

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



02/02

Université de Jijel
Faculté de Sciences



Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire
Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme

D'ingénieur d'état en biologie CQ 17/08

Option : *Contrôle de Qualité et Analyses*
Thème

Analyse qualitative et quantitative de la
chair des crevettes pêchées au niveau de
la baie de Jijel

Encadré par :

☞ M^{lle} GHORAB Ismahane

Présenté par :

☞ BENNACER Kamal

☞ BEKKIOUA Djamal

☞ BOUTRIA Salem

Devant le jury :

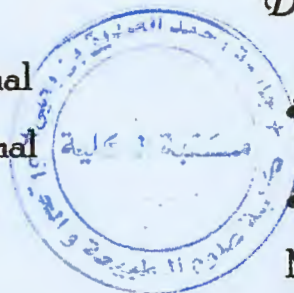
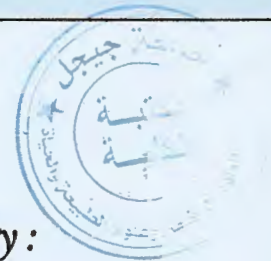
☞ Le président : Mr LAÏB Saïd

☞ L'examinatrice :

M^{me} BOUTELBA BEZZAZEL

Nadia

Promotion : 2007-2008



REMERCEMENT

Avant tous, nous remercions ELLAH le tout puissant, qui nous a donné le courage et la volonté, pour réussir dans nos études.

Notre grande gratitude sera portée en premier lieu à nos parents, nous ne pourrons jamais remettre leur quoi, ni redonner leur tendresse.

Nous exprimons nos vifs remerciements à notre encadreur M^{elle} Ghorab Ismahane qui nous a proposé ce sujet de recherche, et qui nous a encadré et soutenu par ses conseils, sa compréhension, sa gentillesse et ses encouragements.

Nous tenons aussi à remercier :

Monsieur LAÏB Saïd pour ses aides au cours de la réalisation de ce travail ainsi que d'avoir accepté de présider le jury de notre soutenance.

Madame BOUTELBA-B Nadia, d'avoir consacré du temps pour examiner ce manuscrit.

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail. Nous remercions ainsi les personnes dont la collaboration a été essentielle pour la réalisation de certaines étapes de ce travail sans citer les noms.

Sans oublier tous nos amis, collègues, laborantins et enseignants de la famille de l'université de Jijel.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Titre	Page
1	Evolution de la production halieutique à Jijel au cours des neufs dernières années.	3
2	Production des crevettes des dix dernières années à Jijel (en tonne).	4
3	Evolution du nombre d'unités crevettières à Jijel dans les dix années précédentes.	4
4	Représentation des différents stades de mue des crevettes. (D'après Robertson <i>et al.</i> , 1987).	9
5	Classification nutritionnelle des glucides.	18
6	Classification élémentaire des lipides.	21
7	Classification des lipides selon leur propriété de saponification. (Fréot et Vierling, 2001).	21
8	Réalisation de la gamme d'étalonnage des protéines	32
9	Réalisation de la gamme d'étalonnage des glucides.	33
10	Réalisation de la gamme d'étalonnage des lipides.	33
11	Caractéristiques métrologiques d'un système SAA à flamme (OIML, 1991).	36
12	Valeur moyenne de la longueur totale des individus mâles et femelles des trois espèces étudiées exprimée en (moyenne \pm écart type) cm.	40
13	Valeur moyenne du poids total des individus mâles et femelles des trois espèces étudiées exprimée en (moyenne \pm écart type) gramme.	41
14	Rendement de la partie consommable de la crevette par rapport à son poids total exprimé en (moyenne \pm écart type) %.	42
15	Tableau récapitulatif de l'étude statistique à un critère de classification par le test d'ANOVA.	43
16	Teneur en eau et en matière sèche ($m \pm s$ %) des échantillons	43
17	Teneur en cendres ($m \pm s$ %, $n=3$) des échantillons.	45
18	Réalisation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des protéines ($m \pm s$, $n=3$).	46

19	Les résultats du dosage des protéines totales exprimés en g/100g de la chair ($m \pm s$) des espèces mâles et femelle concernées.	47
20	Réalisation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des glucides ($m \pm s$, $n=3$).	48
21	Les résultats du dosage des glucides exprimés en g/100g de la chair ($m \pm s$) des espèces mâles et femelle concernées.	49
22	Réalisation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des lipides ($m \pm s$, $n=3$).	49
23	Les résultats du dosage des glucides exprimés en g/100g de la chair ($m \pm s$) des espèces mâles et femelle concernées.	50
24	Tableau récapitulatif de l'étude statistique à deux critères de classification par le test d'ANOVA.	51
25	Rapports frontaux des témoins utilisés pour la CCM.	52
26	Résultat de l'analyse des lipides totaux par la CCM.	52
27	Concentrations des éléments Zn, Cu, Mn, Pb et Cd dans la chair des mâles et des femelles des trois espèces <i>P.longirostris</i> , <i>A.antennatus</i> , et <i>P.kerathurus</i> obtenues par SAA.	53

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
1	Evolution de la production halieutique à Jijel au cours des neufs dernières années.	3
2	Production des crevettes des dix dernières années à Jijel (en tonne).	4
3	Morphologie d'une crevette. (Keith ; Vigneux et Marquet, 1985).	7
4	Caractéristiques morphologiques d'une crevette pénaeidé. (Paulmier, 1995)	7
5	Cycle de développement d'un crustacé pénaeidé, d'après Fisher et al., 1987.	8
6	Classification biochimique des glucides (Frénot et Vierling, 2001).	18
7	Propriétés générales du cholestérol (Frénot et Vierling, 2001).	20
8	L'ordre chronologique du travail pratique.	26
9	Interprétation de l'indice d'altération.	28
10	Représentation des trois espèces de crevette. (A) <i>A. antennatus</i> , (B) <i>P. kerathurus</i> , (C) <i>P. longirostris</i> .	29
11	Extraction des glucides, lipides et protéines (Selon SHIBKO et al., 1966).	30
12	Structure de la molécule d'anthrone.	32
13	Principe du fonctionnement de l'appareil SAA. (OIML, 1991)	36
14	Chemin suivi par la solution à analyser. (OIML, 1991)	37
15	Schéma représentatif du seuil de signification.	39
16	La longueur totale (cm) des individus mâles et femelles des trois espèces <i>P. longirostris</i> (C1), <i>A. antennatus</i> (C2), <i>P. kerathurus</i> (C3).	41
17	Le poids total (g) des individus mâles et femelles des trois espèces <i>P. longirostris</i> (C1), <i>A. antennatus</i> (C2), <i>P. kerathurus</i> (C3).	42
18	Rapport (chair / poids total) x100 des individus mâles et femelles des trois espèces. <i>P. longirostris</i> (C1), <i>A. antennatus</i> (C2), <i>P. kerathurus</i> (C3).	42

19	Teneur en matière sèche (%) de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces <i>P.longirostris</i> (C1), <i>A.antennatus</i> (C2), <i>P.kerathurus</i> (C3).	44
20	Taux d'humidité (%) de la chair des individus mâles des trois espèces <i>P.longirostris</i> (C1), <i>A.antennatus</i> (C2), <i>P.kerathurus</i> (C3).	44
21	Taux d'humidité (%) de la chair des individus femelles des trois espèces <i>P.longirostris</i> (C1), <i>A.antennatus</i> (C2), <i>P.kerathurus</i> (C3).	45
22	Taux des cendres (%MS) dans la chair des individus mâles et femelles des trois espèces <i>P.longirostris</i> (C1), <i>A.antennatus</i> (C2), <i>P.kerathurus</i> (C3).	46
23	Courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité (μg) de la protéine standard, l'albumine (R^2 : coefficient de détermination).	46
24	Taux des protéines en g/100g de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces <i>P.longirostris</i> (C1), <i>A.antennatus</i> (C2), <i>P.kerathurus</i> (C3).	47
25	Courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité (μg) des glucides, (R^2 : coefficient de détermination).	48
26	Taux des glucides en g/100g de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces <i>P.longirostris</i> (C1), <i>A.antennatus</i> (C2), <i>P.kerathurus</i> (C3).	49
27	Courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité (μg) des lipides de la solution mère, (R^2 : coefficient de détermination).	50
28	Taux des lipides en g/100g de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces <i>P.longirostris</i> (C1), <i>A.antennatus</i> (C2), <i>P.kerathurus</i> (C3).	51

Table des matières

Introduction	1
1^{ère} Partie : étude bibliographique	
Chapitre I- Secteur de pêche de la wilaya de Jijel	3
I-1 Production totale du secteur.....	3
I-2 Production de crevette.....	3
I-2-1 Evolution du nombre d'unités crevettières.....	4
I-2-2 Zones de pêche.....	5
I-2-3 Les engins de pêche.....	5
I-2-4 Période de pêche.....	5
Chapitre II- Les crevettes penaeidae	6
II-1 Définition.....	6
II-2 Caractères morphologiques des penaeidés.....	6
II-3 Cycle biologique des penaeidés.....	7
II-4 Cycle de mue.....	8
II-5 Présentation des espèces étudiées.....	10
II-5-1 <i>Aristeus antennatus</i> : (Risso, 1816).....	10
II-5-2 <i>Parapenaeus longirostris</i> : (Lucas, 1949).....	10
II-5-3 <i>Penaeus kerathurus</i> : (Foskal, 1775).....	11
Chapitre III : Microbiologie et Conservation des crevettes	13
III-1 La flore microbienne commensale des produits de la mer.....	13
III-2 Evolution des flores microbiennes.....	13
III-3 Support biochimique d'altération.....	14
III-4 Aspect sanitaire.....	14
III-5 Conservation.....	14
III-5-1 Conservation des mollusques et des crustacés par réfrigération.....	14
a) Conservation par congélation et surgélation.....	14
b) Conservation domestique en armoire frigorifique.....	15
III-5-2 Conservation industrielle par stérilisation.....	15
III-5-3 Conservation par ionisation.....	15
III-5-4 Conservation par déshydratation.....	15
III-5-5 Conservation en solutions et par addition.....	15
III-5-6 Le Sirimi.....	16

Chapitre IV- Les nutriments	17
IV-1 Les nutriments essentiels: (glucides, lipides, protéines).....	17
IV-1-1 Les glucides.....	17
IV-1-1-2 structure.....	17
IV-1-1-3 classification.....	17
IV-1-1-4 rôle.....	19
IV-1-2 Les lipides.....	19
IV-1-2-1 structure.....	19
IV-1-2-3 classification.....	21
IV-1-2-4 rôle.....	22
IV-1-3 Les protéines.....	22
IV-1-3-1 structure.....	22
IV-1-3-2 classification.....	23
IV-1-3-3 rôle.....	23
IV-1-4 Les apports nutritionnels énergétiques en glucides, lipides et protéines.....	24
IV-2 Les éléments minéraux.....	24

2^{ème} Partie : étude expérimentale

Chapitre I- Matériel et méthodes	26
I-1 Présentation du matériel biologique.....	27
I-1-1 Prélèvement des échantillons.....	27
I-1-2 Test de la fraîcheur.....	27
I-1-3 Identification des espèces.....	28
I-1-4 Datation des espèces.....	28
I-2 Biométrie.....	29
I-3 Analyse nutritionnelle.....	29
I-3-1 Prélèvement des échantillons pour l'analyse nutritionnelle.....	29
I-3-2 Extraction des constituants de la chair.....	29
I-3-3 Détermination de la teneur en eau (humidité).....	31
I-3-4 Détermination de la teneur en cendres.....	31
I-3-5 Dosage des protéines.....	32
I-3-6 Dosage des glucides.....	32
I-3-7 Dosage des lipides.....	33
I-4 Analyse des lipides totaux de la chair par Chromatographie sur couche mince.....	34
I-5 Analyse de la matière minérale par la spectrophotométrie d'absorption atomique.....	35

I-6	Analyse statistique des données.....	38
I-6-1	Régression linéaire.....	38
I-6-2	Comparaisons de deux moyennes.....	38
I-6-3	Analyse des variances.....	38
I-6-4	Seuil de signification « P ».....	39
Chapitre II	Résultats.....	40
II-1	Test de fraîcheur.....	40
II-2	Datation des espèces.....	40
II-3	Biométrie	40
II-3-1	Longueur.....	40
II-3-2	Poids	41
II-3-3	Rapport Chair / poids total (rendement).....	42
II-4	Analyse nutritionnelle.....	43
II-4-1	Teneur en eau et en matière sèche.....	43
II-4-2	Teneur en cendres.....	45
II-4-3	Dosage des protéines.....	46
a)	Réalisation de la courbe de référence.....	46
b)	Teneur des échantillons en protéines.....	47
II-4-4	Dosage des glucides.....	48
a)	Réalisation de la courbe de référence.....	48
b)	Teneur des échantillons en glucides.....	48
II-4-5	Dosage des lipides.....	49
a)	Réalisation de la courbe de référence.....	49
b)	Teneur des échantillons en lipides.....	50
II-5	Analyse de la matière grasse par CCM.....	52
II-6	Analyse de la matière minérale.....	53
Chapitre III	Discussion	54
Conclusion et perspectives.....		59

LISTE DES SYMBOLES

et al. : et collaborateurs

°C : degré celcius

% : unité de pourcentage

g : gramme

mg : milligramme

µg : microgramme

ml : millilitre

µl : microlitre

mm : millimètre

µm : micromètre

mn : minute

< : Inférieur

> : Supérieur

Fig : figure

Tab : tableau

R² : coefficient de détermination

AG : acide gras

PL : poids total

LT : longueur total

UV : ultraviolet

nm : nanomètre

Kcal : kilocalorie

J : joule

TCA : acide trichlorhydrique

CCM : chromatographie sur couche mince

SAA : spectrométrie d'absorption atomique

MS : matière sèche

SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION

Introduction

L'alimentation humaine est caractérisée par une diversité et un changement dans les dernières années, où les produits de la mer notamment les poissons et les crustacés jouent un rôle essentiel dans cette diversité. (Collomb et Mayor, 2007).

Le phénomène de la mue est une caractéristique des crustacés, au cours de laquelle toutes les parties chitineuses sont rejetées et renouvelées, de l'exosquelette (carapace) aux plus petits poils sensoriels des parties rejetées constituent l'exuvie (Arzel et al., 1992). De nombreux facteurs interviennent pour réguler le rythme des mues.

L'ensemble est contrôlé par l'équilibre entre l'hormone inhibitrice de mue synthétisée par le complexe x. (Huberman, 2000).

Les crustacés sont riches en protéines et en sels minéraux, notamment en ce qui concerne le zinc et le cuivre, ils contiennent également des vitamines du groupe B, ils sont pauvres en graisses mais ils contiennent du cholestérol ; essentiellement concentré dans la tête que l'on ne mange pas généralement. (Collomb et Mayor, 2007).

La reproduction est une manifestation importante et cyclique, elle est conditionnée par des facteurs physiques et trophiques au cours de laquelle, une grande quantité d'énergie chimique est véhiculée vers les gonades. (Marangos et al., 1988).

Dans ce contexte, les protéines jouent un rôle fondamental dans l'organisme de toutes les espèces biologiques vivantes, ces constituants principaux des tissus interviennent dans la formation des gamètes comme source énergétique. (Borsa et Millet, 1992).

Les lipides, source d'énergie importante, jouent un rôle primordial dans la vitellogenèse et la synthèse des prostaglandines. (Yuan et al., 2000).

Les glucides particulièrement, le glycogène, constituent la majeure partie du matériel de réserve destiné à l'élaboration des produits génitaux. (Chalabi, 2001).

Parmi les crustacés à intérêt commercial dans la région côtière de Jijel, la crevette rouge (*Aristeus antennatus*), crevette blanche (*Parapenaeus longirostris*) et la caramote (*Penaeus kerathurus*). Ces trois espèces représentent non seulement un intérêt économique mais aussi un grand intérêt en alimentation du fait que leur chair constitue une source de protéines d'origine animale, d'acides gras et des éléments minéraux. (Borsa et Millet, 1992).

Les crustacés ont fait l'objet de nombreuses recherches biologiques et physiologiques traitant le cycle de mue, la répartition et le contrôle endocrinologique de ces deux phénomènes ainsi que d'autres. Ces travaux sont réalisés ailleurs dans le monde et en Algérie.


(Morsli, 1994 ; Li et *al.*; Lignot et *al.* ; Odeudaâl et Reineck ; Rodrigueze-Moreno et *al.*, 1998 ; Zou et Fingerman, 1999 ; Abdennour, 2000 ; Bezzazel, 2001 ; Ghorab, 2002).

A notre connaissance aucun travail n'a étudié l'aspect quantitatif et qualitatif des éléments minéraux dans la chair de *P. longirostris*, *P. kerathurus* et *Aristeus antennatus*.

La présente étude est réalisée en vue de mettre en évidence la qualité nutritionnelle de trois espèces de crustacés décapodes pêchés dans la baie de Jijel, en visant les objectifs suivants :

- La biométrie des crevettes adultes mâles et femelles des 03 espèces.
- L'analyse biochimique du contenu de la chair crue des mâles et femelles des espèces étudiées par le dosage des lipides, glucides, protéines et oligoéléments.
- L'analyse qualitative des lipides totaux par chromatographie sur couche mince et de la matière inorganique par absorption atomique.

CHAPITRE I :
SECTEUR DE PÊCHE
DE LA WILAYA DE
JIJEL



I Secteur de pêche de la wilaya de Jijel

D'après les statistiques qui ont été enregistrées aux archives de la direction de la pêche de la Wilaya, on a pu extraire les données ci-après :

I-1 Production totale du secteur

Au cours des neuf dernières années, il a été remarqué que l'exploitation des ressources maritimes est en progrès dans la wilaya de Jijel. À noter que la période entre 2003 et 2005 a connu une chute de production. (Tableau 1, Figure 1)

Tableau 1 : Evolution de la production halieutique à Jijel au cours des neuf dernières années. (Direction de la pêche de la wilaya de Jijel).

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Production (tonne)	3487,716	3604,882	4046,339	3920,235	6186,526	3505,132	4704	8007	8220

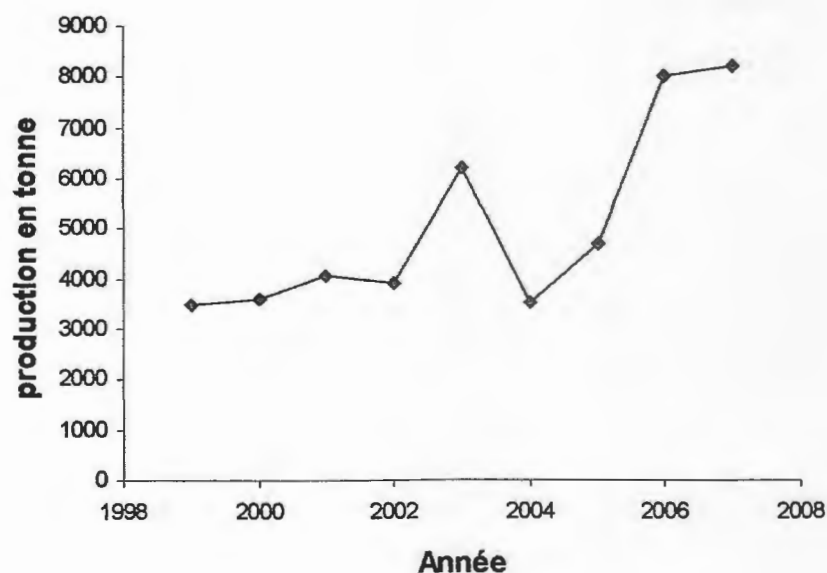


Figure 1 : évolution de la production halieutique à Jijel au cours des neuf dernières années. (Direction de la pêche de la wilaya de Jijel).

I-2 Production de crevettes

Les statistiques disponibles concernent les deux espèces les plus fréquentes dans la wilaya à savoir : la crevette rouge « *Aristeus antennatus* » et la crevette blanche (rose) « *Parapénéaeus longirostris* ». La matsagoune (caramote) « *Penaeus kerathurus* » est une autre espèce disponible mais il n'existe pas des statistiques indiquant sa production. (Tableau 2, Figure 2).

Tableau 2: production des crevettes des dix dernières années à Jijel (en tonne). (Direction de la pêche de la wilaya de Jijel).

Années	C. rouge	C. blanche	Total	%
1997	19,08	28,88	47,96	-
1998	11,69	26,76	38,45	-
1999	15,5	38,8	45,3	1,56
2000	54,7	62,34	117,04	3,24
2001	32,25	37,5	69,75	1,72
2002	17,04	32,17	49,21	1,25
2003	11,5	25,02	36,52	0,59
2004	20,3	30,1	50,4	1,43
2005	24,2	31,8	56	1,19
2006	13,75	07,95	21,7	0,27
2007	15,27	14,09	29,36	0,35

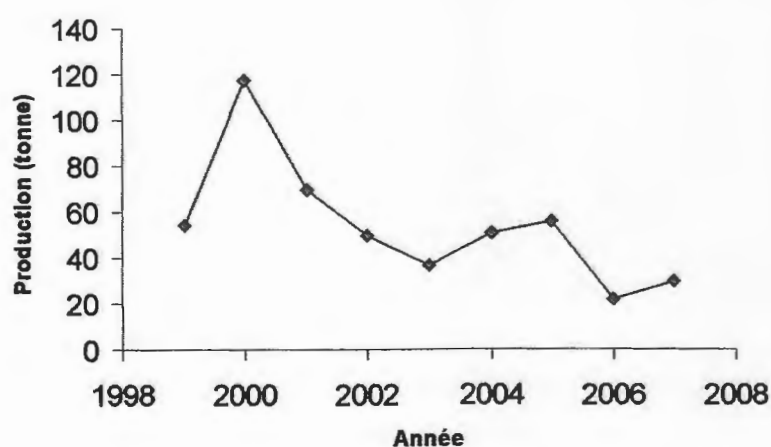


Figure 2: Production des crevettes durant les dix dernières années à Jijel (en tonne).

I-2-1 Evolution du nombre d'unités crevettières

Entre chalutier et pêcheurs artisans, le nombre d'unités immatriculées est enregistré dans le tableau 3.

