élevé.

❖ **Globines:**

Solubles dans l'eau.

❖ **Prolamines et glutélines:**

Protéines végétales insolubles dans l'eau, mais solubles dans les acides et les bases dilués.

I.1.4.3.-Classification selon la composition:

❖ **Holoprotéine:**

Elles ne sont constituées que d'acides aminés.

❖ **Hétéroprotéines:**

Elles comportent une ou plusieurs chaînes peptidiques associées (homoprotéine) liées par covalence à un groupement prosthétique de nature non glucidique. La nature de ce groupement est extrêmement variée :

- glucide glycoprotéines
- lipide lipoprotéines
- phosphate phosphoprotéines
- ion métallique chromoprotéines (hémoglobines, cytochromes) (KESSOUS, 2005).

I.1.5.- Propriété des protéines:

I.1.5.1.-La solubilité:

La solubilité des protéines dans leur solvant naturel varie selon leur composition et leur structure. Elle peut être modifiée par l'influence de divers facteurs qu'il est important de connaître quand on veut extraire et purifier une protéine à partir d'un milieu biologique complexe. Ces facteurs influencés sont les suivants:

• **Influence de la température:**

La solubilité augmente quand la température s'élève, par exemple entre 0 et +40°C mais attention au risque de dénaturation.

• **Influence des électrolytes:**

Dilués, ils ont un rôle solubilisant. L'extraction des protéines d'un broyat sera donc favorisée par l'utilisation d'une solution de chlorure de Na 0,1M plutôt que par de l'eau pure. En revanche, l'utilisation d'électrolytes concentrés entraîne une insolubilisation nommée Relargage. Les ions minéraux fixent les molécules d'eau. On constate alors une diminution d'hydratation des molécules de protéines qui s'insolubilisent. A basse température. Cette précipitation n'entraîne pas de dénaturation des protéines. Comme la concentration saline nécessaire

a la précipitation n'est pas la même pour toutes les protéines. Il est possible de réaliser des fractionnements, au moins partiels, des mélanges protéiques, en augmentant progressivement la force ionique du milieu. Le sel le plus couramment utilisé est le sulfate d'ammonium (CLAVERIE et PANET, 2008).

- **Influence du solvant organique:**

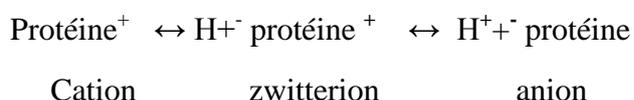
Les solvants organiques miscibles à l'eau, tels que l'acétone ou l'éthanol, sont généralement de bons agents pour précipiter les protéines. En effet, leur faible constante diélectrique abaisse le pouvoir de solvatation de leurs solutions aqueuses pour les ions dissous comme les protéines. Les solubilités différentes des protéines dans ces mélanges de solvants sont à la base d'une technique de fractionnement intéressante.

- **Cristallisation:**

Lorsqu'une protéine se trouve dans un état de purification raisonnable, on peut arriver à la cristalliser. Une façon de faire est de porter la solution de protéine à une concentration en agent précipitant juste au-delà de son point de saturation. Après un certain temps, et souvent lorsque la concentration de l'agent précipitant n'a été augmentée que progressivement, il arrive que la protéine (VOET et VOET, 2005).

I.1.5.2.- Caractère amphotère :

La plupart des groupements aminés et carboxyliques des aminoacides sont dans les protéines engagés dans les liaisons peptidiques mais nous avons vu que les chaînes latérales comportent des groupements ionisables qui confèrent aux protéines un caractère. Selon le pH de la solution, ces groupements sont plus ou moins ionisés en fonction de leurs PK, de sorte que la protéine peut exister lorsqu'on élève le pH, sous les trois états suivants:



Lorsque le nombre de groupements chargés positivement est égal au nombre de ceux chargés négativement, on est au point isoionique; le nombre de protons combinés aux groupements basiques est alors égal à celui des protons libérés par la dissociation des groupements acides (JACQUES- HENRY, 2005).

I.1.5.3.- Pression osmotique :

Considérons deux compartiments séparés par une membrane perméable aux ions, mais imperméable aux protéines. La présence d'une protéine dans l'un des compartiments provoque une distribution inégale d'ions diffusibles de part et d'autre de la membrane (alors qu'en l'absence de protéine on a une distribution égale, à l'équilibre). A la pression osmotique de la protéine, s'ajoute donc en plus la pression osmotique due à l'excès d'ions diffusibles: la somme représente la pression oncotique (JACQUES- HENRY, 2005).

I.1.6.- Rôles des protéines dans l'organisme:

- Des fonctions de réserve, de stockage d'acides aminés que l'embryon utilise pour son développement (ovalbumine de l'œuf).
- Des fonctions de structure comme le collagène du tissu conjonctif et de l'os
- Des fonctions de transport comme l'albumine ou l'hémoglobine des vertébrés (KESSOUS, 2005). L'hémoglobine transporte l'oxygène dans le sang; les lipoprotéines transportent les lipides et le cholestérol. Le sang contient d'autres protéines de transport pour le fer, les hormones stéroïdes (BERRADA, 2009) et précurseurs de neuromédiation ou de coenzymes. Exemples:

-Tyrosine: catécholamines

-Tryptophane: sérotonine

-Acide glutamique: GABA

-Cystéine: coenzyme A, glutathion (CLAVERIE et PANET, 2008).

- Des fonctions de protection ou de défense comme les protéines de la coagulation sanguine, les anticorps ou immunoglobulines
- Des fonctions hormonales comme l'insuline qui aide à régler le taux de glucose sanguin (KESSOUS, 2005), (BERRADA, 2009), l'hormone de croissance, ainsi que les hormones polypeptidiques et les hormones protéiques qui contribuent à régler l'activité métabolique, la croissance et le développement. Ainsi, l'hormone de croissance est une hormone anabolique nécessaire pour une croissance optimale; (BERRADA, 2009).
- Régulation de la contraction musculaire (KESSOUS, 2005).
- Les enzymes sont des protéines essentielles à presque toutes les réactions biochimiques de l'organisme; elles multiplient par au moins un million la vitesse des réactions chimiques. Citons l'amylase salivaire (dans la salive), qui catalyse la dégradation des amidons, et les oxydases, qui permettent l'oxydation des combustibles alimentaires.
- Un grand nombre de protéines plasmatiques, notamment l'albumine, peuvent servir d'acide ou de base dans un système tampon. Elles empêchent les variations excessives du pH sanguin en captant ou en libérant des protons H^+ (BERRADA, 2009).

○ Les anticorps sont des protéines très spécialisées qui reconnaissent et inactivent les bactéries, les toxines et certains virus. Ils participent à la réponse immunitaire, qui contribue à protéger l'organisme contre les substances étrangères et les microorganismes. Les protéines du complément, en circulation dans le sang, améliorent l'activité du système immunitaire et stimulent la réaction inflammatoire, un mécanisme de résistance non spécifique de l'organisme (BERRADA, 2009).

I.1.7.- Méthodes d'étude et critères de pureté d'une protéine:

L'isolement et la caractérisation d'une protéine biologiquement active d'un tissu impose l'utilisation des méthodes d'extraction, de purification et de dosage (AGEMP, 1982).

I.1.7.1.- Extraction des protéines de la matière vivante:

L'extraction consiste à transférer l'échantillon du milieu initial vers un autre milieu. Il y sera analysé et dosé (CLAVERIE et PANET, 2008). Après homogénéisation par broyage, le surnageant peut être évité par des réactifs insolubilisant les protéines, il ya deux type de réactifs:

. Réactifs dénaturants :

Acide trichloracétique, Sels de métaux lourds, Acide picrique, Acides minéraux.

. Réactifs peu (ou pas) dénaturants :

Solvants à basse température, (Alcool, acétone), Sels neutres à diverses concentrations (sulfate d'ammonium, sulfate de sodium, relargage) (AGEMP, 1982).

I.1.7.2.-La purification de l'extrait :

La purification d'une protéine particulière reste une tâche souvent délicate, puis que cette protéine n'est que l'une des nombreuses protéines différentes présentes dans une cellule et pas nécessairement la plus abondant (GUILLOTON et QUINTARD, 2007).

La purification de l'extrait est basée sur les caractères suivants:

-La taille moléculaire

-La solubilité

- La charge électrique

-L'absorption, l'affinité pour certaine substance biologique...

-Cristallographie et diagramme de diffraction des RX (KESSOUS, 2005).

I.1.7.2.1.- Procédés d'isolement des protéines basé sur la taille moleculaire:

- **Dialyse et ultracentrifugation:**

Les protéines globulaire en solution peuvent facilement être séparées des solutes de faibles PM Par dialyse à travers une membrane semi permeable la taille des pores de cette membrane ne permet pas de passage des macromolecules de faible PM peuvent traverser cette membrane semi-perméable.

- **Chromatographie d'exclusion moleculaire ou gel- filtration moleculaire:**

La separation se fait selon le PM et la taille des solutes. Le mélange traverse par gravité la colonne contenant des billes d' un materiel inerte, hydrate et polymérique.

Les solutes de tailles moleculaire differentes pénétrent plus ou moins dans les pores des billes et ainsi traversent la colonne à des vitesses differentes (Figure 06) (KESSOUS, 2005).

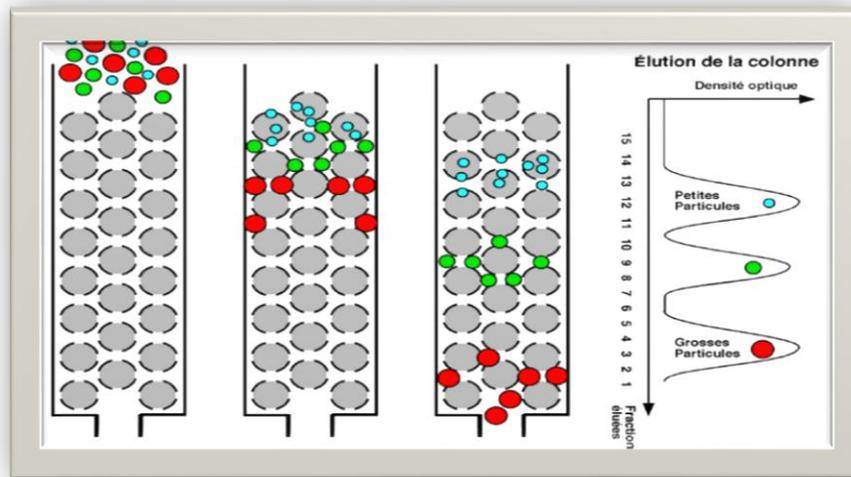


Figure 06: principe de la colonne de filtration sur gel. Les grosses particules ont moins chemin à parcourir et sortent donc en premier alors que les petites passent à travers les pores et voient leur chemin prolongé (El GHAZOUANI, 2007).

I.1.7.2.2.- Procédés basés sur la solubilité:

Les protéines en solution sont des electrolytes; et donc leur solubilité est influences par:

- * le pH
- * la force ionique
- * les proprietés électrique du solvant
- * la temperature

- **Précipitation isoélectrique:**

Toutes les protéines globulaires ont une solubilité minimale pour un pH qui diffère de la protéine à l'autre. C'est le pH isoélectrique de la protéine.

À son pH isoélectrique, la protéine ne porte pas de charge électrique nette et ne migre pas dans un champ électrique. N'étant plus chargée, il n'y aura plus de répulsion entre les molécules, elles vont former des agrégats et précipiter.

- **Dissolution des protéines par les sels, relargage:**

À faible concentration, les sels augmentent la solubilité de nombreuses protéines. La force ionique des solutions de sels neutres est responsable de cette action. Quand la force ionique augmente, la solubilité de la protéine diminue. À une force ionique suffisamment élevée, la protéine devient insoluble et précipite, c'est le relargage par les sels. Les protéines isolées par relargage conservent leur conformation native (KESSOUS, 2005).

I.1.7.2.3.- Procédés basés sur la charge électrique:

Cette charge électrique dépend de la nature des R des Aa constitutifs de la protéine ainsi que de leur accessibilité au solvant, chaque protéine est caractérisée par ses propriétés acido-basiques (KESSOUS, 2005).

- **Électrophorèse:**

L'électrophorèse est une méthode d'analyse qui permet de séparer, sous l'influence d'un champ électrique, des composés ionisés (Figure 07). Ces composés peuvent être des ions minéraux ou organiques, des molécules polarisables comme les acides aminés, le mélange à séparer est déposé sur un support solide d'acétate de cellulose, de gel d'agarose ou de polyacrylamide (CLAVERIE et PANET, 2008).

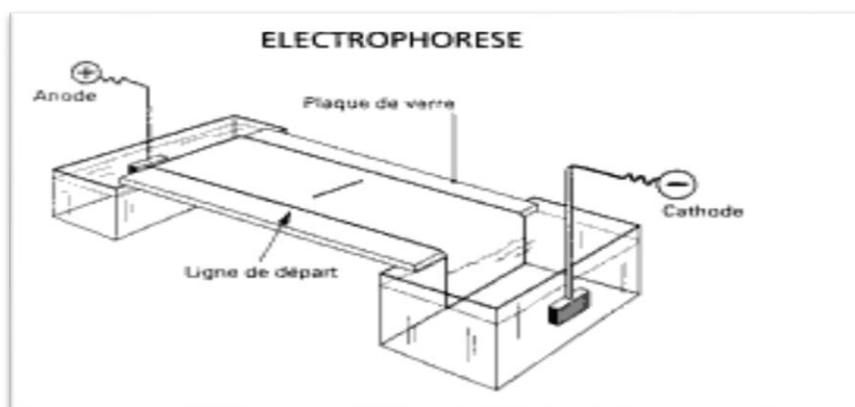
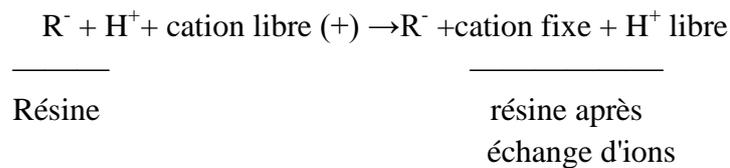


Figure 07: Montage d'électrophorèse (CLAVERIE et PANET, 2008).

- **Chromatographie d'échange d'ions:**

La chromatographie est une méthode d'analyse qui permet de séparer les différents constituants d'un mélange par entraînement d'une phase mobile (liquide ou gaz) le long d'une phase stationnaire (solide ou liquide fixé), la phase solide est représentée par des macromolécules ou "résines" portant des groupements ionisables et capable d'échanger certains de leurs ions avec des ions contenus dans le solvant ou phase mobile. On distingue deux résines anioniques échangent des anions et cationique échange des cations se fait selon l'équation suivante:



L'étape finale est d'élution: elle consiste à déplacer l'ion déjà fixé par un autre ion de charge de densité et de concentration plus élevée (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.1.7.2.4.-Cristallographie et diagramme de diffraction des RX:

Ces méthodes permettent d'obtenir une image de la structure III, au préalable, il faut isoler et purifier la protéine à étudier. Chaque cellule contient des milliers de protéines différentes, certaines sont présentes à très faible concentration (KESSOUS, 2005).

I.1.7.3.- Méthodes de dosage des protéines:

I.1.7.3.1.-Méthodes non spécifiques:

- Densité optique à 278/ nm (due aux Aa aromatiques) (AGEMP, 1982).
- Réaction du biuret: Les ions Cu^{2+} (ajoutés sous forme de sulfate de cuivre) se lient aux atomes d'azote des liens peptidiques de la protéine dans des conditions de pH alcalin produisant ainsi un complexe de couleur mauve avec absorption maximale à 540-550 nm (COT, 2006).

I.1.7.3.2.-Méthodes spécifiques:

- *Méthodes chimique:*

Dosage d'un élément de la protéine (metal d'un metalloprotéine, ose d'une glycoprotéine, etc).

- *Méthode enzymatique:*

Si la protéine est un enzyme, mesure de l'activité enzymatique.

- *Méthodes biologique:*

Si la protinéine a une activité biologique (activité hormonal...).

- *Méthodes immunologique:*

Toute protéine est un antigène, capable de s'unir spésifiquement à un anticorps, le complexe antigène- anticorps étant insoluble. Cette Méthode peut être rendue plus sensible par l'emploi d'isotopes radioactifs (dosage radio- immunologique) (AGEMP, 1982).

I.2.- Lipides

I.2.1.- Généralité

Les lipides (du grec lipos: graisses) correspondent à ce que le langage usuel désigne sous le nom de "matiere grasses "ils forment un groupe hétérogène de composes, don't les structures chimiques sont très différentent, leur seul point commun est une propriété physique: leur insolubilité dans l'eau et leur solubilité dans les solubilité dans les solvants organiques (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.2.2.- Définition:

Les lipides sont un ensemble très hétérogène de composes faisant partie de la constitution des êtres vivants (MAAMRI, 2008). Les lipides, appelés communément corps gras, regroupent plusieurs centaines de molécules globalement hydrophobes, sont les constituants essentiels des membranes (BEAUMONT, 2005).

