REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID --TLEMCEN-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Département d'Ecologie Et Environnement
Laboratoire : Valorisation des actions de l'homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique

Mémoire présenté par

Mlle. BEMMAMI Farah Fatima Zohra

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

Filière : Hydrobiologie marine et continentale
Spécialité : Sciences de la Mer

Thème :

Données Morphométriques Et Utilisation D'Indices Somatiques Chez Le Chiton *Rhyssoplax olivacea* Pour La Conservation De La Biodiversité

Soutenu le : / / 2026, devant le jury composé de :

Présidente : Mme. DAMERDJI Amina	Professeur	Univ de Tlemcen
Encadrante : Mme. BENGUEDDA-RAHAL Wacila	MCA	Univ de Tlemcen
Examinateur : M. BOUKLI HACENE Ahmed Sofiane	MAA	Univ de Tlemcen
Invitée : Mme. BENSMAIL-MESLI Nacima		USTO

Année Universitaire : 2025-2026

Dedicace

بسم الله الرحمان الرحيم

﴿ وَأَنْ لَيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَىٰ ۝ وَأَنَّ سَعْيَهُ سَوْفَ يُرَىٰ ۝ ثُمَّ يُجْزَاهُ الْجَزَاءَ الْأَوْفَىٰ﴾

Avant to ut, je rends grâce à « **ALLAH** » le Tout-Puissant pour m'avoir accordé de poursuivre mon parcours scolaire, ainsi que pour m'avoir permis d'achever ce modeste travail.

À moi-même

Je dédie ce mémoire à moi-même, pour tous les efforts que j'ai fournis tout au long de mes études.
Ce parcours n'a pas toujours été facile, mais j'ai fait preuve de patience, de motivation et de persévérance pour continuer et ne pas abandonner.
Aujourd'hui, je suis fière du chemin que j'ai parcouru et des expériences que j'ai vécues. Ce travail représente une étape importante de ma vie et le résultat de tout mon engagement.

À mes piliers, *ma mère « Amina » et mon père « Reda »*

Je dédie ce travail avec tout mon amour, ma reconnaissance et mon profond respect. Leurs sacrifices, leur soutien sans faille, leurs encouragements constants et leurs prières ont été pour moi une source de force, de courage et de lumière tout au long de mon parcours. C'est grâce à leur présence précieuse et à leur amour inconditionnel que j'ai pu arriver jusqu'à ce stade de mes études et mes réussites.

À ma chère famille maternelle « BENYOUB »

En particulier à mes grands-parents, mes tantes, mon oncle, ainsi qu'à tous mes cousins et cousines, je dédie ce travail avec une profonde affection et une immense reconnaissance. Leur amour, leur soutien, et leurs encouragements ont toujours été pour moi une source de motivation tout au long de mon parcours.

À ma chère famille paternelle « BEMMAMI »

J'adresse ce travail avec toute ma reconnaissance à tous les membres de la famille, grands et petits.

À mes chères amies

Abir, Douaa et Hanen. Notre rencontre à l'université a été le plus beau tournant de mon parcours. Merci d'avoir enrichi ma vie par votre amitié, votre amour, et votre présence à chaque étape. Chaque souvenir que nous avons construit ensemble est un trésor que je chéris profondément.
À toutes mes autres chères amies « **Bouchra, Yamina, Khawla, et Manel**» Merci d'être les complices de mes succès et les témoins de mon évolution.

Une pensée pieuse à la mémoire de « **BIROUD Nadjim** », qui nous a quittés il y a quelques jours. Puisse **Allah** l'accueillir dans Son vaste paradis et lui accorder Sa miséricorde infinie.

Remerciement

Je souhaite exprimer ma profonde et sincère gratitude

à ***Mme. Benguedda Rahal Wacila Meriem***, mon encadrante, pour la qualité de son accompagnement et le suivi constant qu'elle a assurés tout au long de la réalisation de ce mémoire. Sa disponibilité, ses conseils scientifiques, sa rigueur méthodologique ainsi que ses encouragements permanents ont été pour moi une source d'inspiration et un appui précieux, déterminants pour l'aboutissement de ce travail. J'ai particulièrement apprécié sa confiance, son sens du partage, son écoute, sa patience et l'attention qu'elle a accordée à chacune des étapes de cette recherche, tant sur le plan académique que sur le plan humain.

Je tiens à adresser mes vifs remerciements

à ***Mme. Damerdji Amina***, présidente du jury, pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant d'évaluer ce travail. Je suis profondément honorée de l'avoir au sein de mon jury, en tant qu'enseignante émérite qui a formé plusieurs générations d'étudiants. Sa grande expérience, l'ampleur de ses connaissances et la richesse de son parcours en font une véritable encyclopédie vivante, dont nous sommes fiers d'avoir bénéficié en tant qu'étudiants.

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères

à ***M. Boukli Hacene Ahmed Sofiane***. Je suis très honorée qu'il ait accepté d'examiner ce travail et de faire partie des membres du jury, d'autant plus que j'ai déjà eu le privilège d'être son étudiante.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements

à ***Mme. Bensmail-Mesli Nacima*** pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant d'être invitée au sein de ce jury. Je suis très honorée de l'avoir parmi les membres de ce jury, d'autant plus qu'elle est la première à avoir travaillé sur cette espèce, ce qui confère à sa présence une valeur particulière et précieuse pour ce mémoire.

Je souhaite également exprimer ma profonde gratitude à l'ensemble de l'équipe du laboratoire « Valorisation des actions de l'Homme pour la protection de l'environnement et application en santé publique » (VAHPEASP), notamment à ***Mme Dahaoui Salima***, ***Mme Dali Youcef Khadîdja*** et ***M. Benmoussat Benali***, pour leur disponibilité, leur bienveillance et leur gentillesse tout au long de ce travail.

J'adresse mes sincères remerciements

à ***M. Hassani Faical***, chef du département de « **Ecologie et Environnement** », ainsi qu'à l'ensemble de l'équipe administrative, du secrétariat, de la scolarité, de la sécurité et à tout le personnel du département, pour leur disponibilité, leur collaboration et leur précieux soutien tout au long de mon parcours universitaire.

J'exprime également ma gratitude à ***tous mes enseignants***, dont les enseignements, les conseils et l'accompagnement ont largement contribué à l'enrichissement de ma formation.

Liste des Figures

Numéro de Figure	Titre / Description de la Figure	Page
Figure 1	Plongée sur la biodiversité d'un récif corallien (Vairao, Tahiti)	2
Figure 2	Diversité des mollusques	3
Figure 3	Schéma illustratif pour les huit classes principales chez les mollusques	4
Figure 4	Les Small shelly fossils (SSF), ou « petits fossiles coquilliers »	4
Figure 5	Animaux à coquille du Cambrien inférieur	5
Figure 6	Polyplacophores (Espèces, coquille, pied ventral et cavité buccale)	6
Figure 7	Schéma illustratif pour la classification de la classe Polyplacophores selon WORMS, 2026	7
Figure 8	Fossiles des chitons	8
Figure 9	Première mention de *Chiton olivaceus* par L. Spengler (1797)	9
Figure 10	Figure originale du *Chiton olivaceus*, variété a par L. Spengler (1797)	10
Figure 11	Figure originale du *Chiton olivaceus*, variété b, c, d par L. Spengler (1797)	11
Figure 12	Les variétés de *Chiton olivaceus* décrites par Lorentz Spengler (1797) (Modifié d'après Kaas and Knudsen, 1992)	12
Figure 13	Aperçu de l'organisme *Rhyssoplax olivacea* entier prise en 2019 (Face dorsale et face ventrale)	16
Figure 14	Illustration de l'anatomie interne et externe du chiton (Soucie, Josée, 1995)	18
Figure 15	Illustration de morphologie animale. Anatomie interne d'un exemple de mollusque polyplacophore: *Chiton tuberculatus*	18
Figure 16	Vue dorsale d'un chiton typique et terminologie des valves	20
Figure 17	Anatomie externe et caractéristiques principales de la face ventrale d'un polyplacophore (chiton)	20
Figure 18	Vue ventrale d'un *Rhyssoplax olivacea*, récolté à Sidi-Boucif (Algérie)	21
Figure 19	Les organes sensoriels palléaux des chitons	22

Figure 20	Modèles tomographiques du corps et du système nerveux de *Rhyssoplax olivacea*	23
Figure 21	Photographie macroscopique la longueur de la radula et les dents	25
Figure 22	Stade de développement du système métanéphridial chez *Lepidochitona corrugata*	28
Figure 23	Description de la structure interne de la gonade chez un chiton femelle	29
Figure 24	Représentation de la couleur des gonades de l'espèce *Chiton artificatus*	31
Figure 25	Développement d'un polyplacophore (Stade trochophore, métamorphique, jeune)	33
Figure 26	Structure générale de la radula et de la cuspide des dents du chiton	34
Figure 27	Structure d'une valve de la coquille du chiton	35
Figure 28	Photographie de *Rhyssoplax olivacea*, sur la face inférieure des rochers	36
Figure 29	Les différentes positions du chiton en mouvement en présence ou en l'absence d'un prédateur	38
Figure 30	*Rhyssoplax olivacea* en position roulée (l'enroulement défensif) et en position arquée, récolté à Sidi-Boucif	38
Figure 31	Le littoral algérien	41
Figure 32	Le littoral occidental algérien couvre les 4 wilayas (Tlemcen, Ain Témouchent, Oran et Mostaganem)	42
Figure 33	La plage de Sidi-Boucif (Playa) à la commune de Beni-Saf	43
Figure 34	Image satellitaire de la plage Sidi-Boucif	43
Figure 35	Les deux stations d'échantillonnage dans le site d'étude Sidi-Boucif	44
Figure 36	L'entrée à la plage Sidi-Boucif (Playa) à Beni-Saf	44
Figure 37	La pollution dans la zone d'étude (Sidi-Boucif, Beni-Saf, Ain Témouchent)	45
Figure 38	La collecte des individus de *Rhyssoplax olivacea*	48
Figure 39	Le matériel utilisé au laboratoire pour le traitement de l'espèce *Rhyssoplax olivacea*	50
Figure 40	Relation d'allométrie (Longueur/Poids) pour la station droite	64
Figure 41	Relation d'allométrie (Longueur/Poids) pour la station gauche	66
Figure 42	La relation d'allométrie pour les deux stations (site de Sidi-Boucif)	69

Listes des Tableaux

Numéro de Tableau	Titre / Description du Tableau	Page
Tableau 1	Caractères morphologiques différentiels entre les huit classes de Mollusques	3
Tableau 2	Position systématique de *Rhyssoplax olivacea* (Spengler, 1797) selon WORMS (2026)	7
Tableau 3	Les synonymes de l'espèce *Rhyssoplax olivacea* (Spengler, 1797)	8
Tableau 4	Les différentes dénominations de *Chiton olivaceus* selon les auteurs	15
Tableau 5	Caractéristiques géographiques des wilayas du littoral occidental algérien	41
Tableau 6	Les coordonnées géographiques des deux stations d'échantillonnage (Sidi-Boucif)	43
Tableau 7	Grille d'évaluation macroscopique des stades de maturité sexuelle chez *Rhyssoplax olivacea*	51
Tableau 8	Données morphométriques globales des individus récoltés (Longueur, Largeur, Poids)	55
Tableau 9	Paramètres de la relation hauteur-poids et type d'allométrie pour la station droite	64
Tableau 10	Paramètres de la relation hauteur-poids et type d'allométrie pour la station gauche	66
Tableau 11	Comparaison statistique des indices de croissance entre les deux stations	69
Tableau 12	Distribution des fréquences de taille des individus par station	72

Listes des Mots scientifiques

Thématique	Terme	Définition Scientifique & Technique
Classification & Biologie	**Polyplacophores (Chitons)**	Classe de mollusques benthiques marins à symétrie bilatérale, caractérisés par une coquille articulée composée de **8 valves calcaires**.
	Aculifera	Clade de mollusques caractérisés par des formations calcaires disjointes (plaques, spicules) plutôt qu'une coquille continue.
	Gonochorique	Espèce dont les sexes sont séparés (individus distinctement mâles ou femelles).
	Larve Trochophore	Stade larvaire initial mobile des invertébrés marins, dite *lécithotrophe* lorsqu'elle vit sur ses réserves vitellines.
	Fossile Vivant	Terme descriptif pour un groupe dont la morphologie générale est restée stable depuis des centaines de millions d'années.
Anatomie & Structures	**Périnotum (Ceinture)**	Gaine musculaire périphérique robuste, souvent écailleuse, qui entoure et maintient les 8 valves pour assurer protection et flexibilité.
	Radula	Organe buccal râpeux muni de dents renforcées par de la **magnétite** (fer), permettant de gratter la roche pour se nourrir.
	Esthètes	Pores sensoriels microscopiques traversant les valves, spécialisés dans la photoréception (sensibilité à la lumière) et le tact.
	Cténidies	Branchies des mollusques. Elles sont *holobranchies* lorsqu'elles forment une série continue tout le long du sillon palléal.
	Tegmentum	Couche externe visible, sculptée et colorée de la valve, composée de matière organique et de calcaire.
	Articulamentum	Couche interne calcaire (aragonite pure) de la valve, formant des apophyses qui s'insèrent dans la ceinture musculaire.

Écologie & Milieu	**Bioindicateur Écologique**	Espèce dont l'état de santé ou la croissance traduit fidèlement la qualité de son habitat et l'impact des pollutions humaines.
	Intertidal	Zone du littoral soumise au rythme des marées, comprise entre les limites des plus hautes et des plus basses mers.
	Benthique	Qualifie un organisme vivant fixé ou mobile sur le fond marin (substrats rocheux ou sédimentaires).
	Bioérodant	Organisme qui dégrade et use mécaniquement le substrat rocheux par son activité biologique (ex: grattage alimentaire).
	Upwelling	Phénomène océanographique de remontée d'eaux profondes, froides et riches en nutriments vers la surface côtière.
Morphométrie & Indices	**Morphométrie**	Étude quantitative des formes, des proportions et des dimensions linéaires (longueur, largeur, hauteur) des êtres vivants.
	Relation d'Allométrie	Modèle mathématique (W = aL^b) étudiant l'évolution des proportions (poids/longueur) au cours de la croissance : • **Positive (b > 3) :** l'animal s'épaissit. • **Négative (b < 3) :** l'animal s'allonge.
	Indice de Condition Somatique	Rapport direct entre le poids sec des tissus mous et le poids de la coquille Mesure les réserves énergétiques.
	Indice de Fulton (K)	Rapport évaluant l'embonpoint d'un individu en comparant son poids à sa longueur au cube
	Rapport Plaques/Corps (RPC)	Indice mesurant l'investissement de l'animal dans sa coquille protectrice par rapport à sa masse corporelle globale.
	Coefficient de Variation (CV)	Indicateur statistique de dispersion Un CV < 10% indique une population homogène en taille.

SOMMAIRE

Dédicace
Remerciment

Liste des figures

Liste des tableaux

Listes des mots scientifiques

Sommaire

Introduction 1
Chapitre I : Contexte général et revue de la littérature 4
I. Généraliés 4
I.1 Ecosystème Marin et Sa Biodiversité 4
I.2 Les Mollusques (Phylum Mollusca) 5
I.3 Les chitons (Mollusca : Polyplacophora) 9
I.4 *Rhyssoplax olivacea* (L. Spengler 1797) 12
II. L'anatomie 21
II.1 Morphologie externe 22
II.2 Anatomie interne 24
III. Biologie 33
III.1 Alimentation et nutrition 33
III.2 Respiration 33
III.3 Reproduction 34
III.4 Biominéralisation 36
IV. Ecologie 39
IV.1 Habitats et Répartition 39
IV.2 Locomotion et Comportement 40
IV.3 Mode de vie et Défense 41
Chapitre II : Matériel et Méthodes 43
I. Zone d'étude 43
I.1 Méditerranée 43
I.2 Le littoral algérien 43
I.3 La côte ouest 44
I.4 Le site Sidi-Boucif (commune de Beni-Saf) 45
II. Echantillonnage 49
II.1 Prélèvement de l'eau 49
II.2 Echantillonnage de l'espèce 50

III. Travail au laboratoire 51
III.1. Analyses de l'eau de mer 51
III.2. Traitement des échantillons de *Rhyssoplax olivacea* 52
IV. Calcul des indices 54
IV.1. Indice de condition somatique (ICS) 54
IV.2. Indice de condition de Fulton (K) 54
IV.3. Rapport plaques / masse corporelle (RPC) 54
IV.4. Pourcentage des plaques dans la masse totale 54
IV5. Relation d'allométrie (poids–longueur) 55
IV.6. Coefficient de variation (CV) 55
Chapitre III : Résultats Et Interprétations 57
I. Analyse des prélèvements d'eau 57
I.1 Température 57
I.2 Paramètres Physiques 57
II. Traitement Des Spécimens 60
II.1 Mesures morphométriques 60
II.2 Résultats Des Calculs D'indices 63
II.3 La relation d'allometrie 65
II.4 Coefficient de variation 71
III. Synthèse globale 73
III.1. Coefficient de variation de la station gauche (N = 35) 73
III.2. Comparaison Station droite et Station gauche 75
IV. Discussion 77
Conclusion 82
Références bibliographiques 85
Les annexes 104
Resume



Introduction



Introduction

Les mollusques marins, en particulier les polyplacophores (chitons), occupent une place centrale dans les écosystèmes côtiers du monde entier. Parmi ces espèces fascinantes, *Rhyssoplax olivacea* se distingue par son adaptabilité exceptionnelle aux conditions environnementales variées et son rôle écologique primordial dans les écosystèmes rocheux intertidaux méditerranéens. Ces organismes, souvent qualifiés de « bioindicateurs écologiques », fournissent des informations précieuses sur la qualité des habitats marins, les dynamiques de croissance, et les impacts des changements environnementaux sur les populations benthiques.

Le littoral algérien occidental, avec sa diversité d'habitats côtiers et ses conditions environnementales spécifiques, représente un terrain d'étude idéal pour comprendre la biologie et l'écologie de *R. olivacea*. Cette région, caractérisée par des variations d'hydrodynamisme, de disponibilité alimentaire, et de conditions physico-chimiques, offre un contexte naturel permettant d'explorer comment les facteurs environnementaux influencent la morphométrie, la physiologie et la croissance de cette espèce.

Les indices morphométriques, tels que l'Indice de Condition Somatique (ICS), l'Indice de Condition de Fulton (K), et le Rapport Plaques/Corps (RPC), sont des outils essentiels pour évaluer l'état physiologique des organismes marins. Ces indices permettent d'obtenir des informations prédictives sur la qualité de l'habitat, les réserves énergétiques, la performance reproductive, et l'adaptation aux conditions environnementales. Par ailleurs, la relation d'allométrie entre la longueur et le poids, révèle les stratégies de croissance des individus et leur réponse aux contraintes environnementales.

Dans ce contexte, le présent mémoire vise à caractériser la morphométrie, l'état physiologique et la relation d'allométrie (longueur/poids) de *Rhyssoplax olivacea* dans deux stations du site de Sidi-Boucif, sur le littoral algérien occidental.

L'importance de cette étude dépasse le simple cadre de la caractérisation morphométrique. En montrant que *R. olivacea* présente des variations significatives selon les conditions environnementales locales, ce travail contribue à renforcer le rôle de cette espèce comme bioindicateur écologique, capable de refléter la qualité des habitats et les impacts des changements environnementaux. De plus, les données sur la croissance allométrique et la structure morphométrique apportées par cette étude peuvent servir de référence pour des

recherches futures sur la gestion et la conservation de *R. olivacea* sur le littoral algérien, contribuant ainsi à la préservation des écosystèmes côtiers et à l'équilibre des populations benthiques.

Cette étude se propose de répondre à plusieurs questions fondamentales :

Quel est l'état physiologique de la population de *R. olivacea* dans les deux stations ?

Quels sont les rapports plaques/corps observés et quelles stratégies d'adaptation reflètent-ils ?

Quelle est la nature de la relation d'allométrie entre la longueur et le poids dans chaque station?

Comment ces résultats se comparent-ils aux études précédentes ?

En résumé, ce mémoire s'inscrit dans une démarche de comprendre comment les facteurs environnementaux influencent-ils la morphométrie, la physiologie et la croissance de *R. olivacea*, en comparant les résultats de deux stations distinctes du site de Sidi-Boucif.

Ce travail est structuré en trois chapitres, encadrés par une introduction et une conclusion générale proposant des perspectives de recherche. Le chapitre I présente le cadre général de l'étude en décrivant la biologie et l'écologie de *Rhyssoplax olivacea*. Le chapitre II est consacré aux caractéristiques environnementales du littoral algérien occidental et du site de Sidi-Boucif, ainsi qu'aux matériels et méthodes : il détaille les protocoles de collecte des individus, les méthodes employées pour les mesures morphométriques, le calcul des indices (ICS, K, RPC) et l'analyse des relations longueur-poids. Le chapitre III expose et discute les résultats obtenus concernant l'état physiologique, la morphométrie et l'allométrie de *R. olivacea* à Sidi-Boucif, en les confrontant aux études antérieures réalisées en Méditerranée.



Chapitre I

Contexte général et revue de la littérature



Chapitre I : Contexte général et revue de la littérature

I. Généraliés

I.1 Ecosystème Marin et Sa Biodiversité

Notre planète est couverte par une immense quantité d'eau environ 71 % de la surface de la Terre selon la **CNES** (Centre National d'Etudes Spatiales, 2025).

La grande masse de cette quantité est représentée par des eaux salines sous forme de mers et océans. Historiquement, tout a commencé dans les mers il y a 3,5 milliards d'années, avec des microbes minuscules comme les bactéries et archées qui ont régné seules pendant près de 3 milliards d'années. Puis, vers 600 millions d'années, les premières plantes et animaux ont fait leur entrée. La vie marine a bien plus d'ancienneté que celle des continents, ce qui explique sa richesse exceptionnelle en espèces variées (**MENS**, 2010).

L'océan mondial est caractérisé par une immense variété taxonomique. Parmi les principaux groupes faunistiques figurent les éponges, les cnidaires (méduses et anémones), les annélides, les crustacés, les échinodermes, les mollusques, ainsi que les poissons (actinoptérygiens et chondrichtyens), les mammifères marins et les tortues (**Hirtzig *et al***., 2015). On y trouve aussi une grande diversité de végétaux marins : les algues (chlorophytes, rhodophytes, etc.), le phytoplancton (diatomées, dinoflagellés, etc.), les herbiers (Posidonia, Zostera, etc.) et d'autres plantes marines, ainsi que des êtres minuscules essentiels comme les bactéries. Ces organismes jouent un rôle fondamental dans les réseaux trophiques et les cycles biogéochimiques. Tous s'intègrent au sein d'écosystèmes complexes, colonisant des habitats extrêmement diversifiés, des récifs coralliens aux abysses océaniques (**Hirtzig *et al***., 2015) (Figure1)



Figure 1 : Plongée sur la biodiversité d'un récif corallien (Vairao, Tahiti) (**Olivier DUGORNAY, Ifremer**, 2022)

Du point de vue des services écosystémiques, l'océan représente une ressource stratégique pour l'humanité. Il fournit environ 80% de l'oxygène atmosphérique via le phytoplancton, soit quatre fois la contribution de la végétation terrestre. (***Hirtzig et al***., 2015)

Mais, à ce jour, seuls 5% de la surface océanique ont été véritablement explorés. Cette méconnaissance fait de l'étude des fonds marins un enjeu scientifique prioritaire. (***Hirtzig et al***., 2015). Une citation mentionnée par Abdullah Ibrahimi dans son article avec Ocean Wice (2022) « *Nous en savons plus sur l'espace que sur l'océan* »

I.2 Les Mollusques (Phylum Mollusca)

Après les arthropodes, les mollusques (Figure 2) représentent le deuxième phylum d'invertébrés le plus important sur Terre, et de loin le plus dominant dans les océans, où ils constituent près de 23% de toute la vie marine (**Rosenberg,** 2014).

Le terme "mollusques" tire son origine du latin *mollis*, qui signifie "mou", évoquant leur corps souple et adaptable. Le terme "mollusques" a été forgé au XVII^{e} siècle par le savant polonais **J. Jonston** (1603-1675), mais c'est vraiment **Linné**, en 1758, qui l'a popularisé dans ses travaux. (**Mygdalias**, 2025)

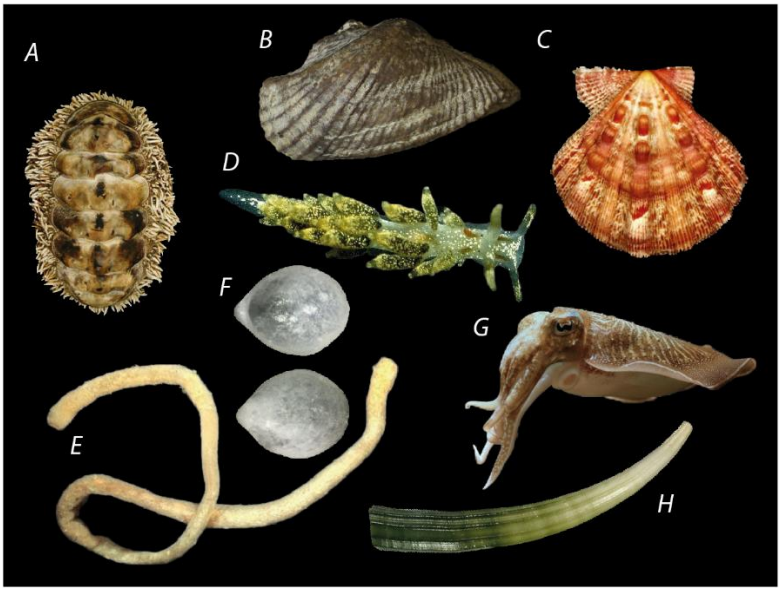


Figure 2 : Diversité des mollusques (**Tait Sanders, Wikipédia**, 2018)

A : *Acanthopleura gemmata* (Blainville, 1825), un Polyplacophore ; B : †*Oxyprora parrishi* (Worthen 1890), un rostroconque ; C : *Nodipecten fragosus* (Conrad, 1849), un bivalve ; D : *Cuthona foliata* (Forbes et Goodsir, 1839), un gastéropode ; E : *Chaetoderma nitidulum* (Lovén, 1844), un caudofovéates ; F : *Micropilina minuta* (Warén, 1989), un monoplacophore ; G : *Sepia officinalis* (Linnaeus, 1758), un céphalopode ; H : *Dentalium elephantinum* (Linnaeus, 1758), un scaphopode.