Tableau 3 : Evolution du nombre d'unités crevettières à Jijel au cours de la dernière décennie. (Direction de la pêche de la wilaya de Jijel).

Années	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Nombre d'unités	11	11	10	10	09	11	13	13	16

I-2-2 Zones de pêche

À cause du mauvais état des chalutier, la pêche s'effectue à l'intérieur des trois milles nautiques à des profondeurs variant entre 50 m et 110 m, il est bien à noter que la région Est qui s'étend d'Elkennar jusqu'à l'Oued Zhour est la plus fréquentée par ces chalutiers.

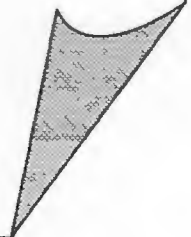
I-2-3 Les engins de pêche

Les engins utilisés sont des chaluts de fond caractérisés par un maillage de 40 mm, longueur entre 13,6 m et 25 m et largeur de 4 m à 7 m, leurs puissance est de 180 à 920 cv. (Direction de la pêche de la wilaya de Jijel).

I-2-4 Période de pêche

La réglementation Algérienne autorise la pêche à l'intérieur des trois milles nautiques toute l'année sauf la période allant du 1^{er} Mai au 31 Août. Cette période correspond à la période de la reproduction des crevettes (mi Mai - début Juillet).

CHAPITRE II :
LES CREVETTES PEAEIDAE



II Les crevettes penaeidae

II-1 Définition

Les pénaeïdés représentent un groupe de crustacés principalement marins, avec un degré élevé de diversité de la forme du corps et de l'habitat. (Grassé, 1996).

Ils sont les plus abondants la nuit en raison de leur activité nocturne, à des profondeurs de 0 à 20m au moins. (Ghorab, 2002).

Les crevettes pénaeïdés sont distinguées par leur biologie reproductrice très différente (la ponte se fait directement dans l'eau et les larves subissent plusieurs métamorphoses avant le stade final plutôt qu'incubées par les femelles. (Grassé, 1996).

Elles renferment essentiellement cinq familles et environs 400 espèces dans les habitats tropicaux, et subtropicaux. (Bauer et Cash, 1991 ; Bauer et Min, 1993 ; Bauer et Holt, 1998).

II-2 Caractères morphologiques des pénaeïdés

La classe *Crustacea* est caractérisée par un exosquelette renforcé par des sels de calcium (Jurd, 1999). La cuticule tégumentaire (qui représente les trois couches habituellement du tégument dur des arthropodes aériens, plus une quatrième couche, dite 'couche membraneuse', non minéralisée), contient 50% de carbonate de calcium et 5 à 19% de phosphate de calcium et magnésium, le reste étant de la chitine et des protides (Boué et Chanton, 1971). La chitine est un polymère de N-acetylglucosamine (80-90%) et de glucosamine (10-20%), il est reporté dans certaines analyses que tous les résidus sont acétylés. (Bliss, 1985).

Les pénaeïdés sont souvent caractérisés par leurs corps composés de deux parties qui sont le céphalothorax et l'abdomen.

- Six métamères de la tête, cette dernière porte : Une paire des yeux, une paire d'antennes, une paire d'antennules, avec une paire des mandibules préorales.
- Huit métamères du thorax qui portent essentiellement : huit paires de pattes dites périopodes dont cinq paires de pattes ambulatoires qui servent à marcher et à attraper les proies, alors que les trois paires de pattes restantes forment les maxillipèdes.

L'abdomen de sa part est constitué de six métamères portant cinq paires de pattes dites pléiopodes, dont la première paire de patte est impliquée dans le phénomène de reproduction, alors que les quatre paires restantes sont adaptées à la nage. (Grassé, 1996).

La carapace chez les pénaeïdés s'allonge en avant pour former le rostre qui est souvent pourvu de dents à la partie dorsale et parfois à la partie ventrale. (Figure 3 et 4)

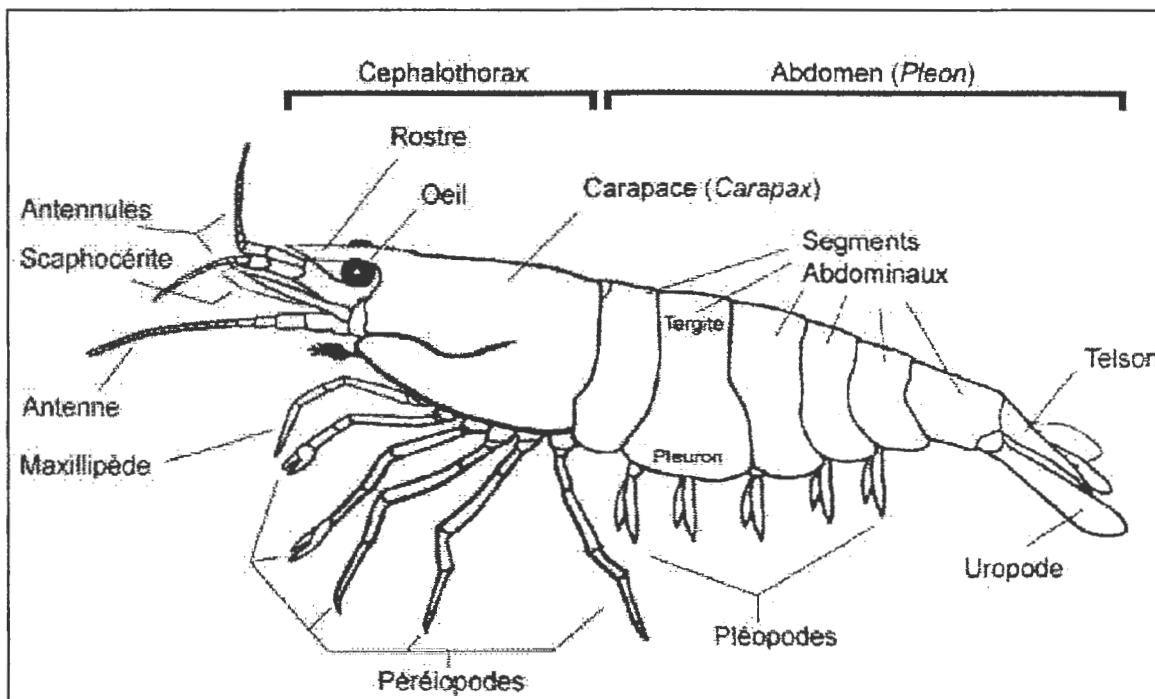


Figure 3 : Morphologie d'une crevette (Keith et al., 1985)

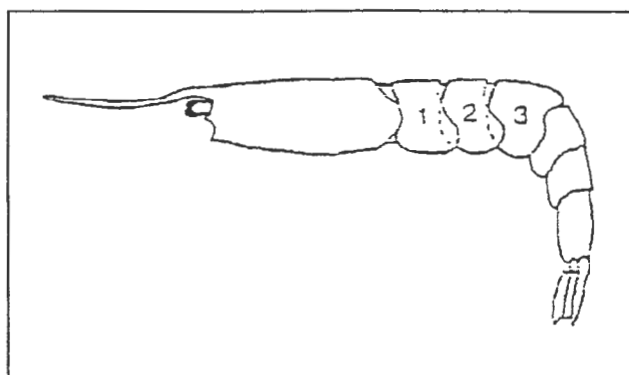


Figure 4: Caractéristiques morphologiques d'une crevette pénaeidé (Paulmier, 1995)

II-3 Cycle biologique des pénaeïdés

Chez les pénaeïdés, les œufs ne sont pas retenus par la femelle mais libérés directement dans l'eau, les larves subissent une métamorphose importante, première étape d'un cycle biologique qui requiert à la fois les eaux marines et les eaux saumâtres. (Bailey-Brock et Moss, 1992).

Les femelles adultes, pondent leurs œufs à des profondeurs de 10 à 80m environ. L'œuf à l'éclosion donne un nauplius qui est dépourvu de bouche, se nourrit au dépend des réserves vitellines. Par la suite, la succession des stades larvaires comprenant cinq stades nauplius, trois protozoés et trois mysis, s'accompagne de changements morphologiques et comportementaux. Ces larves planctoniques sont transportées par les courants vers la côte

qu'elles atteignent comme post larves. Quand ces dernières mesurent 6 à 14mm de long et ont l'aspect de crevette, elles envahissent les eaux saumâtres côtières où elles grandissent rapidement et deviennent juvéniles. Au fur et à mesure de leur augmentation de taille, elles retournent graduellement vers les embouchures des lagunes où elles deviennent sub-adultes.

Ces sub-adultes émigrent vers le large en continuant leur croissance et finalement deviennent adultes.

Elles atteignent les lieux de reproduction où les femelles mures pondent et le cycle recommence. (Fisher et al., 1987). (Figure 5)

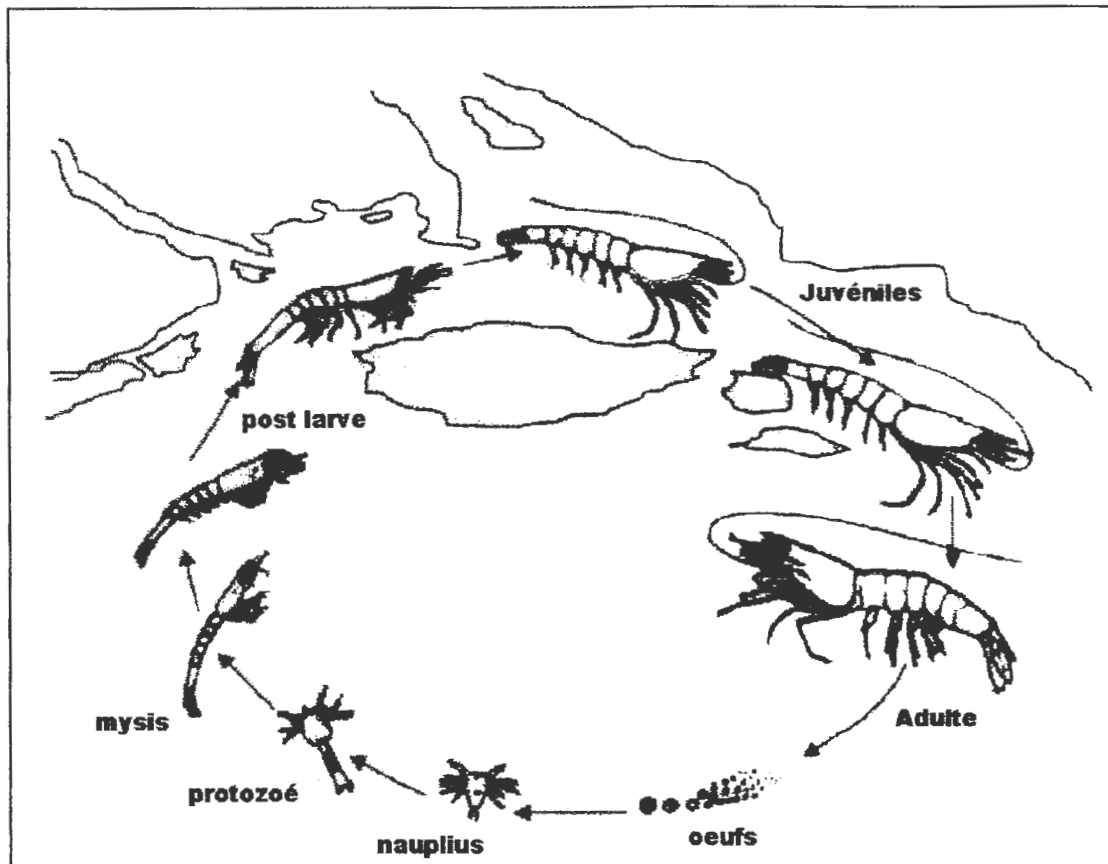


Figure 5: Cycle de développement d'un crustacé pénaeidé, d'après Fisher et al., 1987

II-4 Cycle de mue

Selon la nomenclature de Drach et tchernigovtzeff (1967), le cycle de mue chez les crustacés décapodes est subdivisé en quatre périodes essentielles : deux périodes en postmue A-B, une période en intermue C et une période en prémue D.

Le stade E correspond à l'exuviation de l'animal qui se traduit par un rejet de l'ancienne cuticule, étape qui se produit la nuit.

Les différents remaniements qui se produisent durant les différents stades du cycle de mue sont regroupés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Représentation des différents stades de mue des crevettes.

(D'après Robertson *et al.*, 1987).

Stades de mues		Durée	Caractéristiques
Postmue	A	2 Jours	L'animale est mou et légèrement pigmenté ; sans rigidité, présente une matrice cellulaire remplie dans sa totalité de granules. Les barbules portées par les soies sont entremêlées.
	B		le corps se consolide et se pigmente davantage. Le matériel cellulaire commence à se rétracter des soies.
Intermue	C	5 Jours	L'exosquelette est entièrement formé et acquiert sa consistance. La pigmentation est achevée pour la totalité du tégument. Les soies apparaissent transparentes sauf à leurs bases où subsistent encore quelques cellules.
Pré-mue	D	7 Jours	<p>Ce stade comporte trois sous stades :</p> <p>Stade D0-D1 : Observé en début de la phase active du processus de mue.</p> <p>Stade D2 : la nouvelle cuticule est visible et les soies sont entièrement formées. Absence des barbules.</p> <p>Stade D3 : les nouvelles barbules sont formées sur les nouvelles soies, laissant apparaître leurs appendices, ce qui donne l'effet d'un « peigne » terme que cite Cognie (1970).</p>
Exuviation	E	10 Secondes	L'animale se dépouille de son ancienne cuticule.

II-5 présentation des espèces étudiées

II-5-1 *Aristeus antennatus* (Risso, 1816).

A. antennatus est une crevette pénaeidé qui se rencontre dans l'atlantique oriental et dans toute la méditerranée. Cette espèce est également abondante dans la région de Jijel et est appelée communément « **crevette rouge** » en France et en Algérie.

Les spécimens vivants d'*A. antennatus* sont d'une couleur rose nacrée largement marquée de violet sur les régions dorsales de la carapace et de l'abdomen. Morphologiquement elles sont caractérisées par leurs rostres bien développés d'une longueur limitée entre 25 et 38 mm, pourvus dorsalement de trois dents, alors que la partie ventrale n'en contient aucune. La carapace est très lisse et porte latéralement une paire de dents. Le sillon dorsal est bien clair et s'allonge de la base du rostre jusqu'au telson ; ce dernier est long, très étroit, comprimé latéralement et terminé en pointe. (Grassé et Beaumont, 1998).

❖ **Sa position systématique est la suivante :**

Règne :	Animal
Sous règne :	Eumetazoaire
Embranchement :	Arthropoda
Sous embranchement :	Mandibulata
Classe :	Crustacea
Sous classe :	Malacostracea
Ordre :	Decapoda
Sous ordre :	Natantia
Famille :	Aristeidae
Genre :	<i>Aristeus</i>
Espèce :	<i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816)

II-5-2 *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1949)

P. longirostris est connu en Algérie sous le nom de « **crevette blanche** » et en France « **crevette rose** ».

C'est un crustacé décapode qui a une grande distribution dans l'atlantique, et dans toute la méditerranée surtout du côté Est Algérien.

Il se distingue des autres espèces par son rostre assez bien développé, pourvu d'environ 7 à 9 dents sur son bord dorsal, la carapace est dorsalement carénée, avec cinq dents à la surface : une médiane et quatre latérales.

On observe chez cette espèce un sillon dorsal bien marqué qui s'allonge de la base du rostre jusqu'au telson, ce dernier, étant étroit, pointu et teinté d'une couleur noire à sa bordure. (Grassé et Beaumont, 1998).

Cette espèce est très appréciée pour sa chair, c'est pour cela qu'elle soutient une grande pêche commerciale dans les eaux Italiennes et Espagnoles. (FAO, 1987).

Les statistiques ont cependant montré qu'en 1999 plus de 4631 tonnes de *P. longirostris* ont été retirées par l'Italie. (FAO, 1987).

❖ **Sa position systématique est la suivante :**

Règne :	Animal
Sous règne :	Eumetazoaires
Embranchement :	Arthropoda
Sous embranchement :	Mandibulata
Classe :	Crustacéa
Sous classe :	Malacostracéa
Ordre :	Décapoda
Sous ordre :	Natantia
Super famille :	Penaeida
Famille :	Penaeidae
Genre :	Parapenaeus
Espèce :	<i>Parapenaeus longirostris</i> (Lucas, 1846).

II-5-3 *Penaeus Kerathurus* (Foskal, 1775)

P. Kerathurus est un crustacé décapode très répandu dans l'atlantique oriental et parallèlement en méditerranée. Il est connu en Algérie sous le nom de « matsagoune » ou « caramote ».

Ce crustacé est caractérisé par sa couleur claire avec des bandes tachées, transversales brunes et sa taille qui varie entre 160 à 180 mm chez les males et 200 à 225 mm chez les femelles. (Bauer, 1985).

Cette espèce vie généralement sur des fond sableux ou vaseux de quelques mètres à 100 m de profondeur. Elle se nourrit essentiellement des micro-organismes, donc sa nourriture est microphagique. La reproduction chez cette espèce est limitée au mois de mai et septembre ce qui explique l'arrêt de sa pêche en méditerranée pendant toute la durée de cette période.

P. Kerathurus est morphologiquement caractérisée par son rostre assez court, de taille limitée entre 12 mm et 15 mm, pourvu d'environ 10 à 11 dents sur la face dorsale et d'une dent à sa partie ventrale. (Grassé, 1996).

Sa carapace est souvent lisse traversée dorsalement par deux sillons médians parallèles qui s'étendent de la base du rostre jusqu'à l'extrémité dorsale de la carapace. Son telson est pointu, d'une bordure colorée d'un bleu brillant portant latéralement trois paires d'épines. (Grassé, 1996).

❖ Sa position systématique est la suivante :

Règne :	<i>Animal</i>
Sous règne :	<i>Eumetazoaires</i>
Embranchement :	<i>Arthropoda</i>
Sous embranchement :	<i>Mandibulata</i>
Classe :	<i>Crustacéa</i>
Sous classe :	<i>Malacostracéa</i>
Ordre :	<i>Decapoda</i>
Sous ordre :	<i>Natantia</i>
Super famille :	<i>Penaeida</i>
Famille :	<i>Penaeidae</i>
Genre :	<i>Penaeus</i>
Espèce :	<i>Penaeus kerathurus</i> (Foskal, 1775)

CHAPITRE III :
MICROBIOLOGIE ET
CONSERVATION DES
CREVETTES

III Microbiologie et Conservation des crevettes

III-1 La flore microbienne commensale des produits de la mer

Les espèces microbiennes peuplant les produits de la mer sont bien adaptés aux facteurs de sélection que sont la teneur de l'eau en chlorure de sodium et la température ambiante. La viande des poissons et crustacés est riche en eau, en histidine, en azote non protéique, en phosphore, en iode et en vitamines. Elle contient peu de glucides. La flore de ces produits est fortement influencée par celle du milieu aquatique. Ce sont surtout des bacilles à Gram - (*Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Moraxella*...). On trouvera, en outre une flore propre.

Sur les crustacés et dans la flore intestinale sont identifiées en plus des espèces précédentes des *Microcoques* et des *Corynébactéries*. (Vanderzant et al., 1972).

Il faut préciser que la composition de la flore commensale est sujette à des variations selon les zones et la saison de pêche. (Zine, 1999).

Normalement, la chair des poissons ou des crustacés est stérile : les régions contaminées sont les branchies, le mucus qui recouvre la peau et le tube digestif. Chez les crustacés, outre le tube digestif, la carapace supporte une pollution microbienne importante. (Guiraud, 1998).

III-2 Evolution des flores microbiennes

Dès la mort du poisson, l'activité des enzymes du contenu intestinale est à l'origine d'une certaine autolyse des constituants de la paroi digestive. De nouvelles conditions du milieu sont donc ainsi créées, ce qui explique que certaines espèces (microbiennes) prolifèrent, alors que d'autres disparaissent. (Zine, 1999).

L'évolution de la flore est certes, dès le 5^{ème} jour d'une conservation à 3-5°C, les flores sont constituées presque entièrement des bactéries du germe *Pseudomonas* et en particulier par l'espèce *Pseudomonas putréfaciens*. (Zine, 1999).

Les dégradations microbiennes proviennent de la flore de surface et de la flore intestinale : cette dernière peut envahir les tissus après autolyse des viscères. À basse température, les germes les plus actifs sont les *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Alteromonas* et *Flavobacterium* ; à température ordinaire interviennent les *Micrococcus* et *Bacillus*. Dans d'autres cas sont incriminés des *Coliformes*, *Proteus*, *Clostridium*... etc. Ces germes sont responsables de mauvais goût, de mauvaises odeurs, de surissement, de colorations ou de décolorations, de dégradations et surtout de putréfactions des protéines et graisses. L'altération aboutit le plus souvent à la libération d'ammoniac et d'amines comme la triméthylamine (TMA). Il y a également production d'H₂S, de diméthylsulfure, de méthyl mercaptan et autres composés nauséabonds. Des amines toxiques comme l'histamine peuvent être formées à partir d'acides aminés. (Guiraud, 1998).

III-3 Support biochimique d'altération

Les produits du métabolisme de la flore d'altération peuvent être classés en trois catégories :

- ❖ Les amines volatiles : qui sont à l'origine des odeurs ammoniacales.
- ❖ Le sulfure d'hydrogène et ses dérivés méthyles : qui sont à l'origine des odeurs putrides.
- ❖ Des alcools, des aldéhydes, des esters d'acides gras : responsables d'odeurs fruités.

NB : Ce sont les dérivés du soufre qui participent le plus à la détérioration des qualités organoleptiques et expliquent la plupart des odeurs des poissons altérés. (**Ait Abdelouahab, 2007**).

III-4 Aspect sanitaire

Les poissons et les crustacés peuvent transmettre des parasites et des bactéries pathogènes d'origine intestinale : *Salmonella*, *Vibrio* (*V. cholerae* et *V. parahaemolyticus* : plus rarement *V. vulnificus*), *Aeromonas*, *Plesiomonas*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, plus rarement *Shigella*). Les produits aquatiques sont aussi fréquemment des agents d'intoxications de type histaminique où les micro-organismes jouent un grand rôle. (**Guiraud, 1998**).

