

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة جيجل
كلية علوم الطبيعة والحياة
المخبرية
1539



04.05/09
02
02

Université de JIJEL
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire

Mémoire de Fin d'Etudes en vue de L'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat
En Biologie

Option : Contrôle de Qualité et Analyses

Thème

**Analyse des différentes classes
lipidiques dans la chair de quelques
espèces de crustacés**

Membres de jury :

Président : Mr Dr. Idoui T.

Examinatrice : M^{elle} Derai H.

Encadreur : M^{elle} Ghorab I.

Réalisé Par :

Behane Nisma

Bouanani Souad

Hachhouche Messaouda



Promotion 2009

Remerciements

Tout d'abord nous tenons à remercier « ALLAH » notre créateur pour la persévérance, la force et le courage qui nous a donné afin d'accomplir ce modeste travail.

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^{lle} 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 :

Docteur IDOUI Taïb chef du département de biologie moléculaire et cellulaire qui d'avoir accepté de présider le jury de soutenance.

M^{lle} DERAÏ Hedjla, d'avoir consacré du temps pour examiner ce manuscrit.

Nous ne terminons pas sans avoir exprimé nos vifs remerciements à tous les enseignants de biologie qui nous ont suivis durant notre cycle de formation pendant de nombreuses années.

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 réaction de ce travail.

Aux personnels de la DCP de la Wilaya de Jijel, en particulier Mr BRIHMOUCHE M.

Sans oublier tous nos amis, collègues, laborantins et tous nos proches pour leur compréhension et leurs encouragements.

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

1^{ier} partie : Etude bibliographique

Chapitre I : Secteur de pêche de la wilaya de Jijel

I.1. Production totale du secteur.....	2
I.2. La production halieutique de la wilaya de Jijel par groupe d'espèce et par port (année 2008)	2
I.3. Production de crevettes.....	3
I.3.1. Evolution du nombre d'unités crevettières.....	4
I.3.2. Zones de pêche.....	4
I.3.3. Les engins de pêche.....	4
I.3.4. Période de pêche	5

Chapitre II : Les crevettes

II.1. Les décapodes.....	6
II.2. Les décapodes Macroure, nageurs ou Natantia.....	6
II.2.1. Les pénéidés.....	6
II.2.2. Les caridés ou eucyphidés.....	6
II.2.3. Cycle biologique des crevettes.....	7
II.3. Présentation des espèces étudiées.....	9
II.3.1. <i>Palaemon serratus</i> (pennant, 1777).....	9
II.3.2. <i>Parapenaeus longirostris</i> (lucas, 1846).....	10
II.3.3. <i>Aristeus antennatus</i> (Risso, 1816).....	11

Chapitre III : Microbiologique et conservation des crevettes

III.1. La flore microbienne commensale des produits de la mer.....	12
III.2. Evolution des flores microbiennes	12
III.3. Support biochimique d'altération.....	12
III.4. Aspect sanitaire.....	13
III.5. Les méthodes de conservation des mollusques et des Crustacés.....	13
III.5.1. Conservation par réfrigération.....	13
III.5.2. conservation industrielle par stérilisation.....	14
III.5.3. Conservation par ionisation.....	14
III.5.4. Conservation par déshydratation.....	14
III.5.5. Conservation en solution et par addition	14
III.5.6. Le sirimi.....	15

Chapitre IV : Lipides et micro nutriments

IV.1. Les lipides.....	16
IV.1.1. Source et structure.....	16
IV.1.2. Les acides gras.....	16
IV.1.2.1. Classification des acides gras.....	16
IV.1.2.2. Propriétés physiques des acides gras.....	17
IV.1.2.3. Propriétés chimiques des acides gras.....	18
IV.1.2.4. Rôle des acides gras essentiels (AGE).....	19
IV.1.3. Le cholestérol.....	20
IV.1.3.1. les propriétés physicochimiques du cholestérol.....	20

IV.1.4. Lipoprotéines.....	21
IV.1.4.1. Classification des lipoprotéines.....	22
IV.1.5. Classification des Lipides.....	22
IV.1.5.1. Les lipides simples ou ternaires.....	23
IV.1.5.2. Les lipides complexes.....	23
IV.1.5.3. Le rôle des lipides.....	25
IV.2. Les vitamines.....	25
IV.2.1. Définition.....	25
IV.2.2. La classification.....	26
IV.2.2.1. Les vitamines hydrosolubles.....	26
IV.2.2.1.1. La vitamine C ou acide ascorbique.....	26
IV.2.2.1.2. La vitamine B ₁ ou thiamine.....	26
IV.2.2.1.3. La vitamine B ₂ ou riboflavine.....	27
IV.2.2.1.4. La vitamine B ₃ ou niacine.....	27
IV.2.2.1.5. La vitamine B ₅ ou acide pantothénique.....	27
IV.2.2.1.6. La vitamine B ₆ ou pyridoxine.....	28
IV.2.2.1.7. La vitamine B ₈ vitamine H ou biotine.....	28
IV.2.2.1.8. La vitamine B ₉ ou acide folique.....	28
IV.2.2.1.9. La vitamine B ₁₂ ou cobalamine.....	29
IV.2.2.2. Les vitamines liposolubles.....	29
IV.2.2.2.1. La vitamine A ou axérophthol ou rétinol.....	29
IV.2.2.2.2. La vitamine D ou calciférol.....	30
IV.2.2.2.3. Vitamine E ou α -tocophérol.....	31
IV.2.2.2.4. La vitamine K.....	31

IV.3. Les minéraux.....	33
IV.3.1. Les oligo-éléments.....	33

2^{ème} partie : Partie pratique

Chapitre I : Matériel et Méthodes

I.1. Test de la fraîcheur.....	38
I.2. Identification des espèces.....	39
I.3. Analyse nutritionnelle.....	40
I.3.1. Prélèvement des échantillons pour l'analyse nutritionnelle.....	40
I.3.2. Dosage des lipides totaux.....	42
I.3.3. Dosage de cholestérol.....	43
I.3.4. Dosage des triglycérides.....	44
I.3.5. Dosage de cholestérol-HDL et cholestérol-LDL.....	45
I.3.6. Analyse qualitative des lipides par CPG	46
I.4. Analyse des vitamines par HPLC.....	48
I.4. 1. Description de l'appareil HPLC.....	48
I.4.2. Saponification et extraction de la vitamine D ₃	49
I.4.3. Saponification et extraction de la vitamine E	50
I.5. Analyse de la matière minérale par la spectrophotométrie d'absorption atomique.....	51
I.6. Analyse statistique des données.....	52
I.6.1. Régression linéaire	52
I.6.2. Analyse de la variance à deux critères de classification.....	52

Chapitre II : Résultat

II.1. Test de fraîcheur.....	53
------------------------------	----

II.2. Dosage des lipides	53
II.2.1. Réalisation de la courbe de référence.....	53
II.2.2. Teneur des échantillons en lipides (méthode de Goldsworthy).....	54
II.2.3. Teneur des échantillons en lipides (technique de Folch).....	54
II.2.4. Teneur des échantillons en cholestérol.....	55
II.2.5. Teneur des échantillons en triglycérides.....	56
II.2.6. Teneur des échantillons en HDL.....	56
II.2.7. Teneur des échantillons en LDL.....	57
II.3. Analyse de la matière minérale.....	58
II.3.1. Teneur des échantillons en zinc.....	58
II.3.2. Teneur des échantillons en cuivre.....	58
II.3.3. Teneur des échantillons en manganèse.....	59
II.4. Analyse du contenu lipidique par CPG.....	60
II.5. Analyse qualitative des vitamines par HPLC.....	63
Chapitre III : Discussion	65
Conclusion et perspective	69
Annexe	

LISTE DES ABRIVIATIONS

Et al :	Et collaborateurs
T/min	Tours par minute
R² :	Coefficient de détermination
AGE :	Acides Gras Essentiels
AGS :	Acides Gras Saturés
AGIS :	Acides Gras Insaturés
AGMI :	Acides Gras Mono Insaturés
AGPI :	Acides Gras Poly Insaturés
AGLPI :	Acides Gras à Longue Chaine Polyinsaturés
AQR :	Apport Quotidien Recommandé
ADN :	Adénine Désoxynucléotide
ATP :	Adénine Triphosphate
AMP :	Adénine Monophosphate
ACP :	Acyl Carrier Protéine
apo :	Apolipoprotéine
BHT :	Butyl Hydroxy-Toluéne
CLHP :	Chromatographie Liquides à Haute Performance
CM :	Chylomicron
COA :	Coenzyme A
CPG :	Chromatographie en phase gazeuse
D.O :	Densité Optique
FMN :	Flavine Mononucléotide
FAD :	Flavine Monophosphate
HCL :	Acide Chlorhydrique
HDL :	High Density lipoprotein
Hg :	Mercure
HNO₃ :	Acide nitrique
IAA :	Industrie agroalimentaire

KOH :	Potasse alcoolique
LDL :	Low Density Lipoprotein
LPL :	Lipoprotéine lipase
NaCl :	Chlorure de sodium
NAD :	Nicotine Amide Dinucléotide
NADP :	Nicotine Amide Dinucléotide Phosphate
SAA :	Spectrométrie d'Absorption Atomique
TCA :	Acide Trichlorhydrique
TMA :	Triméthylamine
UV :	Ultra-violet
VLDL :	Very Low Density Lipoprotein

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Evolution de la production halieutique à Jijel au cours des dix dernières années.	2
2	Production halieutique de la wilaya de Jijel par groupe d'espèce et par port (année 2008).	3
3	production des crevettes des dix dernières années à Jijel (en tonne).	3
4	Evolution du nombre d'unités crevettières à Jijel au cours de la dernière décennie.	4
5	Les propriétés des différentes classes des lipoprotéines.	22
6	Les sources alimentaires des vitamines et les apports quotidiens recommandés chez les adultes.	32
7	Réalisation de la gamme d'étalonnage des lipides.	42
8	Réactifs utilisés	43
9	Solution de travail	43
10	Réactifs utilisés	44
11	les solutions de travail	45
12	Réactifs utilisés	45
13	La précipitation des VLDL et des LDL	46
14	les conditions de mesure par l'absorption atomique à flamme.	52
15	Réalisation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des lipides ($m \pm s$, $n=3$).	53
16	les résultats du dosage des lipides exprimés en mg/100mg de la chair ($m \pm s$) des trois espèces mâles et femelles.	54
17	La teneur des lipides en mg/100mg de la chair ($m \pm s$) des espèces mâles et femelles des trois espèces.	54
18	Les résultats du teneur de cholestérol total exprimés en mg/100mg de la chair ($m \pm s$) des trois espèces mâles et femelles.	55

20	Les résultats du teneur des HDL exprimés en mg/100mg de la chair (m±s) des trois espèces mâles et femelles.	56
21	Les résultats du teneur des LDL exprimés en mg/100mg de la chair (m±s) des trois espèces mâles et femelles.	57
22	Concentration du Zinc exprimée en µg/g de la chair (m±s) des trois espèces mâles et femelles.	58
23	Concentration du Cuivre exprimée en µg/g de la chair (m±s) des trois espèces mâles et femelles.	59
24	Concentration du Manganèse exprimée en µg/g de la chair (m±s) des trois espèces mâles et femelles.	59

Liste des figures et des photos

Figure	Titre	Page
1	Evolution de la production halieutique à Jijel au cours des dix dernières années.	02
2	Production des crevettes des dix dernières années à Jijel (en tonne).	04
3	Cycle de développement d'un crustacé.	08
4	Propriété du cholestérol.	21
5	Extraction des lipides.	41
6	Schéma représentatif du seuil de signification.	52
7	Courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la solution mère, (R^2 : Coefficient de détermination).	53
8	Taux des lipides en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces concernées.	54
9	Taux des lipides en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces concernées.	55
10	Taux de cholestérol total en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces concernés.	55
11	Taux des triglycérides en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces concernés.	56
12	Taux des HDL en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces concernées.	57
13	Taux des LDL en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces ; <i>P.serratus</i> C1, <i>P.longirostris</i> C2 et <i>A.antennatus</i> C3.	57
14	Concentration du zinc exprimé en $\mu\text{g/g}$ de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces ; <i>P.serratus</i> C1, <i>P.longirostris</i> C2 et <i>A.antennatus</i> C3.	58
15	Concentration du cuivre exprimé en $\mu\text{g/g}$ de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces ; <i>P.serratus</i> C1, <i>P.longirostris</i> C2 et <i>A.antennatus</i> C3.	59

16	Concentration du manganèse exprimé en $\mu\text{g/g}$ de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces ; <i>P.serratus</i> C1, <i>P.longirostris</i> C2 et <i>A.antennatus</i> C3.	60
17	Chromatogramme des acides gras contenus dans la chair des femelles de <i>P. serratus</i> (C1).	60
18	chromatogramme des acides gras contenus dans la chair des mâles de <i>P. serratus</i> (C1).	61
19	Chromatogramme des acides gras contenus dans la chair des femelles de <i>P. longirostris</i> (C2).	61
20	Chromatogramme des acides gras contenus dans la chair des mâles de <i>P. longirostris</i> (C2).	62
21	Chromatogramme des femelles d' <i>A. antennatus</i> (C3).	62
22	Chromatogramme des acides gras contenus dans la chair des mâles d' <i>A. antennatus</i> (C3).	63
23	Chromatogramme de référence de la vitamine D ₃ et la vitamine E.	63
24	Chromatogramme de la vitamine D ₃ contenue dans la chair des femelles d' <i>A. antennatus</i> .	64
Photo 1	Morphologie d'une crevette.	07
Photo 2	Représentation des trois espèces de crevettes. A : <i>Aristeus ntennatus</i> , B : <i>Parapeneus longirostris</i> , C : <i>Palaemon serratus</i> .	39

SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION

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

L'exploitation des ressources maritimes dans la wilaya de Jijel, au cours des dix dernières années, a connu une progression remarquable. A noter que la période entre 2004 et 2005 a connu une chute considérable de production. (Tableau 1, Figure 1)

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

Année	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
production (tonne)	3467,71	3604,82	4046,33	3920,23	6186,52	3505,13	4704	8007	8220	7680

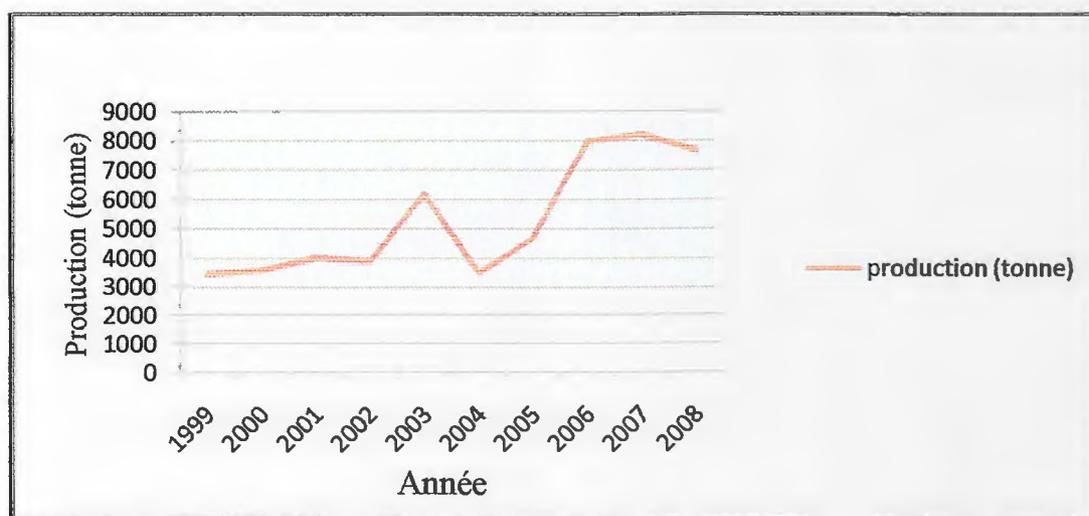


Figure 1 : Evolution de la production halieutique à Jijel au cours des dix dernières années.

I.2. La production halieutique de la wilaya de Jijel par groupe d'espèce et par port (année 2008)

La production halieutique réalisée cette année est de l'ordre de 7680 tonnes, soit 6,5% en moins par rapport à 2007 (%) (Tableau 2).

Cette régression est dû aux:

- Conditions climatiques défavorables durant la période d'été (présence de courants).

- Les sorties infructueuses ou à faible production.

Tableau 2 : Production halieutique de la wilaya de Jijel par groupe d'espèce et par port (année 2008).

Port	Jijel		Ziama Mansoria		Total Jijel+Ziama Mansoria	
Groupe d'espèce	Product° (tonne)	%	Product° (tonne)	%	Product° (tonne)	%
Poissons blancs	365,750	5,35	64,800	7,62	430,550	5,61
Poissons bleus	6334,840	92,75	744,210	87,55	7079,050	92,17
Crustacés	61,230	0,90	36,340	4,28	97,570	1,27
Squales et espadon	68,180	1,00	4,650	0,55	72,830	0,95
Total	6830,000	100	850,000	100	7680,000	100

I.3. 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) « *Parapenaeus longirostris* ». La Cheverette « *Palaemon serratus* » est une autre espèce disponible, mais il n'existe pas des statistiques indiquant sa production (Tableau 3, figure 2).

Tableau 3 : production des crevettes des dix dernières années à Jijel (en tonne). (Direction de la pêche de la wilaya de Jijel).

Année	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	69,21	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	7,95	21,7	0,27
2007	15,27	14,09	29,36	0,35
2008	13,45	21,63	35,08	0,45

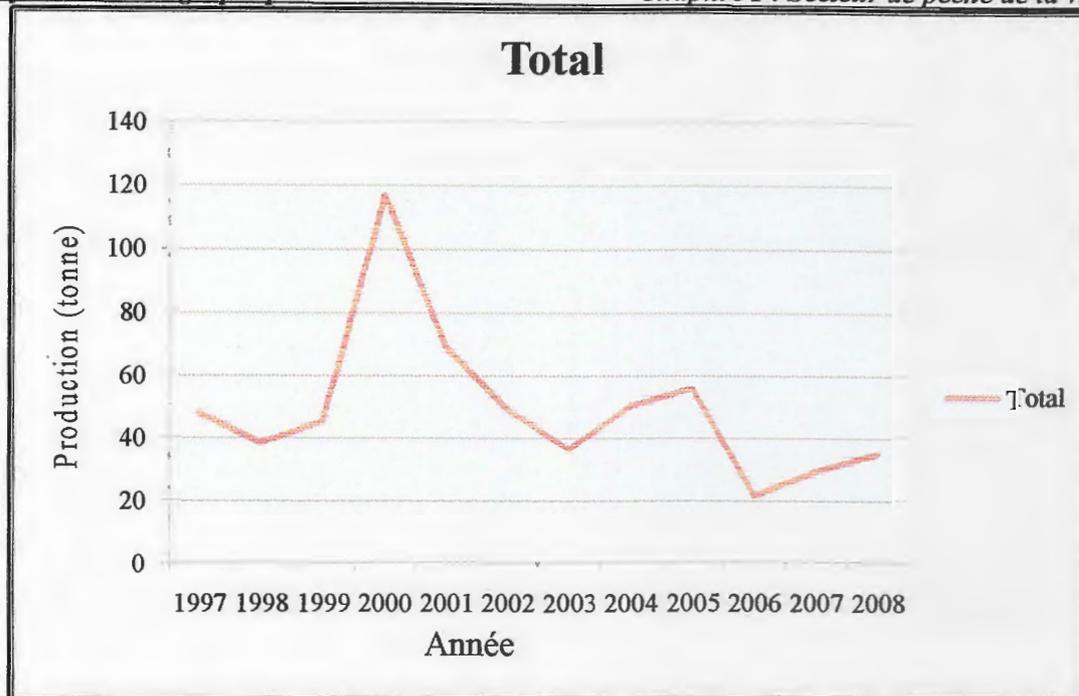


Figure 2 : Production des crevettes des dix dernières années à Jijel (en tonne).

I.3.1. Evolution du nombre d'unités crevettières

Le nombre des unités de pêche pratiquant la pêche est enregistré dans le tableau 4.

Tableau 4 : 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	2008
Nombre d'unités	11	11	10	10	09	11	13	13	16	13

I.3.2. Zones de pêche

A cause du mauvais état des chalutiers, la pêche s'effectue à l'intérieur des trois milles nautiques à des profondeurs variant entre 80 et 120 m, il faut noter que la région qui s'étend d'Elkennar jusqu'à L'Oued Zhour est la plus fréquentée par ces chalutiers

I.3.3. Les engins de pêche

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

I .3.4. Période de pêche

La période de pêche des crevettes est étalée du 1^{er} septembre jusqu'à 30 Avril de chaque année, généralement à la nuit. La réglementation Algérienne interdit la pêche dans la période du 1^{er} mai au 31 Août. Cette période correspond à la période de la reproduction des crevettes.

CHAPITRE II :
LES CREVETTES

II.1. Les décapodes

Les décapodes constituent l'ordre le plus important des malacostracés par le nombre des espèces et des formes. Il contient toutes les espèces comestibles et malgré la diversité des représentants, (Crevette, Homard, Crabe, Bernard- l'ermite), constitue un ensemble homogène (Cassier et Beaumont, 1996).

La diversité morphologique, appendiculaire, éthologique, permet de distinguer trois types principaux des décapodes : macroure, brachyoure et anomoure.

II.2. Les décapodes Macroure, nageurs ou Natantia

Les Natantia correspondent aux crevettes dont il existe plus de 1500 espèces (Cassier et Beaumont, 1996).

II.2.1. Les pénéidés

Ces crevettes marines, de mers chaudes, sont connues depuis le trias. Elles possèdent trois paires de pinces de même taille à l'extrémité des péreiopodes 4, 5,6, des dendrobranchies et, chez la femelle, un thélycum.

L'éclosion a lieu au stade nauplius, le développement est dilaté. Exemple : Avirteus, Gennadas : formes de mers profondes. Peneus, Parapenaeus, Peneopsus, formes littoral (Cassier et Beaumont, 1996).

Les crevettes pénéidés 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).

II.2.2. Les caridés ou eucyphidés

Ce groupe majeur (1200 espèces) doit vraisemblablement dériver de pénéidés ancestraux, il est connu depuis le jurassique. Les caridés ne possèdent que deux paires de pinces, leurs branchies sont des phyllobranchies. Le développement le plus souvent dilaté commence au stade zoé. Exemple : Caridina, Ortmannia, Atya, Vivent dans les eaux douces des régions chaudes. Notostomus, Nématocarcinus vivent dans les mers profondes (Cassier et Beaumont, 1996).

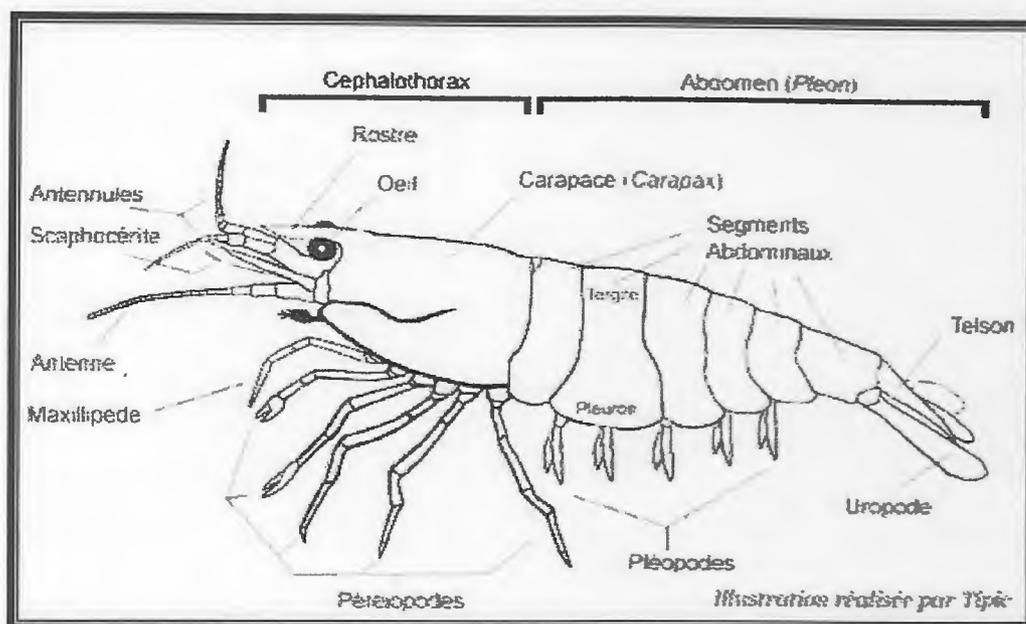


Photo 1 : Morphologie d'une crevette (Keith et al., 1985).

II.2.3. Cycle biologique des crevettes

Chez les crevettes, les œufs ne sont pas retenus par la femelle mais libérés directement dans l'eau. À l'éclosion l'organisme qui sort de l'œuf est différent de ses parents. C'est une larve. Cette dernière subit une métamorphose importante, première étape d'un cycle biologique qui requiert à la fois les eaux marines et les eaux saumâtres (Fisher et al., 1987).

Les femelles adultes, pondent leurs œufs à des profondeurs de 10 à 80m environ. L'œuf à l'éclosion donne un stade nauplius qui est une larve planctonique nageuse de 0,5 mm de long, portant un œil médian et trois paires d'appendices.

La larve nauplius subit plusieurs mues, sa croissance est sub-terminale ; elle se transforme progressivement en une larve métanauplius (Maissiat, 1998).

- **Stade métanauplius**

Larve planctonique de 0,6 mm possédant quatre métamères poste-mandibulaires et un telson pourvu d'une furca bifide.

