

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MER ET DE L'AQUACULTURE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**Belkacem Nour-el Houda**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN HYDROBIOLOGIE MARINE ET CONTINENTALE**

**Spécialité : Bioressources Marines**

THÈME

Qualité nutritionnelle (teneurs en composés organiques,  
lipidiques et protéique) et valorisation de l'holothurie  
royale *Parastichopus regalis*

Soutenue publiquement le /09/2020

DEVANT LE JURY

Président Prof. BENAMAR Nerdjess

U. Mostaganem

Encadreur Prof. MEZALI Karim

U. Mostaganem

Examineur Dr. BELBACHIR Nor-Eddine

U. Mostaganem

*Thème réalisé au Laboratoire de de Protection, Valorisation des Ressources Marines et Littorales  
et Systématique Moléculaire (Université de Mostaganem)*

2019/2020

# *Remerciements*

*Grand remerciement à Allah sans lui nous ne nous pouvons jamais être ce que nous sommes, il nous a donné la santé, la volonté et le pouvoir de faire ce travail et arriver à ce stade.*

*Je remercie chaleureusement mon promoteur, Prof **MEZALI Karim** (Directeur du laboratoire de Protection, Valorisation des Ressources Marine Littoral et Systématique Moléculaire) qui m'a aidé grâce à ses précieux conseils, ses critiques constructives et son encouragement. C'est avec un grand plaisir que je rédige mes chaleureux remerciements d'avoir grandement contribué, à améliorer le document final.*

*Mes remerciements s'adressent également à Mlle **KHODJA Ihcene**, Doctorante au niveau du département des sciences de la mer et de l'Aquaculture pour son aide durant la partie expérimentale au niveau du PVRMLSM et lors de la rédaction de ce modeste mémoire.*

*Je remercie Mme **BENAMAR Nerdjess**, qui a accepté en qualité de Président de faire part du Jury de ma soutenance. Nous présentons nos remerciements notre respect et notre gratitude*

*Je remercie Dr. **BELBACHIR Nor-Eddine** pour s'être intéressé à mon travail, et avoir accepté de l'examiner en siégeant au sein du Jury. Qu'il me soit permis de lui adresser tous mes respects*

*Nos remerciements s'adressent également à tous nos enseignants durant nos années d'études au département des sciences de la mer et de l'aquaculture*

# *Dédicace*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui s'est toujours sacrifié pour ma réussite, que dieu bénisse son âme, à toi Mon grand-père ; Benyamina mohammed.*

*A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur, à ma grand-mère ; Abdani aida khedidja qui a été la première à m'encourager à aller si loin dans mes études. Que dieu la procure de bonne santé et longue vie.*

*A ma chère mère Benyamina Fatima zohra pour son soutien tout au long de mon parcours universitaire.*

*A mon seul frère Belkacem abderazak la lumière de mes yeux.*

*A mon cher fiancé que j'aime Bounouar Ahmed pour son encouragement permanent, et son soutien moral.*

*A mon Co encadreur Khodja Ihcene pour sa gentillesse et son encouragement qui m'ont fait avancer au cours de ce travail.*

*A Lebouazda Zineb qui nous a donné aidée avec ses idées pour réaliser ce travail durant les conditions sanitaires délicates*

*A toute la famille Benyamina et surtout mon oncle Benyamina Toufik et sa petite famille.*

*A mes cousines Khadidja et Amina Benyamina.*

*A tous mes chers amis : Tabet Ikram et Belhouari souad et à tous les autres, pour amitié dont j'avais besoin.*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible, Merci d'être toujours là pour moi*

## Liste des figures

<b>Figure 1:</b> Cladogramme, illustrant la classification des classes d'échinodermes. (1) phylum Echinodermata; (2) superclasse Eleutherozoa; (3) superclasse Asterozoa; (4) Superclasse Echinozoa (Samyn <i>et al.</i> , 2006). .....	3
<b>Figure 2:</b> Anatomie externe d'une holothurie aspidochirote (Samyn <i>et al.</i> , 2006).....	4
<b>Figure 3:</b> Anatomie interne d'une holothurie aspidochirote (Samyn <i>et al.</i> , 2006).....	5
<b>Figure 4:</b> Principaux types d'ossicules calcaires présents chez les holothuries (Conand et Sloan, 1998).....	6
<b>Figure 5:</b> Recyclage des nutriments par les holothuries (Purcell <i>et al.</i> , 2016).....	7
<b>Figure 6:</b> Reproduction sexuée chez <i>H. (H.) tubulosa</i> . A. Spécimen mâle de <i>H. tubulosa</i> en train d'émettre des gamètes ; B, D. femelle de <i>H. tubulosa</i> en train d'émettre des œufs; C. Emission de sperme par un spécimen mâle de <i>H. tubulosa</i> . (Bertoncini <i>et al.</i> , 2008).....	8
<b>Figure 7:</b> Reproduction asexuée dans une population de <i>Holothuria difficilis</i> à la Réunion Philippe. A. Individu complet ( $\approx 3.5$ cm) ; B. Produit de scission régénérant une partie antérieure ( $\approx 2$ cm) ; C. Juvénile ( $\approx 1.75$ cm). Les barres d'échelle correspondent à 1 cm.....	8
<b>Figure 8:</b> Influence potentielle des holothuries sur la chimie locale de l'eau (Purcell <i>et al.</i> , 2016) .....	9
<b>Figure 9:</b> Morphologie externe des différentes espèces d'holothuries de la côte algérienne, A. <i>Parastichopus regalis</i> ; B. <i>H. tubulosa</i> A ; C. <i>H. tubulosa</i> B ; D. <i>H. arguinensis</i> ; E. <i>H. poli</i> (Mansouri, 2016) (Modifié). .....	11
<b>Figure 10:</b> Poisson Carapus acus (Enajjar et Bradai, 2016).....	11
<b>Figure 11:</b> Carapus acus attaché aux arbres respiratoires de l'holothurie (González-Wangüemert <i>et al.</i> , 2014).....	12
<b>Figure 12:</b> Etapes de l'introduction de l'espèce Carapus acus dans l'holothurie <i>P. regalis</i> (sciencephoto.com) .....	13
<b>Figure 13:</b> A. Holothuriculture ; Bassin utilisé pour la polyculture d'holothuries de sable, d'huîtres perlières et de mérus ; B. Holothuries scabra de sable frais pêchées dans les bassins de polyculture de Chine méridionale (Purcell et Wu, 2017).....	13
<b>Figure 14:</b> Les principales étapes de la transformation de <i>H. scabra</i> appliquées par les agents de transformation. A. Eviscération ; B. Grattage ; C. Salage ; D. Première cuisson ; E. Utilisation de feuilles de papaye moulues ; F. Cuisson en saumure ; G. Rinçage ; H. Séchage au soleil (Lavitra <i>et al.</i> , 2009) .....	15
<b>Figure 15:</b> Des Spécimens d' <i>Holothuria tubulosa</i> transformés en bêche-de-mer avant d'être vendus à des acheteurs chinois locaux (Neghli et Mezali, 2019). A. produit séché ; B. sélection de produits de qualité ; C. mise en sac pour la vente.....	16
<b>Figure 16:</b> Résultat de la transformation et quelques plats à base d'holothurie (Purcell, 2017). .....	17
<b>Figure 17:</b> Produits de <i>C. frondosa</i> les plus courants sur le marché. A. Concombre de mer séché; B. Bêche-de-mer coupé en morceaux ; C. extrait liquide de concombre mer (Abul Hossain, <i>et al.</i> , 2020).....	19
<b>Figure 18:</b> Structure moléculaire d'une saponine hypothétique. A. composée d'un aglycone d'holostanol et d'une chaîne glucosidique linéaire constituée des quatre monosaccharides que l'on trouve le plus fréquemment dans les saponines des holothuries ; B. D'holothurinosides A,	

une saponine non-sulfatée ; C. D'holothurine A, une saponine sulfatée (Caulier <i>et al.</i> , 2011)	20
<b>Figure 19:</b> Schéma du résumé des étapes de la méthodologie d'une enquête	24
<b>Figure 20:</b> Localisation de la zone d'étude (Caid, <i>et al.</i> , 2017) (modifié).	25
<b>Figure 21:</b> Les échantillons d'holothuries dans l'aquarium du laboratoire.	26
<b>Figure 22:</b> Etapes de transformation des holothuries en bêche de mer, <b>A.</b> <i>Holothuria (R.) arguinensis</i> et <i>H. poli</i> ; <b>B.</b> Eviscération de l'holothurie ; <b>C.</b> Pesée de l'holothurie ; <b>D.</b> Cuisson des holothuries dans l'eau de mer ; <b>E.</b> Séchages au soleil ; <b>F.</b> Holothuries séché et conditionnées dans des bocaux en verre.	27
<b>Figure 23:</b> Broyage et filtration sous vide de l'échantillon <i>P. regalis</i> . <b>A.</b> l'échantillon de <i>P. regalis</i> découpé et conservé dans le méthanol ; <b>B.</b> homogénéisateur ; <b>C.</b> Broyage de l'échantillon ; <b>D.</b> échantillon broyé ; <b>E.</b> pompe à vide ; <b>F.</b> papier Wattman n°1 ; <b>G.</b> Entonnoir de type Büchner ; <b>H.</b> Filtration de l'échantillon ; <b>I.</b> Le résidu solide dans l'entonnoir ; <b>J.</b> Filtrat contenant les saponines.	28
<b>Figure 24:</b> Les séparation densitométriques de l'échantillon avec les 3 solvants (n-hexane, dichlorométhane, chloroforme). <b>A.</b> Le mélange de méthanol/eau ; <b>B.</b> Première séparation avec le n-hexane ; <b>C.</b> Deuxième séparation avec le Dichlorométhane ; <b>D.</b> Troisième séparation avec le chloroforme ; <b>E.</b> Phase méthanolique récupérée.	29
<b>Figure 25:</b> Procédure générale d'extraction et de purification des saponines.	30
<b>Figure 26:</b> Les étapes de création d'un questionnaire en ligne. <b>A.</b> Google drive ; <b>B.</b> « nouveau » ; <b>C.</b> « plus » et Google forms ; <b>D.</b> Le choix du type des questions ; <b>E.</b> Enregistrement dans le tableur « feuille de calculs ».	32
<b>Figure 27:</b> Transformation de bêche-de-mer. <b>A.</b> l'état humide <i>H. tubulosa B</i> ; <b>B.</b> l'état humide de <i>H. arguinensis</i> ; <b>C.</b> L'état transformé de <i>H. tubulosa B</i> ; <b>D.</b> L'état transformé de <i>H. arguinensis</i> .	33
<b>Figure 28:</b> Comparaison entre la taille de <i>Holothuria poli</i> frais et transformé. <b>A.</b> Etat frais, <b>B.</b> Transformé en bêche-de-mer.	34
<b>Figure 29:</b> Répartition des personnes interrogées selon le sexe.	36
<b>Figure 30:</b> Répartition des répondants par tranches d'âge	36
<b>Figure 31:</b> Répartition des répondants selon la situation socio-professionnelle	37
<b>Figure 32:</b> Répartition des répondants selon la localisation de leur wilaya par rapport au littoral.	38
<b>Figure 33:</b> Contribution des répondants dans les achats alimentaires de leur foyer	38
<b>Figure 34:</b> Fréquence de consommation du poisson par les personnes interrogées.	39
<b>Figure 35:</b> Répartition des réponses selon les types de produits de la mer consommées par la famille algérienne.	40
<b>Figure 36:</b> Répartition des réponses selon l'intérêt des répondants suite à la consommation des produits de la mer	41
<b>Figure 37:</b> Répartition des réponses selon l'intérêt des répondants suite à la consommation des produits de la mer	42
<b>Figure 38:</b> Répartition des réponses selon le domaine de profession des répondants.	42
<b>Figure 39:</b> Répartition des réponses selon la connaissance du concombre de mer par les répondants.	43

<b>Figure 40:</b> Répartition des réponses selon les moyens qui ont permis aux répondants de connaître le concombre de mer .....	44
<b>Figure 41:</b> Répartition des réponses selon l'aptitude des répondants à introduire le concombre de mer dans leurs habitudes alimentaires .....	45
<b>Figure 42:</b> Plats à base de concombre de mer montré aux répondants dans le questionnaire, <b>1.</b> Plat de muscles longitudinaux de <i>P. regalis</i> (espardenya) ; <b>2.</b> Plat d'holothurie cru occupé en fine rondelle ; <b>3.</b> Plat d'holothurie coupé en morceaux en sauce tomate accompagné de riz ; <b>4.</b> Plat d'holothurie entière cuite accompagné de riz .....	46
<b>Figure 43:</b> Répartition des réponses des individus selon leur tentation par des plats de concombre de mer. ....	46
<b>Figure 44:</b> Répartition des réponses selon les plats de concombre de mer préférées par les répondants .....	47
<b>Figure 45:</b> Répartition de préférences des répondants vis-à-vis la consommation du concombre de mer. ....	48
<b>Figure 46:</b> Les espèces de concombre de mer montré dans le questionnaire. <b>1.</b> <i>H. sanctori</i> ; <b>2.</b> <i>H. forskali</i> ; <b>3.</b> <i>H. tubulosa</i> ; <b>4.</b> <i>H. arguinensis</i> ; <b>5.</b> <i>H. poli</i> ; <b>6.</b> <i>P. regalis</i> . ....	49
<b>Figure 47:</b> Répartition des espèces que les pêcheurs ont l'habitude de récolter .....	50
<b>Figure 48:</b> Répartition des réponses selon la connaissance des répondants de la commercialisation du concombre de mer en Algérie .....	51
<b>Figure 49:</b> Responsabilité des achats alimentaires selon le sexe .....	52
<b>Figure 50:</b> Type de produits de la mer achetés selon le budget consacré à leur achat .....	53
<b>Figure 51:</b> Fréquence d'achat des produits de la mer en fonction du budget consacré à leurs achat .....	54
<b>Figure 52:</b> Secteur d'emploi des répondants en fonction de leur connaissance du concombre de mer .....	54
<b>Figure 53:</b> Aptitude des répondants à introduire le concombre de mer dans leur habitudes alimentaire selon leur connaissance du concombre de mer .....	55

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1:</b> Valeur nutritive du concombre de mer frais <i>Cucumaria frondosa</i> (Berger et Carbonneau, 2014) .....	18
<b>Tableau 2:</b> Teneur en eau des holothuries transformées .....	33
<b>Tableau 3:</b> Répartition des personnes interrogées selon le sexe .....	35
<b>Tableau 4:</b> Répartition des répondants par tranche d'âge .....	36
<b>Tableau 5:</b> Répartition des répondants selon la situation socio-professionnelle .....	37
<b>Tableau 6:</b> Répartition des répondants selon la localisation de leur wilaya par rapport au littoral. ....	37
<b>Tableau 7:</b> Contribution des répondants dans les achats alimentaires de leur foyer .....	38
<b>Tableau 8:</b> Fréquence de consommation du poisson par les personnes interrogées .....	39
<b>Tableau 9:</b> Répartition des réponses selon les types de produits de la mer consommées par la famille algérienne. ....	40
<b>Tableau 10:</b> Répartition des réponses selon l'intérêt des répondants suite à la consommation des produits de la mer.....	41
<b>Tableau 11:</b> Le budget moyen dépensé par les personnes interrogées sur l'achat des produits de la mer .....	41
<b>Tableau 12:</b> Répartition des réponses selon le domaine de profession des répondants.....	42
<b>Tableau 13:</b> Répartition des réponses selon la connaissance du concombre de mer par les répondants .....	43
<b>Tableau 14:</b> Répartition des réponses selon le moyen qui ont permis aux répondants de connaître le concombre de mer .....	44
<b>Tableau 15:</b> Répartition des réponses selon l'aptitude des répondants à introduire le concombre de mer dans leurs habitudes alimentaires .....	45
<b>Tableau 16:</b> Répartition des réponses des individus selon leur tentation par des plats de concombre de mer .....	46
<b>Tableau 17:</b> Répartition des réponses selon les plats de concombre de mer préférées par les répondants .....	47
<b>Tableau 18:</b> Répartition de préférences des répondants vis-à-vis la consommation du concombre de mer. ....	48
<b>Tableau 19:</b> Répartition des espèces que les pêcheurs ont l'habitude de récolter .....	49
<b>Tableau 20:</b> Répartition des réponses selon la connaissance des répondants de la commercialisation du concombre de mer en Algérie.....	50

# Sommaire

Introduction .....	1
Chapitre I : Etude bibliographique .....	3
1. Embranchement des Echinodermes .....	3
2. Généralités sur les holothuries .....	4
2.1. Classification des holothuries .....	4
2.2. Morphologie externe et interne des holothuries .....	4
2.3. Endosquelette (sclérites) des holothuries .....	5
2.4. Régime alimentaire des holothuries .....	6
2.5. Ecologie des holothuries.....	7
2.6. La reproduction chez les holothuries.....	7
2.6.1. La reproduction sexuée .....	8
2.6.2. La reproduction asexuée.....	8
2.7. Rôle écologique des holothuries.....	9
2.8. Les différentes espèces d'holothuries en méditerranée .....	9
2.8.1. <i>Parastichopus regalis</i> .....	10
2.8.2. <i>Holothuria (H.) tubulosa A</i> .....	10
2.8.3. <i>Holothuria (H.) tubulosa B</i> .....	10
2.8.4. <i>Holothuria (R) arguinensis</i> .....	10
2.8.5. <i>Holothuria (H.) poli</i> .....	10
2.9. Interactions au sein des holothuries (symbioses et commensalismes) .....	11
3. Holothuriculture .....	13
4. Méthodes de transformation des holothuries .....	14
5. Marchés et modes de consommation de la bêche-de-mer .....	16
5.1. Profil nutritionnel des holothuries .....	17
5.2. Utilisation/Valorisation des holothuries .....	18
6. Les saponines .....	19
6.1. Définition de saponines .....	19
6.2. Rôle de saponines .....	20
6.3. Propriétés des saponines .....	20
7. L'enquête par questionnaire.....	21
7.1. Définition d'un questionnaire .....	21
7.2. L'échantillon choisi .....	22
7.3. Les types de questions dans un questionnaire .....	22

7.3.1.	La question fermée .....	22
7.3.2.	La question ouverte .....	23
7.3.3.	La question semi ouverte.....	23
7.4.	Le contenu des questions .....	23
7.5.	L'administration et la passation du questionnaire.....	23
7.5.1.	Le questionnaire administré .....	23
7.5.2.	Le questionnaire auto administré .....	24
7.6.	Diagramme synoptique des étapes d'une enquête.....	24
Chapitre II : Matériel et méthodes.....		25
1.	Présentation de la zone d'étude.....	25
2.	Présentation du site de prélèvement.....	25
3.	Prélèvement et traitement des holothuries .....	26
4.	Préparation de la bêche de mer .....	26
5.	Extraction des saponines.....	28
6.	L'enquête par questionnaire.....	30
6.1.	L'objectif de l'enquête par questionnaire .....	30
6.2.	Population étudiée et technique d'enquête .....	31
6.3.	Le contenu du questionnaire.....	31
6.4.	Les étapes de création d'un questionnaire en ligne .....	31
6.5.	Recueil et analyse des données.....	32
Chapitre III : Résultats et discussion.....		33
1.	Résultats.....	33
1.1.	Taux d'humidité des holothuries frais étudiées.....	33
1.2.	Analyse des données du questionnaire .....	35
1.2.1.	Répartition des réponses par sexe .....	35
1.2.2.	Répartition des personnes interrogées selon l'âge .....	36
1.2.3.	Répartition des personnes interrogées selon la situation socio-professionnelle .....	37
1.2.4.	Répartition des réponses selon la région .....	37
1.2.5.	Contribution des personnes dans les achats alimentaires.....	38
1.2.6.	Fréquence de consommation du poisson par la famille algérienne.....	39
1.2.7.	Type de produits de la mer consommées par la famille algérienne .....	39
1.2.8.	Répartition des réponses selon ce que recherche les répondants suite à la consommation des produits de la mer.....	40
1.2.9.	Le budget moyen dépensé par les répondants sur l'achat des produits de la mer	41
1.2.10.	Répartition des réponses selon leur secteur de travail.....	42

1.2.11. Répartition des réponses selon la connaissance du concombre de mer par les répondants .....	43
1.2.12. Répartition des réponses selon le moyen qui a permis aux répondant de connaître le concombre de mer .....	43
1.2.13. Répartition des réponses selon l’aptitude des répondants à introduire le concombre de mer dans leurs habitudes alimentaires .....	44
1.2.14. Répartition des réponses des individus selon leur tentation par des plats de concombre de mer .....	45
1.2.15. Répartition des réponses selon les plats de concombre de mer qui intéressent les répondant.....	47
1.2.16. Répartition des préférences des répondants vis-à-vis la consommation du concombre de mer .....	47
1.2.17. Répartition des espèces que les pêcheurs ont l’habitude de récolter.....	48
1.2.18. Répartition des réponses selon la connaissance des répondants de la commercialisation du concombre de mer en Algérie .....	50
2. Discussion .....	52
Conclusion et perspectives .....	57

## Résumé

Notre travail est composé de trois parties, la première est la transformation et la détermination de la teneur en eau de trois espèces d'holothuries provenant de la plage de Ben Abdelmalek Remdane de la wilaya de Mostaganem, vingt et un (21) individus ont été échantillonnés à savoir ; six (6) individus d'*Holothuria tubulosa* B, sept (7) individus d'*Holothuria (R.) arguinensis* et huit (8) individus de *H. poli*. La seconde est l'extraction des saponines de l'holothurie Royal *Parastichopus regalis* et la troisième est la réalisation d'un questionnaire en ligne sur la connaissance du concombre de mer et son introduction dans les habitudes alimentaires de la société algérienne.

D'après nos résultats, les espèces d'holothuries étudiées présentent une teneur en eaux de 80,38%, 84,65% et 63,60% chez *H. tubulosa*, *H. arguinensis* et *H. poli* respectivement, indiquant ainsi que ces animaux sont composés en majeure partie d'eau. D'après les résultats du questionnaire, plus que la moitié des répondants consomment principalement les petits pélagiques en leur consacrant un budget compris entre 500DA et 1000DA, néanmoins, presque la moitié connaissent les holothuries et 78% confirment être prêts à les introduire dans leur assiette. La commercialisation des holothuries en Algérie est principalement destinée aux étrangers (Chinois) ou à l'exportation. Le prix des holothuries frais varie de 200DA à 600DA le kilo et 700DA la pièce pour les transformées.

**Mots clés :** Holothurie, Bêche-de-mer, Saponine, Questionnaire

## ملخص

يتكون عملنا من ثلاثة أجزاء، يتمثل الجزء الأول في تحويل وتحديد المحتوى المائي لثلاثة أنواع من خيار البحر من شاطئ بن عبد المالك رمضان بولاية مستغانم، تم اخذ واحد وعشرون (21) عينة من أنواع مختلفة من خيار البحر؛ ستة (6) أفراد من *Holothuria tubulosa* وثمانية (8) من *Holothuria (R.) poli* وسبعة (7) من *Holothuria (R.) arguinensis*. بالنسبة للجزء الثاني قمنا باستخراج الصابونين من خيار البحر الملكي *Parastichopus regalis*. أما الجزء الثالث فتمثل في اعداد استبيان عبر الإنترنت حول معرفة خيار البحر وإدخاله في عادات الأكل في المجتمع الجزائري. وفقاً لنتائجنا، تحتوي أنواع خيار البحر المدروسة على محتوى مائي قدره 80.38% و84.65% و63.60% لثلاثة أنواع موزعة على التوالي *H. tubulosa*، *H. arguinensis* و *H. poli* مما يشير الى ان هذه الحيوانات تتكون أساساً من الماء.

وفقاً لنتائج الاستبيان، فإن أكثر من نصف المستجوبين يستهلكون بشكل أساسي أسماك السطح الصغيرة بميزانية تتراوح بين 500 و1000 دينار جزائري، ومع ذلك، يعرف نصفهم تقريباً خيار البحر و78% يؤكدون أنهم حريصون على إدخاله في عاداتهم الغذائية. تتوجه سوق خيار البحر في الجزائر بشكل أساسي الى الأجانب (الصينيين) أو الى لتصدير. يختلف سعر خيار البحر الطازج من 200 إلى 600 دينار جزائري للكيلوغرام الواحد و 700 دج للقطعة المجففة.

**الكلمات المفتاحية:** خيار البحر، خيار البحر مجفف، صابونين، استبيان

## **Abstract**

Our work is composed of three parts, the first is about the transformation and the determination of the water content of three species of sea cucumbers from the beach of Ben Abdelmalek Remdane of the wilaya of Mostganem, twenty-one (21) individuals were sampled; six (6) individuals of *Holothuria tubulosa* B, seven (7) individuals of *Holothuria (R.) arguinensis* and eight (8) individuals of *H. poli*. The second part is the extraction of saponins from the Royal sea cucumber *Parastichopus regalis* and the third is the realization of an online questionnaire on knowledge of sea cucumber and its introduction into the eating habits of Algerian society. According to our results, the studied sea cucumber species have a water content of 80.38%, 84.65% and 63.60% in *H. tubulosa*, *H. arguinensis* and *H. poli* respectively, indicating that these animals are mostly composed of water. According to the results of the questionnaire, more than half of respondents mainly consume small pelagics with a budget between 500DA and 1000DA, nevertheless, almost half know sea cucumbers and 78% confirm that they are able to introduce it to their plate. The sale of sea cucumbers in Algeria is mainly destined for foreigners (Chinese) or for exportation. The price of fresh sea cucumbers varies from 200DA to 600DA per kilo and 700DA per piece for transformed sea cucumbers.

**Key words:** *Holothuria*, Beche-de-mer, Saponin, Questionnaire.

## Introduction

Les holothuries appelés communément "concombres de mer" sont un groupe d'invertébrés marins représentant une ressource économique importante pour de nombreux pêcheurs artisans du monde entier et plus particulièrement des pays en développement situés dans les régions tropicales et subtropicales (Choo, 2008 ; Friedman *et al.*, 2010). Les holothuries sont importantes sur le plan écologique. Ce sont des organismes détritivores, qui jouent aussi un rôle majeur dans la pérennisation des écosystèmes littoraux (Bakus, 1973 ; Hammond, 1982) et produisent des métabolites secondaires appelées saponines dont la structure repose sur les glycosides triterpéniques qui jouent un rôle majeur de défense chimique et dont la gamme des propriétés pharmacologiques est large (Caulier, *et al.*, 2011 ; 2016).

La paroi du corps de cet organisme benthique appelée muscle ou tégument est considéré comme un mets chez les asiatiques (Borrero *et al.*, 2009). Selon un mode essentiellement artisanal, les holothuries sont vidées, bouillies, séchées et fumées avant d'être consommées en tant que de trévang. Leur valeur économique est bien connue. Les espèces d'holothuries ont été récoltées par plus de 70 pays (Purcell *et al.*, 2012). Actuellement, dans les régions indopacifiques, les populations d'holothuries ont significativement diminué à cause de leur surexploitation (Purcell *et al.*, 2013). Depuis le 18<sup>ème</sup> siècle, la bêche-de-mer était exportée vers la Chine (Butcher, 2004). En Algérie, la pêche de holothuries est récente car ce produit n'est pas consommé localement et ne fait pas partie des traditions culinaires, néanmoins, il est exporté vers la Chine ou vendu aux étrangers résidents en Algérie.