III-5 Conservation

La conservation des produits de pêche est essentiellement industrielle.

III-5-1 Conservation des mollusques et des crustacés par réfrigération

Le froid assure une fonction essentielle dans la distribution des mollusques et des crustacés, ces derniers s'altèrent rapidement.

Grâce à la chaîne de froid (wagons, entrepôts frigorifiques), les marchés les plus éloignés peuvent être ravitaillés, les entrepôts frigorifiques pouvant stocker des pêches particulièrement abondantes, assurent la stabilité au cours des jours de hausse.

Les procédés les plus intéressants pour la conservation des mollusques et des crustacés sont :

a) Conservation par congélation et surgélation :

Elle est opérée directement sur les chalutiers, sur les lieux de la pêche (terre-neuve, Mauritanie) ou à terre. La congélation s'opère à une température comprise entre 0°C à 5°C et la surgélation s'opère à -18°C, on a la congélation des filets livrés en paquets sous Cellophane (crustacés, crevettes, etc.) décortiqués, après sa décongélation, le produit a la même fermeté qu' à sa sortie de l'eau. (**Comelade, 1995**).

b) Conservation domestique en armoire frigorifique

En principe les mollusques et les crustacés doivent être utilisés après leur achat, toutefois, ils peuvent être congelés pendant 48 heures au maximum. Pour les crustacés, dans leur emballage, dans le réfrigérateur (2 à 3 heures). (Comelade, 1995).

III-5-2 Conservation industrielle par stérilisation

Ce mode de conservation permet d'augmenter encore la consommation des produits de pêche. Ces conserves offrent une gamme étendue de hors-d'œuvre tout prêt comme les sardines, thons, maquereaux, colins, crustacés (le crabe, la langouste, le homard) sont mis en boîte, après son sertissage. Celle-ci est stérilisée à l'autoclave à 112°C durant 2 heures 30 minutes. La valeur alimentaire des conserves stérilisées par perte d'eau et addition d'huile végétale. (Comelade, 1995).

III-5-3 Conservation par ionisation

C'est une méthode de conservation des produits alimentaires, réalisée à l'aide d'un bombardement ionique. Une dose de 5 kg, y représentant la dose autorisée en France en 1990, conduit à une longue conservation des crevettes décortiquées, étêtées, surgelées ou congelées. (Roux, 1994).

III-5-4 Conservation par déshydratation

Le terme lyophilisation vient du grec « luen » ou solvant et « philen » ou ami. C'est un procédé de séchage défini par Letoile et IAA (1991) comme la nature en « sommeil » ou « suspendre la vie » en générale la lyophilisation est la déshydratation par sublimation à basse température et sous vide (Larousse, 1995) utilisé pour conserver les produits de la mer surtout les filets de poissons et les crustacés comme le homard.

III-5-5 Conservation en solutions et par addition

On appelle « marinade » un mélange liquide (solution acide et salée) aromatique dans lequel on fait « mariner », en immersion des viandes, des poissons, des mollusques ainsi que des condiments. Ce procédé permet de prolonger la durée de conservation (1 à 3 mois) au frais (+4°C) et d'attendrir la chair des produits et améliorer la qualité aromatique.

Par ce procédé, à chaud, on conserve les mollusques comme les moules, qui permet l'ouverture des demi coquilles en 3 min à 110°C. On utilise la marinade à chaud par cuisson à la vapeur et on ajoute le pot de verre capsulé très utilisé en semi conserve (marinade).

L'ensemble de ces techniques a permis un développement satisfaisant de la valorisation des produits de la mer en réduisant notamment les invendus. (Comelade, 1995).

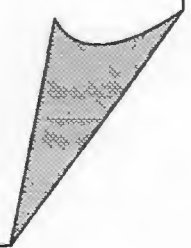
III-5-6 Le Sirimi

Terme Japonais, c'est un procédé de conservation inventé par les Japonais au moyen âge pour préserver les produits de la mer.

C'est un exemple type de « produit - procédé » qui utilise les traitements déjà cités, la technique utilise aussi d'autres matières alimentaires comme la v.s.m (graisse animale) et aussi certaines légumes. Elle permet d'utiliser toutes les espèces de poissons comme le colin d'Alaska, la brème de mer et la chair des fruits de mer saint Jaque, crabe, langouste. Par produit commercial, on utilise une seule de ces chairs à la fois afin d'optimiser les traitements. (Comelade, 1995).

CHAPITRE IV :

LES NUTRIMENTS



IV Les nutriments

En moyenne, les divers constituants de la matière vivante présentent les proportions suivantes :

Constituants minéraux	Eau	60 %
	Sels minéraux	05 %
Constituants organiques	Glucides	06 %
	Lipides	11 %
	Protéines	18 %
	Vitamines	- (Della Santa, 1984).

IV-1 Les nutriments essentiels (glucides, lipides et protéines)

Les aliments apportent trois nutriments, quantitativement les plus importants, qui sont les protéines, les glucides et les lipides. Ces nutriments sont essentiels pour deux raisons. (Frénot et Vierling, 2001) :

- Ils répondent à un besoin énergétique pour le fonctionnement métabolique de base ou stimulé lors d'activités particulières.
- Ils répondent à des besoins spécifiques exprimés au niveau tissulaire, cellulaire et moléculaire.

Les apports alimentaires doivent donc équilibrer les besoins énergétiques et maintenir constant le moyen des réserves. (Frénot et Vierling, 2001).

IV-1-1 Les glucides

Les glucides tirent leur nom de « glucis » qui signifie « doux ». En effet, les glucides les plus simples sont les sucres qui se caractérisent par cette saveur plus ou moins prononcée. L'union de nombreuses molécules de glucides donne des glucides plus complexes tels que l'amidon, le glycogène, l'inuline et d'autres polysaccharides (cellulose, hémicellulose, pectine). (Kruh, 1998).

IV-1-1-2 Structure

Les glucides sont des composés polyhydroxylés comportant une fonction carbonyle, aldéhyde ou cétone. La formule brute est $C_m (H_2O)_n$. Comme pour les glucides simples $m=n$, on les appelle des hydrates de carbone. (Frénot et Vierling, 2001).

IV-1-1-3 Classification des glucides

On distingue deux classifications des glucides, l'une est basée sur l'aspect biochimique de ces substances et l'autre est basée sur l'aspect nutritionnel. (Frénot et Vierling, 2001).

• **Classification biochimique des glucides**

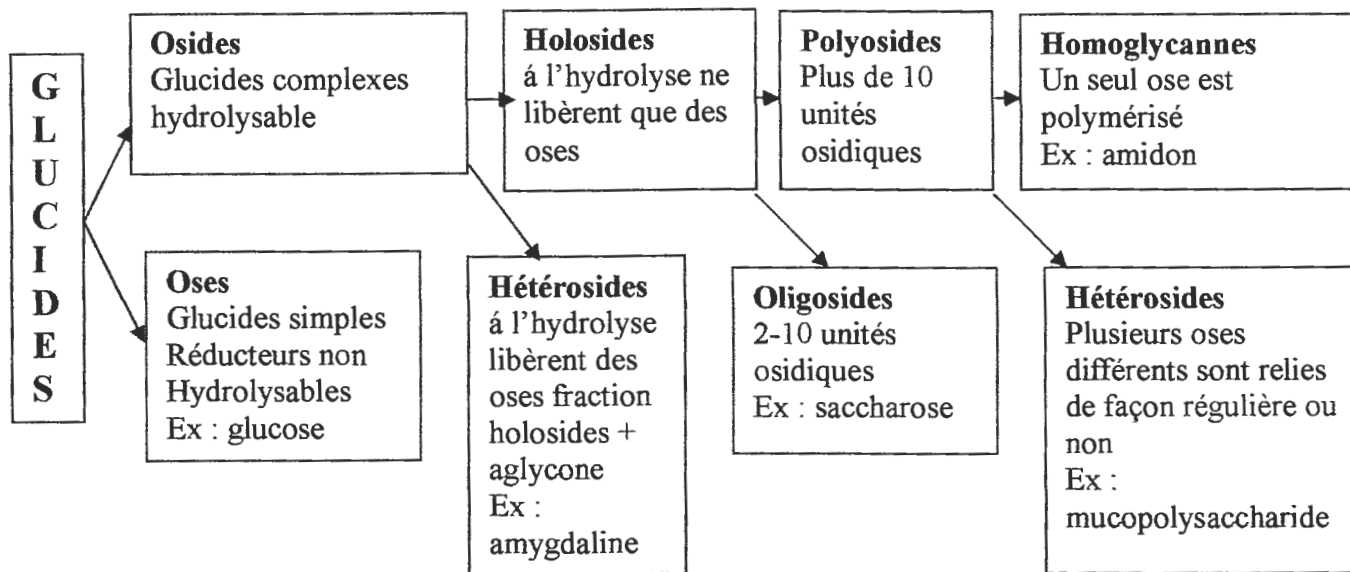


Figure 6 : Classification biochimique des glucides (Frénot et Vierling, 2001)

• **Classification nutritionnelle**

En nutrition, on reconnaît :

- ◆ Les glucides assimilables : Ils sont dirigés par les enzymes du tube digestif et des glandes annexes. Les produits d'hydrolyse sont absorbés par l'intestin grêle. (Louisot, 1996).
- ◆ Les glucides non assimilables (mais digestibles) : Ils sont formés de polymères d'oses liés en β et sont partiellement hydrolysés par les enzymes de la microflore intestinale en produits absorbés faiblement par l'intestin. (Borel et Sternberg, 1997). (Tableau 5)

Tableau 5 : classification nutritionnelle des glucides.

<p>Sucres libres :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monoses : glucose, fructose. • Diholosides : saccharose, lactose, maltose. <p>Polyosides (polysaccharides) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • De réserve. Dextrines. Amidon (glycogène). 	<p>Glucides Assimilables</p>	<p>Glucides digestibles</p>
<p>Gommes. Mucilages. Alginates et extraits d'algues ou de micro-organismes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • De structure. Pectines. Hémicellulose. 		

IV-1-1-4 Rôle biologique des glucides

Les glucides ont des fonctions importantes, citons:

- Les glucides assimilables au point de vue nutritionnel, sont des sources d'énergie indispensable à l'alimentation de l'homme. Cette source est soit utilisable immédiatement (glucose), soit mise en réserve sous forme de glycogène.
- Les glucides interviennent dans le métabolisme de base (énergie utilisée au repos pour le fonctionnement des organes comme le tube digestif, les reins, le cerveau et le cœur). Ils sont la principale composante (60-70%) de la dépense énergétique.
- Les glucides interviennent lors des activités physiques ; c'est une source d'énergie utilisée au cours des déplacements, d'activités ménagères, professionnelles et sportives. (Aoul, 1989).

IV-1-2 Les lipides

On désigne sous le nom de lipides (du grec lipos = gras) la partie grasse d'un aliment.

Les lipides sont les dérivés naturels des acides gras condensés avec des alcools ou des amines. Ils représentent un groupe hétérogène de structure très variée.

En règle générale les lipides ne sont pas solubles dans l'eau, mais ils le sont dans la plus part des solvant organiques : éther, chloroforme, alcool,... etc. (Aoul, 1989).

IV-1-2-1 Structure

Les lipides des aliments sont majoritairement des triglycérides dont la chaîne des acides gras est généralement longue. (Weil, 2005). Les lipides alimentaires sont constitués de : 90-95 % de triglycérides et 5-10 % de phospholipides, cholestérol, et vitamines liposolubles. (Weil, 2005).

❖ Les acides gras

Les acides gras sont mono carboxyliques, non ramifiés, avec un nombre pair de carbone relativement élevé. Ils peuvent être saturés ou insaturés.

Les besoins de l'homme en acides gras poly insaturés essentiels des séries (n-3) et (n-6) dépendent du stade de développement et des conditions physiologiques (grossesse, lactation) mais aussi des périodes de la vie. (Frénot et Vierling, 2001).

L'ensemble des acides gras poly insaturés est bien connu, le plus important est l'acide linoléique (C₁₈: 2). Cet acide gras doit être absolument apporté par notre alimentation car notre organisme ne peut pas en faire la synthèse. (Aoul, 1989).

Les acides gras essentiels ont plusieurs rôles biologiques : l'acide linoléique est connu pour être le précurseur d'autres acides gras des séries (n-6) tels que l'acide arachidonique (C₂₀: 4) ou l'acide dihomogammalinoléique. Les acides gras entrent dans la constitution des

membranes mitochondriales et jouent ainsi un rôle important dans la perméabilité des membranes. (Delaunay, 1988).

❖ Le cholestérol

Le cholestérol existe normalement dans l'organisme, dans la plupart des tissus à savoir le cerveau, le foie, le sang,....

Le cholestérol provient soit des aliments riches en cholestérol comme le jaune d'œuf, les abats, le lait, la crème et le beurre, soit de la synthèse effectuée surtout par le foie à partir des chaînes élémentaires très simples dont l'acide acétique est le plus important. (Frénot et Vierling, 2001).

Le cholestérol a des fonctions multiples, il entre par exemple dans la constitution des membranes et fait partie des graisses de constitution des tissus ; ainsi le cholestérol assure au niveau du plasma, le transport des graisses de réserve vers le foie ou ils sont brûlés. L'oxydation du cholestérol dans le foie produit les acides biliaires qui ont un rôle émulsifiant dans l'intestin. (Weil, 2005).

Enfin, la synthèse des hormones corticosurrénales (cortisone, testostérone et aldostérone) semble se poursuivre parallèlement à celle du cholestérol. (Figure 7)

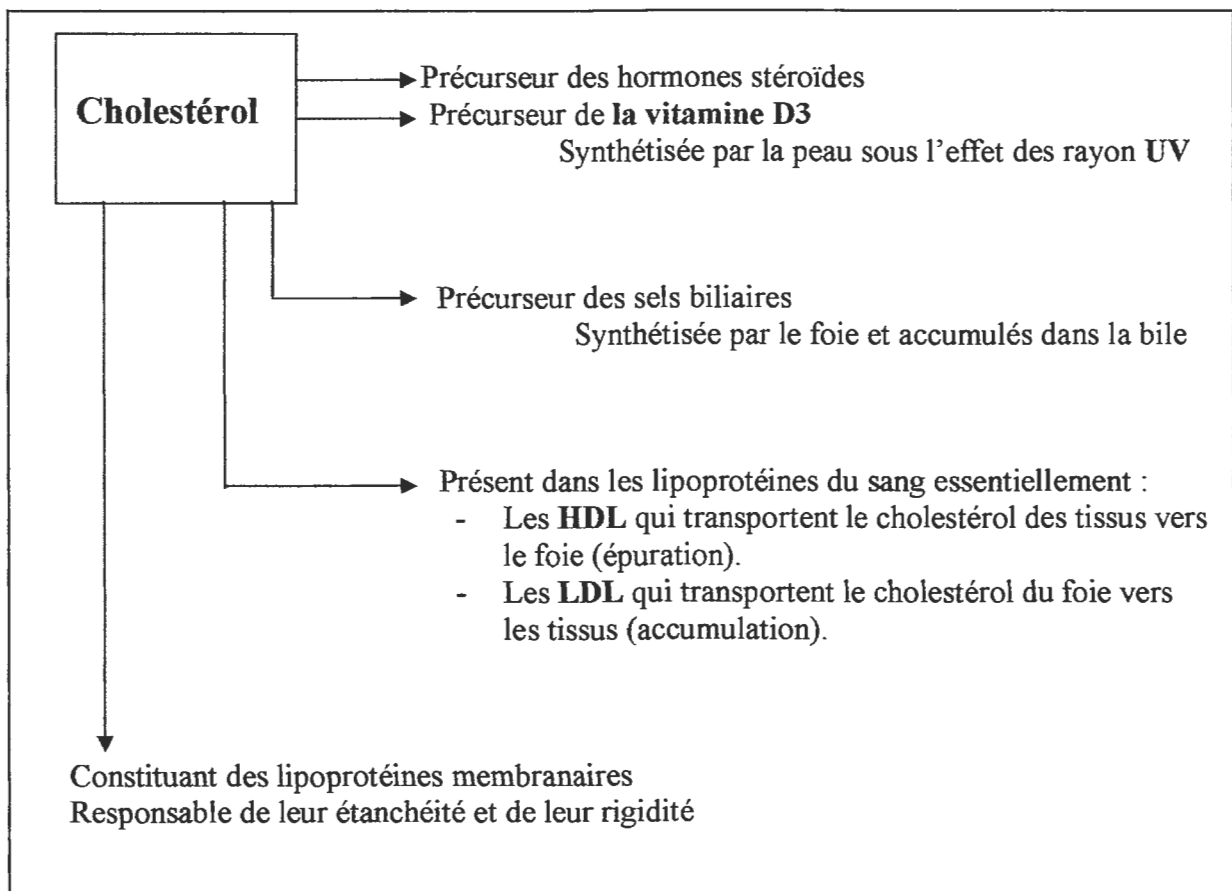


Figure 7 : Propriétés générales du cholestérol (Frénot et Vierling, 2001)

IV-1-2-2 Classification des lipides

Deux classifications sont utilisées, l'une est basée sur l'analyse élémentaire et l'autre est basée sur le caractère libre ou estérifié de la molécule. (Frénot et Vierling, 2001).

❖ Classification fondée sur l'analyse élémentaire

Cette propriété permet de classer les lipides en deux groupes bien distingués : les lipides simples et les lipides complexes. (Frénot et Vierling, 2001) (Tableau 6)

Tableau 6: Classification élémentaire des lipides. (Frénot et Vierling, 2001)

Lipides simples Ce sont des composés ternaires formés de C, H, O	Lipides complexes Ce sont des composés formés de C, H, O, N, P et éventuellement de S	
Glycérides ou acylglycérides esters d'acides gras et de glycérol. Cérides : esters d'acides gras et d'alcool « gras ». Stérides : esters d'acides gras et de cholestérol.	Glycéro phospholipides Acides phosphatidiques Phosphatidylcholines (lécithines) Phosphatidylthanolamines et phosphatidylsérines (céphalines)	Sphingolipides Céramides (acylsphingosioes) Sphingophospholipides glycosphingolipides

❖ Classification fondée sur la propriété de saponification

Selon la propriété de saponification, les lipides sont classés en lipides simples insaponifiables et en lipides complexes saponifiables. (Tableau 7)

Tableau 7: Classification des lipides selon leur propriété de saponification. (Frénot et Vierling, 2001).

Lipides simples insaponifiables	Lipides complexes saponifiables
<ul style="list-style-type: none"> • Terpènes • Stéroïdes • prostaglandine 	<ul style="list-style-type: none"> • Acylglycérols • Stérides • Cérides • Glycéro phospholipides • Sphingolipides

IV-1-2-3 Rôle biologique des lipides

Dans l'organisme humain les lipides ont des fonctions différentes selon leur nature et leur distribution :

- Un rôle de réserve : nos réserves graisseuses sont formées de triglycérides endogènes localisés dans le tissu adipeux sous cutané.
- Un rôle de structure : les lipides entrent dans la structure des membranes biologiques, il s'agit essentiellement de phospholipides et cholestérol.
- Des rôles fonctionnels : tels que les prostaglandines, les hormones lipophiles et les vitamines liposolubles qui sont des médiateurs cellulaires. (Aoul, 1989).

Mais, malgré que ces substances soient de bons combustibles et source abondante de calorie leur excès peut être nuisible. En effet, l'excès de lipides peut induire certaines maladies nutritionnelles notamment l'obésité, l'hypertension artérielle, l'hypercholestérolémie, ... etc. (Aoul, 1989).

IV-1-3 Les protéines

Les protéines tirent leur nom de « proteus ». Elles sont constituées non seulement de carbone, hydrogène et oxygène, mais aussi d'azote.

Le terme « protéine » est un terme général qui englobe à la fois les protéines (forme sous laquelle on les rencontre dans les aliments et dans l'organisme), mais aussi les produits de la dégradation de ces protéines : peptones, polypeptides et acides aminés.

Les protéines sont des macromolécules de masse molaire supérieure à 10^4 , formées d'enchaînement d'acides aminés, reliés entre eux par des liaisons peptidiques.

Elles constituent par excellence les nutriments bâtisseurs du corps, puisqu'on leur attribue différentes fonctions et rôles biologiques qui dépendent de l'ordre des acides aminés, de la façon dont leurs chaînes se replient dans l'espace, ainsi que de la longueur de ces enchaînements. Ils sont donc les plus importants nutriments de base chez les êtres vivants. (Weil, 2005).

IV-3-1 Structure

Ce sont des composés simples contenant du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote et occasionnellement du soufre.

Il existe environ vingt acides aminés différents, communément présents dans les protéines animales et végétales : neuf d'entre eux doivent obligatoirement provenir de l'alimentation alors que les 11 restants sont synthétisés par l'organisme. (Weil, 2005).

Généralement, ces acides aminés dits essentiels s'assemblent pour former, d'une part, ce qu'on appelle les « peptides ». Ces derniers peuvent contenir plus de 500 acides aminés et

renfermer les mêmes acides aminés mais à des proportions relatives avec un ordre d'enchaînement différents en passant d'une protéine à l'autre. (Frénot et Vierling, 2001).

D'une autre part la conformation spatiale de ces séquences peut donner naissance à différentes formes et structures protéiques, qui sont :

- La structure primaire.
- La structure secondaire.
- La structure tertiaire.
- Et enfin, la structure quaternaire. (Delaunay, 1988).

IV-1-3-2 Classification des protéines

Les protéines peuvent avoir deux classifications ; une classification biochimique et une classification alimentaire.

La classification biochimique est basée sur la nature des radicaux ou bien des groupement prosthétiques et on distingue : les nucléoprotéines, les glycoprotéines, les lipoprotéines.

Elle est généralement basée sur leur pureté en acides aminés, on trouve alors :

La classification alimentaire est avant tout une classification des aliments contenant les protéines. Elle se base sur plusieurs critères qui sont :

- La qualité des acides aminés.
- La quantité de ces acides aminés.
- Le taux de digestibilité protéique. (Frénot et Vierling, 2001).