La larve méta nauplius mue jusqu'à sept fois et se transforme en larve protozoé (Maissiat, 1998).

- **Stade protozoé**

Cette larve de 1,5 mm montre deux régions distinctes. Antérieurement l'œil nauplien est toujours fonctionnel mais les yeux composés se forment et sont visibles par transparence. Cinq paires d'appendices céphaliques sont présentes. Postérieurement, la métamérisation

début, cette région cylindrique, dépourvue d'appendice, se termine par le furca (Maissiat, 1998).

- **Stade Mysis**

Marqué par l'apparition des autres appendices abdominaux. Au cours des mues successives, les segments thoraciques et céphaliques fusionnent (Maissiat, 1998).

- **Stade post-larve**

Ce stade est caractérisé par un mode de vie semblable à celui de l'adulte. Les mues de croissance se poursuivent puis l'une d'elle, parfois accompagnée de modifications morphologiques caractéristiques, est suivie de la maturité génitale (Maissiat, 1998).

Quand les post-larves mesurent 6 à 14 mm 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 4).

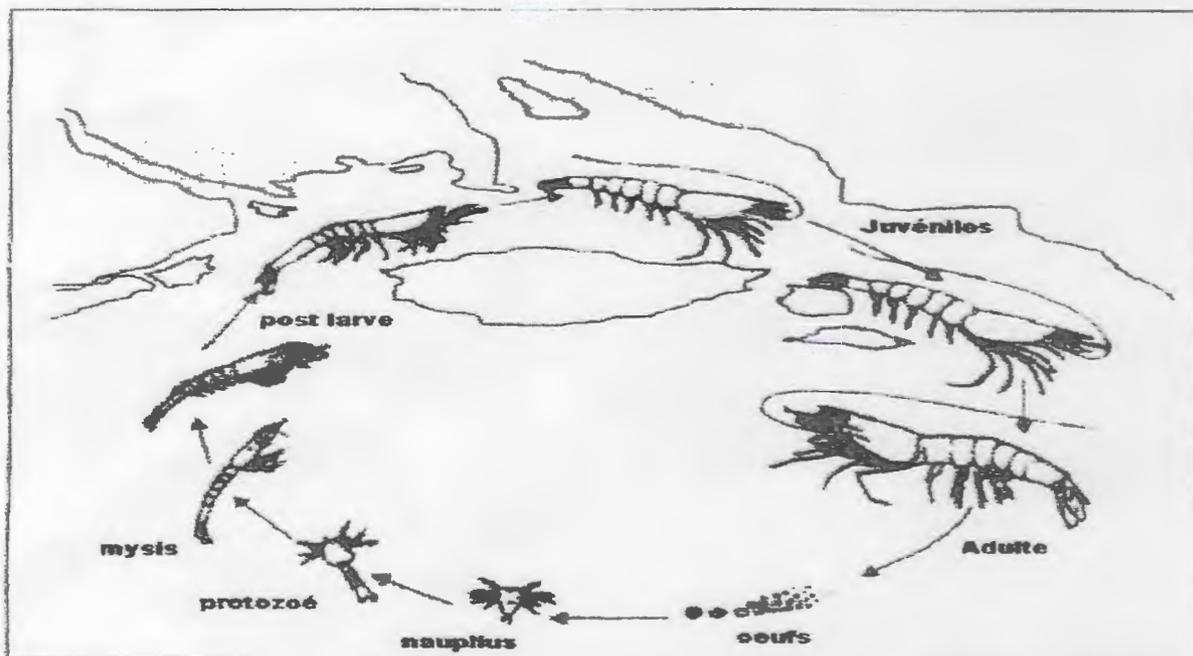


Figure 3 : cycle de développement d'un crustacé, d'après Fisher et al., 1987.

II.3. Présentation des espèces étudiées

II.3.1. *Palaemon serratus* (pennant, 1777)

Palaemon serratus est une espèce des eaux méditerranéennes et de l'atlantique nord-est, la crevette rose se rencontre du Maroc à l'Irlande et aux Pays-Bas (Cossa et al., 1990). Elle est appelée communément « chevrette » ou « bouquet » en Algérie.

En fonction de la saison et de l'âge, la chevrette se tient sur des fonds rocheux, sablo-vaseux ou à herbiers, dépassant rarement la profondeur de 50-60 m (Arzel et al., 1992).

La taille de *P. serratus* varie de 5 à 10 cm, le corps est allongé et comprimé latéralement, la tête et le thorax sont recouverts d'une carapace (Magali, 2007).

Le rostre est long, possède des épines sur le dessus et en dessous (Martin, 2000). Il est recourbé vers le haut sur sa partie distale, plus long chez le mâle que chez la femelle (Direction de la pêche de la wilaya de Jijel).

Le corps est transparent, avec bandes transversales et des lignes sombres sur les segments abdominaux et des stries longitudinales et obliques sur la carapace, des taches rouges apparaissent sur péréiopodes (Arzel et al., 1992).

Les pattes ainsi que les pinces sont bleutés avec des lignes jaunes et rouges, le telson est de forme triangulaire avec deux paires de pinces dorsales et une pointe aiguë (Magali, 2007).

Les crevettes appartenant à ces espèces sont surtout suspensivores mais mangent également des polychètes et broutent les particules sur les algues (Magali, 2007).

❖ Classification de *Palaemon serratus*

Règne:	Animal
Sous règne	Eumétazoaires
Embranchement:	Arthropoda
sous embranchement:	Mondibilata
Classe:	Crustacea
sous classe:	Malacostraca
Ordre:	Decapoda
Super famille:	Caridés
Famille:	<i>Palaemonidae</i>
Genre:	<i>Palaemon</i>
Espèce:	<i>Palaemon serratus</i> (pennant, 1777) = <i>Leander serratus</i>

II.3.2. *Parapenaeus longirostris*

Parapenaeus longirostris (Lucas, 1849) est un crustacé, décapode qui a une large distribution dans toute la méditerranée (Ghorab, 2002). Cette crevette est présente sur les fonds sablo-vaseux ou vaseux en Atlantique (Arzel et al., 1992).

C'est l'espèce la plus abondante dans la cote Est Algérienne, appelé communément en Algérie «Crevette blanche» et en France « Crevette rose ».

Elle se distingue par une carapace dorsalement carénée, presque jusqu'à son bord postérieur ; poste des épines antennaires branchiostège ; la suture postorbitaire débute au-dessus de l'épine orbitaire et se prolonge, parallèlement à la carène dorsale (Arzel et al., 1992).

Le rostre est infléchi vers le haut dépassant à peine le bord antérieur du deuxième segment du pédoncule antennulaire ; il est muni de huit dents, dont le postérieur épigastrique est nettement séparé des autres. Le telson se termine par trois grandes dents aiguës et fixes. Le thélycum des femelles avec une plaque antérieure en forme de triangle obtus (Arzel et al., 1992). La longueur totale maximum 16 cm (mâles) ; 19 cm (femelles) ; commune de 8 à 14 cm (mâles), de 12 à 16 cm (femelles) (Direction de la pêche de la wilaya de Jijel).

La coloration est rose orange avec le rostre franchement rouge ; par transparence sous la carapace, la région gastrique apparaît violet rougeâtre et les ovaires verdâtres; sur les côtés de l'abdomen des tâches orange vif au milieu de la zone d'articulation entre les segments (direction de la pêche de la wilaya de Jijel).

La période de chasse est nocturne. Cette crevette se nourrit essentiellement de petits bivalves, de petits crustacés, ainsi que de cadavres de poissons (Arzel et al., 1992).

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).

❖ Classification de *parapenaeus longirostris*

Règne:	Animal
Sous règne	Eumétozoaires
Embranchement:	Arthropoda
sous embranchement:	Mandibilata
Classe:	Crustacea
sous classe:	Malacostracea
Ordre:	Decapoda
sous ordre	Natantia
Super famille:	Penaeida
Famille:	Penaeidae
Genre:	<i>Parapenaeus</i>
Espèce:	<i>parapenaeus longirostris</i> (lucas, 1846)

II.3.3. *Aristeus antennatus* (Risso, 1816)

Aristeus antennatus est une crevette pénéidé 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.

Cette espèce est présente au dessus des fonds vaseux, des îles du cap vert au Portugal, ainsi qu'en méditerranée (Arzel et al., 1992).

C'est une crevette de grande taille, de longueur totale maximale de 22 cm, commune de 10 à 18 cm ; les mâles sont cependant nettement plus petits que les femelles. Le dimorphisme sexuel apparaît au niveau du rostre ; il est court chez le mâle, ne dépassant pas l'écaille antennaire, et très long chez la femelle.

Le bord supérieur du rostre comporte uniquement trois dents basales, avec la partie inférieure lisse. La carapace est lisse, dépourvue d'épine hépatique (Arzel et al., 1992).

Le sillon dorsal est bien clair et s'allonge de la base du rostre jusqu'au telson ; ce dernier est très étroit, comprimé latéralement et terminé en pointe (Grassé et Beaumont, 1998).

La coloration est rouge pâle ou vif, avec des bandes blanchâtres ou violacées sur la carapace. Cette crevette se nourrit essentiellement de bivalves (50%), de macroures, d'Amphipodes, Polychètes, Ophiurides. La composition des proies varie avec l'âge de la crevette (Arzel et al., 1992).

❖ Classification de *Aristeus antennatus*

Règne:	Animal
Sous règne	Eumétozoaires
Embranchement:	<i>Arthropoda</i>
sous embranchement:	<i>Mondibilata</i>
Classe:	<i>Crustacea</i>
sous classe:	<i>Malacostraca</i>
Ordre:	<i>Decapoda</i>
sous ordre	<i>Natantia</i>
Famille:	<i>Aristeidae</i>
Genre:	<i>Aristeus</i>
Espèce:	<i>Aristeus antennatus</i> (Risso ,1916).

CHAPITRE III :
MICRO BIOLOGIE
ET CONSERVATION DES
CREVETTES

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

La microbiologie du milieu aquatique va conditionner de façon importante celle des poissons, mollusques et crustacés. L'eau des rivières, des lacs et des mers contient une flore importante, ces eaux peuvent être extrêmement polluées par les rejets humains et animaux et contenir donc des germes pathogènes (*Salmonella*, *Shigella*, *Vibrio*, *Clostridium perfringens*). L'eau de mer contient une flore voisine de celle des eaux douces mais cette flore est adaptée aux conditions de salinité (Guiraud, 1998).

La chair des poissons et crustacés est riche en eau, en histidine, en azote non protéique, en phosphore 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*). On trouvera, en outre une flore propre (Guiraud, 1998).

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 l'autres disparaissent (Guiraud, 1998).

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* (Guiraud, 1998).

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 micrococci et *Bacillus*. Dans d'autres cas sont incriminés des coliformes, *Proteus*, *Clostridium*. Ces germes sont responsables de mauvais goût, de mauvaises odeurs, de surissement, de coloration ou de décoloration, de dégradation et surtout de putréfaction 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 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 :

La surgélation s'opère à -18°C , on a la congélation des filets livrés en paquets sous cellophane (Crevettes 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 et 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 (Comelade, 1995).

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 Itoil 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 (Comelade, 1995). Utilisé pour conserver les produits de la mer surtout les filets de poissons et les crustacés comme le homard (Comelade, 1995).

III.5.5. conservation en solution 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).

CHAPITRE IV :
LIPIDES ET
MICRO-NUTRIMENTS

IV .1. Les lipides

Le terme des lipides est employé pour désigner les matières grasses, huileuses ou cireuses que l'on peut extraire des organismes à l'aide de solvants organiques (**Smith et Wood, 1996**). Ce sont des dérivés naturels résultant de la combinaison d'acide gras avec un alcool ou une amine (**Kessous, 2007**).

Les lipides sont constitués d'un groupe de substances chimiquement hétérogènes qui sont insolubles dans l'eau, solvant polaire, mais soluble dans les solvants non polaires tels que le chloroforme et les hydrocarbures (**Kamoun et al., 2003**).

IV 1.1. Source et structure

Les lipides ou graisses alimentaires sont d'origine végétale et animale. Parmi les lipides d'origine végétale on distingue les huiles fluides, liquides à température de 15°C (arachide, olive, tournesol, colza, soja, maïs, pépins de raisin), solides à la température de 15°C (palme, coprah).

Les lipides ou graisses animales sont soit d'origine laitière (lait, crème, beurre) soit apportées (viandes et poissons) ou extraites des animaux terrestres (graisse de canard) ou marins (sardine).

Les lipides alimentaires sont constitués d'éléments appelés Triglycérides. Ces Triglycérides sont composés d'une molécule de glycérol sur laquelle sont accrochés trois acides gras (**Dilmi–Bouras, 2004**).

IV.1.2. Les acides gras

Les acides gras de formule générale $CH_3 - (CH_2)_n - COOH$ sont des composants majoritaires des lipides dont découlent la plupart de leurs propriétés nutritionnelles et métaboliques (**Dilmi – Bouras, 2004**). Ils sont monocarboxyliques, non ramifiés, avec un nombre pair de carbone relativement élevé. Ils peuvent être saturés ou posséder une ou plusieurs doubles liaisons (**Kruh, 1995**). Les acides gras sont les lipides les plus simples. Ils sont constitués de carbone, d'hydrogènes et d'oxygène. Ils contiennent une partie hydrophobe : une longue chaîne carbonée (**Berdeaux, Juanéda et Sébédio, 1998**). Malgré leur importance quantitative comme constituants des lipides, les acides gras se trouvent en très faible quantité à l'état libre dans la cellule (**Kessous, 2007**).

La chaîne aliphatique que hydrocarboné peut être saturée ou présenter une ou plusieurs doubles liaisons, rarement une triple liaison.

Les acides gras diffèrent entre eux par la longueur de la chaîne aliphatique, le nombre et la localisation des doubles liaisons éventuelles (**Kessous, 2007**).

IV.1.2.1. Classification des acides gras

a. Acides gras saturés (AGS)

Les acides gras saturés ne comportent que des liaisons simples ; ils ne peuvent fixer aucun autre corps sur leur molécule (Malewiak et al., 1992). Ils ont pour formule générale $CH_3 - (CH_2)_n - COOH$, le plus fréquemment rencontrés sont l'acide palmitique (C_{16}) et l'acide stéarique (C_{18}). En moins grande concentration, on trouve les acides gras ayant 12 et 14 atomes de carbone et de 20 à 24 atomes de carbone (Weil, 2001). Les acides gras saturés se rencontrent préférentiellement dans les graisses d'origine animale (Frénot et Vierling, 1997).

b. Acides gras insaturés (AGIS)

Ils possèdent une ou plusieurs doubles liaisons relativement instables, dont leur molécule. Pour cette raison, ils peuvent être l'objet de réaction d'addition et fixer de nouveaux corps (Malewiak et al., 1992).

Les acides gras à nombre impair de carbone se rencontrent chez les animaux marins, jamais chez les animaux terrestres (Kessous, 2007). L'origine la plus importante d'acides gras n-3 est représentée par les espèces de poissons, crevettes ou mollusques marins (Ferra, 2008).

Les acides gras insaturés naturels sont en général de la configuration cis (les hydrogènes se trouvant du même côté par rapport au carbone).

Cependant, les formes trans sont assez présentes dans les corps gras alimentaires (les hydrogènes situant de part et d'autre de la double liaison par rapport au carbone) (Poisson et Narce, 2003).

b₁. Acides gras monoinsaturés (AGMI)

Ces acides ne possèdent qu'une seule double liaison, très répandus dans les huiles et les graisses animales et végétales (Kessous, 2007).

b₂. Acides gras polyinsaturés (AGPI)

Ils présentent plusieurs doubles liaisons au niveau de la chaîne carbonée. Deux sont essentiels : l'acide linoléique et l'acide linoléique car l'homme est incapable d'en faire la synthèse et ils doivent donc être apportés par l'alimentation (Berdeaux, Juanéda et Sébédio, 1998). Les plus courants ont les doubles liaisons non conjuguées séparées par un groupe méthylène (Weil, 2001).

IV 1.2.2. Propriétés physiques des acides gras

a. Densité

Les acides gras, et les lipides en général, possèdent un grand nombre d'atomes légers : hydrogène et carbone. Les molécules sont volumineuses et la densité des acides est

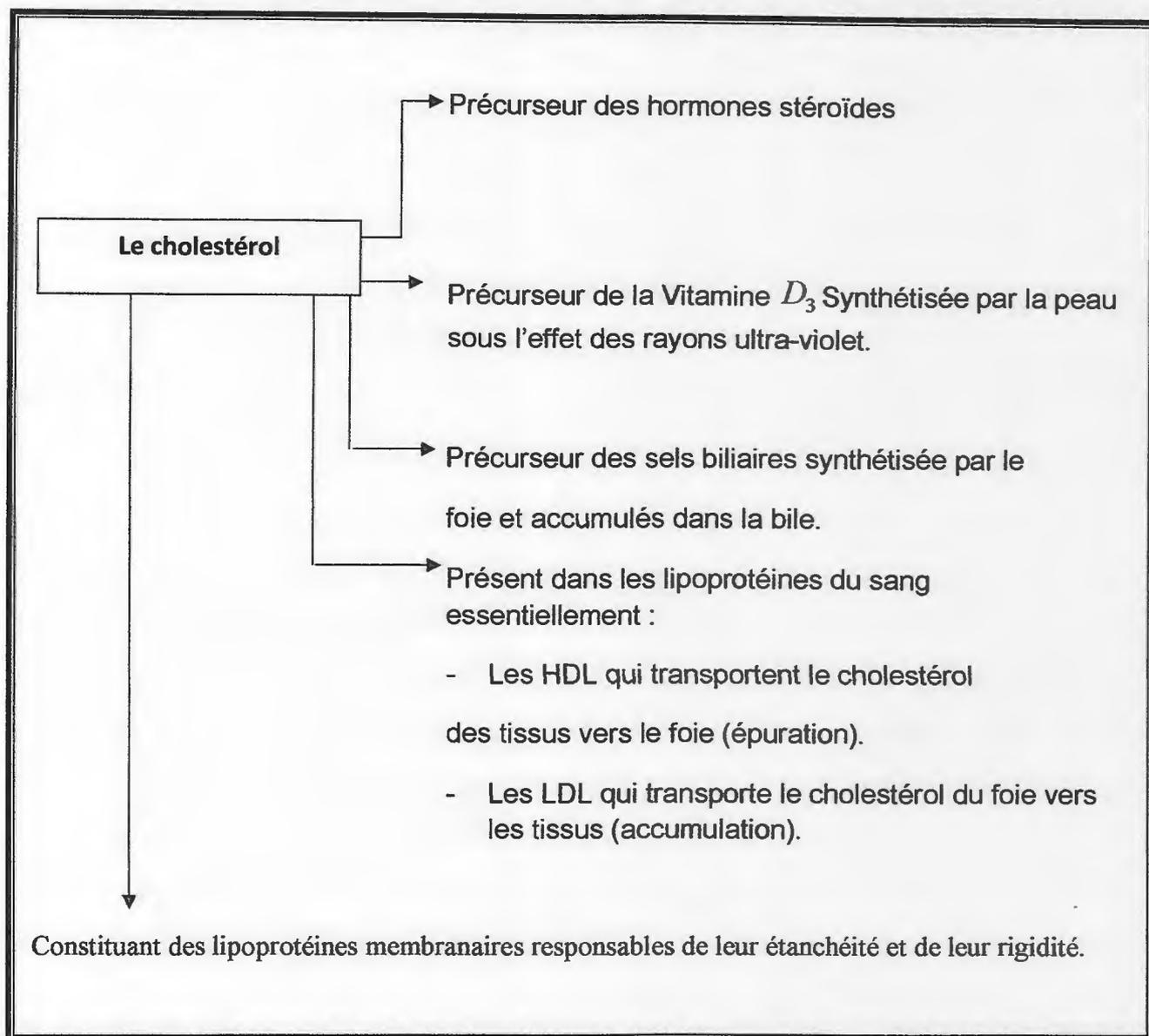


Figure 4 : Propriétés biologiques du cholestérol selon (Frénot et Vierling, 1997).

IV.1.4. Lipoprotéines

Les lipides endogènes résultant de la lipogenèse ainsi que les lipides alimentaires sont véhiculés dans les capillaires sanguins et lymphatiques jusqu'aux tissus utilisateurs, sous forme de complexes hydrosolubles appelés lipoprotéines (Richard, 2006). Qui sont synthétisé surtout dans le foie (Gilbert, 2004).

Ils sont des particules sphériques de type pseudo micelles, formées d'un noyau central apolaire contenant des triglycérides et des esters de cholestérol, entouré d'une enveloppe hydrophiles composé de phospholipides, cholestérol et de protéines appelées apolipoprotéines (Chapman, 1980 ; Babin, 1989 ; Tocher, 2003). Ils se répartissent en cinq familles : apo A, B, C, D et E (Delaunay, 1998). Ce sont en général des glycoprotéines synthétisées par les hépatocytes et/ou les anthérocytes, voire les macrophages (pour les apo E) (Delaunay, 1998).

IV.1.4.1. Classification des lipoprotéines

Les lipoprotéines se répartissent en quatre grandes classes selon leur densité. Des moins denses au plus denses (**Tableau 5**), on distingue :

- Les chylomicrons (**CM**), d'origine intestinale
- Les lipoprotéines de très faible densité (Very Low Density Lipoprotein, **VLDL**), d'origine hépatique ;
- Les lipoprotéines de faible densité (Low Density Lipoprotein, **LDL**), issues du métabolisme de VLDL ;
- Les lipoprotéines de haute densité (High Density Lipoprotein, **HDL**), d'origine hépatique et intestinale (**Moussard, 2002**).

Tableau 5 : Les propriétés des différentes classes des lipoprotéines (**Delaunay, 1998**).

Propriétés	Chylomicrons	VLDL	LDL	HDL
Densité	<0.94	0.95-1.006	1.006-1.063	1.063-1.210
Masse moléculaire moyenne Da	5×10^9	7.5-18	3.0×0.18	4.0×10^5
Taille moyenne, nm	100-1000	50	20	10
Triacylglycérols %	84	51	11	8
Cholestérol non estérifié %	2	7	8	3
Cholestérol estérifié %	5	12	37	14
Phospholipides %	7	18	22	22
Apolipoprotéine prédominantes	B	B	B	AI AII

-Les lipides majeurs des chylomicrons sont les triglycérides exogènes (d'origine alimentaire) qui sont transportés de l'intestin vers les tissus (le tissu adipeux, lieu de stockage, les muscles et le myocarde, lieux de consommation) et le cholestérol (d'origine alimentaire) qui est transporté de l'intestin vers le foie ;

-Les lipides majeurs des VLDL sont les triglycérides et le cholestérol endogènes qui sont transportés du foie vers les tissus ;

-Le lipide majeur des LDL est le cholestérol qui est transporté du foie vers les tissus ;

- Le lipide majeur des HDL (à part les phospholipides structuraux) est le cholestérol qui est transporté des tissus vers le foie (**Moussard, 2002**).

IV.1.5. Classification des Lipides

Selon la composition chimique de leur molécule, on distingue :

IV.1.5.1. Les lipides simples ou ternaires

Qui ne renferment dans leur structure que du C, H_2, O_2 . (Kessous, 2007). Les lipides simples sont des esters : leur hydrolyse libère uniquement un alcool ainsi qu'un ou plusieurs acides gras, lesquels comportent généralement de longues chaînes hydrocarbonées (Smith et Wood, 1996).

On les classe selon la nature de l'alcool qui estérifie les acides gras (Kessous, 2007).

a. Les glycérides (acyl – glycérols)

Ce sont les composés obtenus par estérification des fonctions alcool du glycérol par des acides gras (Weil, 2001).

Les glycérides sont présentes dans la quasi-totalité des tissus de tous les êtres vivants. On les trouve dans toutes les membranes cellulaires (Weil, 2001).

b. Les cérides

Il s'agit d'un alcool gras à longue chaîne estérifié par un acide gras à longue chaîne pour donner des composés à caractère cireux (Kanoun et Lavoigne, 2003).

Les cérides, ce sont les constituants des cires (cires végétales, cuticules des insectes) (Weil, 2001).

c. Les stérides

Les acides gras sont estérifiés par un stérol (Kessous, 2007). Le cholestérol est le plus abondant stérol des tissus animaux ; il est constitué de quatre cycles alcoolés, une double liaison et une fonction alcool estérifiable par un acide gras pour former un stéride (Kanoun et Lavoigne, 2003).

En général, dans les conditions physiologiques normales, la quantité de stérides dans un tissu donné est très faible par rapport aux stérols libres (le sang fait exception à cette règle). Les stérides n'existent qu'à l'état de traces dans les membranes biologiques (Weil, 2001).

IV.1.5.2. Les lipides complexes

En plus du $C, H_2,$ et $O_2,$ ils renferment de l'azote (N_2), du phosphore (P), du soufre (S) ou /et des oses. On distingue (Kessous, 2007):

a. Les phospholipides

Les phospholipides sont des lipides complexes contenant en plus de $C, H, O,$ de l'azote et du phosphore. Ils sont présents dans tous les tissus animaux (5 à 40% du poids sec) et végétaux (0,1 à 3%) mais l'apport alimentaire est faible. L'essentiel de l'apport de phospholipides est d'origine biliaire (5g/j). La propriété originale des phospholipides est l'amphiphilie. Miscibles à l'eau et solubles dans les lipides, ils servent de lien physique

entre les lipides et les constituants hydrosolubles comme les protéines (Frénot et Vierling, 1997).