Avant cela, les classifications des mollusques ont connu plusieurs étapes clés, avec des propositions notables de **Pelseneer** (1906), **Cooke** (1917), **Thiele** (1929), puis plus récemment de **Boss** (1982) et **Ruppert *et al.*** (2004).

Aujourd'hui, et selon la derniere mise à jour de WoRMS (World Register of Marine Species) en 2020 par **Vinarski** la systématique distingue huit classes principales chez les mollusques : Bivalvia ; Caudofoveata ; Cephalopoda ; Gastropoda ; Monoplacophora ; Polyplacophora ; Scaphopoda ; Solenogastres. (Figure 3)

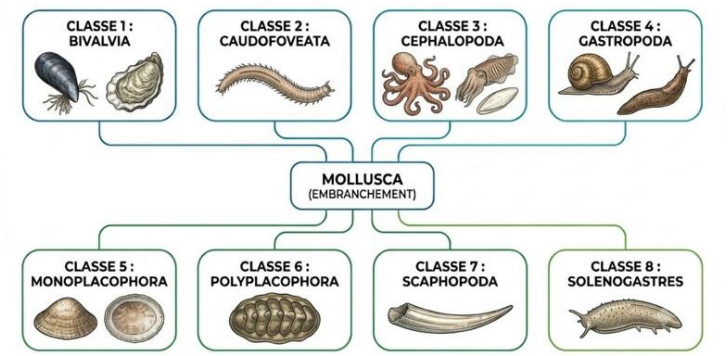


Figure 3 : Schéma illustratif pour les huit classes principales chez les mollusques (**Photo originale**, 2026)

Cet embranchement présente une énorme diversité, car ils diffèrent les uns des autres, tant par leur morphologie que par leur mode de vie. On recense aujourd'hui entre 120 000 et 200 000 espèces vivantes décrites (**Ruppert *et al*.,** 2004 ; **Chapman,** 2009), sans compter les innombrables fossiles datant du Cambrien. Les premières traces remontent probablement au Précambrien, il y a quelque 550 millions d'années, comme le confirment plusieurs découvertes (**Parkhaev,** 2007 ; **Haszprunar et Wanninger,** 2012 ; **Vinther *et al*.,** 2012).

Les archives fossiles (Figure 4, 5) indiquent par ailleurs l'existence d'au moins 60 000 à 100 000 espèces supplémentaires (**Brusca et Brusca,** 2003 ; **Taylor,** 2005).



Figure 4 : Les Small shelly fossils (SSF), ou « petits fossiles coquilliers » Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (**MNHN**, 2025)

Etaient très abondants avant l'explosion cambrienne (Il y a environ 530 millions d'années). Il s'agit des premiers organismes capables de produire leur propre squelette externe.

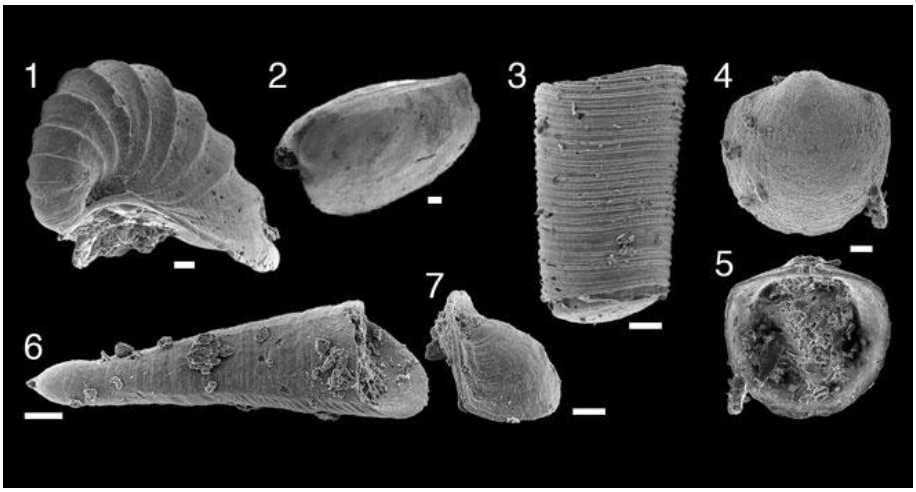


Figure 5 : Animaux à coquille du Cambrien inférieur. Muséum national d'Histoire naturelle (**MNHN de Paris**).

1. Archaeospira, peut-être un gastropode. 2. Watsonella, peut-être un mollusque. 3. Cupitheca. 4 et 5. Aroonia, probablement un brachiopode d'un groupe souche. 6 et 7. Coquille et opercule de l'hyolithe Parkula. (Il y a environ 521 millions d'années). Échelle : traits = 0,1 mm.

Cette histoire évolutive et ancienne, se traduit par une incroyable variété de formes et d'habitats. Cela dit, de nombreux groupes taxonomiques de mollusques restent insuffisamment étudiés (**Fedosov et Puillandre,** 2012) :

Selon **Brusca et Brusca** (2003) et **Ruppert *et al***. (2004), leurs caractéristiques fondamentales incluent :

- Un corps mou non segmenté avec une symétrie bilatérale (souvent altérée chez les gastéropodes).
- La présence d'un manteau, un tégument spécialisé sécrétant des formations calcaires (spicules ou plaques).
- Une radula, une structure buccale chitinée et râpeuse utilisée pour l'alimentation.
- Un pied musculeux servant à la locomotion ou à la fixation.
- Une masse viscérale contenant les systèmes : digestif, circulatoire, respiratoire et reproductif.

URL de la figure 5 : https://burgess-shale.rom.on.ca/fr/science/lorigine-des-animaux-et-lexplosion-cambrienne/lexplosion-cambrienne/les-preuves-fossiles/

I.3 Les chitons (Mollusca : Polyplacophora)

Apparus dès le Carbonifère, les polyplacophores ont conservé une morphologie remarquablement stable au fil du temps, ce qui justifie que l'on considère comme des « fossiles vivants » : leurs structures corporelles essentielles étant préservées depuis plus de 300 millions d'années (**Sigwart**, 2009 ; **Sigwart *et al***., 2013). Historiquement, ils se divisent en trois lignées principales, dont deux sont éteintes (Palaeoloricata et Multiplacophora, ces dernières pouvant comporter jusqu'à 17 valves) ; les formes actuelles appartiennent exclusivement au groupe des Neoloricata (**Puchalsky *et al***., 2008).

Les polyplacophores (Figure 6), également désignés sous le nom de chitons, constituent un groupe de mollusques benthiques strictement marins, présentant une symétrie bilatérale et une forme dorso-ventralement aplatie. On les observe fréquemment sur des substrats rocheux dans les zones intertidales de tous les littoraux mondiaux, où leur locomotion est lente et délibérée, mais certaines espèces s'aventurent jusqu'à des profondeurs abyssales dépassant 7 000 à 8 000 mètres (**Sirenko**, 1997 ; **Jones et Baxter**, 1987 ; **Gowlettholmes** , 1998 ; **Kaas et Jones**, 1998 ; **Smith *et al***., 2011 ; **Brooker et Shaw**, 2012 ; **Stöger *et al***., 2013).

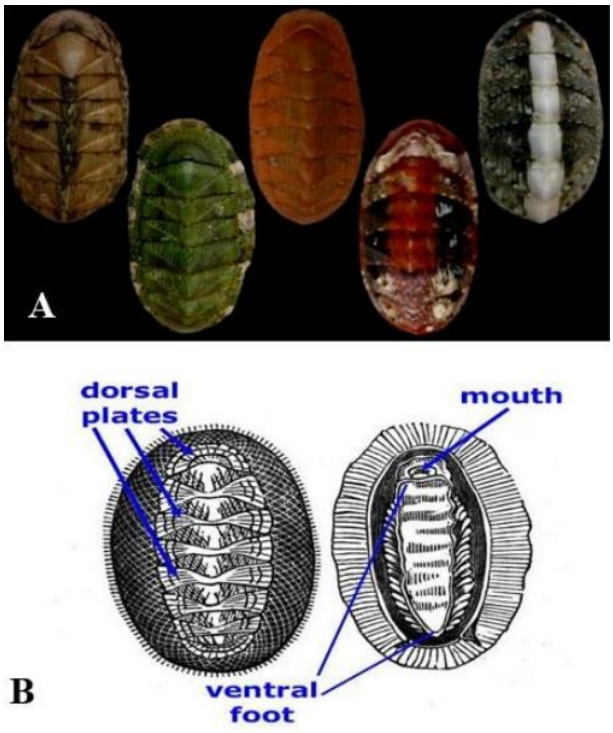


Figure 6 : Polyplacophores (**Taousani** , 2025).

A. Espèces de polyplacophores. B. (dessin de gauche) : Représentation de la coquille d'un polyplacophore / (dessin de droite) : Représentation du pied ventral et de la cavité buccale

Dans la phylogénie des mollusques, les polyplacophores s'inscrivent au sein du clade Aculifera, aux côtés des aplacophores (Chaetodermomorpha et Neomeniomorpha), un groupe défini par l'absence de coquille continue mais la présence de sclérites calcaires ou de plaques disjointes (**Brusca et Brusca**, 2003 ; **Ruppert *et al***., 2004). À l'inverse, le clade Conchifera, qui inclut les monoplacophores, se distingue par une coquille calcaire unique ou multiple (**Aiken *et al***., 2013). Cette nomenclature reflète précisément leur organisation : les aplacophores en sont dépourvus, les monoplacophores n'en possèdent qu'une, tandis que les polyplacophores arborent huit petites plaques calcaires distinctes (**Ponder *et al***., 2020).

Les polyplacophores se caractérisent par un ensemble de huit valves dorsales articulées, composées d'aragonite et souvent imbriquées, intégrées dans une gaine musculaire chitineuse (périnotum) qui forme leur coquille protectrice – une configuration unique au sein des mollusques. Cette ceinture peut être décorée d'épines, d'écailles ou de soies. Leur anatomie comprend par ailleurs un large pied ventral adhésif, une tête peu développée et des cténidies nombreuses disposées en sillon mantellique autour du pied (**Kaas et Jones**, 1998 ; **Van der Wal *et al***., 1989 ; **Stebbins et Eernisse**, 2009 ; **Connors *et al***., 2012 ; **Collareta *et al***., 2023 ; **Irisarri *et al***., 2020 ; **Mesli *et al***., 2023 ; **Ponder *et al***., 2019 ; **Fischer**, 1988).

Le groupe compte environ 1 000 espèces actuelles, réparties en plusieurs familles (ex. Callochitonidae, Callistoplacidae, Chitonidae, et autres) (Figure 7), auxquelles s'ajoutent près de 430 espèces fossiles recensées à l'échelle mondiale (Figure 8) (**Ruppert *et al***., 2004 ; **Puchalsky *et al***., 2008 ; **Irisarri *et al***., 2020).

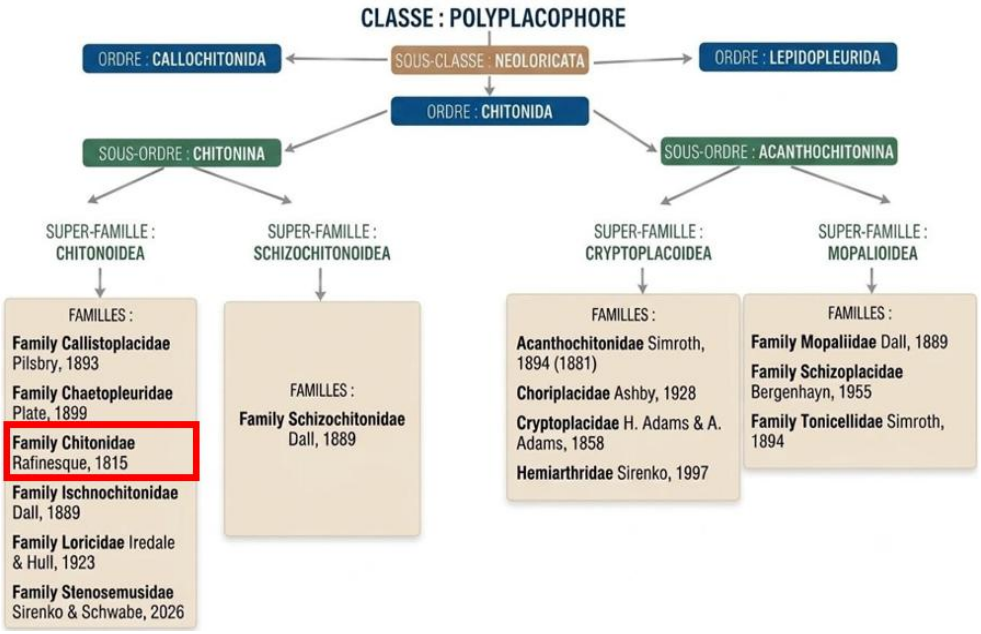


Figure 7 : Schéma illustratif pour la classification de la classe Polyplacophores selon WoRMS, 2026 (**Photo originale**, 2026)

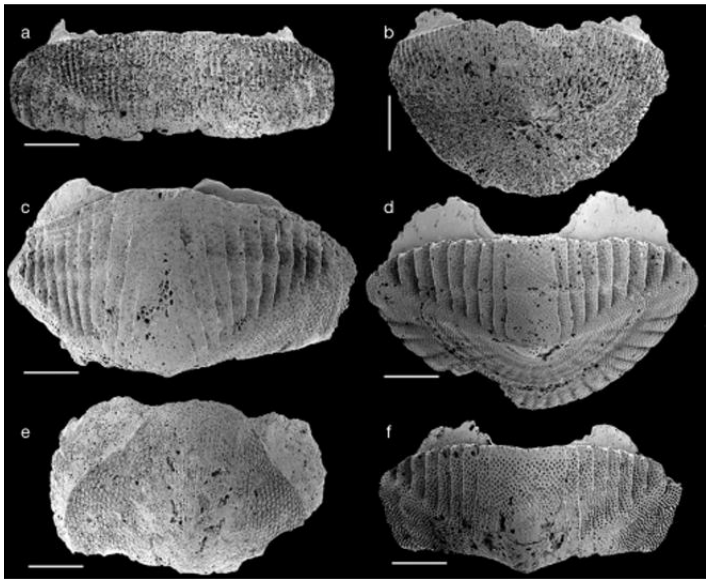


Figure 8 : fossiles des chitons. (**Dell'Angelo *et al***., 2007)

a. *Lepidopleurus cajetanus*, intermediate valve ; b. *Ischnochiton rissoi*, tail valve ; c. *Chiton corallinus*, intermediate valve ; d. *Chiton olivaceus*, tail valve ; e. *Acanthochitona fascicularis*, intermediate valve ; f. *Chiton olivaceus*, intermediate valve. Échelle : traits a, b, d, e,f = 1 mm / trait c = 500 µm

Les chitons, par leur polymorphisme morphologique affirmé, se répartissent distinctement en deux ensembles principaux : les Lepidopleurida aux caractères primitifs les plus conservés, opposés aux Chitonida – dont fait partie *Rhyssoplax olivacea* –, dont la

différenciation repose essentiellement sur les cténidies et les valves de la coquille (**Sigwart *et al***., 2010 ; **Sirenko**, 2006 ; **Sigwart *et al***., 2013).

Les polyplacophores ont suscité un intérêt soutenu depuis l'Antiquité, récoltés pour leur rôle et leur importance médicale en pharmacopée traditionnelle sur les côtes pacifiques d'Afrique du Sud (**Kyle *et al***., 1997 ; **Herbert *et al***., 2003), d'Amérique septentrionale et méridionale (**Ricketts *et al***., 1985 ; **Osorio-Ruiz**, 2002 ; **Herrera *et al***., 2003 ; **Turner et Turner**, 2007), ou encore dans les îles caribéennes et d'Asie du Sud-Est (**Matthews**, 1992). Utilisés comme appâts halieutiques (**Garcia-Ibañez *et al***., 2012) ou denrées de subsistance chez divers peuples autochtones côtiers (**Kyle *et al***., 1997 ; **Salomon *et al***., 2007 ; **Turner et Turner**, 2007), ils retiennent par ailleurs l'attention des malacologues en raison de leur morphologie et de leur éthologie singulière (**Irisarri *et al***., 2020 ; **Herbert *et al***., 2003).

I.4 *Rhyssoplax olivacea* (L. Spengler 1797)

L'espèce a été mentionnée pour la première fois sous le nom « *Chiton olivaceus* » par le naturaliste danois **Lorenz Spengler** (L. Spengler), dans sa description scientifique formelle parue en 1797 (Figure 9)

Spengler a décrit cette espèce dans son article intitulé « Udförlig beskrivelse over det mangeskkallede konkylie-slaegt, af Linneus kaldet Chiton », publié dans les Skrifter af Naturhistorie-Selskabet (Figure 9)

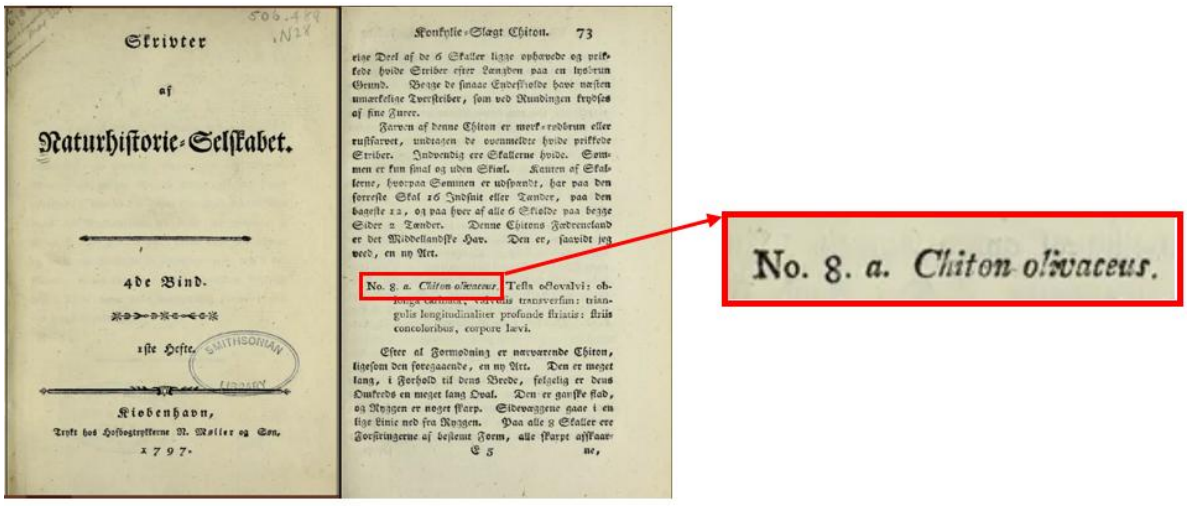

Skrifter
af
Naturhistorie-Selskabet.
4de Bind.
1ste Hefte.
Kiøbenhavn,
Trykt hos Hofbogtrykkerne N. Møller og Søn.
1797.
Konkylie-Slægt Chiton. 73
No. 8. a. Chiton olivaceus.
No. 8. a. Chiton olivaceus.

Figure 9 : Première mention de *Chiton olivaceus* par **L. Spengler** (1797)

Sa description originale de *Chiton olivaceus* (Figure 9) précise : « Testa octovalvi: oblonga carinata, valvulis transversim: triangulis longitudinaliter profunde striatis: striis concoloribus, corpore lævi » – une coquille à huit valves oblongue carénée, aux valves

triangulaires en travers et profondément striées longitudinalement, striures concolores, corps lisse.

Spengler ajoute : « *Efter al sandsynlighed er denne Chiton, ligesom den foregaaende, en ny Art. Den er meget lang, i Forhold til dens Brede, følgelig er dens Omkreds en meget lang Oval. Den er ganske flad, og Ryggen er noget skarp. Sidevæggene gaae i en lige Linie ned fra Ryggen. I alle 8 Valver ere Ornamenterne af bestemt Form, alle skarp afmærkede og inddelte efter det smukkeste Forhold. De pyramidale trekantede Figurer paa de 6 mellemliggende Valver ere her meget brede, og have opad efter Længden 5 forhøiede afrundede Folder. Den øvrige Del, som paa denne Chiton er meget smallere end paa de andre, foruden de trekanterne ovennævnte store Brede, er ved den skarpe Rygg forsynet med Forbeder i afmaalt Afstand efter Dyrets Længde, saa at de glatte Mellemrummene see ud som Trinene af en Trappe. Det bagerste af begge Endefolderne er tæt besat med lige fine Striber. Det forreste er indtil Halvdelen ligeledes fint stribet, paa den øvrige Halvdel see man endnu noget af den skarpe Rygg, og det efterhaanden Trin. Bælgen er tynd og smal, uden Skæl. Denne Chitons Farve er smuk lysebrun, uden Indblanding af andre Farver. Indvendig ere Valverne lysegrønne. Det største Exemplar, som jeg ejer, er 32 Lin. lang, og 16 Lin. bred. Den findes ved Barbariet.*»

Spengler (1797) décrit *Chiton olivaceus* (Figure 10) comme probablement une nouvelle espèce, très allongée avec une circonférence ovale, complètement plate et un dos aigu. Les parois latérales descendent droit du dos, et les huit valves présentent des ornementations précises, nettement délimitées avec des proportions parfaites. Sur les six valves intermédiaires dominent de larges figures triangulaires pyramidales à cinq plis surélevés longitudinaux ; les parties latérales étroites sont striées en escalier vers le dos aigu.

Les valves terminales ont leur partie postérieure finement striée, l'antérieure jusqu'à mi-longueur, le reste conservant dos et motifs en escalier. La ceinture est mince sans écailles, la coquille brun clair uniforme (vert pâle à l'intérieur), mesurant jusqu'à 32 × 16 lignes. Originaire des côtes de Barbarie (nord-africain) (Qui représentent actuellement l'Algérie, la Tunisie, le Maroc et la Libye).

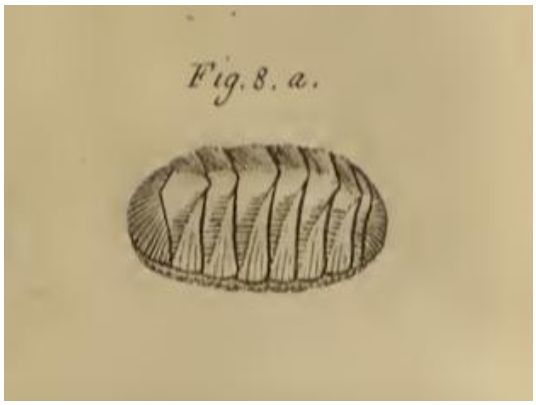


Figure 10 : figure originale du *Chiton olivaceus*, variété **a** par **L. Spengler** (1797)

Spengler (1797) complète sa description de *Chiton olivaceus* par un texte détaillé présentant trois variétés (b, c, d) (Figure 11) aux caractéristiques distinctes.

Variété b : Le dos présente une arête centrale très aiguë (contre plus arrondie dans la forme type), avec des figures triangulaires pyramidales plus larges et bombées à la marge inférieure, réduisant les espaces creux intermédiaires. Les stries transversales sont moins nombreuses et moins incisées, mais surtout la couleur diffère nettement c'est un vert herbeux clair sauf les 1re et 5e figures pyramidales blanches (comptées depuis l'arrière). Origine : Mogador (maintenant nommé par Essaouira, Maroc)

Variété c : Les valves sont très serrées et se chevauchent, avec un bord antérieur droit non incisé et un centre de dos sans pointe saillante. La figure triangulaire pyramidale fortement surélevée montre des lignes ondulées profondes bordées de tubercules blancs/noirs alternés ; la ceinture porte de fines écailles, et la partie déprimée est striée transversalement jusqu'à la ceinture. Coloration : verte jusqu'au dos aigu brun rougeâtre. Même localité que la variété b.

Variété d : La figure triangulaire pyramidale inhabituelle justifierait presque une espèce distincte, bien que le dessin de base reste conforme aux trois formes précédentes. Les valves intermédiaires ont deux côtes émoussées surélevées séparées par une rainure longitudinale creuse ; la valve postérieure porte 10 plis ronds longitudinaux, l'antérieure est très petite. L'ensemble présente des lignes ondulantes transversales à effet moiré. Coloration : brun foncé sur les figures triangulaires, parties inférieures couvertes de bandes blanches/noires alternées transversales. Origine : Tranquebar (Inde).