Par ailleurs en Méditerranée, les informations sur les populations d'espèces d'holothuries ne sont pas nombreuses elles sont, en général, ponctuelles dans le sens le plus large et concernent principalement le bassin occidental (Ramon *et al.*, 2010, Aydin *et al.*, 2011, Navarro *et al.*, 2012, Gonzalez Wanguemert *et al.*, 2014). Au niveau du bassin oriental, les données sur le concombre de mer existent mais restent insuffisantes.

Durant cette étude, nous avons, dans un premier temps, transformé en bêche-de-mer trois espèces d'holothuries à savoir ; *Holothuria tubulosa* B, *Holothuria arguinensis* et *Holothuria poli* provenant de la plage de Ben Abdelmalek Ramdane de la Wilaya de Mostaganem afin de déterminer la teneur en eau de ces espèces.

Dans un second temps, nous nous sommes intéressés à l'extraction des saponines sur un individu de l'espèce *Parastichopus regalis* provenant de la région de Ziama (Jijel) néanmoins, cette manipulation n'a pas pu être achevée en raison des conditions sanitaires.

Et en dernier, nous avons réalisé un questionnaire que nous avons partagé sur les réseaux sociaux (Facebook) dans le but de connaître les tendances alimentaires des algériens vis-à-vis des produits de la mer, leur connaissance du concombre de mer et la possibilité de l'introduire dans leurs habitudes alimentaires en tenant compte de ses bienfaits sur la santé humaine.

Ce travail est subdivisé en trois grands chapitres

- Le premier est relatif aux généralités sur les échinodermes en général et les holothuries plus précisément.
- Le deuxième traite les caractéristiques de la zone d'étude ainsi que la méthodologie de la recherche.
- Le troisième comprend les résultats et la discussion.

## Chapitre I : Etude bibliographique

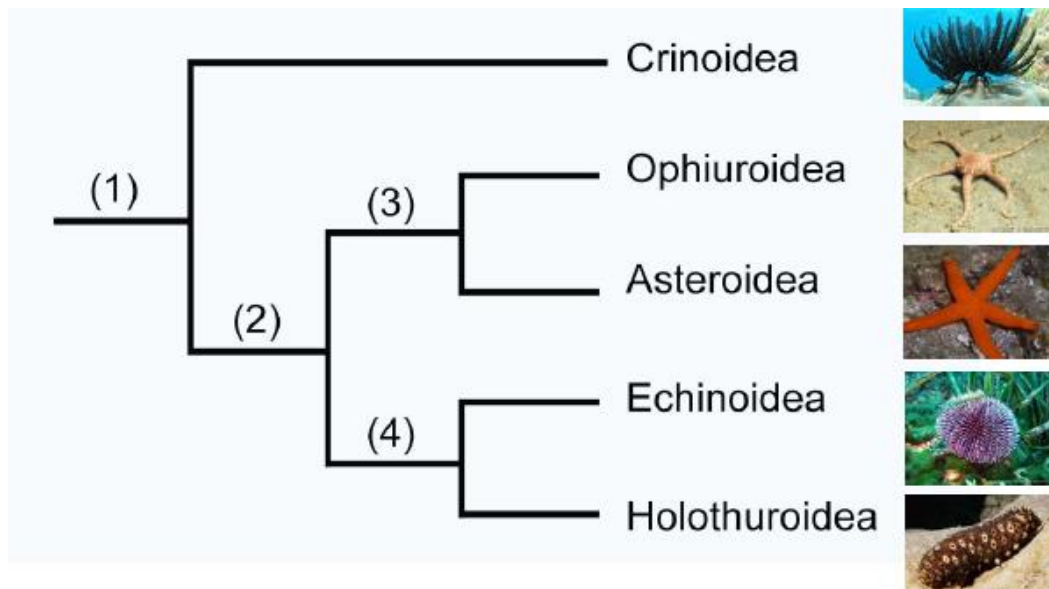
### 1. Embranchement des Echinodermes

Le nom échinoderme vient de deux termes grecs : echinos (=épineux) et derma (=peau), ceci en raison des structures calcaires épineuses que l'on retrouve dans la peau. Exclusivement marins, ils constituent l'un des phyla le mieux caractérisé du règne animal (Samyn *et al.*, 2006).

Ils ont tous une organisation à peu près équivalente et présentent des caractéristiques uniques :

- Symétrie pentaradiée (d'ordre 5) parfois masquée par une symétrie bilatérale,
- Squelette intradermique formé de nombreuses plaques ou spicules calcaires,
- Appareil aquifère encore appelé système ambulacraire. Celui-ci est formé d'un système de canaux internes connectés à des extensions externes. Cet appareil particulier n'existe dans aucun autre groupe du règne animal. Il assure principalement le mouvement et la nutrition des animaux.

Les échinodermes actuels sont répartis en cinq classes très différentes d'aspect : les astérides ou étoiles de mer (Classe Asterozoa), les ophiures (Classe Ophiurozoa), les échinides ou oursins de mer (Classe Echinozoa), les crinoïdes ou lys de mer (Classe Crinozoa) représentés par les comatules en milieu récifal et enfin les holothuries ou concombres de mer (Classe Holothurozoa) (Fig. 1) (Samyn *et al.*, 2006).



**Figure 1:** Cladogramme, illustrant la classification des classes d'échinodermes. (1) phylum Echinodermata ; (2) superclasse Eleutherozoa ; (3) superclasse Asterozoa ; (4) Superclasse Echinozoa (Samyn *et al.*, 2006).

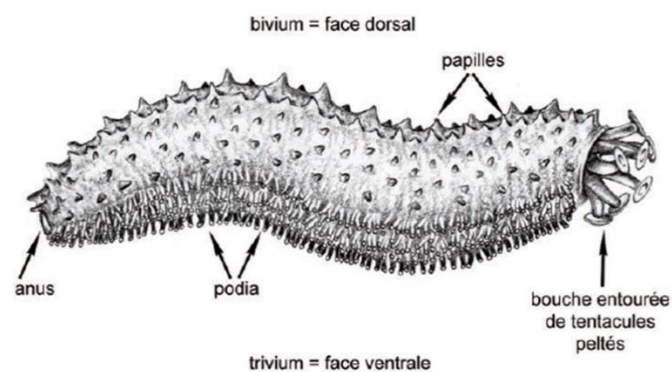
## 2. Généralités sur les holothuries

### 2.1. Classification des holothuries

Le terme holothurie vient du Grecs thourios = thaurios qui veut dire impudique (Ludwig, 1889-92). Les holothuries se distinguent des autres classes d'échinodermes par l'absence des plaques externes et par l'existence d'un squelette dermique ou endosquelette qui conserve chez l'adulte un état embryonnaire (Samyn *et al.*, 2006). Cet endosquelette qui est constitué par des sclérites, est une caractéristique importante de la classe des holothuries (Hampton, 1958 ; Nichols, 1969). La classification des holothuries est basée sur la présence ou l'absence de podia et des poumons, les touffes gonadiques ainsi que sur la forme et le nombre des tentacules. Ces premiers critères permettent de distinguer les ordres d'holothuries (Guille *et al.*, 1986).

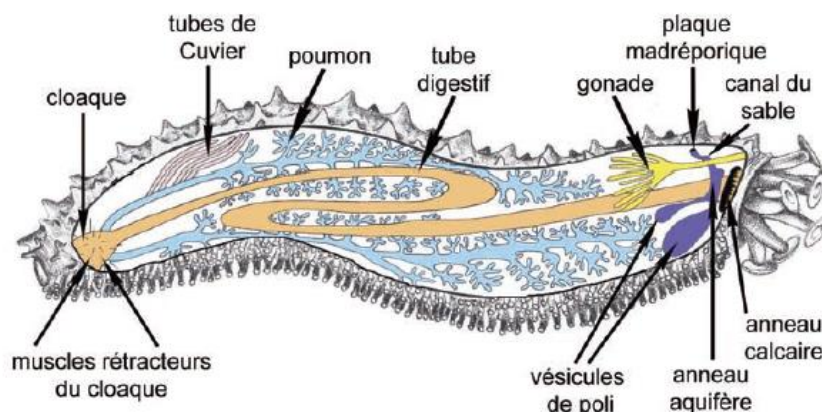
### 2.2. Morphologie externe et interne des holothuries

Les holothuries (ou concombre de mer) présentent différents aspect morphologique (Fig. 2), ils sont généralement cylindriques plus ou moins allongé selon un axe antéropostérieur (Rowe et Richmond, 1997) ; possèdent un corps mou (Conand, 1990) légèrement effilées aux extrémités et d'une taille très variable. La symétrie bilatérale qui se traduit extérieurement par la présence de pôles antérieurs (oral) et postérieur (aboral), est masquée par la disposition de 5 zones radiaires ou ambulacraires ; possèdent également des pieds ambulacraires ou podia qui s'organisent en plusieurs rangées et qui leur servent à la locomotion et la fixation au substrat (Tortonese, 1965). Sur le trivium, qui est la partie du corps qui forme la "sole rampante" des holothuries, les podia sont disposées en trois rangées ou recouvrent toute la sole. Sur le trivium qui forme les côtés et le dos de ces animaux, ils peuvent être modifiés en verrue ou papilles plus ou moins développées. Les podia peuvent aussi servir à la respiration et à la réception sensorielle (Hyman, 1955 ; Meyer, 1982 ; Conand, 1990).



**Figure 2:** Anatomie externe d'une holothurie aspidochirote (Samyn *et al.*, 2006).

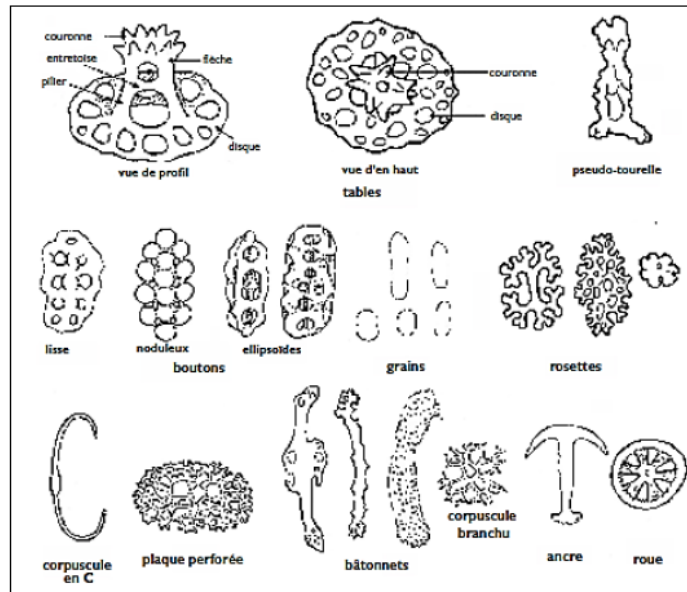
Le tégument des holothuries constitue la partie comestible de l'individu. Elles présentent une cavité générale spacieuse dans laquelle on retrouve les gonades, le tube digestif, les arbres respiratoires (tubes dichotomiques aveugles se connectant à la base du tube digestif), le système hémal et parfois, selon l'espèce, des tubes de Cuvier (Fig. 3). Ceux-ci sont des organes de défense collants et toxiques fixés à la base des arbres respiratoires qui sont expulsés par l'orifice cloacal vers n'importe quel organisme dérangeant l'holothurie. Les tubes de Cuvier sont présents chez certaines espèces des genres *Holothuria*, *Actinopyga* et particulièrement abondants chez les *Bohadschia* (Rowe et Richmond, 1997). Les podia et les papilles sont en rapport avec les cinq canaux radiaires qui, avec l'anneau aquifère pourvu d'une ou plusieurs vésicules de Poli et d'un ou de plusieurs canaux du sable, constituent le système aquifère. Contrairement aux autres échinodermes, ce système s'ouvre la plupart du temps dans la cavité interne à hauteur de la plaque madréporique. Le système musculaire est constitué de cinq bandes musculaires longitudinales, en position radiale, qui sont antérieurement attachées aux pièces radiales de la couronne calcaire et postérieurement au cloaque via les muscles rétracteurs du cloaque (Samyn *et al.*, 2006).



**Figure 3:** Anatomie interne d'une holothurie aspidochirote (Samyn *et al.*, 2006).

### 2.3. Endosquelette (sclérites) des holothuries

Les holothuries se distinguent des autres classes des échinodermes par l'existence d'un endosquelette constitué par des sclérites (spicules ou encore ossicules) ; ces dernières représentent des millions de microscopiques pièces calcaires, isolées les unes des autres et éparpillées dans les couches dermiques du corps de l'holothurie (Mezali, 2008). Ces ossicules peuvent se présenter sous de multiples formes, des plus simples (bâtonnets) aux plus élaborées (formes allant de plaques perforées à des plaques ornées) (Fig. 4) (Conand, 1990).



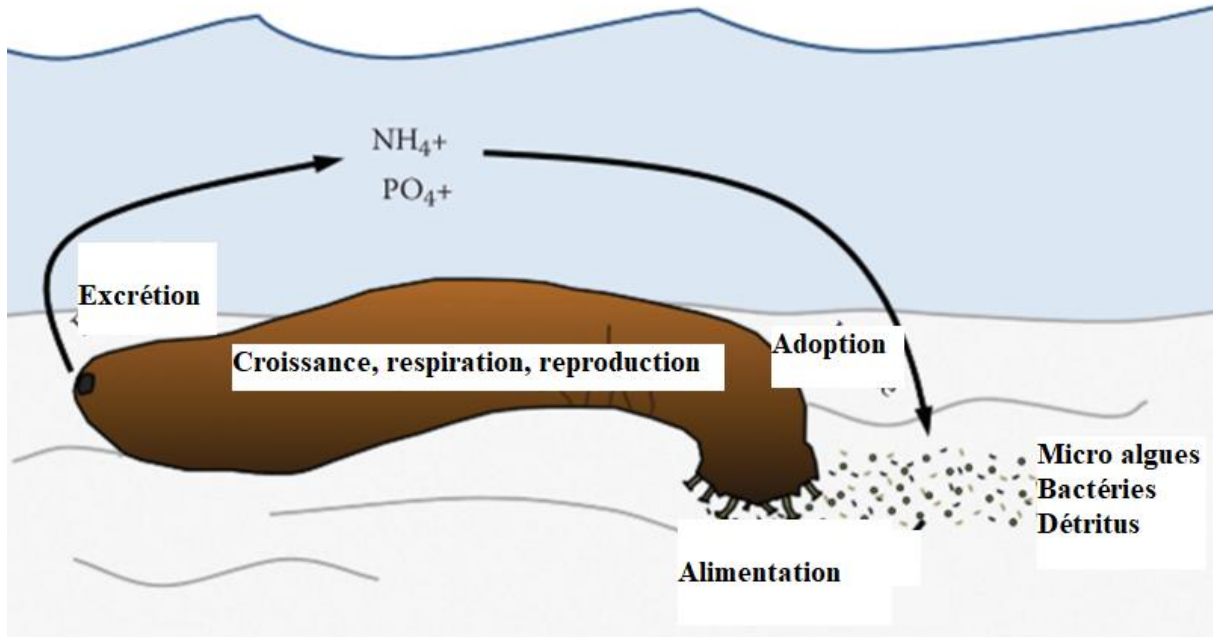
**Figure 4:** Principaux types d’ossicules calcaires présents chez les holothuries (Conand et Sloan, 1998).

La morphologie, la taille et la distribution de ces ossicules dans les différents tissus constituent des caractères clefs dans la détermination et la classification des holothuries (Samyn *et al.*, 2006). La couronne calcaire, structure formée par des plaques calcifiées entourant le pharynx, fait également partie de l’endosquelette de ces animaux (Conand, 1990).

## 2.4. Régime alimentaire des holothuries

Les espèces d’holothuries se nourrissent par filtration. Elles jouent de la sorte un rôle important dans le recyclage de la matière organique et l’oxygénation des sédiments benthiques (Fig. 5), elles sont un acteur majeur de l’écosystème à *Posidonia oceanica* (Coulon et Jangoux, 1993 ; Mezali, 2008).

Des expériences de laboratoire ont montré que la diminution de la densité des holothuries ou bien leur suppression peut conduire à la mise en place d’un tapis algal qui couvre le sédiment, ce qui limiterait l’oxygénation du sédiment. Un adulte peut filtrer de 0,430 à 4,283Kg de poids sec de sédiment par an, cela dépend de la taille du spécimen et des conditions environnementales (Coulon et Jangoux, 1993).



**Figure 5:** Recyclage des nutriments par les holothuries (Purcell *et al.*, 2016).

## 2.5. Ecologie des holothuries

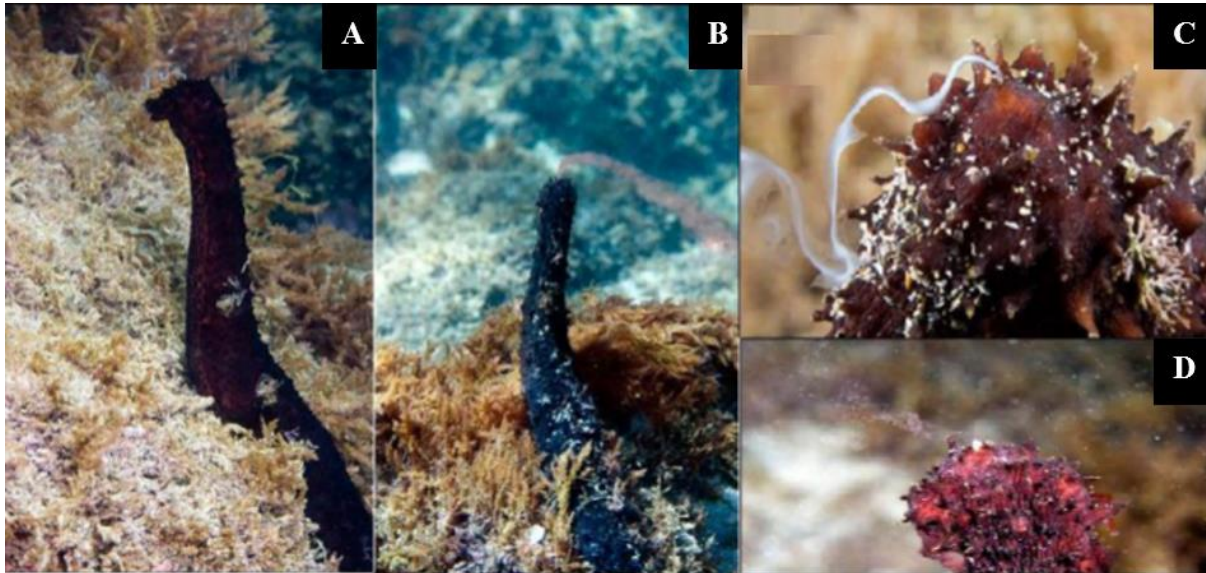
Le genre *Holothuria* se trouve dans différents habitats marins des eaux peu profondes côtières. Ils se trouvent généralement à des densités élevées fournissant ainsi à l'écosystème benthique (écosystème à *Posidonia oceanica*) d'importants services améliorant le cycle des nutriments et la productivité locale dans les sédiments carbonatés oligotrophes par leur bioturbation et les activités qualifiée de "deposit-feeders" (Byrne *et al.*, 2010). Ils jouent un rôle clé dans le maintien des écosystèmes marins sains en mélangeant les sédiments, en recyclant les nutriments, en stimulant la croissance des algues et en régulant le contenu en carbone et le pH de l'eau (Massin, 1982 ; Uthicke, 2001, ; Purcell, 2004 ; Wolkenhauer *et al.*, 2010 ; Schneider *et al.*, 2011 ; Purcell *et al.*, 2016).

## 2.6. La reproduction chez les holothuries

Généralement, les holothuries sont à sexes séparés (gonochoriques) et ne présentent pas de dimorphisme sexuel. Il est à cet effet impossible de discerner extérieurement les mâles des femelles (Battaglène, 1999 ; Mercier *et al.*, 2000). Plusieurs espèces possèdent la capacité de se reproduire par scission (Conand, 1996). Il existe deux types de reproduction chez les holothuries : la reproduction sexuée et la reproduction asexuée.

### 2.6.1. La reproduction sexuée

Certaines espèces prennent souvent une curieuse position verticale en se dressant sur la partie postérieure. Elles se rassemblent et émettent leurs produits génitaux dans l'eau de mer (Fig. 6). La ponte est favorisée par une augmentation de la température de l'eau et a lieu généralement en été (Hamel et Mercier, 1996).



**Figure 6:** Reproduction sexuée chez *H. (H.) tubulosa*. A. Spécimen mâle de *H. tubulosa* en train d'émettre des gamètes ; B, D. femelle de *H. tubulosa* en train d'émettre des œufs ; C. Emission de sperme par un spécimen mâle de *H. tubulosa*. (Bertoncini *et al.*, 2008).

### 2.6.2. La reproduction asexuée

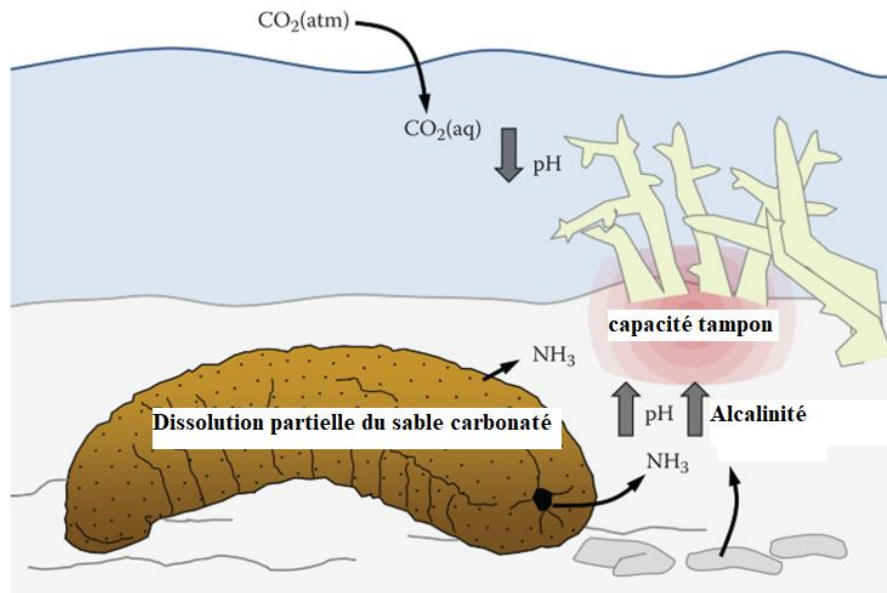
Les holothuries peuvent présenter un mode de reproduction asexuée durant la saison froide ou chaude (cas de *H. (F.) difficilis*) (Fig. 7). L'holothurie se divise par scission transversale (Koehler, 1921 ; Bonham et Held, 1963). La régénération des parties manquantes dans chaque moitié demande environ un mois (Conand et De Ridder, 1990).



**Figure 7:** Reproduction asexuée dans une population de *Holothuria difficilis* à la Réunion Philippe. A. Individu complet ( $\approx 3.5$  cm) ; B. Produit de scission régénérant une partie antérieure ( $\approx 2$  cm) ; C. Juvénile ( $\approx 1.75$  cm). Les barres d'échelle correspondent à 1 cm

## 2.7. Rôle écologique des holothuries

Le CO<sub>2</sub> atmosphérique se dissout dans l'eau de mer (Fig. 8), abaisse le pH, un processus appelé acidification des océans, qui abaisse également le stade de saturation des minéraux carbonatés (Kleypas *et al.*, 1999). Les sables carbonatés ingérés par les concombres de mer (par exemple *Stichopus herrmanni*) sont partiellement dissous dans l'intestin et les animaux libèrent également de l'ammoniac, ce qui entraîne une augmentation du pH et de l'alcalinité totale de l'eau environnante (Schneider *et al.*, 2011, 2013). Ainsi, l'activité métabolique des holothuries peut aider à amortir les effets de l'acidification à l'échelle locale et, en plus, de fournir des nutriments pour favoriser la photosynthèse des symbiotes du zooxanthellate (Symbiodinium).



**Figure 8:** Influence potentielle des holothuries sur la chimie locale de l'eau (Purcell *et al.*, 2016)

## 2.8. Les différentes espèces d'holothuries en méditerranée

Au sein de la classe des holothuries il existe plusieurs genres et espèces permettant une diversité et une variété marine. En Méditerranée, la classe des holothuries est majoritairement représenté par la famille Holothuroiidae avec cinq espèce à savoir ; *Holothuria (Holothuria) tubulosa* Gmelin, 1791, *Holothuria (Platyperona) sanctori* Delle Chiaje, 1823, *Holothuria (Panningothuria) forskali* Delle Chiaje, 1823, *Holothuria (Roweothuria) poli* Delle Chiaje, 1824 et *Holothuria (Roweothuria) arguinensis* Koehler & Vaney, 1906 (Mezali & Thander, 2014) ainsi qu'une espèce de la famille des Stichopodidae à savoir ; *Parastichopus regalis* (Cuvier, 1817) (Benzait *et al.*, 2020).

### **2.8.1. *Parastichopus regalis***

Anciennement appelé *Stichopus regalis*, est une espèce benthique dont l'aire de répartition comprend la mer Méditerranée et le nord-est de l'Atlantique du sud des îles Canaries au nord de l'Irlande et l'ouest de l'Atlantique (Maggi & González-Wangüemert, 2015). *P. regalis* a un corps mou assez déprimé avec un roulement de pli latéral portant de grandes papilles et séparant les faces dorsale et ventrale, l'espèce est capturée accidentellement par les chalutiers (Benzait *et al.*, 2020).

### **2.8.2. *Holothuria (H.) tubulosa A***

Les individus de *H. (H.) tubulosa A* (classique) (Fig. 9A) ont généralement une forme presque cylindrique. Leurs tailles peuvent atteindre 200 mm de long sur 50 à 60 mm de large à l'état de contraction. Du point de vue anatomique, cette espèce ne présente pas d'organes de défenses ou tubes de Cuviers.

### **2.8.3. *Holothuria (H.) tubulosa B***

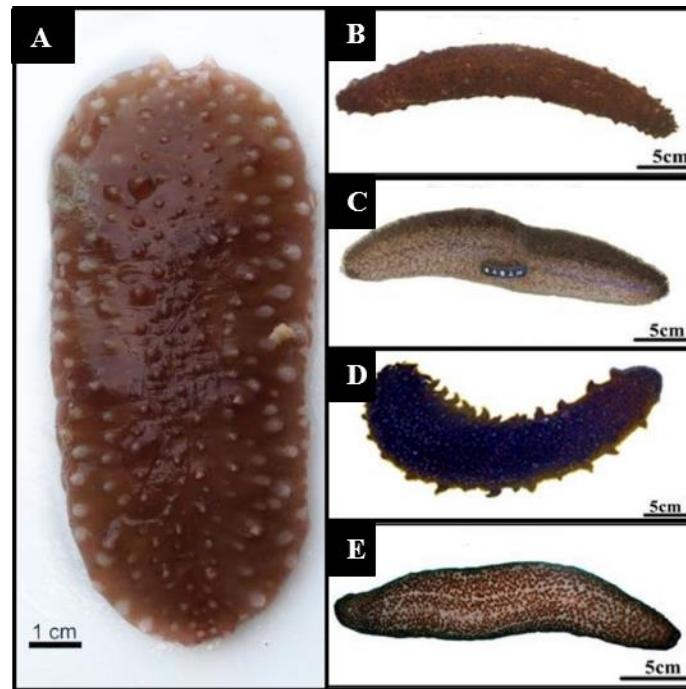
Les individus de *H. tubulosa B* (Fig. 9B) ont en général un corps convexe sur la partie dorsale et présentent une face ventrale aplatie. La taille moyenne des individus collectés est de 200 mm ; ils possèdent un tégument flasque et peu épais à l'état relaxé. Contrairement aux individus de *H. (H.) tubulosa A*, les verrucosités coniques de la face dorsale sont très petites et peuvent faire défaut chez quelques individus analysés.