IV-1-3-3 Rôle des protéines

Les protéines sont les constituants de base de toute cellule vivante. Il n'y a donc pas de vie sans protéines.

Elles sont indispensables pour le corps humain et ont des fonctions essentielles dans la croissance, la reproduction et la nutrition. Les protéines constituent le revêtement extérieur des organismes (peau, poils) ; elles forment la matière contractile des muscles, constituent la base de nos enzymes qui permettent aux réactions chimiques assurant la stabilité du milieu intérieur de se produire. Les hormones sont des protéines, comme les anti-corps qui nous permettent de lutter contre les toxiques ou agents d'agression.

Malgré toute l'importance accordée aux protéines, elles restent intéressantes seulement à des concentrations limitées, puisqu'une alimentation trop riche en protéines provoque des risques d'accumulation des déchets qui résultent de leur dégradation en induisant dans ce cas, des complications surtout chez les sujets atteints d'insuffisance rénale. (Tremolière et al, 1992).

II-1-4 Les apports énergétiques en glucides, lipides et protéines

Les glucides, les lipides, ainsi que les produits du métabolisme des acides aminés, en se dégradant produisent de l'énergie. Ces composés proviennent de l'alimentation.

Il est évident que la coordination entre le rythme et l'abondance de l'alimentation d'une part, et les besoins énergétiques à chaque moment, d'autre part, doit être prise en compte. (Jacotot et Campillo, 1998).

Lors de la prise alimentaire, nous apportons à notre organisme les substances essentielles, indispensables à son bon fonctionnement, mais également l'énergie nécessaire au bon déroulement des différentes activités journalières.

L'alimentation humaine doit être riche et variée, et chaque individu a des besoins énergétiques différents, selon l'âge, le sexe, la profession, l'état physiologique, ... etc.

L'apport énergétique total (A.E.T) doit donc être assuré par les lipides (30 à 35 %), les glucides (40 %) et les protéines (12 à 15 %). Il faut cependant noter que :

- 1 gramme de lipides produit 9 Kilocalories soit 37,6 Joule.
- 1 gramme de glucides produit 4 Kilocalories à savoir 16,7 Joule.
- 1 gramme de protéines peut se transformer en 4 Kilocalories. (Feinber et al, 1993).

IV-2 Les éléments minéraux (oligo-éléments)

Ils sont également appelés éléments traces. Ce sont des nutriments sans valeur énergétique mais dont la présence est essentielle au métabolisme. Ils constituent moins de 0,01 % du poids corporel. Dix-sept éléments traces ont des fonctions biologiques chez les mammifères ; parmi ces composés, 10 éléments sont considérés comme essentiels chez l'être humain. Outre le fer, il s'agit du chrome, du cobalt, du cuivre, du fluor, de l'iode, du molybdène, du manganèse, du sélénium et du zinc. La définition d'éléments traces essentiels répond à des critères précis : leur concentration dans des tissus vivants doit être relativement constante, leur carence doit se manifester par un défaut structural et/ou fonctionnel reproductible ; ils doivent intervenir dans une réaction biochimique précise ; les troubles dus à leur carence doivent pouvoir être prévenus ou corrigés par l'apport de ce seul élément.

Ces éléments doivent être apportés par l'alimentation en quantités suffisantes et atteindre leurs sites d'action pour jouer leur rôle dans l'organisme de façon optimale (Arnaud et Bellville-Nabet, 1995). Les principaux macroéléments sont le calcium et le phosphore et les principaux oligo-éléments sont : fer, zinc, iode, cuivre, fluor et le sélénium.

En plus de l'eau et des macronutriments, les aliments contiennent également des matières minérales. Une vingtaine de minéraux présente un caractère essentiel chez l'homme. Ils sont classés en deux catégories :

- Les minéraux majeurs ou macroéléments qui sont le calcium (Ca), le chlore (Cl), le magnésium (Mg), le phosphore (P), le potassium (K) et le sodium (Na).
- Les oligo-éléments ou éléments en traces qui comprennent l'arsenic (As), le bore (B), le chrome (Cr), le cobalt (Co), le cuivre (Cu), le fer (Fe), le fluor (F), l'iode (I), le manganèse (Mn), le molybdène (Mo), le nickel (Ni), le sélénium (Se), le silicium (Si), le vanadium (V) et le zinc (Zn). Ces minéraux se trouvent en quantités inférieures à 5 g dans le corps humain.

Les apports quotidiens en éléments minéraux permettent de compenser les pertes inévitables ; une alimentation équilibrée et variée permet de garantir ces apports. Les éléments minéraux sont solubles dans l'eau d'où une perte plus ou moins importante en fonction des modes de préparation des aliments.

Points importants

L'aspect biochimique est évidemment réduit avec les minéraux constituant les aliments (en dehors de C, N, O, H). Il y a cependant des points importants :

1. quantité : apport, besoin (exprimés soit en masse, soit en milliéquivalent : mEq).
2. Etat : libre et échangeable, lié aux protéines et non échangeable.
3. Rôle : utile, indifférent, nuisible.
4. Régulation (mécanisme) et carence.
5. Corrélation avec des maladies.
6. Elimination : urinaire, fécale, ... (**Frénot et vierling, 2001**).

I Matériel et méthodes

Après avoir pêchées, les crevettes sont identifiées puis datées au laboratoire, Un test macroscopique nous a permis de mettre en évidence des paramètres indiquant l'état de fraîcheur des échantillons, ces derniers sont soumis à un ensemble de mesures concernant le poids total, la longueur totale, et le rapport du poids entre la chair totale et le poids total. Puis à un prélèvement de la chair pour évaluer la qualité nutritionnelle des individus étudiés en déterminant leurs constituants majeurs (eau, cendres, protéines, lipides, glucides) (Figure 8).

Les méthodes analytiques utilisées lors de la réalisation de cette recherche sont détaillées dans les étapes pratiques concernées.

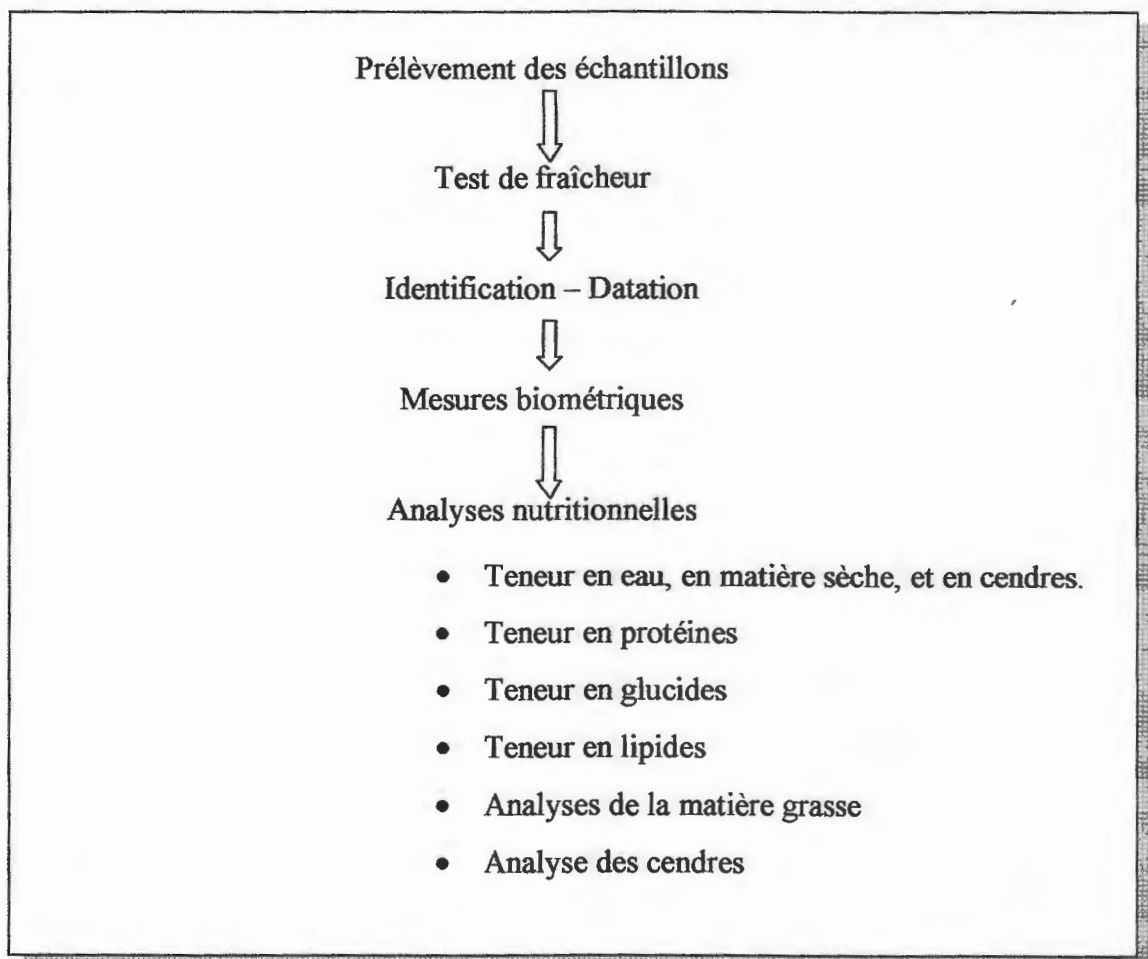


Figure 8 : « L'ordre chronologique du travail pratique »

I-1 Présentation du matériel biologique

Les trois espèces de crevette décrites au chapitre II : *Parapenaeus longirostris*, *Aristeus antennatus*, et *Penaeus kerathurus* ont été le sujet de notre étude afin de réaliser les expériences ci-dessus.

I-1-1 Prélèvement des échantillons

Les crevettes utilisées dans cette étude ont été pêchées par des chalutiers au large de la baie de Jijel, et transportée fraîches au laboratoire.

I-1-2 Test de la fraîcheur

Pour tester la fraîcheur de la crevette, on peut se baser sur les critères décrits par la norme européenne (utilisée en Algérie) définissant les catégories de qualité de poisson.

L'animal peut être considéré comme frais s'il réunit des caractères typiques concernant l'odeur, l'aspect, la texture, l'œil, la peau et les branchies.

L'essentiel de ces critères visuels:

- Une odeur marine, légère et agréable caractéristique de l'espèce.
- L'aspect général révèle un éclat métallique, brillant et généralement de couleurs vives.
- Le corps est rigide, le tissu musculaire ferme et en même temps élastique.
- Le corps est légèrement humide mais les sécrétions cutanées ne sont pas visibles et le mucus est transparent.
- L'opercule est bien adhérent au corps, humide et sans taches notamment sur la face interne.
- Les branchies d'une crevette fraîchement pêchée sont brillantes, bien colorées et exemptes de mucus. Plus la crevette vieillit, plus les branchies virent au jaune, plus les lames qui les constituent ont tendance à s'agglutiner, plus il y a du mucus qui devient laiteux.
- L'œil est légèrement saillant, clair, vif, brillant et luisant, la cornée est convexe est transparente. (Zine, 1999).

I-1-3 Identification des espèces

Les individus pêchés sont examinés et identifiés selon des critères bien déterminés :

- La forme, la taille et la couleur du corps (présence de taches et leur couleur).
- Le développement de l'abdomen et son emplacement par rapport au céphalothorax.
- La couleur, la longueur, la forme et le nombre de dents du rostre.
- Présence ou non sur les segments abdominaux d'une carène et d'une dent.
- La forme et la longueur des antennes et des antennules.

La distinction des sexes repose surtout sur la taille, la couleur et l'observation de la partie ventrale de l'animale : chez les mâles au niveau de la première paire de pléopodes, les deux articles fusionnent pour former l'organe copulateur (le pétasma) alors que chez les femelles, ces deux articles sont séparés, et la zone entre la quatrième et la cinquième paire de périopodes est fermée constituant une petite poche appelée : Thélycum qui reçoit les gamètes mâles (Figure 10).

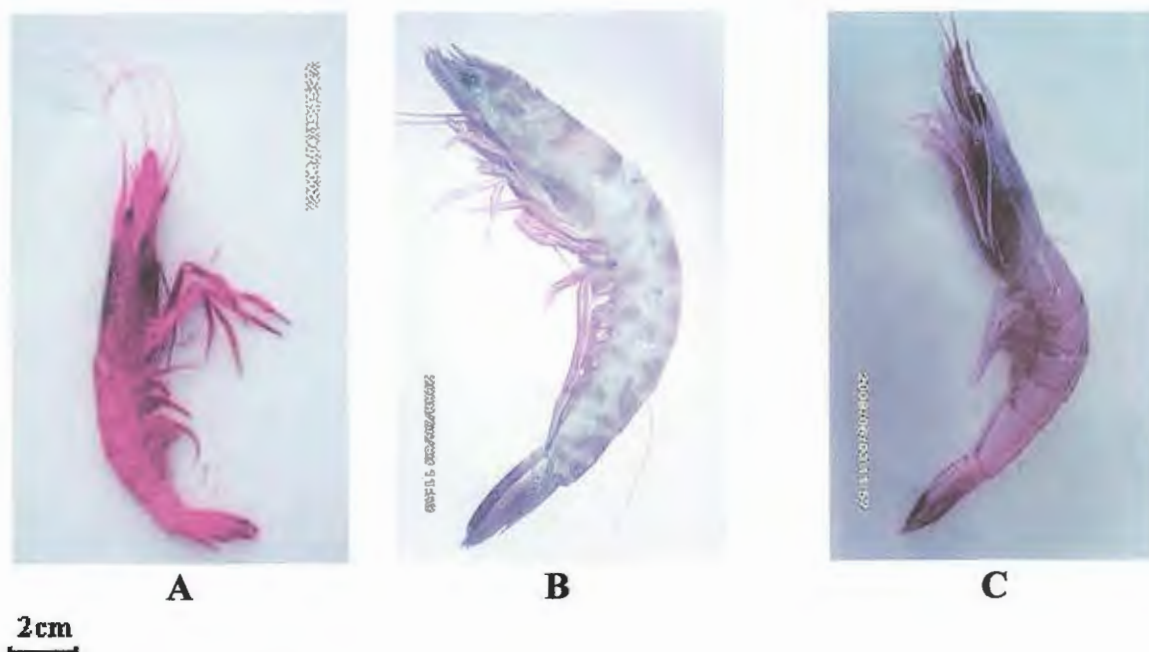


Figure 10 : Représentation des trois espèces de crevette.
(A) *A. antennatus*, (B) *P. keraurus*, (C) *P. longirostris*.

I-1-4 Datation des espèces

Dans notre étude, nous avons adopté la méthode de Robertson et *al.*, (1987). Cette technique simple et rapide est basée sur l'étude de la morphologie des soies au niveau des appendices fins. L'organe de référence prélevé est l'extrémité de l'uropode.

L'échantillon est placé entre une lame et une lamelle dans de l'eau de mer puis observé sous microscope photonique.

I-2 Biométrie

Après l'identification des espèces, la séparation des sexes et leur datation, chaque individu est pesé à l'aide d'une balance pour déterminer son poids total, puis sa longueur totale est mesurée de la pointe du rostre à l'extrémité de la queue.

La chair crue est pesée après l'enlèvement du céphalothorax et de la cuticule.

I-3 Analyse nutritionnelle

I-3-1 Prélèvement des échantillons pour l'analyse nutritionnelle

Un fragment de la chair (de 0.1 à 0.2g) est prélevé dans la même région abdominale de chaque individu mâle et femelle des trois espèces de crevettes, pesé, additionné de 1ml de T.C.A (20%) et conservé au congélateur en attendant les dosages.

Un autre fragment est destiné pour la détermination de l'humidité et par la suite les cendres totales.

Le reste de la chair est conservé pour l'analyse de la matière minérale par l'absorption atomique.

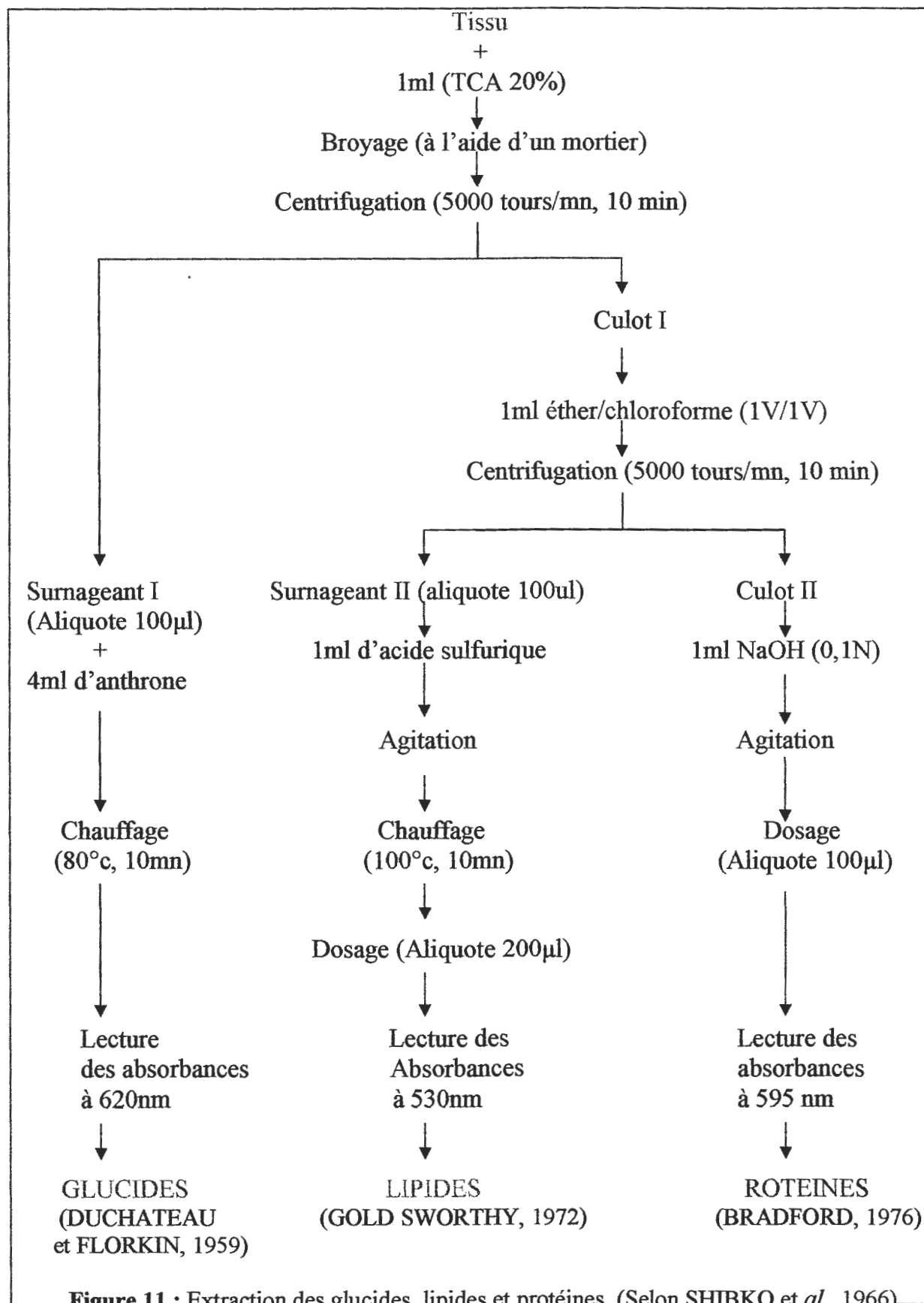
I-3-2 Extraction des constituants de la chair

L'extraction des métabolites dans la chair a été réalisée selon le procédé de Shibko et *al.*(1966).

Les fragments de la chair additionnés de T.C.A à 20% sont broyés manuellement à l'aide d'un mortier. Le broyat est centrifugé à 5000 tours / min pendant 10 minutes.

Le surnageant I est récupéré et servira au dosage des glucides, le culot I est additionné de 1 ml d'éther / chloroforme (1V/1V).

Une deuxième centrifugation est réalisée et permet d'obtenir ainsi le surnageant II contenant les lipides, tandis que le culot II, dissout dans 1ml de l'eau distillée, sera utilisé pour le dosage des protéines totales (Figure 11).



I-3-3 Détermination de la teneur en eau (humidité)

Guilbot en 1964 a défini la teneur en eau comme étant « la quantité d'eau perdue par une substance lorsqu'on l'amène en équilibre vrai avec une pression de vapeur d'eau nulle (HR = 0%), dans des conditions telles que des réactions perturbatrices éventuelles soient évitées ». (**Dauvillier, 1998**).

Le pourcentage d'eau contenue dans les échantillons est mesuré par différence de masse de la prise d'essai avant et après dessiccation dans une étuve à 105°C pendant 24 heures. (**Richard, 2006**).

La teneur en eau est donnée par la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = (m_1 - m_2) \times 100 / M$$

Dont :

m_1 : masse en gramme de la capsule avec son contenu avant la dessiccation.

m_2 : masse en gramme de la capsule avec son contenu après la dessiccation.

M : masse en gramme de la prise d'essai.

***Détermination de la matière sèche**

Le pourcentage de la matière sèche est donné par la formule :

$$\text{MS (\%)} = 100(\%) - \text{la teneur en eau (\%)}$$

I-3-4 Détermination de la teneur en cendres

La minéralisation par voie sèche ou calcination est une technique utilisée pour la détermination des cendres totales, elle consiste à brûler l'échantillon dans un four à moufle et à recueillir le résidu minéral. (**Dauvillier, 1998**).

Après avoir déterminé le poids sec de l'échantillon, celui-ci est placé dans un creuset en porcelaine préalablement séché et taré et introduit dans un four à moufle froid que l'on porte à environ 250°C pendant quelques heures pour éviter une combustion vive au sein de la masse de l'échantillon. La température est montée progressivement à 450°C puis à 550°C jusqu'à l'obtention d'un résidu blanc et non fondu, il est pesé pour déterminer la masse des cendres totales (**Dauvillier, 1998**), cette dernière est rapportée au poids humide de l'échantillon, mais le plus souvent sur une base sèche pour plus de reproductibilité dans les résultats. (**MSDA, 1999**).

$$\text{Teneur en cendres (\%)} = (P_1 - P_0) \times 100 / P$$

Dont :

P_0 : poids du creuset vide ;

P_1 : poids du creuset avec son contenu après calcination ;

P : poids sec (%MS) ou humide (%poids frais) de la prise d'essai.