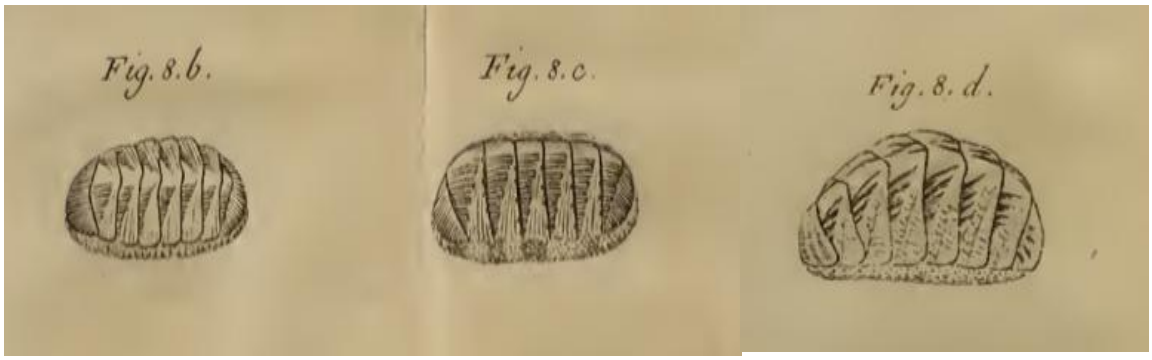


Figure 11 : figure originale du *Chiton olivaceus*, variété **b, c, d** par **L. Spengler** (1797)

Ce document de Spengler (1797) a été repris plus tard par Kaas et Knudsen en 1992, qui en ont proposé une traduction anglaise tout en développant et en modifiant les figures originales (Figure 12)

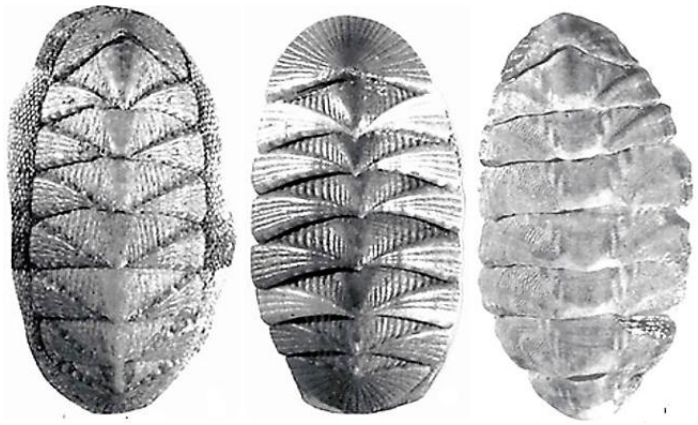


Figure 12 : Les variétés de *Chiton olivaceus* décrites par **Lorentz Spengler** (1797) (Modifié d'après **Kaas and Knudsen**, 1992).

Herbert et David en 2025 (WoRMS) ont révisé sa nomenclature et sa classification pour qu'il soit officiellement nommé « *Rhyssoplax olivacea* (L. Spengler, 1797) », invalidant ainsi l'ancienne dénomination *Chiton olivaceus.*

I.4.1 Synonymes historiques de *Rhyssoplax olivacea*

L'espèce *Rhyssoplax olivacea* a porté de nombreux noms au fil du temps. Voici les principaux synonymes historiques rejetés selon WoRMS (World Register of Marine Species) (Tableau 1):

Tableau 1 : Les noms et les synonymes historiques de l'espèce *Rhyssoplax olivacea* (**L. Spengler**, 1797).

Le symbole † indique une espèce fossile (WoRMS).

Synonyme historique	**Auteur et année**	**Statut**
Chiton (Chiton) olivaceus	L. Spengler, 1797	Nom non accepté
Chiton (Rhyssoplax) olivaceus	L. Spengler, 1797	Nom non accepté
Chiton estuarii	Brusina, 1870	Synonyme non accepté
Chiton juettneri †	Šulc, 1934	Synonyme non accepté
Chiton olivaceus	L. Spengler, 1797	Nom non accepté
Chiton olivaceus var. major	Pallary, 1900	Synonyme non accepté
Chiton olivaceus var. plioparva †	Sacco, 1897	Synonyme non accepté
Chiton polii	Deshayes, 1835	Synonyme non accepté
Chiton rubellus	Nardo, 1847	Synonyme non accepté
Chiton rudelsdorfensis	van Belle, 1980	Synonyme non accepté
Chiton siculus	J.E. Gray, 1828	Synonyme non accepté
Chiton squammulosus	Dollfus, 1883	Synonyme non accepté
Chiton striatus	Brusina, 1870	Synonyme non accepté
Chiton zibinicus	Doderlein, 1864	Synonyme non accepté
Gymnoplax bohemicus †	Rochebrune, 1883	Synonyme non accepté
Lepidopleurus sulcatus	Risso, 1826	Synonyme non accepté

I.4.2 Morphométrie comparative des espèces du genre *Rhyssoplax*

Le genre *Rhyssoplax* (Thiele, 1893) rassemble environ 50 espèces acceptées (WoRMS), majoritairement indo-pacifiques, avec quelques espèces endémiques méditerranéennes et atlantiques.

Les différences morphométriques (Tableau 2) principales concernent la taille, les proportions (ratio longueur/largeur, hauteur/longueur), la sculpture des valves et la couleur du tegmentum (couverture externe) (**Dell'Angelo *et al***., 2020).

Liste des espèces principales (WoRMS) :

- **Méditerranéennes/Atlantes** : *R. olivacea*, *R. corallina*, *R. phaseolina*, *R. canariensis*, *R. polita*.
- **Indo-Pacifiques** : *R. aerea*, *R. affinis*, *R. canaliculata*, *R. bednalli*, etc.

Tableau 2 : Tableau comparatif détaillé (*R. olivacea* vs 12 espèces proches), avec : L = longueur / l = largeur / H = hauteur

	Taille max (mm)	**L/l (ratio)**	**H/L (profil)**	**Sculpture valves**	**Couleur dominante**	**Distribution principale**	**Source**
R. olivacea	40	1,6 (ovale)	0,18 (élevé)	Granuleuse + arêtes diagonales	Vert-olive variable	Méditerranée	Spengler 1797 (WoRMS)
R. corallina	12	1,5 (ovale)	0,12 (moyen)	Côtes radiales nettes	Rouge-corail uni	Méditerranée	Risso 1826 (WoRMS)
R. phaseolina	25	1,8 (élancé)	0,14	Rayures fines longitudinales	Brun clair	Méditerranée	Monterosato 1879 (WoRMS)
R. canariensis	30	1,4 (large)	0,16	Côtes grossières	Jaune-brun	Canaries/Atlantique Est	d'Orbigny 1840 (WoRMS)
R. polita	20	1,7	0,15	Lisse-granuleuse	Brun poli	Méditerranée	Spengler 1797 (WoRMS)
R. aerea	25	1,7	0,09 (bas)	Granuleuse fine	Bleu cuivré	Indo-Pacifique	Reeve 1847 (WoRMS)
R. canaliculata	35	2,0 (fusiforme)	0,10	Côtes radiales profonds	Brun rayé	Indo-Pacifique	Quoy & Gaimard 1835 (WoRMS)
R. affinis	28	1,6	0,13	Arêtes obliques	Vert-brun	Indo-Pacifique	Issel 1869 (WoRMS)
R. stangeri	22	1,9	0,11	Côtes radiales fines	Marron rayé	Australie	Reeve 1847 (WoRMS)
R. bednalli	18	1,5	0,17 (élevé)	Granuleuse dense	Olive foncé	Australie/NZ	Pilsbry 1895 (WoRMS)
R. baliensis	10	1,6	0,12	Côtes micro-fines	Jaune pâle	Indonésie	Bullock 1989 (WoRMS)
R. mauritiana	32	1,5	0,14	Côtes diagonales	Vert-gris	Maurice/Océan Indien	Quoy & Gaimard 1835 (WoRMS)
R. tricostalis	15	1,8	0,10	3 Côtes radiales nettes	Brun	Japon	Pilsbry 1894 (WoRMS)

I.4.3 La classification de *Rhyssoplax olivacea* (L. Spengler, 1797) (WoRMS)

Règne : Animalia

Embranchement : Mollusca

Classe : Polyplacophora

Sous-classe : Neoloricata

Ordre : Chitonida

Sous-Ordre : Chitonina

Superfamille : Chitonoidea

Famille : Chitonidae

Sous-famille : Chitoninae

Genre : Rhyssoplax

Espèce : *Rhyssoplax olivacea*

Rhyssoplax olivacea, (Figure 13) chiton polyplacophore endémique de la Méditerranée et au littoral algérien, présente une aire de répartition étendue et une grande facilité d'identification et de manipulation. Ces atouts pratiques en font un organisme idéal pour les études écologiques de terrain. (**Mesli**, 2024)

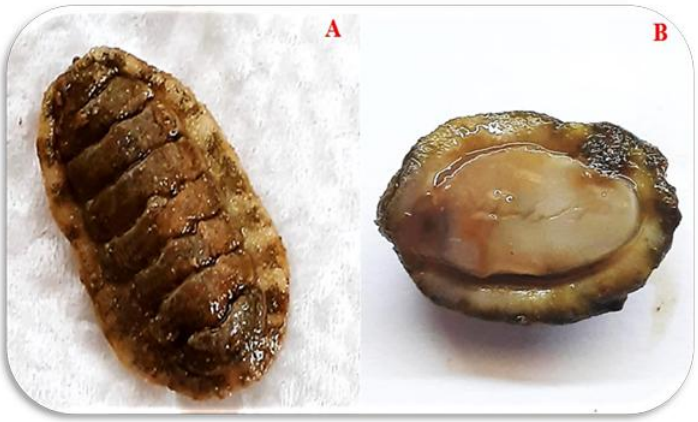


Figure 13 : Aperçu de l'organisme *Rhyssoplax olivacea* entier prise en 2019. (**Mesli**, 2024).

A : Face dorsale du corps ; B : Face ventrale du corps.

Sa coquille distinctive, formée de huit valves dorsales en aragonite et ceinturée d'une gaine périostracale (**Connors *et al***., 2012 ; **Van Der Wal *et al***., 1989), constitue un caractère unique parmi les mollusques (**Fischer**, 1988). Fixé sur des substrats durs, *R. olivacea* racle les algues épilithiques à l'aide de sa radula, et figure au menu de nombreux prédateurs :

poissons, crustacés, céphalopodes, gastéropodes, étoiles de mer et oiseaux de mer (**Connors**, 2014).

Occupant une position trophique intermédiaire dans les écosystèmes côtiers méditerranéens, *Rhyssoplax olivacea* traduit l'état de santé des habitats rocheux. Cette sensibilité en fait un outil pour le suivi temporel et spatial des pressions environnementales, contribuant ainsi directement à la gestion et à la protection du patrimoine littoral algérien (**Mesli**, 2024).

Historiquement, *Rhyssoplax olivacea* méditerranéen fut longtemps confondu avec *Rhyssoplax affinis* (typique de la mer Rouge et de Somalie), jusqu'à ce que **Yaron** (1973) démontre leur divergence morphologique nette (**Taousani**, 2025).

II. L'anatomie

Les Figures (14, 15) illustrent l'anatomie interne et externe du chiton. Ce mollusque marin de la classe Polyplacophora présente une symétrie bilatérale, régulièrement rencontré sur les substrats rocheux des zones intertidales à l'échelle mondiale. (**Kaas et Jones**, 1998).

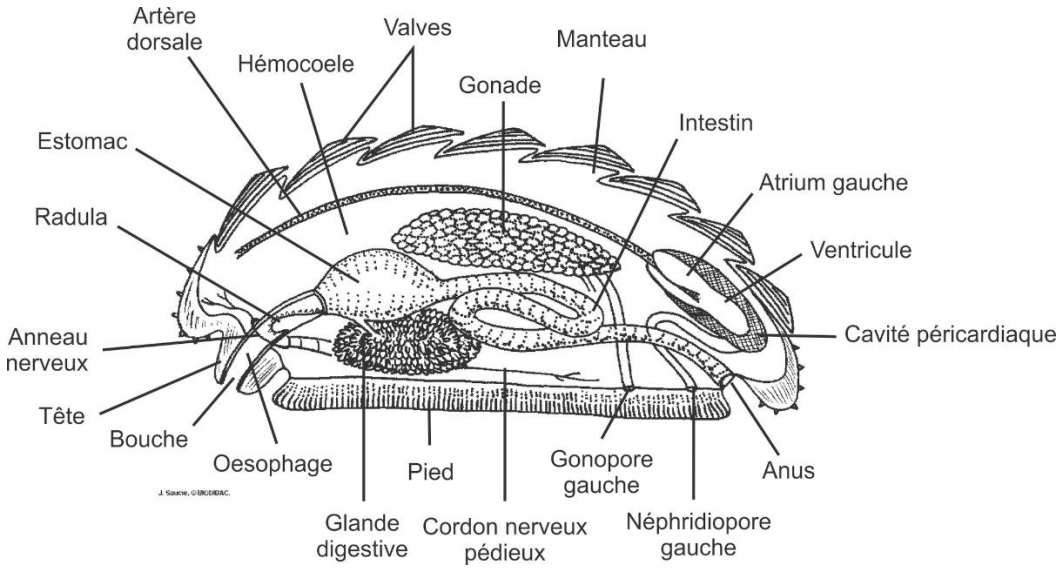


Figure 14 : Illustration de l'anatomie interne et externe du chiton (**Soucie, Josée**, 1995).

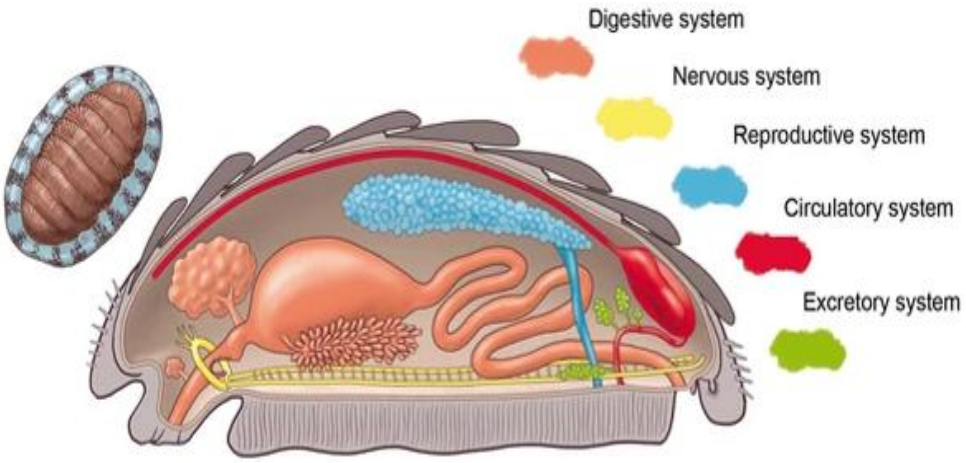


Figure 15 : Illustration de morphologie animale. Anatomie interne d'un exemple de mollusque polyplacophore: *Chiton tuberculatus* (**Blasco**, 2021).

II.1 Morphologie externe

II.1.1 Structure dorsale

L'organisation externe des chitons témoigne d'une remarquable stabilité évolutive, inchangée de manière substantielle depuis des millions d'années (**Sturm *et al***., 2006). L'enveloppe périphérique, ou périnotum, intègre harmonieusement les huit valves coquillières (Figure 16), formant une bordure souple autour de leur périmètre ; chez certaines espèces, des replis mantellaires recouvrent partiellement ou totalement ces plaques, agrémentés de spicules carbonatées, d'épines ou de pointes calcaires (**Haas**, 1981 ; **Scheltema**, 1993)

La coquille résulte d'une architecture complexe associant matrice organique et cristaux de carbonate de calcium polymorphes, conférant une robustesse mécanique exceptionnelle (**Ponder *et al***., 2020).

Les valves assurent une protection dorsale tout en préservant une flexibilité articulaire indispensable au déplacement sur des substrats accidentés, ainsi qu'à la posture défensive emblématique par enroulement en boule (**Connors *et al***., 2012 ; **Sigwart *et al***., 2015).

Chaque valve présente une structure de quatre couches distinctes : à l'extérieur, un propériostracum organique protecteur ; en dessous, un tegmentum mêlant carbonate de calcium et conchioline protéique ; puis une lame articulaire (articulamentum) en aragonite pure, qui s'étire latéralement indépendamment du tegmentum pour former les apophyses d'insertion de chaque valve ; enfin, un substratum interne au contact direct du manteau (**Singh et Rawat**, 2022).

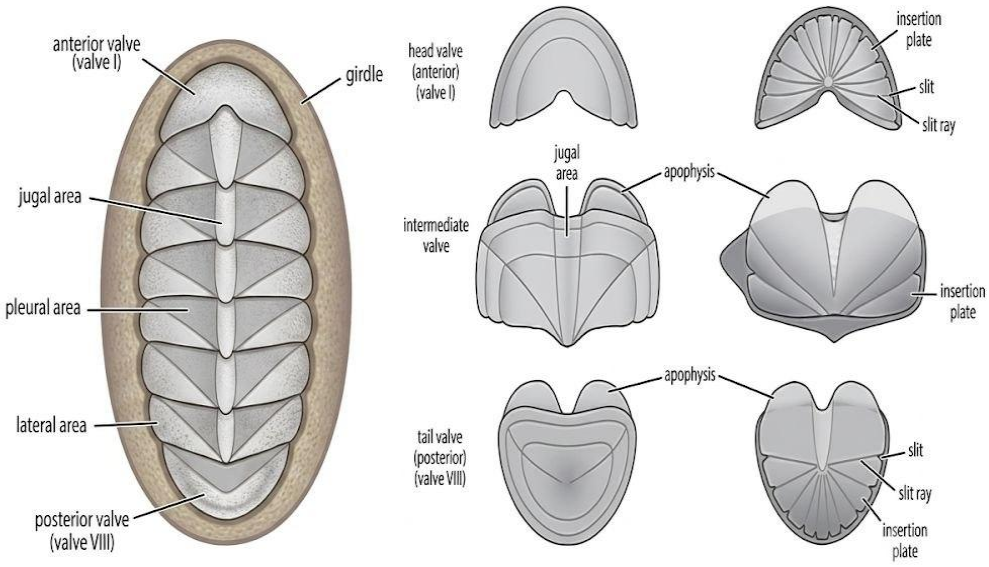


Figure 16 : Vue dorsale d'un chiton typique et terminologie des valves (Modifié d'après **Ponder *et al***., 2019).

II.1.2 Structure ventrale

La face ventrale (Figure 17, 18) se distingue par une tête rudimentaire abritant la cavité buccale équipée d'une radula, et un large pied musculaire ovale accolé au manteau, permettant une adhérence puissante aux supports rocheux (**Brusca et Brusca**, 2003 ; **Haszprunar**, 2001 ; **Ruppert *et al***., 2004 ; **Ponder *et al***., 2020).

Ce pied délimite une cavité palléale allongée et rétractile, bordée de sillons palléaux abritant des cténidies multiples (**Irisarri *et al***., 2020).

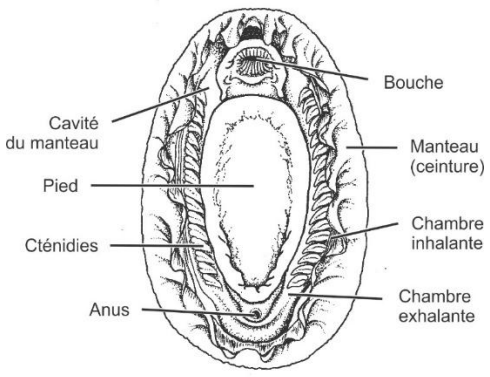


Figure 17 : Anatomie externe et caractéristiques principales de la face ventrale d'un polyplacophore (chiton) (**Livingstone, Ivy**, 1998)



Figure 18 : vue ventrale d'un *Rhyssoplax olivacea*, récolté à Sidi-Boucif (Algérie) (**Photo originale**, 2026)

II.2 Anatomie interne

II.2.1 Système sensoriel

Les chitons se caractérisent par une bouche ventrale antérieure, située devant leur célèbre pied « ventouse », mais sans structures sensorielles céphaliques. Traditionnellement réputés pour un système nerveux primitif, dépourvu de ganglions individualisés, ils surprennent pourtant par leur ingénieux réseau sensoriel (**Kaas et Van Belle**, 1985 ; **Moroz *et al***., 1994 ; **Stebbins et Eernisse**, 2009 **; Faller *et al***., 2012).

Le dispositif sensoriel dominant repose sur les esthètes (les pores innervés), ces pores innervés incrustés dans les valves coquillières (**Kaas et Van Belle**, 1985 ; **Sigwart *et al***., 2014) complété par divers organes sensoriels situés dans la cavité palléale ventrale (Figure 19). Cette dernière abrite plusieurs organes sensoriels : les organes de Schwabe, situés à la position antérieure ; les organes sensoriels latéraux, disposés sur les côtés. La cavité s'étire longitudinalement de chaque côté du pied (**Sigwart *et al***., 2014)

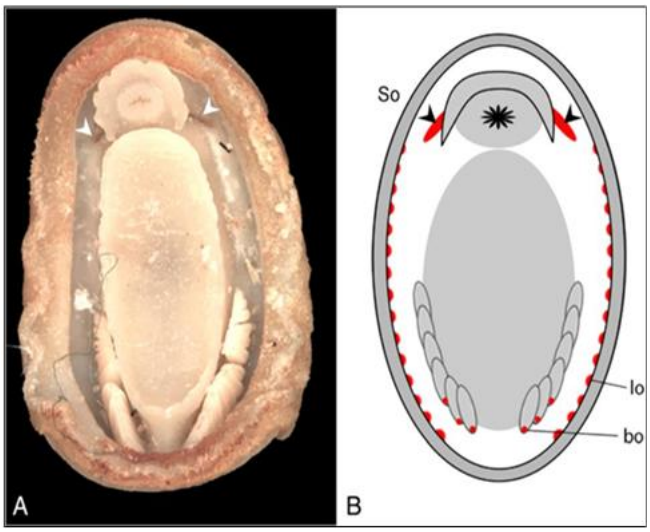


Figure 19 : Les organes sensoriels palléaux des chitons (**Sigwart *et al***., 2014).

A : Position de l'organe de Schwabe ; B : Schéma indiquant les organes sensoriels (généralisé). So : organes de Schwabe; lo : organes sensoriels latéraux ; bo : organes branchiaux.

Chez *Rhyssoplax olivacea*, les esthètes révèlent une photoréception fine alliée à la détection d'autres stimuli externes (**Fischer**, 1978 ; **Fischer et Renner**, 1978). Leur morphologie variant selon les lignées chitoniennes, ces différences expliqueraient les comportements photomédiés distincts entre groupes (**Speiser *et al***., 2014 ; **Chappell *et al***., 2023).

Rhyssoplax olivacea possède également une structure chimiosensorielle postérieure caractéristique : une bande épithéliale pigmentée en relief, postérieure aux cténidies et s'étendant vers l'anus dans la cavité palléale (**Haszprunar**, 1987 ; **Lindberg**, 2001 ; **Haszprunar *et al***., 2002).

II.2.2 Système nerveux

Sumner-Rooney et Sigwart (2017) ont montré que le système nerveux des chitons est bien plus complexe qu'on ne le pensait (Figure 20). Longtemps, on considérait les chitons comme primitifs, donc leur système nerveux l'était aussi. Mais, en réalité, ils possèdent un cerveau et un système nerveux sophistiqué.

Chez *Rhyssoplax olivacea*, le système nerveux forme un anneau nerveux circumoesophagien (ou cérébrobuccal) autour de la partie buccale, typique de nombreux invertébrés Protostomiens (**Ponder *et al***., 2019).

À l'avant, il crée une commissure nerveuse juste devant la valve céphalique, à l'arrière, cet anneau se divise en deux paires de cordons nerveux qui courent longitudinalement : une paire longe le pied (cordons ventraux ou pédieux), l'autre pénètre la ceinture musculaire (cordons palléaux latéraux) jusqu'à la cavité palléale (**Richter *et al***., 2010).

L'ensemble s'organise principalement médio-latéralement. Les nerfs buccaux et ganglions dépassent l'anneau à l'avant et à l'arrière, leurs centres se trouvant positionnés au bord antérieur, côté dos (**Sumner-Rooney et Sigwart**, 2017 ; **Ponder *et al***., 2019).

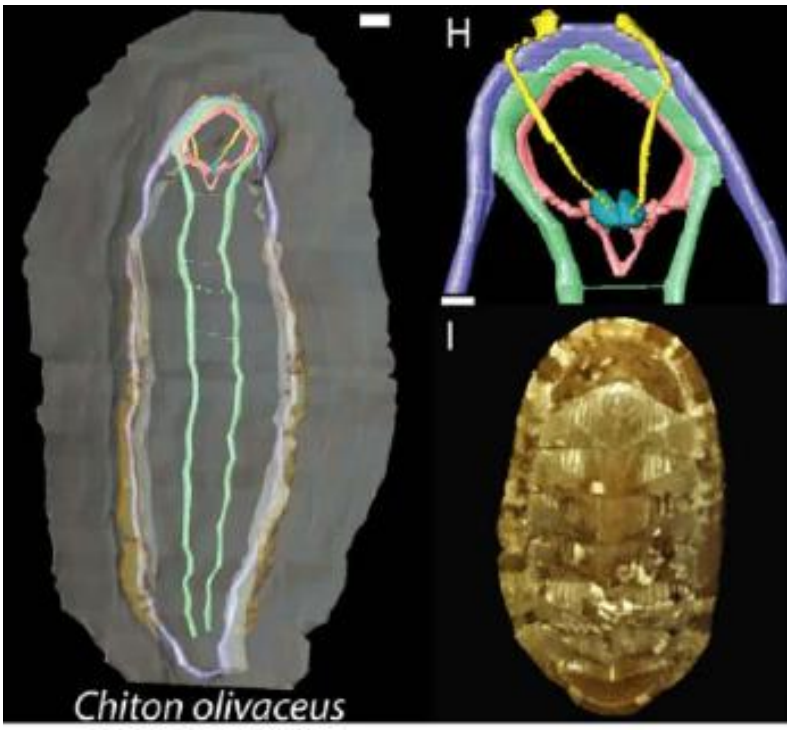


Figure 20 : Modèles tomographiques du corps et du système nerveux de *Rhyssoplax olivacea* (anciennement appelé *Chiton olivaceus*) (**Sumner-Rooney and Sigwart**, 2017).