Il existe deux familles de phospholipides :

Les glycérophospholipides et les sphingophospholipides

➤ **Les glycérophospholipides**

Dérivent de l'acide phosphatidique, précurseur commun aux triglycérides et aux phospholipides (Frénot et Vierling, 1997).

➤ **Les sphingolipides**

Sont des lipides complexes dans lesquels un acide gras en C_{24} amidifie une molécule polyfonctionnelle en (C_{18}) : la sphingosine.

Les sphingosines sont d'importants constituants membranaires en particulier de la gaine de myéline des nerfs (Frénot et Vierling, 1997).

La sphingosine est liée à un acide gras par sa fonction amine formant un céramide. La liaison est donc une fonction amide, et non une fonction ester comme dans les glycérides, les stérides ou phosphatides. L'acide gras des sphingolipides peut être un acide gras à longue chaîne, ayant ou non une fonction hydroxyle sur le carbone 2. Les céramides ont été trouvés en petites quantités à l'état libre dans de nombreuses cellules eucaryotes et procaryotes (Weil, 2001).

b. Les glycolipides

Résultent de la liaison d'un glucide et d'un céramide et sont donc également basés sur la sphingosine, les deux grandes classes de glycolipides sont les cérébrosides et les gangliosides (Smith et Wood, 1996).

➤ **Les cérébrosides**

Contiennent des sucres neutres tels que le glucose et le galactose et les plus simples sont formés d'un seul ose rattaché à l'extrémité hydroxyle de la céramide. Selon que le sucre est un glucose ou un galactose. On parlera de glucocérébrosides ou galactocérébrosides les sulfatides sont des galactocérébrosides sulfatés, ils forment une proportion appréciable des cérébrosides du cerveau, d'autres cérébrosides possèdent des chaînes de deux à dix résidus glucidiques plutôt qu'un simple monosaccharide (Smith et Wood, 1996).

✦ ➤ **Les gangliosides**

Diffèrent des cérébrosides par la présence dans leurs chaînes polysaccharidiques d'un à quatre acides sialiques (Smith et Wood, 1996).

c. Les plasmogènes

Ce sont des phosphoglycérides dans lesquels un acide gras est remplacé par une longue chaîne aliphatique (Kessous, 2007).

IV.1.5.3. Le rôle des lipides

Dans l'organisme humain, ils ont des fonctions différentes selon leur nature et leur distribution:

a. Les lipides de réserve

Sont formés de tri-acylglycérols et accumulés dans les tissus adipeux sous cutané. Ce tissu représente une réserve d'énergie (Frénot et Vierling, 1997).

b. Les lipides de structure

Forment des bicouches membranaires. Ce sont des lipides complexes et hétérogènes comportant des glycérophospholipides, des sphingomyélines, de glycolipides et du cholestérol (Frénot et Vierling, 1997).

c. Les lipides fonctionnels

Comme les hormones lipophiles, les prostaglandines et les vitamines liposolubles sont des médiateurs cellulaires (Frénot et Vierling, 1997).

D'autre part, les lipides constituent une source importante d'énergie pour le métabolisme du poisson et du crustacé, un gramme de lipide apporte une énergie d'environ 40 KJ (9,5 Kcal), tandis que un gramme de protéine n'apporte que 23,5 KJ. Il sera donc envisageable, dans l'alimentation, d'orienter les lipides vers le métabolisme énergétique et d'épargner les protéines pour la croissance pondérale.

Les lipides sont les composants principaux des membranes cellulaires, ils sont indispensables pour l'assimilation des vitamines liposolubles: A, D, E et K, solubles dans les graisses (Ferra, 2008).

Les lipides sont aussi une source essentielle de stéroïdes importants pour la reproduction, la croissance et la digestion (Ferra, 2008).

IV. 2. Les vitamines

La notion de vitamine est apparue à la fin du siècle dernier, officialisant en quelque sorte les « facteurs accessoires » aux quels les nutritionnistes faisaient auparavant référence quand certains effets nutritionnels ne s'expliquaient pas par les nutriments connus à l'époque (Guillaume et al., 1999).

IV.2.1. Définition

Une vitamine est une substance organique essentielle à la croissance et au bon fonctionnement de l'organisme, qui la fabrique en quantité insuffisante pour subvenir à ces besoins (vitamines B₆, D, K et pp) ou qui ne peut la synthétiser (toute autre vitamine).

Ce terme vitamine (de vitale : vie et amine : molécule organique dérivant de l'ammoniac) a été utilisé pour la première fois en 1912 par le chercheur Casimir Funk (Piccard, 2005).

IV.2.2. La classification

Les vitamines appartiennent des groupes chimiques très variés. On les classe artificiellement selon leur solubilité dans l'eau (vitamines hydrosolubles) ou dans les lipides (vitamines liposolubles) cette distinction est cependant utile car elle permet de ne pas commettre trop de confusions sur les aliments où se trouvent les vitamines et de mieux comprendre tout ce qui touche à leur conservation (Tableau 6) (Alais et al., 2008).

IV.2.2.1. Les vitamines hydrosolubles

Elles comprennent la vitamine C et les vitamines du groupe B. les vitamines hydrosolubles ont une durée de vie courte et sont rapidement éliminées, leur apport doit donc être permanent (Dilmi- Bouras, 2004).

IV.2.2.1.1. La vitamine C ou acide ascorbique

L'acide ascorbique est une γ -lactone dont la formule brute, $C_6 H_8 O_6$ (Vilkas, 1994). Elle existe sous deux formes : réduite (acide ascorbique) ou oxydée (acide déhydroascorbique) (Frénot et Vierling, 1997). L'acide ascorbique est facilement soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther ou le chloroforme. L'acide ascorbique est stable à l'état solide, à l'abri de la lumière et de humidité (Bourgeois, 2003).

La vitamine C n'est pas une coenzyme, mais agit en tant qu'oxydo-réducteur par interconversion forme oxydée/forme réduite.

La vitamine C est transporteuse d'électrons et participe à diverses hydroxylation ; dans la synthèse du collagène en catalysant l'hydroxylation de la proline et de la lysine en hydroxyproline et hydroxylysine, elle participe en outre à la transformation du cholestérol en acides biliaires (Médart, 2005).

IV.2.2.1.2. La vitamine B₁ ou thiamine

La thiamine est une molécule composée d'un cycle pyrimidique et d'un cycle thiazolique soufré et azoté. Ces deux cycles sont reliés par un pont méthylène. La molécule possède une fonction soufrée et une fonction amine, d'où le nom de thiamine (Bourgeois, 2003). La vitamine B₁ est très soluble dans l'eau et insoluble dans les solvants apolaires (Frénot et Vierling, 1997).

La thiamine participe au fonctionnement du système nerveux et aux mécanismes de la mémorisation, en outre, elle joue un rôle dans l'activité musculaire, en particulier myocardique la vitamine B₁ n'est pas stockée. Alors un apport journalier est donc nécessaire (Médart, 2005).

La carence grave en thiamine se manifeste par le béribéri, et il n'existe pas d'hypervitaminose, l'excédent étant éliminé par voie urinaire (Médart, 2005).

IV.2.2.1.3. La vitamine B₂ ou riboflavine

La molécule est formée d'un noyau iso-alloxazine et d'une molécule de ribitol, dérivé du ribose, d'où le nom de riboflavine. Le terme de flavine précise que le composé est jaune (flavus= jaune) (Frénot et Vierling, 1997). La riboflavine est peu soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool et insoluble dans l'éther, le chloroforme et les solvants organiques (Bourgeois, 2003).

Cette vitamine joue un rôle clé dans les réactions d'oxydo-réduction. Ses dérivés biologiquement actifs sont le phosphate de riboflavine ou flavine mononucleotide (FMN), lui-même converti par liaison avec une molécule d'AMP en une deuxième forme active ; la flavine adénine dinucleotide (FAD). Le FMN et le FAD sont impliqués en tant que coenzymes des déshydrogénases (anaérobies) et oxydases (aérobies) au cours des réactions d'oxydoréduction du catabolisme (Guillaume et al., 1999).

Les carences frustes de la riboflavine peuvent se manifester par des atteintes cutanéomuqueuses (lèvres sèches, cataracte) (Médart, 2005).

IV.2.2.1.4. La vitamine B₃ ou niacine

Ce facteur antipellagreux dénommé vitamine PP ou niacine se présente à l'état d'acide ou d'amide nicotinique, de même efficacité vitaminique. Les formes cozymatiques sont de nature nucléotidique (NAD, NADP) (Dauvillier, 1998).

L'amide nicotinique est très soluble dans l'eau et assez soluble dans l'éthanol (Frénot et Vierling, 1997).

Les formes vitaminiques jouent le rôle de transfert d'hydrogène, dans un très grand nombre de réaction de la glycolyse, de la lipolyse et du cycle de Krebs en vue de la production d'énergie (ATP) via la chaîne respiratoire (Guillaume et al., 1999).

La forme clinique de l'avitaminose présente trois syndromes :

- Syndrome digestif (diarrhée, lésions de la muqueuse buccale) ;
- Syndrome cutané (dermite : aspect de la peau brûlée surtout après exposition au soleil) ;
- Syndrome neuropsychique (démence : pellagre) (Frénot et Vierling, 1997).

IV.2.2.1.5. La vitamine B₅ ou acide pantothénique

La vitamine B₅ est apportée par l'alimentation sous forme de coenzyme A, hydrolysé dans la lumière intestinale avec libération d'acide pantothénique, absorbé par des mécanismes encore mal connus (Médart, 2005).

L'acide pantothénique, vitamine dont le besoin quantitatif est l'un des plus élevés pour les vitamines hydrosolubles, occupe une position centrale dans le métabolisme des lipides. Il entre dans la composition de la coenzyme (CoA) et de L'acyl carrier protéine (ACP) qui fonctionnent comme des transporteurs des radicaux acyl (Guillaume et al., 1999).

Parmi les fonctions où intervient la COA, on peut citer la biosynthèse du cholestérol, l'acétylation de diverses molécules comme la choline, les sucres aminés entrant dans la synthèse de différents mucopolysaccharides et de la chitine chez les crustacés (Guillaume et al., 1999).

IV.2.2.1.6. La vitamine B₆ ou pyridoxine

Elle se présente sous forme alcool (pyridoxol)-dénommée souvent à tort pyridoxine-sous forme aldéhydique (pyridoxal) et sous forme amide (pyridoxamine), l'ensemble s'appelant vitamine B₆ ou pyridoxine (Dauvilleir, 1998).

La pyridoxine est facilement soluble dans l'eau, difficilement soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther et le chloroforme (Bourgeois, 2003).

La vitamine B₆ est impliquée dans de nombreuses fonctions allant de la synthèse des enzymes pancréatiques au métabolisme du glycogène et même aux fonctions immunitaires (Guillaume et al., 1999).

La carence fruste en vitamine B₆ est probablement fréquente. Ses manifestations sont neurologiques et dermatologiques (Médart, 2005).

IV.2.2.1.7. La vitamine B₈; vitamine H ou biotine

La biotine est formée d'un double noyau, il existe deux isomères de formule : α -biotine et β -biotine. La biotine est peu soluble dans l'eau, soluble dans l'éthanol et non soluble dans l'éther (Frénot et Vierling, 1997).

Elle est le coenzyme de carboxylases et de transcarboxylases du métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (Médart, 2005). La biotine sert de coenzyme dans les réactions de carboxylation et décarboxylation (Transfert de CO₂) (Guillaume et al., 1999). La carence en biotine n'existe pas chez l'homme (Médart, 2005).

IV.2.2.1.8. La vitamine B₉ ou acide folique

L'acide folique ou ptéroyl-monoglutamique se présente généralement associé à une chaîne d'acide glutamiques comprenant jusqu'à sept unités : on parle de « conjugués » sa forme cozymatique est l'acide folinique ou tétrahydrofolique (Dauvillier, 1998).

L'acide folique peu soluble dans l'eau mais facilement soluble dans les acides et les bases dilués. Il est insoluble dans l'alcool, l'acétone, l'éther et le chloroforme (Bourgeois, 2003). La vitamine B₉ exerce un effet cardio-vasculaire préventif (Médart, 2005).

IV.2.2.1.9. La vitamine B₁₂ ou cobalamine

Le terme vitamine B₁₂ s'applique à plusieurs macromolécules voisines, les cobalamines, dont la plus connue est la cyanocobalamine (Guillaume et al., 1999).

Le coenzyme B₁₂ est essentiel à la maturation et au développement des globules rouges (Frénot et Vierling, 1997).

La carence peut se manifester par une anémie mégalo-blastique et une neuropathie sensitive (Médart, 2005). Il n'existe pas d'excès de B₁₂, car son absorption est saturable (Mémat, 2006).

IV.2.2.2. Les vitamines liposolubles

Les facteurs liposolubles sont au nombre de quatre, chacun est composé d'une famille de substances, parfois étendue ; dont les activités sont variables. Ils sont désignés par des lettres et leurs constituants majeurs sont les suivants :

- Vitamine A : rétinol et déhydrorétinol (vitamine A₂) ;
- Vitamine D : ergocalciférol (vitamine D₂) et cholécalférol (vitamine D₃) ;
- Vitamine E : tocophérols et tocotriénols ;
- Vitamine K : phylloquinones et ménaquinones (Dauvillier, 1998).

IV.2.2.2.1. La vitamine A ou axérophthol ou rétinol

C'est un diterpène à 20 atomes de carbone comprenant une fonction alcool primaire (Frénot et Vierling, 1997).

la vitamine A ne provient que de l'une des moitiés de la molécule d' α - carotène ou de γ - carotène, car l'autre moitié, dans un cas (α -carotène) a la double liaison du cycle dans une position différente, et dans l'autre cas n'a pas de cycle du tout (γ -carotène) ; au contraire le β -carotène pourrait théoriquement fournir deux molécules de vitamine A, mais en réalité la coupure initiale ne se fait pas au milieu de la molécule, de sorte qu'une molécule de β -carotène ne donne qu'une molécule de vitamine A (Weil, 2001).

La vitamine A se présente sous trois formes, soit alcool (rétinol), soit aldéhyde (rétinal), soit en fin acide (acide rétinoïque) (Guillaume et al., 1999). Sous toutes ces formes, la vitamine A est très oxydable, d'où la nécessité de la traiter en présence d'un anti-oxygène (BHT ou acide ascorbique) ou en présence d'un gaz inerte, à l'abri des rayons ultra-violet et de la lumière visible. Elle est également instable en milieu acide (Dauvillier, 1998).

La vitamine A joue un rôle important dans la vision, en particulier dans l'adaptation à l'obscurité et la perception des formes et des couleurs (Médart, 2005).

La vitamine A favorise la formation de mucopolysaccharides-sulfates et intervient dans la synthèse des stéroïdes sexuels (Alais et al., 2008).

Elle intervient également dans la différenciation et la croissance cellulaire par modulation de la synthèse de diverses protéines. Expérimentalement, il a été démontré que la vitamine A induit la synthèse hépatique des cytochromes P450, intervenant dans les processus de détoxification hépatique. Elle possède probablement des propriétés anticancéreuses (Médart, 2005).

Les causes de carence de cette vitamine sont : carence alimentaire complétée, régime déséquilibré ou à base de conserves, carence d'absorption alimentaire des lipides, impossibilité de transformation des carotènes en vitamine A (**Borel et al. , 1985**).

Une carence en cette vitamine peut entraîner des troubles cutanées, des troubles de l'ossification ou de la croissance et une diminution de la résistance aux infections (**Médart, 2005**).

L'hypervitaminose se manifeste par des nausées, de la fatigue et des troubles du comportement (**Médart, 2005**).

IV.2.2.2.2. La vitamine D ou calciférol

La vitamine D ou calciférol est un stérol élaboré par tous les animaux. Les végétaux en synthétisent également, mais la molécule est un peu modifiée.

La vitamine D animale est la D₃, la vitamine d'origine végétale est la D₂ (**Frénot et Vierling, 1997**).

La vitamine D se présente sous l'aspect d'une poudre cristalline, blanche jaunâtre. Elle est facilement soluble dans l'éther et le chloroforme, légèrement soluble dans les huiles et les graisses et insoluble dans l'eau. La vitamine D dégradée assez rapidement par la lumière, l'oxygène et les acides. Sous forme cristallisée, elle est assez stable à la chaleur (**Bourgeois, 2003**).

La vitamine D peut être considérée comme une hormone. Dans le cadre du métabolisme phosphocalcique, le calcitriol augmente l'absorption digestive du calcium et du phosphate en modulant la synthèse de protéines de transport du calcium et en activant, au niveau des cellules intestinales, des phosphatases alcalines qui hydrolysent les phosphates en phosphates absorbables. Le calcitriol augmente également la mobilisation de calcium et de phosphate à partir de l'os et diminue l'excrétion rénale (**Médart, 2005**).

Parmi les causes de carence de cette vitamine ; la carence d'apport alimentaire et l'insuffisance d'exposition au soleil (**Borel et al., 1994**).

Les états de carence conduisent au rachitisme chez l'enfant, à l'ostéomalacie chez l'adulte (**Alais et al., 2008**).

Comme la vitamine A, elle possède d'autres rôles encore mal élucidés qui concernent la croissance, la différenciation cellulaire et les mécanismes immunitaires (**Guillaume et al., 1999**).

Le surdosage de la vitamine D entraîne une hypercalcémie dont les conséquences (hypertension, insuffisance rénale) sont plus ou moins graves en fonction de la durée de l'hypervitaminose (**Jacotot et Campillo, 2003**).

IV.2.2.2.3. Vitamine E ou α -tocophérol

La vitamine E est le terme générique utilisé habituellement pour désigner les différents tocophérols. Les différents tocophérols se distinguent entre eux par le nombre et le situation des groupements méthyles fixés sur le noyau (**Bourgeois, 2003**).

En absence d'oxygène, les vitamines E sont stables à la chaleur, à la lumière, aux alcalins. En présence d'oxygène, elles s'oxydent en quinone (**Frénot et Vierling, 1997**).

Les tocophérols sont des antioxydants naturels efficaces pour prévenir l'oxydation des corps gras, diverses formes entrent dans la catégorie des additifs conservateurs (**Graille, 2003**).

La vitamine E a un rôle fondamental chez tous les êtres vivants en donnant naissance à des radicaux stables (radicaux tocophéryl) qui bloquent, les chaînes de réactions radicalaires. Elle protège ainsi de nombreuses molécules contre l'oxydation : vitamine A, caroténoïdes. L'acide gras à longue chaîne polyinsaturés (AGLPI).

La stimulation des mécanismes immunitaires et le maintien des fonctions de reproduction. Ce dernier rôle paraît très secondaire voire inexistant chez les vertébrés supérieurs mais il est réel chez les poissons et les crustacés, le tocophérol méritant alors son nom historique de vitamine anti-stérilité (**Guillaume et al., 1999**).

Les causes de carence de la vitamine E sont : carence d'apport alimentaire, pratiquement jamais isolée par rapport aux autres vitaminoses (**Borel et al., 1994**).

La carence est improbable sauf dans des situations particulières réalisant des carences sévères. Les organismes cibles sont les globules rouges et le système nerveux (**Frénot et Vierling, 1997**).

Le tocophérol serait dénué de toxicité, à doses relativement élevées (**Jacotot et Campillo, 2003**).

IV.2.2.2.3. La vitamine K

La vitamine k, nécessaire à la coagulation sanguine, est représentée par un très grand nombre de composés à l'activité vitaminique d'origine végétales (phylloquinone ou k₁), microbienne (ménaquinone ou k₂) et synthétique (ménadione ou k₃) (**Guillaume et al., 1999**).

Les phylloquinone se présente sous l'aspect d'une huile jaune d'or. Elle est soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et facilement soluble dans l'éther, le chloroforme, ainsi que dans les graisses et les huiles (**Bourgeois, 2003**).

La phylloquinone est lentement dégradée par l'oxygène de l'air et plus rapidement par la lumière. Elle est stable à la chaleur mais dégradée par les alcalins (**Bourgeois, 2003**).

Outre les apports alimentaires, l'origine bénéficie d'importantes synthèses microbiologiques élaborées par la flore digestive. Ceci a pour résultat que la couverture de besoin en vitamine K ne se pose qu'exceptionnellement après les tout premiers jours de la vie (**Dauvillier, 1998**).

La vitamine K est le coenzyme d'une enzyme catalysant la carboxylation de résidus glutamiques en γ -carboxy glutamiques de protéines sériques ou de l'os. Cette carboxylation est par exemple nécessaire pour l'activation d'un facteur sérique permettant la synthèse de la prothrombine ; un élément indispensable de la coagulation sanguine. Ceci explique l'action antihémorragique de la vitamine K (Weil, 2001).

Les carences de cette vitamine peuvent être observées dans les pathologies digestives chroniques et lors l'antibiothérapie prolongée (Jacotot et Campillo, 2003).

Le déficit en vitamine K entraîne une élévation du temps de Quick, qui représente une approche fonctionnelle de l'activité des facteurs de la coagulation vitaminodépendants. Ces facteurs sont synthétisés dans le foie et le temps de Quik est aussi un test fonctionnel hépatique (Mémat, 2006).

Il n'existe pas de risque de surdosage en vitamine K mais l'injection chez le nouveau-né d'une vitamine K synthétique (ménadione ou K_3) peut induire à une anémie hémolytique (Jacotot et Campillo, 2003).

Tableau 6 : Les sources alimentaires des vitamines et les apports quotidiens recommandés chez les adultes (Médart, 2005).

Vitamines	Aliments les plus riches	AQR (adulte)
Vitamines liposolubles		
A (rétinol)	carotte, légumes verts, beurre, thon, fromage, œufs	600-800 ER
D (calciférol)	poisson (sur tout gras), huître, œuf, fromage gras,...	3-5 μ g
E (tocophérol)	poisson de mer, foie, crevette, huiles végétales,...	12 mg
K (phylloquinone)	poisson, foie, chou, épinard,...	45 mg
Vitamines hydrosolubles		
C (acide ascorbique)	poivron cru, fraise, melon, chou-fleur,...	100 mg
B₁ (thiamine)	viande de porc, œuf, petits pois, foie, thon,...	1,5 mg
B₂ (riboflavine)	fromage, œuf, viande champignons,...	1,6 mg
B₃ (niacine, vitamine PP)	thon, sardine, viande, poisson,...	14 mg
B₅ (acide panthothénique)	viande, pain, chocolat, pomme de terre,...	5 mg
B₆ (pyridoxine)	viande, pomme de terre, banane,...	1,5-1,8 mg
B₉ (acide folique)	gras, fromage, œuf, fraise, lentilles,...	300-330 μ g
B₁₂ (cobalamine)	huître, moule, poisson,...	2,4 μ g

IV.3. Les minéraux

Les minéraux sont des constituants de certains tissus (formations squelettiques surtout) ou de certaines molécules, servent de cofacteurs enzymatiques et participent à l'équilibre ionique intra et extra cellulaire ainsi qu'à la régulation des fonctions endocrines. Sept micro-minéraux et quinze oligo-éléments sont connus pour avoir un rôle physiologique certain chez la plupart des animaux. Mais chez les poissons ou les crustacés, un besoin nutritionnel qualitatif n'est clairement établi que pour onze d'entre eux (Guillaume et al., 1999).

En plus de l'eau et des macronutriments, les aliments contiennent également des

matières minérales, une vingtaine d'éléments minéraux sont considérées comme des éléments en traces ou ultra trace (Mollat et Mollat, 2002).

Les minéraux sont classés en deux catégories :

1. 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).
2. -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) et le zinc (Zn). Ces minéraux se trouvent en quantités inférieures à 5g dans le corps humain (Alais et al., 2008).

IV.3.1. Les oligo- éléments

Ils sont également appelés éléments trace. Ce sont des nutriments sans valeurs énergétiques mais dont la présence est essentielle au métabolisme. Ils constituent moins de 0,01% du poids corporel (Jacotot et Compillo, 2003).

Ceux qui sont considérés comme essentiels sont : Le chrome, le fer, le zinc, le fluor, le cuivre, l'iode, le manganèse, le sélénium, le molybdène, le Nickel et l'étain.

Ceux qui sont considérés comme accessoires et d'intérêt indéterminé l'aluminium, l'arsenic, le baryum, le brome, le silicium et l'argent.

Ceux qui sont considérés comme toxiques à très faibles doses : le plomb, le cadmium et le mercure

Les oligo-éléments accomplissent quelques fonctions essentielles :

- Contrôlent l'équilibre hydrique.
- Font partie de certaines structures (Os, dents).
- Entrent dans la composition des enzymes et des hormones.

Par ailleurs, les minéraux contribuent au métabolisme des lipides, des glucides, des protéines et au bon fonctionnement du système nerveux (Jacotot et Leparco, 1992).

IV.3.1.1. Lithium

C'est un halogène dont le rôle physiologique est incertain mais utilisé en thérapeutique, de la psychose maniaco-dépressive. La marge entre la dose active et la dose toxique est très faible (Jacotot et Leparco, 1992).

Il est entièrement absorbé par le grêle, il n'est pas métabolisé par l'organisme (Jacotot et Leparco, 1992).

Il agit dans la psychose mais parallèlement il fait prendre du poids par un mécanisme imprécisé.

Il peut entrer en compétition avec l'iode au niveau de la thyroïde (Jacotot et

Leparco, 1992).

Le lithium est présent dans : les salades, pommes de terre, radis et certains crustacés (Jacotot et Leparco, 1992).

IV.3.1.2. Cobalt

Le cobalt fait partie de la vitamine B_{12} qui en contient 4,4% (Frénot et Vierling, 1997). On ne sait s'il y a chez l'homme un besoin en dehors de la vitamine B_{12} (Jacotot et Leparco, 1992).