I-3-5 Dosage des protéines (Bradford, 1976).

La méthode de Bradford utilise les propriétés du bleu brillant de coomassie (BBC) à se fixer sur les acides aminés basiques – l'arginine en particulier – et aromatiques ; il en résulte une modification des propriétés spectrales du bleu de coomassie qui, une fois complexé, présente un maximum d'absorbance à 595nm. (Dauvillier, 1998).

On utilise le bleu brillant de coomassie (G250) comme réactif. Les résultats sont exprimés en équivalent- albumine [l'albumine de sérum de bœuf BSA (20mg/ml) (sigma, France)], produit de référence servant à la standardisation. (Dauvillier, 1998).

Les protéines des échantillons, ont été dosées dans une fraction aliquote de 100 µl additionnée de 4 ml de réactif BBC. Après agitation, la lecture des absorbances est effectuée contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre (Tableau 8).

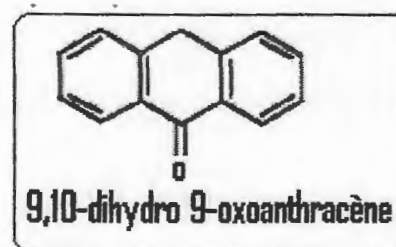
Tableau 8: réalisation de la gamme d'étalonnage des protéines

Tubes	1	2	3	4	5	6
BSA (µl)	0	20	40	60	80	100
NaOH (µl)	100	80	60	40	20	0
Réactif BBC (ml)	4	4	4	4	4	4
Quantité des protéines (µg)	0	400	800	1200	1600	2000

I-3-6 Dosage des glucides

Le dosage des glucides a été réalisé selon la méthode de Duchateau et Florkins (1959). Cette méthode utilise l'anthrone (9,10-dihydro 9-oxoanthracène) (Figure 12) comme réactif (450 mg d'anthrone, 225 ml d'acide sulfurique et 75 ml d'eau distillée), et une solution mère de glucose (2 g/l) comme standard.

Figure 12 : Structure de la molécule d'anthrone



Le principe est la déshydratation des groupements hydroxyles à chaud dans un milieu acide conduisant à la formation intermédiaire de furfural pour les pentoses et de 5-hydroxyméthyl furfural pour les hexoses. Ces composés peuvent être dosés par colorimétrie au moyen d'un dérivé phénolique : l' anthrone (Mokrash, 1954).

Un aliquote de 100µl est prélevé de la gamme ou d'extrait glucidique (surnageant I), additionné de 4 ml d'anthrone, puis chauffé au bain-marie à 80°C pendant 10mn. Les dérivés

furfuraliques condensés à l'antrone donnent des composés bleu-vert dont l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 620nm. (Dauvillier, 1998).

Tableau 9: réalisation de la gamme d'étalonnage des glucides.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Glucose (µl)	0	100	200	300	400	500
Eau distillée (µl)	500	400	300	200	100	0
Anthrone (ml)	4	4	4	4	4	4
Quantité des glucides (µg)	0	200	400	600	800	1000

I-3-7 Dosage des lipides

La quantification des lipides a été faite selon la méthode de Goldsworthy *et al.* (1972), sur une fraction aliquote de 100µl des extraits biologiques contenus dans le surnageant II, additionnée de 1 ml d'acide sulfurique concentré (98%).

Après agitation, les tubes sont chauffés dans un bain-marie à 100°C pendant 10mn. 200µl sont prélevés de chaque tube auquel sont ajoutés 2ml du réactif sulfo-phospho-vanillique (0,38 g de vanilline, 55 ml d'eau distillée, 195 ml d'acide ortho phosphorique à 85%).

Les lipides développent à chaud un complexe rose dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des lipides.

Après 30mn à l'obscurité, la lecture des absorbances est effectuée à une longueur d'onde de 530nm.

La solution mère des lipides est préparée avec de l'huile de tournesol, qui contient plus de 99 % de triglycérides, de la manière suivante : 25 mg d'huile sont pesés dans un tube eppendorf puis repris dans 10 ml d'un mélange éther/chloroforme (1V/1V).

Tableau 9: Réalisation de la gamme d'étalonnage des lipides.

Tubes	1	2	3	4	5	6
Solution mère de lipide (µl)	0	20	40	60	80	100
Éther/chloroforme (1V/ 1V) (µl)	100	80	60	40	20	0
Quantité des lipides (µg)	0	50	100	150	200	250

I-4 Analyse des lipides totaux de la chair par Chromatographie Sur Couche Mince (Bobbitt et al., 1972)

On utilise la chromatographie monodirectionnelle ascendante sur couche mince (C.C.M) en vue de détecter les différents acides gras qui entrent dans la constitution de la chair des trois paires d'espèces de crevettes étudiées. Cette technique est basée sur la migration différentielle des constituants d'un mélange dans un système de deux phases. Elle repose principalement sur des phénomènes d'adsorption : la phase mobile est un solvant ou un mélange de solvants, qui progresse le long d'une phase stationnaire fixée sur une plaque semi-rigide d'aluminium. (Kabouche, 2007).

Deux plaques identiques de gel de silice (Schlicher Schull F 1500) de format 20X20cm sont d'abord activées dans une étuve à 100°C pendant une heure, le jour même de la manipulation pour privilégier les phénomènes d'adsorption, elles sont ensuite tracées en 6 colonnes.

- **Sur la première plaque** (servant de standard) on dépose à l'aide d'un capillaire un volume approximatif de 25µl des témoins suivants, chacun dans une colonne :

Colonne 1: La solution mère des lipides (1 g d'huile de table + 5 ml éther / chloroforme (1V/1V)).

Colonne 2 : Une solution du cholestérol libre.

Colonne 3 : L'acide linoléique.

Colonne 4 : L'acide oléique.

Colonne 5 : L'acide palmitique.

Colonne 6 : L'acide stéarique.

- **Sur la deuxième plaque** on dépose un aliquote du surnageant II de chacun des échantillons mâles et femelles des trois espèces *P.longirostris*, *A.antennatus* et *P.kerathurus* successivement.

Les plaques sont mises à migration en position verticale dans une cuve contenant le mélange solvant (phase mobile) suivant : Hexane, éther éthylique, et acide acétique (90, 20, 1 v/v) qui en recouvre le fond (1 cm) et qui monte par capillarité jusqu'à ce que la phase mobile atteigne le front tracé, les plaques seront alors retirées et séchées pendant quelques secondes à température ambiante. La cuve demeure fermée et ne pas être déplacée au cours de cette migration.

La migration est suivie de la révélation en exposant les plaques à la vapeur de l'iode sublime dans une seconde cuve ; des taches jaunes sur fond blanc vont alors apparaître, ces taches disparaissent avec le temps, il faut donc marquer leur pourtour au crayon.

▼ Calcule de R_f (Retarding factor ou Rapport frontal)

d : distance parcourue par le composé (mesure au centre de la tache).

D : distance parcourue par le front du solvant.

Le rapport frontal R_f est une caractéristique d'une espèce chimique, dans un éluant donné et sur un support donné. Il est défini par :

$R_f = \text{distance parcourue par l'espèce chimique} / \text{distance parcourue par le front de l'éluant.}$

$$R_f = d/D$$

Les résultats sont enfin comparés à ceux des solutions standard.

I-5 Analyse de la matière minérale par la spectrophotométrie d'absorption atomique

On peut considérer que 15 à 20 minéraux sont des constituants naturels des produits alimentaires, c'est-à-dire qu'ils font partie intégrante d'au moins un système biologique vital pour un organisme végétal ou animal ; la plupart d'entre eux sont identifiés comme constitutifs d'une enzyme (Magnésium, fer, cuivre, molybdène, zinc, manganèse, chrome, cobalt, phosphore... etc.), d'un transporteur d'hydrogène (Fe, Cu... etc.) ou comme un élément essentiel du milieu intra- ou extracellulaire (Na, K, Ca, Mg, S, P, Si... etc.). Les uns sont dits macroéléments parce qu'abondants dans les denrées alimentaires, les autres oligoéléments (ou éléments traces) en raison de leur concentration minimale.

Il convient de préciser que certains éléments (Ni, Cr, Hg, Pb, Cd, F, Sn...) sont considérés comme des substances indésirables ou comme des oligoéléments ou encore à la fois l'un ou l'autre selon leur concentration. (Dauvillier, 1998).

L'absorption de lumière par les atomes fournit un puissant instrument analytique à la fois pour l'analyse quantitative et qualitative. La spectroscopie d'absorption atomique (SAA) est basée sur le principe que les atomes libres peuvent absorber la lumière d'une certaine longueur d'ondes. L'absorption de chaque élément est spécifique, aucun autre élément n'absorbe sa longueur d'ondes. (OIML, 1991).

La détermination spectroscopique d'espèces atomiques peut seulement être réalisée à partir d'un échantillon à l'état gazeux, dans lequel les atomes individuels comme l'Ag, l'Al, l'Au, le Fe et le Mg sont nettement séparés les uns des autres.

La source de mesures pour l'absorption atomique la plus courante est la lampe à cathode creuse. Elle consiste en une anode de tungstène et une cathode cylindrique sise dans un tube en verre contenant un gaz inerte, comme l'argon. La cathode est composée de l'élément à analyser (Figure 13)

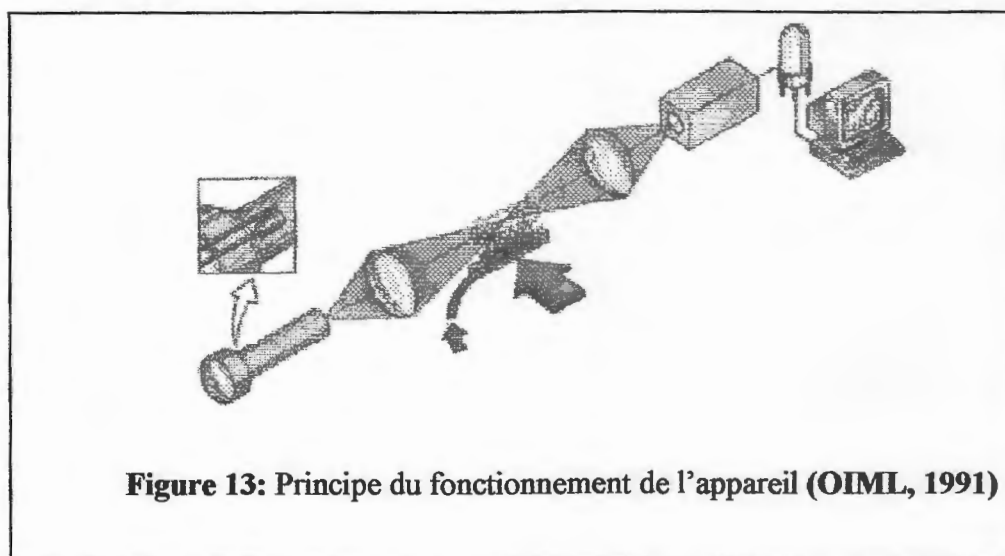


Figure 13: Principe du fonctionnement de l'appareil (OIML, 1991)

La chaleur nécessaire pour faire passer l'échantillon à l'état gazeux est générée par une flamme (la SAA de flamme analyse seulement les solutions). Un atomiseur de flamme consiste en un nébuliseur qui convertit l'échantillon en un aérosol, qui est alimenté dans le brûleur. L'atomisation se produit dans la flamme qui est habituellement alimentée par de l'acétylène et du protoxyde d'azote ($N_2O - C_2H_2$) 3100k, ou de l'air comprimé (air- C_2H_2) 2500k (Figure 14). (OIML, 1991).

Les solutions de références (ou standards) sont préparées à l'aide de solutions pures achetées pour l'absorption atomique. La lampe cathodique émet son rayonnement au travers d'une lentille focalisant le faisceau au travers de la flamme. Un monochromateur reçoit le signal et mesure l'absorbance. L'échantillon en solution est aspiré par un capillaire dans la chambre d'injection qui conduit au brûleur. (Walker et *al*, 1997).

Les caractéristiques métrologiques sont mentionnées dans le tableau 11

Tableau 11: Caractéristiques métrologiques d'un système SAA à flamme (OIML, 1991).

Eléments	Longueur d'onde (nm)	Type de flamme*	Concentration caractéristique (mg/L)	Limite de détection (mg/L)	Etendue de mesure (mg/L)
Cadmium	228,8	AA	0,03	0,002	0,3 - 3
Cuivre	324,7	AA	0,03	0,003	0,8 - 8
Plomb	283,3	AA	0,5	0,05	5 - 50
Zinc	213,9	AA	0,02	0,002	0,2 - 2
Chrome	357,9	AA ou NA	0,08	0,005	0,8 - 8

*Les symboles AA et AN représentent les flammes air-acétylène et acétylène-protoxyde d'azote.

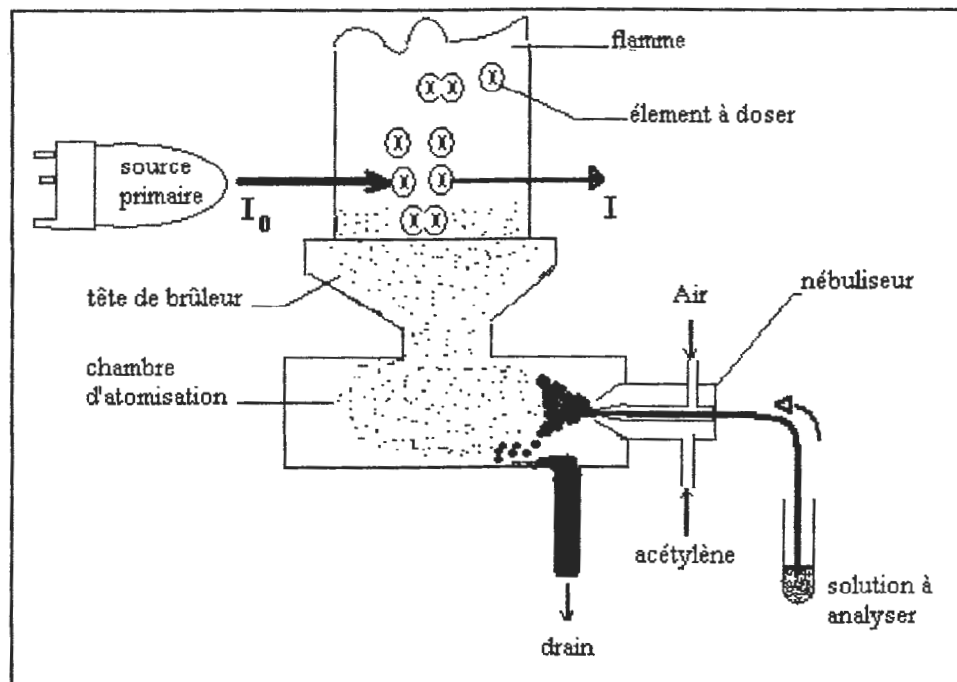


Figure 14: Chemin suivi par la solution à analyser. (OIML, 1991).

L'atomisation se maîtrise par le bon choix de nébulisateur, en optimisant l'aspiration d'échantillons, la position de la flamme par rapport au faisceau à absorber et la température de la flamme. Cette température s'évalue par la couleur de la flamme et le rapport des gaz (acétylène/air ou acétylène/oxyde nitreux).

L'absorbance obéit à une loi de proportionnalité du type de loi de Beer-Lambert :

$$\text{Abs} = kLN_0 \quad \text{dont :}$$

k c'est le coefficient d'absorption ou la section efficace de capture d'un photon ;

L c'est la longueur du chemin optique dans l'atomiseur ;

N_0 c'est le nombre d'atomes à l'état fondamental par unité de volume dans l'atomiseur.

L'appareil utilisé dans notre travail est du modèle AA-6200 (SHIMADZU CORPORATION) caractérisé par une limite de détection (Concentration d'un élément qui donne un signal égal à trois fois l'écart type du bruit de fond) varie de 0,001 à 0,02ppm avec une exactitude de 1 à 2 % d'erreur relative.

♦ Préparation des échantillons

Le protocole mis en œuvre pour le prélèvement et le traitement des échantillons est capital pour les conclusions qui découleront de l'analyse.

Les fragments de la chair prélevés au paravent sont décongelés puis portés à l'étuve à 105°C pendant 48 heures pour les faire sécher totalement, la matière sèche est ensuite broyée puis tamisée sur des mailles de 2 mm. La poudre ainsi obtenue va subir une digestion par voie humide avec de l'eau régale ($\text{HCl} / \text{HNO}_3$, 3V/1V) ; cette technique consiste en une digestion

de la matière organique dans un milieu très oxydant puisqu'on ne peut faire appel à des catalyseurs minéraux, l'opération est brutale, présente des risques mais est rapide et à la fin le milieu de minéralisation renferme la totalité des éléments minéraux en solution, sans risque de perte par volatilisation. (Dauvillier, 1998).

Dans un ballon, un gramme de l'extrait sec en poudre est additionné de 16 ml de l'eau régale puis porté à l'ébullition. Au cours de cette phase, l'évaporation des acides s'accompagne du dégagement d'une fumée brune indiquant que la digestion de la matière organique n'est pas terminée, nous veillons alors à rajouter l'eau régale (12 ml) lorsque le contenu du ballon atteint 2 à 3 ml. Au fur et à mesure la couleur de fumée devient blanchâtre ce qui prouve que la minéralisation est achevée. On laisse l'opération se poursuivre jusqu'à l'obtention d'un résidu de 3 à 4 ml qui sera filtré sur papier puis complété à 25 ml par l'eau déminéralisée. Une deuxième filtration s'effectue sur membrane (pore de 4 à 5 μm), le filtrat final est conservé à froid (4 à 8°C pendant 30 jours) dans des flacons en polyéthylène pour éviter tout transfert ou diffusion de minéraux entre l'emballage et la préparation dans un sens ou dans un autre.

Malheureusement notre analyse a été réalisée seulement sur les éléments à la disposition du laboratoire de l'université (Pb, Mn, Cu, Zn, Cd).

I-6 Analyse statistique des données

I-6-1 Régression linéaire

La quantité des différents métabolites (protéines, glucides, lipides) dans les échantillons biologiques des trois espèces de crevettes a été déterminée à partir d'une courbe de référence dont l'équation est de type :

$$Y = aX + b, \text{ où :}$$

Y : absorbance ;

X : quantité de protéines, lipides ou glucides ;

a : pente ;

b : coefficient.

I-6-2 Comparaisons de deux moyennes

La comparaison des mesures des différents paramètres biométriques entre les deux sexes au sein d'une même espèce, ainsi que la comparaison des concentrations moyennes des composés biochimiques ont été réalisées à l'aide du test << t >> de student.

I-6-3 Analyse des variances

L'analyse de la variance à un critère de classification a été utilisée pour comparer la biométrie des deux sexes des différentes espèces.

Pour comparer les teneurs en différents métabolites dans la chair des espèces et des sexes, l'analyse de la variance à deux critères de classification a été effectuée.

I-6-4 Seuil de signification « P »

Le seuil de signification est représenté dans la figure 15.

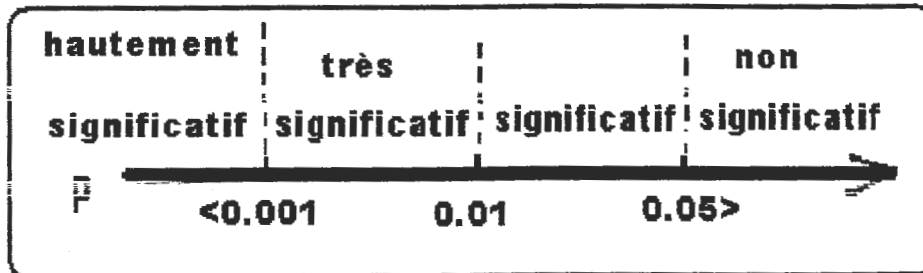


Figure 15: Schéma représentatif du seuil de signification.

Les symboles qui apparaissent sur la valeur de « p » signifient :

p^* effet sexe.

p^s effet espèce.

p^x interférence des deux effets.

$p^{*,s,x}$ différence significative.

$p^{**,ss,xx}$ différence très significative.

$p^{***,sss,xxx}$ différence hautement significative.

CHAPITRE II :

RÉSULTATS

II Résultats

II-1 Test de fraîcheur

Les crevettes prélevées dans le port de Jijel sont pêchées et amenées immédiatement à l'état frais au laboratoire, un simple test macroscopique a permis d'évaluer la fraîcheur des échantillons et par conséquent le temps d'entreposage sur le navire.

D'une manière générale, on peut dire que les échantillons ne présentent pas une odeur suspecte, l'œil est bien attaché, les branchies sont fraîches, roses et la chair est ferme sans changement de couleur. Ces caractères jugent que la durée entre la pêche et le débarquement ne dépasse pas douze (12) heures.

Il est bien à noter que le phénomène de mélanose (noircissement) a été déclenché lors de la manipulation au laboratoire.

II-2 Datation des espèces

La datation des échantillons collectés a révélé que tous les individus appartiennent au stade D (prémue).

II-3 Biométrie

II-3-1 Longueur

La comparaison statistique entre les deux sexes d'une même espèce signale un dimorphisme chez *P. longirostris* ($p=0.03 < 0.05$), ce dimorphisme est plus remarquable chez *A. antennatus* ($p=0.000 < < 0.001$), cependant le test 't' de Student juge la différence de longueur entre les mâles et les femelles de *P. kerathurus* comme non significative ($p=0.44 > 0.05$).

Le test d'ANOVA à un seul critère de classification (le sexe) permet d'analyser la variance, ainsi la signification globale des différences des paramètres mesurés entre les deux sexes des trois espèces ensembles. Ce test nous a donné un seuil de signification 'p' inférieur à 0.01 (0.0048) se traduit en une influence très positive de l'effet sexe sur les individus des crevettes étudiées (tableau 12, figure 16).

Tableau 12: Valeur moyenne de la longueur totale des individus mâles et femelles des trois espèces étudiées exprimée en (moyenne \pm écart type) cm.