Corps entier, vue ventrale (barre d'échelle **H** = 500 µm) ; Anneau nerveux circumoesophagien, vue dorsale (barre d'échelle **I** = 250 µm). Violet : Cordons et voies nerveuses latérales. Vert : Cordes et voies nerveuses ventrales. Rose : Voies cérébrales. Jaune : Ganglions et nerfs buccaux. Bleu turquoise : Ganglions et nerfs sous-radiculaires.

II.2.3 Système digestif

Le système digestif des chitons forme un tube complet et linéaire comprenant bouche, cavité buccale avec radula (organe râpeux denté) et glande salivaire, œsophage avec glandes sucrières, estomac, paire de glandes digestives, intestin divisé en deux parties (absorption antérieure et compaction fécale postérieure) et anus (**Lobo-da-Cunha *et al***., 2021).

Sirenko (2000) et **Sigwart et Schwabe** (2017) ont montré que, malgré une apparence similaire, les chitons adoptent plusieurs stratégies alimentaires distinctes, à savoir : les détritivores, les herbivores, les brouteurs omnivores (les plus communs sur les côtes) et les brouteurs carnivores…

La longueur intestinale varie selon le régime :

- **Les prédateurs** (ex : *Placiphorella velata*) ont un tube court.
- **Les herbivores** (ex : *Cryptochiton stelleri*) ont un intestin très long (plus de 8 fois la taille du corps)

Cette variabilité s'exprime même au sein de clades proches comme les Mopalioidea (**Sigwart et Schwabe**, 2017).

Chez les chitons, la radula est l'organe le plus important. Souvent organisée en 17 dents par rangée avec magnétite sur les latéraux majeurs, demeure hautement conservée malgré les différents régimes distincts (**Lowenstam**, 1962 ; **Sigwart et Schwabe**, 2017). Ni longueur relative, ni degré de minéralisation, ni densité dentaire ne varient significativement selon le type alimentaire ; seuls herbivores et prédateurs montrent des ratios légèrement supérieurs. La variation intra-spécifique (jusqu'à 20%) masque souvent les tendances interspécifiques (**Sigwart et Carey**, 2014).

Cette membrane chitineuse porte des centaines de rangées dentaires, disposées en quinconce transversal et longitudinal, revêtues de magnétite et apatite (minéraux très durs), parmi les biomatériaux les plus durs et rigides du règne animal (**Lowenstam**, 1967 ; **Wang *et al***., 2022 ; **Singh et Rawat**, 2022).

Cette bande râpeuse (Figure 21) permet un grattage continu du biofilm algal et des micro-organismes incrustés sur les galets, y compris les algues corallines les plus résistantes (**Mesli *et al***., 2023).

Le renouvellement des dents s'effectue dynamiquement au sein du « sac radulaire » : de nouvelles unités se forment à l'arrière, mûrissent dans la zone de biominéralisation (où se déposent les minéraux), puis ils intègrent dans la zone de travail antérieure pour l'alimentation (Figure 21) (**Shaw *et al***., 2008 ; **Sigwart et Schwabe**, 2017).

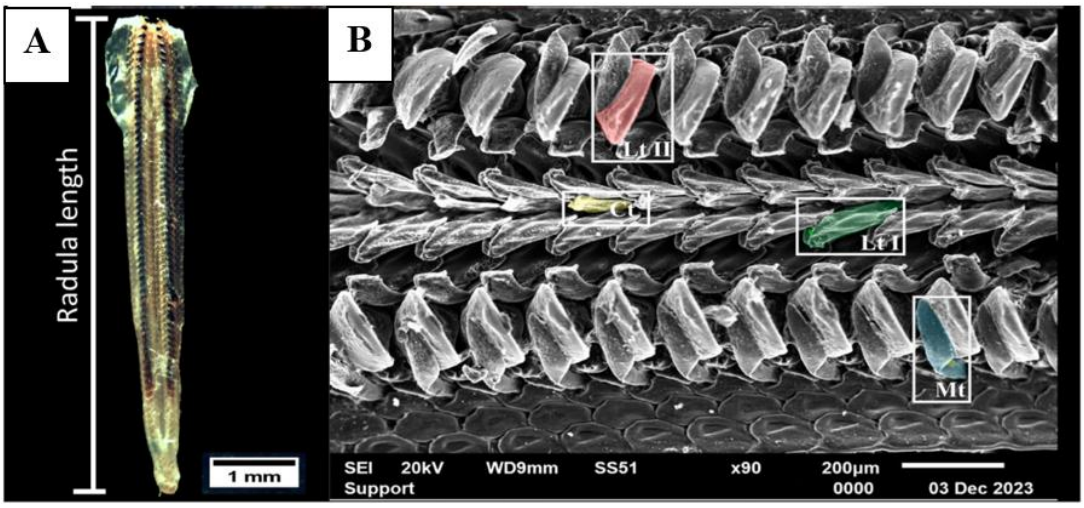


Figure 21 : Photographie macroscopique la longueur de la radula et les dents. (**Mygdalias *et al***., 2024)

A :Photographie macroscopique du grattoir montrant sa longueur. B : Photographie des dents du grattoir prise au microscope électronique à balayage. Les différentes couleurs indiquent les différents types de dents : orange – dent latérale externe, jaune dent centrale, vert – dent latérale interne, bleu – dent périphérique.

Métabolisme du fer, une adaptation unique :

Les polyplacophores (chitons) se distinguent par une concentration exceptionnelle de fer dans leur liquide sanguin (hémolymphe), directement liée à la formation de magnétite (minéral ferreux Fe_3O_4) dans leurs dents, ce qui constitue la seule production biologique connue de ce minéral (**Kim *et al***., 1988 ; **Forli et Guerrini**, 2022).

Ce métabolisme très exigeant les oblige à piéger et recycler continuellement de grandes quantités de fer, malgré le risque de dommages cellulaires (stress oxydatif) causé par le fer libre (**Kim *et al***., 1989 ; **Shaw *et al***., 2002 ; **Shaw *et al***., 2010 ; **Dixon et Stockwell**, 2014).

Deux formes légèrement différentes de ferritine (protéine qui stocke le fer) viennent d'être identifiées et assurent l'équilibre du fer dans l'organisme (homéostasie ferreuse) (**Kim *et al***., 1988 ; **Varney *et al***., 2021).

II.2.4 Système circulatoire

Chez les mollusques, le cœur comprend généralement de 1 à 4 paires d'oreillettes et un ventricule fusionné, avec des exceptions comme les scaphopodes ou céphalopodes coléoïdes qui ont des cœurs branchiaux supplémentaires (**Luchtel *et al***., 1997 ; **Budelmann *et al***., 1997).

Le sang (hémolymphe) circule dans des espaces appelés sinus et lacunes sans revêtement interne (endothélium), sauf dans l'aorte et chez certains gastéropodes et céphalopodes. L'oxygène est majoritairement transporté par un pigment appelé hémocyanine, mais certains groupes utilisent l'hémoglobine ou la myoglobine dans les muscles. Les cellules sanguines (hémocytes) assurent l'immunité, tandis que les rhogocytes (cellules poreuses) filtrent, détoxifient les métaux et recyclent les protéines respiratoires et servent probablement de cellules à calcium pour la coquille (**Haszprunar**, 1996 ; **Dallinger *et al***., 2005 ; **Kokkinopoulou *et al***., 2014 ; **Sminia *et al***., 1976).

Chez les polyplacophores (chitons), le cœur et le système circulatoire sont liés au péricarde et aux reins (métanéphridies), formés d'un même tissu embryonnaire commun (Anlage cœlomique commun) (Figure 22) (**Baeumler *et al***., 2012 ; **Ökland**, 1980, 1981).

Le développement montre que le cœur mûrit avec les reins à partir d'un précurseur impair au stade 3-4, devenant bien différencié au stade 8 (0,62 mm) avec un ventricule musculaire et des auricules latérales (**Baeumler *et al***., 2012).

Le cœur adulte pompe le sang vers le péricarde pour créer la pression nécessaire à la filtration sanguine (**Baeumler *et al***., 2012 ; **Morse et Reynolds**, 1996). Ce complexe primitif chez les chitons conserve des caractères anciens typiques des mollusques (**Haszprunar**, 2000 ; **Salvini-Plawen**, 1972).

II.2.5 Système excréteur

Les mollusques sont considérés comme cœlomates (animaux avec cavité corporelle secondaire) mais pas cœlomates comme les annélides, car leur cavité est surtout remplie de tissus, muscles et espaces sanguins (**Salvini-Plawen et Bartolomaeus**, 1995). Chez l'adulte, la filtration du sang (ultrafiltration) se fait par des cellules spécialisées appelées podocytes depuis le cœur vers le péricarde (cavité entourant le cœur), avec des variantes selon les groupes (**Morse et Reynolds**, 1996).

Dès les chitons (polyplacophores), le canal péricardique devient un rein fonctionnel de type métanéphridien (filtre une grande cavité primaire vers une seconde plus petite) (Figure 22), bien que son origine commune avec d'autres animaux reste discutée (**Ruppert et Smith**, 1988).

Le système excréteur des chitons est fonctionnel dès 0,62 mm de longueur, étroitement lié au cœur et péricarde (**Baeumler *et al***., 2012). Il comprend le péricarde, des canaux péricardico-rénaux pairs, des reins et des canaux excréteurs, tous situés à l'arrière de l'animal (**Baeumler *et al***., 2012). Le développement débute vers 0,4 mm après fixation larvaire à partir d'un tissu embryonnaire impair, passant par 4 stades (**Baeumler *et al***., 2012) :

- Stades 3-4 : Apparition initiale.
- Stades 5-7 : Différenciation des reins pairs.
- Stades 8-9 : Mise en fonctionnement.
- Stades 10-16 : Maturation finale.

Les podocytes apparaissent simultanément avec le cœur, présentant des fentes de filtration de 20-30 nm (**Baeumler *et al***., 2012).

Chez l'adulte, le filtrat primaire est filtré par les podocytes péricardiques, puis transporté vers les reins par les battements cardiaques ou la ciliature (**Baeumler *et al***., 2012 ; **Morse et Reynolds**, 1996 ; **Ökland**, 1980, 1981). Les reins réabsorbent l'eau et les sels grâce à leurs microvillosités, puis l'urine finale sort par des canaux ciliés vers la rainure du manteau (**Baeumler *et al***., 2012).

Le système adulte partage de nombreuses caractéristiques avec les reins larvaires, suggérant une homologie évolutive (**Baeumler *et al***., 2011, 2012). Des similarités structurales entre mollusques et annélides indiquent une homologie cellulaire et organique de ces systèmes (**Bartolomaeus et Quast**, 2005 ; **Ruppert et Smith**, 1988 ; **Haszprunar**, 1996 ; **Baeumler *et al***., 2012).

Intégration excrétrice-circulatoire :

L'activité cardiaque (battements du cœur) aide à transporter le filtrat sanguin primaire produit par des cellules spécialisées appelées podocytes vers des canaux ciliés, créant ainsi un lien direct entre le système circulatoire et le système excréteur (**Baeumler *et al***., 2012).

La filtration du sang (ultrafiltration) se produit depuis les espaces sanguins (hémocèle) vers la cavité entourant le cœur (péricarde) grâce aux podocytes qui possèdent des fentes de filtration de 20-30 nm de largeur (**Baeumler *et al***., 2012).

Les battements cardiaques fournissent une pression supplémentaire qui favorise ce processus de filtration, montrant une coordination fonctionnelle entre circulation et excrétion (Figure 22) (**Baeumler *et al***., 2012).

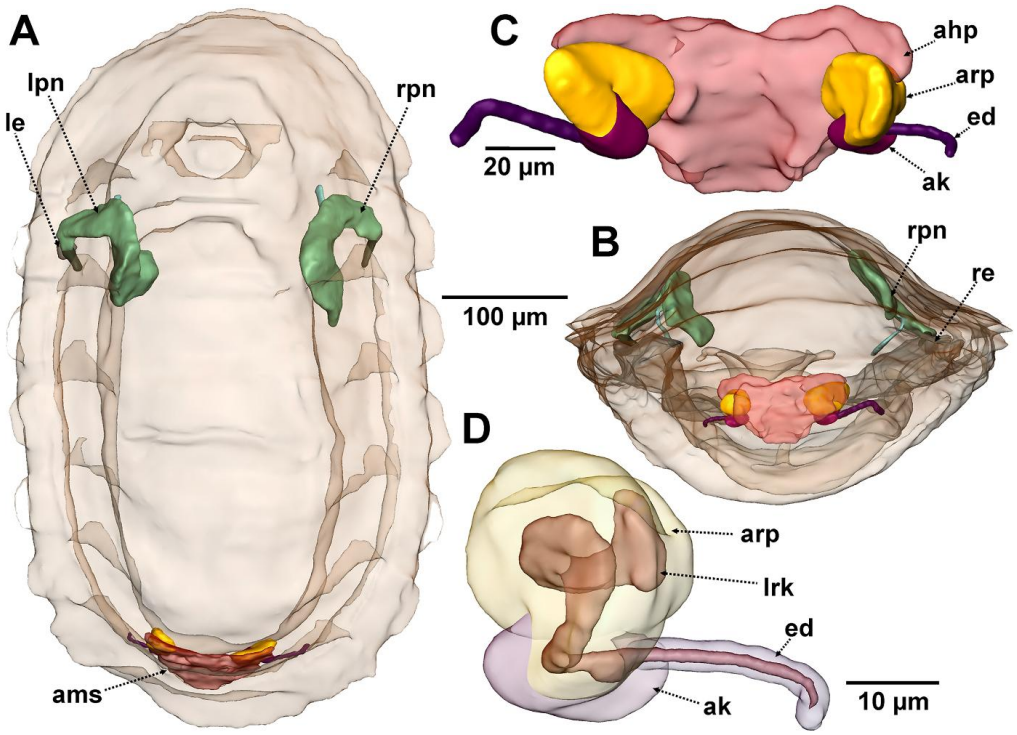


Figure 22 : Stade de développement du système métanéphridial chez *Lepidochitona corrugata*, avec différenciation des composants individuels (**Baeumler *et al***., 2012).

A, B. Spécimen entier vu de dos et de l'arrière (surface externe transparente). C. Ébauche du système métanéphridial et du complexe péricarde/cœur, vue de face. D. Composants néphridiens gauches avec surface externe transparente et lumière interne, vue de face.

ahp, ébauche du cœur et du péricarde ; ak, ébauche du rein ; ams, ébauche des métanéphridies et du complexe péricarde/cœur ; arp, ébauche du canal rénopéricardique ; ed, canal néphridien efférent ; le, œil gauche ; lpn, protonéphridium gauche ; lrk, lumière du canal rénopéricardique et ébauche rénale ; re, œil droit ; rpn, protonéphridium droit.

II.2.6 Système reproducteur

L'appareil reproducteur comprend une gonade (glande sexuelle) unique médiodorsale, sous forme de tube à paroi conjonctive musculeuse (Figure 23) doublée d'épithélium germinal, producteur de gamètes et cellules folliculeuses (**Higley et Heath**, 1912 ; **Matthews**, 1956 ; **Nimitz**, 1964 ; **Selwood**, 1968 ; **Richter et Götting**, 1974).

Des vaisseaux sanguins ciliés (revêtus de cils vibratiles), connectés à l'aorte dorsale (vaisseau principal), facilitent la circulation et l'expulsion des gamètes vers les gonoductes (canaux reproducteurs) (**Selwood**, 1968 ; **Gaymer *et al***., 2004 ; **Abadia-Chanona**, 2015).

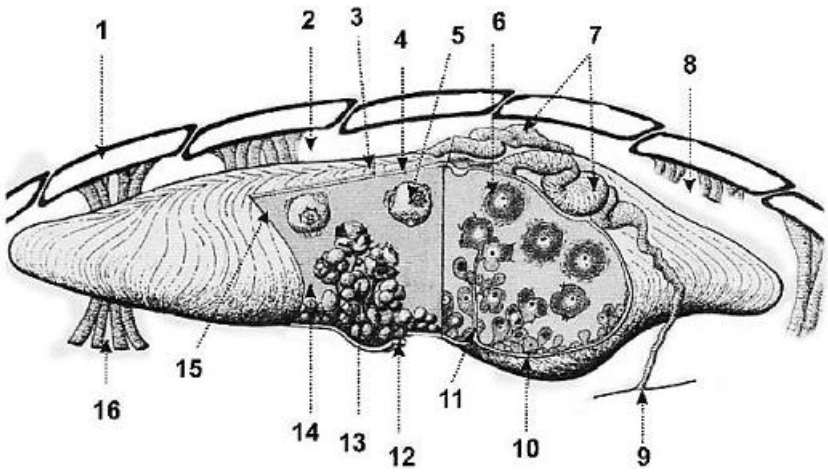


Figure 23 : Description de la structure interne de la gonade chez un chiton femelle (Modifié d'après **Richter**, 1986).

1) plaques, 2) emplacement de l'aorte, 3) paroi dorsale de la gonade, 4) épithélium cilié, 5) ovocyte avec follicule, 6) oviductes matures, 7) oviductes, 8) emplacement du péricarde, 9) gonopore, 10) épithélium germinatif et/ou plaques de tissu germinatif, 11) plis de tissu germinatif, 12) paroi gonadique ventrale, 13) ovocytes secondaires, 14) lumière ventrale, 15) lumière dorsale, 16) muscle ventral dorsal.

III. Biologie

III.1 Alimentation et nutrition

La majorité des chitons adoptent un régime omnivore, consommant indifféremment micro-organismes animaux, lamelles d'algues et particules détritiques du substrat rocheux (**Sigwart et Schwabe**, 2017).

D'autres espèces se montrent plus sélectives, ciblant les algues épilithiques (surface des rochers) et endolithiques (incrustées dans le substrat), en grattant le substrat, utilisant leur radula puissante (**Moles *et al***., 2021 ; **Mesli *et al***., 2023).

Les petits chitons privilégient les diatomées raclées sur les galets, tandis que les grandes espèces s'attaquent à de larges plaques algales (**Eernisse**, 2007).

Leur activité alimentaire suit un rythme nocturne-circadien : terrés dans les anfractuosités le jour pour éviter dessiccation et prédateurs, ils sortent lors des marées basses nocturnes pour brouter, retournant ensuite à l'abri où débute la digestion diurne (**Eernisse *et al***., 1994 ; **Fontoura-da-Silva *et al***., 2013).

Rhyssoplax olivacea, comme la plupart des chitons intertidaux, est un brouteur marin, grattant à l'aide de sa radula macro et microalgues épilithiques (biofilms de surface) et surtout endolithiques (foreuses minérales). Ce processus arrache systématiquement une fine couche rocheuse, faisant des chitons d'excellents bioérodants de la zone intertidale (**Kázmér et Taborsky**, 2012 ; **Kázmér *et al***., 2015 ; **Collareta *et al***., 2023).

III.2 Respiration

Pour assurer le transport de l'oxygène à travers leur organisme, les chitons s'appuient sur l'hémocyanine, protéine respiratoire cuivrique propre aux mollusques, distincte de celle des arthropodes malgré l'homonymie (**Eernisse**, 2007).

Le système respiratoire repose sur les cténidies (branchies) (**Schwabe**, 2010). Leur nombre varie grandement entre espèces, voire au sein d'un même genre, et augmente avec l'âge de l'individu. Un adulte de grande taille possède en moyenne 35 cténidies par côté. Chaque branchie présente un axe médian robuste bordé de lamelles foliacées antéro-postérieures (**Fischer *et al***., 1990).

Selon **Eernisse** (2007), le chiton étalé à marée basse, dont les branchies sont partiellement exposées, pourrait pratiquer une respiration aérienne complémentaire, à condition que ses

branchies ne s'assèchent pas. L'air offrant alors une teneur en oxygène supérieure à celle de l'eau en cette période (marée basse).

Chez *Rhyssoplax olivacea*, les cténidies sont de type holobranchies, uniformément réparties sur toute la longueur du sillon palléal (**Fischer *et al*.**, 1990 ; **Schwabe**, 2010 ; **Ponder *et al*.**, 2019).

III.3 Reproduction

III.3.1 Caractéristiques générales (sexuelles) et cycles reproductifs

La quasi-totalité des chitons sont gonochoriques (à sexes séparés), avec seulement trois exceptions présentant un hermaphrodisme occasionnel : *Lepidochitona caverna*, *L. fernaldi* (côte pacifique) et *Plaxiphora aurata*, où coexistent gamètes mâles et femelles dans la même gonade (**Eernisse**, 2007 ; **Buckland-Nicks et Eernisse**, 1993 ; **Scarano et Ituarte**, 2009 ; **Strathmann**, 2017).

Selon une ancienne étude de **Sabatier** (1886) et une nouvelle d'**Abadia-Chanona** (2015, 2016) un dimorphisme sexuel discret se manifeste par la coloration spécifique des gonades selon le sexe.

Les gonades des chitons sont de couleur verte pour les femelles et de couleur saumon pour les mâles (Figure 24) (**Abadia-Chanona *et al*.**, 2018)

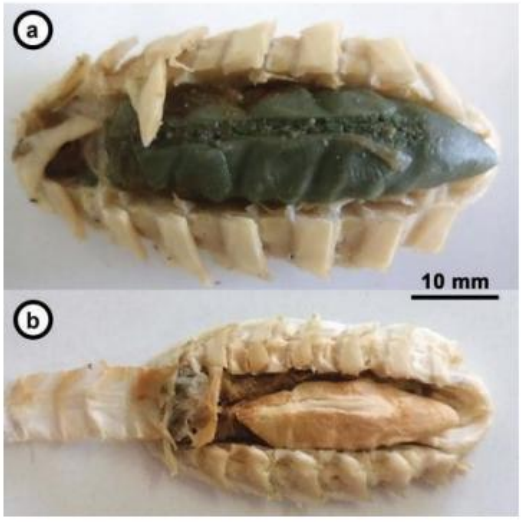


Figure 24 : Représentation de la couleur des gonades de l'espèce *Chiton artificatus*. (**Abadia-Chanona *et al*.**, 2018)

a. Gonade de couleur verte correspondant aux individus femelles. b. Gonade de couleur saumon correspondant aux individus mâles.

La ponte a lieu principalement au printemps / été, avec des cycles de production de gamètes (la gamétogenèse) annuels liés à la proportion de gonades et à la masse corporelle (**Strathmann**, 2017). Les facteurs déclencheurs incluent la floraison du phytoplancton, les cycles de marées, la photopériode et les cycles lunaires, mais ces données restent partiellement méconnus (**Abadia-Chanona *et al***., 2018).

III.3.2 Fécondation et modes de développement

Sur les 800 espèces recensées, la plupart sont ovipares (pondent des œufs). 30 espèces libèrent leurs œufs dans la fente palléale, et un cas d'ovoviviparité (développement dans l'organisme maternel) existe chez *Calloplax vivipara* (15 embryons observés) (**Strathmann**, 2017).

La fécondation est externe (**Ruppert *et al***., 2004). Les mâles frayent en premier, libérant des substances stimulantes dans le liquide séminal qui déclenchent la ponte femelle (**Baur**, 1998). Les spermatozoïdes, sans acrosome mais à protubérance antérieure longue, montrent une chimiotaxie (mouvement dirigé par des signaux chimiques) spécifique et s'activent dans l'eau de mer (**Strathmann**, 2017).

Selon **Abadia-Chanona *et al***., (2018) les pontes des œufs ne se font pas en une seule fois, elles se succèdent sur des jours, voire des mois.

III.3.3 Enveloppes ovulaires et développement embryonnaire

Chaque œuf est protégé par une fine membrane et une enveloppe au relief spécifique (**Strathmann**, 2017). Les scientifiques ne sont pas encore sûrs de l'origine de cette enveloppe : vient-elle des cellules voisines de l'ovaire (follicule ovarien), de l'ovocyte lui-même, ou des deux ? (**Abadia-Chanona *et al***., 2018).

Seules les deux premières hypothèses expliqueraient la présence de ce qu'on appelle le "chorion" (coquille externe) décrit par **Strathmann** (2017).

Après fécondation externe, l'espace sous-membrane s'élargit, les corps polaires sont expulsés (précédés d'un aplatissement polaire animal), aboutissant à une larve trochophore (larve primitive nageuse) lécithotrophe (nourrie par réserves yolks) pélagique (Figure 25) (**Wanninger et Haszprunar**, 2002). Cette larve munie d'une touffe apicale sensorielle, nage librement de quelques minutes à quelques jours (**Ponder *et al***., 2019).

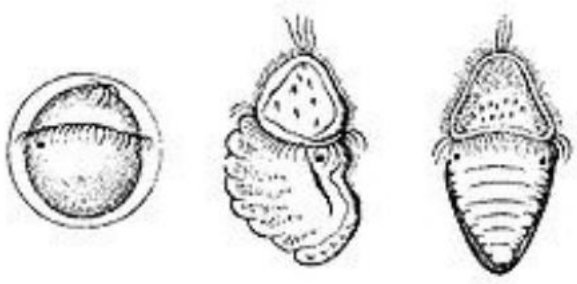


Figure 25 : Développement d'un polyplacophore, (**Taousani**, 2025)

De gauche à droite : stade larvaire trochophore, larve métamorphique, jeune polyplacophore.