### **2.8.4. *Holothuria (R) arguinensis***

Spécimens sous-cylindriques, avec paroi corporelle résistante et coriace, rugueux au toucher. La longueur de l'animal est d'environ 350 mm, poids corporel mouillé 270 g. Surfaces dorsale et ventrale bien délimité, de coloration brun foncé (Fig. 9C) (Mezali et Thandar, 2014).

### **2.8.5. *Holothuria (H.) poli***

Les individus de *H. poli* sont faciles à distinguer des autres espèces par leur caractéristique de surface externe ; une forme de cylindre allongé, peu aplati, mesurant 25 cm environ de long et 5 cm de diamètre (Fig. 9D) (Aydın *et al.*, 2015). La longueur totale de l'espèce varie entre 55 et 175 mm (Sellem *et al.*, 2017)



**Figure 9:** Morphologie externe des différentes espèces d'holothuries de la côte algérienne, A. *Parastichopus regalis* ; B. *H. tubulosa* A ; C. *H. tubulosa* B ; D. *H. arguinensis* ; E. *H. poli* (Mansouri, 2016) (Modifié).

## 2.9. Interactions au sein des holothuries (symbioses et commensalismes)

Les relations inter-espèces sont communes dans le milieu marin. Il s'agit de relations étroites entre des organismes d'espèces distinctes pouvant prendre plusieurs formes : mutualisme, commensalisme ou parasitisme (Eeckhaut, 2003). Plus de 800 espèces ont développé des associations avec différents membres de l'embranchement des échinodermes (Lyskin et Britaev, 2005), le plus grand nombre de relations inter-espèces étant observées chez les Holothuroïdes (Eeckhaut *et al.*, 2004).

*Carapus acus* est un poisson filiforme (anguilliforme) associé aux holothuries, il est présent tout au long de la Mer Méditerranée, principalement dans le bassin occidental (Italie, Espagne, France, Sardaigne et Baléares) et sur la côte ouest de l'Afrique du Nord (Nielsen *et al.*, 1999). C'est un poisson allongé, mince et sans écailles avec de longues nageoires dorsales et anales se rejoignant à l'extrémité de la longue queue pointue (Fig. 10) (Enajjar et Bradai, 2016).



**Figure 10:** Poisson *Carapus acus* (Enajjar et Bradai, 2016)

*Carapus acus*, vit en association avec plusieurs espèces d'holothuries ; *Holothuria stellati*, *Holothuria tubulosa* et *Parastichopus regalis* où il entre par la queue ou la tête d'abord (Kloss et Pfeiffer, 2000 ; Eeckhaut *et al.*, 2004). Il semble que les jeunes aurins soient capables de se nourrir des glandes reproductrices ou des branchies de leur holothurie hôte (Fig.11). Celles-ci n'en souffrent pas trop (a priori) car elles possèdent de grandes facultés de régénération des organes abimés ou perdus. Les poissons-perles ne semblent pas choisir leur hôte en fonction de sa taille, car la corrélation entre la longueur du poisson et le poids de l'hôte n'était pas significative (González-Wangüemert *et al.*, 2014). Les aurins adultes pourront sortir de leur hôte pour se nourrir principalement de petits crustacés (décapodes, amphipodes, isopodes), d'annélides ou même d'autres Carapides (*Carapidae*) avant de regagner leur abri. L'activité du *Carapus* est essentiellement nocturne (González-Wangüemert *et al.*, 2014).



**Figure 11:** *Carapus acus* attaché aux arbres respiratoires de l'holothurie (González-Wangüemert *et al.*, 2014)

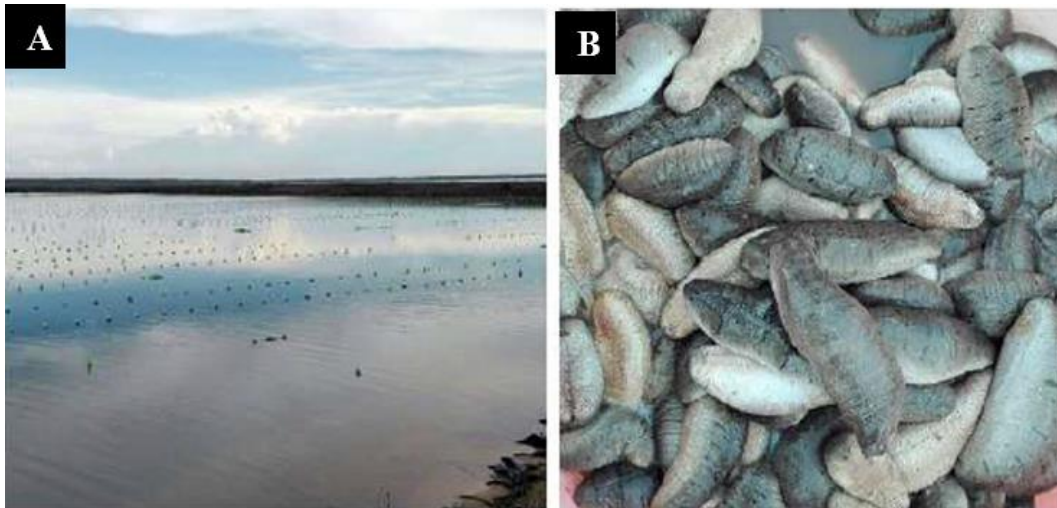
Le comportement de pénétration des espèces du genre *Carapus* a été décrit en détails. Le poisson cherchant à pénétrer une holothurie nage avec la tête vers le fond et explore les objets. Quand un hôte est trouvé, le poisson détecte la partie postérieure et l'orifice cloacal par le courant d'eau exhalé par l'arbre respiratoire (Fig. 12). Deux stratégies sont alors observées : soit le poisson pénètre l'hôte la tête la première en se propulsant d'un violent coup de queue et il se retournera ensuite, soit il place sa tête à l'entrée de l'anus et replie sa fine extrémité caudale vers la tête grâce à sa grande souplesse. L'aurin est alors capable de détecter le moment où l'holothurie provoque un courant respiratoire exhalant pour introduire l'extrémité de sa queue dans l'anus. L'aurin se redresse alors et finit de pénétrer son hôte en marche arrière. Cette seconde stratégie, queue en premier, est la plus répandue. Une fois à l'intérieur de son hôte, *Carapus* logera dans l'arbre respiratoire (González-Wangüemert, *et al.*, 2014).



**Figure 12:** Etapes de l'introduction de l'espèce *Carapus acus* dans l'holothurie *P. regalis* (sciencephoto.com)

### 3. Holothuriculture

Les premières formes d'élevage d'holothuries ont été développées au Japon où elles sont pratiquées depuis le 18e siècle (Tanaka, 1992). Actuellement, presque partout dans le monde, l'holothuriculture tient une place importante dans la filière aquacole. Grâce au perfectionnement des méthodes d'élevage (Fig. 13). Il est actuellement possible de produire en éclosérie des centaines de milliers de juvéniles qu'on peut lâcher ensuite dans le milieu naturel pour aider à accélérer la reconstitution de stocks épuisés et assurer la viabilité de la pêche d'holothuries (Purcell, 2004).



**Figure 13:** **A.** Holothuriculture ; Bassin utilisé pour la polyculture d'holothuries de sable, d'huîtres perlières et de mérour ; **B.** *Holothuries scabra* de sable frais pêchées dans les bassins de polyculture de Chine méridionale (Purcell et Wu, 2017).

En Xuwen (Chine) et pendant la phase de grossissement, les holothuries de sable *H. scabra* (Fig. 13 B) sont transférées dans des bassins en terre renfermant de l'eau de mer (Fig.13 A), ces bassins sont utilisés pour la polyculture d'holothuries de sable, d'huîtres perlières et de mérours. Les huîtres perlières sont suspendues sur des filières, accrochées à des bouteilles en plastique flottant à la surface (Purcell et Wu, 2017).

#### **4. Méthodes de transformation des holothuries**

Depuis 1997, les méthodes de transformation des holothuries n'ont cessé d'évoluer dans la région de Toliara (situé au Sud de Madagascar) avec un but de réduire les pertes de poids et de longueur et rendre la tâche plus aisée de manière à réduire la main d'œuvre. De nos jours, il est fréquent de gratter le tégument des holothuries ou d'utiliser les feuilles de papaye moulue pour enlever les spicules intra-tégumentaires (Lavitra *et al.*, 2009). Des variantes ont été observées, selon les agents de transformation et les régions. Il n'en reste pas moins que le principe général qui sous-tend chaque étape reste le même qu'il y a dix ans (Mara *et al.*, 1998 ; Rasolofonirina, 1997). Dans cette région, quatre méthodes de transformation sont observées. Dans un premier temps, les agents de transformation grattent les individus, puis les éviscèrent (ou bien provoquent l'éviscération en faisant une entaille dans la partie postérieure de l'animal) (Fig. 14A et B). La phase de transformation s'achève inmanquablement par la cuisson en saumure, le rinçage et le séchage au soleil (Fig. 14F à H). Deux méthodes font intervenir la papaïne (Fig. 14E). Dans trois des méthodes utilisées, les holothuries sont bouillies à deux reprises, tandis que la dernière méthode nécessite une seule cuisson (Fig. 14D). Trois méthodes prévoient que les individus soient salés au début des opérations (Fig. 14C). En règle générale, les agents de transformation vendent des produits semi-séchés (trois heures de séchage au soleil) afin d'obtenir rapidement des gains en espèces et acheter de nouveaux produits (Lavitra *et al.*, 2009).



**Figure 14:** Les principales étapes de la transformation de *H. scabra* appliquées par les agents de transformation. **A.** Eviscération ; **B.** Grattage ; **C.** Salage ; **D.** Première cuisson ; **E.** Utilisation de feuilles de papaye moulues ; **F.** Cuisson en saumure ; **G.** Rinçage ; **H.** Séchage au soleil (Lavitra *et al.*, 2009)

En Algérie, la pêche au concombre de mer est principalement pratiquée par des plongeurs et glaneurs qui ciblent toutes les espèces d'holothuries le long de la côte, en particulier celles que l'on trouve en eau peu profonde (Mezali et Slimane-Tamacha, 2020). Une enquête menée dans la région centrale algérienne (Neghli et Mezali, 2019) a révélé l'existence d'un réseau de pêcheurs qui transforment eux-mêmes les concombres de mer en bêche-de-mer (Fig. 15). Des recommandations ont été élaborées afin d'établir des marchés légaux pour vendre des holothuries transformées en bêche-de-mer. Les pêcheurs qui collectent les concombres de mer les vendent principalement aux transformateurs ou aux exportateurs. Cette expansion spatiale a déjà été décrite pour de nombreuses pêcheries d'holothuries tropicales (par ex. Maldives, Philippines et Sri Lanka), où les captures des concombres de mer ont d'abord commencé manuellement près de la côte avant d'être fait par plongée ou même chalutage lorsque les stocks peu profonds diminuent (Anderson *et al.*, 2011).



**Figure 15:** Des Spécimens d'*Holothuria tubulosa* transformés en bêche-de-mer avant d'être vendus à des acheteurs chinois locaux (Neghli et Mezali, 2019). **A.** produit séché ; **B.** sélection de produits de qualité ; **C.** mise en sac pour la vente.

## 5. Marchés et modes de consommation de la bêche-de-mer

Une fois cuites et séchées, les holothuries prennent le nom de bêche-de-mer. Dans la gamme des fruits de mer, les holothuries sont un produit de luxe. Dans les boutiques d'Asie (Fig. 16), elles s'arrachent à prix d'or. Vendues au poids, on les retrouve aux côtés des ailerons de requin et d'autres fruits de mer séchés (Purcell, 2017). L'holothurie royale *P. regalis* coûte jusqu'à 130 €/ kg (poids frais) (Maggi & González-Wangüemert, 2015).



**Figure 16:** Résultat de la transformation et quelques plats à base d'holothurie (Purcell, 2017).

Les Chinois consomment la bêche-de-mer dans des plats en sauce, cuisinés pour des occasions spéciales. C'est aussi l'un des mets de choix composant les repas de fête (Fig. 16) (Purcell, 2017).

En Algérie, le prix de vente des holothuries varie d'une région à une autre et selon la méthode de transformation, il varie entre 200 et 700 DA le kg frais et ou éviscéré et entre 4800 et 12000 DA séché, ces variations de prix dépendent de la demande, la disponibilité et la destination des holothuries. Chez certains intermédiaires les espèces capturées et la tailles influe sur le prix (Slimane Tamacha, 2019).

Les informations sur la composition des aliments sont vitales pour l'échange sur le marché et la protection des consommateurs. Cependant, seules quelques études se réfèrent au profil nutritionnel des holothuries des zones méditerranéennes et atlantiques du nord-est (Wen *et al.*, 2010 ; Aydın *et al.*, 2011 ; Roggatz *et al.*, 2016).

### 5.1. Profil nutritionnel des holothuries

Les concombres de mer (Echinodermata : Holothuroidea) ont une valeur nutritive élevée et contiennent différentes classes de composés bioactifs avec des avantages prouvés ou potentiels pour la santé (Kariya *et al.* 2004 ; Bordbar *et al.*, 2011 ; Careaga *et al.*, 2014). Leur protéine de haute qualité composée de nombreux acides aminés essentiels, les quantités considérables de composés phénoliques et de radicaux libres et leur teneur en acides gras rendent les concombres de mer intéressants pour le développement d'aliments fonctionnels et de nutraceutiques (Bordbar *et al.*, 2011).

Selon Berger et Carbonneau (2014), une portion de 100 g de *Cucumaria frondosa* frais est une source de vitamine A, une bonne source de Niacine (B3) et une excellente source en Riboflavine (B2)17. La consommation de 100 g de cette holothurie fournit 10 %, 25 % et 60 % de la valeur

quotidienne en vitamines A, B3 et B2. Il fournit également 6 % de fer, 15 % de zinc et plus de 100 % de la valeur quotidienne en sélénium (Se). Enfin, le concombre de mer est une source de potassium puisqu'il en contient au moins 200 mg par portion.

**Tableau 1:** Valeur nutritive du concombre de mer frais *Cucumaria frondosa* (Berger et Carbonneau, 2014)

Nom de l'élément nutritif	Unité	Valeur pour 120g de portion comestible	Valeur pour 100g de portion comestible
<b>Macronutriments</b>			
Protéines	g	24	20
Acides gras oméga-3 (EPA+DHA)	mg	228	190
Acides gras totaux	g	0,8	0,7
Acides gras saturés	g	0,1	0,1
Cholestérol	mg	0,4	0,3
<b>Minéraux</b>			
Fer, Fe	mg	0,8	0,7
Potassium, K	mg	257	214
Sodium, Na	mg	36	30
Zinc, Zn	mg	1,4	1,2
Sélénium, Se	mg	0,1	0,1
Iode, I	mg	2,3	1,9

## 5.2. Utilisation/Valorisation des holothuries

Les concombres de mer sont utilisés depuis des centaines d'années en Chine comme aliments (Fig. 17A, B) mais aussi en médecine traditionnelle (Fredalina *et al.*, 1999). Dans certains pays, des produits cosmétiques sous forme de crème, shampoing ou dentifrice (FAO, 2008) et des produits nutraceutiques sont commercialisés comme l'huile de concombre de mer (Fig. 17C) (Baine et Choo, 1999).

Selon Abul Hossain *et al.* (2020), environ 90% des holothuries sauvages se récoltent en fonction de l'épaisseur de la paroi du corps, de la texture, de la couleur de la peau, la figure 17 montre les produits couramment trouvés dérivés de l'holothurie (*Cucumaria frondosa*) sur le marché (Abul Hossain, *et al.*, 2020).



**Figure 17:** Produits de *C. frondosa* les plus courants sur le marché. **A.** Concombre de mer séché ; **B.** Bêche-de-mer coupé en morceaux ; **C.** extrait liquide de concombre mer (Abul Hossain, *et al.*, 2020).

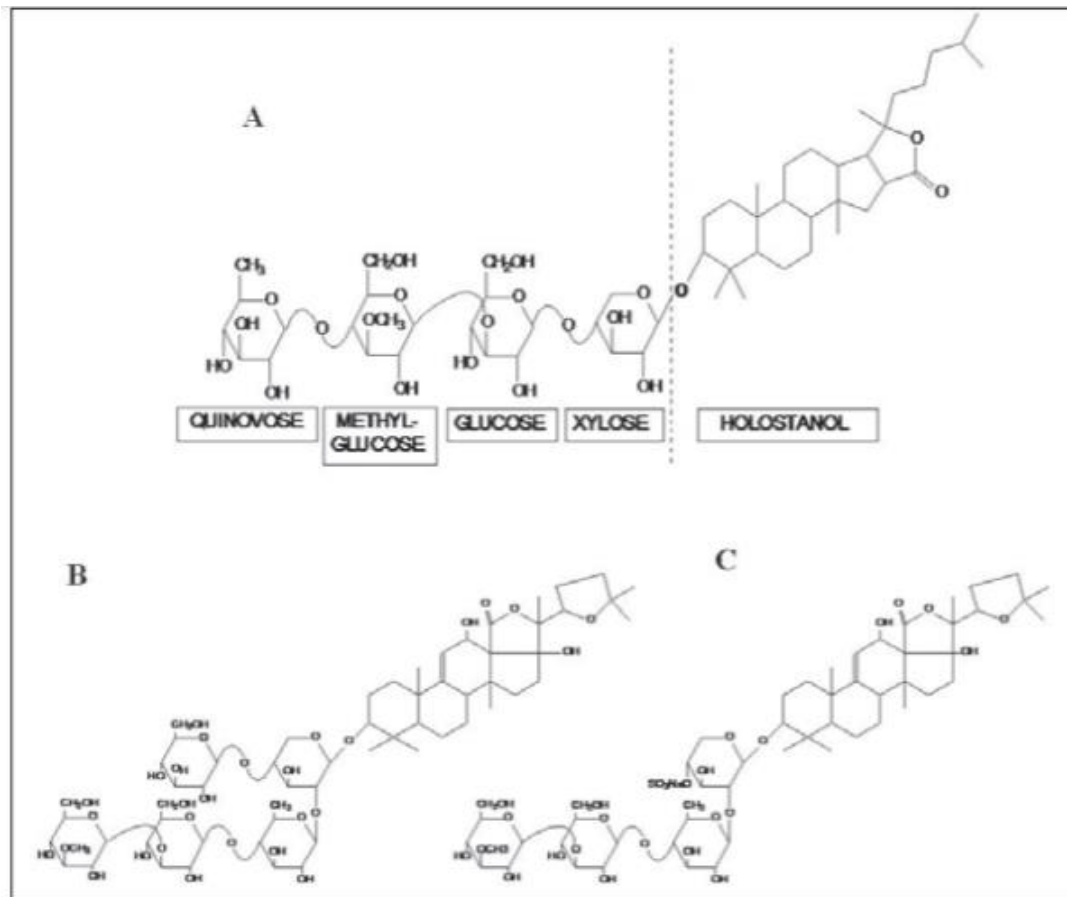
## 6. Les saponines

### 6.1. Définition de saponines

Les saponines sont des métabolites secondaires produites par les holothuries. Leur structure repose sur les glycosides triterpéniques, qui jouent un rôle majeur de défense chimique et dont la gamme des propriétés pharmacologiques est large (Caulier *et al.*, 2011).

Elles ont été découvertes à l'origine dans les végétaux supérieurs où elles sont très répandues, les saponines constituent une classe importante de produits naturels (Li *et al.*, 2006). La quête de nouvelles substances actives sur le plan pharmacologique a permis d'isoler des saponines dans des organismes marins tels que les holothuries (Nigrelli, 1952 ; Yamanouchi, 1955), les étoiles de mer (Mackie et Turner, 1970) et les éponges (Thompson *et al.*, 1985).

La structure des saponines des holothuries repose sur des glycosides triterpéniques composés d'une chaîne d'oligosaccharides et d'un aglycone, sur la base d'holostane-3 $\beta$ -ol (Fig. 18A) (Kornprobst, 2005). Les saponines des holothuroïdes (Fig. 17 B, C) contiennent une double liaison  $\Delta^9(11)$  dans l'aglycone et la chaîne glucidique comporte jusqu'à 6 unités de sucres (xylose, glucose, 3-O-méthylglucose et quinovose) et ne peut se ramifier qu'une fois (Kalinin *et al.*, 2005). Certaines de ces saponines peuvent être sulfatées au niveau du xylose seul (Fig. 17C).



**Figure 18:** Structure moléculaire d'une saponine hypothétique. **A.** composée d'un aglycone d'holostanol et d'une chaîne glucosidique linéaire constituée des quatre monosaccharides que l'on trouve le plus fréquemment dans les saponines des holothuries ; **B.** D'holothurinosides A, une saponine non-sulfatée ; **C.** D'holothurine A, une saponine sulfatée (Caulier *et al.*, 2011)

## 6.2. Rôle de saponines

Les glycosides triterpéniques des holothuries intéressent au plus haut point les secteurs de la pharmacologie et de l'écologie. Ces métabolites secondaires possèderaient en effet une large gamme de propriétés pharmacologiques (propriétés hémolytiques, antitumorales, anti-inflammatoires, antifongiques, antibactériennes, antivirales, ichtyotoxiques, cytostatiques et activités antinéoplastiques) (Kerr et Chen, 1995 ; Kalinin *et al.*, 1996 ; Prokofieva *et al.*, 2003). Le nombre de ces activités résultent de leurs propriétés tensioactives. Sur le plan écologique, les saponines sont délétères pour la plupart des organismes et fonctionnent probablement comme une barrière chimique dissuadant les prédateurs (Kalinin *et al.*, 1996 ; Van Dyck *et al.*, Données non publiées. Observations).

## 6.3. Propriétés des saponines

Parmi les nombreuses études portant sur les saponines des holothuroides, très peu distinguent les différentes parties du corps, bien qu'au sein d'un même animal, les saponines puissent

présenter divers taux de concentration et compositions en fonction de l'organe pris en compte (Caulier *et al.*, 2011). Matsuno et Ishida (1969) font état de la distribution des saponines dans les différentes parties du corps des holothuries. Des saponines ont été trouvées dans les organes digestifs, les muscles rétracteurs longitudinaux, l'épiderme, les vaisseaux hémaux intestinaux, les ovaires, les testicules et les tubes de Cuvier. Les quantités de saponines différaient selon les parties du corps ; le tégument et les tubes de Cuvier ont révélé les valeurs les plus élevées. Les ovaires présentaient également des concentrations élevées de saponines variant néanmoins en fonction du cycle reproductif de l'animal (Matsuno et Ishida 1969). Van Dyck *et al.* (2010) ont également souligné une variation des quantités de saponine entre les tubes de Cuvier et le tégument de plusieurs espèces d'holothuroïdes. Les glycosides triterpéniques semblent être particulièrement concentrés dans les tubes de Cuvier, un système de défense spécialisé, développé par certaines espèces au sein de la famille des holothuroïdes (Matsuno et Ishida 1969 ; Elyakov *et al.*, 1973 ; Kobayashi *et al.*, 1991). Cet organe, situé dans la partie postérieure de l'animal, est constitué de multiples tubes qui, chez certaines espèces, peuvent être expulsés par l'individu après stimulation (Bingham et Braithwaite, 1986 ; Hamel et Mercier, 2000 ; Becker et Flammang, sous presse).

## **7. L'enquête par questionnaire**

### **7.1. Définition d'un questionnaire**

Étymologiquement, le mot questionnaire vient du mot latin *quaestionarius* de *quaestio* (question). Le questionnaire est un outil de collecte de données, constitué d'une série de questions enchaînées. Selon Berthier (2000), cet outil est tout d'abord, un instrument de mesure qui devra être uniformisé ou standardisé, et cela veut dire que le questionnaire placera tous les sujets dans la même situation, pour faire des comparaisons entre les groupes des répondants. Toutes les questions utiles correspondent aux besoins de l'enquête (Hamel, 2011).

### **7.2. Objectif de l'enquête par questionnaire**

L'objectif des enquêtes par questionnaire est d'observer, d'analyser et de comprendre une tendance, un comportement global, un phénomène grâce aux données collectées. Ces sondages sont soumis de manière collective pour être représentatifs et obtenir des données chiffrées utilisables. Cet outil fait donc partie des méthodes quantitatives de recherche. Ces méthodes dites quantitatives utilisent des outils mathématiques et statistiques en vue de décrire, expliquer et comprendre des phénomènes en se basant sur les données (Hamel, 2011).

## **7.2. L'échantillon choisi**

Le questionnaire est une méthode qui s'applique à un échantillon, afin d'obtenir une inférence statistique. L'enquête peut être réalisée selon la population concernée. Le problème de l'échantillon ne se pose pas. Mais, il est souvent trop long et coûteux d'interroger toute la population.

## **7.3. Les types de questions dans un questionnaire**

Selon Hamel (2011), le moyen primordial de mesure dans le questionnaire est la question. Avant de passer à la rédaction des questions, il est important de déterminer le format de celle-ci. Il y a trois types : les questions fermées, ouvertes et semi ouvertes. Chacune d'elles a ses propres caractéristiques et présentent à la fois des avantages et des inconvénients particuliers.

### **7.3.1. La question fermée**

C'est la formule la plus adaptée au traitement et à l'analyse statistique. Dans ce genre d'interrogation, les réponses sont fixées à l'avance et on demande aux interrogés de choisir une ou plus d'une réponse. Cette forme de question est employée pour recueillir des informations sur des faits ou pour présenter son accord ou son désaccord avec une suggestion bien sûr dans le but d'identifier son opinion. Toutes les questions fermées sont adaptées au traitement statistique, parce que les réponses sont prédéfinies. Reste à dire que l'enquêteur doit être clair dans les modalités de réponse données pour laisser aux enquêtés le choix de la réponse qui lui convient. Il existe trois principaux types de la question fermée qui sont :

#### **7.3.1.1. La question dichotomique**

C'est une question fermée qui présente le choix qu'entre deux réponses opposées, le oui ou le non ou bien le pour ou le contre. Dans certains cas on ajoute une troisième suggestion c'est : je ne sais pas. Ce type de question est considéré comme le plus facile à traiter.

#### **7.3.1.2. La question à choix multiples**

Comme son appellation l'indique, l'interrogé dispose de plusieurs modalités de réponses, il choisit celle qui lui convient. On distingue dans ce type, d'une part, les questions à choix unique, c'est-à-dire que l'interrogé ne peut retenir qu'une seule modalité de réponse et d'autre part, les questions à choix multiples, l'enquêté peut choisir plus qu'une réponse.

#### **7.3.1.3. La question à échelle**

L'enquêteur utilise la question à échelle pour pouvoir mesurer des variables qualitatives, en d'autres termes quantifier ce qu'est qualitatif, elle est utilisée pour proposer à l'interrogé de

démontrer son degré de satisfaction ou d'insatisfaction, ou encore le degré d'accord ou de désaccord en passant par un stade intermédiaire (Fenneteau, 2002).

### **7.3.2. La question ouverte**

Comme son nom l'indique, ce type ne contient pas de suggestions de réponses. L'enquêté peut dire ce qu'il veut, il est libre de donner n'importe quelle réponse. Selon Mucchilli (1997), la question dite ouverte ne prévoit pas les réponses et laisse à l'individu la liberté complète de s'exprimer.