- Chez l'homme, la Vitamine B_{12} elle-même doit être apportée car l'administration de cobalt seul, ne corrige pas la carence en vitamine B_{12} .
- On le trouve dans certains enzymes et il pourrait jouer le rôle d'activateur (Jacotot et Leparco, 1992).

L'avitaminose B_{12} , n'est pas imputable à une carence en cobalt chez l'homme il n'existe sans doute pas carence propre (Frénot et Vierling, 2001). Il est par contre toxique à forte dose, touchant électivement myocarde et péricarde (Jacotot et Leparco, 1992). Le cobalt présent dans le ris de veau et lentilles (Jacotot et Leparco, 1992).

IV.3.1.3. Arsenic

Présent chez tous les êtres vivants, il est surtout connu pour la toxicité des apports excessifs dus à des contaminations accidentelles, criminelles ou industrielles (Jacotot et Leparco, 1992).

Il intervient notamment dans la phosphorylation et a donc un rôle prépondérant au niveau des os et des dents.

L'arsenic présent dans le chou, laitue, navet, coquillages, crustacés, poissons à des taux variables dans les eaux minérales (Jacotot et Leparco, 1992).

IV.3.1.4. Fer

Le fer est parmi les micronutriments celui dont la couverture des besoins pose, dans l'espèce humaine, le plus de problèmes pratiques à résoudre. Les enfants (avant tout en période de croissance rapide), les femmes en âge de procréer et surtout les femmes enceintes constituent les principaux groupes à risques de déficience en fer (Alais et al., 2008).

Après pénétration dans le cytoplasme, le fer est utilisé pour la synthèse de l'hémoglobine, de la myoglobine et de cytochrome ou stocké sous forme de ferritine, essentiellement dans la rate, la moelle osseuse, le foie, la muqueuse intestinale et les reins (Médart, 2005).

Les globules rouges vieillissants sont détruits par les macrophages et le fer libéré est recyclé (Médart, 2005).

Le fer fonctionnel intervient dans plusieurs fonctions biologiques, en particulier dans le transport de l'oxygène par les globules et son stockage dans les muscles (Alais et al., 2008).

Il est nécessaire au fonctionnement des protéines à groupement hème (hémoglobine, myoglobine, cytochromes), d'enzymes du métabolisme des catécholamines (adrénaline, dopamine) et d'enzyme de réplication de l'ADN (Alais et al., 2008).

Une déficience en fer peut se traduire par une réduction de la capacité physique à l'effort et une diminution des performances intellectuelles. Chez l'enfant anémique, on constate une plus grande vulnérabilité aux infections et une altération des défenses immunologiques (Apfelbaum et al., 1999).

Un excès de fer peut conduire à une augmentation de la peroxydation des lipides, les acides gras polyinsaturés étant particulièrement sensibles.

De ce fait, dans les aliments riches en matières grasses, il conviendra d'apporter une plus grande attention à l'apport en fer (Guillaume et al., 1999).

Les crustacés, qui n'ont pas d'hémoglobine ont un besoin plus faible que les poissons et sont sensibles aux excès (Guillaume et al., 1999).

IV.3.1.5. Cuivre

Le cuivre est aujourd'hui le deuxième en importance des métaux non ferreux derrière l'aluminium (Fillet et al., 1997). Il existe à l'état natif (Lauwerys, 1999).

Le cuivre participe à de nombreuses activités enzymatiques et participe ainsi à de nombreuses fonctions : transfert d'électrons (cytochrome oxydase), synthèse de collagène, immunité cellulaire (Jacotot et Campillo, 2003).

Les besoins en cuivre sont de l'ordre de 3 à 5mg/kg d'aliment. Chez les crustacés, le cuivre constitue l'élément principal des protéines comme l'hémocyanine ou la cyanodine, qui jouent un rôle semblable à l'hémoglobine dans le transport d'oxygène (Guillaume et al., 1999).

Un rapport insuffisant en cuivre peut être un facteur de risque de maladie cardiovasculaire par augmentation du cholestérol total (Apfelbaum et al., 1999).

Les effets de la carence sont très variables : ils comportent une anémie, des troubles du métabolisme osseux, des fractures des os longs, des troubles de la croissance (Jacotot et Campillo, 2003).

Le cuivre se trouve dans les céréales, chocolat, les crustacés, les mollusques et le foie (Jacotot et Leparco, 1992).

IV.3.1.6. Zinc

On découvre au Zinc des fonctions multiples méconnues pendant de nombreuses

années.

Il est absorbé dans le grêle par un mécanisme de transport actif, favorisé par un facteur de liaison du zinc sécrété par le pancréas et déversé dans la lumière intestinale. L'absorption est gênée par un excès de calcium et entre en compétition avec le cuivre (**Jacotot et Leparco, 1992**).

Les manifestations cliniques de carence en zinc sont très variées et peuvent être cutanées ou muqueuses ; on décrit également des troubles de la croissance et des troubles neurologiques (**Jacotot et Campillo, 2003**).

Le zinc présent dans les viandes, œufs, lait et dérivé, crustacés et mollusques (**Jacotot et Leparco, 1992**).

IV.3.1.7. Sélénium

Le sélénium ayant des propriétés proches du soufre remplace celui-ci dans la structure de méthionine et de la cystéine ; les sélénométhionines et les sélénocystéines sont les formes prédominantes du sélénium alimentaire (**Alais et al., 2008**).

Cet oligo-élément entre dans la constitution de la glutathion peroxydase, enzyme qui protège la membrane cellulaire contre les altérations dues à l'oxydation. Le sélénium contribue au maintien de l'intégrité des muscles squelettique et cardiaque et du spermatozoïde ; il joue un rôle dans le métabolisme hépatique des xénobiotiques et dans la détoxification des métaux lourds (**Alais et Linden, 1997**).

La carence en sélénium est responsable de la maladie de Keshan comportant une cardiomyopathie avec nécrosée diffuse des cellules myocardiques, des troubles de la reproduction et des cancers (**Jacotot et Campillo, 2003**).

Le sélénium présent dans les poissons de mer gras, moule, crevette, noix de Saint-Jacques, œufs, viande, lentilles, fromages (**Médart, 2005**).

IV.3.1.8. Bore

Le bore est présent surtout dans les sols, les eaux. Les végétaux en contiennent plus que les animaux. Il se fixe sur le foie, les reins, les os.

- Sur le mode aigu, elle associe signes digestifs, neurologiques et éruption cutané.
- Sur le mode chronique, troubles cutanés et digestifs ; plus rarement atteint rénale.

Le bore présent dans les légumes, les coquillages et les crustacés (**Jacotot et Leparco, 1992**).

IV.3.1.9. Chrome

La plupart du chrome présent dans les aliments se trouve sous forme de chrome trivalent qui est un oligo-élément essentiel. La forme hexavalente est toxique à de plus faibles concentrations mais n'est normalement pas retrouvée dans les aliments (**Alais et al., 2008**).

Le chrome serait aussi impliqué dans le métabolisme lipidique, diminution de cholestérol et augmentation du cholestérol HDL (Appelbaum et al.,1999).

Il est surtout connu pour jouer un rôle important dans l'homéostasie glucidique via un effort potentialisateur de l'insuline (Alais et al., 2008). Ses dérivés sont très utilisés dans les industries chimiques, tel que le chromage électrolytiques et l'industrie de tannage (Ruibah, 2005).

La carence en chrome se traduit par une intolérance au glucose, un retard de croissance, une neuropathie périphérique, une hypercholestérolémie (Jacotot et Campillo, 2003).

Le chrome se trouve principalement dans le pain noir, le thym, la levure de bière, le foie et le jaune d'œuf (Jacotot et Leparco, 1992).

IV.3.1.10. Iode

L'iode est indispensable à la synthèse de la thyroxine, hormone accélérant le métabolisme cellulaire (Gilbert, 2004).

Une déficience dans l'apport alimentaire en iode aura pour conséquence non seulement des altérations dans la fonction de la glande thyroïde mais également dans le développement physique et mental des individus (Alais et Linden, 1997). Il y a carence, y compris dans le lait maternel. De plus, il existe une compétition entre iodures et autres cations monovalents (nitrates) qui sont des facteurs de goitre (Apleebaum et al., 1999).

Au contraire, la surcharge iodée d'origine alimentaire est rarissime (Médart, 2005).

L'iode présent dans les poissons de mer, crustacés et tous produits de la mer, haricots verts, navet, oignon, ananas (Jacotot et Leparco, 1992).

IV.3.1.11. Manganèse

Oligo-élément essentiel à l'homme mais il devient toxique lorsque la consommation est trop importante (Alais et al., 2008).

Le manganèse est le cofacteur de l'arginase hépatique et du pyruvate carboxylase (foie, rein). Il participe aussi au métabolisme du glucose et à la synthèse du cartilage (Frénot et Vierling, 1997).

Le manganèse est nécessaire à la synthèse de la prothrombine en association avec la vitamine K (Frénot et Vierling, 1997).

La carence en manganèse est associée à un diabète insulino-résistant, une hypercholestérolémie, une perte de poids, un retard de croissance, des défauts osseux et des cartilages (Jacotot et Campillo, 2003).

Le manganèse présent dans les céréales, les oléagineux et les légumes secs (Jacotot et Leparco, 1992).

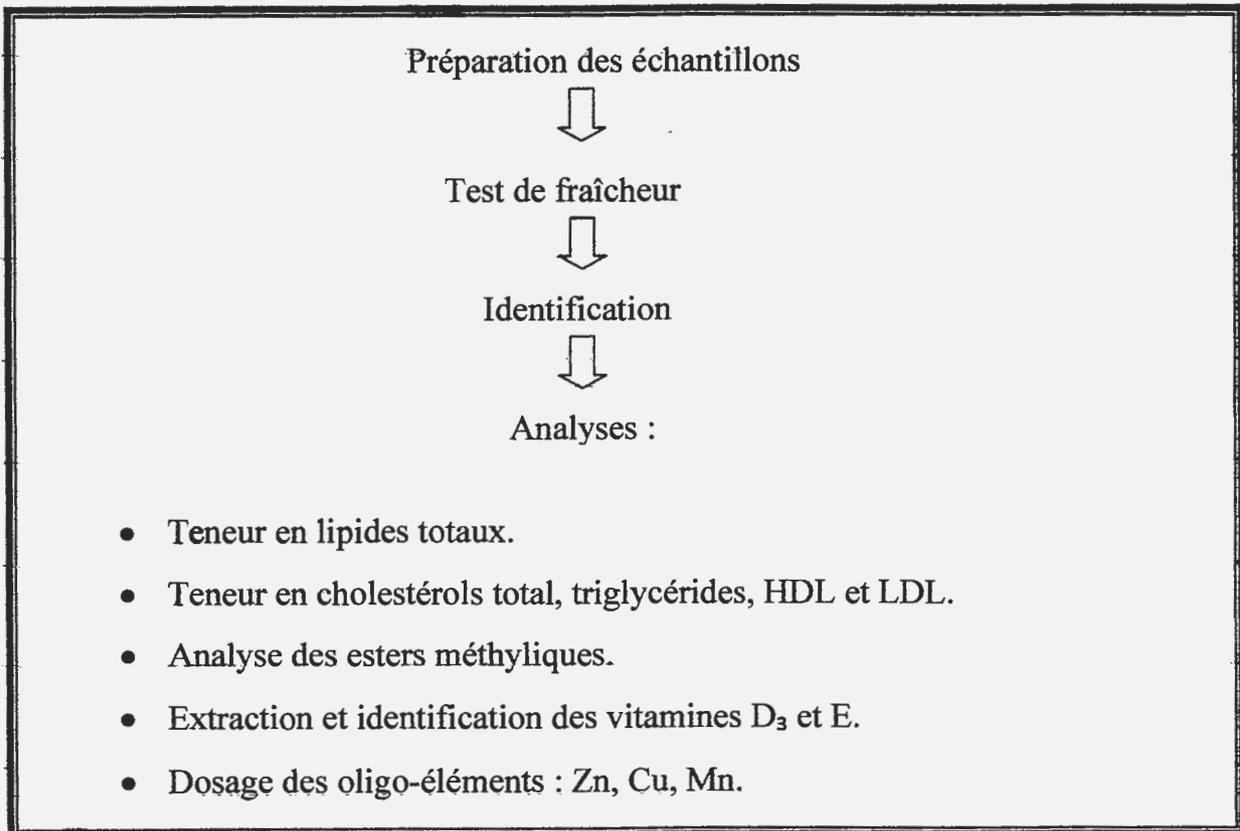
PARTIE
PRATIQUE

CHAPITRE I :
MATERIELS ET METHODES

I. Matériel et Méthodes

Après avoir pêchées, les crevettes sont identifiées au laboratoire, un test macroscopique nous a permis de mettre en évidence des paramètres indiquant l'état de la fraîcheur des échantillons, ces derniers sont pesés, décortiqués afin de mesurer le poids de la chair et enfin un fragment de la chair a été prélevé pour servir aux différentes analyses.

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



L'ordre chronologique du travail pratique.

I.1. 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 :

- L'odeur : légère et agréable, elle rappelle l'odeur très faible de « marée ».
- L'aspect général révèle un éclat métallique, brillant et généralement de couleur vives.
- Le corps est rigide, le tissu musculaire ferme et en même temps élastique. Il ne conserve pas l'empreinte du doigt.
- 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 et transparente (**Direction de vétérinaire de la wilaya de Jijel**).

I.2. Identification des espèces

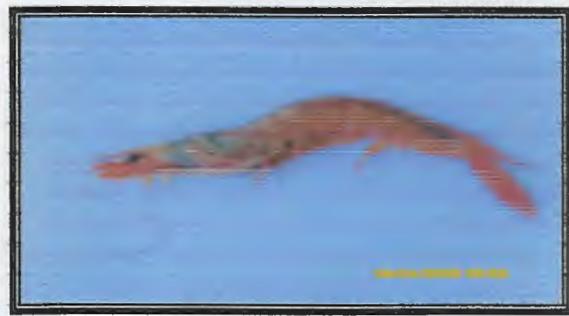
Les individus pêchés sont examinés et identifiés selon des critères bien déterminés :

- 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 et d'une dent.
- La forme et la longueur des antennes et des antennules.

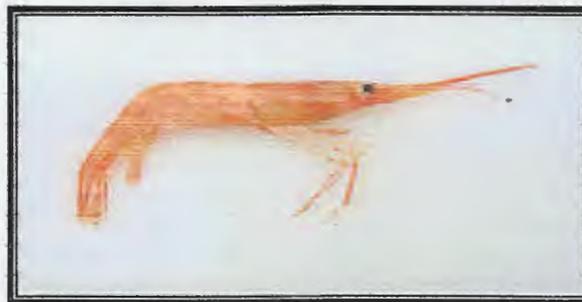
La distinction des sexes repose surtout sur la taille, la couleur et l'observation de la partie ventrale de l'animal : chez les mâles au niveau de la première paire de pléopodes, les deux articles fusionnent pour former l'organe copulateur (le pétasma) alors que chez les femelles, ces deux articles sont séparés, et la zone entre la quatrième et la cinquième paire de périopodes est formée, constituant une petite poche appelée : Thélycum qui reçoit les gamètes mâles (**Figure 7**) (**Arzel et al., 1992**).



A



B



C

Photo 2 : Représentation des trois espèces de crevettes. **A** : *Aristeus antennatus*, **B** : *Parapeneus longirostris*, **C** : *Palaemon serratus*.

I.3. Analyse des lipides et quelques micronutriments

I.3.1. Préparation des échantillons pour l'analyse

L'extraction des lipides dans la chair a été réalisée selon deux procédés, en utilisant la méthode de **Shibko et al (1966)** et la méthode de **Folch (1957)**.

Selon le premier procédé, un fragment de la **chair** est prélevé dans la même région abdominale de chaque individu mâle et femelle des trois espèces de crevettes, pesé puis additionné de 1ml de T.C.A (20%) et conservé au congélateur en attendant les dosages.

Les fragments de la chair additionnée 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 culot I est additionné de 1 ml d'éther / chloroforme (1V/1V).

Une deuxième centrifugation est réalisée et permet d'obtenir le surnageant II contenant les lipides (**Figure 5**). Qui servira pour le dosage des lipides totaux, du cholestérol total, des HDL, des LDL et des triglycérides

Selon la deuxième technique, la chair de chaque individu mâle et femelle des trois espèces de crevettes est pesée et additionnée de 100ml chloroforme/méthanol (2V/1V).

Pour l'analyse des vitamines liposolubles, la chair de chaque crevette mâle et femelle pesée, additionnée d'éthanol, d'acide ascorbique et d'hydroxyde de potassium avec des quantités correspondantes au poids de la chair.

Les échantillons destinés à l'analyse de la matière minérale par absorption atomique sont conservés au congélateur.

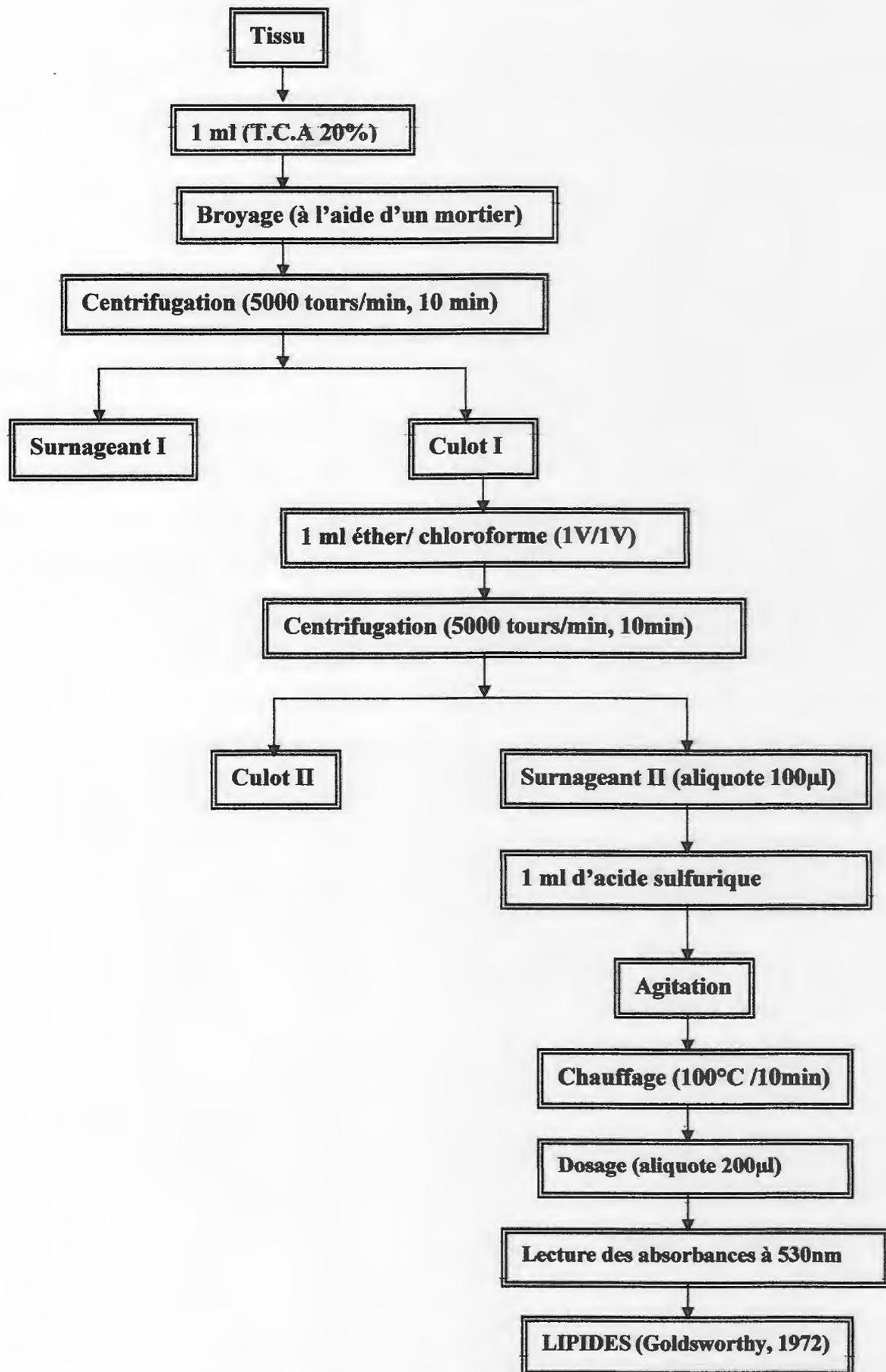


Figure 5 : Extraction des lipides selon Shibko et al., 1996.

I.3.2. Dosage des lipides totaux

a. Méthode de Goldsworthy et al (1972)

La quantification des lipides a été faite selon la méthode de **Goldsworthy et al (1972)**, sur une fraction aliquote de 100 μl 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 10 min. 200 μl sont prélevés de chaque tube auquel sont ajoutés 2,5 ml du réactif sulfo-phosphovanilline (0,38g de vanille, 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 (**Tableau 7**).

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

La solution mère des lipides est préparée avec de l'huile de tournesol, qui contient plus de 90% de triglycérides, de la manière suivantes : 25 mg d'huile sont pesés dans un tube eppendorf puis repris dans 10 ml d'un mélange éther / chloroforme (1V/1V).

Tableau 7 : Réalisation de la gamme d'étalonnage des lipides.

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

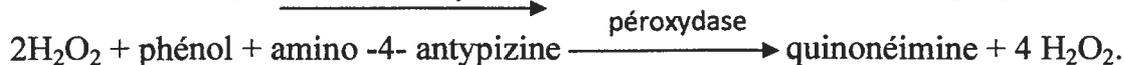
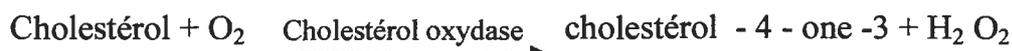
b. Technique de Folch et al (1957).

Le dosage des lipides totaux dans la chair des crevettes réalisé selon la méthode de **Folch et al (1957)**, Consiste à broyer échantillon à l'aide d'un Potter dans un mélange de chloroforme/méthanol (2V/1V), contenant 0,01% d'acide ascorbique (agent anti-oxydant) puis filtrer 3 fois sous vide (Filtre Wathman). Le volume final du filtrat obtenu est ajusté à 150 ml avec le même mélange de solvants. Le filtrat est lavé avec 37,5ml d'une solution NaCl à 0,73% puis subit une décantation de 12 heures. Durant la décantation, les impuretés hydrosolubles passent dans la phase méthanol / eau tandis que les lipides restent dans le chloroforme. La phase inférieure organique est collectée et le solvant est éliminé à l'aide d'un évaporateur rotatif (rotavapeur Bücchi).

À l'issue de l'évaporation, la quantité de lipides est déterminée par pesée après dessiccation.

I.3.3. Dosage du cholestérol (Alais, 1960)

Le cholestérol total est dosé par une méthode colorimétrique enzymatique (**Tableau 8**). Le cholestérol présent dans l'échantillon est donné selon la réaction couplée directe ci-dessus, le complexe coloré ainsi formé est quantifiable par spectrophotomètre :



La quantité de quinonéimine formée est proportionnelle à la concentration du cholestérol.

Tableau 8 : Réactifs utilisés

Réactif1	Pipe pH 6.9	90 mmol/L
Solution tampon	Phénol	26 mmol/L
Réactif2	Cholestérol estérase	300 U/L
Enzyme	Cholestérol oxydase	300 U/L
	Peroxydase	1250 U/L
	Amine-4-antipyrine	0.4 mmol/L
Réactif3		
Etalon	Cholestérol	200 mg/dL

La solution de travail est obtenue en mélangeant les deux réactifs 1 et 2 par retournement successif (**Tableau 9**).

❖ Mode opératoire

- Longueur d'onde= 505 nm (500-505).
- Température=37°C.
- Cuve= 1cm d'épaisseur.

On ajuste le zéro du spectrophotomètre avec le blanc réactif.

L'échantillon et l'étalon sont mis en présence de la solution de travail suivant les volumes indiqués dans le tableau ci-dessous :

Tableau 9 : Solution de travail

	Blanc	Etalon	Dosage
Réactif de travail	1ml	1ml	1ml
Etalon	—	10ul	—
Echantillon	—	—	10ul

La lecture de la densité optique est faite après une incubation de 10 minutes à 37°C.

Le calcul est donné par la formule suivante :

$$\frac{\text{DO Echantillon}}{\text{DO Etalon}} \times 200 = \text{mg/dL de cholestérol total dans l'échantillon}$$

$$= \text{mg/dL} \times 0.0258 = \text{m mol /L de cholestérol dans l'échantillon.}$$

I.3.4. Dosage des triglycérides

❖ Principe

Par l'action de lipases spécifiques, les triglycérides sont hydrolysés par voie enzymatique en glycérol et en acide gras libres (**Tableau 10**). Le glycérol est ensuite transformé selon les réactions suivantes :

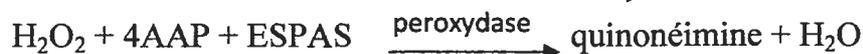
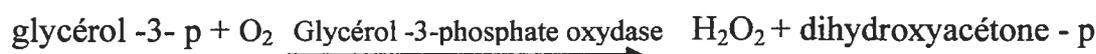
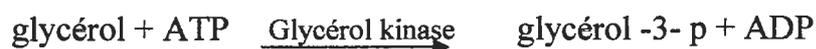
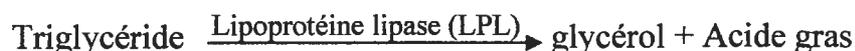


Tableau 10 : Réactifs utilisés

Réactif1 Solution tampon	Tampon pipe pH 7.50 P-chlorophénol	50mmol/L 2mmol/L
Réactif2	Lipoprotéine lipase(LPL) Glycérol kinase Glycérol -3-phosphate oxydase Peroxydase Amino-4-antipyrine ATP	150000U/L 500U/L 2500U/L 440U/L 0.1mmol/L 0.1mmol/L
Réactif3 Etalon	Glycérol (équivalent) Triglycérides	200mg/dL

La solution de travail est obtenue en mélangeant les deux réactifs 1 et 2 par retournement successif (**Tableau 11**).