En l'absence de données spécifiques, *Rhyssoplax olivacea* suivrait vraisemblablement le modèle gonochorique ovipare typique des chitons intertidaux méditerranéens : frai printanier synchronisé (mâles frayant premiers), larves trochophores pélagiques courtes, calées sur les cycles marémotrices et la floraison phytoplanctonique.

III.4 Biominéralisation

Les chitons réalisent la biominéralisation à trois endroits distincts : la coquille (valves), la ceinture (périnotum) et les dents de radula. (**Lowenstam et Weiner**, 1989 ; **Macey *et al***., 1994 ; **Mann**, 2001 ; **Treves *et al***., 2003).

III.4.1 Biominéralisation de la radula

La radula chitonienne, particulièrement longue (plus de la moitié du corps), est gainée de tissu nourricier assurant sa croissance continue (**Brooker *et al***., 2003 ; **Sigwart et Carey**, 2014).

Elle compte des centaines de dents minéralisées, principalement en « magnétite » (Fe_3O_4), de ferrihydrite et d'apatite calcique, structurées par une matrice d'α-chitine qui guide la cristallisation (**Lowenstam**, 1962 ; **Stockdale *et al***., 2009 ; **Sun *et al***., 2023).

Les cuspides dentaires se renforcent d'une couche magnétitique permettant de racler les substrats les plus durs. Les chitons produisent une nouvelle rangée tous les 3 jours tout au long de leur vie, les dents s'usant rapidement lors du broutage (**Varney *et al***., 2021, 2022). Ce renouvellement exige un transport massif de minéraux via l'hémolymphe, assuré par la ferritine – protéine clé également présente dans l'épithélium radulaire (**Kim *et al***., 1988 ; **Varney *et al***., 2021).

La minéralisation suit un gradient : fer dès la rangée 13, calcium/phosphore à la rangée 35, maturité complète à la rangée 40 (Figure 26) (**Shaw *et al***., 2008).

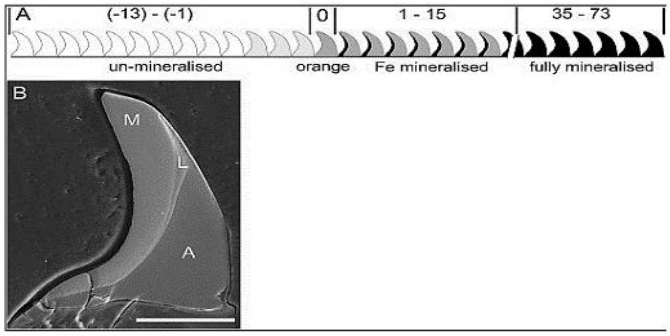


Figure 26 : Structure générale de la radula et de la cuspide des dents du chiton (**Stockdale *et al***., 2009).

(A) Schéma du développement des rangées de dents le long de la radula montrant les stades de minéralisation croissante en fonction à la rangée de dents ; (B) Micrographie d'une cuspide de dent indiquant les régions minérales distinctes. Abréviations : M, magnétite ; L, lépidicrocite ; et A, apatite de calcium. Barre d'échelle : 5100 µm.

la composition chimique et mécanique des dents varie selon les espèces, reflétant leurs préférences alimentaires et servant même de critère taxinomique (**Solem**, 1972 ; **Krings *et al***., 2019).

La dent latérale majeure, extrêmement dure, est spécialisée dans le grattage des substrats résistants (**Krings *et al***., 2022a ; **Towe et Lowenstam**, 1967 ; **Brooker *et al***., 2006 ; **Brooker et Macey**, 2001).

Chez *Rhyssoplax olivacea*, la magnétite se présente en granules chitinisés formant la couche limite des cuspides dentaires allongées de la radula (**van der Wal *et al***., 1989).

III.4.2 Biominéralisation de la coquille

Selon **Peebles** (2017) les valves sont exclusivement en « aragonite » ($CaCO_3$). organisées en quatre couches superposées (Figure 27) (**Sturm *et al***., 2006 ; **Kocot *et al***., 2021) :

- **Properiostracum** : fine couche aragonitique superficielle
- **Tegmentum** : épaisse, colorée, sculptée, mêlant organique/inorganique, contenant les canaux esthètes sensoriels
- **Articulamentum** : aragonite pure aux régions antérieures, formant les apophyses (superposition valve précédente) et plaques d'insertion latérales reliant à la ceinture

- **Substratum interne** au contact du manteau Chez *Rhyssoplax olivacea*, les valves suivent le schéma aragonitique classique à quatre couches.

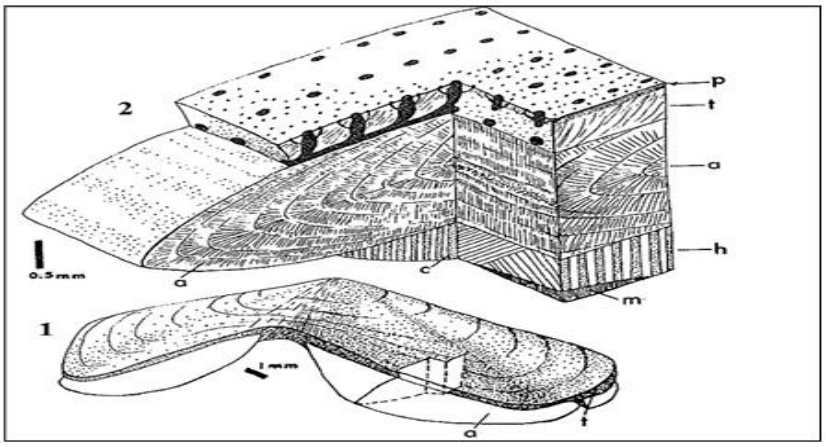


Figure 27 : Structure d'une valve de la coquille du chiton (**Kocot *et al***., 2021).

1 : Valve à coquille entière avec la zone de découpe correspondant à l'agrandissement d'en haut ; 2 : Agrandissement montrant les couches de la coquille. Abréviations : a, articulamentum ; c, structure lamellaire croisée de l'hypostracum ; h, hypostracum ; m, myostracum ; pp, properiostracum (cuticule) ; t, tegmentum. Modifié d'après Haas (1976).

III.4.3 Biominéralisation de la ceinture

La ceinture mantellique enveloppant les valves partage la même cuticule glycoprotéique que la coquille (**Kocot *et al***., 2021). Dorsalement, elle porte de petits organes sensoriels proches des esthètes ; ventralement, de fines écailles aragonitiques (**Ponder *et al***., 2019).

IV. Ecologie

IV.1 Habitats et Répartition

Les chitons colonisent des substrats caillouteux méso- et subparalittoraux peu profonds à l'échelle planétaire, exerçant une influence déterminante sur leurs habitats en tant que brouteurs structurants (**Sigwart**, 2009 ; **Kaas *et al***., 2006 ; **Dethier et Duggins**, 1984 ; **Elahi et Sebens**, 2013). On les rencontre sur les côtes rocheuses intertidales mondiales, depuis la marée moyenne haute jusqu'à plus de 4 000 m de profondeur, dans les eaux tropicales, tempérées et polaires froides – des Caraïbes à l'Asie du Sud, des côtes atlantiques américaines à la Méditerranée (**Singh et Rawat**, 2022). Ils partagent l'espace intertidal avec gastéropodes et bivalves, malgré la rudesse de cet environnement (**Ponder *et al***., 2019).

Membre emblématique des Chitonidae, *Rhyssoplax olivacea* domine les biocénoses méditerranéennes, où il figure parmi les espèces les plus communes (**Strack**, 1988 ; **Koukouras et Karachle**, 2004). Sa répartition s'étend de la Méditerranée orientale au sud du Portugal, avec une extension marginale dans l'Atlantique Nord-Est (Tanger, côtes sud-portugaises) (**Dell'Angelo et Smriglio**, 2001 ; **Kaas *et al***., 2006 ; **Crocetta *et al***., 2014).

Ce chiton endémique des eaux côtières méditerranéennes occupe principalement des roches dures (Figure 28), mais aussi algues calcaires, éponges et anthozoaires, entre 0,5 et 62 m de profondeur (**Koukouras et Karachle**, 2004).



Figure 28 : Photographie de *Rhyssoplax olivacea*, sur la face inférieure des rochers (**Zachos**, 2022)

Agios Stefanos, Pagasistikos Gulf, Central Aegean Sea (photo by D.S. Zachos, 25 November 2022)

Des études récentes ont traité la dynamique de ses populations (taille et croissance), mais on sait encore peu sur ses autres caractéristiques écologiques (**Varkoulis *et al***., 2023).

Sa position trophique en fait un bio-indicateur clé pour la conservation, la gestion des écosystèmes méditerranéens et leur santé spatio-temporelle (**Dell'Angelo et Smriglio**, 2001 ; **Koukouras et Karachle**, 2005 ; **Crocetta *et al***., 2014 ; **Mesli**, 2024).

IV.2 Locomotion et Comportement

Les chitons progressent grâce à des contractions musculaires ondulatoires se propageant le long de leur large pied ventral, assurant un déplacement lent mais résolu sur les substrats irréguliers (**Voltzow**, 1988 ; **Kuroda *et al***., 2014). (Vidéo de déplacement URL)

Plusieurs espèces manifestent une fidélité au site marquée, retournant systématiquement à leur refuge après les phases d'alimentation (**Yoshioka et Fujitani**, 2006 ; **Aguilera et Navarrete**, 2011 ; **Montecinos *et al***., 2020).

Ce comportement s'appuie sur leur système sensoriel sophistiqué : les esthètes coquilliers, sensibles à la lumière, fournissent une cartographie précise de l'environnement (**Kingston *et al***., 2018).

Les études de **Yoshioka et Fujitani** (2006) ont démontré que ces mollusques pratiquent un véritable « autoguidage géographique ». Par ailleurs, **Montecinos *et al***. (2020) ont identifié des « signaux chimiques » émis par le mucus du pied, servant de retrouver le chemin vers le refuge.

Rhyssoplax olivacea, typique des plateformes rocheuses méditerranéennes, adopterait vraisemblablement ces stratégies conservatrices : locomotion ondulatoire diurne/nocturne et fidélité au site guidée par photoréception et traces muqueuses, optimisant sa survie en zone intertidale exposée.

Vidéo : Déplacement de Rhyssoplax olivacea à Cabria (Espagne), (**Université de Grenade**, 2025)

Observée le 27 juillet 2025 à Cabria, Espagne, à une profondeur de 4 m, https://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/moluscos/clase-polyplacophora/rhyssoplax-olivacea/

IV.3 Mode de vie et Défense

Les chitons affrontent une gamme étendue de prédateurs : gastéropodes et céphalopodes foreurs, crabes et homards pinceurs, poissons et langoustes mordants, étoiles de mer infiltrantes, voire oiseaux côtiers (**Randall**, 1967 ; **Louda**, 1979 ; **Mather**, 1991 ; **Cox *et al***., 1997 ; **Hor et Noda**, 2001 ; **Ponder *et al***., 2019). Ces attaques ciblent les faiblesses entre valves ou percent directement la chair.

Face au danger, leur première réponse consiste à s'ancrer fermement au rocher par succion puissante du pied et contraction de la ceinture mantellique (**Eernisse**, 2007). En dernier recours, ils pratiquent l'enroulement défensif (Figure 29, 30) : la moitié antérieure du pied pivote dans un sens, la postérieure dans l'autre, protégeant la face ventrale sous l'armure coquillière (**Connors**, 2014 ; **Sturm *et al***., 2006). Sur pentes ou courants, ce réflexe peut même permettre une fuite par roulade (**Tenaza**, 1975 ; **Scholtz**, 2008). Mais ils préfèrent toujours s'accrocher fermement au rocher et les substrats durs (**Sigwart *et al***., 2019).

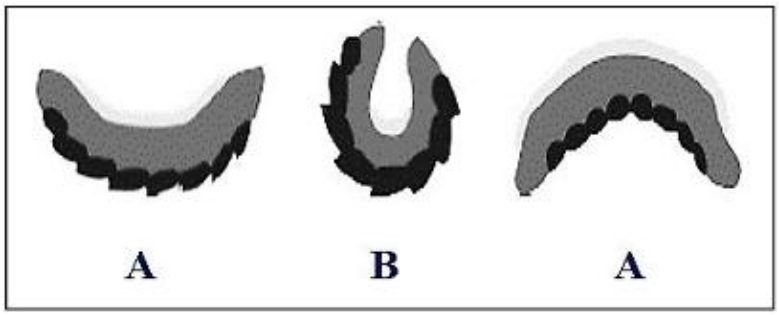


Figure 29 : Les différentes positions du chiton en mouvement en présence ou en l'absence d'un prédateur (**Sigwart *et al***., 2019).

A : en position arquée ; B : en position roulée.



Figure 30 : *Rhyssoplax olivacea* en position roulée (l'enroulement défensif) et en position arquée, récolté à Sidi-Boucif (Algérie) (**Photo originale**, 2026).



Chapitre II

Matériel et Méthodes



Chapitre II : Matériel et Méthodes

I. Zone d'étude

I.1 Méditerranée

La Méditerranée, « mer au milieu des terres » (**Mutin**, 2012), est une mer intercontinentale entre Europe, Afrique et Asie, semi-fermée avec ouverture de 14 km vers l'Atlantique par Gibraltar et communication avec la mer Noire et la mer Rouge (**Doglioli**, 2020). Elle couvre 2,5 millions de km², subdivisée en bassins occidental et oriental reliés par le canal de Sicile (150 km) (**Mutin**, 2012). Malgré sa superficie limitée (0,8% des océans), elle abrite 7% de la faune marine mondiale et 18% de la flore, dont 28% endémiques (**Greenpeace**, 2006).

Sa profondeur moyenne est de 1 500 m, atteignant 3 500 m en mer Tyrrhénienne, avec talus continentaux abrupts près des côtes (**Miller**, 1983 ; **Obaton**, 1998).

La salinité augmente de 36,6 PSU (Gibraltar) à 38,3 PSU (détroit de Sicile) par évaporation intense (**Lacombe et Richez**, 1982 ; **Millot et Taupier-Létage**, 2005).

Le climat présente des étés chauds/secs et des hivers doux/humides, mais le changement climatique présume une baisse des précipitations (-4 à -27%), hausse de température (+30 °C), événements extrêmes et montée du niveau marin, menaçant la biodiversité surtout en Afrique du Nord (**Raymond *et al***., 2018 ; **PNUE/PAM-Plan Bleu**, 2009).

La circulation complexe implique des courants atlantiques modifiés (MAW) formant tourbillons anticycloniques, puis le « Courant algérien » turbulent avec upwellings enrichissant les eaux côtières (**Millot**, 1985, 1999 ; **Taupier-Létage et Millot**, 1988).

L'Eau Levantine Intermédiaire (LIW) circule sous les eaux atlantiques, participant à la formation des eaux profondes (**Millot**, 1999). Ce gradient ouest-est décroissant en nutriments affecte les producteurs primaires (**Crise *et al***., 1999 ; **Béthoux *et al***., 2002).

I.2 Le littoral algérien

Le littoral algérien, divisé en zones Est, Centre et Ouest (**Ghodbani et Bougherira**, 2019), de Marsat Ben M'Hidi à Cap Roux, incluant 32 îles et 208 îlots s'étend sur 2148 km (**CNL**, 2025). Il compte 71 aires marines d'intérêt écologique : 26 à espèces remarquables, 26 à trottoirs à vermets, 19 à Posidonie et 26 zones humides, offrant un patrimoine naturel

diversifié favorable au développement socio-économique (**Grimes**, 2010 ; **MEER**, 2022). (Figure 31)

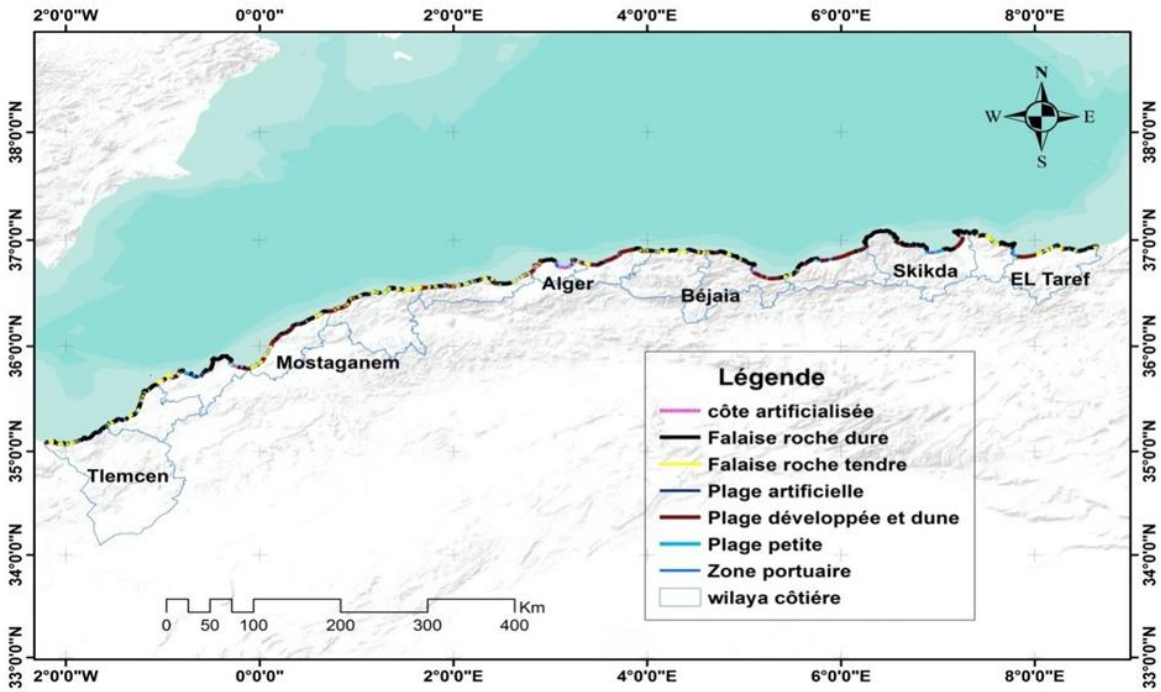


Figure 31 : Le littoral algérien. (**Mezouar**, 2022)

Le réseau hydrographique alimentant la mer comprend 31 oueds majeurs (exp : Tafna, El Harrach, Soummam…) qui collectent les polluants d'activités humaines, agricoles et industrielles (**Grimes**, 2010).

L'élimination des eaux usées traitées et non traitées se fait principalement dans le milieu marin, directement ou via les cours d'eau, constituant une cause majeure de dégradation de l'écosystème côtier (**PAM/PNUE**, 2011 ; **Grimes**, 2010).

Cet écosystème est constamment fragilisé par les activités économiques, incluant ~5 242 unités industrielles (chimique, sidérurgique, agroalimentaire, pétrochimique), concentrées à Arzew (ouest) et Skikda (est), représentant plus de 50% des unités nationales (**Grimes**, 2010 ; **Kacemi**, 2011 ; **Ghodbani et Berrahi-Midoun**, 2013 ; **Ghodbani *et al***., 2015, 2016).

I.3 La côte ouest

Le littoral occidental algérien, d'environ 400 km d'Oued Kiss (frontière algéro-marocaine) aux Monts Dahra, couvre quatre wilayas : Tlemcen, Ain Témouchent, Oran et Mostaganem (Figure 32) (**Ghodbani *et al***., 2016). Il rassemble des ports majeurs, des zones industrielles,

des stations balnéaires et une urbanisation accélérée avec développement économique ces dernières décennies (**Ghodbani et Berrahi-Midoun**, 2013 ; **Ghodbani et Bougherira**, 2019).

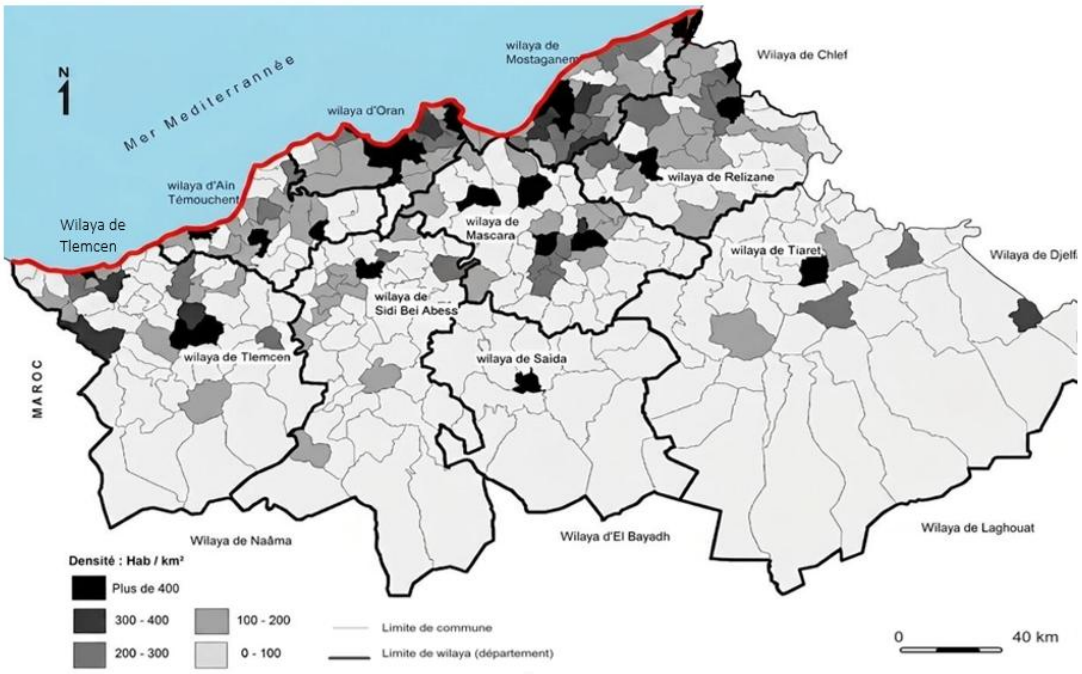


Figure 32 : Le littoral occidental algérien couvre les 4 wilayas (Tlemcen, Ain Témouchent, Oran et Mostaganem) (**Ghodbani et Berrahi-Midoun**, 2013. Modifiée par **Bemmami**, 2026)

La ligne rouge représente le littoral des wilayas côtières ouest.

La wilaya d'Ain Témouchent présente un littoral de 80 km avec une superficie de 2 377 km², limitée par la mer Méditerranée au Nord-Ouest, Oran au Nord-Est, Sidi Bel Abbes au Sud-Est, et Tlemcen à l'Ouest et Sud-Ouest (**Google Maps**, 2023). Son climat méditerranéen tempéré chaud, avec étés secs et hivers avec davantage de précipitations (plus pluvieux), constitue un facteur essentiel du milieu naturel influençant la distribution et la vie des organismes (**Guyot et Mamy**, 1999), permettant d'étudier les facteurs écologiques : précipitations, températures, humidité, vents, pressions atmosphériques et évaporation (**Allili**, 2017 ; **Claud *et al***., 1998 ; **Ramade**, 2003).

I.4 Le site Sidi-Boucif (commune de Beni-Saf)

Le site d'échantillonnage a été sélectionné en fonction de la présence de l'espèce *Rhyssoplax olivacea* après une recherche approfondie dans d'autres sites (Tafsout, île de Rachgoun, et Marsa Ben M'hidi).

Sidi-Boucif est situé à Beni-Saf, dans la wilaya d'Ain-Témouchent, la plage est nommée aussi Playa (Figure 33) mesure 69,68 m de longueur et sa largeur varie entre 18 et 20 m (**Sidi**

Ikhlef et Tahri, 2015). Sa position géographique est 35°18'26.42"N 1°22'44.78"W (**Google Earth**, 2023) (Figure 34).

L'étude a été réalisée sur deux stations distinctes situées sur cette plage : station droite (**D**) et station gauche (**G**) (Figure 35), permettant une comparaison spatiale des paramètres morphométriques et environnementaux au sein du même site d'échantillonnage.



Figure 33 : La plage de Sidi-Boucif (Playa) à la commune de Beni-Saf (wilaya d'Ain Temouchent). (**Photo originale**, 2026)



Figure 34 : Image satellitaire de la plage Sidi-Boucif (**Google Earth**, 2023)



Figure 35 : Les deux stations d'échantillonnage dans le site d'étude Sidi-Boucif (**Photo originale**, 2026)

Station D : station droite. Station G : station gauche

Cette plage constitue un point noir majeur en termes de rejets d'eaux usées des zones environnantes, d'où l'interdiction de baignade (Figure 36) depuis plusieurs années. Elle reçoit également des eaux usées hospitalières (selon les habitants de la région) et présente un degré de pollution élevé, ce qui la classe parmi les sites côtiers les plus dégradés de la région (**Mesli**, 2024) (Figure 37).



Figure 36 : L'entrée à la plage Sidi-Boucif (Playa) à Beni-Saf (**Photo originale**, 2026)



Figure 37 : La pollution dans la zone d'étude (Sidi-Boucif, Beni-Saf, Ain Témouchent).

(**Photo originale,** 2026)

II. Echantillonnage

L'échantillonnage de l'espèce *Rhyssoplax olivacea* et les prélèvements d'eau ont été réalisés selon le calendrier présenté dans le tableau suivant (Tableau 3) :

Tableau 3 : les dates des échantillonnages et des prélèvements.