I.2.3.- Classification des lipides:

On classe les lipides en deux grandes categories: les lipides à base d'acides gras et les lipides à base d'isoprène (lipides polyisopréniques).

1.2.3.1.- Lipides saponifiables:

Sont des lipides à base d'acides gras et sont des lipides qui traités avec NaOH ou KOH donnent du savon (MAAMRI, 2008).

1.2.3.1.1.- Les lipides simples:

Les lipides simples ou homolipides sont les lipides qui ne contiennent que le carbone l'hydrogène et l'oxygène. Ils sont souvent des esters d'un alcool et d'acides gras. les lipides simples sont classes en trois groupes: Glycérides, Cériques et Stériques (MAAMRI ,2008).

○ **Glycérides:**

Esters d'acide gras et de glycerol (Figure08) (CLAVERIE et PANET, 2008).

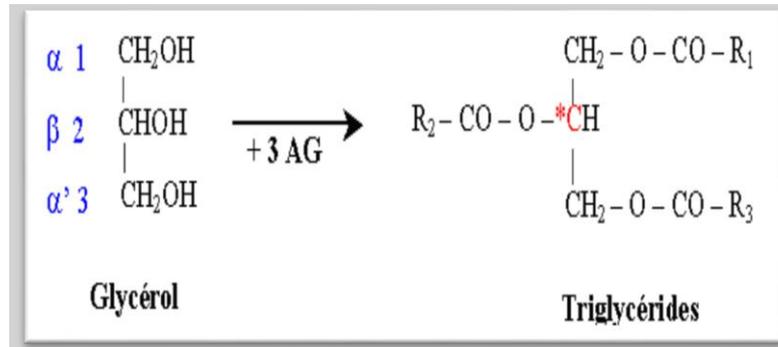


Figure 08: La formation des glycérides (TOUITOU, 2005).

Ce sont les lipides naturels les plus nombreux, présents dans le tissu adipeux (graisses de réserve), et dans de nombreuses huiles végétales. Ils représentent une réserve énergétique importante chez l'homme, Ils sont solubles dans l'acétone ce qui les différencie des phospholipides (ils sont très apolaires). La lipase, enzyme du suc pancréatique, hydrolyse les triglycérides alimentaires en monoglycéride + 2 acides gras (Figure 09) (TOUITOU, 2005).

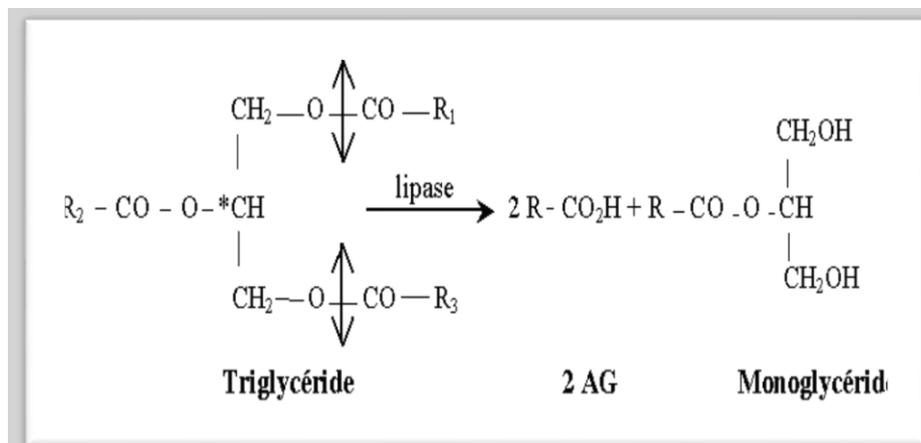


Figure 09: Hydrolyse des triglycerides par enzyme de lipase (TOUITOU, 2005).

○ **Cérides:**

Esters d'acide gras et d'alcools gras poids moléculaire élevé (CLAVERIE et PANET, 2008).

○ **Stérides:**

Esters d'acides gras et de sterol (don't le principal representtant est le cholesterol) + un cycle pentagonal correspondant au cyclopentanoperhydrophénanthène. Il possède une fonction alcool secondaire en C3 et une double liaison en Δ5. Le stéride est formé par estérification d'un AG sur la

fonction alcool en 3 du cholestérol, Le cholestérol est apporté dans l'alimentation et synthétisé par le foie ; il est transporté dans le sang dans les lipoprotéines. C'est un constituant des membranes (COLLAS, 2005).

1.2.3.1.2.- Acides gras:

Les acides gras sont des acides monocarboxyliques, à chaîne linéaire non ramifiée comprenant un nombre pair d'atomes de carbone (entre 4 et 40), ils peuvent être saturés ou insaturés (présence d'une ou plusieurs doubles liaisons dans la molécule), parfois hydroxyls ramifiés ou cycliques (CLAVERIE et PANET, 2008).

1.2.3.1.2.1.- Propriétés des acides gras:

❖ Propriétés physiques:

La solubilité:

Les acides gras sont insolubles dans l'eau, sauf pour les premiers de la série . C'est la conséquence de la constitution des acides gras en deux zones:

- ✓ Une chaîne carbonée comparable à celle des hydrocarbures, hydrophobe.
- ✓ Un groupement carboxylique terminal polaire, ionisé et hydrophile.

La densité:

Les acides gras et les lipides possèdent un grand nombre d'atomes légers (C, H), les molécules sont volumineuses, mais peu denses.

Le point de fusion:

Il augmente avec la longueur de la chaîne, à température ordinaire, les acides gras sont liquides jusqu'à dix atomes de C, la présence de doubles liaisons dans la chaîne carbonée abaisse le point de fusion, à longueur de chaîne identique.

Le point d'ébullition:

Il augmente avec la longueur de la chaîne, la présence de doubles liaisons l'influence peu (CLAVERIE et PANET, 2008).

❖ Propriétés chimiques:

Il s'agit d'une molécule d'hydrogène sur la double liaison:

Hydrogénation catalytique:

Addition d'une molécule d'hydrogène sur la double liaison, menant à la saturation de cette dernière, Une hydrogène catalytique peut être partielle ou totale:

- ✓ Totale, elle conduit à l'analogue saturé.
- ✓ Partielle, elle diminue le degré d'insaturation de la molécule.

Rancissement:

Oxydation de la double liaison par oxygène de l'air ou par un oxydant tel le permanganate de potassium ou l'ozone, les huiles riches en acides polyinsaturés rancissent en vieillissant le rancissement est dû à une oxydation à l'air d'autant plus aisée qu'il y a des doubles liaisons conjuguées.

Indice d'iode:

Les halogènes (iode, brome, chlore) peuvent se fixer sur les doubles liaisons par une réaction d'addition, l'addition de l'iode est utilisée comme indice de pureté des lipides. L'indice d'iode est constant pour une matière grasse pure (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.2.3.1.2.2.- Classification des acides gras:

❖ **Acides gras saturés:**

Ils ne comportent aucune double liaison entre les atomes de carbone exemple:

- acide butyrique ou butanoïque
- acide laurique
- acide palmitique
- acide stéarique
- acide arachidique

❖ **Acides gras insaturés:**

Ils comportent une (acides gras mono-insaturés) ou plusieurs (acide gras polyinsaturés) ou plusieurs (acides gras polyinsaturés) doubles liaisons entre les carbones de leur chaîne. Exemples des acides gras mono- insaturés:

- acide oléique
- acide palmitoléique
- un décylénique.

Exemples des acides gras poly-insaturés:

- acide linoléique
- acide alpha- linoléique
- acide arachidonique (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.2.3.1.3.- Les lipides complexes:

Les lipides complexes sont des lipides qui contiennent en plus du carbone, hydrogène et oxygène un ou plusieurs hétéroatomes (azote, phosphore, soufre). Suivant la nature de l'hétéroatome, on distingue: les lipides azotés, lipides phosphorés et lipides soufrés (MAAMRI, 2008).

○ **Glycerophospholipides:**

Ils sont constitués d'acide phosphatidique + alcool

1) Exemple:

- Lipides phosphorés (acide phosphatidiques)
 - Phosphatidylcholines (lécithines)
 - Phosphatidylethanolamines et phosphatidylsérines (céphalines) (Figure10)
- (CLAVERIE et PANET, 2008).

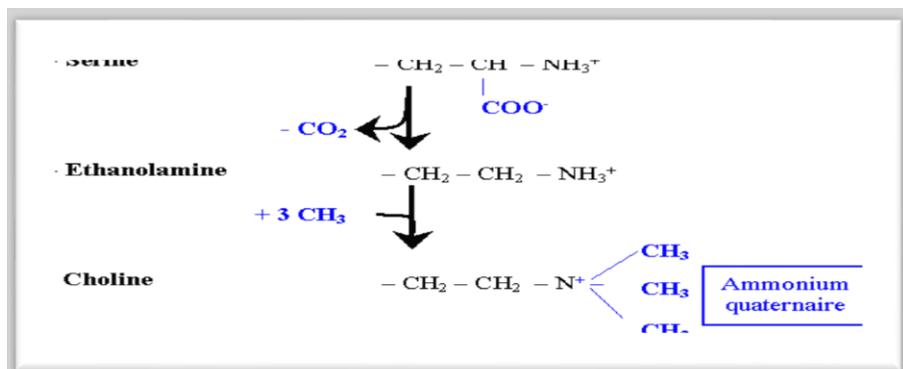


Figure10: Nature de l'alcool (TOUITOU, 2005).

○ **L'acide phosphatidique:**

C'est l'élément de base des Glycerophospholipides.

Acide phosphatidique = Glycérol + 2 Acides Gras + H_3PO_4 (Figure11) (TOUITOU, 2005).

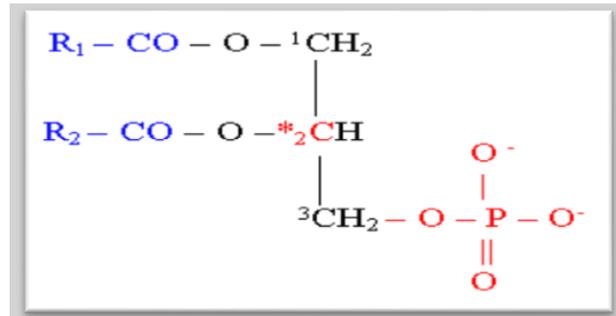


Figure 11: L'acide phosphatidique (TOUITOU, 2005).

○ **Sphingolipides:**

Lipides azotes

Céramides: sphingolipides

Sphingomyéline(possèdent: N et P) (CLAVERIE et PANET, 2008).

Ce sont des amides de la sphingosine qui se forment par liaison du carboxyle de l'AG sur le NH₂ de la sphingosine :

- Céramide:

Le plus simple des sphingolipides est le céramide ou acylsphingosine, le Céramide est un second messenger intracellulaire.

- Sphingomyéline:

Elles sont constituées de l'association des sphingosine + AG + Phosphorylcholine

L'acide gras le plus fréquent est l'acide lignocérique (C24:O). Au pH du sang, la molécule est ionisée. On les trouve dans le tissu nerveux (graines de myéline) et dans les membranes.

La déficience en sphingomyélinase entraîne leur accumulation dans le cerveau, la rate et foie.

- Glycolipides:

Les cérébrogalactosides ou Galactosylcéramides:

Ils sont constitués de: Sphingosine + AG + βD Galactose

Le galactose est uni à l'alcool primaire de la sphingosine par une liaison β osidique (Figure 12).

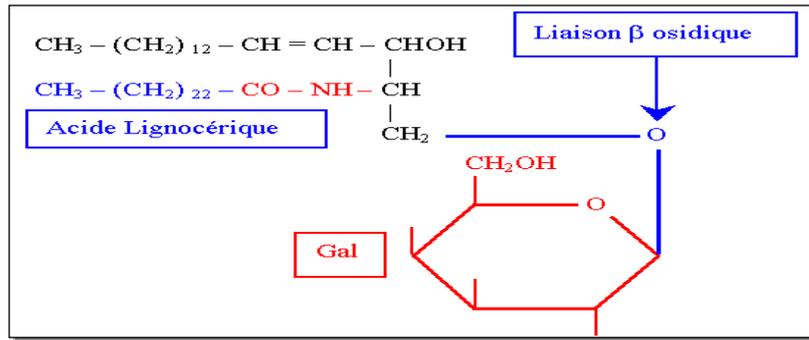


Figure 12: Structure de galactosylcéramides (TOUITOU, 2005).

Les cérébroglucides ou Glucosylcéramides:

Ils sont constitués de : Sphingosine + AG + βD Glucose

La liaison est β osidique.

Les gangliosides ou Oligosylcéramides:

Ils sont constitués de : Sphingosine + AG + chaîne de plusieurs oses et dérivés d'oses (= oligoside), ils sont abondants dans les ganglions d'où leur nom.

Ces oligosides sont présents sur la face externe de la membrane plasmique, ils sont spécifiques, donc reconnus par des protéines (toxins) (COLLAS, 2005).

I.2.3.2.-Lipides insaponifiables:

Sont n'aboutissant pas à la formation du savon par traitement alcalin en distingue: (MAAMRI, 2008). Terpènes, steroïds, prostaglandines. Elle est synthétisée à partir d'un précurseur le 7-déhydrocholestérol, présent dans la peau, qui se transforme en vitamine D3 (qui est une prohormone), sous l'effet des UV. La vitamine D3 est une vitamine liposoluble qui prévient le rachitisme en favorisant la fixation du calcium sur l'ose (COLLAS, 2005).

I.2.4.- Fonctions des lipides dans l'organisme:

Dans l'organisme, la grande famille des lipides à des fonction différentes selon leur nature et leur distribution:

- **Reserve d'énergie:**

Stockés sous forme de triglycérides dans les tissus adipeux, les lipides constituent ainsi une énergétique mobilisable (1g lipides → 9,3 Kcal).

• **Un role structural:**

Les acides gras servent à la synthèse d'autres lipides, notamment les phospholipides qui forment les membranes autour des cellules et des organelles. La composition en acides gras de ces phospholipides donne aux membranes des propriétés physiques particulières (élasticité, viscosité).

• **Un role de messenger:**

Les acides gras sont les précurseurs messagers intra et extra- cellulaires. Par exemple l'acide arachidonique est le précurseur des eicosanoïdes, hormones intervenant dans l'inflammation, la coagulation sanguine, etc.

• **Un role de transport de vitamines:**

Les corps gras alimentaires véhiculent quatre vitamines liposolubles: A, D, E et K (MAAMRI, 2008).

- Les lipides représentent environ 20 % du poids du corps.
- Ils ont un rôle de précurseurs: stéroïdes, vitamines, prostaglandines.
- Deux acides gras polyinsaturés sont des facteurs nutritionnels essentiels car ils ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent lui être apportés par l'alimentation. Ce sont des acides gras indispensables: acide linoléique et acide linoléique.
- Les plaques d'athérome constituées de dépôt lipidique entraînent le durcissement des artères (athérosclérose) (TOUITOU, 2005).

I.2.5.- Méthodes d'étude des lipides:

I.2.5.1.- Extraction:

L'extraction des lipides se fait au moyen des solvants organiques, tels que le chloroforme, le méthanol. Après broyage du matériel biologique, on ajoute le solvant, et agite et on laisse reposer. Les phases aqueuses (contenue dans le matériel) et organique se séparent par décantation. On recueille la phase organique (COLLAS , 2005).

I.2.5.2.- Séparation et dosage:

La séparation des lipides du solvant de départ ainsi qu'entre eux se fait par des techniques chromatographiques. Le principe est que chaque molécule possède une affinité propre pour une certaine autre molécule (solide, liquide ou gazeuse); Si on fait passer un mélange complexe sur cette molécule, les constituants du mélange seront d'autant plus retenus que leur affinité sera grande. En utilisant des jeux de colonnes et de solvants adaptés, on peut donc séparer les différents éléments du

mélange. Grâce à un système de détection approprié, on peut ensuite quantifier chaque espèce moléculaire sortant de l'appareillage (COLLAS, 2005).

I.2.5.3.- Détermination des indices:

○ **Indice d'acide ou I_A:**

L'indice d'acidité est un indicateur qui permet d'évaluer l'altération de la matière grasse, consecutive à de mauvais traitement ou à une mauvaise conservation, l'indice d'acidité est la masse d'hydroxyde de potassium ($M_{\text{KOH}} = 56 \text{ g.mol}^{-1}$) exprimée en mg, nécessaire pour neutraliser l'acidité libre (acides gras libres) contenus dans 1g de lipide (BOUHDJRA, 2011).