Tableau 11 : les solutions de travail

	Blanc	Etalon	Dosage
Réactif de travail	1ml	1ml	1ml
Etalon	–	10ul	–
Echantillon	–	–	10ul

Bien agiter et incuber les tubes pendant 10 minutes à la température ambiante. On passe à la lecture de la DO de l'étalon et de l'échantillon en comparaison avec le blanc à 505 nm.

La coloration est stable au moins 30 minutes.

Le calcul est donné par la formule suivante :

$$\frac{\text{DO Echantillon}}{\text{DO Etalon}} \times 200 = \text{mg/dL de triglycérides dans l'échantillon}$$

$$= \text{mg/dL} \times 0.0113 = \text{mmol/L de triglycérides dans l'échantillon.}$$

I.3.5. Dosage de cholestérol-HDL et cholestérol-LDL

❖ Principe

Les VLDL et LDL sont des lipoprotéines. Ils sont précipités par l'acide phosphotungstique en présence des ions de magnésium, après la réalisation d'une centrifugation, le surnageant contient l'HDL est utilisé pour la détermination des HDL (**Tableau 12**).

Tableau 12 : Réactifs utilisés

Réactif de précipitation (R)	Acide phosphotungstique Chlorure de magnésium	14mmol/L 2mmol/L
Réactif1 Solution tampon	Tampon pipe pH 7.50 P-chlorophénol	50mmol/L 2mmol/L
Réactif2	Lipoprotéine lipase(LPL) Glycérol kinase Glycérol -3-phosphate oxydase Peroxydase Amino-4-antipyrine ATP	150000U/L 500U/L 2500U/L 440U/L 0.1mmol/L 0.1mmol/L

❖ **Mode opératoire**

- Longueur d'onde = 505 nm (500 – 505).
- Température = 37°C.
- Cuve = 1 cm d'épaisseur.
- Centrifugation à 4000 T/min pendant 20 minutes.

La précipitation des VLDL et des LDL (**Tableau 13**).

Tableau 13 : La précipitation des VLDL et des LDL.

R(μL)	100
Echantillon (ml)	1

On mélange le tout, puis on incube pendant 10 minutes à température ambiante.

Après l'incubation, une centrifugation à 4000 T/min est faite pendant 20 minutes.

Le surnageant est collecté, une quantité de 10 ul est additionnée de 1 ml de réactif de cholestérol, la lecture de la densité optique est faite à 505 nm.

Le calcul est donné par la formule suivante :

$$\frac{\text{DO Echantillon}}{\text{DO Etalon}} \times 1,42 = \text{mg/dL de HDL dans l'échantillon}$$

$$= \text{mg/dL} \times 0,55 = \text{g/L de HDL dans l'échantillon.}$$

$$\text{LDL cholestérol} = \text{Le cholestérol total} - \frac{\text{tryglycerides}}{\text{}} - \text{Cholestérol-HDL}$$

I.3.6. Analyse qualitative des lipides par CPG

I.3.6.1. Principe

La composition des huiles et graisses en acides gras constitue la partie la plus intéressante. En effet les caractéristiques physico-chimiques, dépend principalement des proportions respectives des divers types d'acides gras (**Feinberg et al., 1987**).

Le dosage des acides gras s'effectue par la chromatographie en phase gazeuse (CPG), qui est une technique très répandue, elle a été mis au point dans les années 1940 (**Rouessac. Fet Rouessac. A, 2000**).

La chromatographie en phase gazeuse est une technique qui permet de séparer des molécules d'un mélange éventuellement très complexe de nature et de volatilité très diverse. Elle s'applique principalement aux composés gazeux ou vaporisables par chauffage sans décomposition (**Kabouche, 2007**).

b. Préparation des esters méthyliques.

La composition en acide gras est déterminée sur les lipides totaux, neutres et polaires, extraits selon la méthode de Folch. Les esters méthyliques d'acide gras sont préparés selon la méthode décrite par Shantha et Ackman (1990). Les lipides extraits (100mg) sont saponifiés par 6 ml de potasse méthanique 0,5 M à 100°C pendant 10 minutes. Après refroidissement, les acides gras sont méthylés avec 10 ml d'HCl (1N) à 100°C pendant 30-40 minutes. Après refroidissement, 10 ml d'eau déminéralisée et 10 ml d'hexane contenant 0,02% d'acide ascorbique sont ajoutés. Les tubes sont ensuite centrifugés 5 minutes à 3000 T/min pour accélérer la séparation des phases et la phase organique est transférée dans une ampoule à décanter. La phase organique supérieure obtenue est récupérée puis filtrée sur du sulfate de sodium anhydre. Les esters méthyliques obtenus sont analysés à l'aide d'un CPG selon les conditions suivantes :

La température d'injection : 250c°.

Le flux de la colonne : 0.76ml/min.

Le débit de la température finale	Température (c°)	La fixation de la température
—	65.0	0.00
3.0	120.0	0.00
5.0	250.0	5.00

Le temps final : 49.33min.

Colonne capillaire : SE 30 (apolaire).

I.4. Analyse des vitamines par HPLC

I.4. 1. Principe

La HPLC est méthode de dosage la plus appropriée à la qualification et la quantification de la vitamine à partir d'une large gamme d'aliment, même aux faibles concentrations naturelles (Bourgeois, 2003).

La chromatographie liquide haute performance, souvent appelée du nom de son abréviation CLHP (HPLC en anglais), constitue une technique analytique très générale d'emploi (Rouessac, F et Rouessac, A, 2004). Sans champ d'application recouvre une grande partie du domaine de la chromatographie en phase gazeuse auquel s'ajoute celui de l'analyse des composés thermosensibles ou de masses moléculaires à la fois très grandes et même polaires (Rouessac, F et Rouessac, A, 2000). Cette technique permet de séparer les composants d'un mélange afin de les identifier et de les quantifier. Elle emploie des détecteurs dont le message est enregistré puis exploité par un ordinateur relié au système. Il est souvent difficile de trouver rapidement les conditions opératoires qui mèneront à une bonne séparation en raison des interactions du soluté avec la phase stationnaire et la phase mobile (Kabouche, 2007).

I.4.2. Saponification et extraction de la vitamine D₃ (Bourgeois et al., 2003)

La vitamine D₃ est extraite des aliments par saponification à l'aide d'une solution d'hydroxyde de potassium suivie d'une extraction par un solvant.

La qualification de vitamine D₃ à partir d'une solution appropriée d'extrait à examiner est effectuée par HPLC. La chromatographie est suivie par détection UV et les pics sont identifiés sur la base de leurs temps de rétention.

Une quantité d'échantillon est saponifiée de préférence sous azote en utilisant un mélange d'éthanol ou de méthanol, d'eau, un antioxydant tel l'acide ascorbique et de l'hydroxyde de potassium en solution aqueuse. L'antioxydant doit être ajouté à l'échantillon avant l'addition de la solution d'hydroxyde de potassium nécessaire à la saponification. 8g d'échantillon est additionné de 1g d'acide ascorbique, 100 ml éthanol (96%) et l'hydroxyde de potassium (12g KOH + 50 ml H₂O).

En général, la durée de la saponification est de 20 à 45 minutes à une température de 80 à 100°C (Sous reflux).

La vitamine D₃ est extraite du mélange de saponification refroidi à l'aide d'un solvant de l'éther éthylique, 3 à 4 fois avec des volumes allant de 50 à 150 ml. Les extraits sont regroupés et lavés jusqu'à neutralité avec de l'eau (2 à 4 fois, 50 à 150 ml).

➤ Evaporation et dilution

Environ 2 à 3 mg de l'acide ascorbique sont ajoutés à l'extrait avant évaporation au moyen d'un évaporateur rotatif sous vide. À une température ne dépassant pas 40°C. Des mesures doivent être prises pour éliminer les traces d'eau telle le séchage par le sulfate de sodium.

Le résidu est redissous de préférence à l'aide de la phase mobile du système HPLC semi-préparative ou d'un autre solvant compatible avec HPLC de manière à obtenir une concentration appropriée pour l'injection sur colonne HPLC.

I.4.3. Saponification et extraction de la vitamine E (Bourgeois et al., 2003)

Le dosage de la vitamine E a été réalisé selon la méthode de Bourgeois et al (2003) cette méthode consiste à la saponification alcaline des échantillons puis une extraction des matériaux insaponifiables au moyen d'un solvant organique approprié.

Une quantité d'échantillon est saponifiée de préférence sous azote en utilisant un mélange d'éthanol ou de méthanol, d'eau, un antioxydant tel sensibles à l'oxygène en milieu alcalin. L'alcool et l'antioxydant doivent donc être ajoutés à l'échantillon avant l'addition de la solution d'hydroxyde de potassium nécessaire à la saponification et il faut vieillir à bien éliminer toute trace d'oxygène du récipient réactionnel.

2 à 5 gramme de la chair est additionné de 50 ml méthanol, 0.25 d'acide ascorbique et 5 ml hydroxyde de potassium (50%).

En général, la durée de saponification est de 15 à 45 minutes à des températures allant de 80 à 100°C (sous reflux).

Les tocophérols sont extraits du mélange de saponification à l'aide d'éther éthylique, 3 à 4 fois avec des volumes allant de 50 à 150 ml. Les extraits sont regroupés et lavés jusqu'à neutralité avec de l'eau (2 à 4 fois, 50 à 150 ml).

➤ Evaporation et dilution

Environ 2 à 3 mg d'acide ascorbique sont ajoutés à l'extrait avant évaporation au moyen d'une évaporation rotatif sous vide, à une température ne dépassant pas 50°C. Des mesures doivent être prises pour éliminer les traces d'eau tel que le séchage par le sulfate de sodium.

Le résidu est redissous de préférence à l'aide de la phase mobile ou d'un autre solvant compatible avec HPLC de manière à obtenir une concentration appropriée pour l'injection sous colonne HPLC Cette solution est la solution d'échantillon finale

➤ Les conditions analytiques

On a utilisé les conditions analytiques suivantes pour l'identification des vitamines D₃ et E par l'HPLC :

- Colonne= STR ODS – M (150mm x 4,6 mm) ;
- Phase mobile = eau / méthanol = 1/20 (V/V) ;
- Débit = 1,0 ml / min ;
- Température = ambiante ;
- Détection = UV – Visible (240 nm) ;
- Volume injecté = 5 µl.

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

I.5.1. Principe

L'absorption de lumière par les atomes fournit un puissant instrument analytique à la fois pour l'analyse quantitative et qualitative (Oiml, 1991).

Le dosage est effectué par la spectrométrie atomique qui étudie les émissions ou absorptions de lumière par l'atome libre, c'est-à-dire lorsque celui-ci voit son énergie varier au cours d'un passage d'un de ses électrons d'une orbite électronique à une autre. Généralement seuls les électrons externes de l'atome sont concernés. Ce sera le cas si les énergies mises en jeu sont modérées (Matteini et al., 1991).

La lampe à cathode creuse est constituée par une enveloppe de verre scellée et pourvue d'une fenêtre en verre ou en quartz contenant une cathode creuse cylindrique et une anode.

La cathode est constituée de l'élément que l'on veut doser. Un vide poussé est réalisé à l'intérieur de l'ampoule qui est ensuite remplie d'un gaz rare (argon ou néon) sous une pression de quelques mm de Hg.

Lorsqu'on applique une différence de potentiel de quelques centaines de volts entre les deux électrodes, une décharge s'établit. Le gaz rare est alors ionisé et ces ions bombardent alors la cathode, arrachant des atomes à celle-ci. Ces atomes sont donc libres

et sont excités par chocs : il y a émission atomique de l'élément constituant la cathode creuse (Selwyn et Costain, 1991).

L'échantillon à analyser est en solution, Celle-ci est aspirée au moyen d'un capillaire par le nébuliseur. Il se crée une dépression (effet venturi). La solution d'analyse est alors aspirée dans le capillaire et à la sortie, elle est pulvérisée en un aérosol constitué de fines gouttelettes. Cet aérosol pénètre alors dans la chambre de nébulisation dont le rôle est de faire éclater les gouttelettes et d'éliminer les plus grosses. Ce brouillard homogène pénètre alors dans le brûleur (Pollard et Hatcher., 1994).

L'aérosol pénètre dans le brûleur puis dans la flamme, le solvant de la gouttelette est éliminé, il reste les sels ou particules solides qui sont alors fondus, vaporisés puis atomisés.

La flamme air acétylène est la plus répandue et permet de réaliser le dosage de nombreux éléments, sa température est de 2600 k environ (Fornaciari, 1990).

Les concentrations des éléments en solutions sont déterminées en comparant les intensités lumineuses respectives de l'échantillon et des solutions étalons. Les résultats sont par la suite reportés à l'échantillon en $\mu\text{g/g}$.

Les caractéristiques métrologiques sont mentionnées dans le tableau 14.

Tableau 14 : les conditions de mesure par l'absorption atomique à flamme (Shimadzu, 2000).

élément	La longueur d'onde (nm)	La flamme d'absorption atomique	
		Type de Gaz	1% concentration d'absorption (ppm)
Mn	279.5	Air-C ₂ H ₂	0.028
CU	324.8	Air-C ₂ H ₂	0.04
Zn	213.9	Air-C ₂ H ₂	0.011

L'absorbance est la grandeur la plus utile puisqu'elle est proportionnelle à la concentration en espèce absorbante dans le domaine de validité de la loi de Beer-Lambert :

$$A=KLC$$

K c'est le coefficient d'absorption qui est une constante pour une espèce absorbante et une transition données.

L c'est la longueur du trajet optique dans la zone où se trouve l'espèce absorbante (longueur de la flamme ou du four en graphite)

C c'est la concentration en espèce absorbante (Galez, 2006).

L'appareil utilisé dans notre travail est du modèle AA-6200 (Shimadzu) caractérisé par une limite de détection (concentration d'un élément qui donne un signal égal à trois fois



I.6.2. Analyse de la variance à deux critères de classification

Les teneurs en lipides totaux, cholestérol, triglycérides, HDL, LDL et en minéraux contenus dans la chair des trois espèces de crevettes chez les deux sexes, ont été comparées par l'analyse de la variance à deux critères de classification (anova).

Seuil de signification « P ».

Le seuil de signification est représenté dans la figure 6

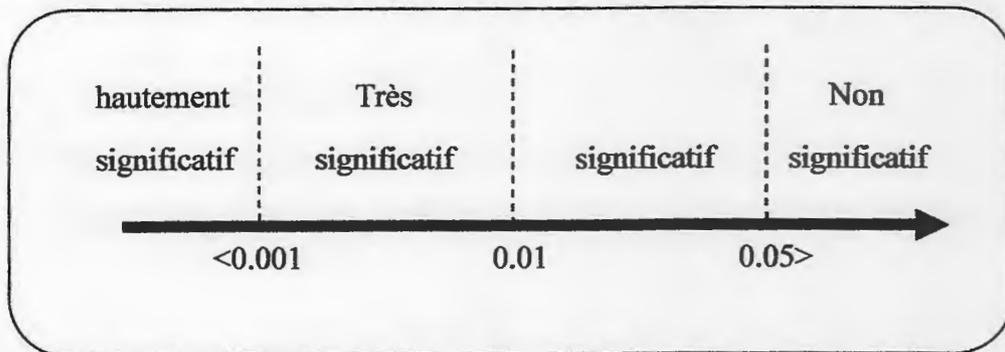


Figure 6 : Schéma représentatif du seuil de signification.

Les symboles qui apparaissent sur les tableaux et les histogrammes des valeurs de « P » signifient :

* différence entre les deux sexes

a,* différence significative

a différence entre les trois espèces

aa,** différence très significative

aaa,*** différence hautement significative

CHAPITRE II :
RÉSULTATS

II. Résultats

II.1. Test de fraîcheur

Les crevettes prélevées dans le port de Jijel sont 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.

II.2. Dosage des lipides

II.2.1. Réalisation de la courbe de référence (Tableau 15, Figure 7)

Tableau 15 : Réalisation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des lipides ($m \pm s$, $n=3$).

Solution mère (μg)	Absorbance
0	0
50	$0,120 \pm 0,004$
100	$0,227 \pm 0,022$
150	$0,330 \pm 0,031$
200	$0,456 \pm 0,028$
250	$0,553 \pm 0,031$

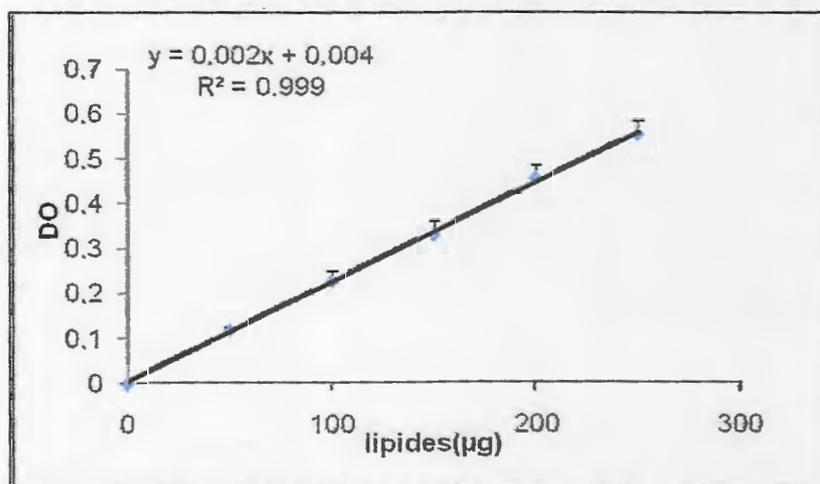


Figure 7 : Courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la solution mère, (R^2 : Coefficient de détermination).

II.2.2. Teneur des échantillons en lipides (méthode de Goldsworthy)

L'analyse de la variance à deux critères de classification révèle une différence significative entre les deux sexes ($P = 0,043$, $P < 0,05$). Notant que, les femelles renferment plus de lipides que les mâles, le même test statistique n'a pas montré une différence significative entre les 03 espèces étudiées. (Tableau 16, Figure 8)

Tableau 16 : les résultats du dosage des lipides exprimés en mg/100mg de la chair ($m \pm s$) des trois espèces mâles et femelles.

Espèces	<i>P. serratus</i> (C1)	<i>P. longirostris</i> (C2)	<i>A. antennatus</i> (C3)	P
Mâles	0,914±0,301 (n=3)	1,602±0,230 (n=3)	1,804±0,213 (n=3)	* 0,043
Femelles	1,381±0,848 (n=3)	2,480±0,661 (n=3)	2,584±1,351 (n=3)	
P	0,596			

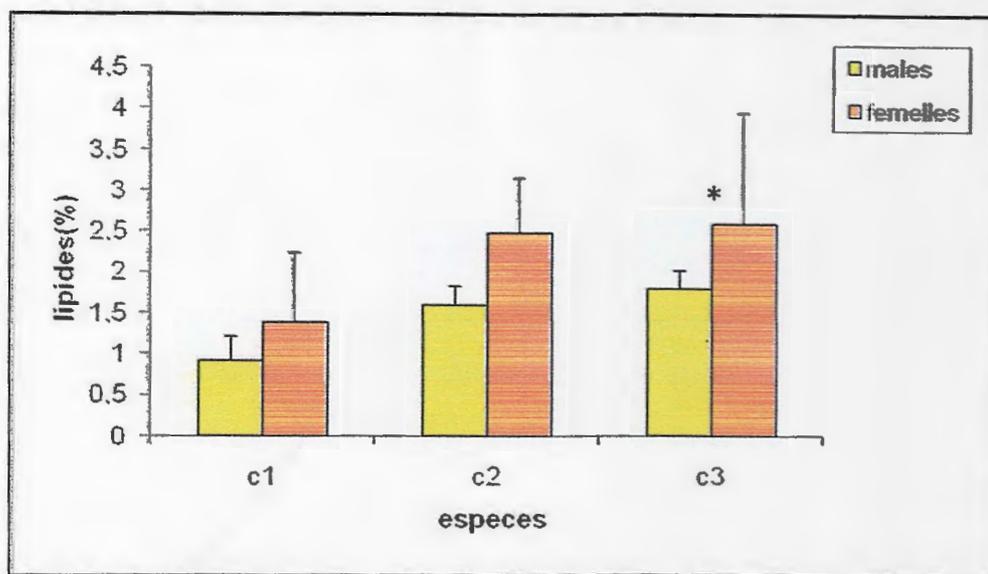


Figure 8 : Taux des lipides en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces; *P. serratus* C1, *P. longirostris* C2 et *A. antennatus* C3.

II.2.3. Teneur des échantillons en lipides (technique de Folch)

Les valeurs moyennes enregistrés montrent qu'il existe une différence significative ($P=0.02 < 0,05$) dans la teneur en lipides totaux entre les trois espèces étudiées, alors qu'il n'existe pas de différence significative entre les mâles et les femelles ($P > 0.05$). (Tableau 17, Figure 9)

Tableau 17 : La teneur des lipides en mg/100mg de la chair ($m \pm s$) des espèces mâles et femelles des trois espèces.

Espèces	<i>P. serratus</i> (c1)	<i>P. longirostris</i> (c2)	<i>A. antennatus</i> (c3)	P
Mâles	6,375±2,934 (n=3)	8,261±0,642 (n=3)	4,565±2,265 (n=3)	0,133
Femelles	7,941±1,335 (n=4)	7,887±1,913 (n=4)	7,388±2,092 (n=4)	
P	a 0,02			

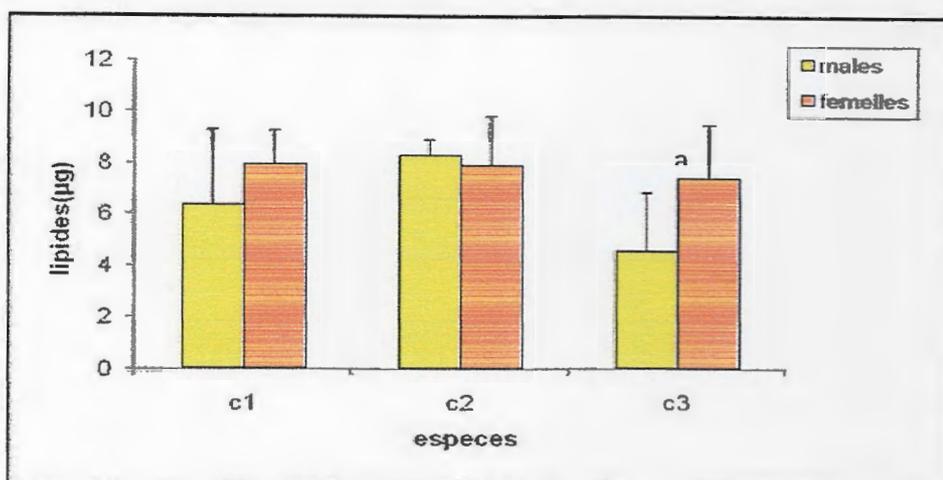


Figure 9 : Taux des lipides en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces; *P.serratus* C1, *P. longirostris* C2 et *A.antennatus* C3.

II.2.4. Teneur des échantillons en cholestérol

L'analyse statistique des valeurs enregistrées concernant la teneur en cholestérol total par l'analyse de la variance à 02 critères de classification révèle qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0.05$) que ce soit entre les 03 espèces de crevettes ou entre les 02 sexes (Tableau 18, Figure 10).

Tableau 18 : Les résultats du teneur de cholestérol total exprimés en mg/100mg de la chair ($m \pm s$) des trois espèces mâles et femelles.

Espèces	<i>P. serratus</i>	<i>P. longirostris</i>	<i>A. antennatus</i>	P
Mâles	0,214±0,089 (n=3)	0,297±0,133 (n=3)	0,300±0,0500 (n=3)	0,225
Femelles	0,353±0,140 (n=3)	0,375±0,142 (n=3)	0,414±0,266 (n=3)	
P	0,639			

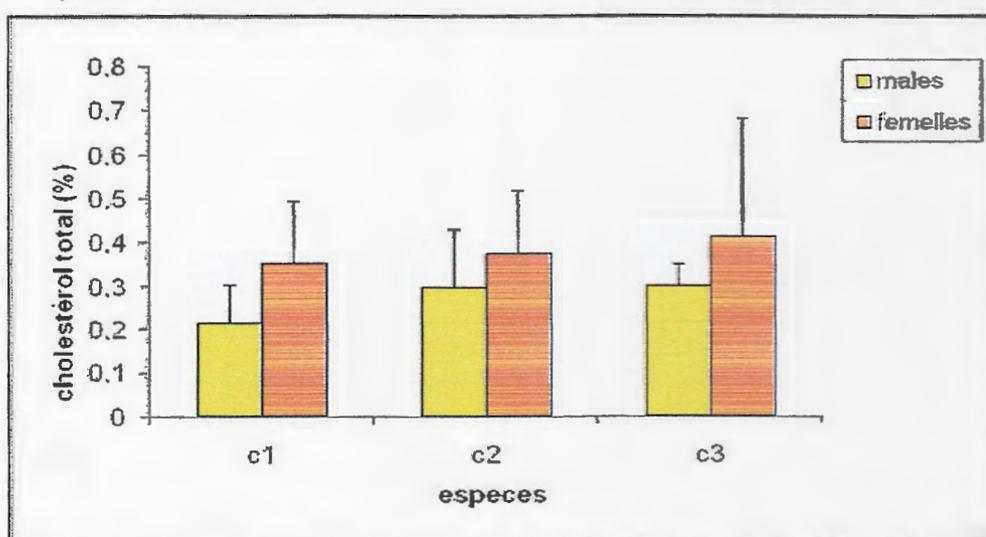


Figure 10 : Taux de cholestérol total en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces; *P.serratus* C1, *P. longirostris* C2 et *A.antennatus* C3.