Espèce		<i>P. longirostris</i> (C1)	<i>A. antennatus</i> (C2)	<i>P. kerathurus</i> (C3)
Mâle		11,11 \pm 1,816 (n=10)	11,09 \pm 0,762 (n=10)	16,62 \pm 1,19 (n=8)
Femelle		12,9 \pm 1,109 (n=10)	15,32 \pm 1,456 (n=10)	18,3 \pm 3.55 (n=5)
P	't' student	0.0327*	0.0000***	0.448
	anova	0,0048**		

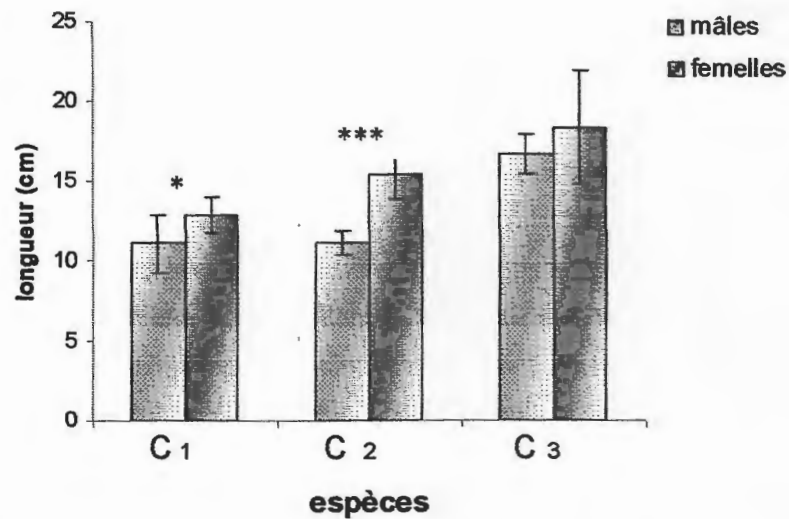


Figure 16: La longueur totale (cm) des individus mâles et femelles des trois espèces *P. longirostris* (C1), *A. antennatus* (C2), *P. kerathurus* (C3).

II-3-2 Poids

Après la mesure de la longueur totale, des mesures du poids total sont réalisés afin de confirmer ou de rejeter l'hypothèse du dimorphisme sexuel remarqué au niveau de la longueur. En fait, la comparaison a montrée que les différences sont similaires aux celles de la longueur ; c'est-à-dire que le dimorphisme est significatif chez *P. longirostris* ($p=0.02 < 0.05$) et hautement significative chez *P. antennatus* ($p=0.000 < 0.001$), tandis que *P. kerathurus* ne présente aucune différence significative ($p=0.396 > 0.05$). Par contre, l'analyse de la variance ne révèle aucune différence ($p=0.157 > 0.05$) (tableau 13, figure 17).

Tableau 13: Valeur moyenne du poids total des individus mâles et femelles des trois espèces étudiées exprimée en (moyenne \pm écart type) gramme.

Espèce		<i>P. longirostris</i> (C1)	<i>A. antennatus</i> (C2)	<i>P. kerathurus</i> (C3)
Mâle		6.78 \pm 2.764 (n=10)	6.436 \pm 1.177 (n=10)	28.14 \pm 7.82 (n=8)
Femelle		9.33 \pm 2.316 (n=10)	15.60 \pm 3.982 (n=10)	38.01 \pm 18.74 (n=5)
P	't' student	0.0261*	0.0000***	0.396
	anova	0,157		

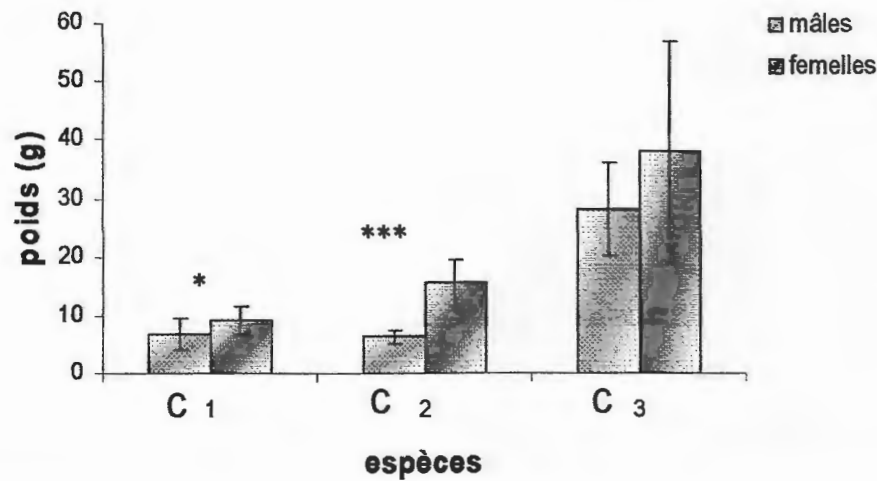


Figure 17: Le poids total (g) des individus mâles et femelles des trois espèces *P. longirostris* (C1), *A. antennatus* (C2), *P. kerathurus* (C3).

II-3-3 Rapport Chair / poids total (rendement)

Le rapport du poids entre la chair crue et l'organisme entier donne une idée sur la partie consommable des trois espèces de crevette commercialisées. D'après les résultats obtenus, on peut dire que l'homme ne consomme que la moitié du poids des espèces *P. longirostris*, *A. antennatus*, et *P. kerathurus* (tableau 14, figure 18).

Tableau 14: Rendement de la partie consommable de la crevette par rapport à son poids total exprimé en (moyenne \pm écart type) %.

Espèce	<i>P. longirostris</i> (C1)	<i>A. antennatus</i> (C2)	<i>P. kerathurus</i> (C3)
Mâle	49.93 \pm 3.335 (n=10)	45.55 \pm 3.031 (n=10)	53.99 \pm 1.834 (n=4)
Femelle	49.62 \pm 2.947 (n=10)	44.12 \pm 1.822 (n=10)	49.950

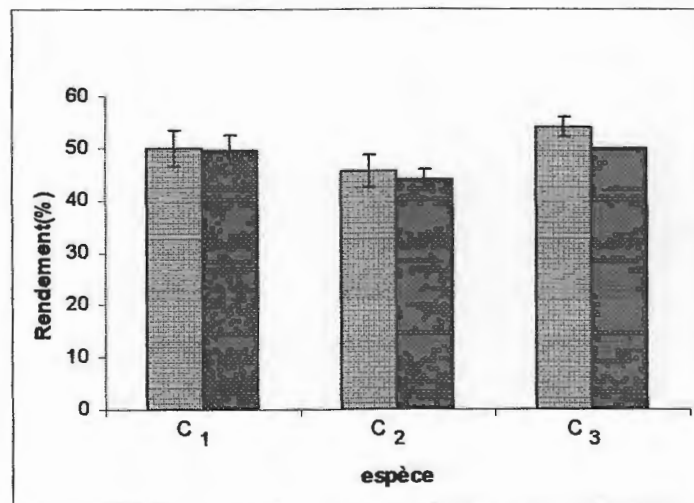


Figure 18: Rapport chair / poids total (%) des individus mâles et femelles des trois espèces *P. longirostris* (C1), *A. antennatus* (C2), *P. kerathurus* (C3).

Tableau 15: Tableau récapitulatif de l'étude statistique à un critère de classification par le test d'ANOVA.

paramètre	effet	dl effet	MC effet	dl erreur	MC erreur	F	Niveau P
longueur	Sexe	1	68,02	51	7,83	8,68	0,0048
poids	Sexe	1	305,83	51	148,32	2,06	0,157

■ Différence très significative.

□ Différence non significative.

II-4 Analyse nutritionnelle

Nous avons observé d'après l'étude des deux paramètres biométrique (longueur, poids) une distinction morphologique entre les sexes, cette distinction a-t-elle une influence sur la densité de la chair et sur sa composition en nutriments ? Ceci va être l'objectif de cette partie.

II-4-1 Teneur en eau et en matière sèche

Afin d'obtenir des résultats près de la réalité, nous avons fait la moyenne de trois répétitions ($n = 3$) pour chaque espèce, les résultats sont exprimés en pourcentage ($m \pm s$ %) (Tableau 16, figures 19, 20 et 21)

Tableau 16: Teneur en eau et en matière sèche ($m \pm s$ %) des échantillons

Espèce	sexe	Teneur en eau	Teneur en matière sèche	P	
				t	anova
<i>P. longirostris</i>	Femelle	74.53±0.81	25.46±0.81	0.152	0.0001 ***
	Mâle	75.8±0.3	24.2±0.3		
<i>A. antennatus</i>	Femelle	80.87±0.25	19.13±0.25	0.005**	
	Mâle	77.67±0.58	22.33±0.58		
<i>P. kerathurus</i>	Femelle	67.39±0.22	32.61±0.22	0.002**	
	Mâle	74.94±0.25	25.06±0.25		
P (anova)	0.0000 ^{sss}				0.0000 xxx

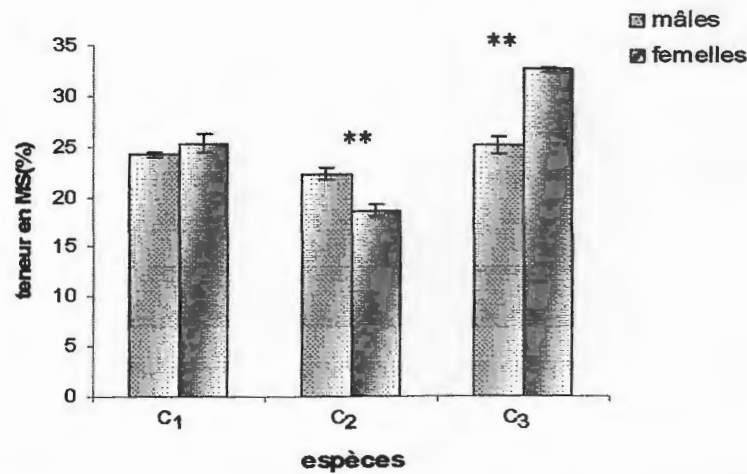


Figure 19: Teneur en matière sèche (%) de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces *P. longirostris* (C1), *A. antennatus* (C2), *P. kerathurus* (C3).

La comparaison des deux moyennes par le test 't' des résultats de la teneur en eau et en matière sèche a montrée que le taux d'humidité dans la chair des mâles de *P. longirostris* est semblable à celui des femelles ($p=0.152 > 0.05$), cependant il est significativement différent chez *A. antennatus* et *P. kerathurus* ($p=0.005$, $0.002 < 0.05$).

Une différence hautement significative ($p < 0.001$) a été notée pour les deux critères de classification sexe et espèce, ainsi que leur interaction d'après une analyse de la variance par le test d'anova à deux critères de classification (tableau 16, figures 19, 20 et 21).

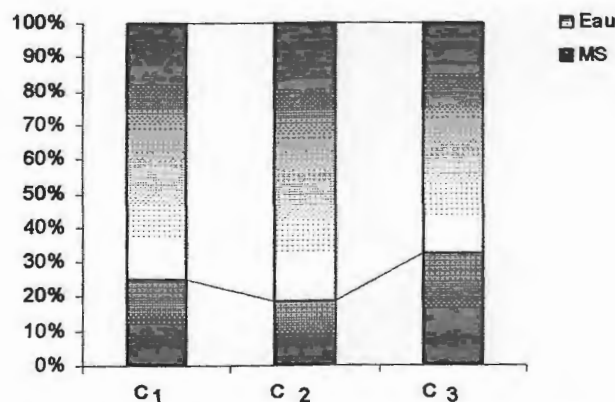


Figure 20: Taux d'humidité (%) de la chair des individus mâles des trois espèces *P. longirostris* (C1), *A. antennatus* (C2), *P. kerathurus* (C3).

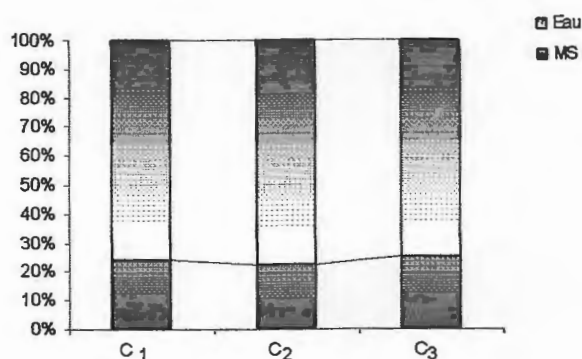


Figure 21: Taux d'humidité (%) de la chair des individus femelles des trois espèces *P. longirostris* (C1), *A. antennatus* (C2), *P. kerathurus* (C3).

II-4-2 Teneur en cendres

Le test 't' n'a révélé aucune différence significative pour l'effet sexe au sein des trois espèces ($p > 0.05$). Par contre, l'analyse de la variance à deux critères de classification montre que contrairement à l'effet espèce, l'effet sexe influe significativement sur la teneur en matière minérale dans la chair des organismes étudiés ($p = 0.03 < 0.05$), cette influence apparaît autrement dans l'interaction [sexe x espèce] ($p = 0.017 < 0.05$) (tableau 17, figure 22).

Tableau 17: Teneur en cendres ($m \pm s$ %, $n=3$) des échantillons.

Espèce	sexe	Teneur en eau cendres		P	
		%MS	%poids frais	t	anova
<i>P. longirostris</i>	Femelle	9.19±1.99	2.28±1.99	0.716	0.030*
	Mâle	9.67±0	2.34±0		
<i>A. antennatus</i>	Femelle	11.76±0	2.25±0	0.058	
	Mâle	7.52±1.86	1.68±1.86		
<i>P. kerathurus</i>	Femelle	10.60±1.31	3.45±1.31	0.470	
	Mâle	10.03±0.56	2.51±0.56		
P (anova)		0.467			0.017*

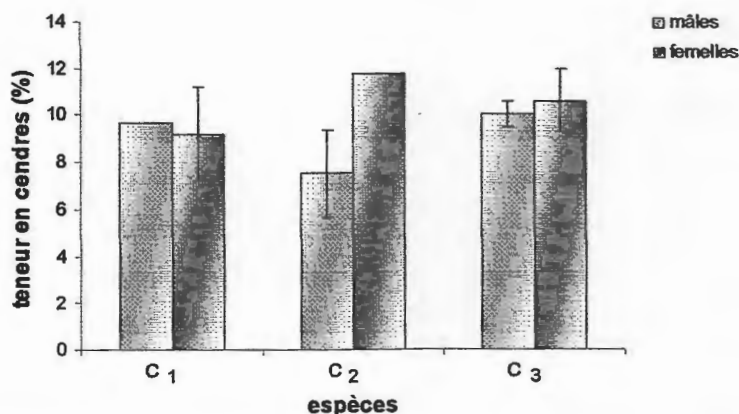


Figure 22: Taux des cendres (%MS) dans la chair des individus mâles et femelles des trois espèces *P.longirostris* (C1), *A.antennatus* (C2), *P.kerathurus* (C3).

II-4-3 Dosage des protéines

a) Réalisation de la courbe de référence

Tableau 18: Réalisation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des protéines (m ± s, n=3).

BSA (µg)	Absorbance
0	0
400	0.285 ± 0.043
800	0.587 ± 0.045
1000	0.703 ± 0.032
1200	0.835 ± 0.073
1600	1.141 ± 0.052
2000	1.407 ± 0.028

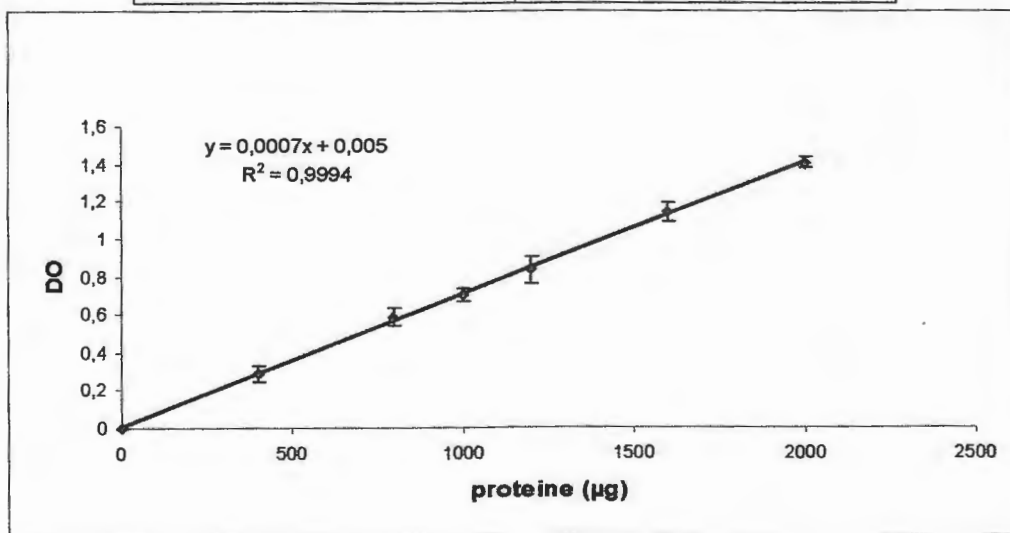


Figure 23: Courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité (µg) de la protéine standard, l'albumine (R² : coefficient de détermination).

b) Teneur des échantillons en protéines

D'après le test 't', la composition protéique de la chair de *P.longirostris* et *A. antennatus* diffère largement d'un sexe à l'autre ($p < 0.001$). La différence n'a été pas remarquée chez *P. kerathurus* ($p = 0.07 > 0.05$).

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle que le sexe et l'espèce ont chacun un effet hautement significatif sur la teneur de la chair en protéines ($p < 0.001$), par contre l'interaction entre les deux est non significative ($p = 0.186 > 0.05$) (tableau 19, figure 24).

Tableau 19: Les résultats du dosage des protéines totales exprimés en g/100g de la chair ($m \pm s$) des espèces mâles et femelle concernées.

Espèce	<i>P.longirostris</i> (C1)	<i>A.antennatus</i> (C2)	<i>P.kerathurus</i> (C3)	P
Mâle	8.525 ± 0.201 (n=10)	9.303 ± 0.309 (n=10)	11.148 ± 0.13 (n=9)	0.0000***
Femelle	9.491 ± 0.204 (n=10)	10.115 ± 0.26 (n=10)	12.33 ± 0.26 (n=2)	
P ('t')	0.0000***	0.0003****	0.070	
P	0.0000 ^{sss}			0.186

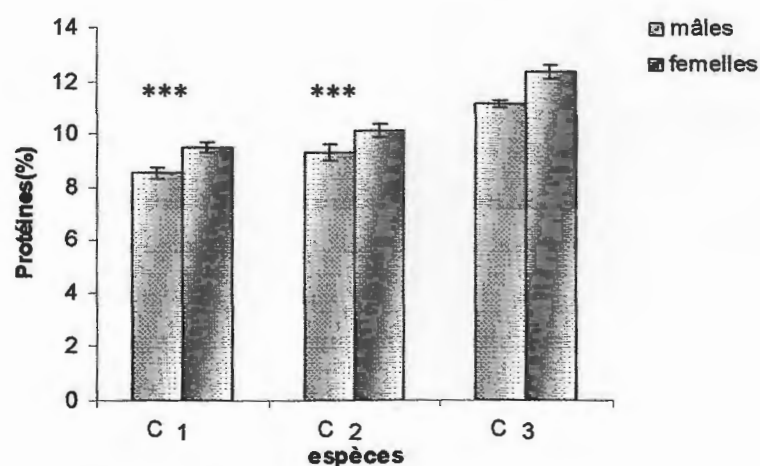


Figure 24: Taux des protéines en g/100g de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces *P.longirostris* (C1), *A.antennatus* (C2), *P.kerathurus* (C3).

II-4-4 Dosage des glucides

a) Réalisation de la courbe de référence

Tableau 20: Réalisation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des glucides ($m \pm s$, $n=3$).

Glucides (μg)	Absorbance
0	0
40	0.177 ± 0.023
80	0.34 ± 0.025
120	0.493 ± 0.024
160	0.692 ± 0.019
200	0.845 ± 0.023

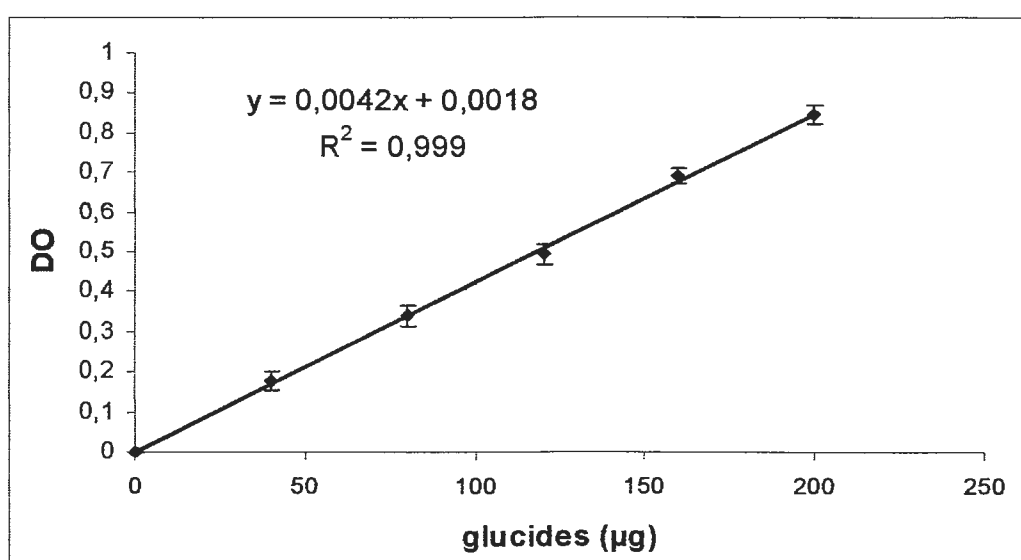


Figure 25: Courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité (μg) des glucides, (R^2 : coefficient de détermination).

b) Teneur des échantillons en glucides

Les mêmes résultats statistiques que celles des protéines sont obtenus pour les glucides avec un moindre degré de signification. C'est-à-dire que le test 't' donne une différence significative entre les mâles et les femelles de *P. longirostris* ($p=0.012$), très significative pour *A. antennatus* ($p=0.003$) et non significative pour *P. kerathurus* ($p=0.328$).