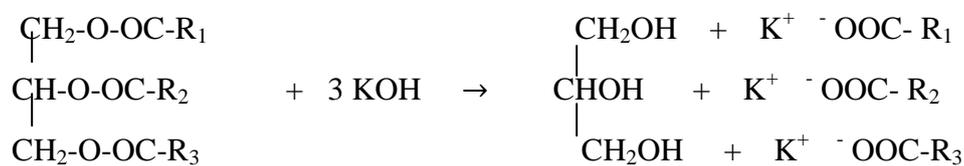
○ **Indice d'ester ou I_E:**

L'indice d'ester est la masse d'hydroxyde de potassium, exprimée en mg, nécessaire pour saponifier les esters contenus dans 1g de lipide (COUTOULY et al., 2006).

○ **Indice de saponification ou I_S:**

C'est la quantité de potasse exprimée en mg nécessaire pour transformer en savons les acides gras libres liés contenus dans 1g de corps gras (SEKOUR, 2011), (COUTOULY et al., 2006).

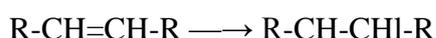
La formation du savon selon COUTOULY et al., 2006 est réalisée selon la réaction suivante:



En solution
alcoolique

○ **Indice d'iode ou I_I:**

Dans la composition des corps gras saturés, mono insaturés et polyinsaturés, les liaisons éthyléniques de ces acides gras fixent les allogènes d'après la réaction:



Cette réaction peut être utilisée pour évaluer quantitativement le degré d'insaturation globale des chaînes grasses (SEKOUR, 2011). La masse de diiode ($M = 254 \text{ g.mol}^{-1}$) pouvant se fixer par addition sur les doubles liaisons de 100g de lipide (COUTOULY et al., 2006).

I.2.5.4.-Analyse enzymatique d'un glycérophosphoaminolipide:

Les glycérophosphoaminolipides sont constitués d'acide phosphatidique + alcool (sérine ethanolamine, choline), il existe quatre phospholipases spécifiques A1, A2, C et D (Figure 13) (TOUITOU, 2005).

Exemple:

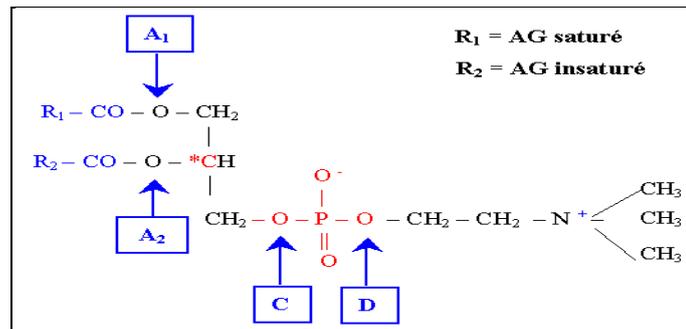


Figure 13: Hydrolyse des phosphatidyl- choline (lécithines) par les phospholipases A1, A2,C et D. (TOUITOU, 2005).

I.3.- Glucides:

I.3.1.-Généralité

Les glucides ont été appelés « hydrate et carbone » on les croyait composés uniquement de C, H₂ et O₂ selon la formule générale C_n (H₂O)_n, comme c'est le cas des composés de cette catégorie possédant 6 atomes de carbone dans leur structure : glucose, galactose, fructose.....etc. Par la suite des découvertes nouvelles ont modifié et élargi la définition initiale, de sorte que de nombreux composés n'offrant que peu ou pas de ressemblance avec l'hydrate de carbone furent inclus dans cette catégorie de substances organiques. Le terme de glucide est actuellement le seul à employer pour nommer ces substances (KESSOUS, 2005).

I.3.2.- Définition :

Ce sont des composés organiques comportant des fonctions carbonylées (aldéhydique ou cétonique) et des fonctions alcool. Ils tirent leurs noms glucides du glucose. Ce sucre physiologique par excellence est universellement répandu dans le monde vivant. Les glucides sont formés en premier au cours de la photosynthèse à partir du CO₂ et de H₂O.on les considère comme étant actuellement à la base de tous les composés organique du monde vivant.on les rencontre comme :

- Élément de soutien (cellulose, chitine).
- Réserve énergétique (glycogène, amidon).
- Constituants métaboliques (nucléosides, coenzymes) (KOUADRI, 2003).

I.3.3.- Classification des glucides :

Les glucides se divisent en deux grandes classes :

I.3.3.1.- Les oses :

I.3.3.1.1.-Définition:

Ce sont des sucres simples non hydrolysables. Leur formule brute est $C_n(H_2O)_p$. la valeur de « n » est généralement égale à celle de « p ». Ces oses sont caractérisés par la présence d'une fonction aldéhydrique (les aldoses) ou d'une fonction cétonique (les cétooses), la présence de ces fonctions chez les oses leur confère un pouvoir réduction. Suivant le nombre d'atome de carbone contenu dans la molécule, on distingue les C_3 trioses, C_4 tétroses, C_5 pentoses.... Etc (KOUADRI, 2003).

I.3.3.1.2.- Classification des oses:

Deux critères permettent la classification des oses : Ces critères font appel au nombre d'atomes de carbone de l'ose et à la nature du carboxyle.

- Le nombre d'atomes de carbone : 3C (triose) ; 6C (hexose)
- La nature du carbonyle : Aldéhyde → Aldose ; Cétone → Cétoose
- La combinaison de ces 2 critères caractérise l'ose :
 - Aldopentose, Aldohexose, ...
 - Cétopentose, Cétohexose,...(TOUITOU, 2005).

I.3.3.1.3.- Distribution dans la nature:

Largement distribués dans la nature, les glucides représentent une masse probablement plus importante que celle de tous les autres composés organiques réunis, et cela en raison de l'importance, l'abondance chez les végétaux de deux polymères du glucose : l'amidon et la cellulose. Les polyholosides ont deux fonctions biologiques majeures :

- Ce sont des réserves énergétiques comme l'amidon des végétaux ou le glycogène des animaux.
- Ce sont des éléments de structure comme la cellulose des végétaux, la chitine de l'exosquelette des insectes. Les polyholosides sont également des constituants importants de paroi bactérienne.

Les oses ont des fonctions biologiques diverses :

Le glucose, l'ose le mieux connu et le plus abondant, est une source énergétique majeure de la cellule.

Le ribose, un aldopentose, est un métabolite structural fondamental des acides nucléiques (KESSOUS, 2005).

I.3.3.1.4.-Propriétés des oses:

I.3.3.1.4.1.- Propriétés physiques:

Les oses sont très solubles dans l'eau .Les solution aqueuses concentrées sont visqueuses (sirops).ceci rend difficile leur cristallisation .par contre, ils sont peu solubles dans les alcools et insoluble dans l'éther. Le point de fusion des oses est délicat à obtenir .en chauffant, ils deviennent pâteux avant de subir véritablement la fusion. Tous les oses, excepté le dihydroxyacétone, ont un pouvoir rotatoire, le pouvoir rotatoire d'un sucre ou de ses dérivés est la somme de 2 contributions :

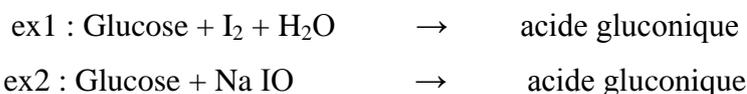
- la rotation apportée par le carbone anomérique.
- la rotation apportée par les autres carbones asymétriques (KOUADRI, 2003).

I.3.3.1.4.2.-Propriétés chimiques:

- **Propriétés lié à la fonction carbonyle:**

- Oxydation:

- En milieu alcalin, les oxydants doux tels que l'iode, le chlore et le brome réagissent avec les aldoses et les transforment en acides aldoniques ainsi, sous l'effet de l'hypoiodite de sodium (NaIO), le glucose est transformé en acide gluconique.



Les acide aldoniques ne sont pas stables .ils se lactonisent par réaction du carbonyle avec l'hydroxyle du C4 ou du C5.

- Les oxydants énergiques tel que l'acide nitrique (HNO₃) oxydent la fonction aldéhydique et l'alcool primaire des aldoses pour donner un diacide : l'acide aldarique.Chez l'homme, ces acides sont présents en faible quantité dans les urines (Figure 14).

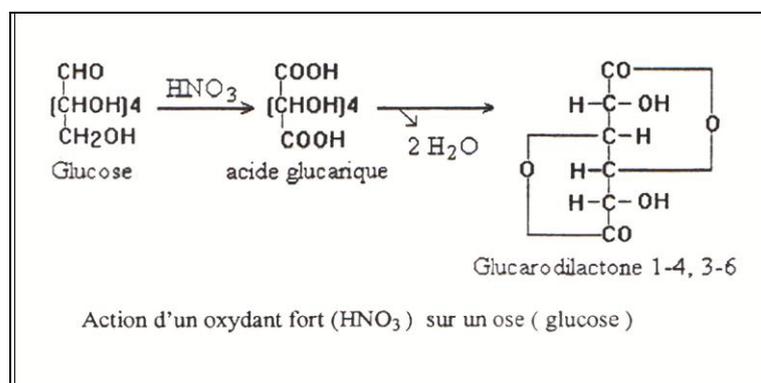


Figure 14: Action d'un oxydant fort sur un ose (KOUADRI, 2003).

Ainsi, le galactose en présence d'acide nitrique donne l'acide mucique qui présente un plan de symétrie et, de ce fait, ne dévie pas la lumière polarisée (Figure 15).

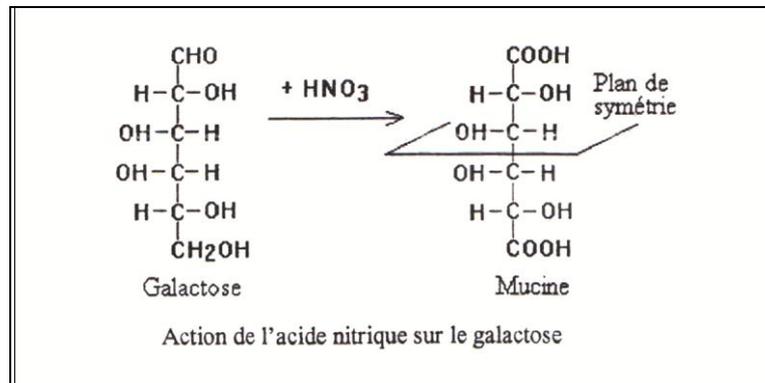


Figure 15: Action de l'acide nitrique sur le galactose (KOUADRI, 2003).

Si l'on protège la fonction aldéhydique (par méthylation,...), l'aldose en présence de l'acide nitrique donne un acide uronique par oxydation de l'alcool 1^{er}. Le glucose donnera, alors l'acide glucuronique (Figure 16).

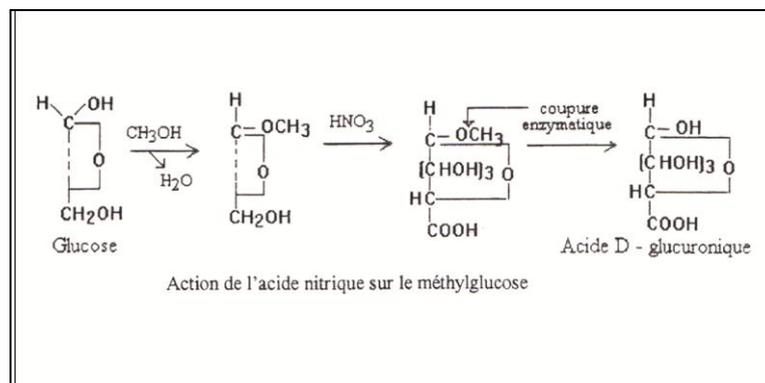
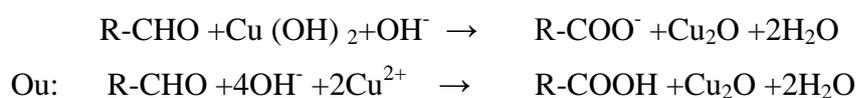


Figure16: Action de l'acide nitrique sur le méthylglucose (KOUADRI, 2003).

○ Les sels métalliques : en milieu alcalin, les sels métalliques (cuivre, fer, argent, mercure, bismuth) sont réduits par la fonction pseudo -aldéhydique de l'ose. La liqueur de fehling en présence d'un aldéhyde donne un précipité rouge brique d'oxyde cuivreux (Cu₂O), selon la réaction présentée par (KOUADRI, 2003) suivante:



- Réduction:

Le groupe carbonyle peut se transformer en fonction alcool par traitement chimique, avec un borohydrure alcalin (LiBH₄) ou par voie enzymatique. Les aldéhydes et les cétones sont donc transformés en alcools. Ainsi, les oses sont réduits en polyols appelés "itols". En réagissant avec le LiBH₄, le fructose peut donner le mannitol ou le glucitol qui sont 02 épimères en C2. Cette transformation peut s'effectuer "in vivo" par voie enzymatique grâce à des déshydrogénases. Ces-ci agissent préférentiellement dans le sens inverse en transformant les polyols en cétose (KOUADRI, 2003).

• **Propriétés dues aux fonctions alcooliques:**

- Formation d'esters phosphoriques :

Les fonctions alcooliques des oses permettent la formation d'esters phosphoriques ces composés sont particulièrement importants du point de vue biologique. En effet, ils interviennent dans la majorité des réactions métaboliques. L'acide phosphorique réagit avec l'alcool primaire du glucose-6 phosphate.



I.3.3.1.5.- Structure des oses:

I.3.3.1.5.1.- Structure linéaire:

On découvre plus de 200 oses naturels, tous apparentés chimiquement au glucose (aldohéxose) ou au fructose (cétohéxose). En général, il s'agit de composés solides, se présentant sous forme de cristaux blancs, solubles dans l'eau, certains sont dépourvus du goût sucré. Le glucide le plus commun est le saccharose ou sucre alimentaire, extrait de la canne à sucre ou de la betterave, son hydrolyse libère le glucose et le fructose. En raison de cette extraction peu coûteuse, le glucose et le fructose sont les exemples les plus classiques respectivement d'un aldose et d'un cétose. Selon la représentation proposée par Emile Fischer, leur structure peut être schématisée (Figure 17) (KESSOUS, 2005).

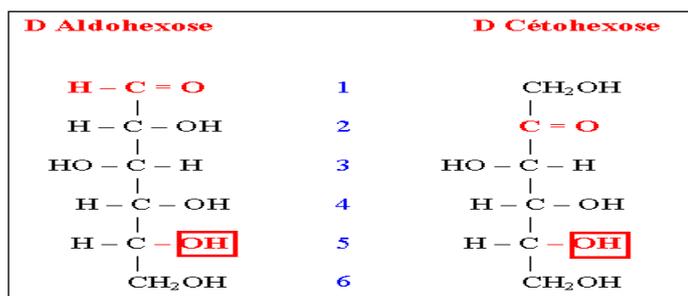


Figure17: structure linéaire des oses simple (TOUITOU, 2005).

La numérotation des carbones de la chaîne carbonée se fait à partir de la fonction aldéhyde des aldoses ou à partir du carbone terminal proche de la fonction cétone. Dans Les deux cas la numérotation débute au carbone le plus oxydé et croit de haut en bas (KESSOUS, 2005).

I.3.3.1.5.2.- Structure cyclique des oses:

La molécule de D-glucose a la possibilité de se cycliser par réaction de la fonction aldéhyde portée par le carbone 1 avec la fonction hydroxyle portée par le carbone 5, ce qui donne un cycle à six côtés de type *pyrane*. Tous les aldohexoses forment des *pyranoses*. En ce qui concerne les cétohexoses comme le fructose, la fonction cétone portée par le carbone 2 réagit avec la fonction hydroxyle portée par le carbone 5 pour former un cycle à cinq côtés de type *furane*. Les cétohexoses forment donc des *furanoses*. La projection de Haworth (figure 18) permet d'écrire ces molécules cycliques dans un plan. La formation du cycle crée un carbone asymétrique supplémentaire qui est, pour le glucose (et les aldoses) le carbone 1 et pour le fructose (et les cétohexoses) le carbone 2. Ce carbone est dit anomérique et, par convention, dans l'*anomère α*, la fonction OH hémiacétalique portée par le carbone anomérique est orientée en bas, alors que dans l'*anomère β*, elle est orientée en haut. Les deux formes peuvent être converties l'une en l'autre en passant transitoirement par la forme linéaire selon le phénomène dit de mutarotation (SAINT-ALBIN, 2010).