Prélèvements d'eau		**L'échantillonnage de l'espèce**	
Site	**Date**	**Site**	**Date**
Ile De Rachgoun	27/02/2026	**Sidi-Boucif**	10/04/2026
Sidi-Boucif	03/06/2026		17/04/2026
	06/06/2026		24/04/2026
	09/06/2026		03/06/2026

II.1 Prélèvement de l'eau

Avant le prélèvement des échantillons d'eau, la température de l'eau de mer a été mesurée sur place, dans les deux sites (Île de Rachgoun et Sidi-Boucif) à l'aide d'un thermomètre digital.

II.1.1. Matériel pour le prélèvement de l'eau de mer

- **Bouteilles en plastique stériles** (0,5-1,5 L) : pour le recueil et le stockage des échantillons d'eau de mer
- **Papier aluminium** : pour le recouvrement des bouchons et éviter la contamination lumineuse et chimique.

II.1.2. Méthode de prélèvement de l'eau

a- Site de Rachgoun (Île de Rachgoun) :

Après une recherche exhaustive des chitons sur les roches de l'île de Rachgoun, l'absence confirmée de *R. olivacea* dans la zone intertidale a conduit à un échantillonnage de l'eau de mer à deux points distincts pour évaluer les paramètres physiques du milieu.

b- Site de Sidi-Boucif (Playa) :

L'échantillonnage de l'eau sur le site de Sidi-Boucif a été effectué selon le tableau préétabli. Le décalage des dates d'échantillonnage entre prélèvement d'eau et collecte d'espèce était dû à des contraintes météorologiques, à l'indisponibilité du matériel, et aussi à la difficulté d'échantillonnage du chiton *Rhyssoplax olivacea*. Ce dernier étant présent dans des zones plus profondes, nous avons contacté des plongeurs afin qu'ils effectuent l'échantillonnage dans ces zones, mais malheureusement nous n'avons pas obtenu de réponses.

c- Protocole de prélèvement :

- Utilisation de bouteilles en plastique stériles de 0,5-1,5 L pour le recueil des échantillons
- Remplissage complet des bouteilles jusqu'au bord pour éliminer les bulles d'air résiduelles
- Fermeture hermétique avec le bouchon et ajout immédiat de papier aluminium autour du joint
- Conservation des bouteilles dans des endroits obscurs et à température contrôlée jusqu'au jour de l'analyse au laboratoire

II.2 Echantillonnage de l'espèce

L'échantillonnage des chitons a été réalisé majoritairement par l'étudiante Bab El Ayat Hanen suivant ce protocole :

a- Protocole de prélèvement :

- Recherche active des chitons sur les substrats rocheux côtiers (Figure 38)
- Utilisation d'un quadrat de 50**X**50 cm. Les chitons ont été comptabilisés dans cette aire de répartition.
- Détachement manuel des individus à l'aide d'un scalpel pour éviter les dommages aux valves, sur une superficie de 250 cm^2 par prélèvement (Figure 38)
- Transfert immédiat dans des gobelets jetables en plastique contenant de l'eau de mer fraîche pour maintenir l'hydratation
- Conservation dans l'eau de mer fraîche pendant 24 heures pour permettre l'acclimatation et l'élimination des impuretés
- Emballage individuel de chaque spécimen dans du film alimentaire

- Conservation au congélateur jusqu'au traitement au laboratoire



Figure 38 : La collecte des individus de *Rhyssoplax olivacea* (**Photo originale**, 2026)

III. Travail au laboratoire

III.1. Analyses de l'eau de mer

Toutes les analyses physiques des échantillons d'eau de mer ont été effectuées par Monsieur Benmoussat Benali ingénieur du laboratoire n° 10.

Les paramètres mesurés sont :

- La salinité
- La conductivité
- L'oxygène
- Le pH
- Le potentiel redox (Potentiel d'Oxydo-Réduction)

III.2. Traitement des échantillons de *Rhyssoplax olivacea*

Après décongélation des spécimens, le traitement méthodique a débuté par les étapes suivantes :

III.2.1 Mesures morphométriques

- Mesure de la longueur totale (L), la largeur (l), et la hauteur (H) avec un pied-coulisse numérique (précision 0,01 mm)
- Pesée du poids total avec une balance de précision (précision 0,0001 g)

III.2.2 Séparation des composants

- Utilisation d'un bistouri, d'un scalpel et d'une lancette à dissection pour la séparation délicate des tissus mous de la coquille calcaire
- Pesée individuelle de la coquille et des tissus mous séparément
- Transfert des composants dans des boîtes de Pétri étiquetées
- Inscriptions systématiques du numéro de spécimen et de sortie pour l'identification et le suivi après séchage.

III.2.3 Séchage des échantillons pour le calcul d'indice de condition

- Activation de l'étuve (standard et à ventilateur) à environ 50–60°C pour atteindre la température optimale de séchage
- Placement des échantillons dans l'étuve avec démarrage immédiat du chronomètre pour le contrôle de la durée
- Surveillance régulière de la température pour maintenir la stabilité du processus
- Retrait des échantillons après la durée de séchage prédéterminée
- Pesée finale du poids après séchage avec la balance de précision

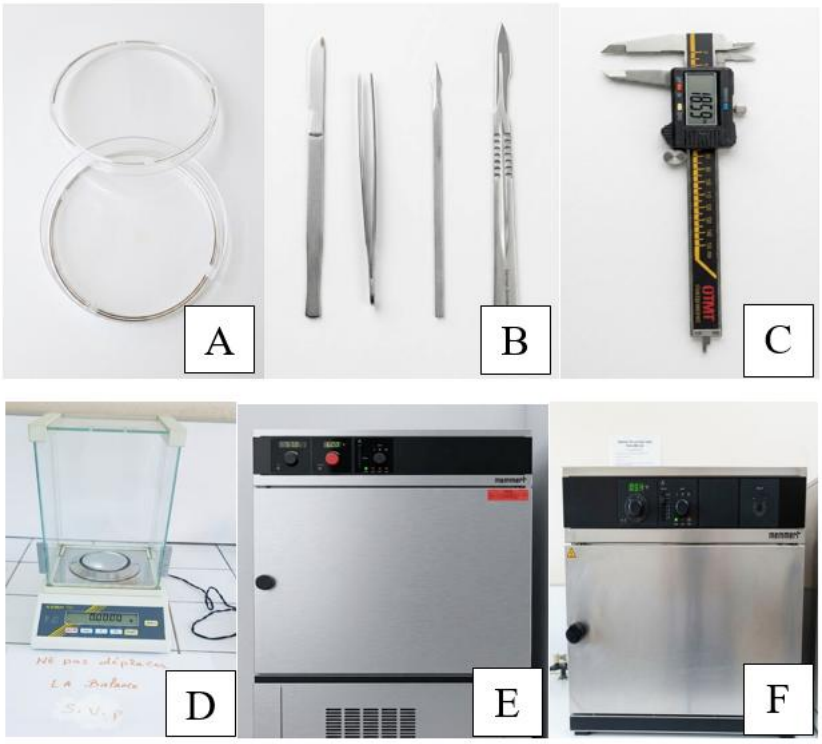


Figure 39 : Le matériel utilisé au laboratoire pour le traitement de l'espèce *Rhyssoplax olivacea* (**Photo originale**, 2026)

A : boite de Pétri. B : instruments de dissection. C : pieds à coulisse. D : balance de précision. E : étuve à ventilateur. F : étuve standard.

IV. Calcul des indices

IV.1. Indice de condition somatique (ICS)

L'indice de condition somatique reflète l'état physiologique et les réserves énergétiques de l'animal. Cet indice permet d'évaluer la proportion de tissus mous (organes, muscles) par rapport à la masse des plaques, indiquant ainsi la qualité nutritionnelle et le statut énergétique de l'espèce et sa qualité d'habitat.

$$ICS = \frac{\text{Poids sec des tissus mous(g)}}{\text{Poids sec de coquille (g)}} \times 100$$

IV.2. Indice de condition de Fulton (K)

L'indice de Fulton évalue la "robustesse" ou l'embonpoint de l'animal, c'est-à-dire sa masse corporelle relative par rapport à sa longueur. Cet indice est particulièrement utile pour comparer la condition corporelle entre différents individus dans différents sites.

$$k = \frac{P}{L^3} \times 100$$

- P = poids total (g)
- L = longueur totale (cm)

IV.3. Rapport plaques / masse corporelle (RPC)

Le rapport plaques/masse corporelle quantifie la proportion de la coquille (plaques calcaires) par rapport à la masse totale des tissus mous. Cet indice reflète l'investissement énergétique dans la construction de la structure protectrice.

$$RPC = \frac{masse\ des\ plaques\ (g)}{masse\ corporelle\ (g)}$$

IV.4. Pourcentage des plaques dans la masse totale

Ce paramètre exprime la proportion de la coquille en pourcentage de la masse totale de l'animal, permettant d'évaluer l'importance de la structure protectrice dans la morphologie globale.

$$\%\, plaques = \frac{Mplaques}{Mplaques + Mcorporelle} \times 100$$

IV5. Relation d'allométrie (poids–longueur)

La relation d'allométrie décrit la croissance proportionnelle entre le poids et la longueur de l'animal. Cette relation est essentielle pour comprendre le modèle de croissance et les changements morphologiques durant le développement.

Formule de base (équation puissance) :

$$W = aL^b$$

- W = poids total (g)
- L = longueur totale (cm)
- a = coefficient de proportionnalité (constante)
- b = coefficient d'allométrie (exposant de croissance)

En forme linéarisée (logarithmique) :

$$\log M = \log a + b \log L$$

Cette forme linéarisée permet d'estimer les paramètres a et b par régression linéaire sur les données transformées en logarithmes.

IV.6. Coefficient de variation (CV)

Le coefficient de variation mesure la variabilité relative des paramètres morphométriques, permettant de comparer la dispersion des données entre différents groupes ou caractéristiques.

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100$$

- σ = écart-type
- $\bar{x}$ (x barre) = moyenne



Chapitre III

Résultats, Interprétations Et Discussion



Chapitre III : Résultats Et Interprétations

I. Analyse des prélèvements d'eau

I.1 Température

Les mesures de température de l'eau de mer ont révélé des valeurs différentes entre les deux sites d'échantillonnage. Au site de l'Île de Rachgoun, la température enregistrée était de 17 °C lors de l'échantillonnage, tandis qu'au site de Sidi-Boucif (Playa), elle atteignait 23 °C.

Cette différence de 6 °C entre les deux sites peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment le décalage temporel entre les dates d'échantillonnage (plus de 3 mois), qui correspond à un changement de saison (fin d'hiver pour Rachgoun et début d'été pour Sidi-Boucif), ainsi que des facteurs environnementaux locaux tels que la profondeur, l'exposition aux courants marins et les conditions météorologiques spécifiques à chaque zone.

I.2 Paramètres Physiques

I.2.1 Paramètres Physiques site de Ile de Rachgoune

Les paramètres physiques de l'eau de mer ont été mesurés au site de l'Île de Rachgoun sur deux points d'échantillonnage distincts. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Les résultats des paramètres physiques de l'eau de mer au site de Rachgoun

Paramètres	Point 1	Point 2
Conductivité	58,0 mS/cm	58,1 mS/cm
Salinité	38,3 g/L	38,5 g/L
Oxygène dissous	7,67 mg/L (90%)	7,41 mg/L (87,2%)
pH	6,78	7,49
Redox	+19,5 mV	-19,55 mV

Les deux points d'échantillonnage présentent des valeurs similaires pour la conductivité et la salinité, avec des différences très faibles respectivement de 0,1 mS/cm et 0,2 g/L. L'oxygène dissous est légèrement plus élevé au point 1 (7,67 mg/L) comparé au point 2 (7,41 mg/L), avec des taux de saturation de 90% et 87,2% respectivement.

Le pH montre une variation notable entre les deux points : 6,78 au point 1 (légèrement acide) contre 7,49 au point 2 (légèrement basique), représentant une différence de 0,71 unité.

La valeur Redox présente également une inversion significative : positive (+19,5 mV) au point 1 indiquant un milieu plutôt oxydant, tandis qu'elle est négative (-19,55 mV) au point 2, suggérant un milieu plus réducteur. Ces différences peuvent être attribuées à des variations locales dans la profondeur, l'exposition aux courants marins ou la présence de matière organique.

I.2.2 Paramètres Physiques site de Sidi-Boucif

Les paramètres physiques de l'eau de mer ont été mesurés au site de Sidi-Boucif (Playa) sur trois dates d'échantillonnage différentes. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 5 : Les résultats des paramètres physiques de l'eau de mer au site de Sidi-Boucif

Paramètres	**Sortie de 03/06/2026**	**Sortie de 06/06/2026**	**Sortie de 09/06/2026**
Conductivité	55,7 mS/cm	56,7 mS/cm	55,8 mS/cm
Salinité	37,1 g/L	37,8 g/L	37,1 g/L
Oxygène dissous	4,29 mg/L (57,3%)	4,63 mg/L (60,4%)	5,19 mg/L (69%)
pH	7,20	7,12	7,35
Redox	-10,5 mV	-24,2 mV	-18 mV

Les valeurs de conductivité et de salinité présentent des variations modestes entre les trois dates. La conductivité varie de 55,7 à 56,7 mS/cm (différence de 1,0 mS/cm), tandis que la salinité oscille entre 37,1 et 37,8 g/L (différence de 0,7 g/L).

L'oxygène dissous montre une augmentation progressive et significative sur la période d'échantillonnage : de 4,29 mg/L (57,3%) le 3 juin, à 4,63 mg/L (60,4%) le 6 juin, puis à 5,19 mg/L (69%) le 9 juin. Cette tendance ascendante de 0,90 mg/L (11,7% d'augmentation du taux de saturation) démontre une amélioration des conditions d'oxygénation de l'eau au cours de cette période.

Le pH reste relativement stable dans la gamme neutre à légèrement basique, variant de 7,20 à 7,35 (différence de 0,15 unité), avec une valeur légèrement plus basse le 6 juin (7,12).

Les valeurs Redox sont toutes négatives, indiquant un milieu réducteur sur l'ensemble de la période. Elles varient de -10,5 mV le 3 juin à -24,2 mV le 6 juin (valeur la plus réductrice), puis remontent à -18 mV le 9 juin. Cette variation peut refléter des changements dans la concentration de matière organique ou l'activité biologique au cours du temps.

II. Traitement Des Spécimens

Nous avons mentionné précédemment dans la partie « Matériel et méthodes » (Zone d'étude) que la collecte des individus a été réalisée uniquement au site de Sidi-Boucif, mais sur deux stations distinctes : station droite avec N = 17 individus et station gauche avec N = 35 individus, ce qui représente un total de N_{total} = 52 individus.

II.1 Mesures morphométriques

II.1.1 Mesures morphométriques à la station droite (N=17)

Les mesures morphométriques des individus de *Rhyssoplax olivacea* collectés à la station droite ont été réalisées sur un total de 17 spécimens. Les résultats moyens sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 6 : Les moyennes de mesures morphométriques pour 17 individus (station droite)

Paramètres	**Moyenne (*N* = 17)**
Longueur (L)	13,84 mm
Largeur (l)	8,28 mm
Hauteur (H)	4,18 mm
Poids total (g)	0,393 g
Poids de coquille (g)	0,237 g
Poids de coquille sec (g)	0,169 g
Poids de corps mou (g)	0,108 g
Poids de corps sec (g)	0,026 g

Les individus de la station droite présentent une longueur moyenne de 13,84 mm, une largeur de 8,28 mm et une hauteur de 4,18 mm.

Le poids total moyen est de 0,393 g par individu, dont 0,237 g pour la coquille (environ 60,3% du poids total) et 0,108 g pour le corps mou (environ 27,5% du poids total).

Après séchage, le poids de la coquille diminue à 0,169 g (perdant environ 28,7% de son poids initial), tandis que le corps sec ne représente que 0,026 g (perdant environ 75,9% de son poids initial), ce qui indique une forte teneur en eau du tissu corporel vivant.

II.1.2 Mesures morphométriques à la station gauche (N=35)

Les mesures morphométriques des individus de *Rhyssoplax olivacea* collectés à la station gauche ont été réalisées sur un total de 35 spécimens. Les résultats moyens sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Les moyennes de mesures morphométriques pour 35 individus (station gauche)

Paramètres	Moyenne (*N* = 35)
Longueur (L)	12,03 mm
Largeur (l)	7,61 mm
Hauteur (H)	3,06 mm
Poids total (g)	0,243 g
Poids de coquille (g)	0,170 g
Poids de coquille sec (g)	0,119 g
Poids de corps mou (g)	0,057 g
Poids de corps sec (g)	0,018 g

Les individus de la station gauche présentent une longueur moyenne de 12,03 mm, une largeur de 7,61 mm et une hauteur de 3,06 mm. Le poids total moyen est de 0,243 g par individu, dont 0,170 g pour la coquille (environ 70,0% du poids total) et 0,057 g pour le corps mou (environ 23,5% du poids total).

Après séchage, le poids de la coquille diminue à 0,119 g (perdant environ 29,4% de son poids initial), tandis que le corps sec ne représente que 0,018 g (perdant environ 68,4% de son poids initial), ce qui indique également une forte teneur en eau du tissu corporel vivant.

II.1.3 Synthèse comparative entre les deux stations

Une comparaison des mesures morphométriques entre la station droite et la station gauche révèle des différences notables. Les individus de la station droite (*N* = 17) sont plus grands et plus lourds que ceux de la station gauche (*N* = 35) :

Tableau 8 : Les données morphometriques comparative moyennes entre les deux stations

Paramètres	Station droite	Station gauche	Différence
Longueur (L)	13,84 mm	12,03 mm	+1,81 mm
Largeur (l)	8,28 mm	7,61 mm	+0,67 mm
Hauteur (H)	4,18 mm	3,06 mm	+1,12 mm
Poids total (g)	0,393 g	0,243 g	+0,150 g
Poids de coquille (g)	0,237 g	0,170 g	+0,067 g
Poids de coquille sec (g)	0,169 g	0,119 g	+0,050 g
Poids de corps mou (g)	0,108 g	0,057 g	+0,051 g
Poids de corps sec (g)	0,026 g	0,018 g	+0,008 g

La station droite présente des individus plus grands avec une longueur supérieure de 1,81 mm (environ 15% plus grand), une hauteur supérieure de 1,12 mm (environ 37% plus haut), et un poids total supérieur de 0,150 g (environ 62% plus lourd).

De plus, les individus de la station droite ont une proportion de coquille plus faible (60,3%) comparée à la station gauche (70,0%), tandis que la proportion de corps mou est plus élevée à la station droite (27,5%) contre la station gauche (23,5%).

Ces différences morphométriques peuvent être attribuées à des facteurs environnementaux locaux tels que la profondeur, la disponibilité des ressources alimentaires, les conditions hydrodynamiques, la structure du substrat différenciant les deux stations, et les conditions physiologiques des individus de chaque station.

II.2 Résultats Des Calculs D'indices

Les indices morphométriques ont été calculés pour évaluer l'état physiologique et les conditions de vie des individus de *Rhyssoplax olivacea*.

II.2.1 Résultats de la moyenne des calculs d'indices à la station droite (N=17)

Les indices calculés pour les individus de la station droite sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : Résultats de la moyenne des calculs d'indices à la station droite

Indices	**Moyenne (*N* = 17)**
ICS (Indice de Condition Somatique)	15,699%
K (Indice de Condition de Fulton)	13,128%
RPC (Rapport Plaques/Corps)	2,395
% des plaques	86,500%

L'**ICS** = 15,699% indique un état physiologique modéré à bon avec des réserves énergétiques raisonnables pour les individus de la station droite.

L'indices **K** = 13,128% suggère que les individus sont dans une condition acceptable, bien que ni exceptionnellement lourds ni particulièrement légers.

Le **RPC** = 2,395 (<3) indique que les tissus mous sont relativement développés comparé aux plaques, ce qui suggère des réserves énergétiques importantes, une croissance somatique ou une activité reproductive élevée, avec une calcification moins importante. Ce RPC bas est caractéristique d'individus adaptés à des zones avec un hydrodynamisme modéré.

Le **pourcentage des plaques** = 86,500% montre que les plaques représentent la majeure partie de la masse totale sèche de l'animal, ce qui est cohérent avec la structure morphologique des chitons où la coquille constitue une portion importante de la biomasse sèche.

II.2.2 Résultats de la moyenne des calculs d'indices à la station gauche (N=35)

Les indices calculés pour les individus de la station gauche sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 10 : Résultats de la moyenne des calculs d'indices à la station gauche

Indices	**Moyenne (*N* = 35)**
ICS (Indice de Condition Somatique)	15,408%
K (Indice de Condition de Fulton)	12,924%
RPC (Rapport Plaques/Corps)	3,653
% des plaques	87,030%

L'**ICS** =15,408% indique un état physiologique modéré à bon avec des réserves énergétiques raisonnables pour les individus de la station gauche, très similaire à celui de la station droite (15,699%).

L'indice **K** = 12,924% suggère que les individus sont dans une condition acceptable, légèrement inférieur à celui de la station droite (13,128%), indiquant des individus légèrement moins lourds.

Le **RPC** = 3,653 (>3) indique que les plaques sont épaisses et lourdes comparé aux tissus mous, ce qui démontre une adaptation possible aux zones à fort hydrodynamisme, une protection accrue contre les prédateurs, et une calcification importante. Ce RPC élevé est caractéristique d'individus adaptés à des environnements plus exposés aux courants. Il est diffèrent du RPC de la station droite.

Le **pourcentage des plaques** = 87,030% montre que les plaques représentent la majeure partie de la masse totale sèche de l'animal, similaire à celui de la station droite (86,500%).

II.2.3 Synthèse comparative entre les deux stations

Le tableau suivant (N° 11), donne une comparaison des résultats des indices entre les deux stations du site Sidi-Boucif :

Tableau 11 : Comparaison des résultats moyens des indices entre les deux stations

Indices	**Station droite (*N* = 17)**	**Station gauche (*N* = 35)**	**Différence**
ICS	15,699%	15,408%	+0,291%
K	13,128%	12,924%	+0,204%
RPC	2,395	3,653	-1,258
% des plaques	86,500%	87,030%	-0,530%

La principale différence significative entre les deux stations concerne le **RPC** : la station droite présente un RPC bas (2,395 < 3) indiquant des tissus mous développés et une calcification moins importante, tandis que la station gauche présente un RPC élevé (3,653 > 3) indiquant des plaques épaisses et lourdes avec une calcification importante.

Cette différence montre que les individus de la station gauche sont adaptés à un hydrodynamisme plus fort, tandis que ceux de la station droite sont dans un environnement plus calme avec une priorité sur la croissance somatique ou l'activité reproductive.

Les indices ICS et K sont très similaires entre les deux stations, indiquant un état physiologique et des conditions générales comparables.

II.3 La relation d'allometrie

II.3.1 Relation d'allométrie (Longueur/Poids) pour la station droite (*N* = 17)

La relation d'allométrie entre la longueur et le poids a été établie en utilisant la transformation logarithmique ($\log_{10}$) pour les deux variables. Après réalisation du nuage de points et de la courbe de tendance (régression linéaire) (Figure 40), les résultats sont les suivants:

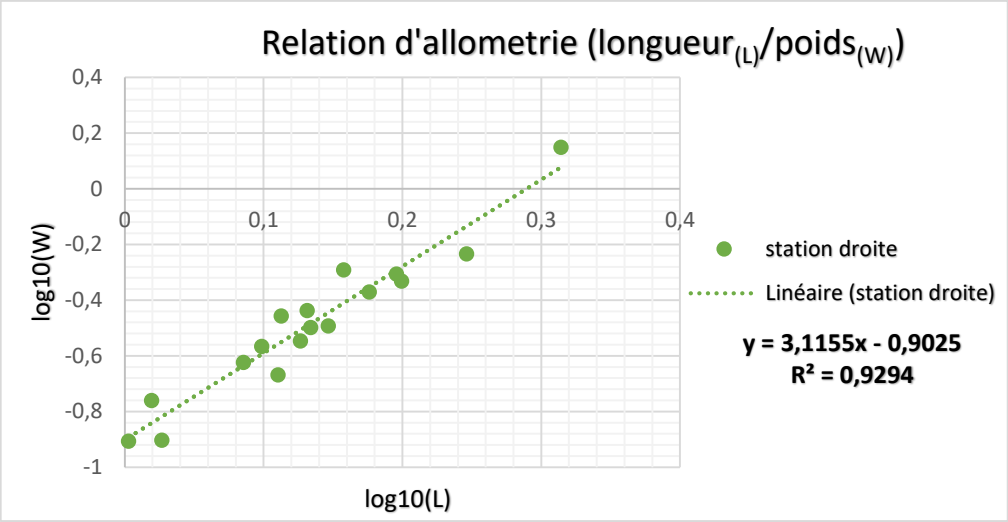


Figure 40 : Relation d'allométrie (Longueur/Poids) pour station droite

Équation de la régression linéaire :

$$\log_{10}(W) = 3{,}115 \times \log_{10}(L) - 0{,}9025$$

Coefficient de corrélation :

$$R^2 = 0{,}9294 \qquad R = 0{,}9640$$

1. Exposant d'allométrie (b = 3,1155) :

L'exposant d'allométrie b=3,1155, est légèrement supérieur à 3, ce qui indique une allométrie positive faible (ou allométrie isométrique proche). Cela signifie que le poids augmente légèrement plus rapidement que la longueur au cours de la croissance des individus.

- **b = 3** : Allométrie isométrique (croissance proportionnelle)
- **b = 3,1155** : Allométrie positive légère – le poids augmente 3,1155 fois plus rapidement que la longueur

Cette valeur proche de 3 suggère que les individus de la station droite présentent une croissance quasi-isométrique, avec une augmentation du poids très légèrement plus rapide que l'augmentation de la longueur. Les individus deviennent donc légèrement plus "massifs" proportionnellement à leur taille.