### **7.3.3. La question semi ouverte**

La question semi ouverte combine le besoin de structurer des réponses de l'enquêté avec la nécessité d'avoir des informations plus libres (Boukous, 1999). C'est un mélange entre une question fermée et une question ouverte, le principe dans ce type est de suggérer un ensemble de réponses comme la forme de la question aux choix multiples tout en laissant la possibilité d'ajouter des réponses libres (Javeau, 2002).

## **7.4. Le contenu des questions**

En fonction des objectifs visés par l'enquêteur, on distingue selon le contenu, une question de fait et une question d'opinion. Le premier type porte sur des comportements, sur les pratiques des enquêtés, elles sont selon Boukous (1999) relatives aux phénomènes observables. Le second type porte sur les avis des enquêtés sur leurs représentations et leurs attitudes. Certains enquêtés estiment ce genre de question, ils pensent que leurs opinions ont une valeur. Les questions d'opinions peuvent être sous la forme d'une question dichotomique ou des questions à échelle (Hamel, 2011).

## **7.5. L'administration et la passation du questionnaire**

Selon Hamel (2011) administrer un questionnaire c'est déterminer le mode de collecte de la réponse auprès de la population ciblée. Plusieurs facteurs peuvent contribuer à l'administration du questionnaire, le type d'enquête, le nombre des enquêtés et surtout à ne pas négliger le coût. On distingue quatre méthodes d'administration du questionnaire, considérées comme les plus adaptées. Sous deux types, nous avons :

### **7.5.1. Le questionnaire administré**

C'est l'enquêteur qui assiste et prend la charge de remplir le formulaire par les réponses de ses informateurs. Ces enquêtes se font en face à face, en effet, dans ce type d'administration,

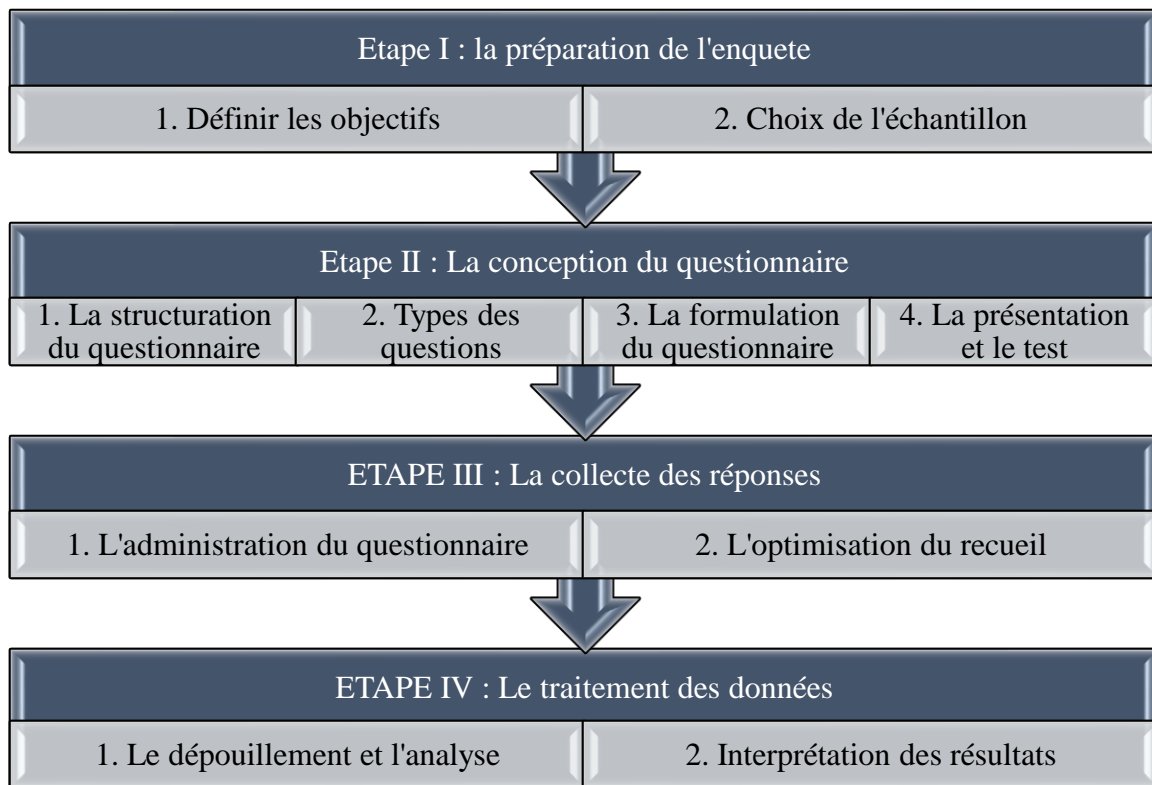
l'enquêteur rencontre directement l'enquêté et lui pose ses questions. Ces rencontres peuvent s'effectuer à la maison, dans la rue, dans les établissements ou encore dans les entreprises.

### 7.5.2. Le questionnaire auto administré

C'est l'enquêté qui répond et mentionne lui-même ses réponses. Le questionnaire est distribué soit en face à face, soit par poste ou par Internet où il s'agit, d'envoyer des questions et de recueillir des réponses par Internet en passant par des sites web.

### 7.6. Diagramme synoptique des étapes d'une enquête

Le schéma donne une vision globale et un résumé sur les étapes clés de la méthodologie d'une enquête (Fig. 19).



**Figure 19:** Schéma du résumé des étapes de la méthodologie d'une enquête (Boukous, 1999)

## Chapitre II : Matériel et méthodes

### 1. Présentation de la zone d'étude

Le littoral algérien s'étend, de l'Ouest à l'Est, sur plus de 1600 km. Il est caractérisé par un plateau continental réduit à l'exception dans la région de Ghazaouet (wilaya de Tlemcen) à l'extrême Ouest et la région d'El Kala (wilaya d'El Taref) à l'extrême Est (Zeghdoudi, 2006).

La Wilaya de Mostaganem est la 27<sup>ème</sup> dans l'administration territoriale algérienne ; elle est située sur le littoral Ouest du pays avec une façade maritime de 124 km. Elle est limitée à l'Est par les Wilayas de Chlef et Relizane, au Sud par les Wilayas de Mascara et Relizane, à l'Ouest par la Wilaya d'Oran et au Nord par la Mer Méditerranée (Bounouar, 2019) (Fig. 20).

### 2. Présentation du site de prélèvement

Cette étude a été réalisée au niveau de la plage de Ben Abdelmalek Ramdane (Fig. 20), la localité a été promue au rang de commune en 1985 et est située à 35 km du Chef-lieu de la wilaya de Mostaganem. Elle s'étend sur une superficie de 75 kilomètres carrés. La commune de Ben Abdelmalek Ramdane dispose d'un littoral d'une longueur de 15 km, délimitée à l'Est par le cap Ivi et à l'Ouest par l'oued du Chélif. Deux Zones d'Expansion Touristique ont été créées dans cette commune littorale (Houari, 2016).

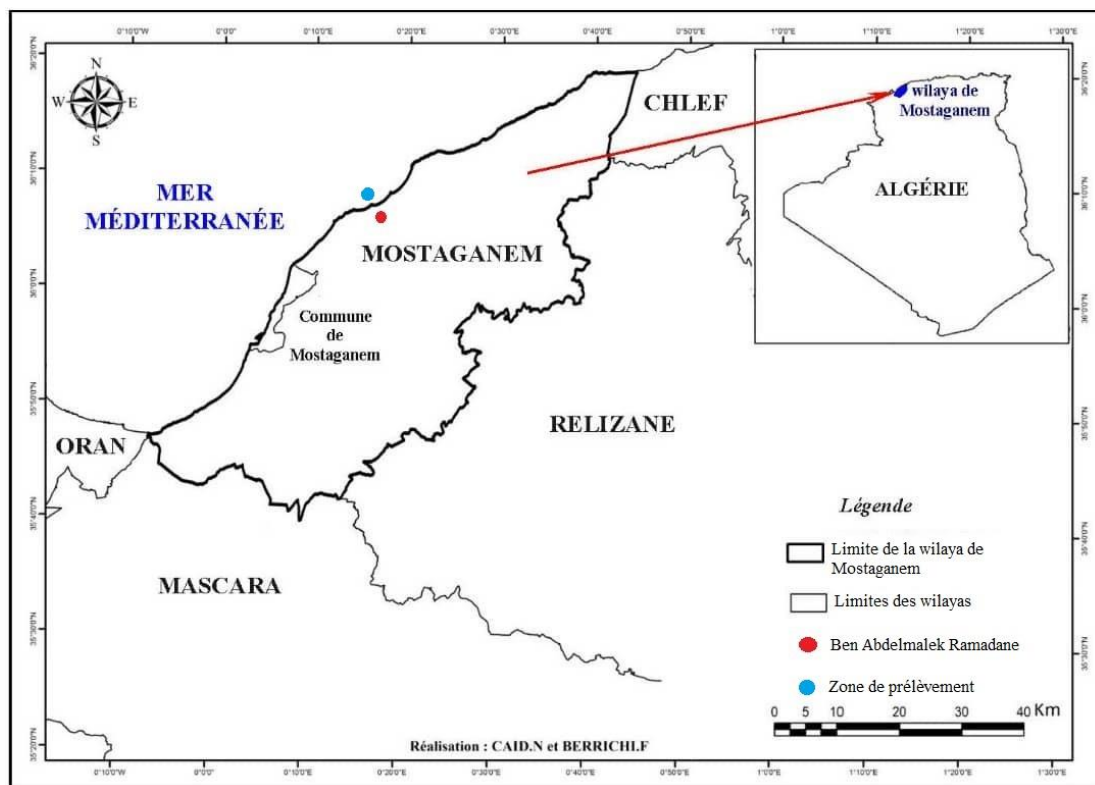


Figure 20: Localisation de la zone d'étude (Caid, *et al.*, 2017) (modifié).

### 3. Prélèvement et traitement des holothuries

Les individus d'holothuries ayant fait l'objet de notre étude ont été prélevés à la plage de Ben Abdelmalek Ramdane de la Wilaya de Mostaganem le 23 février 2020. L'échantillonnage a été réalisé en apnée à une profondeur qui varie entre 1.5 et 3 m. Au total, vingt et un (21) individus appartenant à trois espèces différentes ont été récoltés : six (6) individus d'*Holothuria tubulosa* B, sept (7) individus d'*Holothuria (R.) arguinensis* et huit (8) individus de *H. poli*. Les individus ont été transportés au Laboratoire de Protection, Valorisation des Ressources Marines et Littorales et Systématique Moléculaire (LPVRMLSM) et gardés vivants dans un aquarium avant de procéder à l'identification morphologique, mensurations et pesés (Fig. 21).



**Figure 21:** Les échantillons d'holothuries dans l'aquarium du laboratoire.

### 4. Préparation de la bêche de mer

La préparation de la bêche de mer est réalisée en suivant le protocole rapporté par Slimane-Tamacha (2019), ce protocole est utilisé par les pêcheurs algériens. Avant de procéder à la transformation, les holothuries sont séparées par espèces (Fig. 22 A) et mesurées. La première étape de la transformation consiste à éviscérer les holothuries (Fig. 22 B) en utilisant un couteau, une petite fissure est effectuée sur la partie ventrale des holothuries pour les vider et les nettoyer à l'intérieur puis ils sont pesés (Fig. 22 C). La deuxième étape comprend la cuisson des holothuries éviscérées en séparant les espèces. Cette cuisson se fait avec de l'eau de mer pour une durée d'une à deux heures (Fig. 22 D). La dernière étape consiste à sécher les concombres de mer au soleil (Fig. 22 E) pendant six jours consécutifs ou plus. Dans cette étude,

le séchage a duré 10 jours à partir du 02 mars 2020. En effet, la durée dépend de la saison et de la localisation géographique (Slimane-Tamacha, 2019). Les holothuries transformés (bêche de mer) sont ensuite pesées et conservées dans des bocaux en verre (Fig. 22 F). La teneur en eau des holothuries frai est calculé selon la formule suivante :

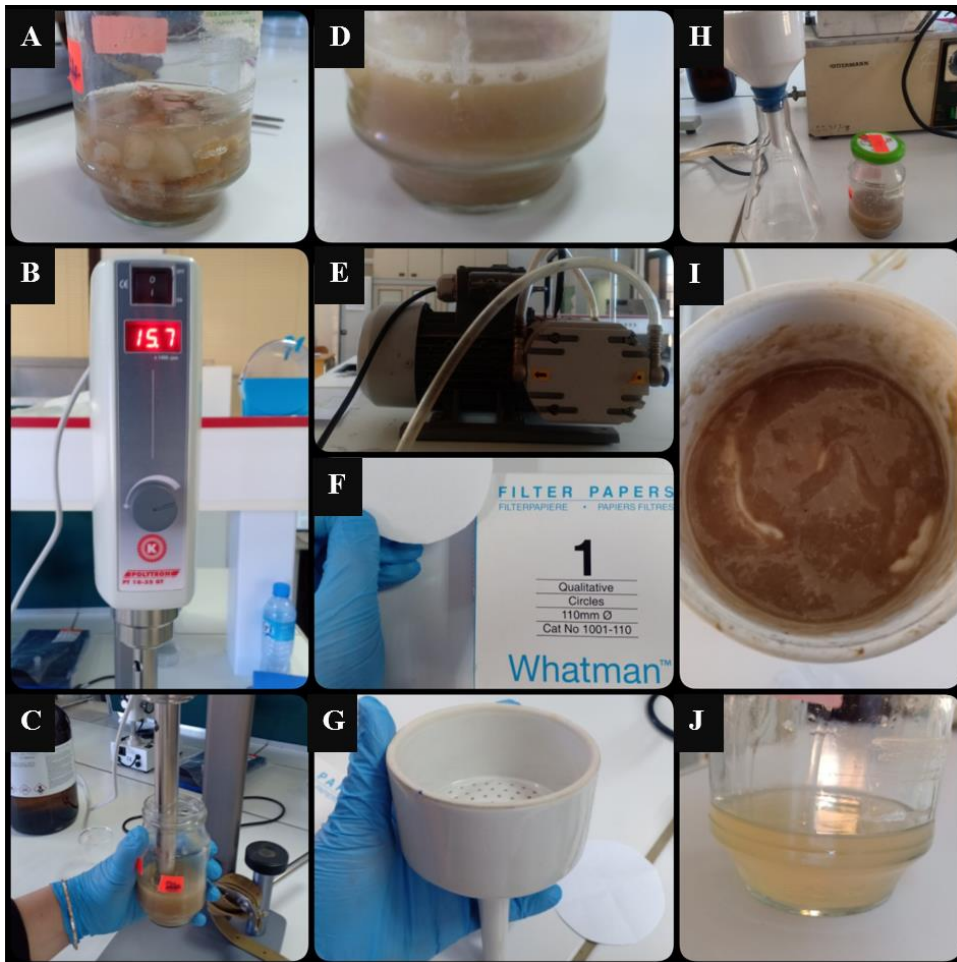
$$\text{La teneur en eau (\%)} = \frac{\text{Poids humide (g)} - \text{Poids sec(g)}}{\text{Poids humide}} \times 100$$



**Figure 22:** Etapes de transformation des holothuries en bêche de mer, **A.** *Holothuria (R.) arguinensis* et *H. poli* ; **B.** Eviscération de l'holothurie ; **C.** Pesée de l'holothurie ; **D.** Cuisson des holothuries dans l'eau de mer ; **E.** Séchages au soleil ; **F.** Holothuries séché et conditionnées dans des bocaux en verre.

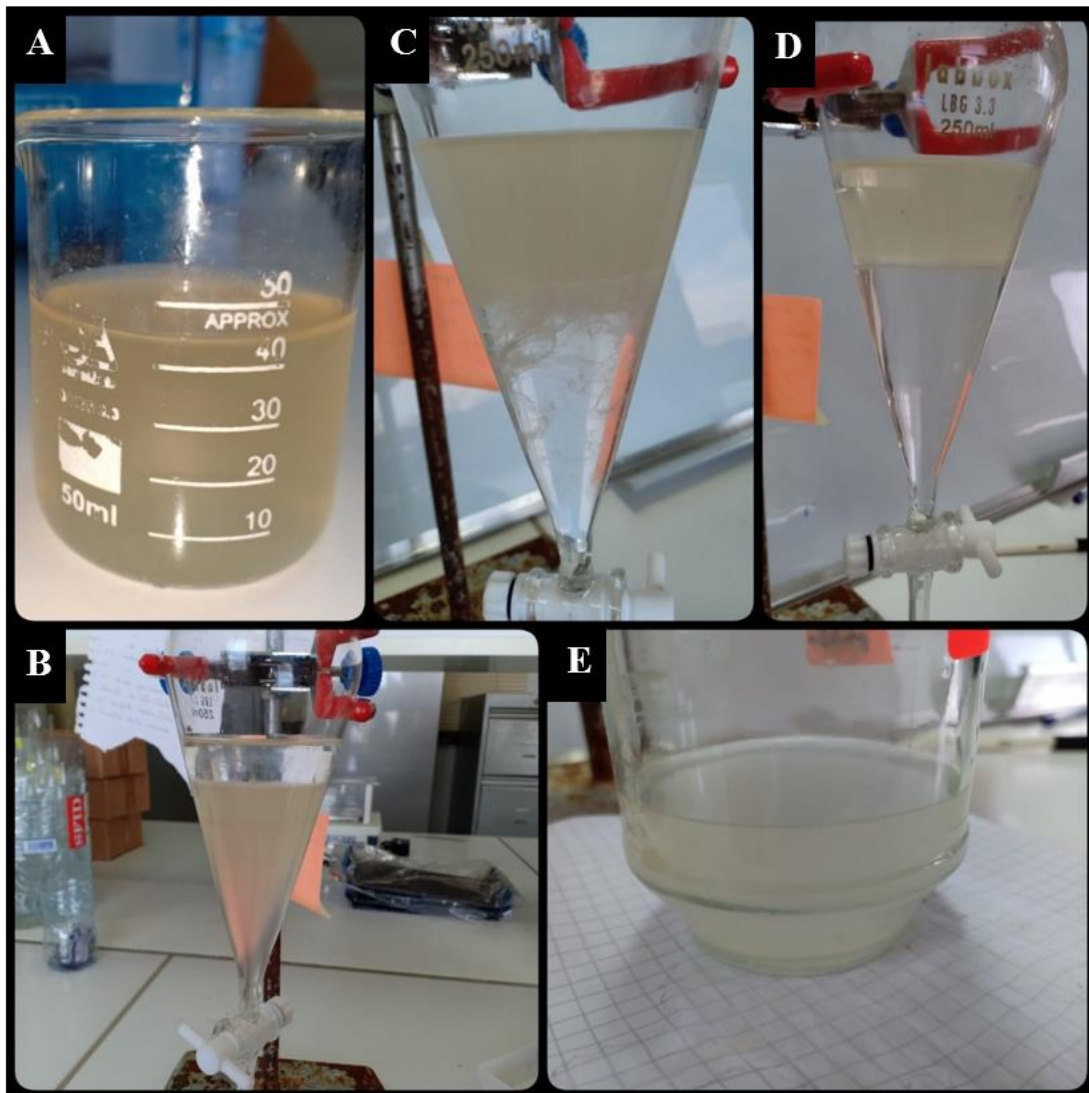
## 5. Extraction des saponines

L'extraction des saponines a été réalisée sur un individu de l'espèce *Parastichopus regalis* provenant de la région de Ziama Wilaya de Jijel, elle est effectuée selon le protocole de Van Dyck *et al.* (2009) modifié. Premièrement, l'échantillon est découpé en petit morceaux et placé dans un volume de méthanol pendant une nuit (Fig. 23A) puis broyé à l'aide d'un homogénéisateur pendant 10 minutes (Fig. 23B, C) jusqu'à l'obtention d'un liquide visqueux (Fig. 23D). La deuxième étape consiste à filtrer l'échantillon au moyen d'un papier filtre Wattman n°1 (Fig. 23F) monté sur un entonnoir de type Büchner (Fig. 23 G) relié à une pompe à vide (Fig. 23E). Le filtrat contenant les saponines est recueilli dans la fiole (Fig. 23H, J), tandis que le résidu solide reste dans l'entonnoir (Fig. 23I).



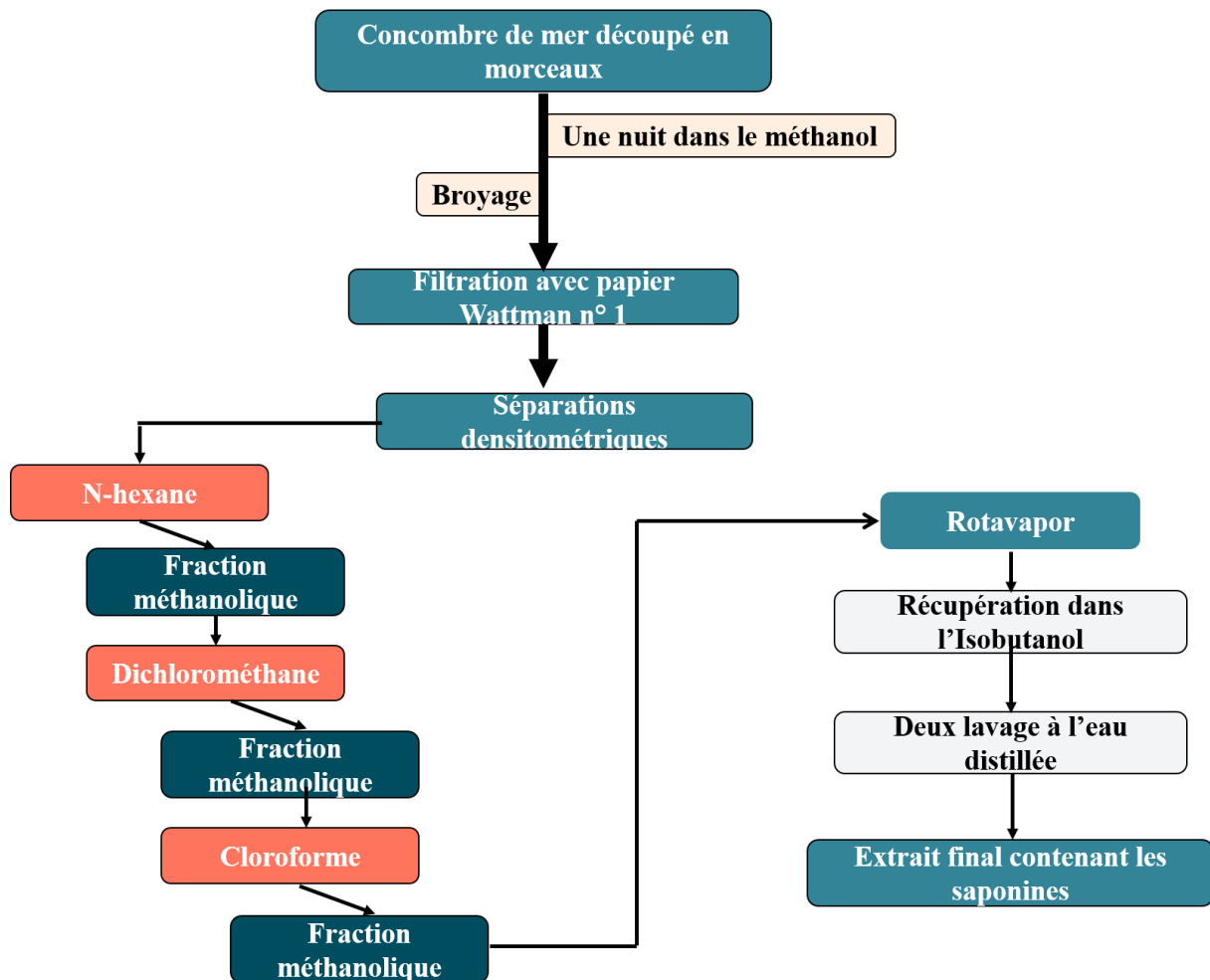
**Figure 23:** Broyage et filtration sous vide de l'échantillon *P. regalis*. **A.** l'échantillon de *P. regalis* découpé et conservé dans le méthanol ; **B.** homogénéisateur ; **C.** Broyage de l'échantillon ; **D.** échantillon broyé ; **E.** pompe à vide ; **F.** papier Wattman n°1 ; **G.** Entonnoir de type Büchner ; **H.** Filtration de l'échantillon ; **I.** Le résidu solide dans l'entonnoir ; **J.** Filtrat contenant les saponines.

Le filtrat obtenue (fraction méthanolique) est dilué, par après, afin d'atteindre un mélange possédant un rapport méthanol/eau de 70/30 (Fig. 24A). Ensuite, quatre décantations liquides-liquides ont été réalisées. La phase du méthanol/eau est conservée après chaque décantation. Premièrement, l'échantillon est mélangé avec du n-hexane (Fig. 24B) en proportion égale en volume (v/v) afin de retirer les molécules hautement apolaires comme les lipides. Deuxièmement, la solution est placée avec du dichlorométhane (v/v) (Fig. 24C) permettant la séparation des composés chimiques de polarité intermédiaire entre les saponines et les molécules apolaires. La troisième extraction est réalisée avec du chloroforme (v/v) (Fig. 24D).



**Figure 24:** Les séparations densitométriques de l'échantillon avec les 3 solvants (n-hexane, dichlorométhane, chloroforme). **A.** Le mélange de méthanol/eau ; **B.** Première séparation avec le n-hexane ; **C.** Deuxième séparation avec le Dichlorométhane ; **D.** Troisième séparation avec le chloroforme ; **E.** Phase méthanolique récupérée.

L'extrait méthanolique final (Fig. 24E) est évaporé à basse pression dans un bain marie à 46°C au moyen d'un évaporateur rotatif (Laborata 4001 efficient). Le résidu obtenu est ensuite dissous dans un mélange d'eau distillée/isobutanol (v/v). L'isobutanol contenant les saponines est lavé une seconde fois à l'eau afin de purifier la phase organique en sels. Cette phase organique est récupérée et passée à nouveau dans un évaporateur rotatif afin d'obtenir le résidu sec contenant les saponines. Les étapes d'extraction des saponines sont résumées dans la figure 25.



**Figure 25:** Procédure générale d'extraction et de purification des saponines.

## 6. L'enquête par questionnaire

### 6.1. L'objectif de l'enquête par questionnaire

L'objectif de notre enquête par questionnaire intitulé « Questionnaire sur la connaissance du concombre de mer et son introduction dans les habitudes alimentaires de la société algérienne » est d'avoir une idée sur les habitudes alimentaires de la population algérienne vis-à-vis des produits de la mer, leur connaissance sur le concombre de mer et surtout avoir une idée sur la

possibilité d'une éventuelle introduction de cet aliment dans leur habitude alimentaire. Le questionnaire est rapporté dans l'annexe I.

## **6.2. Population étudiée et technique d'enquête**

L'enquête a été réalisée à l'aide d'un questionnaire en ligne en deux langues ; français et arabe, en utilisant le site Google forms, le questionnaire a été mis en ligne le 19 juin 2020 et laissé pour une durée de 20 jours. Il est partagé ensuite sur les réseaux sociaux (Facebook) à travers des groupes et des pages ciblant le maximum de personne d'âge et de domaine différents pour avoir un échantillon aléatoire et représentatif.