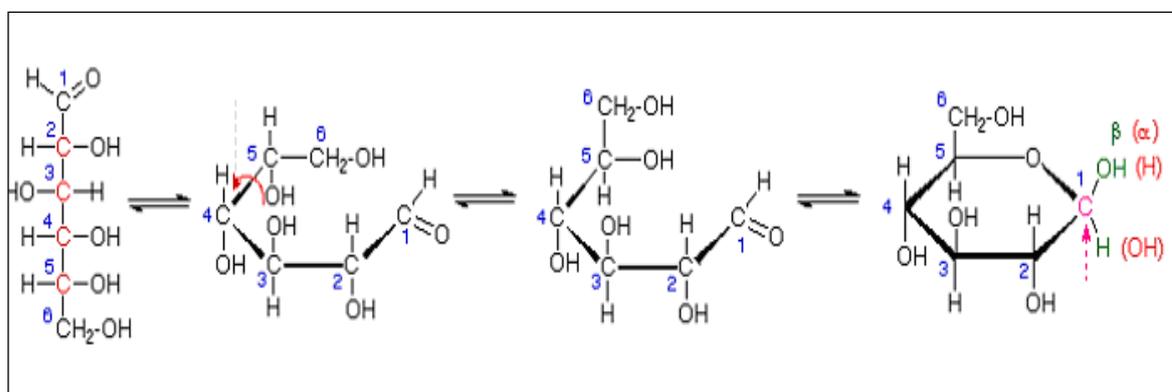


Figure 18 : La structure cyclique de D-glucose (SAINT-ALBIN, 2010).

I.3.3.1.5.3.- Structures anomérique:

Selon la position des substituant du C₁, 2 structures sont possibles (Figure 19) :

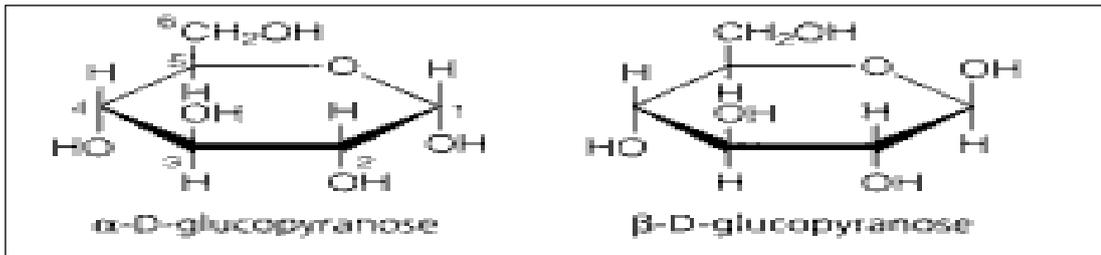


Figure 19: La structure anomérique de D-glucose (CLACERIE et PANET, 2008).

Cette isomérisie, prévue par l'existence des 2 méthylglucosides et par le phénomène de mutarotation, conduit à 2 isomères appelé anomères. On appelle anomères 2 structures qui ne diffèrent que par la configuration spatiale de l'hydroxyle du carbonyle. Le C1 porteur du groupement carbonyle pour les aldoses, devient le C anomérique (SAINT-ALBIN, 2010).

I.3.3.1.6.-Les dérivés des oses:

I.3.3.1.6.1.-Dérivés amines d'oses biologiques:

- Deux osamines ont un intérêt biologique : la Glucosamine et la Galactosamine [-OH en 2 remplacé par -NH₂].
- Le -NH₂ est souvent acétylé pour donner une N-acétylglucosamine ou une N-acétylgalactosamine.
- Les osamines sont des constituants des glycolipides, des glycosaminoglycane et des glycoprotéines.
- Intérêt biologique des osamines (Figure 20) (TOUITOU, 2005).

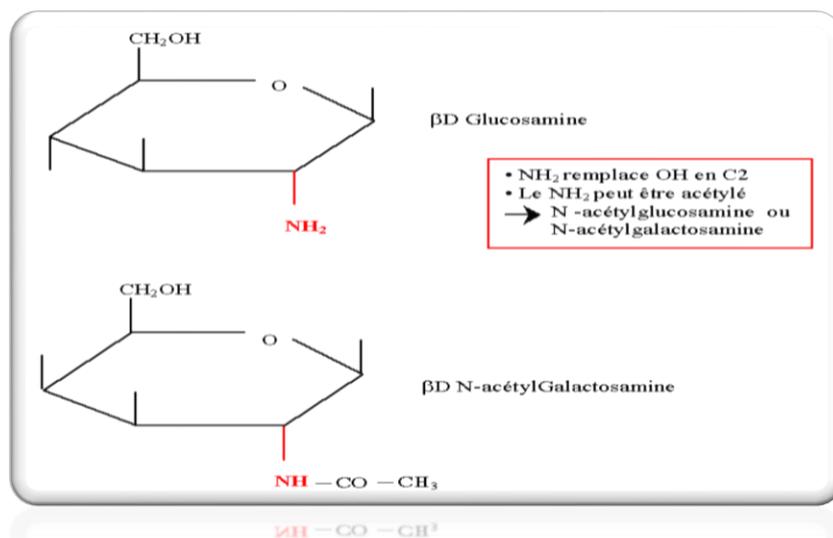


Figure 20 : Structure des osamines (TOUITOU, 2005).

I.3.3.1.6.2.-Dérivés acides d'oses biologiques:

• **Acides aldoniques:**

On les obtient par oxydation de la fonction hémiacétalique des aldoses par les halogènes (les cétooses ne réagissent pas) (Figure 21) (KESSOUS, 2005).

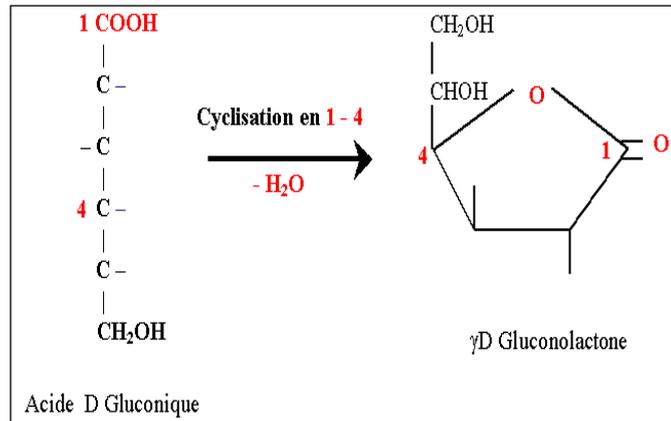


Figure 21: Structure d'acide aldonique (TOUITOU, 2005).

• **Acides uroniques:**

• On l'obtient par oxydation de la fonction alcool primaire sur le C6 (Figure 22).

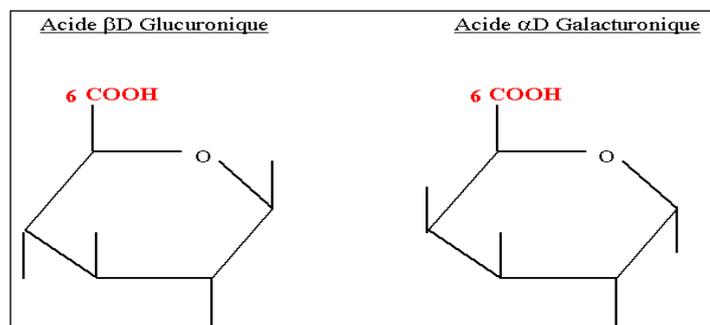


Figure 22: Structure d'acide uronique (TOUITOU, 2005).

- Ce sont des constituants des Glycosaminoglycanes
- Leur rôle biologique est essentiel dans la détoxification hépatique (KOUADRI, 2003).

• **Acide sialique = Acide N-acétylneuraminique (NANA):**

- L'acide neuraminique est le produit de condensation de : Acide pyruvique + D mannosamine.
- Ce sont des constituants des glycoprotéines et glycolipides de la paroi des cellules eucaryotes.
- L'acide sialique est l'acide N-acétylneuraminique (NANA) (Figure 23) (KESSOUS, 2005).

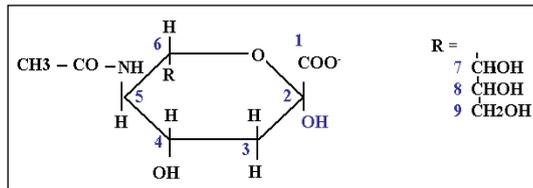


Figure 23 : Structure d'acide sialique (TOUITOU, 2005).

I.3.3.2.- Les osides :

I.3.3.2.1.-Définition :

Ce sont des molécules dont l'hydrolyse fournit deux ou plusieurs molécules d'oses, ces oses sont identiques ou différents (TOUITOU, 2005).

I.3.3.2.2.-Holosides :

Suivant le nombre d'oses qui les constitue-t-on distingue les oligosides et les polysides.

I.3.3.2.2.1.-Les oligosides :

Sont des holosides résultant de la condensation de deux à dix molécules d'oses par l'intermédiaire de liaisons osidiques (KESSOUS, 2005).

❖ Les diholosides :

Deux oses sont unis entre eux par une liaison osidique (ou glycosidique) pour donner un diholoside, il peut se faire de deux façons différentes :

- par les deux fonctions réductrices : l'holoside ainsi obtenu n'est pas réducteur et appartient à la catégorie des osidosides ;
- par la fonction réductrice de l'un et l'un des hydroxyles alcooliques de l'autre, le disaccharides obtenu est réducteur et appartient à la catégorie des osidoses (KOUADRI, 2003).

○ Les disaccharides non réducteurs :

Parmi ces diholosides, nous citerons :

Le saccharose :

Le saccharose est extrait de la canne à sucre et de la betterave. On le rencontre dans la plupart des végétaux. Son hydrolyse donne une molécule de glucose et une molécule de fructos (Figure 24) (KESSOUS, 2005).

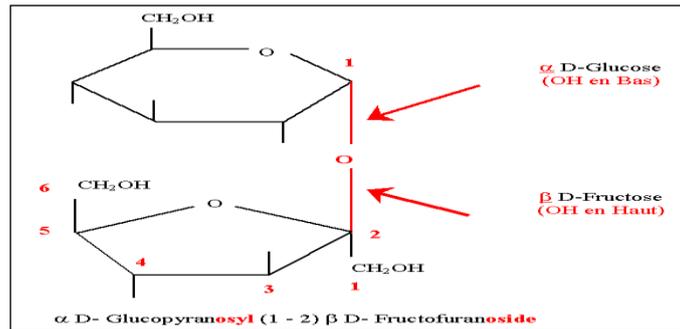


Figure 24: Structure de Saccharose (TOUITOU, 2005).

○ **Les disaccharides réducteurs :**

A part le lactose qui existe à l'état libre ,les disaccharides réducteurs résultent de l'hydrolyse de polysaccharides et d'hétérosides. Parmi ces composés nous citerons :

Le lactose :

Le B-D-galactopyranosyl (1→4) B-D-glucopyranose constitue le sucre principal du lait tous les mammifères (75 g/litredans le lait aternelet 45 g/litre dans le lait de vache). Le lactose n'est pas fermentescible et peut former une ozazone (Figure 25) (KOUADRI, 2003).

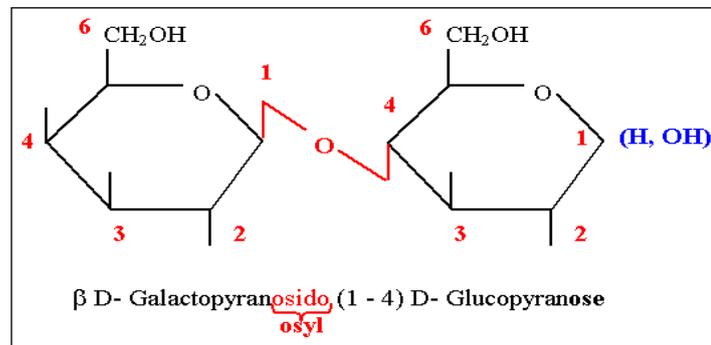


Figure 25: Structure de lactose (TOUITOU, 2005).

❖ **Les triholosides:**

Ils résultent de la condensationde3 sucres par l'intermédiaire de liaisons osidiques.

Parmi ces trioses, nous citerons des exemples de sucres réducteurs et de sucres non réducteurs (KESSOUS, 2005).

○ **Trisaccharides non réducteurs:**

Le raffinose:

Est le sucre le plus abondant chez les végétaux. On le trouve surtout dans la betterave. Sous l'effet de l'émulsine, le raffinose libère la galactose et le saccharose (KOUADRI, 2003).

○ **Trisaccharides réducteurs:**

Ce sont des produits de la dégradation de polysaccharides tels que la cellulose, le glycogène et l'amidon (TOUITOU, 2005).

I.3.3.2.2.-Les polyosides :

❖ **Les polyosides homogènes :**

Les polyosides homogènes sont constitués d'un seul type d'ose. Ce sont soit des polyosides de réserve (amidon, glycogène) soit des polyosides de structure (cellulose). Contrairement aux protéines et aux acides nucléiques, le poids moléculaire des polyosides n'est pas défini car leur programme de synthèse est déterminé par les enzymes (TOUITOU, 2005).

L'amidon:

- C'est le polyoside végétal le plus abondant (réserve glucidique), qui a un rôle nutritionnel important chez l'homme et l'animal.
- Il est synthétisé dans les grains d'amyloplastes des cellules végétales.
- Son poids moléculaire est variable selon l'espèce végétale et peut atteindre plusieurs millions.
- Il est constitué d'une chaîne principale faite de glucoses unis en α 1-4 et de ramifications (Ou branchements) faites de glucoses unis en α 1-6 (Figure 26) (KESSOUS, 2005).

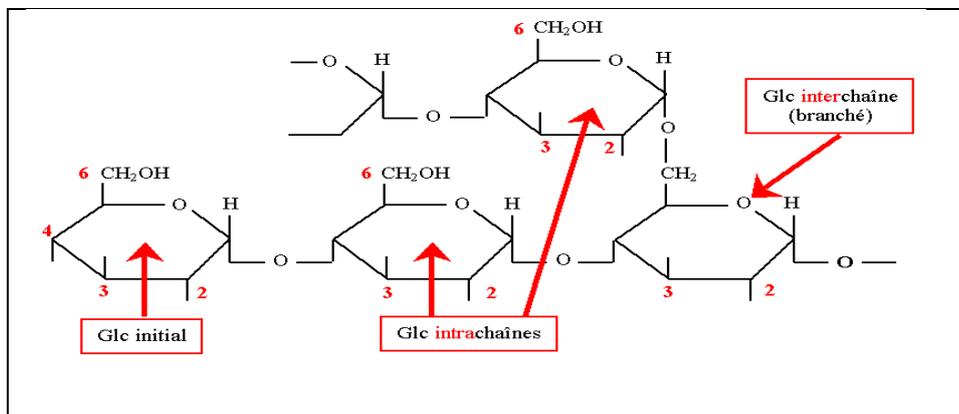


Figure 26: Structure de l'amidon (TOUITOU, 2005).

Le glycogène:

- C'est la forme de stockage du glucose dans le foie et les muscles
- C'est un polyoside plus ramifié que l'amidon car ses branchements sont plus nombreux (liaisons α 1-6) et plus rapprochés (TOUITOU, 2005).

Le cellulose:

- C'est un polyoside linéaire qui représente 50 % du carbone végétal.
- Il est formé de l'union de 2 Glucoses unis en β 1-4 (cellobiose).

Il est hydrolysé par une β glucosidase (cellulase) non présente dans le tube digestif chez l'homme. La cellulose n'est donc pas hydrolysée lors de la digestion chez l'homme (Figure 27) (KESSOUS, 2005).

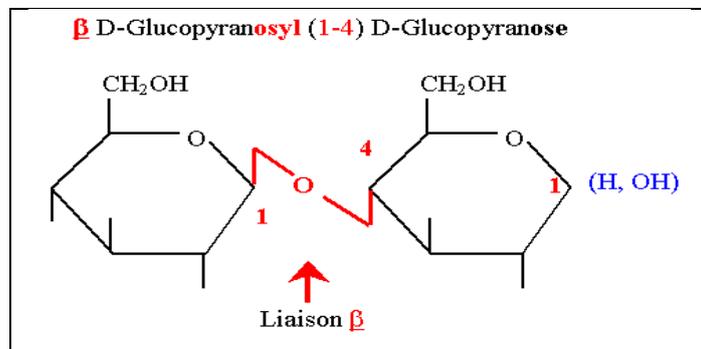


Figure 27: Structure de la cellulose (TOUITOU, 2005).

❖ **Les polyholosides hétérogènes :**

Ce sont des hétéropolyholosides, on les classe selon leur origine.

Origine végétale:

De structure complexe, ces hétéro polyholosides constituent les gommages et les mucilages, ce sont des galactomannanes, glucomannane, la gomme arabique est formée d'enchaînement de D-glucuronique – arabinose – rhamnose (KESSOUS, 2005).