II.2.5. Teneur des échantillons en triglycérides

L'analyse des résultats obtenus concernant la teneur des crevettes en triglycérides ne montre aucune différence significative entre les mâles et les femelles des trois espèces étudiées ($p > 0.05$). (Tableau 19, Figure 11)

Tableau 19 : Les résultats du teneur des triglycérides exprimés en mg/100mg de la chair ($m \pm s$) des trois espèces mâles et femelles.

Espèces	<i>P. serratus</i> (c1)	<i>P. longirostris</i> (c2)	<i>A. antennatus</i> (c3)	P
Mâles	0,335±0,094 (n=3)	0,407±0,182 (n=3)	0,548±0,186 (n=3)	0,479
Femelles	0,253±0,037 (n=3)	0,325±0,019 (n=3)	0,422±0,071 (n=3)	
P	0,055			

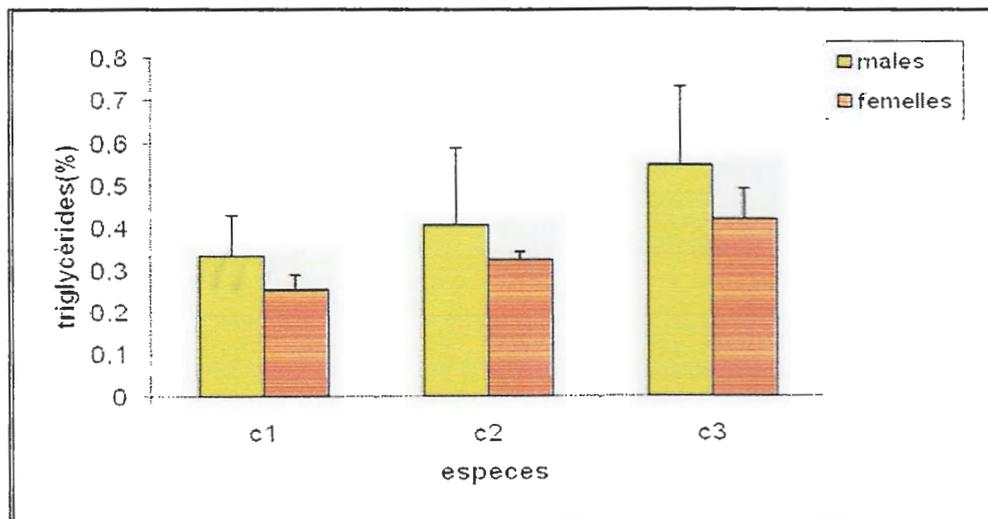


Figure 11 : Taux des triglycérides en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces; *P. serratus* C1, *P. longirostris* C2 et *A. antennatus* C3.

II.2.6. Teneur des échantillons en HDL

La teneur en HDL des trois espèces de crevettes ne présente pas de différences significatives entre les deux sexes, cependant, il existe une différence significative entre les trois espèces. (Tableau 20, Figure 12)

Tableau 20 : Les résultats du teneur des HDL exprimés en mg/100mg de la chair ($m \pm s$) des trois espèces mâles et femelles.

Espèces	<i>P. serratus</i> (C1)	<i>P. longirostris</i> (C2)	<i>A. antennatus</i> (C3)	P
Mâles	0,057±0,035 (n=3)	0,070±0,025 (n=3)	0,05±0,013 (n=3)	0,205
Femelles	0,081±0,037 (n=3)	0,129±0,03 (n=3)	0,149±0,042 (n=3)	
P	a 0,033			

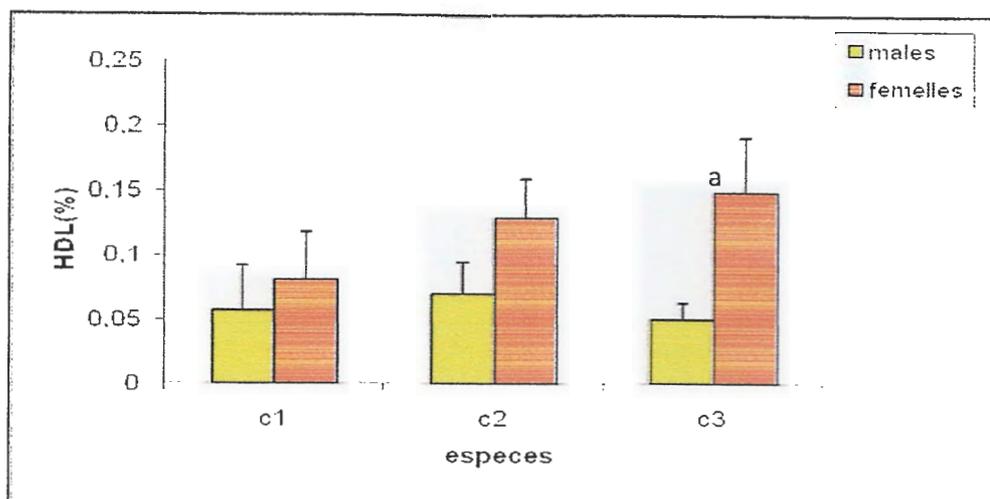


Figure 12 : Taux des HDL en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces; *P.serratus* C1, *P. longirostris* C2 et *A.antennatus* C3.

II.2.7. Teneur des échantillons en LDL

L'anova révèle une différence hautement significative ($p < 0.001$) dans la teneur en LDL entre les 03 espèces. Alors qu'il n'y a aucune différence significative entre les 02 sexes ($p > 0.05$). (Tableau 21, Figure 13)

Tableau 21 : Les résultats du teneur des LDL exprimés en mg/100mg de la chair ($m \pm s$) des trois espèces mâles et femelles.

Espèces	<i>P. serratus</i> (c1)	<i>P. longirostris</i> (c2)	<i>A. antennatus</i> (c3)	P
Mâles	0,131±0,016 (n=3)	0,162±0,098 (n=3)	0,098±0,059 (n=3)	0,325
Femelles	0,303±0,103 (n=3)	0,325±0,031 (n=3)	0,030±0,0025 (n=3)	
P	aaa 0,0009			

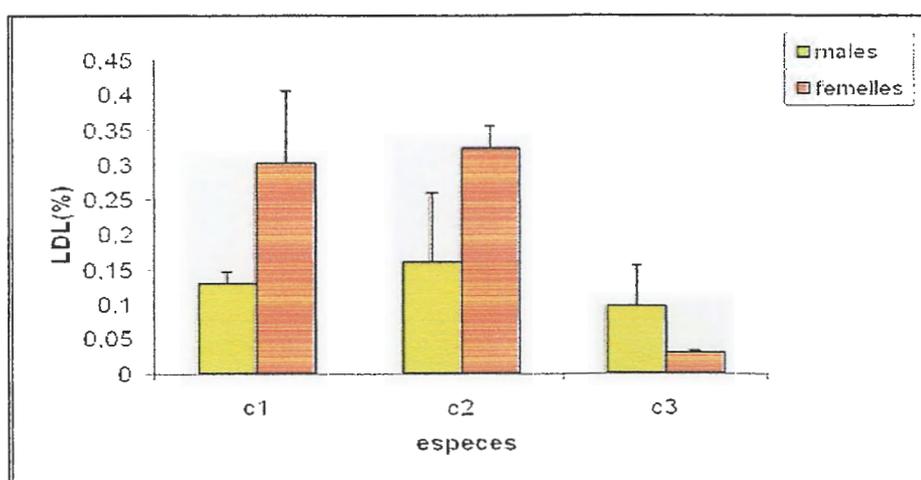


Figure 13 : Taux des LDL en mg/100mg de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces; *P.serratus* C1, *P. longirostris* C2 et *A.antennatus* C3.

II.3. Analyse de la matière minérale

La spectrométrie d'absorption atomique nous a permis d'identifier et de quantifier les éléments suivants : Zinc, Cuivre et Manganèse (les courbes de référence utilisées en SAA sont représentées dans l'annexe n° 1, 2, 3).

II.3.1. Teneur des échantillons en Zinc

Les valeurs moyennes enregistrées de la teneur de la chair en Zinc montrent qu'il n'existe aucune différence significative entre les trois espèces et les deux sexes ($p > 0.05$). (Tableau 22, Figure 14)

Tableau 22 : Concentration du Zinc exprimée en $\mu\text{g/g}$ de la chair ($m \pm s$) des trois espèces mâles et femelles.

Espèces	<i>P. serratus</i> (c1)	<i>P. longirostris</i> (c2)	<i>A. antennatus</i> (c3)	P
Mâles	0,1026 \pm 0,0099 (n=3)	0,1355 \pm 0,0049 (n=3)	0,10660 \pm 0,0016 (n=3)	0,597
Femelles	0,1029 \pm 0,0202 (n=3)	0,0788 \pm 0,00105 (n=3)	0,1103 \pm 0,0273 (n=3)	
P	0,240			

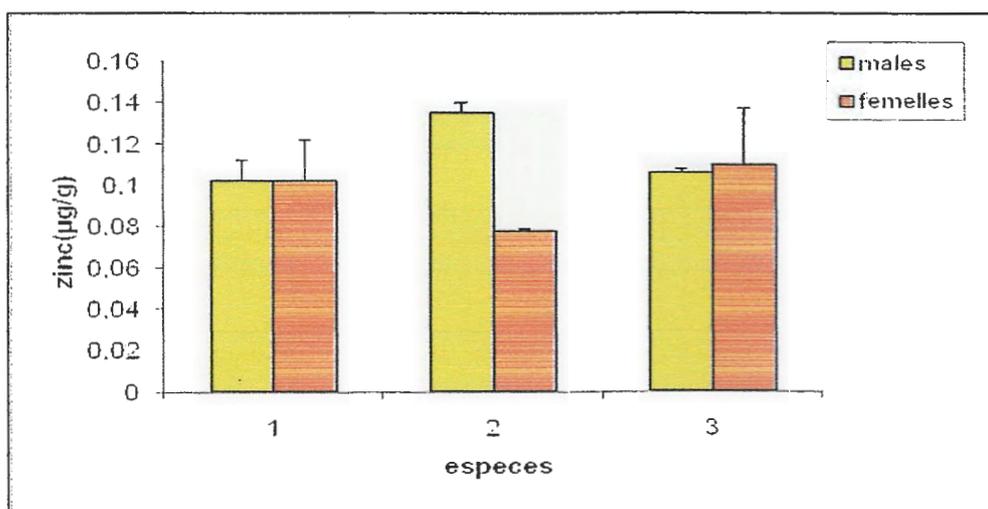


Figure 14 : Concentration du Zinc exprimée en $\mu\text{g/g}$ de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces; *P. serratus* C1, *P. longirostris* C2 et *A. antennatus* C3.

II.3.2. Teneur des échantillons en Cuivre

Les moyennes enregistrées concernant le Cuivre révèlent une différence hautement significative ($p = 0.000005$, $p < 0.001$) entre les trois espèces, alors qu'il n'y a aucune différence significative entre les deux sexes (Tableau 23, Figure 15).

Tableau 23 : Concentration du Cuivre exprimée en $\mu\text{g/g}$ de la chair ($m\pm s$) des trois espèces mâles et femelles.

Espèces	<i>P. serratus</i> (c1)	<i>P. longirostris</i> (c2)	<i>A. antennatus</i> (c3)	P
Mâles	0,0178 \pm 0,0023 (n=3)	0,0162 \pm 0,0015 (n=3)	0,0240 \pm 0,0012 (n=3)	0,131
Femelles	0,0169 \pm 0,002 (n=3)	0,0152 \pm 0,003 (n=3)	0,025 \pm 0,0008 (n=3)	
P	aaa 0,000005			

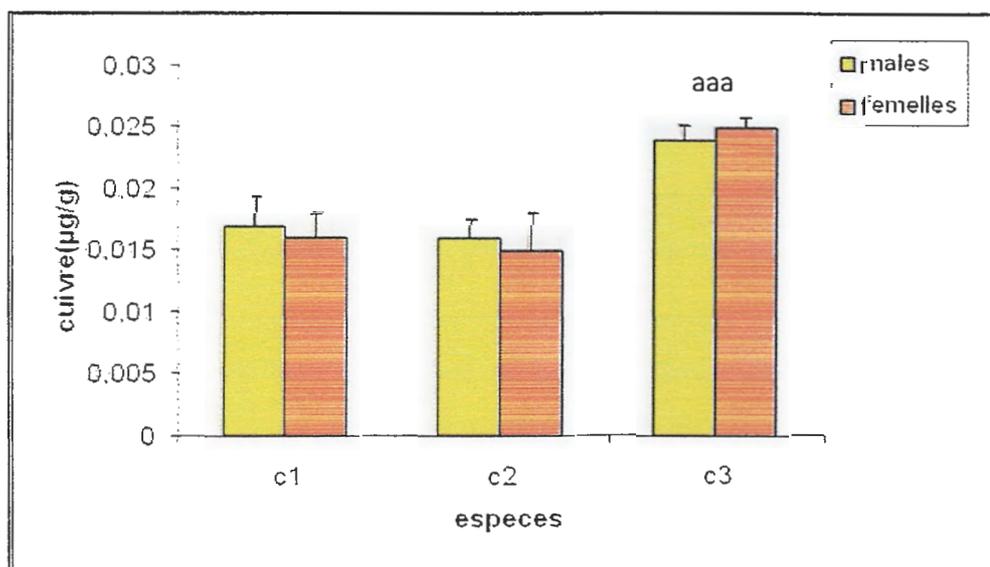


Figure 15 : Concentration du Cuivre exprimée en $\mu\text{g/g}$ de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces; *P.serratus* C₁, *P. longirostris* C₂ et *A.antennatus* C₃.

II.3.3. Teneur des échantillons en Manganèse

Les valeurs moyennes enregistrées montrent qu'il n'existe aucune différence significative ($p > 0,05$) dans la teneur en Manganèse entre les trois espèces concernées, et entre les mâles et les femelles ($p > 0,05$) (Tableau 24, Figure 16).

Tableau 24 : Concentration du Manganèse exprimée en $\mu\text{g/g}$ de la chair ($m\pm s$) des trois espèces mâles et femelles.

Espèces	<i>P. serratus</i> (c1)	<i>P. longirostris</i> (c2)	<i>A. antennatus</i> (c3)	P
Mâles	0,0008 \pm 0,0001 (n=3)	0,0016 \pm 0,0001 (n=3)	0,0017 \pm 0,0003 (n=3)	0,970
Femelles	0,0019 \pm 0,0003 (n=3)	0,0003 \pm 0,00005 (n=3)	0,0017 \pm 0,0005 (n=3)	
P	0,248			

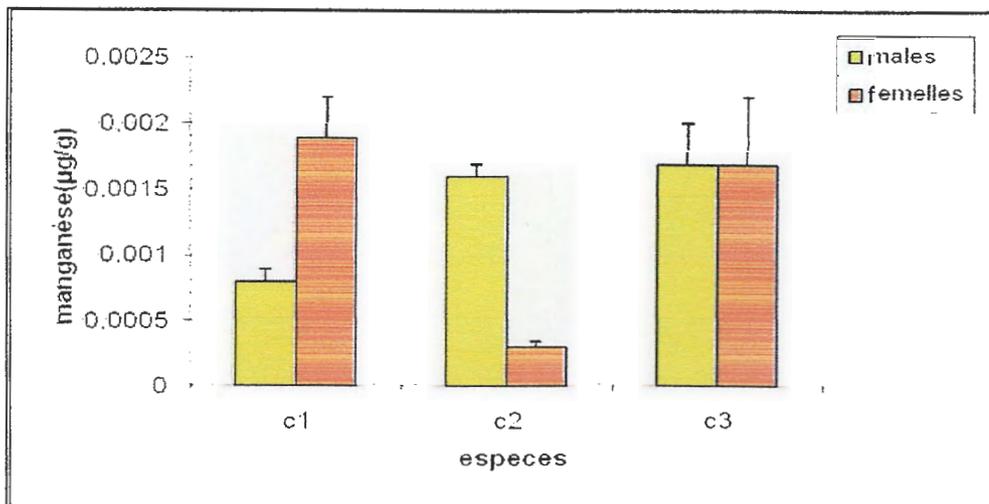


Figure 16 : Concentration du Manganèse exprimée en µg/g de la chair des individus mâles et femelles des trois espèces; *P. serratus* C₁, *P. longirostris* C₂ et *A. antennatus* C₃.

II.4. Analyse du contenu lipidique par CPG :

L'analyse chromatographique de la composition de la chair des femelles de *P. serratus* a révélé la présence de 6 acides gras, 4 d'entre eux sont des acides gras saturés à savoir : l'acide caprylique (C8 : 0), l'acide palmitique (C16 : 0), l'acide stéarique (C18 : 0) et l'acide heneicosanoïque (C21 : 0), les deux autres sont des acides gras insaturés, il s'agit de l'acide oléique (C18 : 1(ω 9)) et l'acide linoléique (C18 : 2 (ω 9)) (Figure 17, annexe n° 4)

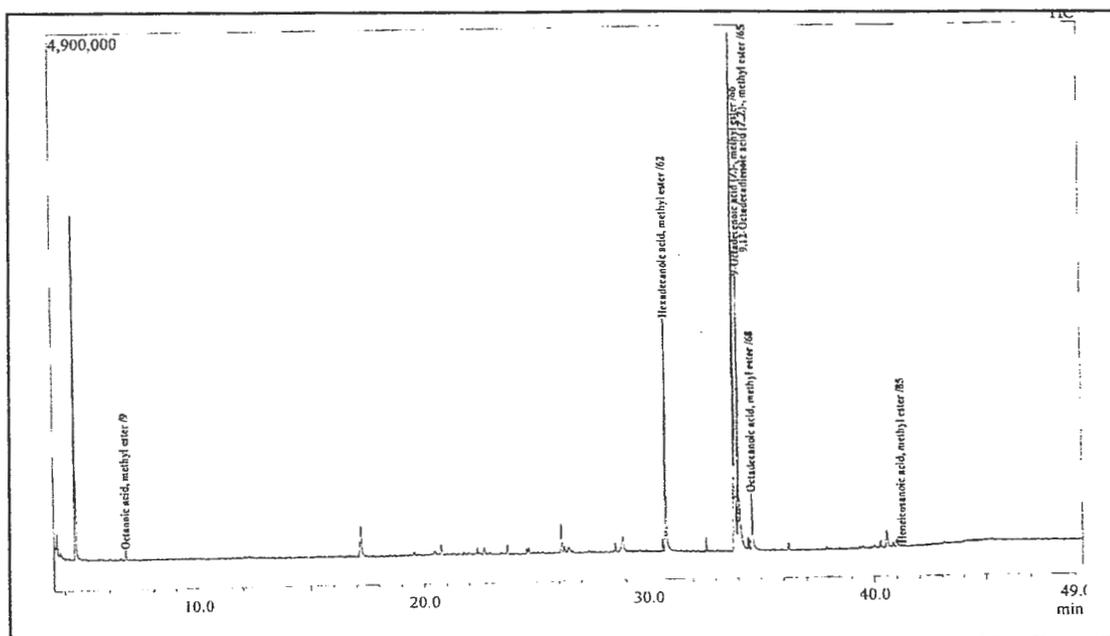


Figure 17 : Chromatogramme des acides gras contenus dans la chair des femelles de *P. serratus* (C1)

Le chromatogramme des mâles de *P. serratus* montre la présence de deux acides gras, l'un est saturé : l'acide margarique (C17 : 0), l'autre est insaturé : l'acide oléique (C18 : 1 (ω9)) (Figure 18, annexe n° 5)

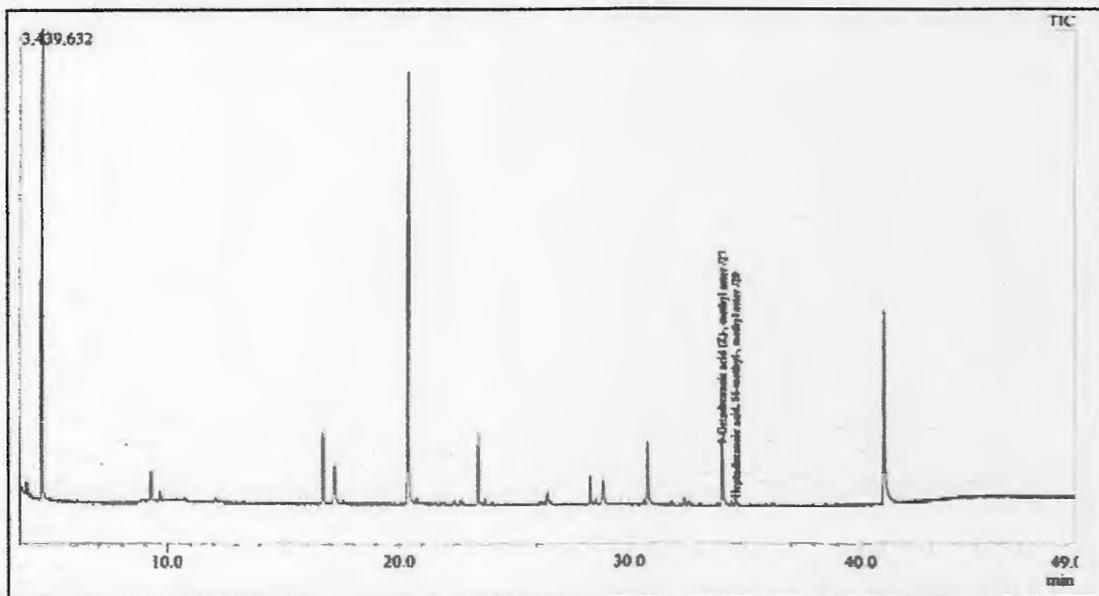


Figure 18 : chromatogramme des acides gras contenus dans la chair des mâles de *P. serratus* (C1)

Le chromatogramme des acides gras de la chair des femelles de *P. longirostris* a révélé la présence de deux acides gras insaturés ; un isomère de l'acide linoléique (C18 : 2 (ω7)) et l'acide oléique (C18 : 1 (ω9)), et un seul acide gras saturé : l'acide margarique (C17 : 0) (Figure 19, annexe n° 6)

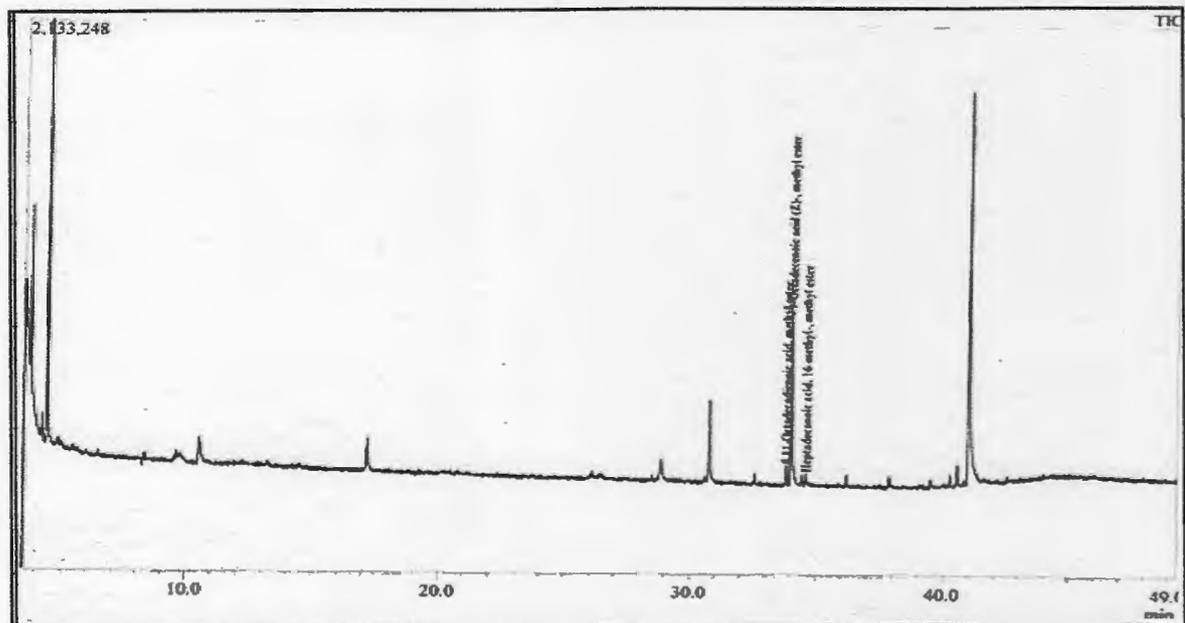


Figure 19 : Chromatogramme des acides gras contenus dans la chair des femelles de *P. longirostris* (C2).