2. Coefficient de corrélation (R^2 = 0,9294) :

Le coefficient de corrélation R^2=0,9294 (ou 92,94%) indique que 92,94% de la variation du poids est expliquée par la variation de la longueur dans le modèle de régression. Cette valeur très élevée (proche de 1) montre que :

- La relation entre longueur et poids est fortement corrélée
- Le modèle de régression linéaire est très fiable pour prédire le poids à partir de la longueur
- La dispersion des points autour de la courbe de tendance est faible

3. Équation de la relation d'allométrie :

En revenant à l'équation de puissance originale (avant transformation logarithmique) :

$$W = a \times L^b$$

Où :

- b=3,1155
- log10(a)= -0,9025 ⇒ $a=10^{-0,9025}$=0,125

Équation finale:

$$w = 0{,}125 \times L^{3,1155}$$

La station droite présente une relation d'allométrie positive faible avec un exposant b=3,1155 légèrement supérieur à 3, indiquant une croissance quasi-isométrique où le poids augmente très légèrement plus rapidement que la longueur. Le coefficient de corrélation très élevé (R^2=0,9294) confirme que la longueur est un excellent prédicteur du poids pour cette population, avec une corrélation forte et fiable entre les deux variables.

II.3.2 Relation d'allométrie (Longueur/Poids) pour station gauche (*N* = 35)

La relation d'allométrie entre la longueur et le poids a été établie en utilisant la transformation logarithmique ($\log_{10}$) pour les deux variables. Après réalisation du nuage de points et de la courbe de tendance (régression linéaire) (Figure 41), les résultats sont les suivants :

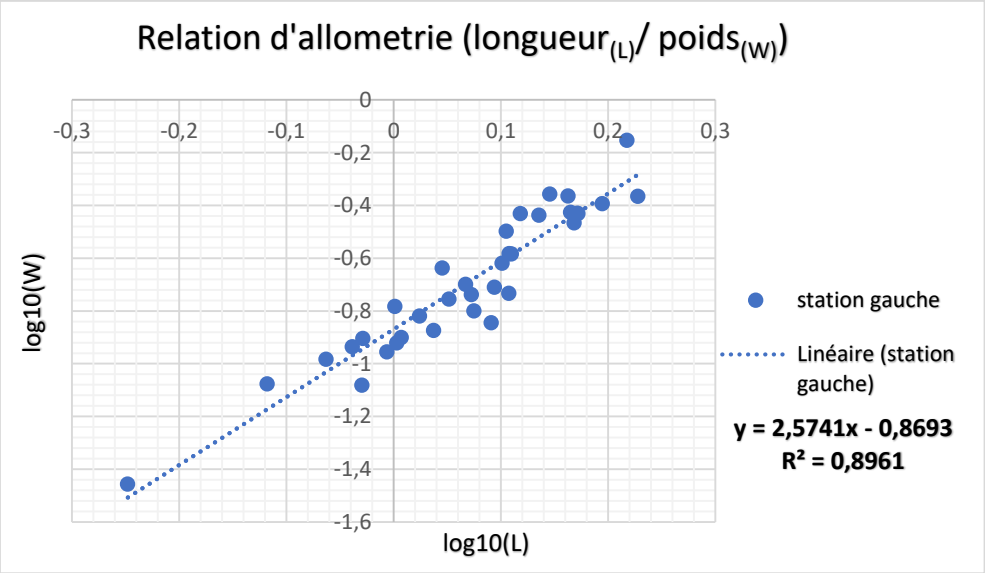


Figure 41 : Relation d'allométrie (Longueur/Poids) pour station gauche

Équation de la régression linéaire :

$$\log_{10}(W) = 2{,}5741 \times \log_{10}(L) - 0{,}8693$$

Coefficient de corrélation :

$$R^2 = 0{,}8961 \quad R = 0{,}9466$$

1. Exposant d'allométrie (b = 2,5741)

L'exposant d'allométrie b=2,5741est inférieur à 3, ce qui indique une allométrie négative (ou allométrie thrézique). Cela signifie que la longueur augmente plus rapidement que le poids au cours de la croissance des individus.

- **b = 3** : Allométrie isométrique (croissance proportionnelle)
- **b = 2,5741** : Allométrie négative – la longueur augmente plus rapidement que le poids

Cette valeur inférieure à 3 suggère que les individus de la station gauche deviennent plus allongés et moins massifs proportionnellement à leur taille. En d'autres termes, quand ils grandissent, ils s'allongent plus que ce qu'ils prennent en poids, ce qui peut être une adaptation à des conditions environnementales spécifiques (hydrodynamisme plus fort, disponibilité alimentaire différente).

2. Coefficient de corrélation (R^2 = 0,8961)

Le coefficient de corrélation R^2=0,8961 (ou 89,61%) indique que 89,61% de la variation du poids est expliquée par la variation de la longueur dans le modèle de régression. Cette valeur élevée (proche de 1) montre que :

- La relation entre longueur et poids est fortement corrélée
- Le modèle de régression linéaire est fiable pour prédire le poids à partir de la longueur
- La dispersion des points autour de la courbe de tendance est modérée à faible

3. Équation de la relation d'allométrie :

En revenant à l'équation de puissance originale (avant transformation logarithmique) :

$$W = a \times L^b$$

Où :

- b=2,5741
- log10(a)=- 0,8693 ⇒ $a=10^{-0,8693}$=0,135

Équation finale:

$$w = 0,135 \times L^{2,5741}$$

La station gauche présente une relation d'allométrie négative avec un exposant b=2,5741 inférieur à 3, indiquant que la longueur augmente plus rapidement que le poids au cours de la croissance. Les individus deviennent donc plus allongés et moins massifs proportionnellement à leur taille. Le coefficient de corrélation élevé (R^2=0,8961) confirme que la longueur est un bon prédicteur du poids pour cette population, avec une corrélation forte et fiable entre les deux variables.

II.3.3 Comparaison entre la station droite et la station gauche

Le tableau suivant (N° 12), présente une comparaison entre les deux stations (droite et gauche) du site Sidi-Boucif

Tableau 12 : comparaison entre la station droite et la station gauche

Paramètres	**Station droite (N=17)**	**Station gauche (N=35)**	**Différence**
Exposant b	3,1155	2,5741	Station droite : allométrie positive ; Station gauche : allométrie négative
Type d'allométrie	Positive faible (b > 3)	Négative (b < 3)	Croissance différente
R	0,9640	0,9466	Station droite : corrélation légèrement plus forte

Les deux stations présentent des stratégies de croissance différentes :

- Station droite : Allométrie positive faible (b = 3,1155) – les individus deviennent légèrement plus massifs en grandissant
- Station gauche : Allométrie négative (b = 2,5741) – les individus deviennent plus allongés et moins massifs en grandissant

Cette différence significative (Figure 42) peut refléter des conditions environnementales distinctes : la station droite pourrait avoir des conditions plus calmes avec une meilleure disponibilité alimentaire permettant une accumulation de masse, tandis que la station gauche pourrait être exposée à un hydrodynamisme plus fort favorisant une morphologie plus allongée et moins massive, ou bien un stress chimique du à la pollution, ou à la présence de prédateurs.

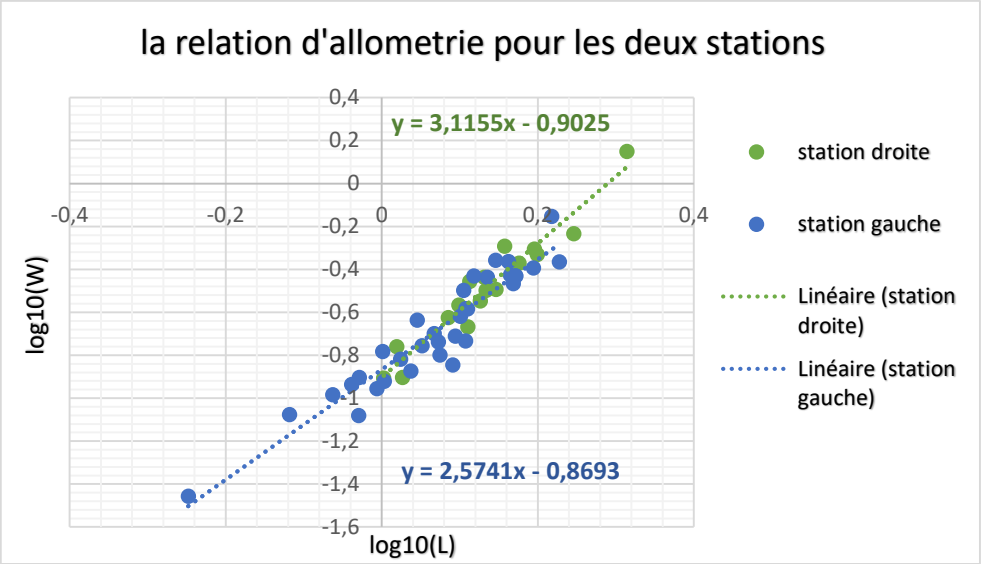


Figure 42 : La relation d'allometrie pour les deux stations (site de Sidi-Boucif)

II.4 Coefficient de variation

II.4.1 Coefficient de variation de la station droite (N = 17)

Le coefficient de variation (C.V.) a été calculé pour évaluer la dispersion des données morphométriques à la station droite. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 13 : Le coefficient de variation de la station droite de Sidi-Boucif pour les différentes données biométriques

Paramètres	Moyenne	Variance	Écart-type	C.V.
Longueur L (mm)	13,84	0,3864859	0,6216799	4,49%
Largeur l (mm)	8,28	0,1427913	0,3778774	4,56%
Poids total (g)	0,39	0,0048241	0,0694554	17,66%
Poids de coquille (g)	0,24	0,0013916	0,0373046	15,73%
Poids de corps mou (g)	0,11	0,0004257	0,0206320	19,05%

Longueur L (mm) C.V. = 4,49%

Le coefficient de variation de 4,49% est très faible (<10%), ce qui indique que les individus de la station droite ont une longueur très homogène. La variabilité est minimale, avec la plupart des individus se situant près de la moyenne de 13,84 mm. Cette homogénéité suggère que la station droite contient principalement des individus d'une même classe d'âge ou d'un

même stade de développement, avec peu de variation dans la croissance somatique longitudinale.

Largeur l (mm) C.V. = 4,56%

Le C.V. de 4,56% est relativement faible (<10%), indiquant une faible variabilité dans la largeur des individus. Les valeurs sont concentrées autour de la moyenne de 8,28 mm, avec une dispersion limitée. Cette homogénéité de la largeur confirme que les individus de la station droite présentent une morphologie cohérente et uniforme, probablement liée à des conditions environnementales stables et à une disponibilité alimentaire régulière.

Poids total (g) C.V. = 17,66%

Le C.V. de 17,66% est modéré (entre 10% et 20%), montrant une variabilité acceptable dans le poids total des individus. Bien que la longueur et la largeur soient homogènes, les masses varient légèrement autour de la moyenne de 0,39 g. Cette dispersion modérée peut être attribuée à des différences mineures d'âge, de condition physiologique, de réserves énergétiques stockées, ou d'état de reproduction. La variabilité reste contrôlée, suggérant que la population de la station droite est globalement homogène avec quelques variations physiologiques normales.

Poids de coquille (g) C.V. = 15,73%

Le C.V. de 15,73% est modéré (entre 10% et 20%), indiquant une variabilité modérée dans le poids de la coquille entre les individus. La moyenne de 0,24 g reflète des différences raisonnables : certains individus ont des coquilles légèrement plus lourdes et épaisses, tandis que d'autres ont des coquilles plus fines et légères. Cette variation modérée peut refléter des différences dans l'âge (les individus plus âgés ont des coquilles plus développées) ou dans la vitesse de calcification. La coquille étant une structure de protection, cette variabilité modérée révèle des stratégies de protection relativement similaires au sein de la population.

Poids de corps mou (g) C.V. = 19,05%

Le C.V. de 19,05% est modéré à légèrement élevé (près de 20%), indiquant une variabilité modérée dans la masse du tissu corporel mou. La moyenne de 0,11 g montre des différences notables entre les individus : certains ont des tissus mous plus développés avec de meilleures

réserves énergétiques, tandis que d'autres ont des tissus moins développés. Cette variabilité modérée peut refléter des différences dans les réserves énergétiques stockées, l'état de reproduction (individus en ponte ou bien des individus non reproducteurs), ou la condition nutritionnelle. Le tissu mou étant le siège des activités métaboliques et reproductives, sa variabilité modérée reflète une diversité physiologique normale au sein de la population de la station droite.

III. Synthèse globale

Les dimensions linéaires (longueur et largeur) sont très homogènes (C.V. ≈ 4,5% < 10%), indiquant une population de taille uniforme et cohérente. Les masses (poids total, coquille, corps mou) présentent une variabilité modérée (C.V. entre 15% et 20%), révélant des différences physiologiques raisonnables mais contrôlées entre les individus.

Cette cohérence entre homogénéité morphologique et variabilité pondérale modérée traduit ce fait que la station droite contient des individus de taille similaire avec des états physiologiques légèrement variés, reflétant des conditions environnementales stables et une population en bonne santé avec une diversité physiologique normale.

III.1. Coefficient de variation de la station gauche (N = 35)

Le coefficient de variation (C.V.) a été calculé pour évaluer la dispersion des données morphométriques à la station gauche. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Le coefficient de variation de la station gauche de Sidi-Boucif pour les différentes données biométriques

Paramètres	Moyenne	Variance	Écart-type	C.V.
Longueur L (mm)	12,033	0,178872	0,422933	3,51%
Largeur l (mm)	7,612	0,064768	0,254496	3,34%
Poids total (g)	0,243	0,000568	0,023841	9,79%
Poids de coquille (g)	0,170	0,000281	0,016748	9,86%
Poids de corps mou (g)	0,057	0,000047	0,006872	12,10%

Longueur L (mm) C.V. = 3,51%

Le coefficient de variation de 3,51% est faible (<10%), ce qui indique que les individus de la station gauche ont une longueur extrêmement homogène. La variabilité est minimale, avec la plupart des individus se situant très près de la moyenne de 12,033 mm. Cette homogénéité très forte prouve que la station gauche contient une population très uniforme, probablement composée d'individus d'une même classe d'âge précise ou d'un stade de développement très similaire, avec une croissance somatique longitudinale très régulière.

Largeur l (mm) C.V. = 3,34%

Le C.V. de 3,34% est le plus faible parmi toutes les variables, indiquant une homogénéité exceptionnelle dans la largeur des individus. Les valeurs sont très concentrées autour de la moyenne de 7,612 mm, avec une dispersion extrêmement limitée. Cette homogénéité très forte de la largeur confirme que les individus de la station gauche présentent une morphologie très cohérente et uniforme, suggérant des conditions environnementales très stables et une disponibilité alimentaire régulière et prédictible.

Poids total (g) C.V. = 9,79%

Le C.V. de 9,79% est faible (juste sous la limite de 10%), montrant une faible variabilité dans le poids total des individus. Les masses sont bien concentrées autour de la moyenne de 0,243 g, avec une dispersion limitée. Cette faible variabilité indique que les individus de la station gauche ont des conditions de vie similaires, avec une disponibilité alimentaire régulière et des états physiologiques homogènes. La population présente une bonne homogénéité pondérale, reflétant des conditions environnementales stables.

Poids de coquille (g) – C.V. = 9,86%

Le C.V. de 9,86% est également faible (juste sous la limite de 10%), indiquant une faible variabilité dans le poids de la coquille entre les individus. La moyenne de 0,170 g reflète des différences très minimes : la plupart des individus ont des coquilles de poids très similaires. Cette homogénéité suggère que la calcification est régulière et uniforme au sein de la population, probablement liée à des conditions environnementales stables (disponibilité de minéraux, pH constant) et à un âge ou stade de développement similaire des individus.

Poids de corps mou (g) – C.V. = 12,10%

Le C.V. de 12,10% est modéré (légèrement >10%), indiquant une variabilité modérée mais acceptable dans la masse du tissu corporel mou. La moyenne de 0,057 g montre des différences raisonnables entre les individus : certains ont des tissus mous légèrement plus développés avec de meilleures réserves énergétiques, tandis que d'autres ont des tissus moins développés. Cette variabilité modérée est normale et peut refléter des différences mineures dans les réserves énergétiques stockées, l'état de reproduction, ou la condition nutritionnelle. C'est la variable la plus variée de la station gauche, mais la variabilité reste contrôlée.

La station gauche présente une homogénéité exceptionnelle pour toutes les variables morphométriques mesurées. Les dimensions linéaires (longueur et largeur) montrent des coefficients de variation très faibles de 3,51% et 3,34%, indiquant une population de taille extrêmement uniforme et cohérente. Les masses (poids total, coquille et corps mou) présentent une variabilité faible à modérée (C.V. entre 9,79% et 12,10%), révélant des différences physiologiques raisonnables mais bien contrôlées entre les individus.

Cette cohérence globale entre homogénéité morphologique et variabilité pondérale faible prouve que la station gauche contient des individus de taille très similaire avec des états physiologiques homogènes. La population de la station gauche reflète des conditions environnementales très stables, une disponibilité alimentaire régulière et une population uniforme probablement composée d'individus d'une même classe d'âge précise. La faible variabilité de tous les paramètres indique une population en bonne santé, avec une diversité physiologique minimale et des conditions de vie prédictibles et constantes.

III.2. Comparaison Station droite et Station gauche

Le tableau suivant (n° 15), présente une comparaison des données morphometriques des deux stations gauche et droite du site de Sidi-Boucif :

Tableau 15 : Récapitulatif des résultats des coefficients de variations des stations droite et gauche du site de Sidi-Boucif

Paramètres	**Station droite (N=17)**	**Station gauche (N=35)**	**Différence**
Longueur C.V.	4,49%	3,51%	Station gauche plus homogène
Largeur C.V.	4,56%	3,34%	Station gauche plus homogène
Poids total C.V.	17,66%	9,79%	Station droite 2x plus varié
Coquille C.V.	15,73%	9,86%	Station droite 1,6x plus varié
Corps mou C.V.	19,05%	12,10%	Station droite 1,6x plus varié

La station gauche présente une homogénéité supérieure à la station droite pour toutes les variables, avec des C.V. systématiquement plus bas. Cela suggère que la station gauche contient une population plus uniforme, probablement composée d'individus d'âge très similaire et de conditions de vie plus stables. La station droite, bien qu'ayant des individus de taille similaire, présente une variabilité physiologique plus importante (réserves énergétiques, état de reproduction), reflétant peut-être des conditions environnementales légèrement plus variables ou une population plus mixte en termes d'âge et de stade de développement.

IV. Discussion

Nos données morphométriques montrent que *R. olivacea* de Sidi-Boucif est sensiblement plus petit que la population étudiée dans le golfe Pagasétique (Grèce) par **Taousani** (2025). À la station droite, la taille moyenne est de 13,84 mm, la largeur moyenne est de 8,28 mm et la masse moyenne est de 0,393 g sur 17 individus, tandis qu'à la station gauche les valeurs moyennes sont 12,03 mm, 7,61 mm et 0,243 g sur 35 individus. En comparaison, **Taousani** (2025) a relevé des moyennes de 20,4 mm, 11,2 mm et 0,810 g sur 313 individus.

Parker *et al*. (2018) attribuent ces différences à de légères variations liées à la zone d'étude, à l'année et à la période d'échantillonnage, ainsi qu'aux conditions physiques et environnementales.

Cette différence suggère que notre population est constituée principalement d'individus plus jeunes ou de taille intermédiaire, tandis que la population du golfe Pagasétique contient une proportion plus importante d'individus adultes de grande taille. Cette observation pourrait être liée à des différences dans le cycle de vie, le recrutement ou les conditions de croissance entre les deux régions.

Les valeurs de l'indice de condition somatique (ICS) obtenues dans notre étude (15,699% pour la station droite et 15,408% pour la station gauche) indiquent un état physiologique modéré à bon pour *Rhyssoplax olivacea*. Ces résultats traduisent des réserves énergétiques adéquates et une qualité d'habitat satisfaisante, confirmant que la population étudiée vit dans un environnement favorable. En particulier, nos valeurs confirment les résultats de **Mesli** (2024) pour Sidi-Boucif, où des IC similaires avaient été relevés, suggérant des conditions locales favorables. **Mesli** (2024) a aussi noté que l'augmentation de l'indice de condition est souvent liée à des apports de matière organique d'origine anthropique (eaux usées domestiques) ou naturelle, ce qui laisse penser que la disponibilité de matière organique dans notre zone d'étude est suffisante pour maintenir un bon état physiologique. Enfin, conformément à l'idée que l'ICS prédit la qualité de l'habitat et la performance reproductive (**Stevenson et Woods**, 2006), notre ICS modéré à bon laisse supposer une performance reproductive potentiellement favorable, situation compatible avec un échantillonnage réalisé en juin, période proche de la saison de reproduction observée par **Taousani** (2025).

L'indice de condition de Fulton (K) observé dans notre étude (13,128% pour la station droite et 12,924% pour la station gauche) indique que les individus de *Rhyssoplax olivacea* présentent une condition acceptable. Un K élevé traduit des individus robustes et en bonne santé, tandis qu'un K faible reflète une faible disponibilité alimentaire, un stress environnemental ou une période post-reproduction. Nos valeurs intermédiaires montrent donc une disponibilité alimentaire modérée mais régulière, compatible avec un milieu côtier stable et sans stress majeur.

La très faible différence entre les deux stations (0,204%) révèle des conditions écologiques similaires. Cependant, comme l'indique **Mesli** (2024), des facteurs tels que l'état reproducteur, l'état nutritionnel, l'utilisation du glycogène et la perte de gamètes peuvent influencer la variation du poids (**Cartier *et al***., 2004) ; ces paramètres peuvent expliquer les variations modérées de K observées entre nos stations. Enfin, bien que nous n'ayons pas mesuré les concentrations en métaux traces, les observations de **Mesli** (2024) qui montre une corrélation positive entre Cu tissulaire et IC avec des pics en saison froide, soutiennent l'idée que notre K intermédiaire est cohérent avec une dynamique où l'activité alimentaire reste régulière et n'est pas perturbée par un stress majeur.

Le Rapport Plaques/Corps (RPC) montre une différence marquée entre les deux stations étudiées : station droite RPC bas de 2,395 (<3) et station gauche RPC élevé de 3,653 (>3), soit un écart de 1,258. Cet écart traduit des stratégies d'adaptation morphologique distinctes aux conditions locales, la station gauche semblant soumise à un hydrodynamisme plus fort nécessitant des plaques plus robustes pour l'adhérence et la protection.

Ces résultats confirment des hypothèses et observations antérieures (**Salloum *et al***., 2023; **Mygdalias**, 2025; **Connors *et al***., 2012) selon lesquelles l'allométrie des plaques est liée aux préférences d'habitat et à la fonctionnalité défensive de la carapace. La variabilité intraspécifique du RPC chez *R. olivacea* est donc cohérente avec la littérature récente.

En comparaison avec d'autres études (**Taousani**, 2025), nos stations présentent des longueurs et largeurs proches (différence ≈ 1,8 mm en longueur et ≈ 0,67 mm en largeur) mais une divergence significative en RPC et en poids (station droite plus lourde : 0,393 g et 0,243 g à la station gauche). Cela soutient l'idée que les paramètres morphométriques sont fortement influencés par la région et les conditions physiques locales.

La station droite présente une allométrie légèrement positive (b = 3,1155 > 3), indiquant que la masse augmente marginalement plus vite que la longueur : les individus tendent à devenir proportionnellement plus massifs avec la croissance. Ce résultat corrobore les observations de **Mygdalias** (2025), qui note une allométrie positive chez *Rhyssoplax olivacea* et conclut à une croissance rapide de la coquille chez les adultes. Conformément à **Varkoulis *et al***. (2023), cette tendance peut refléter un taux de croissance élevé et une accumulation rapide de masse. Par ailleurs, les mécanismes physiologiques liés à l'état nutritionnel et reproducteur notamment l'utilisation du glycogène et la dynamique des réserves énergétiques (**Cartier *et al***., 2004 ; **Mesli**, 2024) sont compatibles avec un b > 3 : ils suggèrent que les individus de la station droite disposent de réserves suffisantes pour soutenir un développement pondéral marqué. Enfin, comme l'indique **Avila-Poveda** (2013) pour *Chiton articulatus*, un apport alimentaire élevé pendant les périodes de reproduction peut directement favoriser l'augmentation du poids, ce qui est cohérent avec notre interprétation.

La station gauche présente une allométrie négative (b = 2,5741 < 3), ce qui signifie que la longueur augmente plus rapidement que la masse : les individus y sont plus allongés et moins massifs proportionnellement. Cette tendance contraste avec celle de la station droite et avec les résultats de **Mygdalias** (2025). Plusieurs explications environnementales et biologiques sont possibles : **Salloum *et al***. (2023) proposent que l'allométrie des plaques soit liée aux préférences d'habitat, de sorte qu'un hydrodynamisme plus prononcé favoriserait une morphologie allongée pour améliorer l'adhérence. **Abadia-chanona *et al***. (2018) soulignent aussi que des mécanismes de croissance différents peuvent produire des valeurs d'allométrie divergentes ; notre b = 2,5741 indique donc un mode de croissance distinct, influencé par des conditions locales plus contraignantes. **Mygdalias** (2025) rappelle par ailleurs que l'allométrie varie selon le stade de vie, les juvéniles présentant souvent des longueurs relatives plus élevées ; sans détermination précise des stades dans notre échantillonnage, l'allométrie négative pourrait refléter une proportion plus élevée d'individus jeunes. Enfin, **Mesli** (2024) note que des facteurs tels que la contamination et les pertes pondérales saisonnières (par exemple liées à la reproduction) peuvent altérer la relation longueur-poids ; bien que nous n'ayons pas mesuré les contaminants, ces mécanismes restent des hypothèses pour expliquer l'allométrie observée à la station gauche.