Origine bactérienne:

Il existe une très grande variété de polyholosides hétérogènes bactériens :

- Substance antigéniques du pneumocoque.
- Muréine ou peptidoglycane des parois bactériennes.

La muréine est constituée de chaînes polysaccharidiques reliées entre elles par des ponts peptidiques, avec une alternance de N- acétyl glucosamine et N-acétyl muraminique. La chaîne

peptidique est spécifique de chaque type de bactérie elle contient des aminoacides de la série D (KESSOUS, 2005).

Origine animale:

Muccopolysaccharides : ces polysides sont formés de chaînes linéaires contenant en alternance un reste hexosamine et un reste acide uronique. Ces résidus peuvent être estérifiés ou non par des groupements sulfates. Ils sont liés de façon covalente à une copule protéique. Ces polyholosides hétérogènes sont présents dans les tissus animaux, ce sont les constituants du cartilage, du cordon ombilical, humeur vitrée, peau, sang... etc (KESSOUS, 2005).

I.3.3.2.3.-Hétérosides :

Leur hydrolyse donne des substances glucidiques (oses) et une fraction non glucidique (aglycone), parmi les glucosides on distingue les : O-hétérosides, N-hétérosides...etc (KOUADRI, 2003).

I.3.3.2.3.1.-Glycoconjugués:

Certains oses simples constituent des chaînes qui s'associent avec les protéines et lipides, on dénomme ces associations « glycoconjugués » : glycoprotéines et glycolipides, ces chaînes glycanique jouent un rôle important dans les phénomènes de reconnaissance entre molécules et cellules (SABLONNIERE, 2006).

I.3.3.2.3.1.1.- Les glycoprotéines:

Ce sont des hétéroprotéines qui résultent de l'union d'une fraction glucidique (de type oligoside) et protéique par des liaisons covalentes. Elles sont très répandues dans la nature et ont des fonctions biologiques très variées (TOUITOU, 2005). La fraction glucidique contient des oses simples et dérivés amines et acides d'oses biologiques. On trouve 4 groupes de glucides :

- Oses : D- mannos, D- galactose
- 6-désoxyhexoses : L fucose (6 désoxy L galactose)
- Glucosamine et galactosamine souvent acétylées
- Acide N-acétylneuraminique (NANA) souvent terminal qui donne leur caractère acide aux Glycoprotéines.
- Enchaînement glucidique souvent ramifié, caractéristique (glycosyl-transférases spécifiques) (TOUITOU, 2005).

○ **Rôle biologique des fractions glucidiques:**

- Elles permettent la reconnaissance spécifique par d'autres protéines comme les lectines.
- Elles interviennent dans l'interaction cellule-cellule : contact, transfert d'information,...
- Elles influencent le repliement des protéines.
- Elles protègent les protéines contre les protéases.
- La spécificité des groupes sanguins dépend de la fraction glucidique des glycoprotéines des Globules rouges (TOUITOU, 2005).

○ **Les principales glycoprotéines:**

- Les hormones hypophysaires : LH et FSH.
- Les glycoprotéines du plasma : Orosomucoïdes, haptoglobine.
- Les glycoprotéines du blanc d'oeuf : ovalbumine.
- Les glycoprotéines végétales ou lectines, sont des réactifs utilisés pour leurs propriétés d'agglutination.

I.3.3.2.3.1.2.- Les glycolipides :

Les glycolipides sont des composants majeurs des membranes cellulaires les chaînes glycaniques des glycolipides comprennent les mêmes oses que celles des glycoprotéines et on retrouve fréquemment l'acide sialique, le fucose, le galactose, le glucose et des N-acétylhexosamines. ces glycolipides sont présents sur le feuillet externe de la bicouche de la membrane plasmique et orientent leur chaîne glycanique vers l'extérieur des cellules (SABLONNIERE, 2006).

I.3.3.2.3.1.3.-Le rôle des glycanes des glycoconjugués :

On peut résumer les propriétés biologiques essentielles des glycanes :

- Accroissement de la solubilité des protéines.
- Maintenance de la conformation native des glycoprotéines.
- Protection contre la protéolyse.
- Signaux de reconnaissance intermoléculaires et intercellulaires.
- Contrôle de la durée de vie de glycoprotéines circulantes (SABLONNIERE, 2006).

I.3.4.- Fonctions des glucides dans l'organisme :

Très répandus chez les êtres vivants, les glucides sont rencontrés :

- **Comme réserves énergétiques :**

Soit immédiatement utilisable : glucose ; 40 à 50 % des calories apportées par l'alimentation humaine, les glucides sont des formes circulantes transitoires (glucose sanguin) ; soit sous forme de réserve énergétique : amidon, glycogène (glucose stocké dans le foie et le muscle sous forme de glycogène). En cas de jeûne glucidique, divers précurseurs, comme les acides aminés, sont convertis en glucose par la néoglucogenèse. En cas d'apports excessifs, l'organisme transforme le glucose en triglycéride, déposés dans les tissus adipeux (CLAVERIE et PANET, 2008).

- **Comme éléments de soutien :**

Dans les tissus conjonctifs des animaux supérieurs, ils participent à la structure des végétaux et à la protection, reconnaissance dans la cellule (cellulose) et des arthropodes (chitine). La chitine est le principal constituant de l'exosquelette dur de l'arthropode. Elle représente le deuxième polysaccharide par son abondance dans la nature (CLAVERIE et PANET, 2008).

- **Comme constituants de métabolites:**

Variés et indispensables (nucléosides, acides nucléiques coenzyme) ; ils possèdent un rôle biologique important (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.3.5.- Origine et transport du glucose:

Chez l'homme, l'amidon et le glycogène constituent la source principale de glucides. L'hydrolyse de ces deux polysaccharides en fragments plus courts, puis en oligosaccharides est tout d'abord effectuée par l' α -amylase salivaire, puis l' α -amylase pancréatique continue le processus de dégradation dans l'intestin ; il en résulte la formation de dextrines et de maltose qui donnent ensuite du glucose après action de la dextrinase et de la maltase, respectivement. Le lactose est hydrolysé en galactose et glucose par la lactase et le saccharose en fructose et glucose par la saccharase. L'intolérance au lactose, fréquente dans la plupart des populations, sauf dans celles de l'Europe du Nord et de certaines régions d'Afrique, est due à la disparition avec l'âge de l'activité lactasique des cellules intestinales. Les micro-organismes du colon fermentent alors le lactose en acide lactique osmotiquement actif, en méthane et en hydrogène, ce qui conduit à des diarrhées et des flatulences (WEINMAN et MÉHUL, 2004).

I.3.6.- Dosage d'ose et d'oside simple:

I.3.6.1.- Méthode physique:

- Polarimétrie:

Les substances dites « optiquement actives », traversées par un faisceau de lumière polarisée, provoquent une rotation du plan de lumière polarisée. On mesure l'angle de rotation de ce plan, qui est proportionnel à la concentration de la solution (CLAVERIE ET PANET, 2008).

-Réfractométrie:

Cette méthode détermine l'indice de réfraction, c'est-à-dire changement de propagation d'une onde à la surface de séparation de deux milieux (CLAVERIE et PANET, 2008).

I.3.6.2.- Méthode chromatographique :

- Séparation sur colonne polaire et détection par réfractométrie

-Séparation de dérivées d'oses par chromatographie en phase gazeuse (CPG) (KESSOUS, 2005).

I.3.6.3.- Méthode enzymatique:

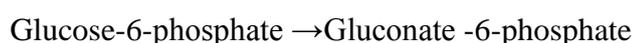
Les enzymes sont des catalyseurs biologiques qui sont spécifiques de leur substrat et de la réaction qu'ils catalysent. Pour être actifs ils nécessitent souvent la présence de coenzymes.

Les méthodes de dosages enzymatiques font appel à différents principes :

- ❖ On peut mesurer la disparition du substrat par dosage ou par étude de la cinétique de la réaction.
- ❖ On peut mesurer l'apparition de produit finale par les mêmes procédés.
- ❖ On utilise des propriétés particulières du coenzyme intervenant dans la réaction de dosage de glycémie en laboratoire ou dans les lecteurs de glycémie :



Cette réaction se fait en présence d'une enzyme, l'héxokinase et d'ATP



Cette réaction se fait en présence d'une enzyme, le glucose-6-phosphate déshydrogénase, et de NADP. Le NADP est alors transformé en NADPH. Au de la formation de NADPH, on constate un pic d'absorption du flux lumineux à une longueur d'onde de 340 nm. Ces méthodes

enzymatiques ont pu être automatisées et sont fréquemment utilisées en laboratoire pour les analyses biochimiques : glycémie, cholestérol, urée (CLACERIE et PANET, 2008).

I.3.7.- Métabolismes des glucides:

Le glycogène est un haut polymère du glucose. Il représente la forme de réserve glucidique de toutes les cellules animales. Sa teneur la plus élevée est au niveau du foie. De même, il constitue une réserve locale au niveau du muscle (KOUADRI, 2003).

I.3.7.1.- Catabolisme du glycogène (glycogénolyse):

La glycogénolyse est le processus par lequel le glycogène est décomposé au niveau de la cellule ou du tube digestif. Les phosphorylases assurent l'hydrolyse enzymatique cellulaire du glycogène. Les radicaux glucoses résultants de ces réactions peuvent subir à leurs tours, le catabolisme. Ils peuvent également s'échapper de la cellule et passer dans la circulation sanguine. Par contre, le glycogène exogène et l'amidon sont dégradés par les amylases des sucs digestifs. Sous l'influence de ces enzymes, le glycogène et/ou l'amidon sont fragmentés en dextrine puis en maltose et enfin en glucose (Figure 28) (KOUADRI, 2003).

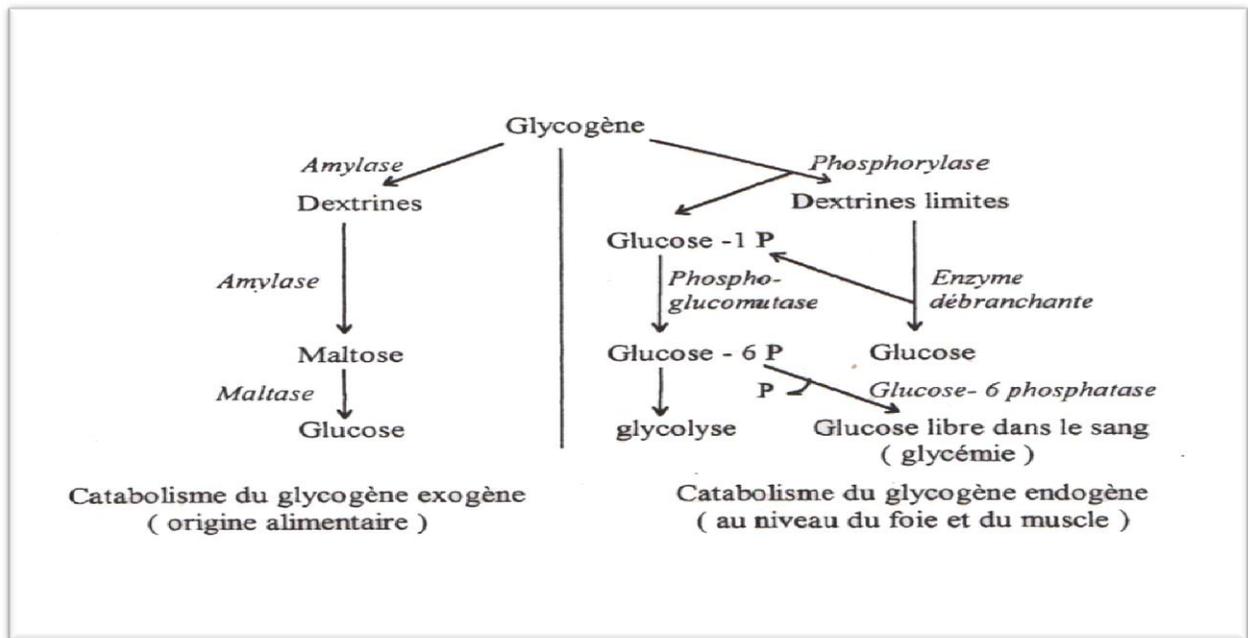


Figure 28 : Catabolisme de glycogène (KOUADRI, 2003).

Chez l'homme, les α -amylases existent essentiellement dans les glandes salivaires et le pancréas, par contre, elles sont pratiquement inexistantes dans le foie et le muscle. Leur pH optimum de réaction est voisin de sept (KOUADRI, 2003).

I.3.7.2.- La glycogénogénèse:

Les glucoses libérés dans le tube digestif. À partir des glucides alimentaires. Passe dans le foie et dans le muscle par voie sanguine. La synthèse du glycogène se fait, principalement, au niveau des tissus hépatique et musculaire. Au cours de cette synthèse, le glucose subit plusieurs transformations avant d'être additionné à une molécule de glycogène préexistence (Figure 29) (KOUADRI, 2003).

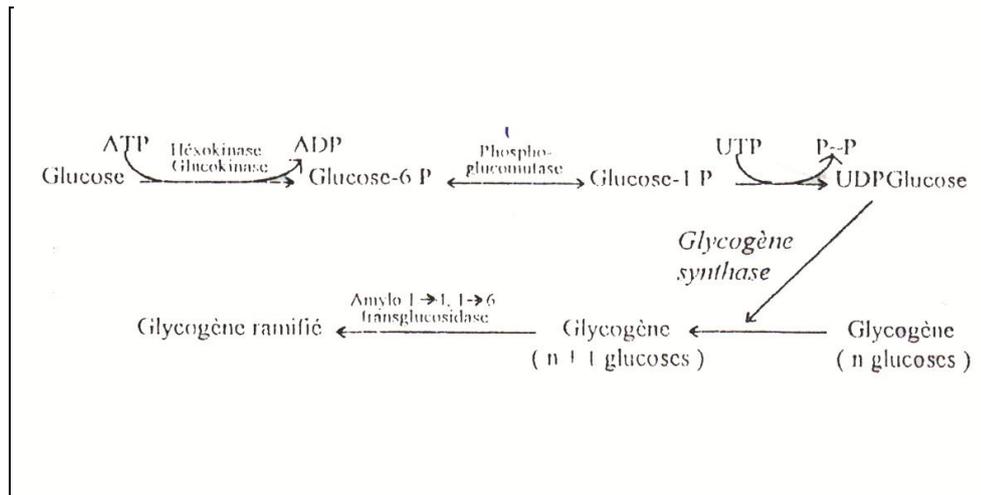


Figure 29: Schémas de glycogénogénèse (KOUADRI, 2003).

Le glycogène synthétase catalyse la liaison glucidique α (1→4). Ceci se traduit par un polysaccharide de structure linéaire.les ramifications du glycogène sont assurées par l'enzyme amylo 1 → 4, 1 → 6 transglucosidase (KOUADRI, 2003).

I.3.7.3.- La glycolyse:

Le glucose est l'ose principal chez l'homme et les animaux. C'est le sucre utilisé par les cellules lors de besoins énergétiques. Son métabolisme s'effectue par la voie de la glycolyse. La dégradation du glucose aboutie, chez tous les organismes, à la formation de l'acide pyruvique (Figure30) (KOUADRI, 2003).

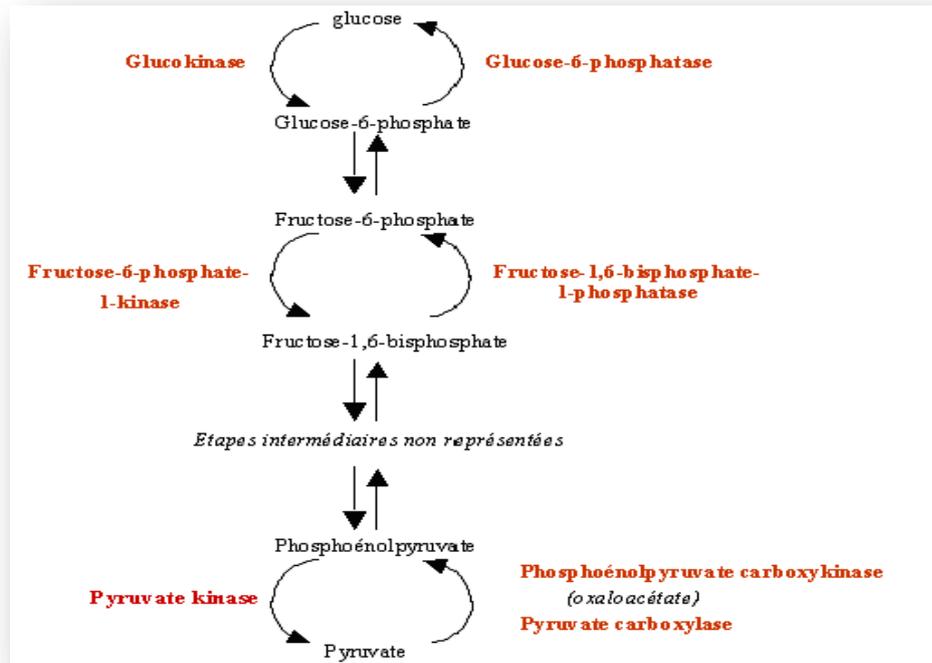


Figure31: La néoglucogénèse (SAINT-ALBIN, 2010).