Ainsi l'analyse de la variance révèle une haute signification au niveau des sexes et des espèces, par contre leur interaction est non signification ($p=0.23$) (tableau 21, figure 26).

Tableau 21: Les résultats du dosage des glucides exprimés en g/100g de la chair ($m \pm s$) des espèces mâles et femelle concernées.

Espèce	<i>P.longirostris</i> (C1)	<i>A.antennatus</i> (C2)	<i>P.kerathurus</i> (C3)	P
Mâle	0.769 ± 0.072 (n=10)	0.896 ± 0.108 (n=10)	1.045 ± 0.045 (n=9)	0.0000***
Femelle	0.873 ± 0.061 (n=10)	1.093 ± 0.114 (n=10)	1.21 ± 0.06 (n=2)	
P ('t')	0.012*	0.0037**	0.328	
P	0.0000 ^{sss}			0.236

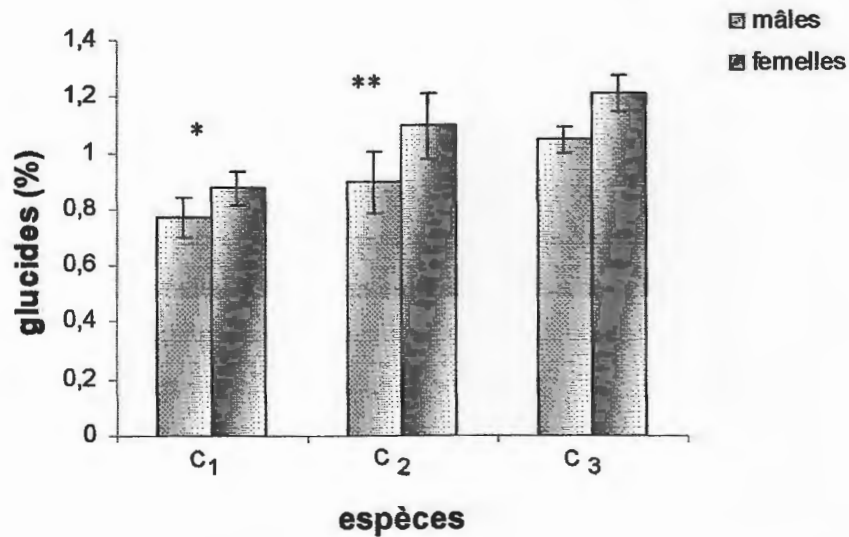


Figure 26: Taux des glucides en g/100g de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces *P. longirostris* (C1), *A. antennatus* (C2), *P. kerathurus* (C3).

II-4-5 Dosage des lipides

a) Réalisation de la courbe de référence

Tableau 22: Réalisation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des lipides ($m \pm s$, n=3).

Solution mère (μg)	Absorbance
0	0
50	0.120 ± 0.004
100	0.227 ± 0.022
150	0.330 ± 0.031
200	0.456 ± 0.028
250	0.553 ± 0.031

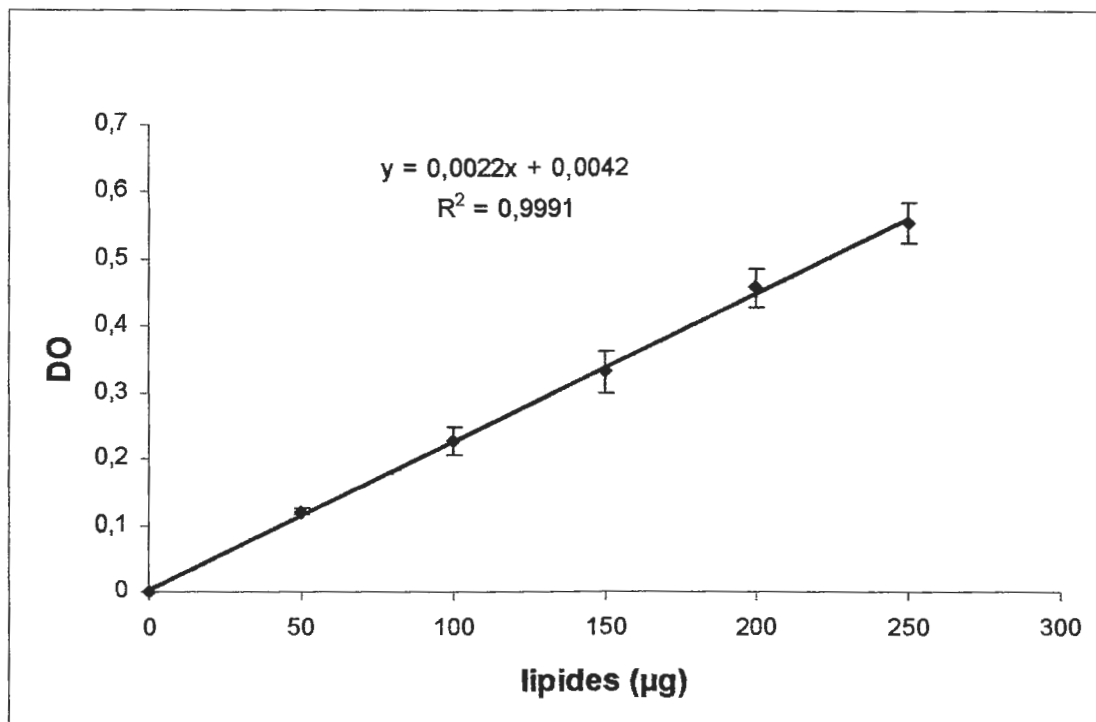


Figure 27: Courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité (µg) des lipides de la solution mère, (R^2 : coefficient de détermination).

b) Teneur des échantillons en lipides

Le test 't' de student démontre une différence hautement significative dans la teneur en lipides entre les mâles et les femelles de *A. antennatus* ($p=0.000 < 0.001$), très significative chez *P. longirostris* ($p=0.0019 < 0.01$) et non significative chez *P. kerathurus* ($p=0.929$).

Le test d'anova a montré aussi la haute signification des effets sexe et espèce ($p < < 0.001$), l'interaction de ces deux effet est significative ($p=0.028 < 0.05$) (tableau 23, figure 28).

Tableau 23: Les résultats du dosage des glucides exprimés en g/100g de la chair ($m \pm s$) des espèces mâles et femelle concernées.

Espèce	<i>P. longirostris</i> (C1)	<i>A. antennatus</i> (C2)	<i>P. kerathurus</i> (C3)	P
Mâle	1.022 ± 0.066 (n=10)	1.100 ± 0.039 (n=10)	1.039 ± 0.062(n=9)	0.0000 ^{***}
Femelle	1.150 ± 0.053 (n=10)	1.257 ± 0.046(n=10)	1.06 ± 0.024(n=2)	
P ('t')	0.0019 ^{**}	0.0000 ^{***}	0.929	
P	0.0000 ^{sss}			0.028 ^x

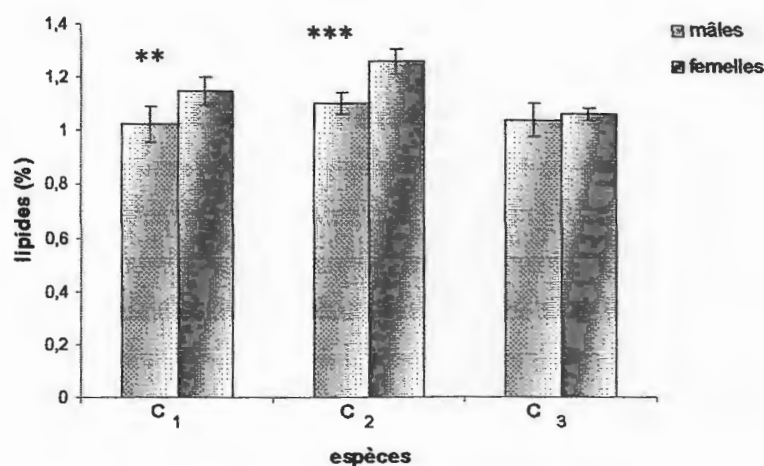


Figure 28: Taux des lipides en g/100g de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces *P. longirostris* (C1), *A. antennatus* (C2), *P. kerathurus* (C3).

Tableau 24: Tableau récapitulatif de l'étude statistique à deux critères de classification par le test d'ANOVA.

Paramètre	effet	dl effet	MC effet	dl erreur	MC erreur	F	Niveau P
Protéines	Sexe	1	8,71592	45	0,053815	161,9596	0,000000
	Espèce	2	18,44704	45	0,053815	342,7837	0,000000
	Sexe*espèce	2	0,09379	45	0,053815	1,7427	0,186649
Glucides	Sexe	1	0,213835	45	0,007234	29,55793	0,000002
	Espèce	2	0,286436	45	0,007234	39,59350	0,000000
	Sexe*espèce	2	0,010783	45	0,007234	1,49049	0,236170
Lipides	Sexe	1	0,093495	45	0,002902	32,21820	0,000001
	Espèce	2	0,061880	45	0,002902	21,32387	0,000000
	Sexe*espèce	2	0,011155	45	0,002902	3,84415	0,028755
Matière sèche	Sexe	1	12,7344	12	0,400311	31,8113	0,000109
	Espèce	2	104,3591	12	0,400311	260,6949	0,000000
	Sexe*espèce	2	47,4511	12	0,400311	118,5355	0,000000
Cendres	Sexe	1	9,403338	12	1,575817	5,967280	0,030999
	Espèce	2	1,276217	12	1,575817	0,809876	0,467813
	Sexe*espèce	2	9,185439	12	1,575817	5,829002	0,017030

▨ Différence hautement significative.

▩ Différence significative.

□ Différence non significative.

II-5 Analyse de la matière grasse par CCM

À la fin de migration et après la révélation des spots, une comparaison entre les rapports frontaux des échantillons et des témoins (tableaux 25 et 26) nous a montrée que :

- ☞ Le cholestérol est présent dans les deux sexes des trois espèces.
- ☞ Les mono- et di glycérides sont communs dans les mâles et les femelles de *P.longirostris* et *A.antennatus*.
- ☞ L'acide stéarique existe dans tous les échantillons sauf la femelle de *P.kerathurus*. Cette dernière se caractérise par la présence des acides palmitique et linoléique avec quatre autres composés non identifiés dont un se trouve aussi dans les mâles de la même espèce.
- ☞ Les femelles des trois espèces possèdent des composés qu'on a pas pu les identifier et qui sont absents dans les mâles. (tableau 26, annexe n°2).

Tableau 25: Rapports frontaux des témoins utilisés pour la CCM.

Témoins	AGL				Huile de tournesol				Cholestérol
	Ac. Linoléique	Ac. stéarique	Ac. palmitique	Ac. Oleïque	Mono- et di-glycérides	AGL	TG	x	
d	1.2	4	4.5	5.8	1.1	1.6	2	9.3	2.7
D	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Rf	0.07	0.23	0.26	0.34	0.06	0.09	0.11	0.54	0.15

Tableau 26: Résultat de l'analyse des lipides totaux par la CCM

Spots		Rf											
C ₁	M	0.05	-	0.15	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-
	F	0.05	-	0.15	0.22	-	-	-	-	-	-	0.82	-
C ₂	M	0.05	-	0.15	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-
	F	0.05	-	0.15	0.22	-	-	-	-	-	0.75	-	-
C ₃	M	-	-	0.15	0.22	-	-	-	0.63	0.70	-	-	-
	F	-	0.07	0.15	-	0.27	0.44	0.55	-	0.70	-	-	0.90
Lipide correspondant		Mono- et di-G	Ac. linoléique	Cholestérol	Ac. stéarique	Ac. palmitique	+	x	+	+	+	+	+

II-6 Analyse de la matière minérale

La spectrométrie d'absorption atomique nous a permis d'identifier et de quantifier les éléments enregistrés ci-après (tableau 27).

Tableau 27: Concentrations des éléments Zn, Cu, Mn, Pb et Cd dans la chair des mâles et des femelles des trois espèces *P.longirostris*, *A.antennatus*, et *P.kerathurus* obtenues par SAA.

Elément	Plomb			Manganèse			Cuivre			Zinc			Cadmium			
	Abs	ppm	mg/g	Abs	ppm	mg/g	Abs	ppm	mg/g	Abs	ppm	mg/g	Abs	ppm	mg/g	
<i>P. longirostris</i>	Male	0.01073	1.693	0.03724	0.0179	0.1630	0.003586	0.0200	0.2896	0.00637	0.5133	3.3704	0.0741	0.0043	0.0433	0.00095
	Femelle	0.0142	1.3896	0.0305	0.0051	0.0464	0.00102	0.0064	0.0927	0.00203	0.2457	1.6133	0.035	0.0015	0.0151	0.00033
<i>A. antennatus</i>	Male	0.019	1.8594	0.04232	0.0019	0.0173	0.00038	0.0030	0.0434	0.00095	0.4051	2.6599	0.0585	0.0019	0.0192	0.000422
	Femelle	0.013	1.2722	0.02798	0.0017	0.0155	0.000341	0.0009	0.0130	0.000286	0.2600	1.7072	0.03755	0.0008	0.0081	0.000178
<i>P. kerathurus</i>	Male	0.0083	0.8123	0.01787	0.0130	0.1184	0.0026	0.0152	0.02201	0.00048	0.4488	2.9469	0.0648	0.0024	0.0242	0.000532
	Femelle	0.0136	1.3309	0.0292	0.0071	0.0646	0.00161	0.0015	0.0217	0.000477	0.3979	2.6127	0.0574	0.0019	0.0192	0.000422

* Les courbes de référence utilisées en SAA sont représentées dans l'annexe n°1.

manganèse, le plomb et le cadmium ; les trois premiers sont des oligo-éléments métalliques, les derniers sont considérés comme élément indésirables.

→ Le zinc constitue 2 mg / 100 g du poids d'un crustacé, le cuivre 1 mg / 100 g et le manganèse 0,03 mg / 100 g (**Randouin, 1937**), les valeurs qu'on a obtenue varient entre : 4 et 8 mg / 100g pour le zinc, 0,03 et 0,7 mg / 100 g pour le cuivre et 0,03 à 0,4 mg / 100g pour le manganèse:

- Les quantités de zinc obtenues sont nettement supérieures aux valeurs attendues, cela peut être due à l'état physiologique des adultes qui se préparent à la période de reproduction qui vient de commencer, notamment que le zinc est le cofacteur de plus de 200 métalloenzymes dont plusieurs s'impliquent dans la synthèse des acides nucléiques et dans la multiplication cellulaire (**Frénot et Vierling, 2001**). Du point de vue nutritionnel, l'apport recommandé en zinc est de 10 mg / jour au maximum et sa biodisponibilité est de 15 à 30%.

- La teneur en cuivre dans nos échantillons est faible par rapport à celles enregistrées par **Randouin (1937)**. Le comité mixte FAO / OMS a fixé la dose journalière admise (DJA) à 0,5 mg de cuivre / kg soit 30 mg / jour pour un adulte et sa biodisponibilité à 30% compétitivement avec le zinc.

- Les valeurs de manganèse enregistrées sont relativement supérieures à celles qu'on a attendu. L'apport normal conseillé est de 2 à 3 mg / jour, il est bien de signaler qu'à forte dose le manganèse devient toxique et provoque des troubles nerveux. (**Frénot et Vierling, 2001**).

- Les différences des valeurs obtenues et celles de **Randouin (1937)** peuvent être expliquées autrement par la différence de la méthode de dosage ; par ailleurs, en 1937 il n'existait pas un spectromètre d'absorption atomique, les dosages sont plutôt titrimétrique donc moins sensibles.

Le plomb et le cadmium sont des éléments qui ne semblent pas être essentiels à la croissance des plantes ni à celle des animaux (**Needleman, 1984**) cependant ils sont bioconcentrés par les organismes vivants en particulier par les organismes marins. Cette concentration est le résultat d'une suite de processus d'adsorption, absorption, stockage et élimination (**Cossa, 1993**). La majorité des ions ne traversent les membranes plasmiques hydrophobes que grâce à un ligand transporteur, une fois dans la cellule le métal sera capté par un autre ligand afin de prévenir sa diffusion vers l'extérieur ces différents ligands constituent un système de « piégeage cinétique » (**Simkiss et al., 1982**).

Le plomb et le cadmium ne sont, ni biodégradables ni éliminés des écosystèmes (**Linde et al., 1996**). Ils exercent un effet cancérigène par des mécanismes d'action tel que le remplacement

des ions Zn^{++} par le Cd^{++} dans les protéines transformés (Sunderman et Barber, 1988), ainsi le plomb est l'agent causal de saturnisme.

La dose journalière admissible (DJA) du plomb est de 3 mg pour l'adulte et 0,2 mg pour l'enfant selon un rapport de FDA / FAO.

La teneur de nos échantillons varie de 2 à 4 mg / 100 g pour le plomb et de 0,02 à 0,1 mg / 100 g pour le cadmium. Si on compare par exemple la concentration en plomb obtenue avec celle mesurée par Cossa et al. (1990) dans la crevette grise (*Crangon Crangon*) du littoral français (0,20 mg / 100 g), on trouve que la bioaccumulation du plomb dans les crevettes pêchées au niveau de la baie de Jijel est très remarquable. Ces crustacés sont des bioindicateurs signalant ainsi, le risque de propagation de la pollution littorale.

CONCLUSION
ET PERSPECTIVES

Conclusion et perspectives

Ce travail a été mené dans l'optique d'étudier quantitativement et qualitativement la composition de la chair des crevettes pêchées au niveau de la baie de Jijel et commercialisées localement. Les données primaires sur la production de crevettes nous a montrées qu'il y a trois espèces dominantes à savoir : la crevette rouge (*Aristeus antennatus*), la crevette blanche (*Parapenaeus longirostris*) et la matsagoune ou la caramote (*Penaeus kerathurus*).

L'identification des espèces prélevées au niveau du port confirme la dominance des trois espèces indiquées. Ainsi leur biométrie a révélée un dimorphisme net chez *P. longirostris* et *A. antennatus* où les femelles représentent un poids et une longueur strictement supérieurs à ceux des mâles.

Physiologiquement la chair de crevette renferme en moyenne trois quarts de sont poids en eau et un quart en matière sèche, cette dernière est plus abondante chez les femelles de la matsagoune, et plus faible chez la femelles de la crevette rouge par rapport au autres sujets. La matière inorganique incluse varie de 7,5 à 10,6% du poids de la matière sèche, soit disant de 1,7 à 3,45% du poids total.

La teneur de la chair de ces animaux en protéines, glucides et lipides diffère suivant le sexe et l'espèce à l'exception de la matsagoune où le sexe n'a pas d'influence sur cette teneur. De telle sorte que, les protéines constituent de 8,5 à 12,5 %, les glucides de 0,7 à 1,2 % et les lipides de 1 à 1,25 % du poids total de la chair crue.

L'analyse qualitative des lipides totaux par chromatographie sur couche mince a mis en évidence la présence de plusieurs classes lipidiques dont le cholestérol, les mono et diglycédides et plusieurs acides gras libres saturés et insaturés.

Aussi la spectroscopie d'absorption atomique a permis d'identifier et quantifier cinq éléments minéraux à savoir : le zinc, le cuivre, le manganèse, le plomb et le cadmium.

En perspective de ce travail, nous espérons poursuivre l'analyse qualitative des lipides par chromatographie en phase gazeuse CPG, des protéines par électrophorèse sur gel ou par HPLC, et aussi de doser les minéraux les plus dominants : le magnésium, le sodium, le chlore, le phosphore, le potassium et le calcium, avec les vitamines, sans oublier de suivre la pollution de ces animaux par les métaux lourds.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- Abdenmour C. et al., 2000:** Trace metals in marine brackish and freshwater prawn (Crustacea, Decapoda) from northeast Algeria. ©*Hydrobiol.*, **436**: 217-227.
- Ait Abdelouhab N., 2007 :** Microbiologie alimentaire 2^{ème} édition © Office des publications universitaires *BenAkoun (Alger)*. **147** :13-16, 76-88.
- Aoul J., 1989 :** Biochimie illustrée. ©*Delachaux, Paris*. 236 p.
- Beaumont A., Cassier P. & Truchot J.P., 1998 :** Biologie et physiologie animale. Cours et questions de révision. Edition ©*DUNOD*. 534 p.
- Bezzazel N., 2001 :** Contribution à la physiologie de la crevette *penaeus kerathurus* : sécrétion cuticulaire, corrélations métaboliques et hormonales. Thèse de magister en science de mer. Option : Biologie et physiologie des organismes marins, Département de sciences de la mer, Université de Annaba. 75 p.
- Bobbitt J.M., Schwarzing A.E& Gritter R.J., 1972 :** Introduction à la chromatographie. ©*Lavoisier*, pp 47.
- Borel J.P & Sternberg M., 1995 :** Biochimie et biologie moléculaire illustrées. Edition ©*Frisson-Roche*. 459 p.
- Borsa P. & Millet B., 1992 :** Recruitment of the clam *Ruditapes decussatus* in the lagoon of thau, *Mediterranean, Estuarine*. Coastal and shelf science., **35** : 289-300.
- Bradford M. M., 1976:** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities on proteins utilizing the principe of protein-dye binding. © *Anal. Biochem.*, **72** : 248-254.
- Campillo B & Jacotot B, 1998 :** Nutrition humaine. ©*Frisson*. p 33.
- Chalabi L., 2001 :** Cycle de reproduction et composition biochimique de la palourde *Ruditapes decussatus* dans la baie d'Alger. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, **36** : 370.
- Cognie D., 1970 :** Contribution à l'étude de la biologie de *Penaeus kerathurus* (Crustacé, Décapoe) en fonction du cycle d'intermue. Thèse Doctorat de spécialité. Université Aix Marseille II. 38 p.
- Comelade E., 1995 :** Technologie des aliments et hygiène alimentaire. Tome 2 ©*Jacques Lanore* 5^{ème} édition, 239 p.
- Dauviller P., 1998 :** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. ©*Lavoisier* : pp 91.
- Delaunay J., 1988 :** Biochimie. ©*Herman* édition. 197 p.
- Della Santa E, 1984 :** Biologie Animale 2^{ème} édition, ©*Masson*. 154 p.32-37.