La chair des mâles de *P. longirostris* renferme un seul acide gras insaturé (C18 :1 (ω 9)) (Figure 20, annexe n° 7)

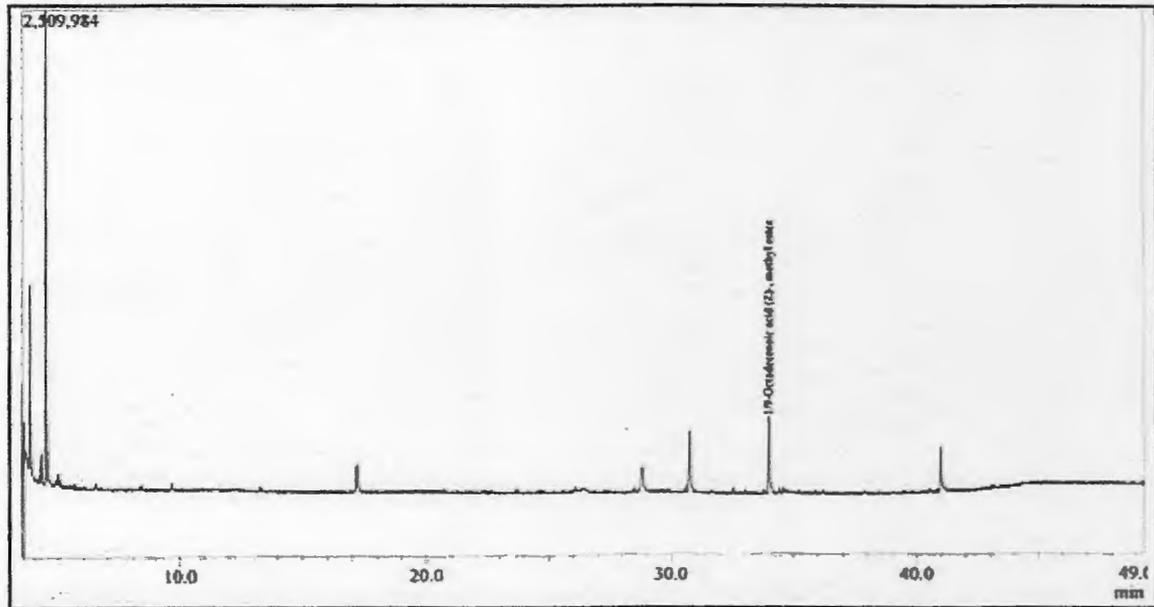


Figure 20 : Chromatogramme des acides gras contenus dans la chair des mâles de *P. longirostris* (C2).

Le chromatogramme des femelles d'*A. antennatus* ne présente aucun pic correspondant aux acides gras (Figure 21).

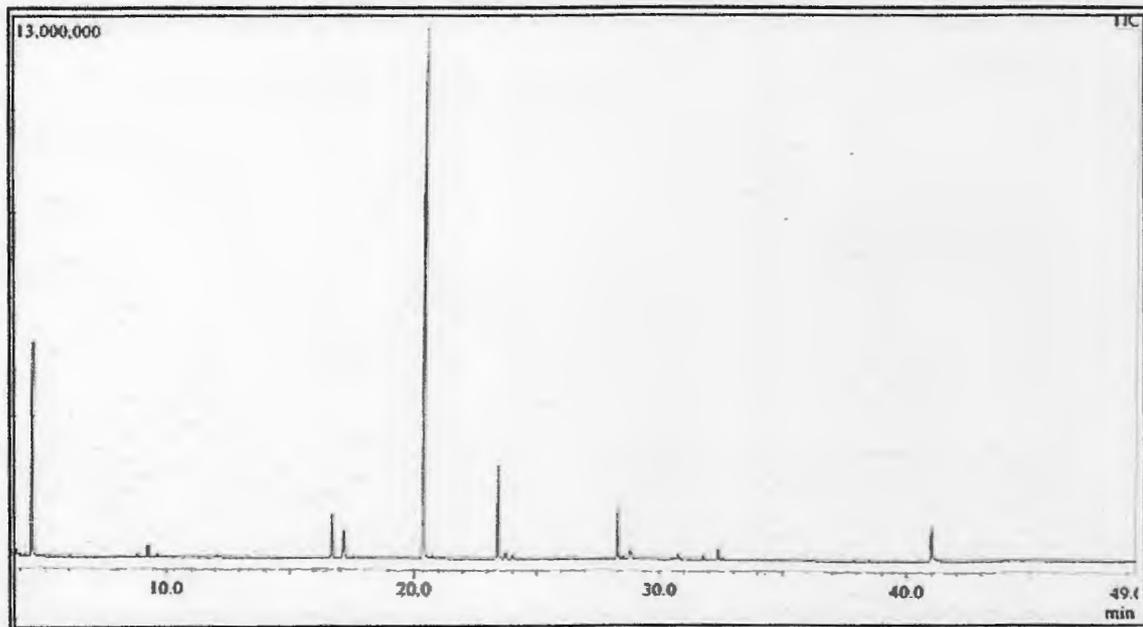


Figure 21 : Chromatogramme des femelles de *A. antennatus* (C3).

Le contenu de la chair des mâles d'*A. antennatus* en acides gras révèle la présence de trois acides gras dont deux sont saturés : l'acide palmitique (C16 :0) et l'acide

stéarique (C18:0) et un est insaturé l'acide oléique (C18:1 (ω 9)) (Figure 22, annexe n°8)

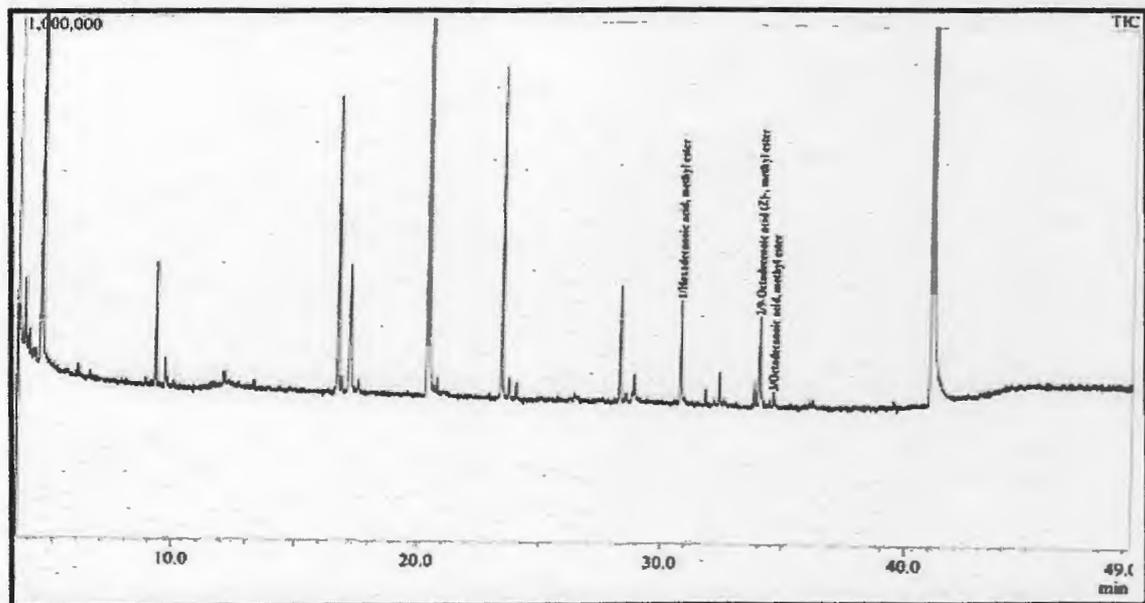


Figure 22 : Chromatogramme des acides gras contenus dans la chair des mâles de *A. antennatus* (C3).

II.5. Analyse qualitative des vitamines par HPLC

L'identification des vitamines (D₃ et E) contenues dans la chair des crevettes a été réalisée selon le chromatogramme de référence représenté dans la figure 23. L'analyse du contenu de la chair des crevettes en vitamines par HPLC révèle, la présence de la vitamine D₃ dans la chair d'*A. antennatus* femelle (Figure 24), et l'absence de cette vitamine chez les mâles de la même espèce et chez les deux autres espèces (Figure 24). Quant à la vitamine E, les chromatogrammes révèlent l'absence de cette vitamine chez les trois espèces et les deux sexes.

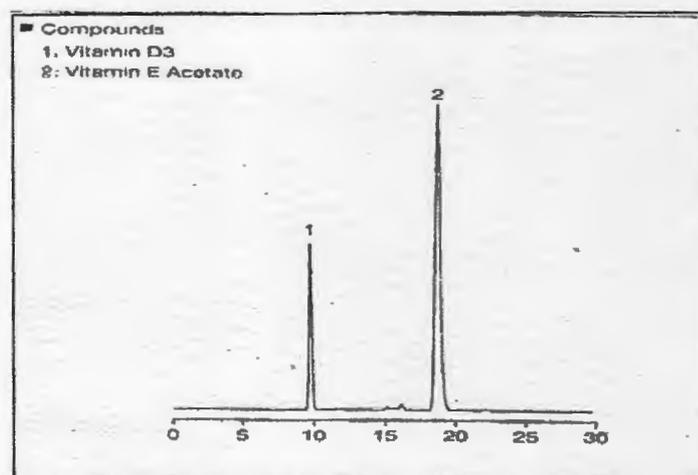


Figure 23 : Chromatogramme de référence de la vitamine D₃ et la vitamine E.

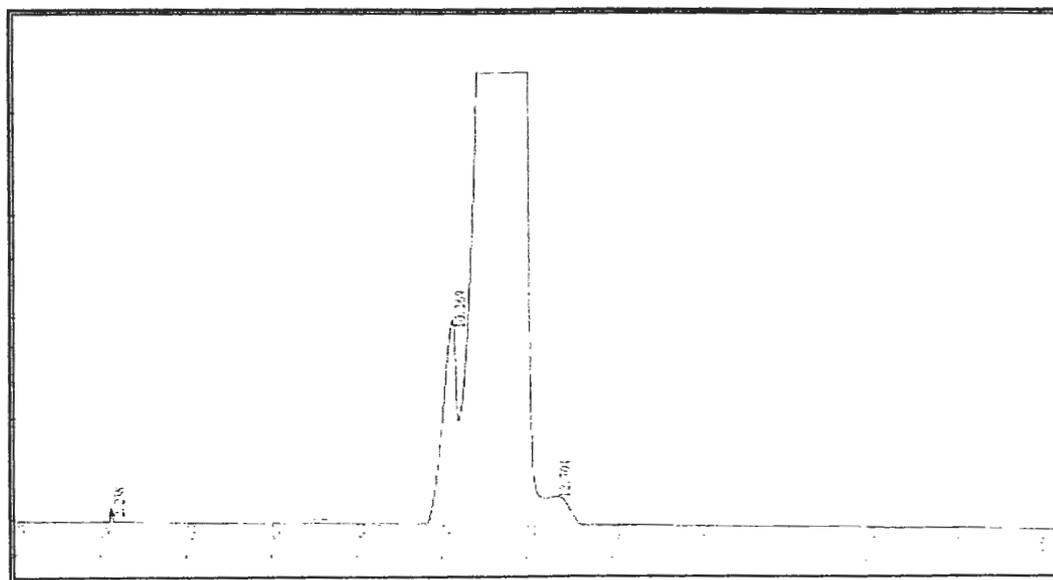


Figure 24 : Chromatogramme de la vitamine D₃ contenue dans la chair des femelles de *A. antennatus*.

CHAPITRE III :
DISCUSSION

III. Discussion

Dans un but nutritionnel, nous nous sommes intéressés à l'évaluation de principales classes lipidiques de la chair des animaux qui appartiennent en fait à un groupe d'aliments connus sous le nom V.P.O (viande, produits de pêche et œuf) (Favier et al., 1995). Ce groupe constitue la source numéro une des protéines, de graisses animales et des glucides sous forme de glycogène principalement (Jacob, 1961).

Les lipides d'un organisme animal sont dits invisibles, ils font partie intégrante des tissus, ainsi on trouve les lipides de réserve formées de triacylglycérol (ce sont les lipides qui font la source principale d'énergie chez les arthropodes), et accumulées dans les tissus adipeux constituant un stockage énergétique, on trouve aussi les lipides structuraux qui s'intègrent aux membranes cellulaires et des lipides fonctionnels comme les hormones lipophiles (Richard, 2006)

Chez les crustacés, les lipides représentent une importante source d'énergie et jouent un rôle primordial dans le cycle de mue, la vitellogénèse et la synthèse des prostaglandines (Yuan et al., 2000).

L'estimation quantitative des lipides de la chair des crevettes étudiées par la méthode spectrale de Goldsworthy a montré que :

- Les lipides sont plus abondants chez *A. antennatus* (1,8% chez les mâles et 2,5% chez les femelles) par rapport aux deux autres espèces : *P. longirostris* et *P. serratus*
- La chair des femelles des trois espèces renferme un taux plus élevé de lipides par rapport aux mâles (entre 1,3% et 2,5% pour les femelles) et (entre 0,9% et 1,8% pour les mâles)

L'évaluation des quantités lipidiques dans la chair des trois espèces de crevettes par la technique de Folch et al., 1957 a révélé :

- Des valeurs supérieures à celles enregistrées par la méthode de Goldsworthy (entre 4,5% et 8,2%)
- Des taux lipidiques différents d'une espèce à une autre chez les mâles (4,5% pour *A. antennatus*, 6,3% pour *P. serratus* et 8,2% pour *P. longirostris*), alors que chez les femelles des trois espèces, les valeurs sont proches.

Les variations des valeurs obtenues par les deux procédés peuvent être expliquées par le fait que la technique de Folch a l'avantage de respecter les différentes catégories de lipides qui peuvent ensuite être identifiées et analysées (l'extrait lipidique a servi pour la préparation des esters méthyliques et l'identification des acides gras), alors que la technique de Goldsworthy est utilisée pour quantifier directement les lipides en mesurant la réflectance à leurs longueurs d'onde spécifique parce que les lipides absorbent spécifiquement les radiations infrarouges à certaines longueurs d'ondes (Adrian et al., 1998).

Les crustacés ont une teneur en lipides de 0,5% à 2% répartis uniformément dans la chair (Comelade, 1995). Ces derniers sont assez fluides, de digestion facile et s'oxydent rapidement, ces propriétés sont dues à la nature et au pourcentage des acides gras existants (Dupin, 1992).

Les travaux de Favier et al., 1995 et de Feinberg et al., 1993 ont estimé la teneur en lipides d'un crustacé de 0,5 à 7,5%, Monod et Laubier, 1998 l'estime de 0,8 à 4,7% et Collomb et Mayor, 2000 rapportent qu'une crevette (sans préciser l'espèce) renferme 1,8% de lipides.

D'une manière générale, les résultats obtenus dans ce travail se situent dans l'intervalle de ces estimations.

L'évaluation de la teneur en cholestérol a montré que les valeurs enregistrées oscillent entre 0,214% et 0,300% pour les mâles, soit : 214 mg/100g et 300mg/100g, et entre 0,353% et 0,414% pour les femelles, soit : 353mg/100g et 414mg/100g. Nous avons noté aussi, la richesse des deux sexes des trois espèces en cholestérol.

D'après les tables de la composition alimentaire, les crustacés sont des aliments riches en cholestérol, d'ailleurs, Feinberg et al., 1993 regroupent les crevettes parmi les aliments les plus riches en cholestérol (50-260mg/100g), Favier et al., 1995 estiment le taux du cholestérol chez la crevette grise (*Crangon crangon*) à 240mg/100g et Collomb et Mayor, 2007 l'ont estimé à 185mg/100g chez la crevette, en général.

Du point de vue physiologique, les crustacés sont caractérisés par un développement post-embryonnaire discontinu, du fait de la présence d'une carapace chitino-protéique rejetée périodiquement au cours des mues successives (Young et al., 1993), la reproduction est une manifestation importante et cyclique chez ces organismes (Marangos et al., 1998). Ces deux processus sont contrôlés par des ecdystéroïdes qui sont des stéroïdes hydroxylés. Le précurseur de ces hormones est le cholestérol (Chang, 1985 ; Spaziani, 1989)

L'estimation de la teneur de la chair en triglycérides montrent que les moyennes enregistrées varient entre (0,335mg/100mg et 0,548mg/100g) pour les mâles et entre (0,253mg/100mg et 0,422mg/100mg) chez les femelles des trois espèces.

Les graisses alimentaires d'origine naturelle sont constituées à 98% de triglycérides, il s'agit de trois molécules d'acides gras qui estérifient le glycérol (Fuhrer et al., 2005). Par ailleurs, il a été démontré que les triglycérides sont abondants dans le muscle abdominal de *P. serratus* (Bernard et al., 1977).

La teneur de nos échantillons en lipoprotéines montre que :

- Les valeurs des HDL enregistrées varient entre (0,05mg/100mg et 0,07mg/100mg) pour les mâles et entre (0,081mg/100mg et 0,149mg/mg) pour les femelles.
- *A. antennatus* et *P. longirostris* renferment plus de HDL que *P. serratus*.
- Les valeurs des LDL obtenues oscillent entre (0,098mg/100mg et 0,162mg/100mg) pour les mâles et entre (0,03mg/100mg et 0,325mg/100mg) pour les femelles.
- Les LDL sont plus abondants dans la chair de *P. longirostris* chez les deux sexes, alors qu'ils sont présents en quantité moindre dans la chair de *A. antennatus* par rapport à *P. longirostris* et *P. serratus*.

La richesse de nos échantillons en LDL (le mauvais cholestérol) peut être expliquée par le fait que ces derniers sont impliqués dans le transport du cholestérol du liquide circulant (hémolymphe) vers les tissus périphériques (Alam et al., 1995).

L'analyse quantitative et qualitative des oligo-éléments à savoir : le Zinc, le Cuivre et le Manganèse par spectrométrie d'absorption atomique a montré :

- Des concentrations de Zinc variant de 10,26µg/100g à 13,55µg/100g pour les mâles et de 7µg/100g à 11,03µg/100g pour les femelles
- Les concentrations de Cuivre oscillent entre (1,62µg/100g et 2,40µg/100g) pour les mâles et entre (1,15µg/100g et 2,50µg/100g) pour les femelles
- Quant aux concentrations de Manganèse, celles-ci varient de 0,08µg/100g et 0,17µg/100g pour les mâles et de 0,03µg/100g et 0,19µg/100g pour les femelles

Les valeurs du Zinc enregistrées sont plus élevées que les valeurs obtenues pour les deux autres oligo-éléments (Cuivre et Manganèse) et ceci pour les trois espèces étudiées. Il est à noter que le Zinc est le cofacteur de plus de 200 métalloprotéines dont plusieurs s'impliquent dans la synthèse des acides nucléiques et dans la multiplication cellulaire (Prasad, 1995 ; Frénot et Vierling, 2001). Du point de vue nutritionnel, les meilleures sources de Zinc sont les produits animaux : les viandes de bœuf et d'agneau, les poissons et les produits de la mer, les huîtres constituent une source exceptionnellement riche en Zinc (Dilmi-Bouras, 1998).

L'analyse qualitative des acides gras libres par GC-MS a mis en évidence l'existence de 8 acides gras dont 5 acides gras sont saturés (l'acide caprylique (C8 :0), l'acide palmitique (C16 :0), l'acide margarique (C17 :0), l'acide stéarique (C18 :0) et l'acide heneicosanoïque (C21 :0)) et les 3 restants sont insaturés (l'acide oléique

(C18:1(ω 9)), l'acide linoléique (C18:2(ω 6)) et un isomère de l'acide linoléique (C18:2(ω 7)), ces acides gras sont répartis de manière différente dans la chair des deux sexes des trois espèces de crevettes.

Nous avons noté aussi que l'acide oléique est le seul acide gras présent dans toutes les espèces. Cependant, il est à signaler que chez les femelles de *A. antennatus*, le chromatogramme ne présente aucun pic pour les acides gras, ce résultat peut être la conséquence d'une mauvaise manipulation durant la préparation des esters méthyliques.

Les animaux marins se distinguent par une grande diversité d'acides gras insaturés dont la longueur de chaîne comprend 16 à 24 atomes de carbones (Fuhrer et al., 2005). D'une manière générale, les crustacés sont reconnus pour leur acides gras mono et polyinsaturés, d'après une étude faite sur les acides gras d'une crevette pénéidé (*Penaeus kerrathurus*) (Khebbeb et al., 2005). Bernard et al., 1977 ont étudié l'influence de la température sur la composition en acides gras du muscle abdominal de *Palaemon serratus*, cette étude a mis en évidence la présence des mêmes acides gras identifiés dans notre travail.

De plus, les acides gras mono et polyinsaturés confèrent à la chair de ces crevettes son intérêt pour l'alimentation et la santé humaine, en effet, ces acides gras jouent un rôle important notamment dans la prévention des maladies cardiovasculaires, inflammatoires ainsi que dans la prévention du développement de certains cancers (Richard, 2006).

L'analyse qualitative du contenu vitaminique de la chair des trois espèces de crevettes a mis en évidence la présence de la vitamine D₃ chez les femelles d'*A. antennatus* uniquement. Selon Feinberg et al., 1993, les crustacés renferment 5 μ g/100g de la vitamine D₃ et entre 1 et 3mg/100g de la vitamine E.

Le résultat obtenu pour les autres espèces concernant la vitamine D₃ et la vitamine E est du certainement à la mauvaise manipulation lors de la préparation des échantillons, du fait que l'extraction de ces vitamines est un procédé délicat d'une part et d'autre part ces composés sont très oxydables.

CONCLUSION ET
PERSPECTIVES

Conclusion et perspective

Ce travail a été réalisé dans l'optique d'étudier quantitativement et qualitativement les différentes classes lipidiques ainsi que certaines vitamines liposolubles et quelques oligoéléments contenus dans la chair des crevettes pêchées au niveau de la baie de Jijel et commercialisées localement. Les données primaires sur la production de crevettes ont montré qu'il y a trois espèces dominantes : La chevrette ou le bouquet (*Palaemon serratus*), la crevette blanche (*Parapenaeus longirostris*) et la crevette rouge (*Aristeus antennatus*).

La teneur de la chair de ces crevettes en lipides totaux est prédominante chez les femelles (1,3% à 2,5%) que chez les mâles (0,9% et 1,8%), notant que la crevette rouge (*A. antennatus*) renferme plus de lipides (par rapport aux deux autres espèces).

Le taux de cholestérol déterminé dans la chair des espèces mâles et femelles a prouvé que le cholestérol-LDL est prédominant par rapport au cholestérol-HDL chez les deux sexes des trois espèces, alors que les valeurs enregistrées de la teneur en triglycéride, de la chair des espèces étudiées des deux sexes, sont proches.

L'analyse qualitative par chromatographie en phase gazeuse a mis en évidence la présence des acides gras saturés (l'acide caprylique, l'acide palmitique, l'acide margarique, l'acide stéarique et l'acide heneicosanoïque) et les acides gras insaturés (l'acide oléique, l'acide linoléique et un isomère de l'acide linoléique), signalant que la chevrette (*P. serratus*) renferme le plus grand nombre d'acide gras et la composition en acides gras diffère d'une espèce à une autre et d'un sexe à un autre.

L'analyse qualitative par chromatographie liquide à haute performance a mis en évidence la présence de la vitamine D₃ chez les femelles d'*A. antennatus*.

La spectrométrie d'absorption atomique a permis d'identifier et de quantifier les trois oligoéléments suivants : le Zinc, le Cuivre et le Manganèse, avec la prédominance du Zinc dans la chair des trois espèces.

En perspective de ce travail, nous espérons poursuivre :

- L'analyse quantitative et qualitative des acides gras en appliquant un autre procédé dans la préparation des échantillons (Les esters butyliques) par chromatographie en phase gazeuse CPG.
- L'évaluation des micronutriments contenus dans la chair de ces crevettes comestibles par le dosage des minéraux les plus dominants : le Magnésium, le Sodium, le Chlore, le Phosphore, le Potassium et le Calcium et par l'identification et le dosage des vitamines hydrosolubles surtout du groupe B et liposolubles.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

Alais C., 1960. Science du lait. Principe de techniques laitières.

Alais C & Linden G., 1997. Biochimie alimentaire. *Ed. Masson.* 57-59.

Alais C., Linden G & Miclo., 2008. Biologie moléculaire. *Ed. NATHAN.* 42-44.

Abdenour C., 2000. Trace metals in marine brackish and freshwater prawn (Crustacea, Decapoda) from northeast Algeria. *Ed. Hydrobiol,* **436**, 217-227.

Ait abdelouhab N., 2007. Microbiologie alimentaire. *Ed. Office des publications universitaires Ben Aknoun.* **147** : 13-16.

Apfelbaum M., Forrat C & Nillus P., 1999. Diététique et nutrition. *Ed. Masson.* 113-116.

Arzel P., Baud J.P., Berthou p., Boletzky S.V., Campillo A., Clavier J., daoj C., Dardignac M .J. Decamps P., Duclerc J., Flassch J.P., Fleury P.G., Fontiane B., Harmelin J.G., Hérat M., Hussenot J., Latrouite D., Marin J., monniot C., perez R., Tétard A., Vacelet J., Vadon C & Véron G., 1992. Les algues et invertébrés marins des pêches françaises. *Ed. Ifremer.* 13-26.

Bernard J. M & Hubert J. C., 1977. Influence de la temperature sur le la composition en acides gras du muscle abdominal de *Palaemon serratus*, Ecole pratique des hautes études, Laboratoires de Biochimie et Ecologie des invertébrés marins. *Biochemical Systematics and Ecology*, Vol **5**, 151-154.

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 science de la mer, Université d'Annaba. 75.

Borel J., Caron J., Chanard J., Gougeon J., Leutenegger M., Maquart F.X., Potron G., Randoux A & Zeitoun P., 1985. Comment prescrire et interpréter un examen de biologie. *Ed. Maloine.* 778-783.

Borg J & Reeber A., 2008. Biochimie métabolique. *Ed. Ellipses.* 137.