II.1.-Principe adopté :

On a étudié le taux de quelques métabolites primaires céphaliques, à savoir le dosage du glucose, le dosage des protéines et la détermination de l'indice d'acidité chez une espèce acridienne.

II.2.- Choix de la matière biologique :

L'étude porte sur des femelles adultes de criquet pèlerin *Schistocerca Gregaria*. Selon OULD-EL HADJ *et al.* (2006), le choix des individus adultes se justifie car c'est le stade où l'insecte est le plus à craindre à cause de l'amplitude de ses déplacements. Les acridiens et les sautériaux, causent des dégâts importants aux cultures (BENKENANA, 2006). L'insecte est obtenu dans les forêts de Metlili pendant le mois d'avril et mai (2013) (Photo 01).



Photo 01: Femelle de criquet pèlerin *Schistocerca Gregaria* (ORIGINALE, 2013).

II.2.1.- Généralité sur le criquet:

Les arthropodes, dont les insectes constituent la classe principale, sont caractérisés par leur squelette externe rigide et des appendices articulés, d'où leur nom, ce squelette est essentiellement protéique et chitineux (ROTH, 1980). Les criquets sont très communs en été dans les champs et les prairies; on les voit se déplacer par bonds grâce à la détente brusque de leurs longues pattes postérieures. On distingue facilement les criquets des sauterelles; les premiers possèdent des antennes courtes, les secondes des antennes plus longues que le corps. De plus, la femelle du criquet ne possède pas la longue tarière qui caractérise la sauterelle femelle (VILLENEUVE et DÉSIÉ, 1965).

II.2.2.- Place du criquet dans le règne animal:

Le criquet appartient à l'embranchement des arthropodes (articulés) car corps, recouvert de chitine, est formé de segments et pourvu d'appendices articulés. Il appartient à la classe des insectes, Arthropodes dont le corps est divisé en trois parties:

Tête, thorax, abdomen. Le criquet possède une seule paire d'antennes, deux paires d'ailes et trois paires de pattes locomotrices (HEXAPODES). La première paire d'ailes, dure, forme de longs élytres, et la deuxième paire, membraneuse, est pliée en éventail sous les élytres. Les pièces buccales sont broyeuses et le développement présente des métamorphoses incomplètes. Le criquet fait partie de l'ordre des Orthoptères (ce mot rappelle que la seconde paire d'ailes forme des droites) (VILLENEUVE et DÉSIÉ, 1965).

II.2.3.-Position Systématique:

Embranchement: *Arthropodes*.

Classe: *Insectes*.

Ordre: *Orthoptères*.

Sous-ordre: *Caelifères*.

Super-famille: *Acridoidea*.

Famille: *Acrididae*.

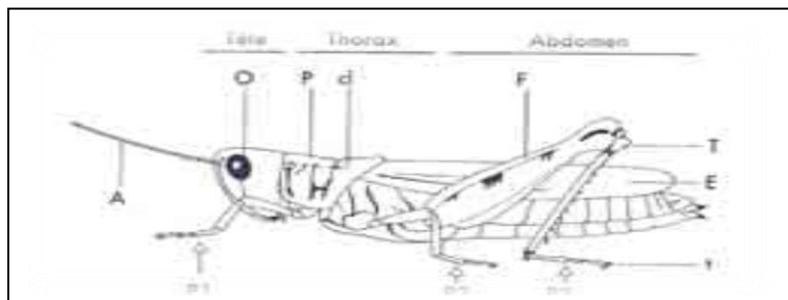
Sous-famille: *Cyrtacanthacridinae*.

Genre: *Schistocerca*.

Espèce: *Gregaria*. (SYMMONS et CRESSMAN, 2001) .

II.2.4.- Morphologies des acridiens:

Le corps est divisé en trois parties : la tête, le thorax (caractérisé par la présence de trois paires de pattes et de deux paires d'ailes) et l'abdomen (Figure 32) (SANDRIE et HENRI-GABRIEL, 2008).



A : antenne; t : tarse; cl : carène latérale; P1 : patte antérieure; E : élytre ; P2 : patte moyenne
F : fémur; P3 : patte postérieure; O : oeil composé; T : tibia; P : pronotum.

Figure 32 : La morphologie des acridiens (LECOQ, 1988).

La tête:

A grossièrement la forme d'un triangle. Elle porte des organes des sens (antennes, yeux) et des pièces chitineuses qui entourent la bouche.

- **Les antennes**, rectilignes et formées d'articules, sont recouvertes de petits poil chitineux. On les considère comme des organes du toucher et de l'olfaction.
- **Les yeux composés** et les **yeux simples**, les premiers, volumineux et de forme ovale, présentent en surface un nombre très élevé de facettes microscopiques. Chaque facette correspond à un élément visuel indépendant appelé ommatidie. Les yeux simples, ou ocelles, au nombre de trois, sont disposés en triangle, un médian et des latéraux, ces dernières étant situés à la base des antennes.
- **Les pièces buccales**, qui entourent la bouche, comprennent:
 - Une lèvre supérieure.
 - Une paire de mandibules.
 - Une paire de mâchoires.
 - Une lèvre inférieure.

Lèvre supérieure est un repli chitineux protecteur qui n'est pas considéré comme un véritable appendice.

Paire de mandibules, appendices formés de chitine dure, sont dentées sur le bord interne.

Paire de mâchoires sont deux appendices biramés possédant chacun une pièce basilaire, une rame externe et une rame interne ; c'est la rame interne qui joue un rôle masticateur. Du côté externe, la mâchoire est pourvue d'un prolongement articulé riche en poils chitineux, le palpe maxillaire, qui constituerait un organe sensoriel destiné à apprécier la qualité des aliments.

La lèvre inférieure est une pièce unique qui a la valeur de deux appendices car elle est formée par la soudure de deux pièces biramées. Elle porte des palpes, les palpes labiaux dont le rôle doit être identique à celui des palpes maxillaires.

Ces pièces buccales destinées à la mastication d'organes végétaux (feuilles bourgeons...) sont **des pièces buccales broyeuses** ; l'appareil buccal du criquet, qui se retrouve chez bien d'autres insectes est un appareil buccal broyeur (Figure 33) (VILLENEUVE et DÉsirÉ, 1965).

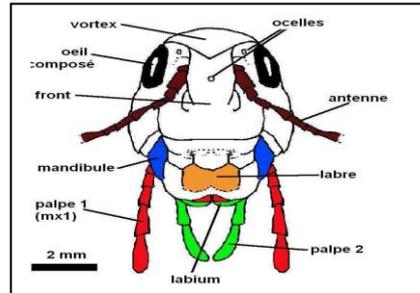
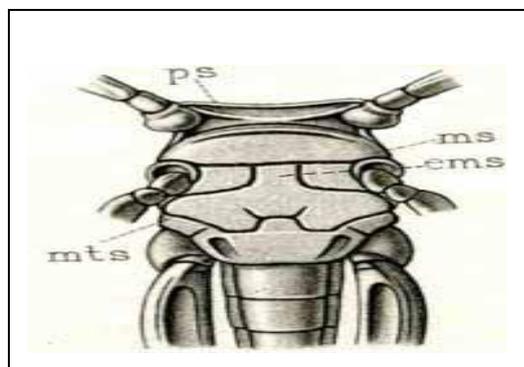


Figure 33: Vue frontale d'une tête de criquet (CHANET, 2010).

Thorax:

Formé de trois anneaux; il est même chez tous les insectes. Chez le criquet, le premier anneau est le plus développé et il recouvre partiellement les deux autres sur le face dorsal: c'est le corselet. Chaque anneau thoracique est formé par une pièce dorsale chitineuse, ou arc dorsal, par une pièce chitineuse ventrale ou arc ventral, ces deux pièces étant reliées entre elles par deux pièces chitineuses latérales, les arcs pleuraux. Une paire de pattes locomotrices est fixée sur chacun des trois anneaux thoraciques. Deux paires d'ailes s'attachent sur les deux derniers anneaux. La première paire est formée d'ailes étroites et solides qui recouvrent, au repos, la seconde paire d'ailes: ce sont les élytres. Les ailes postérieures, au contraire, sont plus larges et plus fines. Un anneau thoracique porte une paire de pattes locomotrices. Sur chaque patte on observe les mêmes articles: la hanche qui relie la patte à l'anneau thoracique, le trochanter, la cuisse, la jambe, la tarse formé de trois articles. Les deux premières paires de pattes sont semblables entre elles, mais la troisième présente une cuisse très longue et très puissante, ainsi qu'une jambe très développée; l'ensemble cuisse-jambe-tarse fonctionne comme un véritable ressort plié en Z au repos et qui, en se détendant brusquement, projette l'animal en avant. On dit que les pattes postérieures du criquet sont adaptées au saut: le criquet est un insecte sauteur (Figure 34) (VILLENEUVE et DÉsirÉ, 1965).

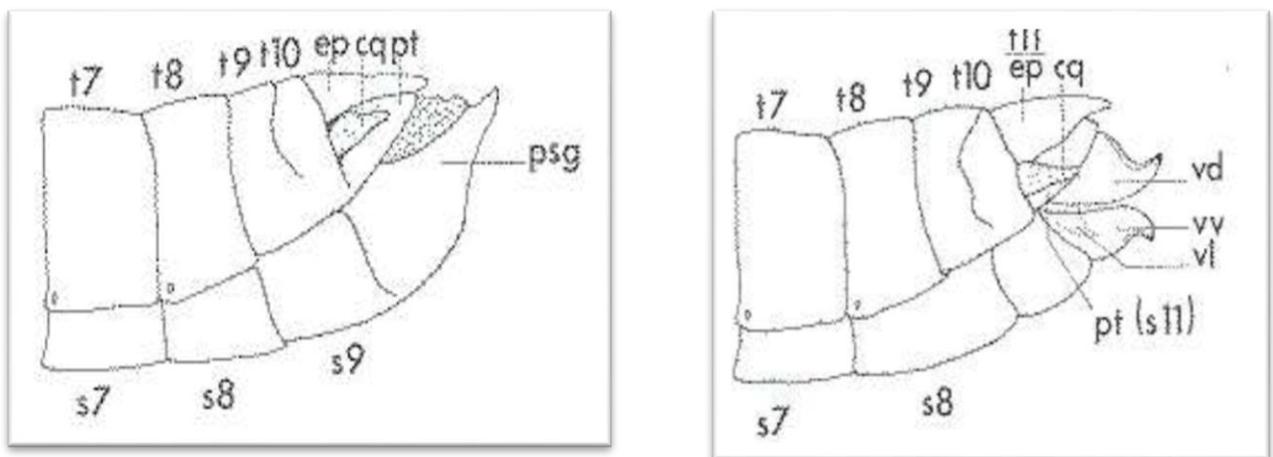


Ems: espace mésosternal ; ms : mésosternum ; mts : métasternum ; ps: prosternum.

Figure 34: Vue ventrale du thorax (BENFEKIH, 2006).

L'abdomen:

Se termine par deux pinces doubles et cornées qui en dépassent à peine l'extrémité (PAUL-ANDRE, 2001). Allongé, est beaucoup plus souple que le thorax, la couche chitineuse externe étant plus fine et plus flexible. Il est constitué par 11 anneaux, mais seuls les 9 premiers sont bien visibles. Chaque anneau comprend un arc dorsal et un arc ventral chitineux; l'ensemble forme un squelette externe qui reste souple. Les 8 premiers anneaux présentent latéralement une paire d'orifices respiratoires, les stigmates, permettant l'entrée de l'air dans les trachées. Sur le premier anneau abdominal, on peut voir, sur les cotés, une paire d'organes de l'audition. Chaque organe est formé par un cadre chitineux arrondi et solide, soutenant une fine membrane, la membrane tympanique, recouvrant une cavité. Les anneaux abdominaux sont dépourvus d'appendices, sauf le huitième anneau qui porte deux prolongements courts, les apophyses génitales, et le neuvième anneau qui en porte quatre. Sur le dixième anneau se trouvent les serques. L'ensemble de ces appendices abdominaux forme l'armature génitale entourant l'orifice génital, ventral par rapport à l'anus. Cette armature génitale sert à l'accouplement chez les male et à la ponte chez la femelle. Les dimorphisme sexuel se manifeste par des organes stridulants qui n'existent que chez le male. Chez se dernière, les cuisses des pattes postérieures portent sur leur face interne une rangée de dents minuscules qui frottent en un mouvement de va-et-vient sur le bord externe des élytres. Les notes sont graves si le mouvement est lent, aigues si les mouvement est lent, aigues si les mouvements sont rapides (Figure 35) (VILLENEUVE et DÉSIÉ, 1965).



extrémité mâle

extrémité femelle

cq : cerque, s : sternite abdominaux, ep : épiprocte, t : tergites abdominaux
 psg : plaque sous-génitale, vd : valve dorsale de l'oviscapte, pt : paraprocte, vv : valve ventrale de
 l'oviscapte (organe de ponte)

Figure 35: Morphologie des extrémité abdominals (LECOQ, 1988).

II.2.5.-La céphalisation:

Le terme céphalique résulte de la fusion de l'acron et d'un nombre variable de métamérie. Sur la capsule céphalique rigide on ne retrouve plus la trace de l'ancienne métamérie. Les appendices et le développement embryonnaire sont pourtant témoins d'une métamérie primitive. Les appendices céphalique perdent leur fonction locomotrice et se spécialisent en organes sensoriels (antennes- antennules), masticateurs ou préhenseurs (pièces buccales). La fusion des métamères antérieurs entraîne la coalescence des ganglions nerveux correspondants qui forment une masse volumineuse: le cerveau. Le cerveau est dorsal par rapport au tube digestif; il est relié au reste de la chaîne nerveuse ventrale par des connectives qui entourent l'œsophage. Les premiers ganglions ventraux fusionnent en un ganglion sous-oesophagien qui innerve les pièces buccales. Le regroupement dans la région antérieure de l'animal, non loin de la bouche, d'organes sensoriels en relation avec des centres nerveux développés permet une bonne stratégie dans la recherche de nourriture ainsi qu'une réponse rapide de l'organisme aux variations du milieu (GEAN-CLOUDE et al., 2005).

II.2.6.- Cycle biologique:

Le Criquet, comme tous les autres acridiens, passe par trois stades successifs: l'oeuf la larve (ou nymphe) et l'ailé. Les oeufs sont pondus par les femelles. Lors de l'éclosion, naissent de jeunes criquets dépourvus d'ailes, appelés larves. Les larves se débarrassent de leur cuticule cinq à six fois pendant leur développement et leur taille s'accroît à chaque fois. Ce processus s'appelle la mue et la période qui sépare deux mues successives s'appelle un stade. La dernière mue, du stade larvaire 5 (ou 6) dépourvu d'ailes à l'imago, ou ailé, s'appelle la mue imaginale. Le nouvel ailé, appelé «jeune ailé», doit attendre le séchage et le durcissement de ses ailes avant de pouvoir voler. Les ailés ne muent pas et leur taille ne s'accroît donc pas mais leur poids augmente progressivement. Les ailés qui peuvent voler sont, au départ, sexuellement immatures. Quand ils deviennent sexuellement matures, ils peuvent s'accoupler et pondre des oeufs (SYMMONS et CRESSMAN, 2001).

II.2.7.-Répartition géographique:

Elle est liée à la recherche de la chaleur: les criquets se disposent sous le néon ou s'agrippent sur le câble chauffant dans l'angle du vivarium. Effectuez des mesures de température à l'aide du thermomètre fourni et constatez. On peut aussi observer la posture particulière adoptée par certains individus postés à proximité immédiate de la lampe (qui reproduit le soleil) ils inclinent leur corps pour profiter au maximum du rayonnement de la chaleur (BENKENANA, 2006).

II.3.- Méthode de dosage des métabolites primaires:

II.3.1.- Extraction des métabolites primaires céphaliques:

Pour l'étude quantitative des métabolites primaires céphaliques, on effectue une extraction des ces métabolites selon la méthode de LIU et *al.*(2006), à partir de 10 têtes des criquets femelle, on mesure les poids des criquets ensuite on découpe ces têtes en petit morceaux et on mesure leurs poids ensuite on broie ceux-ci avec 5 ml d'eau froide pendant quelques secondes, puis on fait une centrifugation (température $T= 4^{\circ}$, vitesse = 3000 tour/min) à l'aide d'une centrifugeuse de type Firlabo et de numéro de série 215862, après 20min de centrifugation on obtient un culot et un surnageant retenu pour les différents dosages (Annexe1).