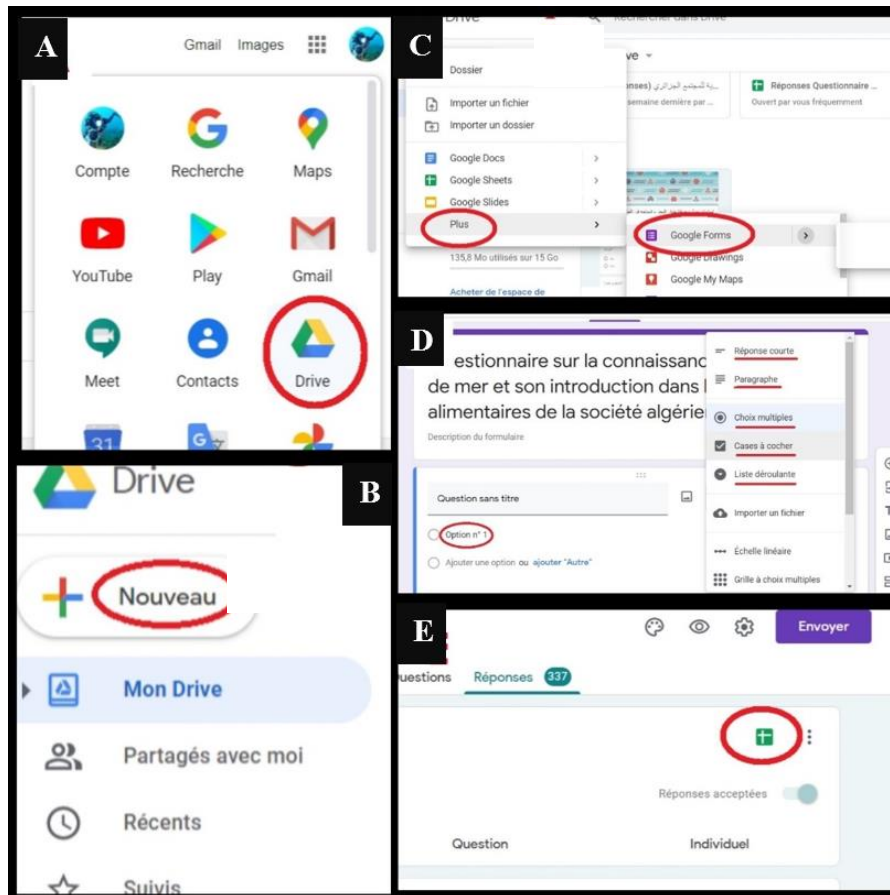
## **6.3. Le contenu du questionnaire**

Le questionnaire sur la connaissance du concombre de mer et son introduction dans les habitudes alimentaires de la société algérienne est composé de 20 questions qui se divisent en quatre principales sections ;

- La première partie est consacrée aux renseignements personnels des répondants : sexe, âge, emploi, wilaya, ...etc.
- La deuxième partie s'intéresse aux habitudes alimentaires de la population par rapport aux produits de la mer : fréquence de consommation des produits de la mer, les espèces consommées, le budget consacré à leur achat...etc.
- La troisième partie a pour objectif de savoir si les répondants connaissent le concombre de mer, comment l'ont-t-il connu, leur aptitude à l'introduire dans leurs habitudes alimentaires connaissant ses bienfaits nutritionnels et le type de plat qui pourraient leur donner envie.
- La dernière partie est dédié à récolter des informations par des questions libres sur la pêche illicite des concombres de mer dans les côtes algériennes.

## **6.4. Les étapes de création d'un questionnaire en ligne**

Pour créer le questionnaire en ligne, on accède dans un premier temps à Google forms via Google drive (fig. 26 A.B.C). Les questions et les choix sont introduits une à une en précisant le type de question (à réponse courte, longue, à choix multiple, cases à cocher ... etc.) (Fig. 26D). Les questions sont validées et envoyées soit par email directement ou bien à travers le lien du questionnaire sur les réseaux sociaux. Les réponses sont enregistrées dans le tableur (feuille de calculs) (Fig. 26E).



**Figure 26:** Les étapes de création d’un questionnaire en ligne. **A.** Google drive ; **B.** « nouveau » ; **C.** « plus » et Google forms ; **D.** Le choix du type des questions ; **E.** Enregistrement dans le tableur « feuille de calculs ».

### 6.5. Recueil et analyse des données

Après l’opération de l’enquête sur le site internet ; les deux fichier Excel des deux questionnaires « arabe et français » sont récupérées, le fichier en version arabe est traduit en français et les données sont regroupé dans un seul fichier Excel.

On procède par la suite à un tri à plat qui consiste à observer la répartition des réponses de chaque question prises isolément et cela en calculant les fréquences et les pourcentages, ce tri permet de lire les résultats bruts de la population étudiée pour chacune des questions posées. Les résultats sont ensuite représentés par des graphiques en pourcentage de type histogrammes ou secteurs. Dans le cas des questions à choix multiple, les données sont traitées de tel sorte à avoir le nombre de fois qu’est sortie une réponse.

Le deuxième tri est le tri croisé appelé également analyse bivariée, il permet d’analyser les relations entre deux ou plusieurs variables.

## Chapitre III : Résultats et discussion

### 1. Résultats

#### 1.1. Taux d'humidité des holothuries frais étudiées

L'objectif de cette partie expérimentale est de transformer le concombre de mer en bêche de mer (Fig. 27) dans le but de déterminer la teneur en eau de 3 types d'holothuries étudiées à savoir ; *Holothuria tubulosa* B, *Holothuria arguinensis* et *Holothuria poli*. Le poids moyen humide et sec des holothuries ainsi que la différence et le pourcentage d'eau par rapport au poids humide sont présentés dans le tableau 2.

**Tableau 2:** Teneur en eau des holothuries transformées

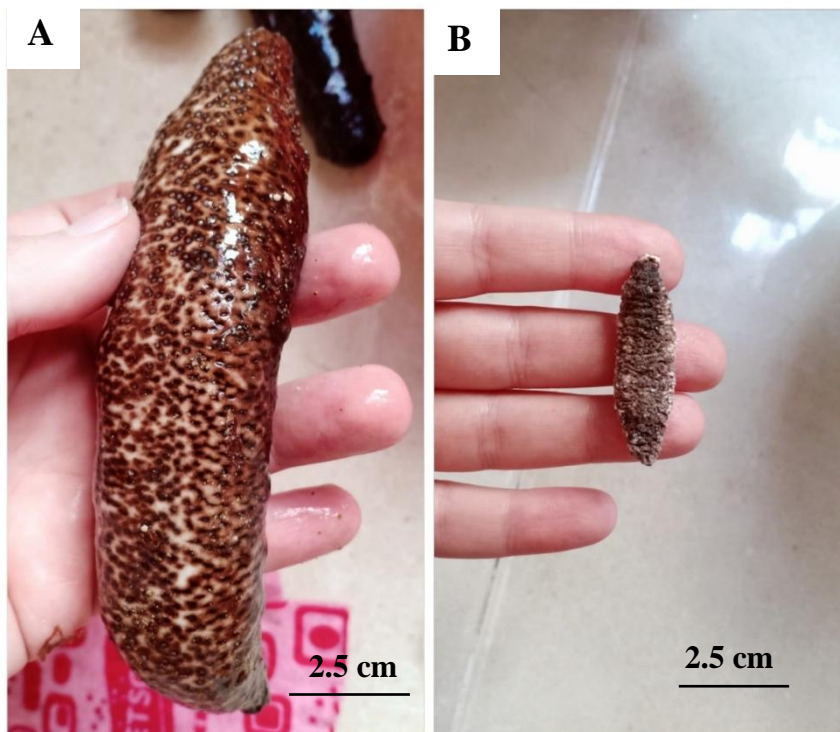
	Poids humide (g)	Poids sec (g)	Différence (g)	Pourcentage (%)
<i>Holothuria poli</i>	98,92	36	62,92	63,60%
<i>Holothuria arguinensis</i>	611,654	120	491,654	80,38%
<i>Holothuria tubulosa</i> B	443,234	68	375,234	84,65%



**Figure 27:** Transformation de bêche-de-mer. **A.** l'état humide *H. tubulosa* B ; **B.** l'état humide de *H. arguinensis* ; **C.** L'état transformé de *H. tubulosa* B ; **D.** L'état transformé de *H. arguinensis*.

Chez les holothuries étudiées, les teneurs en eau calculées sont très élevées, elles sont de 63,60%, 80,38% et 84,65% chez *Holothuria poli*, *Holothuria arguinensis* et *Holothuria tubulosa* B respectivement, indiquant ainsi que presque la masse totale des espèces est composée d'eau. Nos résultats concordent avec celles trouvés dans la littérature, Aydın *et al.* (2011) ont trouvé que la teneur en humidité était de 84,30% chez *H. tubulosa* B frais. Chez la même espèce, Çaklı et coll (2004) ont déterminé une teneur en humidité de 86,74% à l'état frais, de 66,17% à l'ébullition et de 20,47% dans les échantillons séchés (8 jours). Özer et coll (2004) ont indiqué que la teneur en humidité de *Holothuria scabra* fraîche était de 87,21%, 85,45%, 84,91%, 85,32% et 84,54% d'avril à août, respectivement. De même, Sellem *et al.* (2017) ont trouvé une teneur en humidité de *H. poli* de 87,77%. Des recherches sur la teneur en éléments nutritifs des concombres de mer ont révélé que la teneur nutritionnelle des concombres de mer varie d'un endroit à un autre. Ceci est probablement causé par des facteurs environnementaux, la saison, la localisation, l'espèce et la taille (Oedjoe, 2017). Le poids sec de la plupart des holothuries correctement transformées équivaut à 5–12 % de leur poids humide (Choo 2008).

Morphologiquement, la différence entre les holothuries frais et transformé est très apparente et remarquable (Fig. 28) rendant leur identification difficile après la transformation.



**Figure 28:** Comparaison entre la taille de *Holothuria poli* frais et transformé. **A.** Etat frais, **B.** Transformé en bêche-de-mer.

La transformation des holothuries en bêche-de-mer présente plusieurs avantages parmi eux la conservation pendant une année ou plus. Néanmoins, les produits transformés sont plus chers et leur vente est plus rentable qu'une holothurie fraîche. Dans les quartiers chinois de Sydney (Australie), des épiceries proposent des coffrets cadeaux de 350 g de concombre de mer de l'espèce *Stichopus naso* séchées au prix de 88 dollars australiens (80 USD) par boîte, ces coffrets sont particulièrement prisés pour le nouvel an chinois ou la fête du Printemps (Purcell *et al.*, 2014).

Selon Slimane Tamacha (2019) et d'après les informations communiquées lors d'une enquête sur la commercialisation des holothuries en Algérie, le prix d'une holothurie transformée est généralement 17 à 24 fois supérieur au prix de l'holothurie fraîche. En Malaisie, les négociants annoncent leurs produits à des prix très élevés allant parfois jusqu'à multiplier par 20 le prix d'une holothurie fraîche. C'est également le cas pour *Holothuria whitmaei* qu'est une holothurie noire à mamelles vendue à 413 dollars le kilo contre 16,50 dollars le kilo payé aux pêcheurs pour le produit frais.

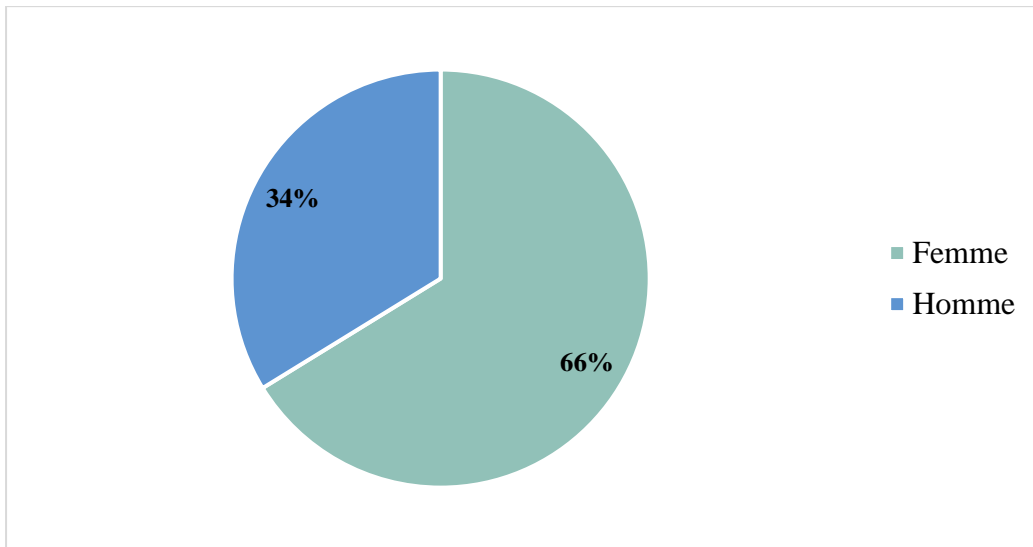
## 1.2. Analyse des données du questionnaire

### 1.2.1. Répartition des réponses par sexe

Le tableau 3 et la figure 29 représentent la répartition des personnes interrogées selon le sexe.

**Tableau 3:** Répartition des personnes interrogées selon le sexe

	Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Femme</b>	300	66
<b>Homme</b>	153	34



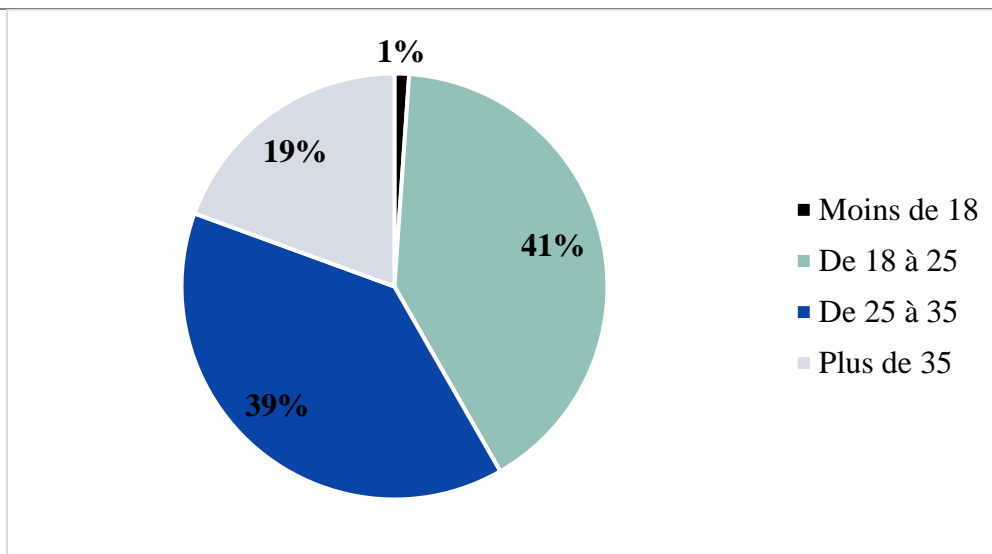
**Figure 29:** Répartition des personnes interrogées selon le sexe

### 1.2.2. Répartition des personnes interrogées selon l'âge

Le tableau 4 et la figure 30 représentent la répartition des personnes interrogées selon l'âge.

**Tableau 4:** Répartition des répondants par tranche d'âge

	Fréquence	Pourcentage (%)
Moins de 18	5	1
De 18-25	184	41
De 25-35	176	39
Plus de 35	88	19



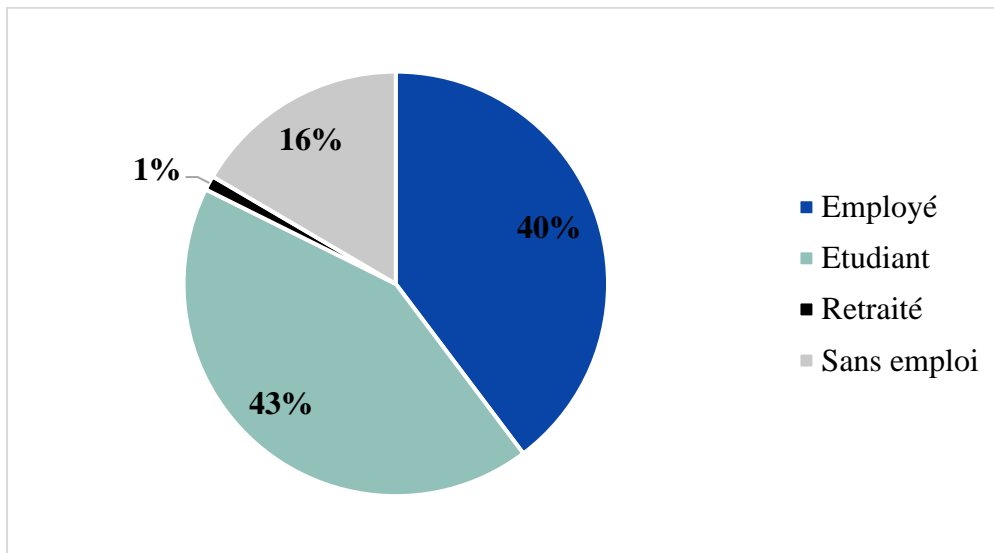
**Figure 30:** Répartition des répondants par tranches d'âge

### 1.2.3. Répartition des personnes interrogées selon la situation socio-professionnelle

Le tableau 5 et la figure 31 représentent la répartition des personnes interrogées selon la situation socio-professionnelle.

**Tableau 5:** Répartition des répondants selon la situation socio-professionnelle

	Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Etudiant</b>	180	43
<b>Employé</b>	193	40
<b>Retraité</b>	5	1
<b>Sans emploi</b>	75	17



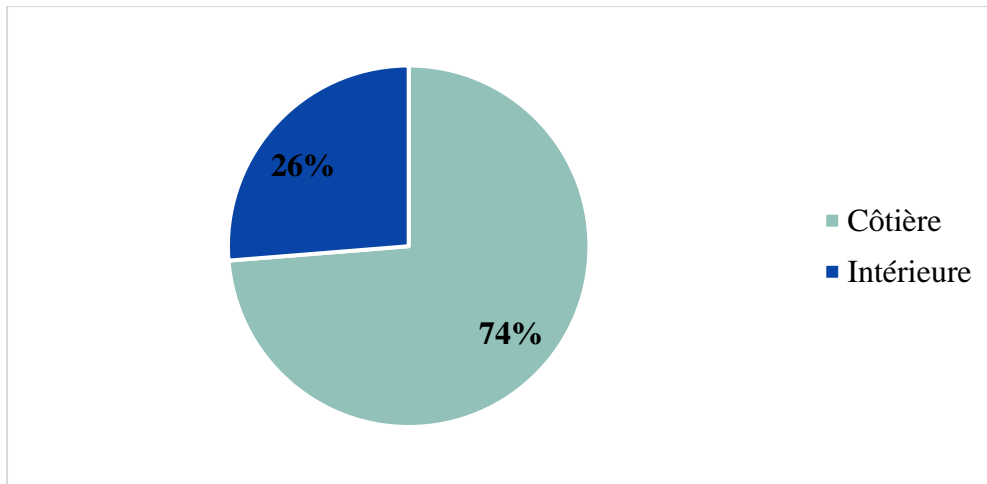
**Figure 31:** Répartition des répondants selon la situation socio-professionnelle

### 1.2.4. Répartition des réponses selon la région

Le tableau 6 et la figure 32 représentent la répartition des personnes interrogées selon la localisation de la wilaya dont ils proviennent par rapport au littoral.

**Tableau 6:** Répartition des répondants selon la localisation de leur wilaya par rapport au littoral.

	Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Côtière</b>	334	74
<b>Intérieure</b>	119	26



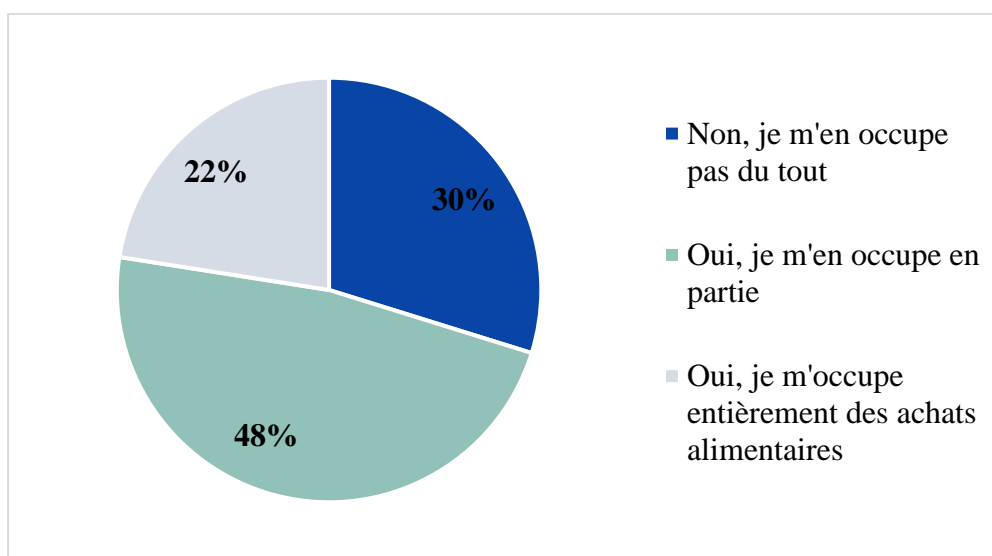
**Figure 32:** Répartition des répondants selon la localisation de leur wilaya par rapport au littoral.

### 1.2.5. Contribution des personnes dans les achats alimentaires

Le tableau 7 et la figure 33 résument les réponses des personnes interrogées à la question : Etes-vous (co)-responsable des achats alimentaires dans votre foyer ?

**Tableau 7:** Contribution des répondants dans les achats alimentaires de leur foyer

	Fréquence	Pourcentage (%)
Oui, je m'occupe entièrement des achats alimentaires	135	30
Oui, je m'occupe en partie	216	48
Non, je m'en occupe pas du tout	102	22



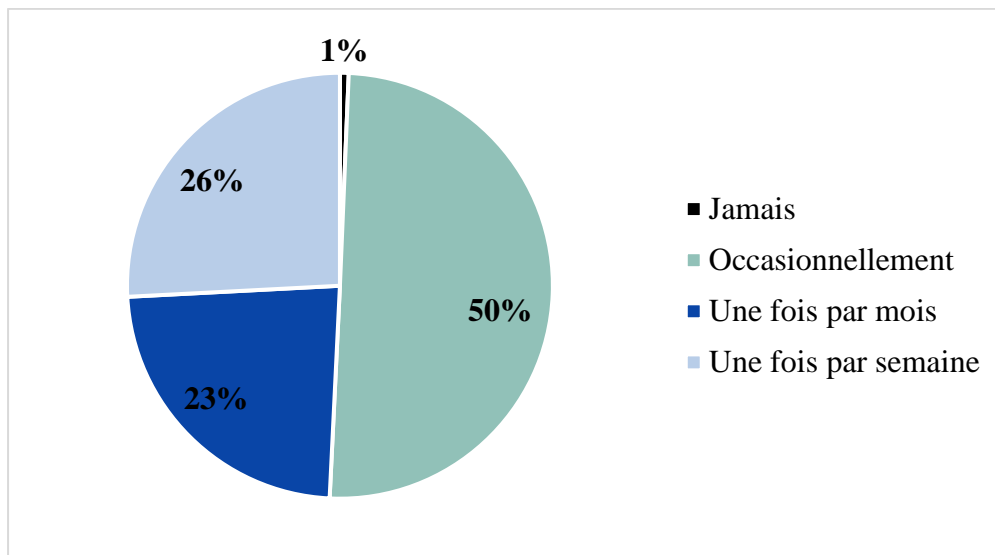
**Figure 33:** Contribution des répondants dans les achats alimentaires de leur foyer

### 1.2.6. Fréquence de consommation du poisson par la famille algérienne

Le tableau 8 et la figure 34 représentent les résultats de la question : Combien de fois vous mangez du poisson ?

**Tableau 8:** Fréquence de consommation du poisson par les personnes interrogées

	Fréquence	Pourcentage (%)
Une fois par semaine	3	26
Une fois par mois	227	23
Occasionnellement	106	50
Jamais	117	1



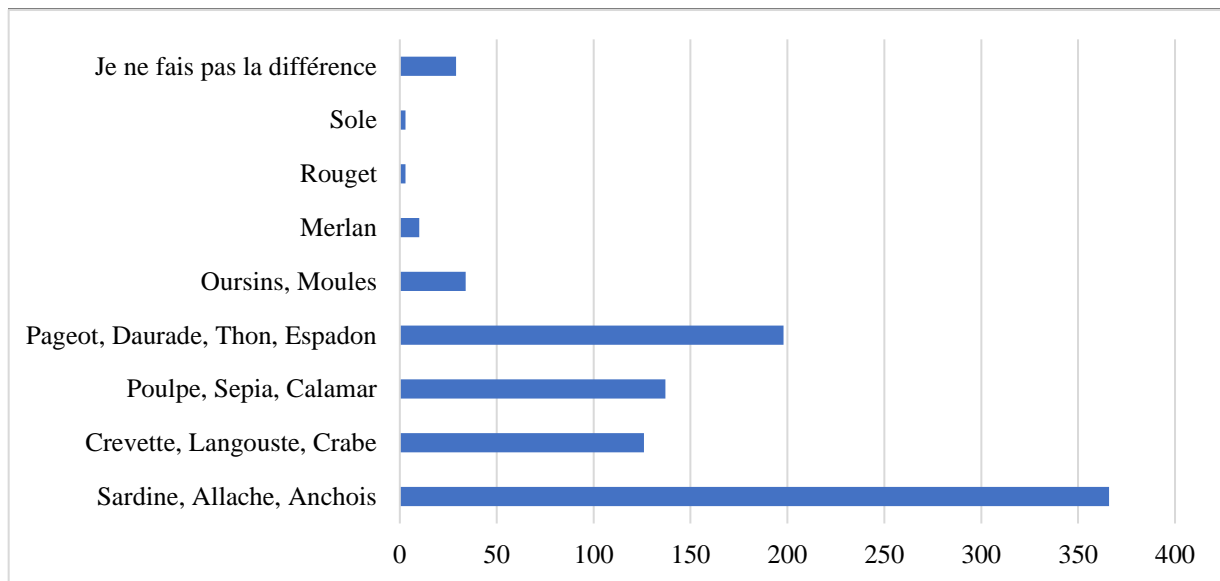
**Figure 34:** Fréquence de consommation du poisson par les personnes interrogées

### 1.2.7. Type de produits de la mer consommés par la famille algérienne

Le tableau 9 et la figure 35 regroupent les espèces de produits de la mer les plus consommées par les répondants.