Bourgeois F.C., 2003. Les vitamines dans les industries agroalimentaires. *Ed. Tec & Doc. Lavoisier.* 53.

Burlot G., Buthon L., Davaine Y., Didri H., Pabiou T., Rafini M & Valingot C., 1998. *Ed. Synthèse Agricole.* 265.

Babin P. J & Vernier J. M., 1989. Plasma lipoproteins in fish. *J. Lipid. Res,* **30**, 467-489.

Borsa P & Millet B., 1992. Recrutement of the clam *Ruditapes decussatus* in the lagoon of thau, Mediterranean, Estuarine. Coastal and shelf science. 289-300.

- Cassier P., Beaunont A & Truchot J.P., 1996.** Biologie et physiologie animale. Cours et questions de revision. *Ed. DUNOD*. 534.
- Chang E. S., 1985.** Hormonal control of moulting in Crustacea, *Amer. Zool.* **25**: 179-185
- Chapman M.J., 1980.** Animal lipoproteins: chemistry structure, and comparative aspects of lipid Res.789-853.
- Codex Alimentarius., 1992.**
- Collomb V & Mayor M., 2007.** Les crustacés. 1-4.
- Comelade E., 1995.**Technologie des aliments et hygiène alimentaire.*Ed. Jaque Lanore* . 239.
- Cossa D., Auger D., Averty B., Luçon M., Masselin P. Noel J & Sanjuan J., 1990.** Niveaux de concentration en métaux, metalloïdes et composés organochlorés dans les produits de la pêche côtière française *.Ed. Infremer*. 7.
- Dauviller P., 1998.** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. *Ed. Lavoisier*. 91.
- Delaunay J., 1988.** Biochimie. *Ed. Herman*.197.
- Dilmi-Bouras A., 2004.** Biochimie alimentaire. *Ed. Office des publications universitaires*. 39-62.
- FAO., 1992.** Conduite de petites enquêtes nutritionnelles. Manuel de terrain. *Ed. Rom*. 180.
- Favier J. C., Ireind-Ripert J., Toque C & Feinberg M. 1995.** Répertoire general des aliments, tables de composition alimentaire. Technique et documentation . *INDRA, CIQUAL, REGAL*. 809.
- Feinberg M., Favier J. C & Ireind-Ripert J., 1987.** Répertoire général des aliments. 8-11.
- Feinberg M., Favier J. C & Ireind-Ripert J., 1993.** Tables de composition alimentaire, Réalisation, Utilisation Limites, Centre Informatique sur la qualité de l'aliment (CIQUA). 1412-1432.
- Ferra C., 2008.** Aquaculture *.Ed.Vuibert*. 219-220.
- Fillet P., Perrin R & Scharff J. P., 2002.** Chimie industrielle. *Ed. DUNOD*. 453.
- Fisher W.,Schneider M., Bauchot M. L., 1987.** Méditerranée et mer noire, zone de pêche 37. Végétaux et invertébrés. Vol 1 (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). 760.

Folch J., Lees M & Sloane Stanley G-H., 1957. A simple method for isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem*, **34**, 27-29.

Fornaciari G., 1990. Paleodiet research on proto-emolithic skeletal remains of piano vento (palmadi, montechiaro, Agrigento, sicily) by atomic absorption spectrometry. 129-130.

Frénot M & Vierling E., 1997. Biochimie des aliments: Diététique du sujet bien portant. *Ed. Bio & Tech*. 160- 170.

Frénot M & Vierling E., 2001. Biochimie des aliments : Diététique du sujet bien portant. *Ed. Bio & Tech*. 281-285.

Fuhrer F., Limacher A., Mikle M., Truttman M., Freidli R., Pasquier M., Pfefferli H., Schneller R & Gremaud G., 2005. Graisses comestibles, huiles comestibles et graisses émulsionnées. Manuel Suisse des denrées alimentaires (MSDA), 1-27.

Galez P., 2006. Techniques spectroscopiques et nucléaires. 4.

Ghorab I., 2002. Etude comparative de trois espèces de crevettes pénaeïdes: aspect biométrique et biochimique: thèse de magister en physiologie animale, option: écotoxicologie. Université d'Annaba, Algérie. 96.

Gilbert D., 2004. Les nutriments et la diététique. *Ed. DUNOD*. 4.

Goldsworthy G.J., Mordue W & Guthkelch J., 1972. Studies on insect adipokinetic hormones. *Gen. Comp. Endocrinol*, **18(3)**, 545.

Grailles J., 2003. Lipides et corps gras alimentaires. *Ed. Tech & Doc. Lavoisier*. 30.

Grassé P. P & Doumenc, 1998. Zoologie des invertébrés. *Ed. Masson*. 98.

Grassé P. P., 1996. Traité de zoologie; anatomie, systématique et biologie. *Ed. Masson*. 432.

Guillaume J., Kaushik S., Bergot P & Métailler R., 1999. Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. *Ed. Inra*. 148- 168.

Hadef O., 2005. Contrôle et inspection du poisson. Manuel pédagogique en sciences vétérinaires. Université de Constantine. 45.

Jacotot B & Compillo B., 2003. Nutrition humaine. *Ed. Masson*. 35- 42.

Jacotot B & Leparco J., 1992. Nutrition et alimentation. *Ed. Masson*. 14- 21.

Jeruantet R., Gogunnec T., Schuck P & Brulé G., 2006. Science des aliments. *Ed. Tech & Doc. Lavoisier*. 53.

- Kabouche Z., 2007.** Cours et exercices de chromatographie. *Ed. Dar El-Fadjr.* 26-64.
- Kamoun P., Lavoine A & Verneuil H., 2003.** Biochimie et biologie moléculaire. *Ed. Flammarion.* 65-68.
- Kazakevich Y & Lobrutto R., 2007.** Pharmaceutical application data. 40-41.
- Keith P., Guilbot R & Cochet G., 1985.** Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce de Polynésie Française. *Ed. Tipic.* 30.
- Kessous C., 1996.** Biochimie structurale (protéines, glucides et lipides). *Ed. Office des publications universitaire.* 3.
- Khebbeb M. E. H., Ghorab I & Nadji S., 2005.** Mantle lipid and protein content in some mollusc and shrimp species: Fatty acids composition. *Appliad Animal Biology Laboratory. The federation of European Biochemical Societies.* 5-28
- Kornprobst M. J., 2005.** Substances naturelles d'origine marine: Invertébrés- Vertébrés. *Ed. Tech & Doc. Lavoisier.* 1419.
- Kruh J., 1998.** Biochimie; biologie cellulaire et moléculaire. *Ed. Herman.* 474.
- Laubier A., 1987.** Biologie de la reproduction et de l'élevage des crevettes pénaïdés. *Ed. Oceanis.* 217-232.
- Lauwerys R. R., 1999.** Chrome, toxicologie industrielle et intoxication professionnelle. *Ed. M.asson.* 315.
- Magali W., 2007.** Zoologie et écologie marines. *Ed. Monshainaut.* 3.
- Maissiat J., 1998.** Biologie animale(Invertébrés). Cours et QCM. *Ed. DUNOD.* 195-197.
- Malewiak M. I.,Catherime L. R., Berthier A. M & Seville Y., 1992.** Aliments et nutriments dans l'alimentation et nutrition humaine. *Ed. ESF.* 139-149.
- Marangos C., Ramos L & Oliva., 1988.** Variations des teneurs en protéines de l'hémolymphe, de l'hépatopancréas et de l'ovaire de *Penaeus schmittiau* au cours de la maturation ovarienne (Crustacea , Decapoda , Peneidae) .*Ed. Arch. Int. Physiol. Bioch.* 179-190.
- Martin J., 2000.** Les larves de crustacés décapodes des cotés françaises de la Manche. *Ed. Ifremer.* 55.
- Matteini M., Lallie C & Tosini I., 1991.** Examination of soluble compoments of patinas by means of ion chromatography and atomic absorption. 40-46.
- Médart J., 2005.** Manuel pratique de nutrition. *Ed. Boeck & Larcier s.a.* 63-79.
- Mémat E., 2006.** Dictionnaire : pratique de la diététique. *Ed. Rancher.* 444-445.

Moll. M & Moll N., 2002. Sécurité alimentaire du consommateur. *Ed. Tech &Doc. Lavoisier.* 333.

Morsli M. S., 1994. Effets d'un dérivé de la benzoyl phnylurée, le dimilini sur la physiologie de *Penaeus kerathurus* (Crustacés, Décapodes). Etude structurale et biologique. Thèse de magister en ecotoxicologie animale. Université d'Annaba. 90.

Moussard C., 2002. Biochimie structurale et métabolique. *Ed. Boeck & Larcier s.a.* 203-204.

Piccard G .A., 2005 . Vitamine E, de sa découverte à sa production industrielle. *Ed. Emillence chavan.* 433.

Poisson J & Narce M., 2003. Corps gras alimentaires : Aspects chimiques, biochimiques et nutritionnels en lipides et corps gras alimentaires .*Ed. Tec & Doc.* 4.

Pollard A. M & Hatcher., 1994 .The chemical analysis of oriental ceramic body composition. Part 1 wares from north china in archaeometry. 36.

Prasad A. S., 2005. Zinc : an overview. *Nutrition, 11* : 93-99

Raynaud E., 2005. Biochimie médical physiopathologie et diagnostic. *Ed. Elsevier.* 433-335.

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, 153, 39-42.

Roubos A., 1997. The margarine HAOX, fatty acid and your health. *Ed. Lavoisier.* 12.

Rouessac F & Rouessac A., 2000. Analyse chimique. *Ed. DUNOD.* 29-25.

Rouessac F & Rouessac A., 2004. Analyse chimique. *Ed. DUNOD.* 36-61.

Ruibah K., 2005. Contribution à l'étude de la pollution de Jijel par les métaux lourds. Mémoire d'ingénieur d'état en Agro-alimentaire. Université de Constantine. 17-23.

Selwynl. S & Costain N. C.G., 1991. Evalution of silver. Cleaning. Journal of the International institute for conservation Canadian group. 16.

Shibko S., Koivistoinen P., Tratyneck C., Newhall A & Freidman L., 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.

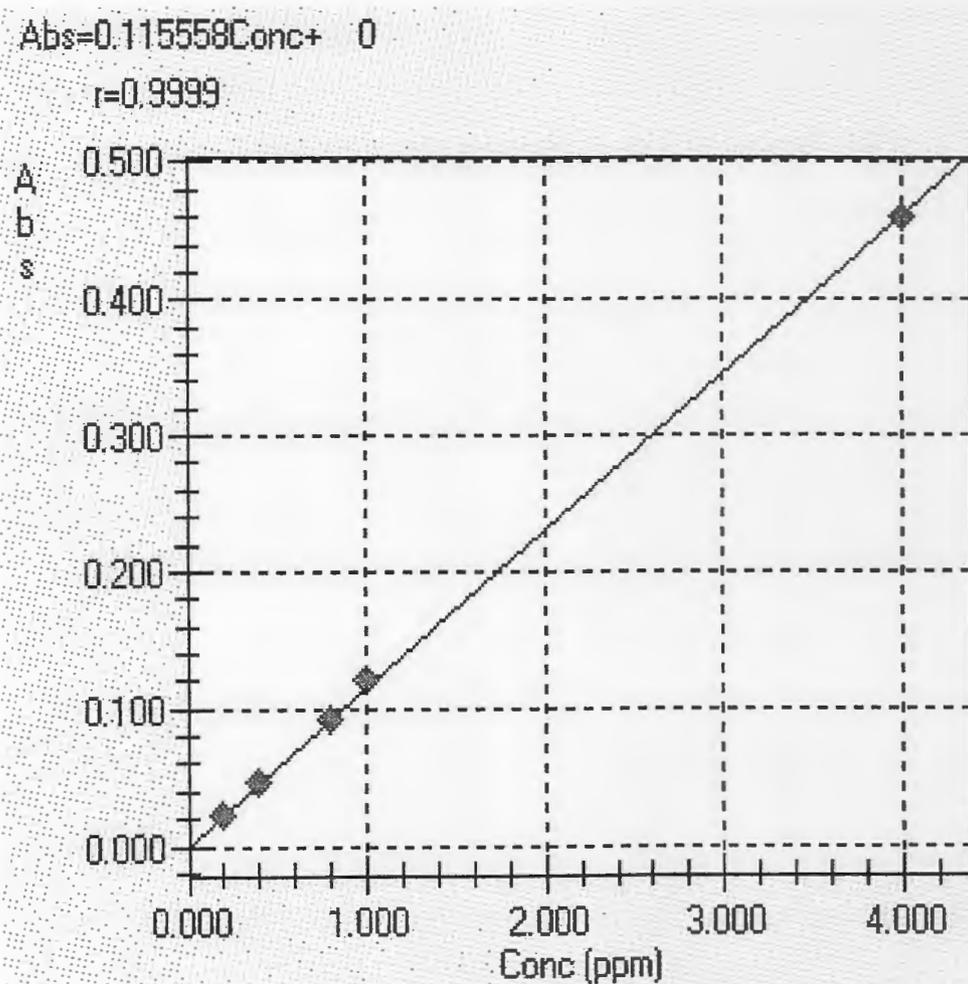
Shimadzu C., 2000. Instruction manual. *Ed. Masson.* 8.

Smith C. A & Wood E.J., 1996. Les biomolécules : protéines, glucides, lipides, acides nucléiques. *Ed. Masson.* 166-175.

- Spaziani F., Watson R. D., Mattson M. P & Chen Z. F., 1989.** Ecdysteroid biosynthesis in the crustacean y-organ and control by an eyes talk neuropeptid. *J. EXP. Zool.* **95**: 111-114
- Tocher D. R., Bell J. G. , Macgloughlin P., Mc Ghee F & Dick J. R., 2001.** Hepatocyte fatty acid desaturation and polyunsaturated fatty acid composition of liver in salmonids: effects of dietary vegetable oil. *Ed. Comp. Biochem. Physiol.*, **130**, 257- 270.
- Trémolière J., Serville Y., Jacquot R & Dupin H., 1984.** Les aliments. *Ed. Lavoisier.* 125-139.
- Vilkas M., 1994.** Vitamines : mécanismes d'action chimique. *Ed. Herman.* 110.
- Weil J.H., 2001.** La biochimie générale .*Ed. DUNOD.* 273.
- Weimman S & Mehul P., 2004.** Toute la biochimie. *Ed. DUNOD.* 86.
- Young N.J., Webster S.G & Rees H.H., 2000.** Ecdysteroid profiles and vitellogenesis in *Penaeus monodon* (crustacea, decapoda) .*Ed. Invert. Rep. Dev.* 107-118.

Annexes

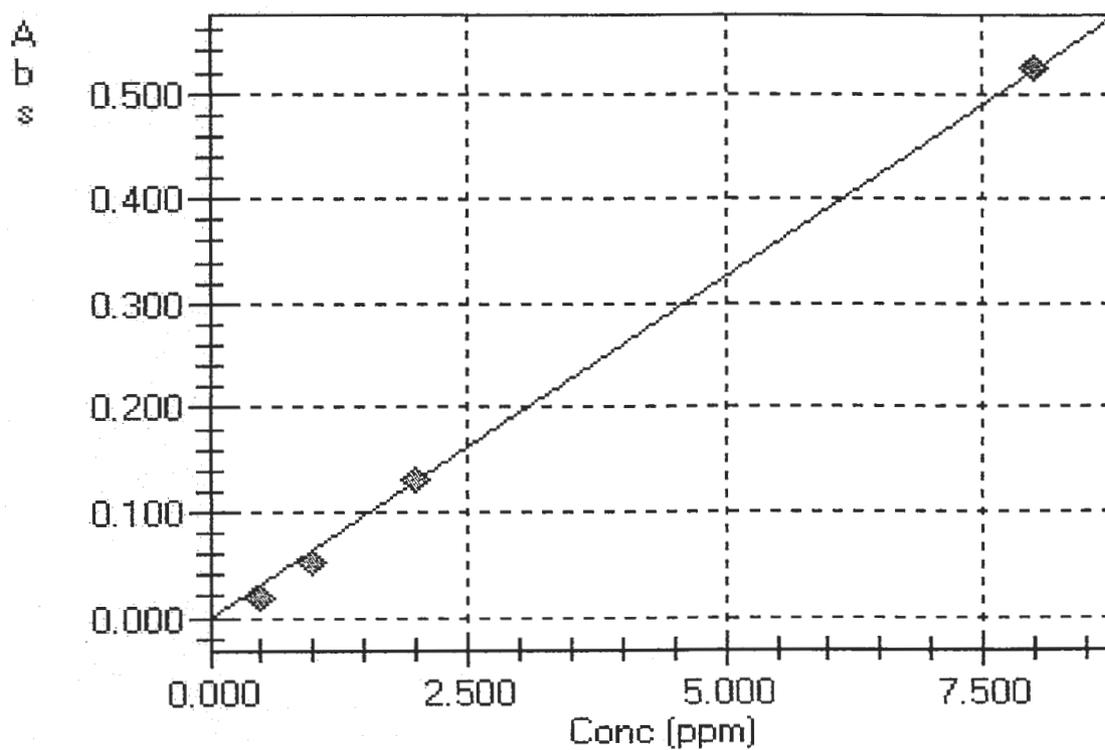
Annexe n°1 : courbe d'étalonnage du zinc 'Zn'



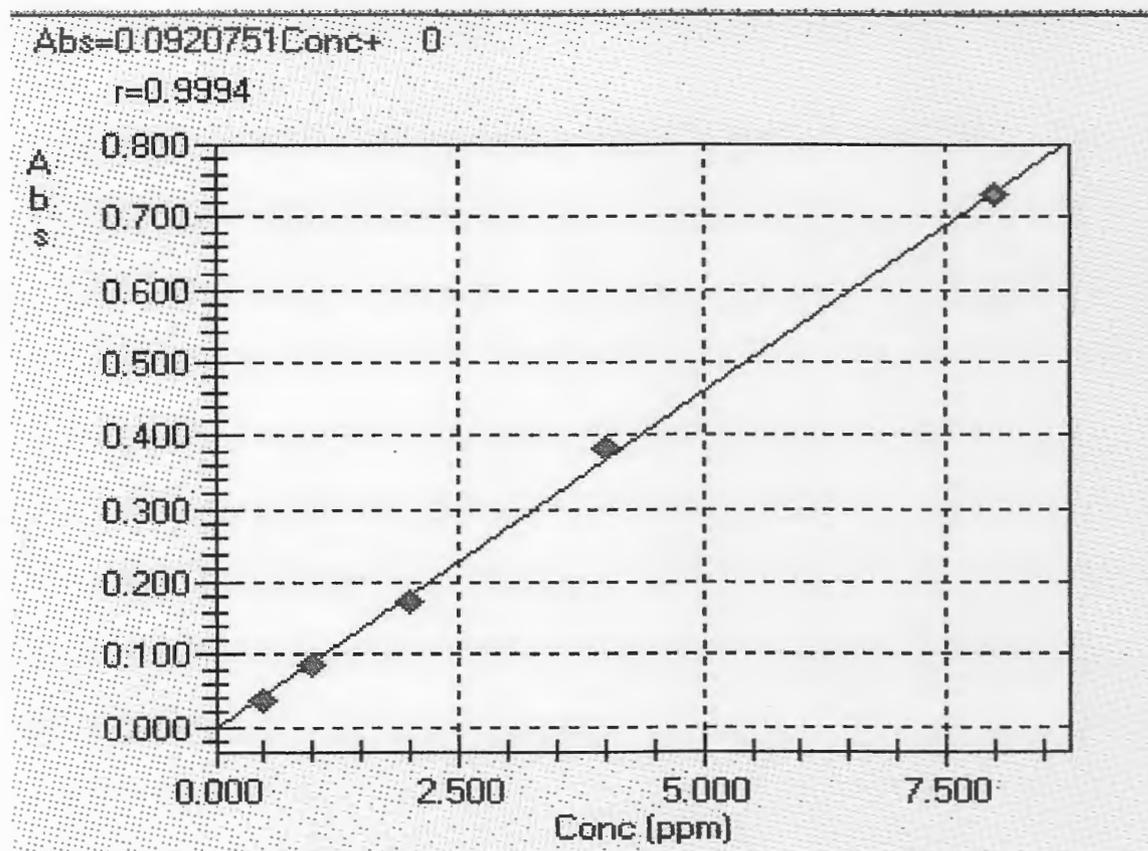
Annexe n°2 : Courbe d'étalonnage du cuivre 'Cu'

$$Abs = 0.0654108 Conc + 0$$

$$r = 0.9998$$



Annexe n°3 : courbe d'étalonnage du manganèse 'Mn'.



3) X Annexe n° 4 : Composition en acides gras de la chair des femelles de *P. serratus*

Nom chimique	Nom courant	%	Surface %	Temps de rétention
Acide octanoïque	Acide caprylique (C8)	0,93	0,83	6,750
Acide Hexadecanoïque	Acide palmitique (C16)	21,18	20,01	30,789
Acide 9,12-octadecadienoïque	Acide linoléique (C18:2 (ω6))	47,45	44,09	33,832
Acide 9-octadecenoïque	Acide oléique (C18 :1 (ω9))	25,08	29,14	34,02
Acide octadecanoïque	Acide stéarique (C18)	5,14	5,80	34,60
Acide heneicosanoïque	Acide heneicosanoïque (C21)	0,21	0,13	41,233

4) X Annexe n° 5 : Composition en acides gras de la chair des males de *P. serratus*

Nom chimique	Nom courant	%	Surface %	Temps de rétention
Acide 9-octadecenoïque	Acide oléique (C18 :1 (ω9))	90,24	90,16	34,028
Acide Heptadecanoïque	Acide margarique(C17)	9,76	9,84	34,611

4) X Annexe n° 6 : Composition en acides gras de la chair des femelles de *P. longirostris*

Nom chimique	Nom courant	%	Surface %	Temps de rétention
Acide 8,11-octadecadienoïque	Acide 8,11-octadecadienoïque (C18: 2 (ω7))	10,31	9,58	33,15
Acide 9-octadecenoïque	Acide oléique (C18 :1 (ω9))	82,69	79,93	34,004
Acide Heptadecanoïque	Acide margarique(C17)	7,00	10,50	34,592

2) X Annexe n° 7 : Composition en acides gras de la chair des males de *P. longirostris*

Nom chimique	Nom courant	%	Surface %	Temps de rétention
Acide 9-octadecenoïque	Acide oléique (C18 :1 (ω9))	100	100	34,008

Annexe n° 8 : Composition en acides gras de la chair des males de *A. antennatus*

Nom chimique	Nom courant	%	Surface %	Temps de rétention
Acide Hexadecanoïque	Acide palmitique (C16)	51,33	55,19	30,774
Acide 9-octadecenoïque	Acide oléique (C18 :1 (ω9))	41,90	38,13	34,004
Acide octadecanoïque	Acide stéarique (C18)	6,77	6,68	34,590

Présenté par : Behane Nisma
Bouanani Souad
Hachhouche Messaouda

Date de soutenance : 04/07/2009

Thème
Analyse des différentes classes dans la chair de quelques espèces de crustacés

المخلص

التحاليل الكمية والنوعية لمختلف أصناف الليبيدات للحم الأنواع الثلاثة من الجمبري الأكثر اصطفايا في خليج جيجل (*P. Serratus*, *A. antennatus*, *P. longirostris*) أمكننا من إثبات أن الليبيدات أكثر وفرة في الإناث من الذكور، وغني الأنواع الثلاثة بالكلمترول، من جهة أخرى الأنواع الثلاثة تحتوي على الأحماض الدهنية المشبعة وغير المشبعة وأن النوع *P. serratus* الأكثر احتواء عليها.

تحليل المادة المعدنية بواسطة الامتصاص الذري أوضح وفرة الزنك مقارنة بالنحاس والمنغنيز.

تحليل محتوى اللحم من حيث الفيتامينات الذائبة في الدهون بواسطة كروماتوغرافيا سائل عالية الدقة أوضح وجود الفيتامين D_3 عند إناث.

A. antennatus

الكلمات المفتاحية: القشريات، الدهون، الأغذية الجزيئية، كروماتوغرافيا الغاز، كروماتوغرافيا سائل عالية الدقة، الامتصاص الذري.

Résumé

Les analyses quantitative et qualitative des différentes classes lipidiques, portées sur les trois espèces de crevettes les plus répondues dans la baie de Jijel (*P. serratus*, *P. longirostris*, *A. antennatus*) ont prouvé d'une part que les lipides sont plus abondants dans les femelles que les mâles. Et la richesse des trois espèces en cholestérol, d'autre part, les trois espèces renferment des acides gras saturés et insaturés et que l'espèce *P. serratus* est la plus riche en acides gras.

L'analyse des oligo-éléments par SAA a montré la prédominance du zinc par rapport au cuivre et au manganèse.

L'analyse du contenu de la chair en vitamines liposolubles a montré la présence de la vitamine D_3 par HPLC chez les femelles d' *A. antennatus* seulement.

Mots clé : Crustacés, lipides, micronutriments, CPG, CLHP, SAA.

Summary

The quantitative and qualitative analysis of different lipid classes, brought on three species of shrimp the most answered in the Bay of Jijel (*P. serratus*, *P. longirostris*, *A. antennatus*) have shown both that the lipids are more abundant in females than males. And richness of the three species in cholesterol, on the other hand, the three species contain fatty acids and saturated and unsaturated *P. serratus* that the species is most rich in fatty acids.

The analysis of trace elements by AAS showed the predominance of zinc compared to copper and manganese.

The content analysis of the flesh into fat-soluble vitamins has shown the presence of vitamin D_3 by HPLC expensive *A. antennatus* females only.

Keyword : Crustaceans, lipids, micronutrients, GPC, HPLC, AAS.