II.3.2.-Dosage des protéines par la méthode de Lowry :

Les protéines ont été quantifiées selon la méthode de Lowry qui utilise le folin ciocalteu comme réactif et l'albumine de sérum de boeuf (B.S.A) comme standard.

II.3.2.1.-Principe de la réaction:

La méthode est basée sur la réaction de Biuret, dans laquelle les liaisons peptiques des protéines réagissent en conditions alcalines avec le cuivre en générant des ions Cu^{+} qui réagissent avec le réactif de Folin. Dans la réaction de Folin-Ciocalteu, dont les mécanismes exacts ne sont pas vraiment élucidés, un colorant est réduit par l'oxydation des acides aminés aromatiques catalysée par le cuivre. Cette réduction induit un renforcement de la couleur bleue, dont l'intensité est fonction du contenu de la tyrosine et du tryptophane (composés aminés aromatiques) (CERCADO QUEZADA, 2009). Le but est de déterminer la concentration en protéines de l'échantillon en se basant sur une solution standard dont les différentes dilutions ont des concentrations en protéines connues. Les protéines sont mises en évidence par une réaction colorée et la coloration est d'autant plus intense que la concentration en protéines est importante (BOCQUET et *al.* , 2006).

II.3.2.2- Mode opératoire:

On prend 1 ml de chaque extraits et on fait une dilution de 1/100, après on prend 0.5 de cette dernière et on ajoute 2.5ml de solution C et après 10 minutes on ajoute rapidement 0.25 ml de réactif de Folin-Ciocalteu après 30 minutes à l'obscurité, à l'aide d'un spectrophotomètre de type Jenway 6315 et de numéro de série 1130. On détermine les absorbances à une longueur d'onde de 750 nm. la concentration en protéines estimée par rapport à une courbe étalon établie avec l'albumine de sérum de bœuf (Annexe 2).

II.3.3.-Détermination de l'indice d'acidité :**II.3.3.1.-Principe de la réaction:**

Dans une matière grasse, l'acidité résulte uniquement de la présence de carboxyles appartenant à des acides gras.



Le dosage peut être direct: une masse m de corps gras est dissoute dans un mélange éthanol-éther, préalablement neutralisé par de la potasse alcoolique, en présence en phénolphtaléine. L'acidité libre est dosée par la potasse alcoolique titrée, en présence en phénolphtaléine. Le dosage peut se faire en retour: la prise d'essai de matière grasse est dissoute dans un excès de potasse alcoolique. L'excès est dosé par une solution titrée d'acide chlorhydrique (ZONSZAIN et al., 1984).

II.3.3.2- Mode opératoire:

En prend 2 ml de chaque extrais brut et en fait une délutation de 1/10 après en ajoute 2ml de mélange alcool/ chloroforme, puis on fait l'agitation avec quelques gouttes de phénolphtaléine et KOH, et à l'aide d'un erlenmeyer on détermine le volume de KOH nécessaire pour la neutralisation (Annexe 3).

L'indice d'acidité I_A est donné par la relation suivante:

$$I_A = V * T/P$$

V:volume en ml de la solution alcoolique de KOH utilisé.

P:poids de la matière grasse utilisé.

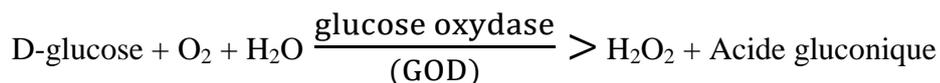
T: quantité de KOH en mg contenue dans 1ml de la solution.

II.3.4.-Dosage du glucose par la méthode de glucose-oxydase:

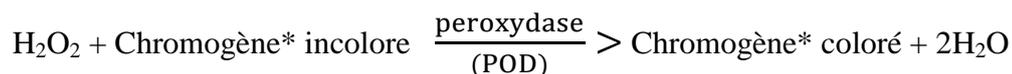
Le taux de glucose est quantifié selon la méthode de glucose-oxydase, elle est parmi les méthodes les plus couramment utilisées dans les laboratoires de biologie médicale (SAINT-ALBIN, 2010).

II.3.4.1.-Principe de la réaction:

Le glucose oxydase (GOD) est une enzyme spécifique du D-glucose ; elle catalyse la réaction d'oxydation du glucose selon la réaction suivante :



En fonction de la technique de détection employée par la suite, une deuxième réaction peut être associée. Le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) formé est alors dégradé par une peroxydase (POD), en présence d'un chromogène:



On parle donc de méthode « glucose oxydase-POD-chromogène ». L'intensité de coloration du chromogène est proportionnelle à la concentration de glucose (SAINT-ALBIN, 2010).

II.3.4.2- Mode opératoire:

En prend 0.1 ml de chaque extrais et en ajoute 1ml de glucose - oxydase, en suit à l'aide d'un spectrophotomètre de type Jenway 6315 et de numéro de série 1130 on détermine les absorbances à une longueur d'onde de 510 nm. la concentration en glucide estimée par rapport à une courbe étalon établie avec glucose (Annexe 4).

Le pourcentage des concentrations de protéines et de glucoses céphaliques sont rassemblés sur la (figure 36), le taux de glucose et de protéines est de 68% et 32% respectivement. Les résultats montrent un pourcentage de taux de glucose plus élevé par rapport aux taux de protéines.

Les glucides représentent l'élément énergétique de l'organisme jouant un rôle essentiel dans la physiologie des insectes. Ils font partie, avec les protéines; des constituants essentiels des êtres vivants et de leur nutrition; car ils sont un des principaux intermédiaires biologiques de stockage et de consommation d'énergie (CASSIER et *al.*, 1997).

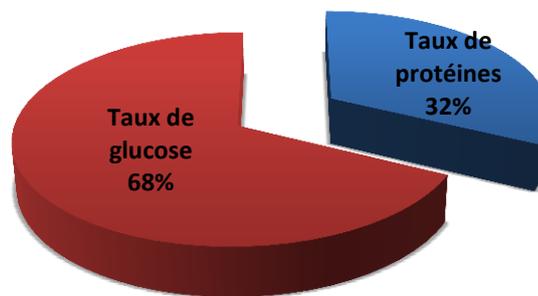


Figure 36 : Secteur représente le taux de protéines et le taux de glucose céphaliques chez les individus femelles de criquet pèlerin.

Ainsi les résultats obtenus sur le poids des individus entiers et le poids des têtes sont répertoriés sur le tableau 1, les mesures montrent un poids des femelles entière de criquet pèlerin égale à $2,51 \pm 0,56$ (g), alors que le poids des têtes des femelles est égal à $0,217 \pm 0,044$ (g), cependant les mesures de HAMID OUDJANA (2009) et GENABZIA (2009) sur le poids des têtes chez les femelles de criquet pèlerin montre un poids des individus entiers égal à $3,57 \pm 0,10$ (g) et $3,57 \pm 0,21$ (g) respectivement.

Tableau 1: Le poids global et le poids des têtes chez les individus femelles de criquet pèlerin.

	Poids des têtes (g)	Poids des individus (g)
Individus femelles	$0,217 \pm 0,044$ (g)	$2,51 \pm 0,56$ (g)

III.1.-Taux de protéines :

Les résultats d'étude du taux de protéines et le poids des têtes des femelles du criquet pèlerin, sont rassemblés sur la (figure 37), le pourcentage de taux de protéines par rapport au poids des têtes est de 9,46%, ainsi le taux de protéines céphaliques chez les femelles est de $20,56 \pm 11,71$ mg de protéines /ml, cependant les recherches de HAMID OUDJANA (2009) et GENABZIA (2009) montrent un taux de protéines céphaliques moins élevé chez les femelles de même espèce égale à $14,77 \pm 1,65$ mg de protéines /ml et $6,62 \pm 1,48$ mg de protéine /ml, respectivement. Ainsi les études d'OULEBSIR-MOHANDKACI et DOUMANDJI-MITICHE (2012) sur les larves L5 du criquet migrateur *locusta migratoria* (linné, 1758), montre un taux de protéines au niveau de hémolymphes égale à 0,569 mg/ml, il semble que le taux de protéine céphaliques est plus élevé que le taux de protéines hémolympatiques.

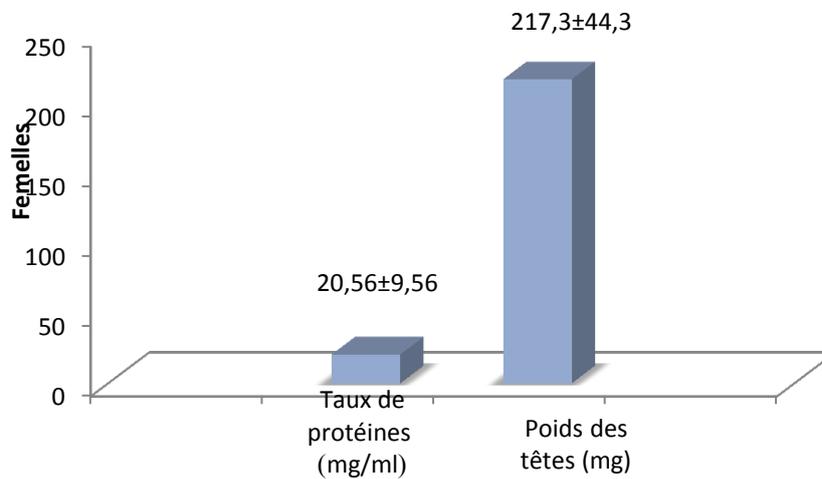


Figure 37: Taux de Protéines et poids des têtes chez les femelles de Criquet pèlerin.

III.2.-Indice d'acidité :

Les résultats d'étude d'indice d'acidité des têtes chez les femelles de criquet pèlerin sont rassemblés sur la (figure38), l'indice d'acidité mesurée est de $IA = 3,29 \pm 1,58$.

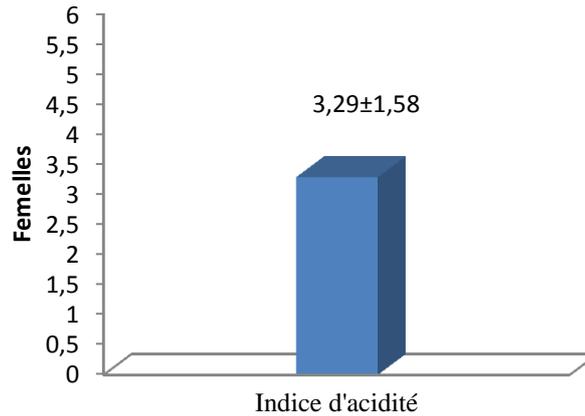


Figure 38: L'indice d'acidité des têtes chez les femelles de Criquet pèlerin.

III.3.-Taux de glucose :

Les résultats d'étude de taux de glucose et le poids des têtes chez les femelles de criquet pèlerin sont répertoriés sur la (figure 39), le pourcentage de taux de glucose par rapport au poids des têtes est de 19,42%, le taux de glucose céphaliques chez les femelles de criquet pèlerin est de $42,22 \pm 5,8$ mg/ml, cependant les études de HADJ MOHAMED et *al.* (2012) sur les femelles du criquet de l'atlas *Tuarega insignis* montrent un taux de glucose chez l'insecte entier égal à $80,56 \pm 16,19$ mg/ml, il semble que le taux de glucose au niveau du corps du criquet d'une manière générale est très élevé dans les régions céphaliques. Ainsi les recherches de OULEBSIR-MOHANDKACI et DOUMANDJI-MITICHE (2012) sur les larves L5 du criquet migrateur *locusta migratoria* (linné, 1758), révèlent un taux globale des glucides au niveau de hémolymphe égal à $0,056 \pm 0,174$ mg/ml, donc il semble que le taux de glucose céphaliques est plus élevé que le taux de glucose hémolympatiques.

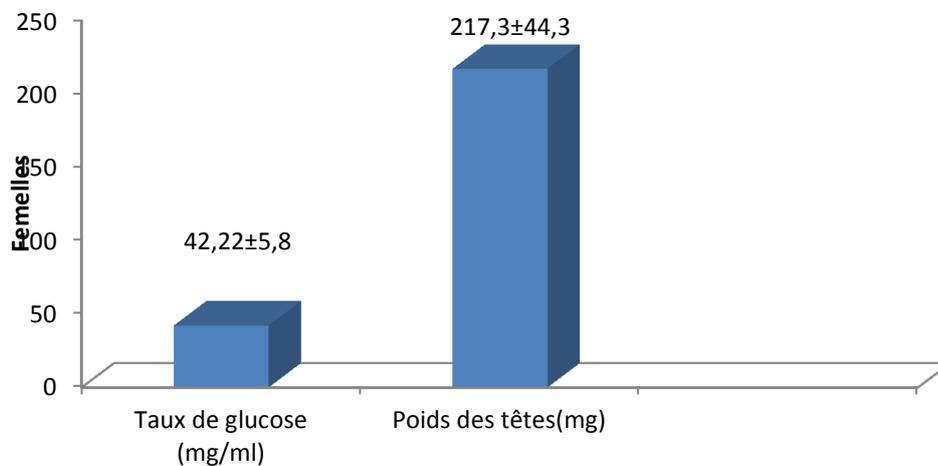


Figure 39: Taux de glucose et poids des têtes chez les femelles du criquet pèlerin.

Notre étude porte sur l'analyse quantitative de quelques métabolites primaires chez les femelles de criquet pèlerin *Schistocerca Gregaria*.

Le pourcentage des concentrations des protéines et de glucoses céphaliques chez les femelles de criquet pèlerin *Schistocerca Gregaria*, égal à 32% et 68% respectivement et un poids entières égal à $2,51 \pm 0,56$ (g), alors que le poids des têtes est de $0,217 \pm 0,044$ (g).

Ainsi le pourcentage de taux de protéines et de taux de glucose céphalique par rapport aux poids des têtes égal à 9,46% et 19,42% respectivement, avec un taux des protéines céphalique chez les femelles égal à $20,56 \pm 11,71$ mg/ml et un taux de glucose égal à $42,22 \pm 5,8$ mg/ml, l'indice d'acidité mesuré est de $IA = 3,29 \pm 1,58$

Nous espérons réaliser d'autres études similaires pour éradiquer le criquet afin de maintenir les cultures agricoles et nous espérons l'étude de taux de ces métabolites primaires chez les individus mâles de criquet pèlerin, ainsi nous espérons une étude de dosage pour d'autre métabolites chez les acridiens.

- AGEMP., 1982-** Biochimie. Ed 3^{ème}. Office des publications universitaires, Alger: 210 p.
- ALLAL-BENFEKIH L., 2006-** Recherches quantitatives sur le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Ortho. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspectives de lutte biologique à l'aide de microorganismes pathogènes et de peptides synthétiques, Thèse doctorat en biologie-sciences-Sante/ Ecologie, Unive. de limoges, El harrach: 140 p.
- APPERT J .et DEUSE J 1982-** Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maisonneuve et La rose, Paris: 420 p.
- BARATTI-ELBAZ C. et MARECHAL P., 2008-** Biochimie en 23fichies. Ed.Dunod, Paris: 159 p.
- BEAUMONT S., 2005-**Biochimie.Ed.Dunod, Paris: 342 p.
- BENKENANA N., 2006-** Analyse biosystématique, écologique et quelques aspects de la biologie des espèces acridiennes d'importance économique dans la région de Constantine. Thèse magister en entomologie, Unive. Mentouri, Constantine, Alger: 162 p.
- BERRADA S., 2009-** Biochimie Appliquee Dans Les Filières Sbsa (Cours Des Proteines: Structure Proprietes et Applications Technologiques). PLP biotechnologies. Académie de montpellier: 13p.
- BIZE V., 1997-** Les insectes, une ressource alimentaire d'avenir. insectes. Gonibrasia belina (lep. Attacidae), Afrique, 106 (03): p10.
- BOCQUETH E., BOCQUETH G. et BOCQUETH H., 2006-** Isolement du pepsinogene equin. Thèse doctorat, Medecine de creteil, Unive. École veterinaire d'alfort, Belgique: 90 p.
- BOUHADJRA K., 2011-** Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilite oxidative de l'huile d'olive vierge. Thèse magister en chimie de l'environnement, Unive. Mouloud mammeri, Tisi-ouzou, Alger: 96 p.
- CASSIER P ., LAFONT R., DESCAMPS M., PORCHET M. SOYEZ D., 1997-** La reproduction des invertébrés: stratégies , modalités et régulation .Ed. Intérêt fondamental et appliqué Masson, Paris:354 p.
- CERCADO QUEZADA B., 2009-** Traitement de dechetsissus de l'industrie agro- alimentaires par pile a combustrobienne.These doctorat en génie des Procédés et de l'Environnement, Unive. Toulouse:183 p.
- CHANET B., 2010-**Organisation&Diversité du monde animal numéro 4, Département Systématique et Evolution, USM 603 MNHN, UMR 7138, CP26, Muséum National d'Histoire Naturelle: 57 rue Cuvier75005, Paris: 36 p.
- CLAVERIE I. et PANET M., 2008-**Biochimie. Ed 2^{ème}. Wolters Kluwer, France:107 p.