**Tableau 9:** Répartition des réponses selon les types de produits de la mer consommées par la famille algérienne.

	Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Sardine, Allache, Anchois</b>	366	40,4
<b>Crevette, Langouste, Crabe</b>	126	13,9
<b>Poulpe, Sepia, Calamar</b>	137	15,1
<b>Pageot, Daurade, Thon, Espadon</b>	198	21,9
<b>Oursins, Moules</b>	34	3,8
<b>Merlan</b>	10	1,1
<b>Rouget</b>	3	0,3
<b>Sole</b>	3	0,3
<b>Je ne fais pas la différence</b>	29	3,2

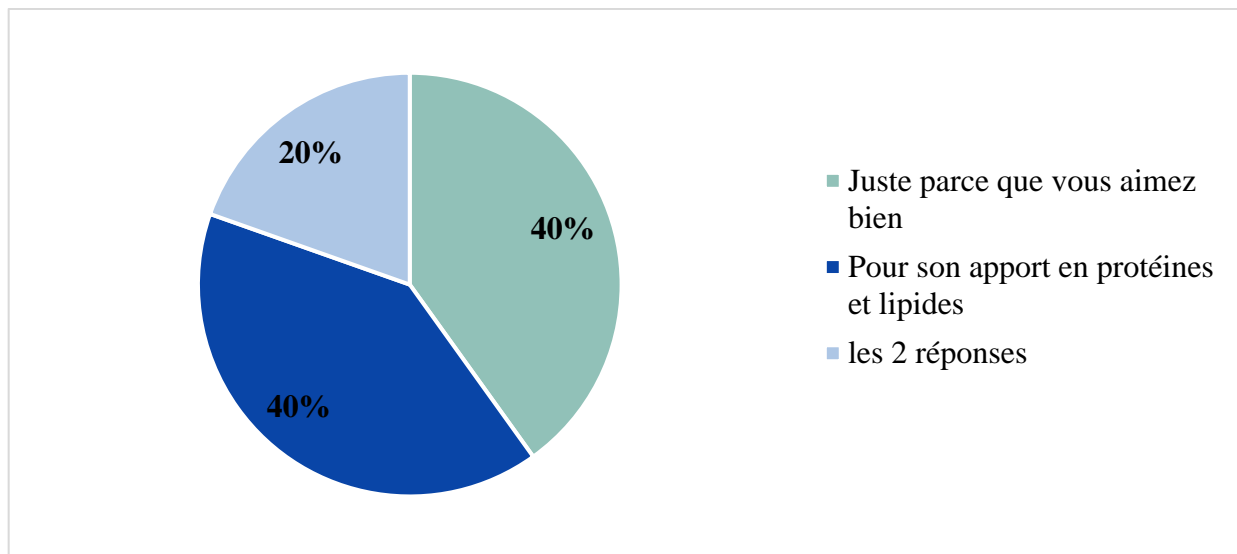
**Figure 35:** Répartition des réponses selon les types de produits de la mer consommées par la famille algérienne.

### 1.2.8. Répartition des réponses selon ce que recherche les répondants suite à la consommation des produits de la mer

Le tableau 10 et la figure 36 présentent les résultats de la question : que recherchez-vous lorsque vous achetez du poisson ?

**Tableau 10:** Répartition des réponses selon l'intérêt des répondants suite à la consommation des produits de la mer

	Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Juste parce qu'ils aiment bien</b>	176	40
<b>Pour un apport en protéines et lipides</b>	177	40
<b>Les 2 réponses</b>	86	20

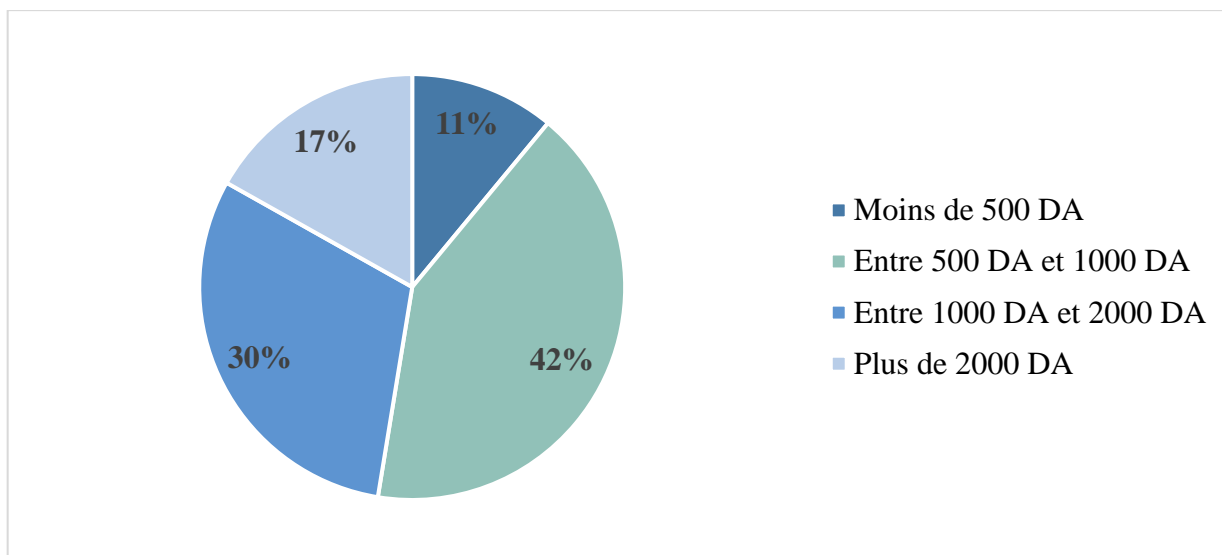
**Figure 36:** Répartition des réponses selon l'intérêt des répondants suite à la consommation des produits de la mer

### 1.2.9. Le budget moyen dépensé par les répondants sur l'achat des produits de la mer

Le tableau 11 et la figure 37 résument les réponses de la question : Quel est le budget moyen que vous dépensez sur l'achat des produits de la mer ?

**Tableau 11:** Le budget moyen dépensé par les personnes interrogées sur l'achat des produits de la mer

	Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Moins de 500 DA</b>	49	11
<b>Entre 500 DA et 1000 DA</b>	185	42
<b>Entre 1000 DA et 2000 DA</b>	13	31
<b>Plus de 2000 DA</b>	75	17



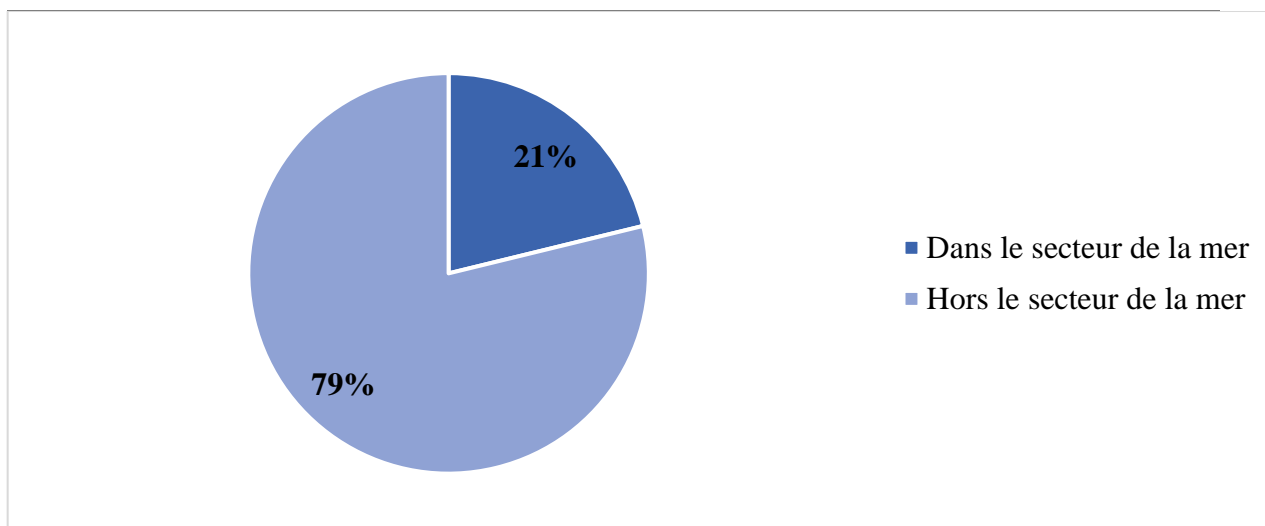
**Figure 37:** Répartition des réponses selon l'intérêt des répondants suite à la consommation des produits de la mer

### 1.2.10. Répartition des réponses selon leur secteur de travail

Le tableau 12 et la figure 38 présentent les réponses des personnes interrogées à la question : est-ce que vous travaillez dans le secteur de la mer ?

**Tableau 12:** Répartition des réponses selon le domaine de profession des répondants

	Fréquence	Pourcentage (%)
Dans le secteur de la mer	96	21
Hors le secteur de la mer	357	79



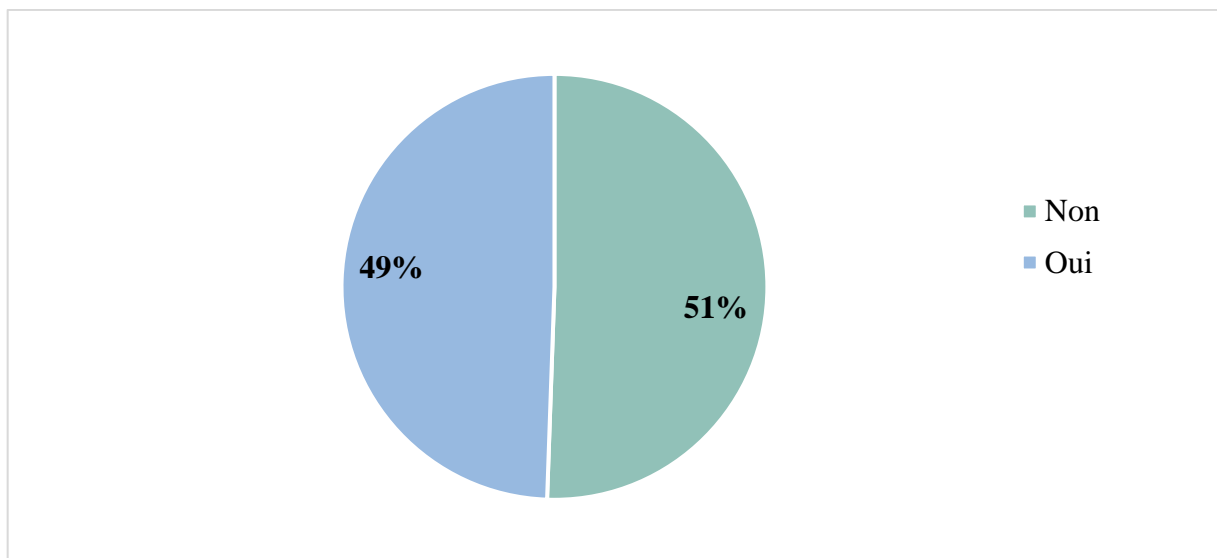
**Figure 38:** Répartition des réponses selon le domaine de profession des répondants.

### 1.2.11. Répartition des réponses selon la connaissance du concombre de mer par les répondants

Le tableau 13 et la figure 39 présentent les résultats de la question : Connaissez-vous le concombre de mer ?

**Tableau 13:** Répartition des réponses selon la connaissance du concombre de mer par les répondants

	Fréquence	Pourcentage (%)
Non	229	49%
Oui	224	51%



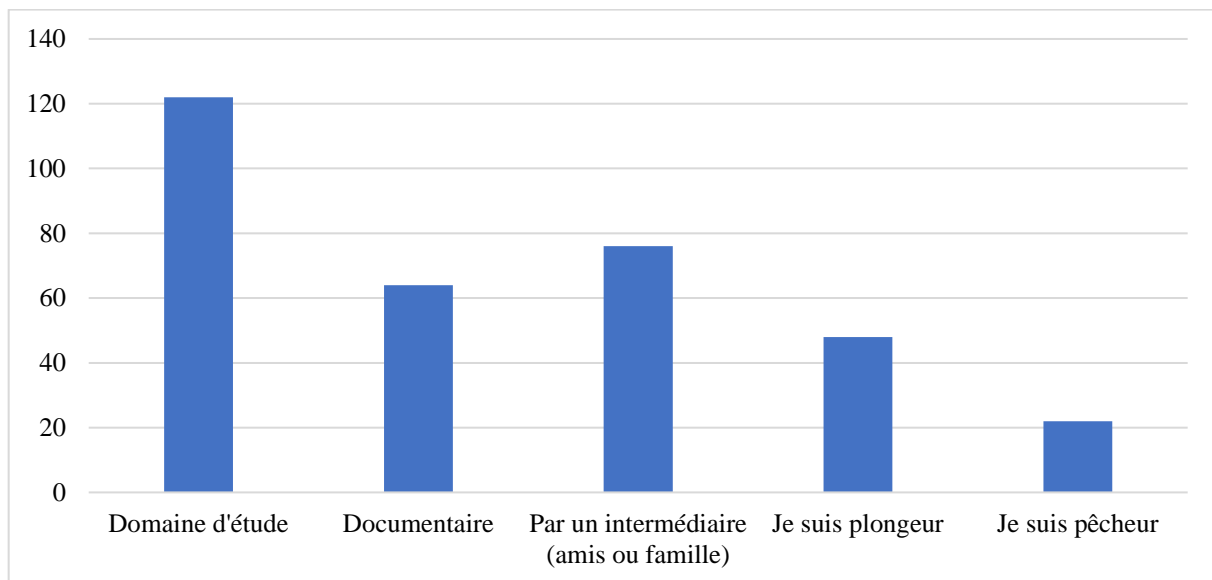
**Figure 39:** Répartition des réponses selon la connaissance du concombre de mer par les répondants.

### 1.2.12. Répartition des réponses selon le moyen qui a permis aux répondant de connaître le concombre de mer

Le tableau 14 et la figure 40 résumant réponses de la question : Si c'est le cas, comment vous l'avez connu ?

**Tableau 14:** Répartition des réponses selon le moyen qui ont permis aux répondants de connaître le concombre de mer

	Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Domaine d'étude</b>	122	36,7
<b>Documentaire</b>	64	19,3
<b>Par un intermédiaire (amis ou famille)</b>	76	22,9
<b>Je suis plongeur</b>	48	14,5
<b>Je suis pêcheur</b>	22	6,6

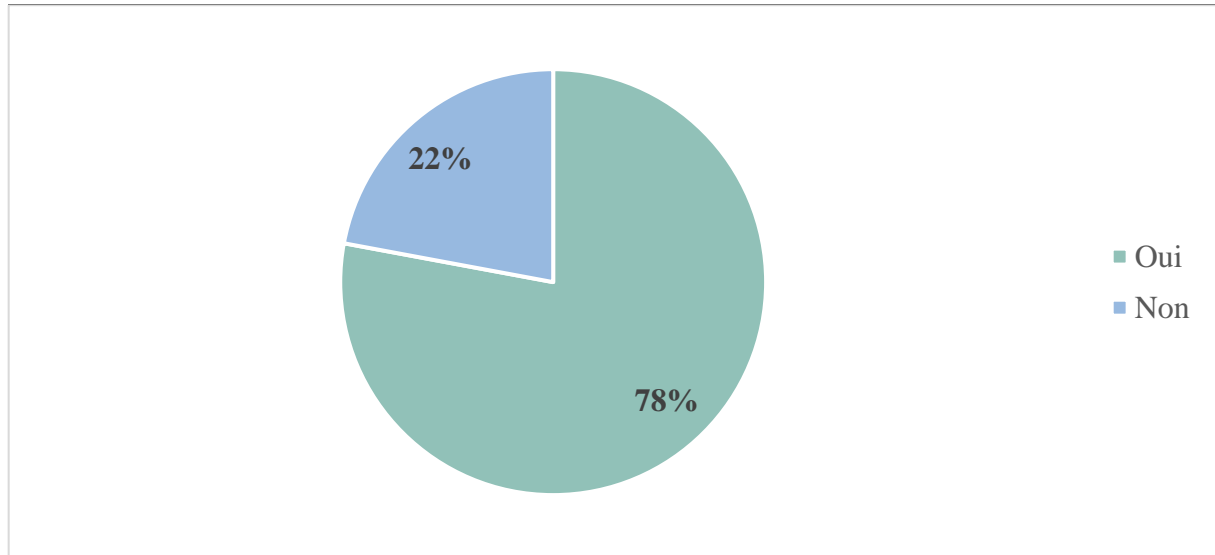
**Figure 40:** Répartition des réponses selon les moyens qui ont permis aux répondants de connaître le concombre de mer

### 1.2.13. Répartition des réponses selon l'aptitude des répondants à introduire le concombre de mer dans leurs habitudes alimentaires

Les répondants sont informés des bienfaits des concombres de mer par le paragraphe suivant inséré dans le questionnaire : « Le concombre de mer est un animal marin qui se mange et il est riche en éléments nutritifs bons pour la santé (Protéines, acides gras insaturés, vitamines) et possède des propriétés anti-inflammatoires, ralentit la croissance de certaines tumeurs...etc. », le tableau 15 et la figure 41 résument les réponses de l'aptitude des répondants à introduire le concombre de mer dans leur régime alimentaire connaissant sa valeur.

**Tableau 15:** Répartition des réponses selon l'aptitude des répondants à introduire le concombre de mer dans leurs habitudes alimentaires

	Fréquence	Pourcentage (%)
Oui	353	78
Non	100	22

**Figure 41:** Répartition des réponses selon l'aptitude des répondants à introduire le concombre de mer dans leurs habitudes alimentaires

#### 1.2.14. Répartition des réponses des individus selon leur tentation par des plats de concombre de mer

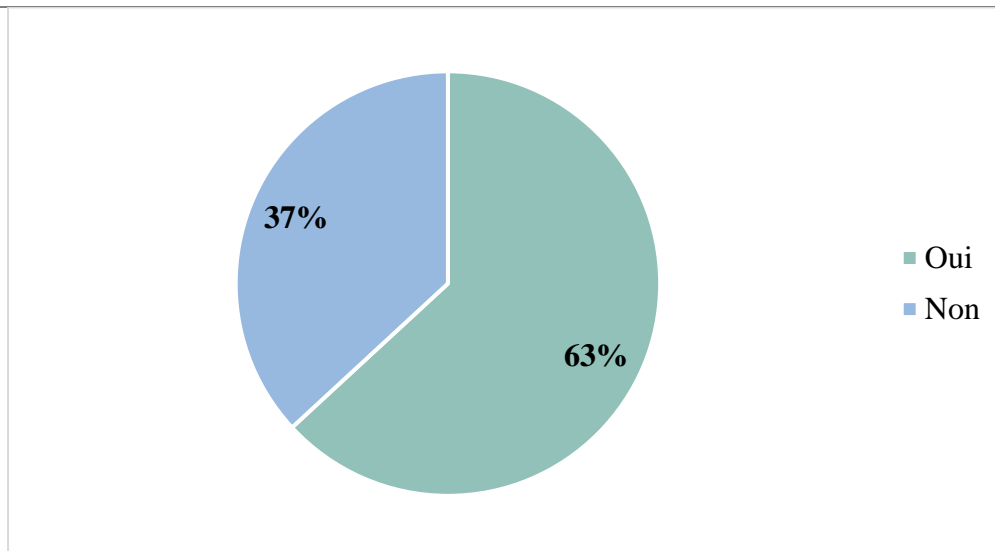
Des plats à base de concombre de mer sont montrés par des photos aux répondants (Fig. 42), le tableau 16 et la figure 43 montrent si les répondants sont tentés ou pas par ces plats.



**Figure 42:** Plats à base de concombre de mer montré aux répondants dans le questionnaire, **1.** Plat de muscles longitudinaux de *P. regalis* (espardenyà) ; **2.** Plat d'holothurie cru coupé en fine rondelle ; **3.** Plat d'holothurie coupé en morceaux en sauce tomate accompagné de riz ; **4.** Plat d'holothurie entière cuite accompagné de riz

**Tableau 16:** Répartition des réponses des individus selon leur tentation par des plats de concombre de mer

	Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Oui</b>	286	63
<b>Non</b>	167	37



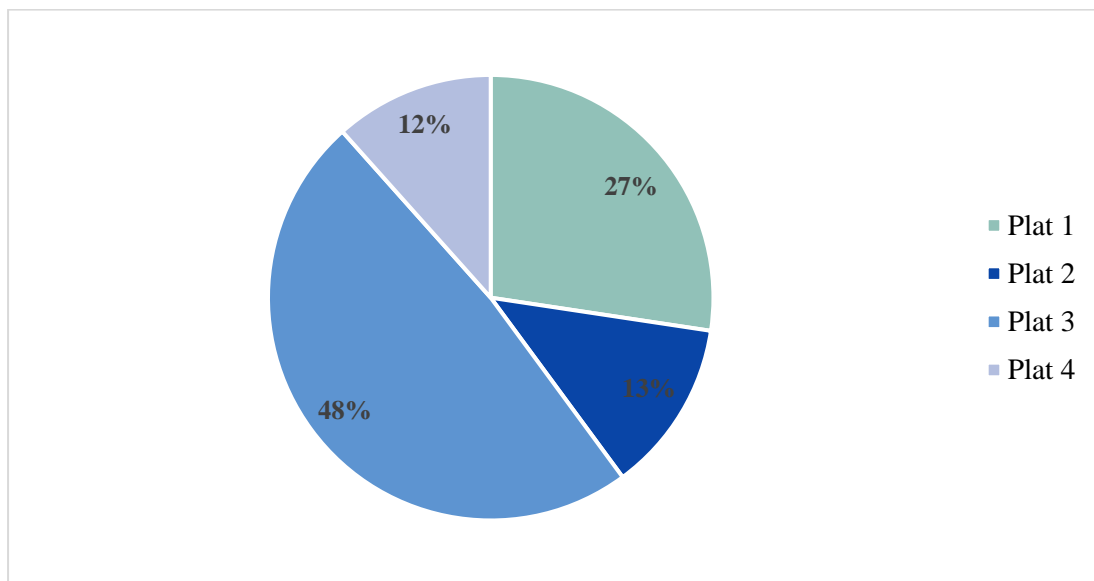
**Figure 43:** Répartition des réponses des individus selon leur tentation par des plats de concombre de mer.

### 1.2.15. Répartition des réponses selon les plats de concombre de mer qui intéressent les répondant

Les répondants sont ensuite interrogés sur le plat qu'ils préfèrent le plus parmi ceux qui sont montrés sur les photos, les réponses sont présentées dans le tableau 17 et la figure 44.

**Tableau 17:** Répartition des réponses selon les plats de concombre de mer préférées par les répondants

	Fréquence	Pourcentage (%)
Plat 1	118	27,4
Plat 2	54	12,5
Plat 3	209	48,5
Plat 4	50	11,6



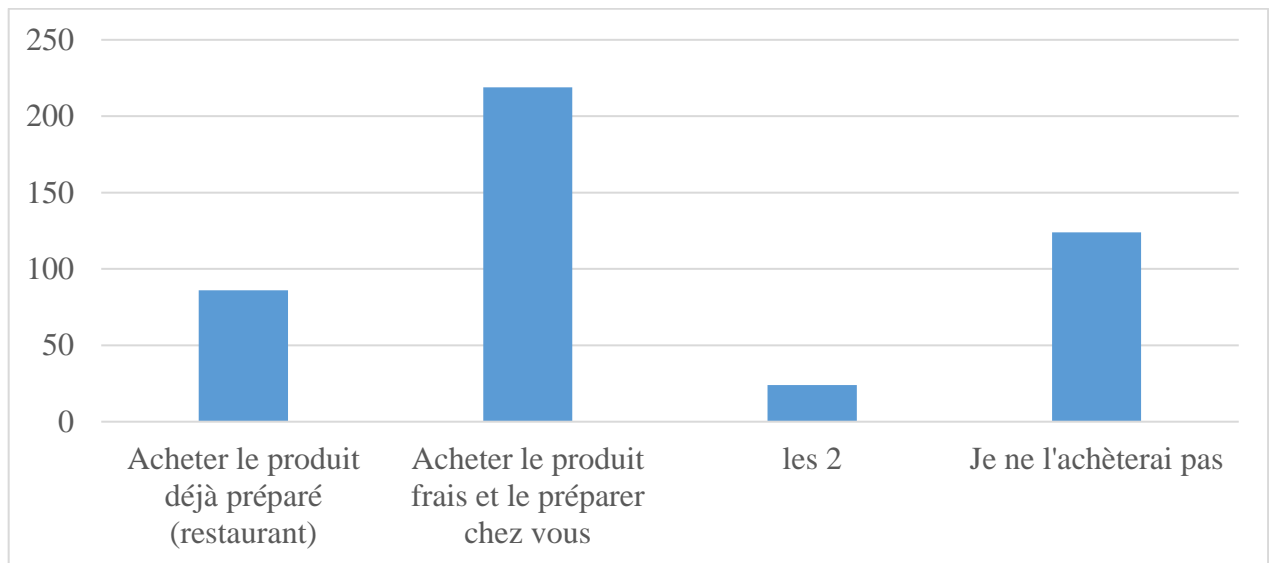
**Figure 44:** Répartition des réponses selon les plats de concombre de mer préférées par les répondants

### 1.2.16. Répartition des préférences des répondants vis-à-vis la consommation du concombre de mer

Les répondants sont interrogés sur le type de produits qu'ils voudraient acheter (frais ou déjà préparé) si jamais le produit était disponible en Algérie, les réponses sont résumées dans le tableau 18 et la figure 45.

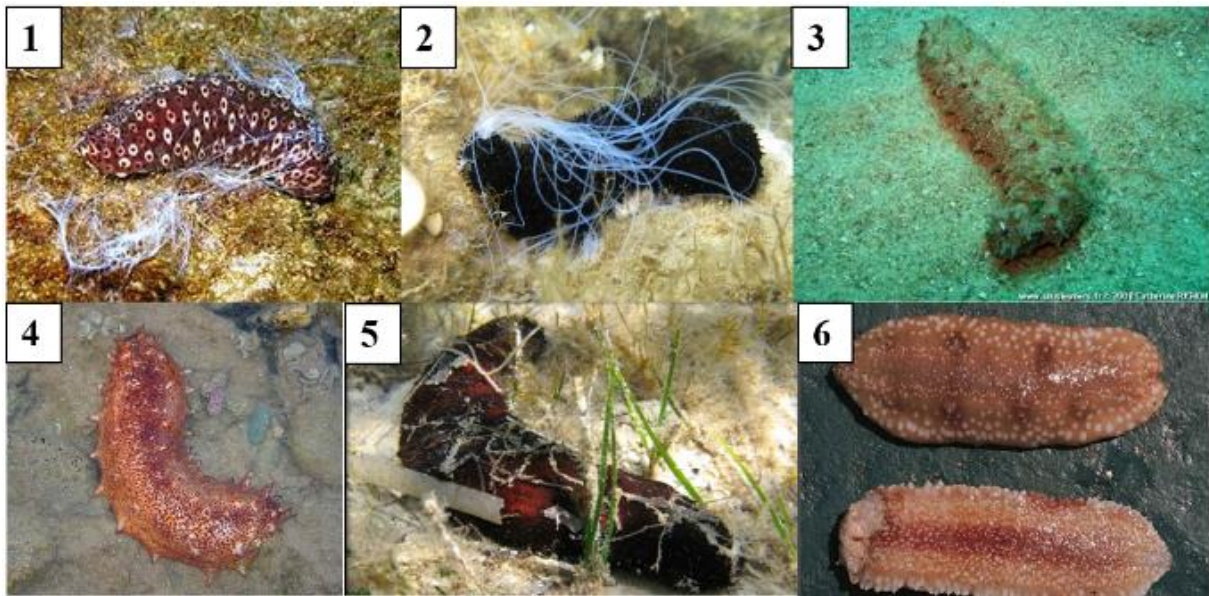
**Tableau 18:** Répartition de préférences des répondants vis-à-vis la consommation du concombre de mer.

	Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Acheter le produit déjà préparé (restaurant)</b>	86	19,0
<b>Acheter le produit frais et le préparer chez vous</b>	219	48,3
<b>Les 2</b>	24	5,3
<b>Je ne l'achèterai pas</b>	124	27,4

**Figure 45:** Répartition de préférences des répondants vis-à-vis la consommation du concombre de mer.

### 1.2.17. Répartition des espèces que les pêcheurs ont l'habitude de récolter

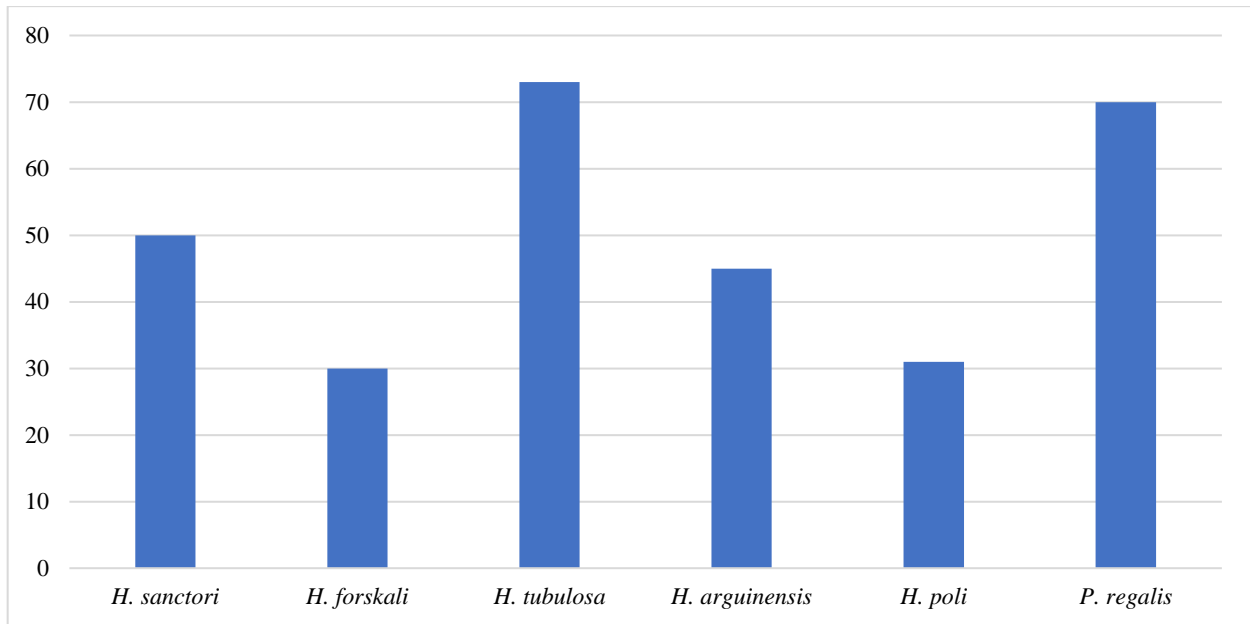
Une question est destinée aux pêcheur ou plongeur qui ont l'habitude de récolter le concombre de mer sur les espèces qu'ils apportent souvent, ces dernières sont montrées par des photos dans le questionnaire (Fig. 46), les réponses sont résumées dans le tableau 19 et la figure 47.



**Figure 46:** Les espèces de concombre de mer montré dans le questionnaire. **1.** *H. sanctori* ; **2.** *H. forskali* ; **3.** *H. tubulosa* ; **4.** *H. arguinensis* ; **5.** *H. poli* ; **6.** *P. regalis*.

**Tableau 19:** Répartition des espèces que les pêcheurs ont l'habitude de récolter

Espèce	Fréquence	Pourcentage (%)
<i>Holothuria sanctori</i>	50	16,7
<i>Holothuria forskali</i>	30	10,0
<i>Holothuria tubulosa</i>	73	24,4
<i>Holothuria arguinensis</i>	45	15,1
<i>Holothuria poli</i>	31	10,4
<i>Parastichopus regalis</i>	70	23,4



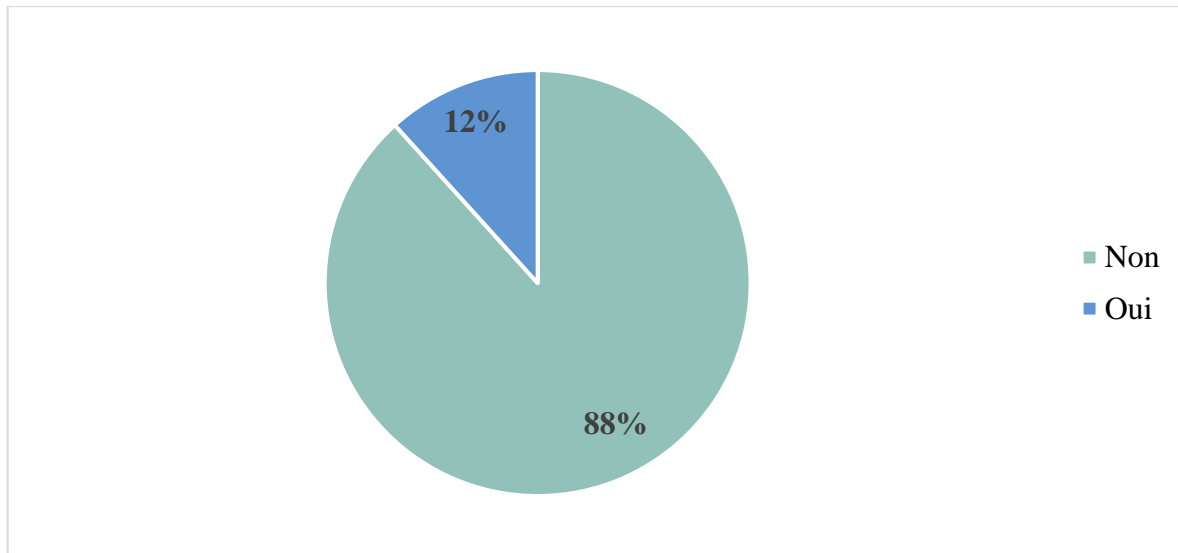
**Figure 47:** Répartition des espèces que les pêcheurs ont l'habitude de récolter

### 1.2.18. Répartition des réponses selon la connaissance des répondants de la commercialisation du concombre de mer en Algérie

Le tableau 20 et la figure 48 résument les réponses à la question : Avez-vous une idée de la commercialisation du concombre de mer en Algérie ?

**Tableau 20:** Répartition des réponses selon la connaissance des répondants de la commercialisation du concombre de mer en Algérie

	Fréquence	Pourcentage (%)
<b>Oui</b>	53	12
<b>Non</b>	400	88



**Figure 48:** Répartition des réponses selon la connaissance des répondants de la commercialisation du concombre de mer en Algérie

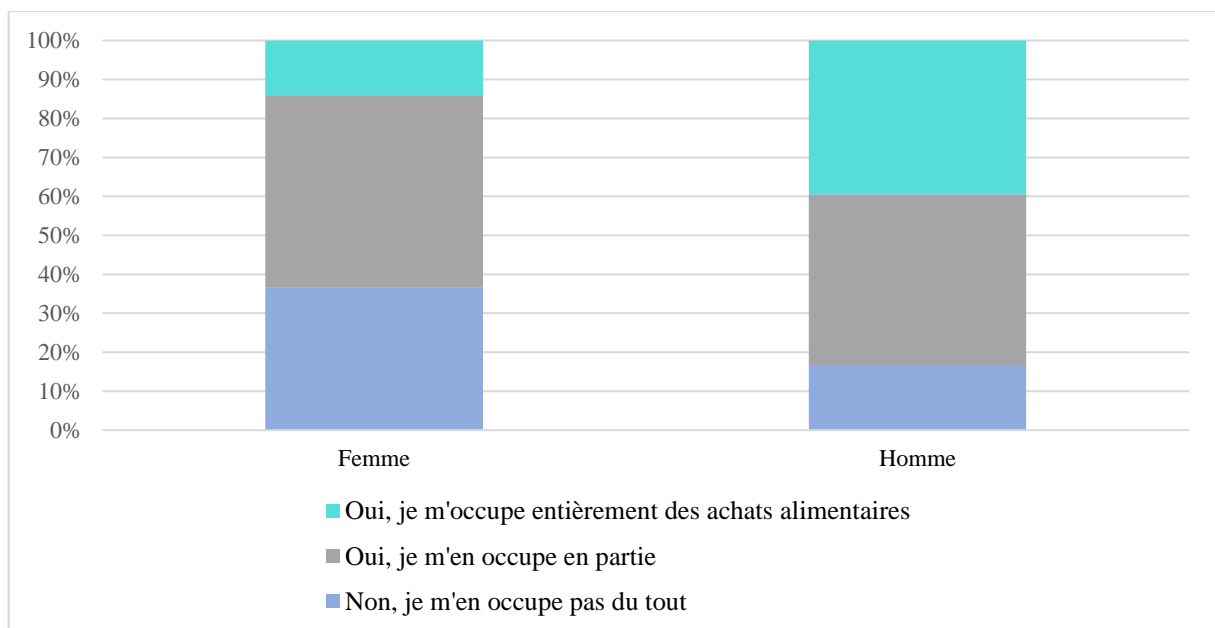
**Remarque :** vu le cas actuel de l'épidémie du Corona virus qui nous a touché et a arrêté presque toutes les activités, l'expérimentation relative à l'extraction des saponines n'a malheureusement pas pu être achevée, raison pour laquelle nous n'avons pas présenté de résultat par rapport à cette partie du travail.

## 2. Discussion

Le questionnaire composé de 20 questions sur la connaissance du concombre de mer et son introduction dans les habitudes alimentaires de la société algérienne a été mise en ligne le 19 juin 2020 et a été laissé et partagé pendant une durée de 20 jours sur les réseaux sociaux. L'échantillon été aléatoires, 453 personnes ayant répondu au questionnaire avec 2 fois plus de femme que d'homme, 66% et 34% respectivement. Les répondants provenant des wilayas côtières (74%) sont plus nombreux que ceux qui proviennent des wilayas intérieures (26%).

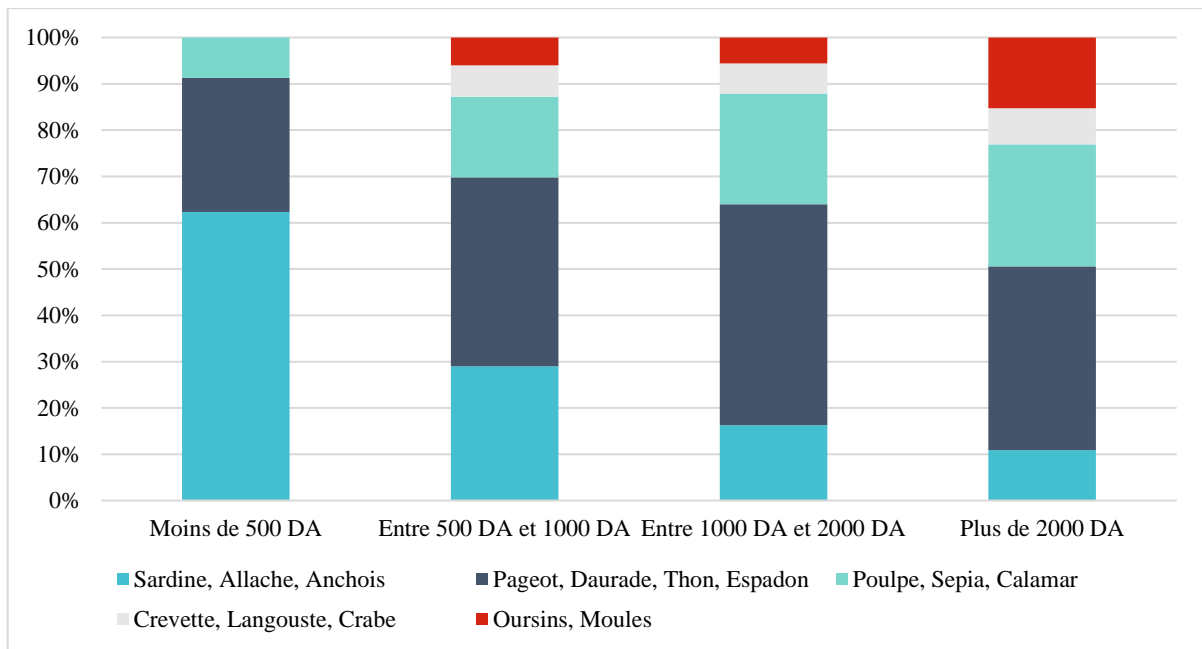
D'une manière générale, la tranche d'âge la plus représentée est celle de 18-25 ans avec 41% suivi par la tranche d'âge 25-35 ans avec 39%, les tranches d'âge inférieur à 18 et supérieur à 35 ans sont représenté par une petite partie (20%) des répondants. Notre échantillon est principalement composé de jeune entre 18 et 35 ans, c'est ce qui explique la répartition des répondants selon leur situation socio-professionnelle. En fait, les étudiants et les employés représentent 43% et 40% des répondants respectivement. La dominance des jeunes (étudiants et employés) dans les réponses est probablement expliqué par le fait qu'ils sont plus présents sur les réseaux sociaux et que le questionnaire attire leur curiosité plus que les adolescents.

D'après nos résultats, 48% des répondants s'occupe en partie des achats alimentaire, 22% s'en occupe entièrement et 30% ne s'en occupent pas du tout. Il s'avère que 37% de femme ne s'en occupe pas du tout et 39% d'homme s'en occupe entièrement (Fig. 49).



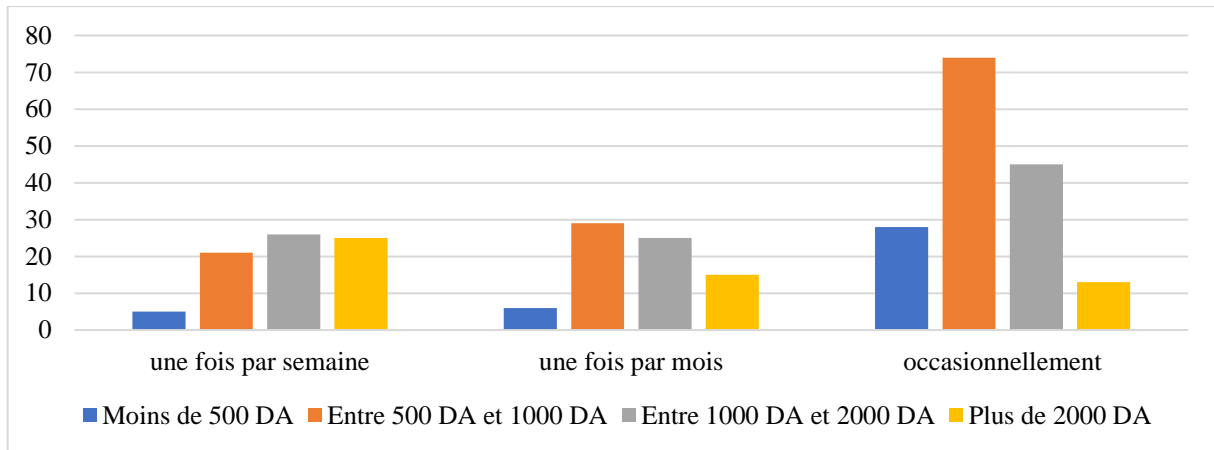
**Figure 49:** Responsabilité des achats alimentaires selon le sexe

La moitié des personnes interrogés (50%) consomme le poisson occasionnellement, 26% et 23% le consomment une fois par semaine et une fois par mois respectivement. Par ailleurs 40% choisissent le poisson pour son bon apport en protéines, un même nombre de personne opte pour les produits de la mer à la recherche du bon goût tandis que 20% le consomment pour les deux raisons. Sans étonnement, la sardine, l'allache et l'anchois sont les poissons les plus consommés par la population questionnées (40.3%) probablement en raison de son accessibilité et son prix qui varient entre 500DA et 800DA, suivi par les poissons blancs et rouges (Pageot, daurade, thon et espadon) avec 21.9 %. Les prix de ces poissons rentrent dans la marge du budgets moyen dépensé pour l'achat des poissons qui est entre 500DA et 2000DA (73%). En réalité, plus le budget destiné à l'achat des poissons augmente, plus ces derniers sont de haute valeur commerciale tel que les crevettes, les langoustes et les moules ...etc (Fig. 50).



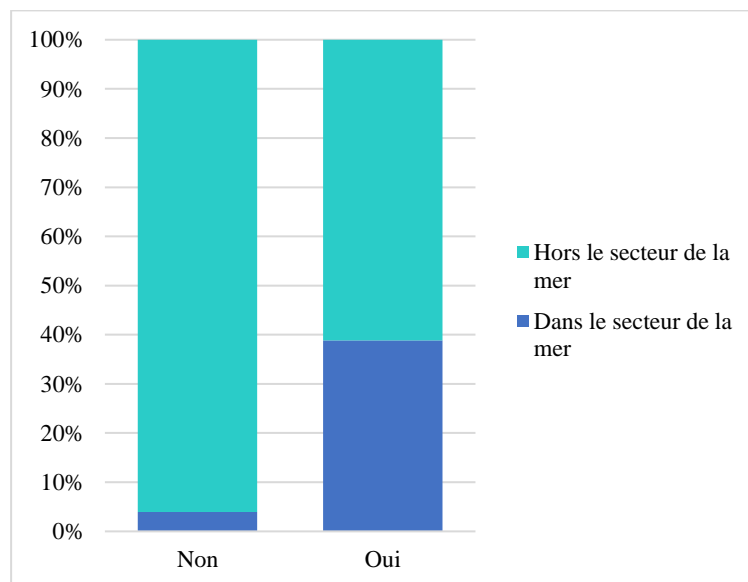
**Figure 50:** Type de produits de la mer achetés selon le budget consacré à leur achat

En fait, le budget consacré à l'achat des produits de la mer est étroitement lié à la fréquence de leur consommation, le budget est plus important lorsque la fréquence augmente (Fig. 51) Compte tenu des prix élevés des produits de la mer en Algérie, cette tendance peut être expliquée par la situation financière des répondants, les personnes à revenu mensuel élevé peuvent se permettre de le consommer régulièrement et consacrent plus d'argent pour son achat contrairement aux familles à revenu moyen.



**Figure 51:** Fréquence d'achat des produits de la mer en fonction du budget consacré à leurs achat

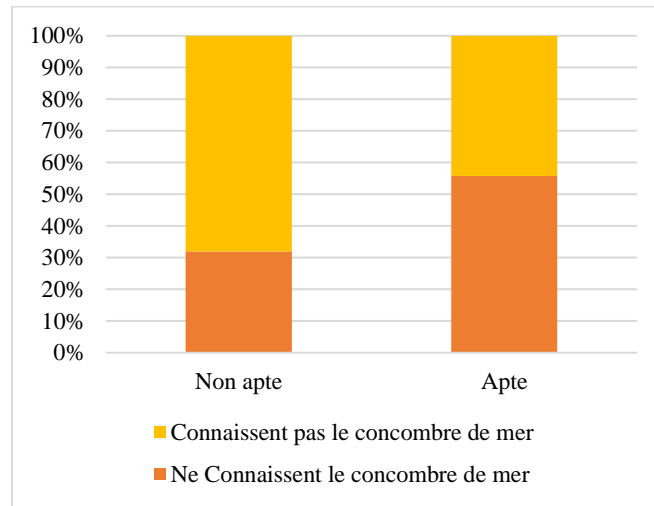
Plus que la moitié des répondants (51%) ne connaissent pas le concombre de mer, ces derniers travaillent majoritairement hors le secteur de la mer (96%). Toutefois, sur 49% qui le connaissent, plus que la moitié ne travaille pas dans le secteur de la mer (Fig. 52). Les moyens qui leur ont permis de connaître le concombre de mer sont différents mais majoritairement ce sont les étudiants (ou les employés) du domaine ou leur entourage qui le connaissent le plus (59,8%), les autres le connaissent par des documentaires et par leur métier (plongeur ou pêcheur).



**Figure 52:** Secteur d'emploi des répondants en fonction de leur connaissance du concombre de mer

En portant à la connaissance des répondants les bienfaits que présentent le concombre de mer, 78% déclarent être prêt à l'introduire dans leur assiette et 63% sont tentés par les plats

montrés sur les photos. Selon nos résultats, ceux qui ne connaissent pas les holothuries sont plus apte à les introduire dans leur habitude alimentaire par rapport à ceux qui les connaissent (Fig. 53).



**Figure 53:** Aptitude des répondants à introduire le concombre de mer dans leur habitudes alimentaire selon leur connaissance du concombre de mer

48.5% des répondants avaient une préférence pour un plat préparé à base de concombre de mer découpé en sauce accompagné de riz, le choix de ce plat est expliqué par le fait qu'en le regardant, on n'a pas l'impression que c'est du concombre de mer car il ressemble à du poulet ou à de la viande en sauce. Le deuxième plat choisis avec 27,4% pour la même raison que le premier est présenté par les muscles longitudinaux de l'espèce *Parastichopus regalis* avec le riz. Le concombre de mer cru découpé en rondelle ou cuit en entier n'attirent pas beaucoup de personnes (12.5% et 11.6% respectivement). Si le produit était disponible en Algérie, 48.3% des répondants auraient tendance à acheter le produit frais le préparer à la maison, 19% l'achèteraient déjà préparé des restaurants et 27,4% ne l'achèteraient pas.

Les causes émises par les 22% des répondants qui refusent d'introduire le concombre de mer dans leur habitude alimentaire se divisent en 4 catégories ; pour son aspect « dégoûtant », « étrange » et « effrayant », sa texture et sa forme donnant l'impression que c'est un ver ; par peur qu'il soit toxique et provoque des allergies ; pour son importance et son rôle écologique et d'autres restent indécis étant donné qu'il ne fait pas partie des traditions et préfèrent le goûter pour être convaincu et ensuite apprendre à le cuisiner et l'introduire dans leur habitudes culinaires.

Plusieurs répondants sont au courant de la commercialisation des concombres de mer en Algérie et témoignent de la pêche illicite des concombres de mer en Algérie, en fait, des plongeurs et pêcheurs récoltent les holothuries pour les vendre aux chinois qui travaillent en Algérie, aux hommes d'affaires intermédiaire pour l'exportation ainsi qu'à des restaurants de luxe. Certains étrangers vivant en Algérie cherchent des pêcheurs pour leur en rapporter. Une partie de ce commerce se fait sur les réseaux sociaux (Facebook) dans des groupes de plongé où certains cherchent à vendre le produit et d'autre à l'acheter. Le prix de vente varie en fonction de l'état des produits (frais ou séchés), il est entre 300DA et 600DA pour le produit frais et peut atteindre jusqu'à 700 DA la pièce transformée. Certains pêcheurs l'utilisent comme appât car il s'avère en être un excellent.

Une question a été destinée aux pêcheurs des concombres de mer sur les espèces qu'ils ont l'habitude de ramener et les espèces les plus pêchées sont *H. tubulosa* et *P. regalis* avec un pourcentage de 24,4% et 23,4% respectivement suivi par les espèces *H. sanctori*, *H. arguinensis*, *H. poli* et *H. forskali*.

## Conclusion et perspectives

Le but de cette étude est de préparer la bêche-de-mer à partir de trois espèces d'holothurie échantillonnées à la plage de Ben Abdelmalek Remdane de la wilaya de Mostaganem, d'extraire les saponines de l'holothurie royale *Parastichopus regalis* et de connaître des tendances alimentaires de la population algérienne ainsi que la possibilité de leur introduire le concombre de mer dans leur assiette et cela à travers un questionnaire publié sur les réseaux sociaux.

Vingt et un (21) individus ont été récoltés et transformés dont six (6) individus d'*Holothuria tubulosa* B, sept (7) individus d'*Holothuria (R.) arguinensis* et huit (8) individus de *H. poli*. Les résultats obtenus ont permis de calculer le taux d'humidité chez les trois espèces qui de 80,38%, 84,65% et 63,60% chez *H. tubulosa*, *H. arguinensis* et *H. poli* respectivement, indiquant ainsi que ces animaux sont composés en majeure partie d'eau.

Laissé en ligne pendant une durée de 19 jours, le questionnaire a permis de collecter 453 réponses dont 66% de femme et 33% d'homme. Cet échantillon est représenté principalement par des jeunes dont l'âge est compris entre 18 et 35 ans, étudiants ou employés et provenant en grande partie de villes côtière (73.73%).

La consommation des produits de la mer par la population algérienne est peu diversifiée, en fait, 50% des répondants consomment le poisson occasionnellement et la majorité optent pour les petits pélagiques (Sardine, Allache et Anchois) en consacrant un budget compris entre 500DA et 1000DA.

Presque la moitié des personnes interrogées connaissent le concombre de mer principalement par leur domaine d'étude ou par un intermédiaire. Une grande partie des répondants (78%) affirment être apte à introduire l'introduire dans leur assiette. D'autre préfèrent d'abord le goûter avant d'apprendre à le cuisiner d'où l'importance d'organiser des journées portes ouvertes par l'université ou les associations pour présenter cette espèce, proposer des séances de dégustations, organiser des ateliers de sa cuisson et surtout pour sensibiliser les gens de son importance, son rôle dans le milieu marin et la nécessité d'exploiter cette espèce tout en évitant l'effondrement de son stock et sa disparition.

Notre enquête nous a permis de collecter des témoignages sur la pêche illicite et la commercialisation anarchique des concombres de mer en Algérie qui est principalement destinés à l'exportation ou aux étrangers (Chinois) résidant et travaillant en Algérie. Le prix

des holothuries frais varie de 200DA à 600DA le kilo, quand elles sont transformées, le prix atteint 700DA la pièce.

Cette première enquête sur le concombre de mer sert d'ébauche pour un travail plus approfondi sur la culture où il serait souhaitable d'envisager plus d'enquêtes élargies sur la connaissance de concombre de mer en l'Algérie, sa pêche et sa commercialisation non réglementée dans le but d'instaurer une pêche durable avant l'épuisement des stocks.

**Références bibliographiques**

- Abul hossain, Deepika Dave et Fereidoon Shahidi. 2020. Northern Sea Cucumber (*Cucumaria frondosa*): A Potential Candidate for Functional Food, Nutraceutical, and Pharmaceutical Sector. *Marine drugs*. 5-6 p.
- Anderson, S.C., Flemming, J.M., Watson, R., Lotze, H.K., 2011. Serial exploitation of global sea cucumber fisheries. *Fish Fish* 12 p.
- Aydin, M., & Erkan, S. 2015. Identification and some biological characteristics of commercial sea cucumber in the Turkey coast waters, 3, 1, 260-265.
- Aydin, M., Sevgili, H., Tufan, B., Emre, Y. and Kose, S. 2011. Proximate Composition and Fatty Acid Profile of Three Different Fresh and Dried Commercial Sea Cucumbers from Turkey. *International Journal of Food Science and Technology*, 500-508. 46 p.
- Baine et Choo. 1999. Sea cucumber fisheries in Malaysia, towards a conservation strategy. *SPC Beche-de-Mer Information Bulletin* 12, 6-10.
- Bakus, G. J. 1973. The biology and ecology of tropical holothurians. in *Biology and Geology of Coral Reefs*. Jones and R. Endean, eds. Academic Press, London. 325–367
- Battaglene S. C., 1999. Culture of tropical sea cucumbers for stock restoration and enhancement. *Naga* 4–11p.
- Belbachir N. 2018. Rôle du macrofaune benthique dans le fonctionnement du réseau trophique de l'écosystème à *Posidonia oceanica* (L.) Delile 1813 de la frange côtière de Mostaganem. Thèse de doctorat. Mostaganem (Algeria) : Université Abdelhamid Ibn Badis de. 169 p.
- Belbachir N., Mezali K. et Soualili D.L. 2014. Comportement alimentaire sélectif de certaines espèces d'holothuries aspidochirotes (Echinodermata: Holothuroidea) à *Stidia*, dans la région de Mostaganem (Algérie). *La bêche de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 34 : 34–37.
- Benzait, Hocine, Ihcene Khodja, Dina Lila Soualili, and Karim Mezali. 2020. 'Note on *Parastichopus regalis* (Cuvier, 1817) from the Sidi-Medjdoub area of Mostaganem, Algeria', *La bêche de-mer*, 65: 43 p.
- Berger et carbonneau 2014. Valeur nutritionnelle du concombre de mer (*Cucumaria frondosa*). Merinov. *Centre de Grande-Rivière* . 04 p.
- Berthier N. 2000. Les techniques d'enquête en sciences sociales, méthodes et exercices corrigés, Armand Colin, Paris. 23 p.
- Bertoncini A.A., Machado L.F., Barreiros J.P., Paulay G., Cardigos F. A.D., 2008. Observation in situ de la reproduction sexuée de *Holothuria tubulosa* Gmelin, 1788 (Echinodermata : Holothuroidea) dans les Açores (Atlantique nord-est). *La bêche-de-mer - Bull. CPS n°27*.
- Bingham, B.L. and Braithwaite, L.F. 1986. Defense adaptations of the dendrochirote holothurians *Psolus chitonoides* Clark. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 311-322. 98 p.