- Duchateau G. & Florkin., 1959.** sur la tréhalosémie des insectes et sa signification. *Insect. Pysiol. Biochem.*, **67** : 306-314.
- FAO., 1992 :** Conduite de petites enquêtes nutritionnelles. Manuel de terrain. ©Rome. 180 p.
- FAO/OMS., 1992 :** Les grandes enjeux des stratégies nutritionnelles. Promotion du régime alimentaire et de mode de vie sains. Document thématique N°5. ©Italie. 37 p.
- Favier J.C. et al., 1995 :** Répertoire général des aliments, table de composition. Techniques et documentation *Indra, Ciquel, Regal.* 809 p.
- Fisher W. et al., 1987 :** Méditerranée et mer noire, zone de pêche 37. Végétaux et invertébrés. Volume 1 (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture). 760 p.
- Frénot M. & Vierling E., 2001 :** Biochimie des aliments. 2^{ème} édition : diététique du sujet bien portant. ©Biosciences et techniques. 285 p.
- Goldsworthy G. J., Mordue W. et Guthkelch J., 1972 :** Studies on insect adipokinetic hormones. *Gen. Comp. Endocrinol.*, **18 (3)** :545.
- Ghorab I., 2002 :** Etude comparative de trois espèces de crevettes penaeidés : aspect biométrique et biochimique. Thèse de magister en physiologie animale, option : ecotoxicologie. Université de Annaba, Algérie. 96 p.
- Grassé P-P., 1996 :** Traité de zoologie : anatomie, systématique et biologie. ©Masson. 432 p.
- Grassé P-P et Doumenc, 1998 :** Zoologie des invertébrés. 6^{ème} édition de l'abrégé Zoologie invertébrés ©Masson, Paris.
- Guiraud J.P., 1998 :** Microbiologie alimentaire. ©DUNOD. 756 p.
- Huberman A., 2000 :** Shrimp endocrinology. A review. *Aqua.*, 911 : 191-208.
- Journal officiel :** Arrêté du 03 Juillet 1997 fixant les tailles minimales marchandes des espèces halieutiques.
- Kabouche Z., 2007 :** Cours et exercices de chromatographie. ©Dar El-Fadjr. 127 p.
- Keith P. et al., 1985 :** Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce de Polynésie Française. ©Tipic.
- Kruh J., 1998 :** Biochimie. Biologie cellulaire et moléculaire. ©Herman édition. 474 p.
- Labiod A., 1986 :** Enquête sur les crustacés pêchés dans la région d'Annaba : Biométrie, Histologie du tégument et détermination du rapport chitine-protéines chez les deux espèces les plus communes. Mémoire D.E.S. Université d'Annaba. 58 p.
- Levi D. ; Andreolib M.G. et Giustoa R.M., 1994 :** First assessment of the rose shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) in the central Mediterranean. © 1995 Elsevier *Science B.V.* vol **21**. p.375-393.

- Luisot P., 1996 :** Biochimie. (Générale et médicale, structurale, métabolique, sémiologique) 4^{ème} édition. ©Simep.92-111 p.
- MSDA : Manuel Suisse des Denrées Alimentaires, 1999 :** Denrées Alimentaires Spéciales. Chap.22. Nouvelle édition française.
- Marangos C. et al., 1988 :** Variation des teneurs en protéines de l'hémolymphe, de l'hépatopancréas et de l'ovaire de *Penaeus schmitti* au cours de la maturation ovarienne (*Crustacea, Decapoda, Peneidae*). *Arch. Int. Physiol. Bioch.*, **96** : 179-190.
- Morsli M. S., 1994 :** Effets d'un dérivé de la benzoyl phénylurée, le dimilini sur la physiologie de *Penaeus kerathurus* (Crustacés, Décapodes). Etude structurale et biologique. Thèse de Magister en Ecotoxicologie Animale. Université d'Annaba. 90 p.
- Moussard C., 2002 :** Biochimie structurale et métabolique. 2^{ème} édition (médecine, pharmacie, sciences). ©De boeck. 85-97 p.
- OIML: Organisation Internationale de Métrologie Légale R100, édition 1991(F) :** Spectromètres d'absorption atomique pour la mesure des polluants dans l'eau.
- Paulmier G.,1996 :** Crustacés profonds capturés aux casiers aux Antilles françaises. ©IFREMER. 39p.
- Richard N., 2006 :** Effet du taux et de la nature des lipides alimentaires sur les mécanismes intervenant dans la constitution des dépôts lipidiques (transport, captage, synthèse) chez la truite arc-en-ciel et le bar. Thèse doctorale en science des aliments et nutrition à l'université de Bordeaux I (n° d'ordre : 3315). **153p** :39-42.
- Robertson N. L. et al., 1987:** Practical molt staging of *Penaeus setiferus* and *Penaeus stylirostris*. *J. world. Aqua. Soc.*, **18(3)** :180-185.
- Shibko S. et al., 1966:** A method for the sequential quantitative separation and glycogen from a single rat liver homogenate or from a subcellular fraction. ©*Analyt. Biochem.*, **19** : 415-428.
- Tremoliere J. et al., 1992 :** Manuel d'alimentation humaine : les aliments. 2^{ème} édition ©ESP. Paris. 516 pp.
- Vanderzant et al., 1972 :** Numerical taxonomy of Coryneform bacteria isolated from Pond-Reared Shrimp (*Penaeus aztecus*) and Pond water. © American Society For Microbiology. Vol. **23**. p.38-45.
- Walker J & Wilson K., 1997:** Practical biochemistry.©*Biotech*. pp 93.
- Weil J.H, 2005 :** Biochimie générale. 10^{ème} édition ©DUNOD, Paris. 726 p.
- Yuan J. al., 2000.** Prostaglandin E₂-Stimulated secretion of protein in the salivary glands of the lone star tick via a phosphoinositide signalling. *Insect. Biochem. Biol.*, **30**: 1091-1098.

ANNEXES

Annexe 1 : Courbes de référence utilisées dans l'absorption atomique

Figure A : Courbe d'étalonnage du manganèse 'Mn'.

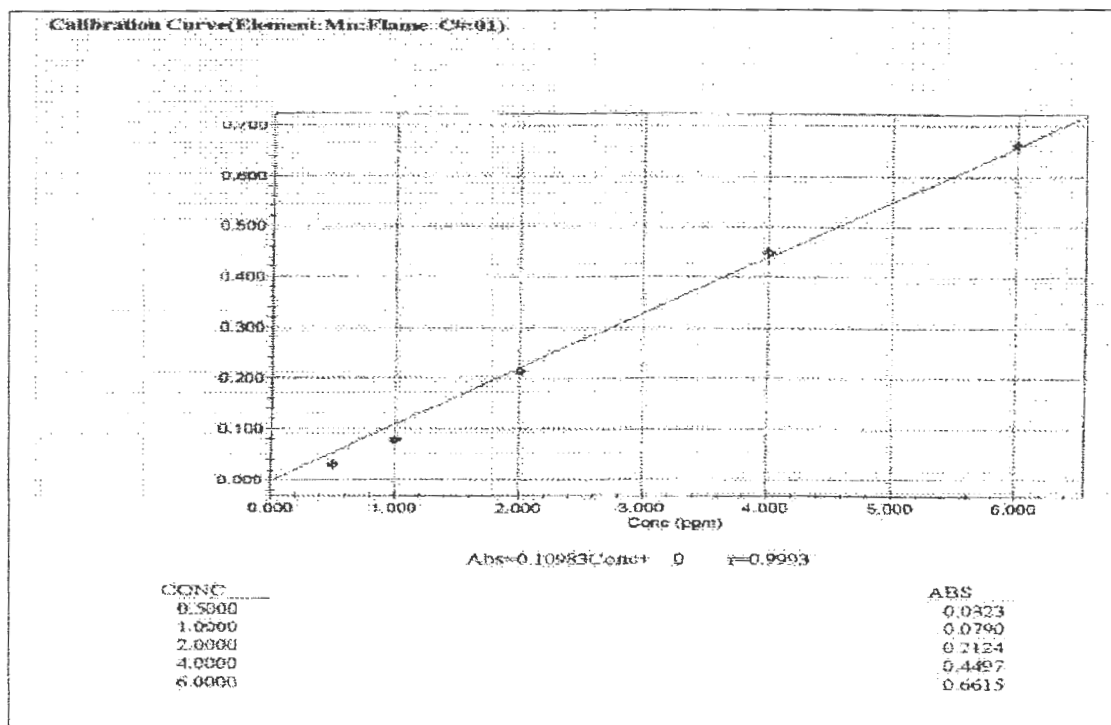


Figure B : Courbe d'étalonnage du cuivre 'Cu'.

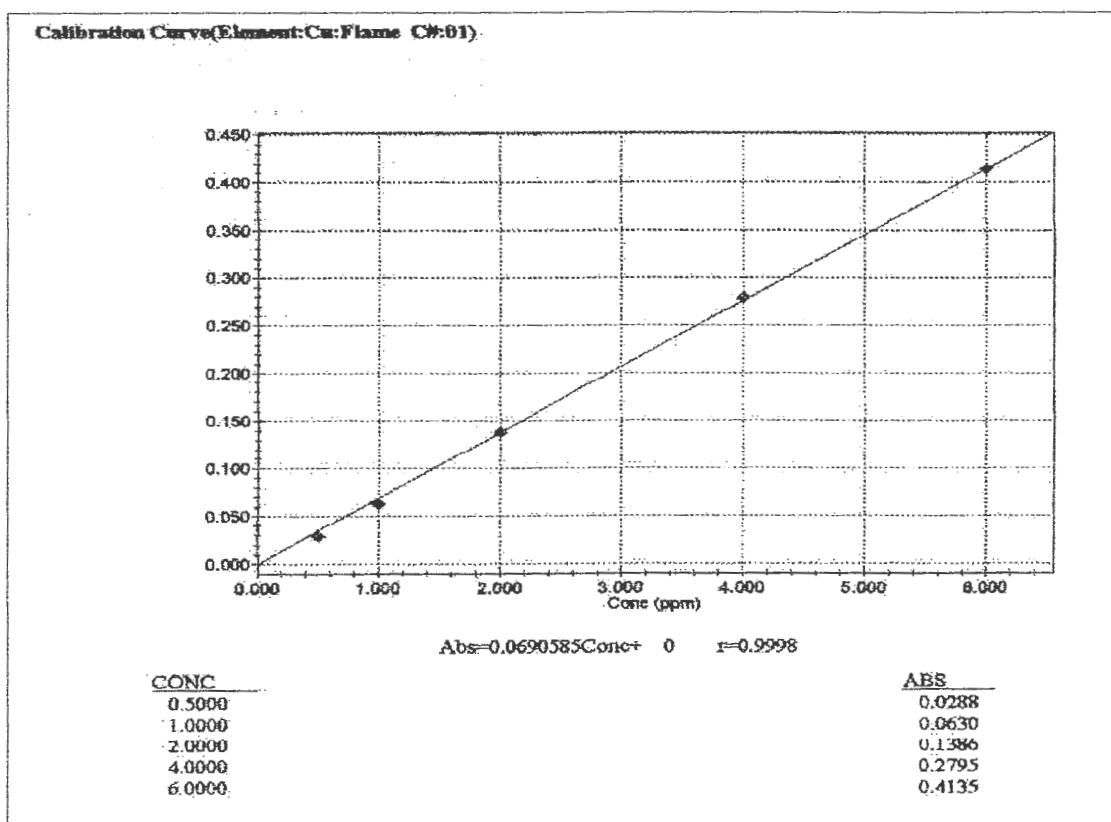


Figure C : Courbe d'étalonnage du zinc 'Zn'.

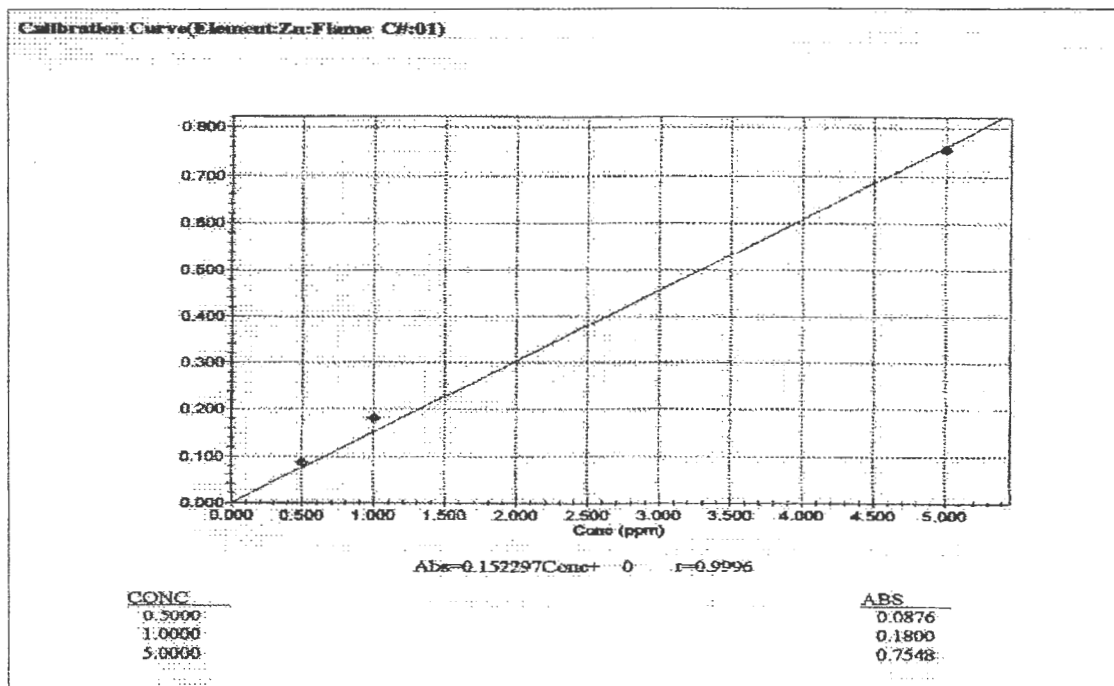
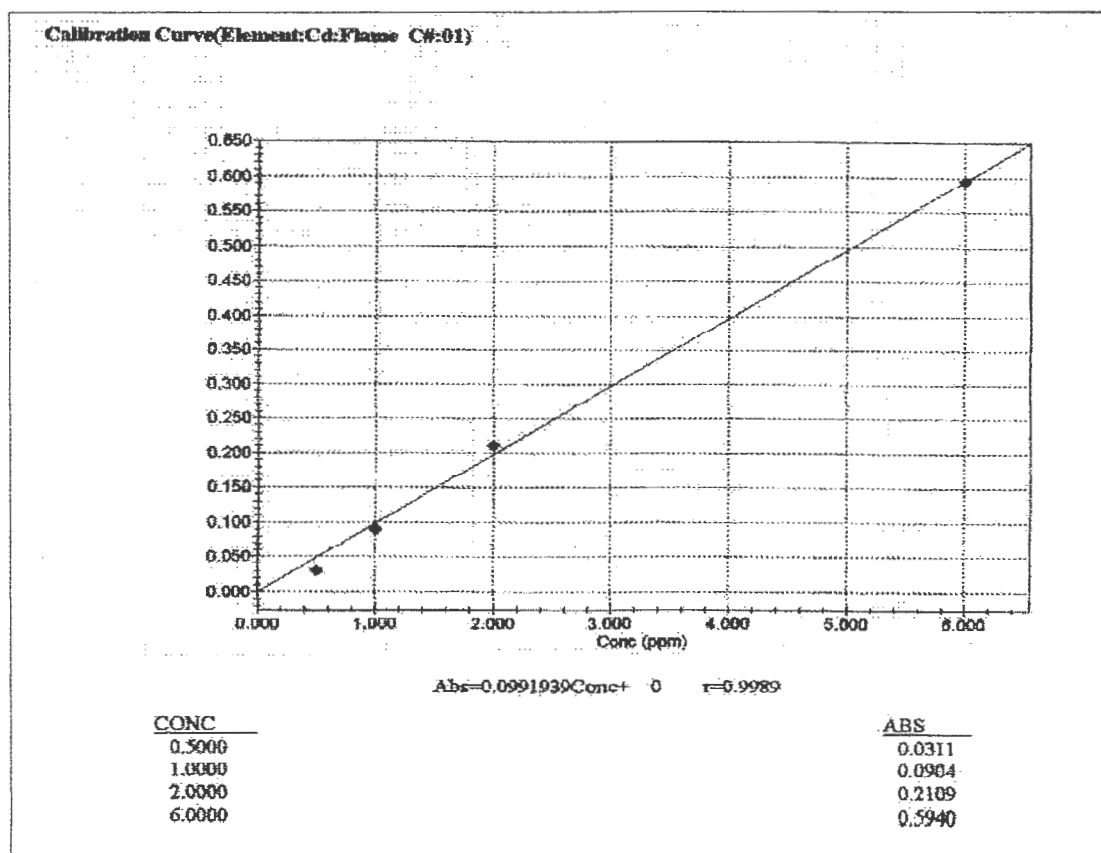


Figure D : Courbe d'étalonnage du cadmium 'Cd'.



Annexe II : Aperçu sur le chromatogramme CCM

Figure A: Migration des témoins lipidiques sur plaque CCM.

Témoin 1 : Acides gras libres : stéarique, palmitique, oléique et linoléique.



Témoin 2 : Huile de tournesol, cholestérol libre et le mélange des acides gras libres.

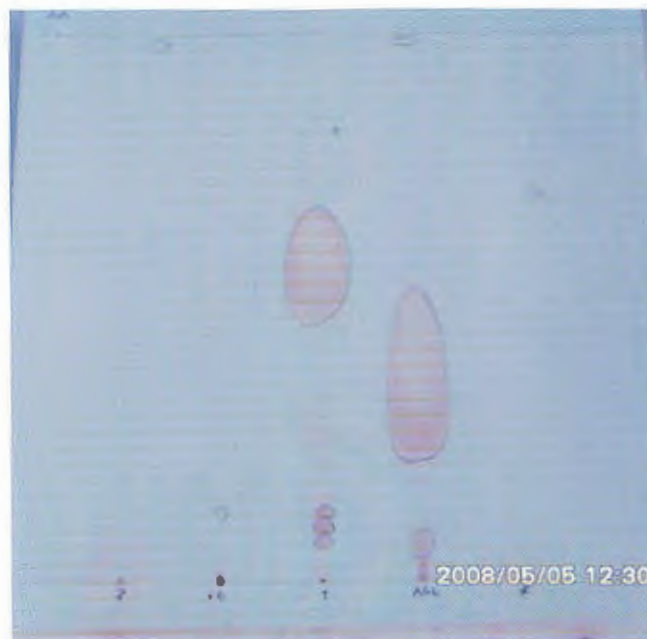


Figure C : Migration des lipides des échantillons sur plaque CCM.



« Etude quantitative et qualitative de la chair des crevettes pêchées au niveau de la baie de Jijel »

Thème soutenu le 02/07/2008 par : Bennacer K ; Bekkioua Dj et Boutria S.

en vue de l'obtention du diplôme de : l'ingénieur d'état en biologie.

Option : Contrôle de Qualité et Analyses.

المخلص

الدراسة البيوقياسية ثم التحليل الكمي و النوعي للحم الأنواع الثلاثة من الجمبري الأكثر اصطيدا في خليج جيجل (*P.longirostris*, *A.antennatus*, *P.kerathurus*) أمكننا من إثبات الاختلاف الجنسي على مستوى الطول و الوزن و كذا على مستوى المحتوى البروتيني، السكري و الدهني عند النوعين *P.longirostris* et *A.antennatus* على عكس *P.kerathurus* التي لم تظهر هذا الاختلاف. و في المقابل تم إثبات اختلاف هذه المؤشرات من نوع إلى آخر تبعا للدراسة الإحصائية (AV2). كما أظهر التحليل النوعي للدهون احتواءها على عدة أنواع من الليبيدات : الكلسترول، الأحماض الدهنية المشبعة و غير المشبعة ... تحليل المادة المعدنية بواسطة الامتصاص الذري أوضح زيادة غير عادية في تركيز الزنك و الرصاص مقابل انخفاض طفيف في مستوى النحاس مقارنة مع الدراسات السابقة.

Résumé

L'étude biométrique ainsi que l'analyse qualitative et quantitative de la chair, portées sur les trois espèces de crevettes les plus répandues dans la baie de Jijel (*P.longirostris*, *A.antennatus* et *P.kerathurus*) ont prouvé le dimorphisme sexuel et la différence au niveau du poids et longueur, ainsi au niveau du contenu protidique, glucidique et lipidique chez *A.antennatus* et *P.longirostris* en revanche *P.kerathurus* n'a révélé aucune différence.

En parallèle, il a été prouvé que ces paramètres varient d'une espèce à l'autre suivant l'analyse de la variance (AV2).

L'analyse qualitative des graisses de la chair a montré sa teneur en plusieurs classes lipidiques : cholestérol, AGS, AGI...

L'analyse de la matière inorganique par SAA a démontré une augmentation anormale des concentrations du zinc et du plomb contre une diminution de celle de cuivre par rapport aux études réalisées.

Abstract

The biometric study, then the qualitative and quantitative analysis of the flesh related to the three shrimp species the most met in bay of Jijel (*P.longirostris*, *A.antennatus* and *P.kerathurus*) proved the sexual dimorphism and the difference of weight and length, thus at protidic, glucidic and lipidic contain at *A.antennatus* and *P.longirostris* on the other hand with *P.kerathurus* which did not reveal any difference.

In parallel, it is proven that these parameters vary from one species to another following the analysis of variance (AV2).

Thus the qualitative analysis of greases showed its content of several lipidic classes: cholesterol, saturated and unsaturated fatty-acids ...

The analysis of the inorganic matter with AAS shows an abnormal increase in the concentrations of zinc and lead against a reduction in that of copper compared to the studies carried out.

Mots clés: crustacés, *Parapenaeus longirostris*, *Aristeus antennatus*, *Peneus kerathurus*, CCM, SAA, stade D, biométrie, nutriments, baie de Jijel