- COLLAS P., 2005**- Cours de Biochimie structural. UCO Bretagne Nord:57 p.
- COT M., 2006**-Etudes physiologiques de l'adaptation et de la résistance de la levure *Saccharomyces cerevisiae* au cours de la production intensive d'éthanol, Thèse doctorat en microbiologie et Biocatalyse industrielles, Unive. Toulouse: 265 p.
- COUTOULY G., KLEIN E., BARBIERI E. et KRIAL M., 2006** –Travaux dirigés de biochimie, biologie moléculaire et bioinformatique. Ed 3^{ème}.Wolters Kluwer, France: 342 p.
- EI GHAZOUANI A., 2007**-Etude biochimique et fonctionnelle de la protéine PerR de *Bacillus subtilis* : un senseur bactérien du peroxyde d'hydrogène. Thèse doctorat en chimie-Biologie, Unive. Joseph Fourier, Grenoble: 230 p.
- FOA., 1980**- Les glucides en nutrition humaine. Ed, Rome: 10 p.
- GEAN-CLOUDE B., JAMES M. et GEAN- LOUIS P., 2005**-Biologie animale. Ed 2^{ème}. Dunod, Paris: 239 p.
- GHENABZIA I., 2009**- Cholinestérase et toxicité par les carbamates chez *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775). Thèse de magister en biochimie, Ouargla:100 p.
- GUILLOTON M et QUINTARD B., 2007**-Mini manuel de Biochimie. Ed. Dunod, Paris:214 p.
- HADJ MOHAMED I., MOULAY OMAR F., MOULAY OMAR Z., 2012**- Dosage des glucides de quelques espèces acridiennes. Mémoire licence en biochimie, Ghardaïa: 60 p.
- HAMID OUDJANA A., 2009**- Cholinestérase et toxicité par les organophosphorés chez *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775. Thèse de magister en biochimie, Ouargla:139 p.
- JACQUES-HENRY W., 2005**-Biochimie générale. Ed 10^{ème}.Dunod, Paris:726 p.
- KESSOUS C., 2005**- Biochimie structurale. Ed 9^{ème}. Office des publications universitaires , Alger: 194p.
- KOUADRI A., 2003**-Cours de biochimie générale. Ed. Office des publications universitaires, Alger:46 p.
- LBBOUZ I., 2010**- Activité biologique des extraits foliaires de *Cleome arabica* L.(Capparidaceae) Chez *Schistocerca gregaria* (Forsk., 1775) (Orthoptera. Acrididae). Thèse de magister en écologie, Ouargla: 106p.
- LECOQ M., 1988**- les Criquets du Sahel. Ed. Ministère des Affaires étrangères des Pays-Bas et CIRAD/PRIFAS, France :125 p.
- LOWRY O.H., ROSEBROUGH N.T., FARR A.L. et RANDALL R.J., 1951**-Protein measurement with the Folin phenol reagent. J, Biol. Chem, n° 193, New York: 265-275p.

- LUI H., YI M., SHI X., LIANG P. et GAO X., 2007**-Substrate specificity of brain acetylcholinesterase and its sensitivity to carbamate insecticides in *Carassius auratus*, Fish physiol Biochem New York n° 33, New York: 29-34p.
- MAAMRI S., 2008**- Eude de pistacia atlantica de deux régions de sud algérien : dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais antileishmaniens, Thèse magister, En biologie, Unive. M'hamed bougara, Boumerdes: 109 p.
- OULD ELHADJ M.D., 2004**- Le problème acridien au Sahara algérien. Thèse doctorat en agronomie, Unive. El-Harrach:276 p.
- OULD ELHADJ M.D., TANKARI DAN-BADJO A., HALOUANE F. et DOUMANDJI S., 2006**-Toxicité comparée des extraits de trois plantes acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* Forskal, 1775 (Orthoptera- Cyrtacanthacridinae). Sécheresse vol. 17 (3), Paris: 407-414 p.
- OULEBSIR-MOHANDKACI H. et DOUMANDJI-MITICHE B., 2012**-Étude de l'impact biologique de *pseudomonas spp.* fluorescents sur les métabolites hémolyphatiques et l'histologie du tube digestif des larves l5 du criquet migrateur *locusta migratoria* (linné, 1758), Lebanese science Journal, Vol. 13, No. 2. Unive. M'hamed Bougara. Boumerdes, Algérie : 99-115 p.
- PAUL-ANDRE R., 2001**-Les Insectes. Ed. Delachaux et Niestlé SA, Lausanne(Suisse), Paris: 461p.
- RAHAL S., 2004**- Chimie des produits Naturels et des êtres vivants. Ed 2^{ème}. Office des publications universitaires, Alger:162 p.
- ROTH M., 1980**- Initiation à la morphologie, la Systématique et la biologie des insectes. Ed. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer, Paris: 213 p.
- SABLONNIÈRE B., 2006**-Biochimie et biologie moléculaire. Ed. Omniscience, France: 591p.
- SAINT-ALBIN K., 2010**- Fiabilité des analyses médicales: Démonstration et application au dosage du glucose, Thèse doctorat en Biochimie Médicale, Unive. Reims champagne, Ardenne:156 p.
- SANDRIE H. et HENRI-GABRIEL D., 2008**-Atlas biologie animale. Ed 3^{ème}. Dunod, Paris: 138 p.
- SEKOUR B., 2011**-Phytoprotection de l'huile d'olive vierge (H.O.V) par ajout des plantes végétales (thym, ail, romarin). Thèse magister en Technologie alimentaire, Unive. M'hamed bougara, Boumerdes, Algérie: 116 p.
- SYMMON P.M. et CRESSMAN K., 2001**-Directives sur le Criquet pèlerin 1. Biologie et comportement, Ed. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome:43p.

TOUITOU Y., 2005-Biochimie: structure des glucides et lipides. Ed.Université Pierre et Marie Curie: 48 p.

VILLENEUVE F .et DÉsirÉ CH., 1965-Zoologie. Ed. Bordas, France: 335p.

VOET D .et VOET J.V., 2005-Biochimie. Ed 2^{ème}. Boeck et larcier s.a, Paris: 1583 p.

WEIL J. H., 2005- Biochimie générale. Ed 10^{ème}. Dunod, Paris:726 p.

WEINMAN S .et MÉHULE P., 2004-Tout la biochimie. Ed. Dunod, Paris :439 p.

ZONszAIN F., FIGARELLA J.et AUDIGIÉ CL., 1984- Manipulations d'analyse biochimique. Ed 1^{er}. Doin éditeurs , Paris: 270 p.

Annexe 01

Méthode d'extraction des métabolites primaires céphaliques:



Photo A: Détermination des poids chez les femelles de criquet pèlerin *Schistocerca Gregaria* (ORIGINALE, 2013).



Photo B: Coupure des têtes des femelles de criquet pèlerin *Schistocerca Gregaria* en petit morceaux (ORIGINALE, 2013).

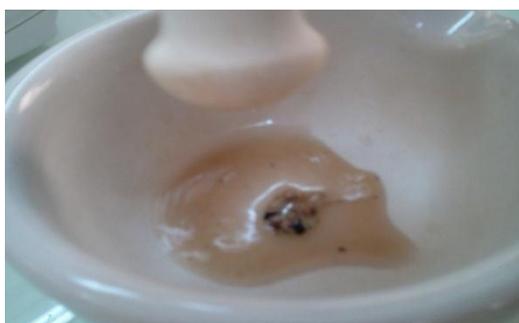


Photo C: Broyage des têtes avec d'eau froide (ORIGINALE, 2013).



Photo D: L'extrais obtenue après la broyage (ORIGINALE, 2013).

Annexe 02

Dosage des protéines par la méthode de Lowry (1951)

I.-Matériaux et produits chimiques:

I.1.-Réactifs:

- Réactif de Folin-Ciocalteu.
- Na OH: la soude.
- Na₂ CO₃ : carbonate de sodium anhydre.
- Cu SO₄ : sulfate de cuivre anhydre.
- Tartrate de Na et K.
- (BSA) Albumine de sérum bovin.

I.2.-Solutions:

Le réactif de dosage est préparé extemporanément à partir de trois solutions:

La solution de Lowry est un mélange de produits chimiques les dessus, à l'exception du réactif de Folin.

-0,5g de CuSO₄ dans 100 ml d'H₂O distillée.

-1g de tartrate de Na et K dans 100 ml H₂O distillée à partir des deux solutions on prépare les solution suivants:

-solution A: 5g de Na₂CO₃ dans 250 ml H₂O distillée + 1g de NaOH.

-solutions B: 2ml de CuSO₄ 0,5% +2ml de tartrate de Na et K 1%.

-solution C: 50ml de A +1ml de B.

La solution doit être préparé, au jour de la mesure. Bien que la solution C préparé à l'avance.

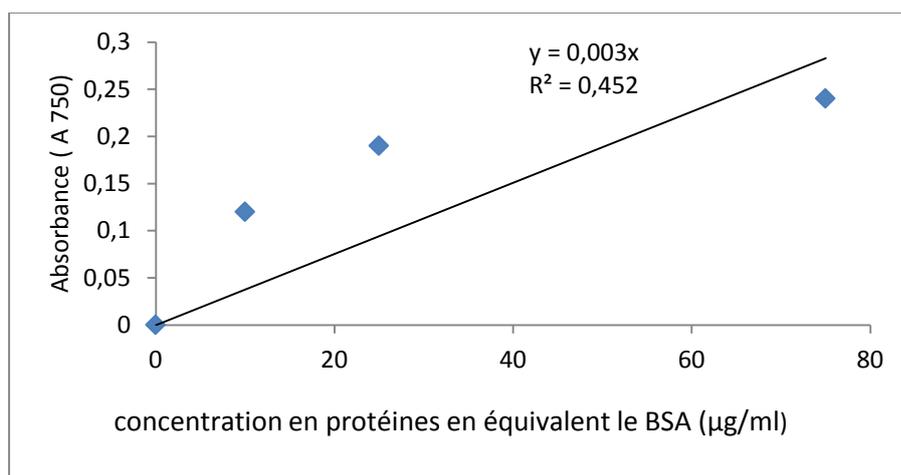


Photo E: Détermination des absorbances avec le spectrophotomètre (ORIGINALE, 2013).

***Gamme d'étalonnage:**

A partir de la solution de BSA(est préparé à 100 μ g / 100 ml), des dilutions sont préparées suivant le tableau ci- dessous

Solution de BSA (μ g /ml)	0	10	25	50	75	100
Solution mère de BSA (μ l)	0	100	250	500	750	1000
Eau distillée (μ l)	0	900	750	500	250	0
Absorbance (A750)	0	0,12	0,19	–	0,24	–

***Courbe d'étalonnage du dosage des protéines par la méthode de LOWRY et al (1951).**

BSA = l'albumine sérique bovine utilisée comme protéine étalon;

R = Coefficient de corrélation

Annexe 03

Détermination de l'indice d'acidité des lipides

I.-Matériaux et produits chimiques:

I.1.-Réactifs :

- Mélange d'alcool / chloroforme à un rapport de 1/1 (50ml).
- Matière grasse.
- Solution alcoolique de KOH N/ 10.
- Solution alcoolique de phénolphtaléine à 1%.



Photo F : Titrage volumique pour déterminer le volume nécessaire de KOH pour la neutralisation des échantillons (ORIGINALE, 2013).

Annexe 04

Dosage des glucoses par la méthode de glucose oxydase

I.1.-Réactifs:

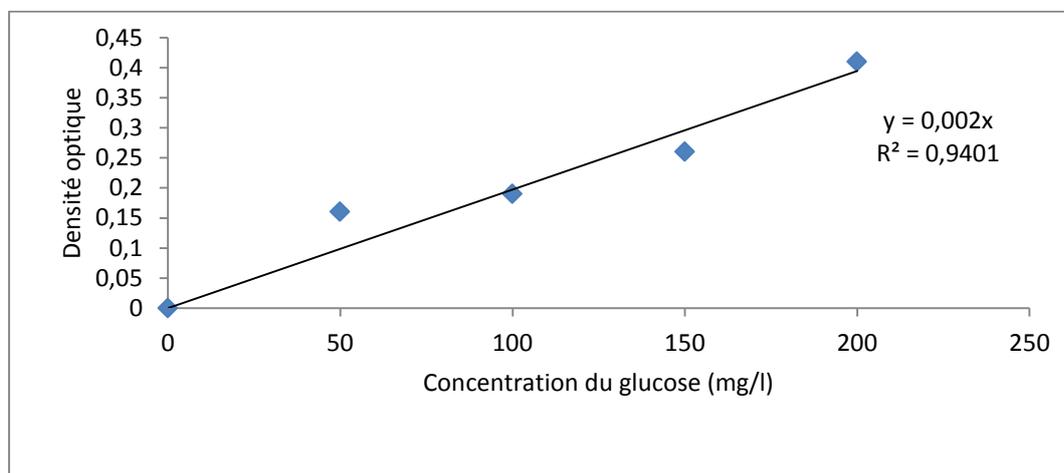
- Glucose en poudre (50 mg / 250ml).
- Solution de glucose oxydase.

*Gamme d'étalonnage:

A partir de la solution de glucose (est préparé à 50 mg / 250ml), des dilutions sont préparées suivant le tableau ci- dessous

Solution de glucose (mg /l)	0	50	100	150	200
Solution mère de glucose (ml)	0	1	2	3	4
Eau distillée (ml)	4	3	2	1	0
Absorbance(A510)	0	0,16	0,19	0,26	0,41

*Courbe d'étalonnage du dosage des glucoses par la méthode de glucose oxydase .



Le glucose est utilisé comme étalon.

R = Coefficient de corrélation

Résumé:

Notre étude porte sur le dosage de taux de quelques métabolites primaires céphaliques ainsi que la détermination d'indice d'acidité chez les femelles de criquet pèlerin *Schistocerca gregaria*, les individus femelles présentent un poids globale de 2.51 ± 0.56 (g), et un poids des têtes égales à 0.217 ± 0.044 g, ainsi les résultats obtenus montrent un taux de protéines égal à 20.56 ± 9.56 mg/ml, un taux des glucoses égal à 42.22 ± 5.8 mg/ml et un indice d'acidité égal à 32.9 ± 1.9 . Ces résultats reflètent une richesse de taux de ces métabolites chez les têtes de ces insectes ce qui traduit l'importance biologique de ces éléments.

Mots clés: métabolites primaires céphaliques, dosage, criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*)

ملخص:

تركز دراستنا على تقدير نسب بعض الأيضات الأساسية الرأسية (أو للرؤوس) وتحديد معدل الحموضة لدى إناث الجراد السائح *Schistocerca gregaria*، لدى الإناث بلغ الوزن الإجمالي 0.56 ± 2.51 (غ)، وبلغ وزن الرؤوس ما يساوي 0.217 ± 0.044 غ، وهكذا فإن النتائج المتحصل عليها تظهر نسبة بروتينات تساوي 20.56 ± 9.56 ملغ / مل، ونسبة جلوكوز تساوي 42.22 ± 5.8 ملغ / مل ومعدل حموضة يساوي 32.9 ± 1.9 . هذه النتائج تعكس ثراء في نسب هذه الأيضات في رؤوس هذه الحشرات وهذا ما يعكس ويبين الأهمية البيولوجية لهذه العناصر.

الكلمات الدالة: الأيض الأساسي الرأسي، مقدار (الجرعات)، الجراد السائح (*Schistocerca gregaria*).

Summary:

Our study focuses on the determination of rates of some cephalic primary metabolites and the determination of acidity value in the females of desert locust *Schistocerca gregaria*, the females have a total weight of 2.51 ± 0.56 (g), and the weight of heads is equal to 0.217 ± 0.044 g, the results showed a proteins rate equal to 20.56 ± 9.56 mg / ml, the rate of glucose is equal to 42.22 ± 5.8 mg / ml and the acidity index is equal to 32.9 ± 1.9 . These results reflect the wealthy rates of these metabolites in the heads of these insects which reflects the biological importance of these elements.

Keywords: cephalic primary metabolites, dosing, desert locust (*Schistocerca gregaria*).