- Bonham et held, 1963. Ecological Observations on the Sea Cucumbers *Holothuria atra* and *H. leucospilota* at Rongelap Atoll, Marshall Islands. *University of Hawai'i Press*
- Bordbar, S., Anwar, F. and Saari, N. 2011. High-Value Components and Bioactives from Sea Cucumbers for Functional Foods—A Review. *Marine Drugs*, 1761-1805. 9 p.
- Borrero-Perez, Giomar, H., Perez-Ruzafa, A., Concepcion; M. And Gonzalez-Wanguemert M., 2009. The taxonomic status of some Atlanto-Mediterranean species in the subgenus *Holothuria* (Echinodermata: Holothuroidea: Holothuriidae) based on molecular evidence. *Zool. J. Linn. Soc.*, 51-69 p.
- Boukous.A .1999 : L'enquête sociolinguistique, *L'Harmattan, Paris*. p.15
- Bounouar 2019. Endofaune du substrat meuble marin de la Côte de Mostaganem. *Département des Sciences de la Mer & de l'Aquaculture* 7 p.
- Bourjon et Desvignes, 2018. Reproduction asexuée dans une population de *Holothuria difficilis* (Echinodermata : Holothuroidea) à La Réunion. *La bêche-de-mer, Bulletin d'information de la CPS n° 38*
- Branch GM, Borchers P, Brown CR, Donnelly D (1988) Temperature and food as factors influencing oxygen consumption of intertidal organisms, particularly limpets. *American Zoologist*
- Butcher J.G. 2004. The closing of the frontier: a history of the marine fisheries of Southeast Asia c. 1850–2000. *Institute of Southeast Asian Studies, Singapore*. 442 p.
- Byrne *et al.*, 2010. Molecular taxonomy, phylogeny and evolution in the family Stichopodidae (Aspidochirotida: Holothuroidea) based on COI and 16S mitochondrial DNA. *Schools of Medical and Biological Sciences, University of Sydney, NSW 2006, Australia*
- Caid *et al* 2017. Analyse spatiale diachronique de l'occupation du vignoble algérien depuis 60 ans : cas de la wilaya de Mostaganem
- Çaklı et coll 2004. Determination of Quality Characteristics of *Holothuria tubulosa*, (Gmelin, 1788) in Turkish Sea (Aegean Region) Depending on Sun Drying Process Step Used in Turkey
- Careaga VP, Bueno C, Muniain C, Alché L, Maier MS. 2014. Pseudocnoside A, a new cytotoxic and antiproliferative triterpene glycoside from the sea cucumber *Pseudocnus dubiosus leoninus*. *Nat Prod Res.* 28 : 213–220.
- Caulier Guillaume *et al.*, 2016. Chemical characterization of saponins contained in the body wall and the Cuvierian tubules of the sea cucumber *Holothuria (Platyperona) sanctori* (Delle Chiaje, 1823). *Biochemical Systematics and Ecology* 68. 121 p.
- Caulier, G., Dyck, S. Van, Gerbaux, P., Eeckhaut, I., & Flammang, P. 2011. *Review of saponin diversity in sea cucumbers belonging to the family Holothuriidae*. January, 48–54.
- Choo P.S., 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Asia. Technical Paper 516 In: *Sea Cucumbers: a Global Review of Fisheries and Trade*. Fisheries and

- Aquaculture. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy*, 81–118p.
- Conand 1996. Asexual reproduction by fission in *Holothuria atra* : Variability of some parameters in populations from the tropical Indo-Pacific. *Oceanologica Acta* 19, 3
- Conand C. 1990. The fishery resources of Pacific island countries Part 2: Holothurians. FAO Fisheries Technical Paper no. 272. Rome: FAO; p. 1–143.
- Conand C. 1990. The fishery resources of Pacific Island countries. Part 2: Holothurians. FAO Fisheries Technical Paper, No. 272.2. Rome: Food and Agriculture Organization. 143 p.
- Conand C., Sloan N.A., 1988. World fisheries for Echinoderms. In: Scientific approaches to management of shellfish resources. J.F. Caddy (ed.), Wiley, New York (sous presse).
- Conand, C. & C. De Ridder 1990. Reproduction asexuée par scission chez *Holothuria atra* (Holothuroidea) dans des populations de platiers récifaux. In: Echinoderm research, De Ridder et al. (eds). Balkema, Rotterdam, 71 p.
- Coulon P. et Jangoux M., 1993. Feeding rate and sediment reworking by the holothuroid *Holothuria tubulosa* (Echinodermata) in a Mediterranean seagrass bed off Ischia Island, Italy. *Marine Ecology Progress Series* 92: 201–204p.
- Eeckhaut I. 2003. Symbiosis. p. 31–34. In: McDade M.C. (ed). Grzimeck's Animal Life Encyclopedia. Farmington Hills, MI: The Gale Group.
- Eeckhaut I., Parmentier E., Becker P., Gomez da Silva S. and Jangoux M. 2004. Parasites and biotic diseases in field and cultivated sea cucumbers. p. 311–325. In: Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J.- F. and Mercier A. (eds). *Advances in sea cucumber aquaculture and management*. FAO Fisheries Technical Paper, 463. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization. 24 p.
- Elyakov GB, Stonik VA, Lenina EV, Slanke VP, Levin VS 1973. *Comp Biochem Physiol* 43B:325
- Enajjar, S., & Bradai, M. N. 2016. First Record of *Carapus acus* (Osteichthyes: Carapidae) in the Gulf of Gabès (southern Tunisia, central Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity Records*, 9(1), 7–10.
- Fenneteau 2002. Enquête : entretien et questionnaire, *collections les topos*.
- Fredalina, B.D., Ridzwan, B.H., Abidin, A.A.Z. et al. 1999. Fatty acid composition in local sea cucumber, *Stichopus chloronotus*, for wound healing. *General Pharmacology*, 337–340
- Friedman K. Ram R., et Sobey M.N. 2010. Méthodes de ramassage et de transformation des holothuries : quelle est leur incidence sur la qualité et la valeur des bêtes-de-mer produites aux Îles Fidji. *La Bête-de-mer, Bulletin d'information de la CPS* 30:21–24.
- González-Wangüemert *et al.*, 2014. Assessment of sea cucumber populations from the Aegean Sea (Turkey): First insights to sustainable management of new fisherie. Centro de

- Ciências do Mar (CCMAR), CIMAR e Laboratório Associado, *Universidade do Algarve, Gambelas, 8005-139 Faro, Portugal*. 86 p.
- González-Wangüemert M., Aydin M. and Conand C. 2014. Assessment of sea cucumber populations from the Aegean Sea (Turkey): First insights to sustainable management of new fisheries. *Ocean and Coastal Management* 92:87–94.
- Guille *et al.*, 1986. Cherbonnier, G. Les holothurides. In Guide des étoiles de mer, oursins et autres échinodermes du lagon de Nouvelle-Calédonie., A., Laboute, P., Menou, J.-L., Eds.; Coll. *Faune Tropicale: Orstom, Paris, France*,; p. 238.
- Hamel et mercier 1996. Evidence of Chemical Communication During the Gametogenesis of Holothuroids. *Ecology*
- Hamel et Mercier 2000. Cuvierian tubules in tropical holothurians: usefulness and efficiency as a defence mechanism. *Mar Freshwater Behav Physiol* 33: 115–139.
- Hamel N. 2011. Procédure et normes scientifiques de l'élaboration de questionnaire d'enquête. Cas des mémoires de magister de FLE. *ECOLE DOCTORALE DE FRANÇAIS*
- Hammond, L.S., 1982. Patterns of feeding and activity in deposit-feeding holothurians and echinoids (Echinodermata) from a shallow back-reef lagoon, *Discovery Bay, Jamaica*. *Bull. Mar. Sci.* 32, 549–571
- Hampton. 1958.- Chemical analysis of holothurian sclerites. *Nature, London*, 181 p.
- Houari 2016. Contribution éco-Systémique de la pêche artisanale de la côte Est de Mostaganem. *Département des Sciences de la Mer & de l'Aquaculture*. 6-5 p.
- Hyman, 1955. Class Holothuroidea. In: The invertebrates: Echinodermata. The coelomate bilateria. Vol. IV. McGraw- Hill, New York, *Toronto, London*, 120- 244 p.
- Javeau C. 2002. L'enquête par questionnaire : *manuel à l'usage du praticien collection Amazon*,
- Kalinin, V.I., Silchenko, A.S., Avilov, S.A., Stonik, V.A. and Smirnov, A.V. (2005). Sea cucumbers triterpene glycosides, the recent progress in structural elucidation and chemotaxonomy. *Phytochem. Rev.* 4: 221–236 p.
- Kariya Y, Mulloy B, Imai K, Tominaga A, Kaneko T, Asari A, Suzuki K, Masuda H, Kyogashima M, Ishii T. 2004. Isolation and partial characterization of fucan sulfates from the body wall of sea cucumber *Stichopus japonicus* and their ability to inhibit osteoclastogenesis. *Carbohydr Res.* 339:1339–1346.
- Kerr R.G. & Chen Z. 1995. In vivo and in vitro biosynthesis of saponins in sea cucumbers. *Journal of Natural Products*, 58: 172-176 p.
- Kleypas et al., 1999. Environmental Limits to Coral Reef Development: Where Do We Draw the Line. *Integrative and Comparative Biology* 39.
- Kloss, K., Pfeiffer, W. 2000. Zur biologie des «eingeweidefisches» *C. acus* (Brunnich, 1768) (Carapidae, Teleostei), mit hinweisen auf eine nich-parasitische ernähung. – *Revue Suisse de Zoologie* 107: 335–349 Mara et al 1998

- Kobayashi, M., Hori, M., Kan, K., Yasuzawa, T., Matsui, M., Suzuki, S. and Kitagawa, I. 1991. Marine natural products XXVII. Distribution of lanostane-type triterpene oligoglycosides in ten kinds of sea cucumbers. *Chem. Pharm. Bull.* 39 : 2282-2287.
- Koehler, 1921. Echinodermes. Lechevalier, P., (éd.), *Faune de France, Paris*, 210 p
- Kornprobst, 2005. Substances naturelles d'origine marine: Chimiodiversité, Pharmacodiversité, Biotechnologies: *Éditions Tec & Doc*.
- Lavitra T., Rachelle D., Rasolofonirina R., Jangoux M. and Eeckhaut I. 2009. Processing and marketing of holothurians in the Toliara region, southwestern Madagascar. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 28 : 24–33
- Li *et al.*, 2006. ESI-QqTOFMS/ MS and APCI-IT-MS/MS analysis of steroid saponins from the rhizomes of *Dioscorea panthaica*. *Journal of Mass Spectrometry*, 41: 1-22
- Ludwig. 1889-92. Echinodermen: Die Seewalzen. In: Bronn, H.G. (Ed), *Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs*, 1-17.
- Lyskin S.A. and Britaev T.A. 2005. Symbi- onts of holothurians from South Vi
- Mackie et turner 1970. Partial characterization of a biologically active steroid glycoside isolated from the starfish *Marthasterias glacialis*
- Maggi & González-Wangüemert, 2015. Genetic differentiation among *Parastichopus regalis* populations in the Western Mediterranean Sea: potential effects from its fishery and current connectivity. Dipartimento Scienze della Vita e dell'Ambiente, *Universita' Politecnica delle Marche, 60100 Ancona, Italy*.
- Mansouri Toufik, Dina Lila Soualili, *et al.* 2016. 6èmes journées scientifiques de la faculté des sciences de la nature et de la vie. Sur le statut taxonomique de l'holothurie *aspidochirote Holothuria (Holothuria) tubulosa* (Echinodermata : *Holothuroidea*) de la côte algérienne. 03. 04 p.
- Massin C., 1982. Food and feeding mechanisms: Holothuroidea. In : *Echinoderm nutrition*. Jangoux M et Lawrence J.M., Balkema A.A., Publ., Rotterdam, Netherdam, Netherlands: 43-55p.
- Mercier *et al.*, 2000. Cuvierian tubules in tropical holothurians: usefulness and efficiency as a defence mechanism. *Mar Freshwater Behav Physiol* 33.
- Meyer 1982. Adapting To Environmental Jolts. *Administrative Science Quarterly* 27
- Mezali et Slimane-Tamacha 2020. The status of Algeria's sea cucumbers and their illegal trade. *SPC Beche-de-mer Information Bulletin* 24- 23.p
- Mezali K., Thandar A.S., 2014. First record of *Holothuria (Roweothuria) arguinensis* (Echinodermata: Holothuroidea: Aspidochirotida: Holothuriidae) from the algerian coastal waters. *Mar. Biol.* 01-02 p
- Mezali, K. 1998. - Contribution à la systématique, la biologie, l'écologie et la dynamique de cinq espè- ces d'holothuries *aspidochirotes [Holothuria (Holothuria) tubulosa*,

- Holothuria (Lessonothuria) polii*, *Holothuria (Holothuria) stellati*, *Holothuria (Panningothuria) forskali* et *Holothuria (Platyperona) sanctori*] de l'herbier à *Posidonia oceanica* (L) DELILLE de la Presqu'île de Sidi-Fredj. *Thèse Magister, ISMAL, Alger, Algérie*, 238 p
- Mezali, K. 2008. - Phylogénie, systématique, dynamique des populations et nutrition de quelques espèces d'holothuries *aspidochiotes (Holothuroidea: Echinodermata)* inféodées aux herbiers de Posidonies de la côte algéroise. Thèse de Doctorat d'état. Institut des Sciences Biologiques/*Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, Algérie*, 208 p.
- Mucchilli 1997. Une méthode des sciences de la communication pour saisir les débats. Implicites aux organisations : l'analyse des commentaires selon la métaphore de l'hypertexte réduit
- Navarro P.G., García-Sanz S. and Tuya F. 2012. Reproductive biology of the sea cucumber *Holothuria sanctori* (Echinodermata: Holothuroidea). *Scientia Marina* 76(4):741-52
- Neghli et Mezali 2019. Algeria's sea cucumber fishery: *Challenges for a new fisher*. 72 p.
- Nichols. 1969.- Echinoderms, 4th (revised) ed. Hutchinson *University Library*, 192 p.
- Nielsen J.G., Cohen D.M., Markle D.F. and Robins C.R. 1999. Ophidiiform fish of the world (Order Ophidiiformes). An annotated and illustrated catalogue of pearlfish, cusk-eels, brotulas and other ophidiiform fish known to date. *FAO Fisheries Synopsis 125(18)*. Rome, Italy: *Food and Agriculture Organization*. 178 p.
- Nigrelli R.F. 1952. The effect of holothurin on fish, and mice with sarcoma 180. *Zoologica*, 37:
- Oedjoe *et al.*, 2017. Composition of Nutritional Content of Sea Cucumbers (*Holothuroidea*) in Mania Waters, Sabu Raijua Regency, East Nusa Tenggara. *Department of Marine and Fishery, Nusa Cendana University, Indonesia*, 02 p
- Özer *et al.*, 2004. Effect of the Handling Procedures on the Chemical Composition of Sea Cucumber. Kocaeli University, College of Engineering, Kocaeli, Turkey . *Istanbul University, Faculty of Fisheries, Istanbul, Turkey* , 02 p.
- Purcell et wu. 2017. La transformation des holothuries en bêtes-de-mer : *manuel à l'usage des pêcheurs océaniques* 05p.
- Purcell S., 2004. Rapid growth and bioturbation activity of the sea cucumber *Holothuria scabra* in earthen ponds. Proceedings of Australasian Aquaculture, Sydney: *World Aquaculture Society* 1, 244.p
- Purcell S.W., Conand C., Uthicke S., Byrne M., 2016. Ecological roles of exploited sea cucumbers. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 54: 367- 386p.
- Purcell, S.W., 2014. Value, market preferences and trade of beche-de-mer from Pacific Island sea cucumbers. *Plos One* 9 (4), e95075. <https://doi.org/10.1371/journal.pone>.

- Purcell, S.W., Mercier, A., Conand, C., Hanel, J.F., Toral-Granda, V., Lovatelli, A., Uthicke, S., 2013. Sea cucumber fisheries: global analysis of stocks, management measures and drivers of overfishing. *Fish. Fish.* 14 p.
- Purcell, S.W., Samyn, Y., Conand, C., 2012. Commercially important sea cucumbers of the World. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes no. 6. *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.*
- Ramón, M., Simarro, G., Galimany, E., & Lleonart, J. 2019. Evaluation of sediment particle size selection during feeding by the holothurian *Parastichopus regalis* (Cuvier, 1817). *Regional Studies in Marine Science.*
- Rasolofonirina, R. 1997. Biologie, écologie et pêche de deux espèces d'holothuries *Bohadschia vitiensis* et *Holothuria scabra versicolor* au Grand Récif de Tuléar. *Mémoire de DEA, IH-SM, Univ. de Toliara.*
- Roggatz, C. C., González-Wangüemert, M., Pereira, H., Vizetto-Duarte, C., Rodrigues, M. J., Barreira, L., da Silva, M. M., Varela, J., & Custódio, L. 2018. A first glance into the nutritional properties of the sea cucumber *Parastichopus regalis* from the Mediterranean Sea (SE Spain).
- Rowe F. W. E Richmond M. D 1997. Echinodermata in M. D. Richmond (ed.) *A Guide to the Seashores of Eastern Africa and the Western Indian Ocean Islands (Stockholm: Sida/SAREC)*, 290 p.
- Samyn, Y., VanDenSpiegel, D., & Massin, C. 2006. Taxonomie des holothuries des Comores. *Abc Taxa*, 1, 130 p.
- Schneider K., Silverman J., Kravitz B., Rivlin T., Schneider-Mor A., Barbosa S., Byrne M. and Caldeira K. 2013. Inorganic carbon turnover caused by digestion of carbonate sands and metabolic activity of holothurians, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*.133, 217-223 p.
- Schneider K., Silverman J., Woolsey E., Eriksson H., Byrne M. and Caldeira K. 2011. Potential influence of sea cucumbers on coral reef CaCO<sub>3</sub> budget: *A case. Study at One Tree Reef. Journal of Geophysical Research* 116 p.
- Sellem *et s.* Graja *et z.* Brahmi.2017. Données biologique et valeur nutritive de la proi d'holothuria polii ( Delle chiaje, 1823). *Institut National des Sciences et Technologies de la Mer. Laboratoire Sciences halieutiques, Salamambo*, 141-144 p.
- Slimane Tamacha Farah. 2019. Les Holothuries Aspidochirotés de la côte Ouest Algérienne : biologie, écologie et exploitation Soutenue. *Hydrobiologie marine et continentale. Biologie écologie marine.* 108-110 p.
- Tanaka. D'auria, m. V., I. Gomez paloma, I. Minale, r. Riccio, a. Zampella, t. Higa, 1992 : Isolation, Structure Characterization and Conformational Analysis of a Unique 4cx,9cx-Epoxy steroid Sulphate from the Ophiuroid *Ophiomastix annulosa*. *Tetrahedron Lett.*, 33, 464.p

- Thompson J.E., Walker R.P. & Faulkner D.J. 1985. Screening and bioassays for biologically-active substances from forty marine sponge species from San Diego, *California, USA*. *Marine Biology*, 88: 11-21 p.
- Tortonese E. 1965. Echinodermata. Calderini Bologna, 422 p.
- Uthicke, 2001. Nutrient regeneration by abundant coral reef holothurians. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 265: 153-170p.
- Van Dyck, S., Flammang, P., Meriaux, C., Bonnel, D., Salzet, M., Fournier, I. and Wisztorski, M. 2010. Localization of secondary metabolites in marine invertebrates: contribution of maldi msi for the study of saponins in cuvierian tubules of h. Forskali. *PLoS One*. 5(11) : e13923.
- Ward R. 1972. The Pacific beche-de-mer trade with special reference to Fiji... In: Ward R. (ed). *Man in the Pacific: Essays on Geographical Change in the Pacific Islands*. Oxford: Clarendon Press. 91–123p.
- Wen, J., Hu, C. and Fan, S. 2010. Chemical Composition and Nutritional Quality of Sea Cucumbers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 2469-2474.
- Wolkenhauer *et al.* 2010. The ecological role of *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) within subtropical seagrass beds. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 90
- Yamanouchi, 1955. On the poisonous substance contained in holothurians. *Publ. Mar. Biol. Lab.* 4: 183-203.
- Zeghdoudi, E. 2006. Modélisation bioéconomique des pêcheries Méditerranéennes : application aux petits pélagiques de la baie de Bou-Ismaïl (Algérie). *Thèse de Master of Science, Université de Barcelone (Espagne)*. 71p.

**Site internet:**

(sciencephoto.com)

## Questionnaire sur la connaissance et l'introduction du concombre de mer dans les habitudes alimentaire de la société algérienne

### 1- Vous êtes : (Choix unique)

- Homme
- Femme

### 2- Quel âge avez-vous ? (Choix unique)

- Moins de 18
- De 18-25
- De 25-35
- Plus de 35

### 3- Vous êtes ? (Choix unique)

- Etudiant
- Employé
- Retraité
- Sans emploi

### 4- Vous venez d'une wilaya : (Choix unique)

- Côtière
- Intérieure

### 5- Etes-vous (co)-responsable des achats alimentaires dans votre foyer ? (Choix unique)

- Oui, je m'occupe entièrement des achats alimentaires
- Oui, je m'en occupe en partie
- Non, je m'en occupe pas du tout

### 6- Combien de fois vous mangez du poisson ? (Choix unique)

- 1 fois par semaine
- 1 fois par mois
- Occasionnellement
- Jamais

### 7- Quand c'est le cas, que consommez-vous ? (Choix multiple)

- Sardine, Allache, Anchois
- Poulpe, Sepia, Calamar
- Pageot, Daurade, Thon, Espadon
- Crevette, Langouste, Crabe
- Oursins, Moules
- Autre :
- Je ne fais pas la différence

### 8- Que recherchez-vous lorsque vous achetez du poisson ? (Choix multiple)

- Juste parce ce que vous aimez bien
- Pour un bon apport en protéines et lipides

### 9- Quel est le budget moyen que vous dépensez sur l'achat des produits de la mer ? (Choix unique)

- Moins de 500 DA
- Entre 500 DA et 1000 DA
- Entre 1000 DA et 2000 DA
- Plus de 2000 DA

**10- Est-ce que vous travaillez dans le secteur de la mer ? (Choix unique)**

- Oui
- Non

**11- Connaissez vous le concombre de mer ? (Choix unique)**

- Oui
- Non

**12- Si c'est le cas, comment vous l'avez connu ? (Choix multiple)**

- Par mon domaine d'étude
- Je suis plongeur
- Je suis pêcheur
- Documentaire
- Par un intermédiaire (amis ou famille)

**Le concombre de mer est un animal marin qui se mange et il est riche en éléments nutritifs bon pour la santé (Protéines, acides gras insaturés, vitamines) et possède des propriétés anti-inflammatoires, ralentie la croissance de certaines tumeurs...etc**

**13- Connaissant ça, seriez-vous apte à l'introduire dans vos habitudes alimentaires ? (Choix unique)**

- Oui
- Non

**14- Si la réponse est non, pourquoi ? (Réponse ouverte)**

**15- Est-ce que les plats montrés sur les photos vous tentent ? (Choix unique)**

- Oui
- Non

**16- Si oui, lesquels vous donnent le plus envie ? (Choix multiple)**

- 1
- 2
- 3
- 4

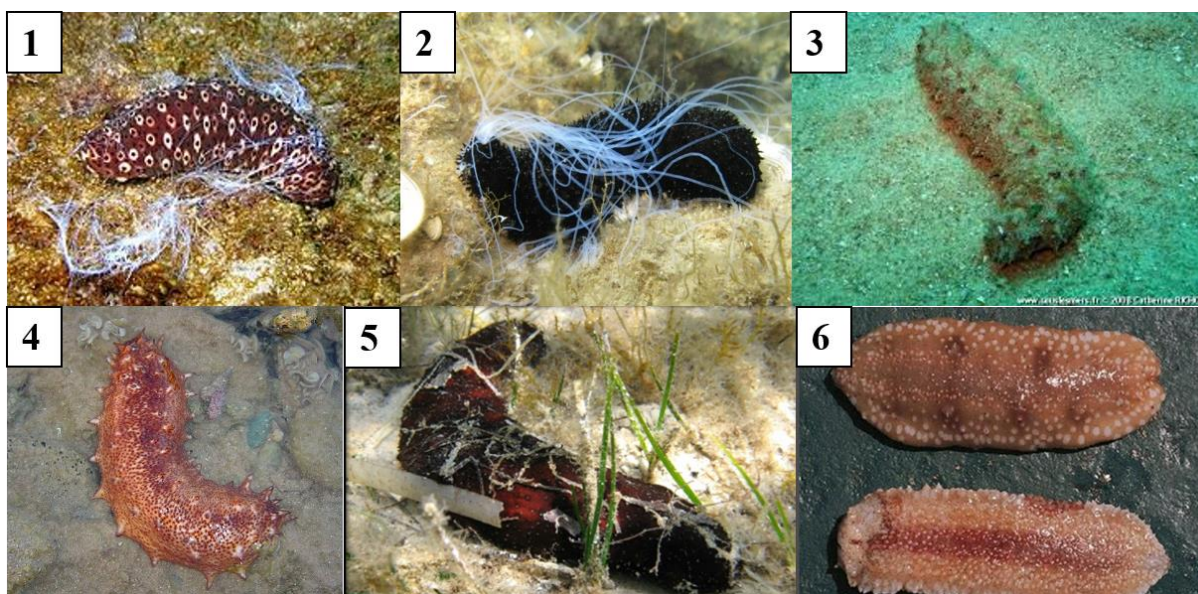


**17- Si jamais le produit était disponible en Algérie, vous auriez tendance à (Choix multiple)**

- Acheter le produit frais et le préparer chez vous
- Acheter le produit déjà préparé
- Je n'achèterai pas

**18- Si vous êtes plongeur ou pêcheur et que vous avez l'habitude de les pêcher, qu'elles sont les espèces que vous ramenez le plus souvent ? ((Choix multiple)**

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6



**19- Avez-vous une idée de la pêche et la vente du concombre de mer en Algérie ? (Choix unique)**

- Oui
- Non

**20- Si la réponse est oui, que connaissez-vous à ce sujet ? (Réponse ouverte)**