Taousani (2025) rapporte une corrélation longueur-poids modérée (r = 0,723). Nos analyses confirment une corrélation longueur-poids positive et significative, mais de plus forte

intensité : station droite $R^2 = 0,9294$ ($r = 0,964$) et station gauche $R^2 = 0,8961$ ($r = 0,947$). Ces coefficients indiquent une relation plus prédictive et stable dans la population de Sidi-Boucif que celle décrite pour le golfe Pagasétique. Cette différence peut résulter d'une plus grande homogénéité de notre échantillon ou de facteurs locaux (sexes, saisons, habitat) influant sur les paramètres morphométriques, comme mentionné par **Taousani** (2025).

Le rôle de *Rhyssoplax olivacea* en tant que bioindicateur est essentiel pour évaluer la santé des écosystèmes (**Mesli**, 2024 ; **Taousani**, 2025). Nos observations renforcent ce constat : les variations morphométriques et allométriques que nous avons relevées témoignent d'une réponse adaptative aux conditions environnementales locales, soulignant ainsi la valeur de l'espèce comme indicateur de changement.

La gestion durable des populations, telle que préconisée par **Taousani** (2025) et **Mesli *et al***. (2023), repose sur une connaissance approfondie de la biologie et de la dynamique des populations (**Abadia-Chanona *et al***, 2018).

Bien que nos travaux ne portent pas directement sur l'exploitation commerciale de l'espèce, la caractérisation morphométrique de la population de Sidi-Boucif constitue un outil de référence précieux pour évaluer l'état des stocks et guider les mesures de protection sur le littoral algérien.



Conclusion



Conclusion

Cette étude a permis de caractériser la morphométrie, l'état physiologique et la relation d'allométrie (longueur/poids) de *Rhyssoplax olivacea* dans deux stations du site de Sidi-Boucif, sur le littoral algérien occidental. Les résultats obtenus apportent des informations nouvelles et significatives sur la biologie de cette espèce, renforçant son rôle potentiel comme bioindicateur écologique et contribuant à la compréhension de sa variabilité intraspécifique face aux conditions environnementales locales.

Les trois hypothèses principales de cette étude ont été validées :

1. **Hypothèse 1** : Les deux stations présentent des conditions environnementales différentes affectant la morphométrie et l'état physiologique de *R. olivacea*. Cette hypothèse a été validée : La différence significative de RPC (2,395 à 3,653) et d'allométrie (b = 3,1155 à b = 2,5741) confirme des conditions environnementales distinctes (hydrodynamisme modéré à fort).

2. **Hypothèse 2** : Il existe une variabilité allométrique intraspécifique au sein du même site, reflétant des stratégies de croissance distinctes. En effet notre étude montre deux types d'allométrie différents (positive et négative) au sein du même site de Sidi-Boucif, confirmant l'hypothèse de **Mygdalias** (2025) sur la variabilité intraspécifique de l'allométrie chez *R. olivacea*.

3. **Hypothèse 3** : *R. olivacea* de Sidi-Boucif présente des caractéristiques morphométriques différentes, liées aux conditions environnementales spécifiques du littoral algérien occidental. Effectivement notre population est nettement plus homogène, confirmant des conditions de croissance distinctes.

En conclusion, cette étude a démontré que *Rhyssoplax olivacea* du site de Sidi-Boucif présente une grande variabilité morphométrique et allométrique liée aux conditions environnementales locales, notamment l'hydrodynamisme. Les deux stations du site montrent des stratégies d'adaptation distinctes : la station droite, avec un RPC bas et une allométrie positive, est adaptée à un hydrodynamisme modéré avec une meilleure disponibilité alimentaire, tandis que la station gauche, avec un RPC élevé et une allométrie négative, est

adaptée à un fort hydrodynamisme nécessitant une morphologie plus allongée pour une meilleure adhérence.

Nos résultats confirment que *R. olivacea* est une espèce adaptable et résiliente, capable de présenter différents types d'allométrie selon les conditions du milieu, renforçant ainsi son rôle potentiel comme bioindicateur écologique de la qualité des habitats côtiers. Cette étude contribue à la compréhension de la biologie de *R. olivacea* sur le littoral algérien occidental et fournit des données de référence pour des recherches futures sur la gestion et la conservation de cette espèce d'importance écologique exceptionnelle.

Pour approfondir les connaissances sur *R. olivacea* et valider les résultats de cette étude, plusieurs perspectives de recherche sont proposées :

1. **Études saisonnières** : Réaliser des échantillonnages multiples au cours de l'année pour évaluer les variations saisonnières de la morphométrie, de l'état physiologique et de l'allométrie.
2. **Détermination du stade de vie** : Intégrer la détermination du stade de vie (jeune et adulte) pour mieux comprendre l'influence de ce facteur sur la variabilité allométrique.
3. **Mesures de contaminants** : Effectuer des analyses de métaux traces, ou autre polluants dans les tissus mous et la coquille pour évaluer l'impact de la contamination sur la morphométrie et l'allométrie.
4. **Études comparatives régionales** : Réaliser des études comparatives entre plusieurs sites du littoral algérien occidental pour mieux comprendre la variabilité interspécifique et intraspécifique de *R. olivacea*.
5. **Études de reproduction** : Investiguer le cycle reproducteur de *R. olivacea* sur le littoral algérien pour comprendre l'influence de la reproduction sur la variabilité morphométrique et allométrique.

Rhyssoplax olivacea n'est donc pas seulement un organisme marin intéressant à étudier, mais un véritable miroir de la santé de notre environnement côtier, capable de révéler les impacts des changements environnementaux et de guider nos efforts de conservation pour un littoral algérien durable et préservé.



Références bibliographiques



Références bibliographiques

- Abadia-Chanona, Q. Y. (2015). *Maduración gonádica, ciclo reproductivo y talla de madurez sexual del quitón Chiton articulatus (mollusca: polyplacophora) de la costa rocosa de puerto ángel, oaxaca, méxico* [Thèse de doctorat, Instituto Politécnico Nacional]. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/280081611
- Abadia-Chanona, Q. Y., Avila-Poveda, O. H., Arellano-Martínez, M., & Ceballos-Vázquez, B. P. (2016). Observation and establishment of gonad development stages in polyplacophorans (Mollusca): Chiton (Chiton) articulatus a case study. *Acta Zoologica*, *97*(4), 506–521. https://doi.org/10.1111/azo.12165
- Abadia-Chanona, Q. Y., Avila-Poveda, O. H., Arellano-Martinez, M., Ceballos-Vazquez, B. P., Benitez-Villalobos, F., Parker, G. A., & Garcia-Ibañez, S. (2018). Caractéristiques reproductives et dépense gonadique relative des deux sexes du Chiton articulatus (Mollusca: Polyplacophora) à reproduction libre. *Invertebrate Reproduction & Development*, *62*(4), 268–289.
- Aguilera, M., & Navarrete, S. (2011). Distribution and activity patterns in an intertidal grazer assemblage: influence of temporal and spatial organization on interspecific associations. *Marine Ecology Progress Series*, *431*, 119–136. https://doi.org/10.3354/meps09100
- Aiken, D. E., Tunnicliffe, V., Shih, C. T., & Delorme, L. D. (2013). *Crustacé*. L'Encyclopédie canadienne.
- ALLILI, M. (2017). *Contribution à l'étude des Mollusques Bivalves dans le littoral de Ghazaouet (Wilaya de Tlemcen)* [Mémoire de master, Université Aboubekr Belkaid].
- Avila-Poveda, O. H. (2013). Annual change in morphometry and in somatic and reproductive indices of Chiton articulatus adults (Polyplacophora: Chitonidae) from Oaxaca, Mexican Pacific. *American Malacological Bulletin*, *31*(1), 65–74. https://doi.org/10.4003/006.031.0118
- Baeumler, N., Haszprunar, G., & Ruthensteiner, B. (2011). Development of the excretory system in the polyplacophoran mollusc, *Lepidochitona corrugata*: The protonephridium. *Journal of Morphology*, *272*, 972–986.
- Baeumler, N., et al. (2012). [Titre non spécifié]. *Frontiers in Zoology*, *9*(23). http://www.frontiersinzoology.com/content/9/1/23

- Bartolomaeus, T., & Quast, B. (2005). Structure and development of nephridia in Annelida and related taxa. *Hydrobiologia*, *535*, 139–165.
- Baur, B. (1998). *Sperm Competition and Sexual Selection*. Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-100543-6.X5022-3
- Baxter, J. M., & Jones, A. M. (1986). Caractéristiques allométriques et morphologiques des populations de Tonicella marmorea (Fabricius, 1780) (Mollusca: Polyplacophora: Ischnochitonidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, *88*, 167–177.
- Baxter, J. M., & Jones, A. M. (1987). Observation on the spawning of Callochiton achatinus (Brown, 1827) (Mollusca: polyplacophora). *Journal of Molluscan Studies*, *53*, 114–115.
- Béthoux, J. P., Morin, P., & Ruiz-Pino, D. P. (2002). Temporal trends in nutrient ratios: chemical evidence of Mediterranean ecosystem changes driven by human activity. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, *49*(11), 2007–2016. https://doi.org/10.1016/S0967-0645(02)00024-3
- Blasco, A. (2021). Zoologie. morphologie animale. Anatomie interne d'un exemple de mollusque polyplacophore: *Chiton tuberculatus*. Et une coquille d'un mollusque gasteropode : Patella. [image]. Shutterstock. https://www.shutterstock.com/fr/image-illustration/zoology-animal-morphology-internal-anatomy-example-1981624265?trackingId=08118cb4-538d-47ea-ab60-6a740a3ed09b&listId=searchResults
- Brooker, L. R., & Macey, D. J. (2001). Biominéralisation des dents de chiton et son utilité en tant que caractère taxonomique dans le genre Acanthopleura Guilding, 1829 (Mollusca: Polyplacophora). *American Malacological Bulletin*, *16*, 203–215.
- Brooker, L. R., Lee, A. P., Macey, D. J., & Webb, J. (2003). Minéralisation du fer à fronts multiples dans les dents de chiton (Acanthopleura echinata : Mollusca : Polyplacophora). *Marine Biology*, *142*, 447–454. https://doi.org/10.1007/s00227-003-1004-0
- Brooker, L. R., Lee, A. P., Macey, D. J., Webb, J., & van Bronswijk, W. (2006). Études in situ du dépôt de minéraux biologiques dans les dents de la radula des chitons du sous-ordre Chitonina. *Venus*, *65*, 71–80.
- Brooker, L. R., & Shaw, J. A. (2012). *The Chiton Radula: A Unique Model for Biomineralization Studies*. Intech. https://doi.org/10.5772/31766
- Brusca, R. C., & Brusca, G. J. (2003). *Invertebrates* (2e éd.). Sinauer Associates.
- Buckland-Nicks, J. A., & Eernisse, D. J. (1993). Ultrastructure of mature sperm and eggs of the brooding hermaphroditic chiton, “Lepidochitona fernaldi” (Eernisse, 1986), with special reference to the mechanism of fertilization. *Journal of Experimental Zoology*, *265*(5), 567–574. https://doi.org/10.1002/jez.1402650513

- Budelmann, B. U., Schipp, R., & Boletzky, S. V. (1997). Cephalopoda. Dans F. W. Harrison & A. J. Kohn (dir.), *Microscopic Anatomy of Invertebrates, vol. 6A: Mollusca II* (p. 119–414). Wiley-Liss.
- Cartier, S., Pellerin, J., Fournier, M., Tamigneaux, E., Girault, L., & Lemaire, N. (2004). Use of an index based on the blue mussel (Mytilus edulis and Mytilus trossulus) digestive gland weight to assess the nutritional quality of mussel farm sites. *Aquaculture, 241*(1–4), 633–654. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.08.015
- Chapman, A. D. (2009). *Nombre d'espèces vivantes en Australie et dans le monde* (2e éd.). Australian Biological Resources Study.
- Chappell, D. R., Speiser, D. I., Eernisse, D. J., & Kingston, A. C. N. (2023). Distributed Light-Sensing Systems in Chitons. Dans E. Buschbeck & Bok (dir.), *Distributed Vision* (p. 147–167). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23216-9_6
- CLAUD, F., FERRA, CH., PAUL, M., & HEMPTINNE, J. L. (1998). *Ecologie approche scientifique et pratique* (4e éd.).
- CNES. (2025). *Planète Terre*. https://cnes.fr/dossiers/planete-terre
- CNL (Commissariat National du Littoral). (2025). *Conférence Régionale des zones humides en Algérie*.
- Collareta, A., Merella, M., Casati, S., Di Cencio, A., Tinelli, C., & Bianucci, G. (2023). Polyplacophoran Feeding Traces on Mediterranean Pliocene Sirenian Bones: Insights on the Role of Grazing Bioeroders in Shallow-Marine Vertebrate Falls. *Life, 13*(327). https://doi.org/10.3390/life13020327
- Connors, M. J. (2014). *Design of a Multifunctional Biomineralized Armor System: The Shell of Chitons* [Thèse de doctorat, Massachusetts Institute of Technology].
- Connors, M. J., Ehrlich, H., Hog, M., Godeffroy, C., Araya, S., Kallai, I., Gazit, D., Boyce, M., & Ortiz, C. (2012). Three-dimensional structure of the shell plate assembly of the chiton Tonicella marmorea and its biomechanical consequences. *Journal of Structural Biology, 177*(2), 314–328. https://doi.org/10.1016/j.jsb.2011.12.019
- Cooke, A. H. (1917). Une colonie de Nucella (anciennement Purpura) lapillius (Linn.) présentant un opercule malformé ou absent. *Proceedings of the Malacological Society of London, 12*, 231–232.
- Cox, C., Hunt, J. H., Lyons, W. G., & Davis, G. E. (1997). Nocturnal foraging of the Caribbean spiny lobster (Panulirus argus) on offshore reefs of Florida, USA. *Marine and Freshwater Research, 48*(8), 671. https://doi.org/10.1071/MF97198

- Crise, A., Allen, J. I., Baretta, J., Crispi, G., Mosetti, R., & Solidoro, C. (1999). The Mediterranean pelagic ecosystem response to physical forcing. *Progress in Oceanography, 44*(1–3), 219–243. https://doi.org/10.1016/S0079-6611(99)00027-0
- Crocetta, F., Bitar, G., Zibrowius, H., Capua, D., Dell'Angelo, B., & Oliverio, M. (2014). Biogeographical homogeneity in the eastern Mediterranean Sea - III. New records and a state of the art of Polyplacophora, Scaphopoda and Cephalopoda from Lebanon. *Spixiana, 37*(2), 183–206.
- Dallinger, R., Chabicovsky, M., Hödl, E., et al. (2005). Copper in Helix pomatia (Gastropoda) is regulated by one single cell type: differently responsive metal pools in rhogocytes. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 289*, R1185–R1195.
- Dell'Angelo, B., & Smriglio, C. (2001). *Living Chitons from the Mediterranean Sea*. Arti Grafiche La Moderna. https://www.researchgate.net/publication/268189336_Living_Chitons_of_the_Mediterranean
- Dell'Angelo, B., Sosso, M., & Tavano, M. (2020). *The chitons from the Red Sea in the Museo Civico di Storia Naturale "G. Doria", Genova (Mollusca, Polyplacophora)*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/344931125_The_Chitons_from_the_Red_Sea_in_the_Muse_Civico_di_Storia_Naturale_G_Doria_Genova_Mollusca_Polyplacophora/citations
- Dell'Angelo, B., Grigis, M., & Bonfitto, A. (2007). *Notes on fossil chitons. 2. Polyplacophora from the Middle Miocene of Lapugiu* (Romania). https://www.semanticscholar.org/paper/Notes-on-fossil-chitons.-2.-Polyplacophora-from-the-Dell%E2%80%99Angelo-Grigis/3a1c1f05d4326b9499a1edcf7df8accacf5bbfe0
- Dethier, M. N., & Duggins, D. O. (1984). Un « commensalisme indirect » entre les herbivores marins et l'importance des hiérarchies de compétition. *American Naturalist, 124*, 205–219. https://doi.org/10.1086/284260
- Dixon, S. J., & Stockwell, B. R. (2014). The role of iron and reactive oxygen species in cell death. *Nature Chemical Biology, 10*(1), 9–17.
- Doglioli, A. M. (2020). *Notes sur la Circulation Générale en Méditerranée pour le cours d'Océanographie Générale*.
- Doney, S. C. (2010). The growing human footprint on coastal and open-ocean biogeochemistry. *Science, 328*(5985), 1512–1516. https://doi.org/10.1126/science.1185198

- Eernisse, D. J. (2007). Chitons. Dans *Encyclopedia of Tidepools and Rocky Shores* (p. 705).
- Eernisse, D. J., Clark, R. N., & Draeger, A. (1994). Polyplacophora. Dans F. W. Harrison & A. J. Kohn (dir.), *Microscopic Anatomy of Invertebrates, Volume 5, Mollusca 1* (p. 56–110). Wiley-Liss Inc.
- Elahi, R., & Sebens, K. P. (2013). L'élimination expérimentale et la régénération des brouteurs subtidaux soulignent l'importance de la redondance fonctionnelle et du contexte temporel. *PLoS ONE, 8*, e78969. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0078969
- Faller, S., et al. (2012). Comparative neuroanatomy of Caudofoveata, Solenogastres, Polyplacophora, and Scaphopoda (Mollusca) and its phylogenetic implications. *Zoomorphology, 131*, 149–170.
- Fedosov, A. E., & Puillandre, N. (2012). Phylogénie et taxonomie du complexe générique Kermia–Pseudodaphnella (Mollusca: Gastropoda: Raphitomidae) : une radiation remarquable via la diversification du développement larvaire. *Systematics and Biodiversity, 10*(4), 447–477. https://doi.org/10.1080/14772000.2012.753137
- Fischer, F. P. (1988). The ultrastructure of the aesthetes in Lepidopleurus cajetanus (Polyplacophora: Lepidopleurina). *American Malacological Bulletin, 6*(1), 153–159.
- Fischer, F. P., et al. (1990). The chiton gill: Ultrastructure in Chiton olivaceus (Mollusca, Polyplacophora). *Journal of Morphology, 204*(1), 75–87. https://doi.org/10.1002/jmor.1052040109
- Fischer, V. F. P. (1978). Photorezeptor cells in chiton aesthetes (Mollusca, Polyplacophora, Chitonidae). *Spixiana, 1*(3), 209–213.
- Fontoura-da-Silva, V., Dantas, J. S. R., & Caetano, C. H. S. (2013). Foraging tactics in mollusca: a review of the feeding behavior of their most obscure classes (aplacophora, polyplacophora, monoplacophora, scaphopoda and cephalopoda). *Oecologia Australis, 17*(3), 358–373. https://doi.org/10.4257/oeco.2013.1703.04
- Forli, M., & Guerrini, A. (2022). Polyplacophora: from Physsalus, Oscabrion, to Chiton. Dans *The History of Fossils Over Centuries* (p. 157–180). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-04687-2_11
- Garcia-Ibañez, S., Flores-Garza, R., Flores-Rodriguez, P., & Arana-Salvador, D. G. (2012). Los quitones o cucarachas de mar (Mollusca: Polyplacophora): una perspectiva de su diversidad biologica y manejo sostenible. *Revista FOMIX Guerrero, 1*, 17-22.
- Gaymer, C. F., et al. (2004). Gonad structure and gamete morphology of the Eastern South Pacific chiton Acanthopleura echinata Barnes, 1824. *The Veliger, 47*, 141–152.

- Ghodbani, T., & Berrahi-Midoun, F. (2013). La littoralisation dans l'Ouest algérien : analyse multiscalaire des interactions hommes-espaces-écosystèmes. *Espace Populations Sociétés, 2013/1–2*, 231–243. https://doi.org/10.4000/eps.5488
- Ghodbani, T., & Bougherira, A. (2019). Le littoral algérien entre protection de l'environnement et impératifs du développement, Enjeux et Perspectives. *Geo-Eco-Trop, 43*(4), 559–568.
- Ghodbani, T., Kansab, O., & Kouti, A. (2016). Développement du tourisme balnéaire en Algérie face à la problématique de protection des espaces littoraux. Le cas des côtes mostaganemoises. *Études caribéennes, (33–34)*. https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.9305
- Ghodbani, T., Milewski, A., & Bellal, S. A. (2015). Un écosystème littoral fragile menacé sur la rive sud de la Méditerranée. *Méditerranée, (125)*, 153–164. https://doi.org/10.4000/mediterranee.8104
- Google Earth. (2023). https://earth.google.com/
- Gowlett-Holmes, K. L. (1998). Family Cryptoplacidae. Dans P. L. Beesley, G. J. B. Ross & A. Wells (dir.), *Mollusca – The Southern Synthesis. Part A, Fauna of Australia Volume 5* (p. 189). CISRO.
- Greenpeace. (2006). *Réserves marines pour la mer Méditerranée*. https://cdn.greenpeace.fr/site/uploads/2017/02/reserves-marines-pour-la-medit.pdf
- Grimes, S. (2010). *Peuplements benthiques des substrats meubles de la cote algérienne: taxonomie, structure et statut écologique*.
- GUYOT, G., & MAMY, J. (1999). *Climatologie de l'environnement*. Dunod.
- Haas, W. (1981). Évolution des parties dures calcaires chez les mollusques primitifs. *Malacologia, 21*, 403–418.
- Haszprunar, G. (1987). The fine morphology of the osphradial sense organs of the mollusca. IV. Caudofoveata and Solenogastres. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences, 315*(1169), 63–73. https://doi.org/10.1098/rstb.1987.0003
- Haszprunar, G. (1996). The molluscan rhogozyte (pore-cell, Blasenzelle, cellule nucale), and its significance for ideas on nephridial evolution. *Journal of Molluscan Studies, 62*, 185–211.
- Haszprunar, G. (2000). Is the Aplacophora monophyletic? A cladistic point of view. *American Malacological Bulletin, 15*, 115–130.

- Haszprunar, G. (2001). Mollusca (Mollusques). Dans *eLS*. John Wiley & Sons Ltd. https://doi.org/10.1038/npg.els.0001598
- Haszprunar, G., et al. (2002). Fine structure and immunocytochemistry of a new chemosensory system in the chiton larva (Mollusca: Polyplacophora). *Journal of Morphology*, *251*(2), 210–218. https://doi.org/10.1002/jmor.1084
- Haszprunar, G., & Wanninger, A. (2012). Mollusques. *Current Biology*, *22*, 510–514. https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.05.039
- Herbert, D. G., Hamer, M. L., Mander, M., Mkhize, N., & Prins, F. (2003). Invertebrate animals as a component of the traditional medicine trade in KwaZulu-Natal, South Africa. *African Invertebrates*, *44*(2). https://journals.co.za/content/nmsa_ai/44/2/EJC84517
- Herrera, A., Bustamante, R., & Shepherd, S. (2003). The fishery for endemic Chitons in the Galapagos Islands. *Noticias de Galápagos*, *62*, 24–28. https://www.darwinfoundation.org/en/publications/galapagos-research/noticias-degalapagos-62
- Higley, R. M., & Heath, H. (1912). The development of the gonad and gonoducts in two species of chitons. *The Biological Bulletin*, *22*(2), 95–97. https://doi.org/10.2307/1536171
- Hirtzig, et al. (2015). *L'océan, milieu de vie*. https://fondation-lamap.org/sites/default/files/pdf/l-ocean-milieu-de-vie.pdf
- Hor, M., & Noda, T. (2001). An unpredictable indirect effect of algal consumption by gulls on crows. *Ecology*, *82*(11), 3251–3256. https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[3251:AUIEOA]2.0.CO;2
- Irisarri, I., Uribe, J. E., Eernisse, D. J., & Zardoya, R. (2020). Une phylogénie mitogénomique des chitons (Mollusca : Polyplacophora). *BMC Evolutionary Biology*, *20*, 1–15.
- Kaas, P., & Van Belle, R. A. (1985). *Monograph of Living Chitons (Mollusca: Polyplacophora). Vol. 2*. E.J. Brill.
- Kaas, P., & Jones, A. M. (1998). Class Polyplacophora: Morphology and Physiology. Dans *Mollusca: The Southern Synthesis Part A, Fauna of Australia* (p. 163–174). CSIRO.
- Kaas, P., & Knudsen, J. (1992). Lorentz Spengler's descriptions of chitons (Mollusca: Polyplacophora). *Zoologische Mededelingen Leiden*, *66*(3), 49–90.
- Kaas, P., Van Belle, R. A., & Strack, H. (2006). *Monograph of living chitons (Mollusca: Polyplacophora), Volume 6*. Brill Academic.

- Kacemi, M. (2011). Protection et valorisation du littoral en Algérie : législation et instruments : Le cas des communes littorales d'Oran. *Études caribéennes, (20)*. https://doi.org/10.4000/etudescaribeennes.5959
- Kázmér, M., & Taboroši, D. (2012). Bioerosion on the small scale, examples from the tropical and subtropical littoral. *Hantkeniana, 7*, 37–94.
- Kázmér, M., et al. (2015). Features of intertidal bioerosion and bioconstruction on limestone coasts of Langkawi Islands, Malaysia. *Sains Malaysiana, 44*, 921–929.
- Kim, K. S., Burford, M. A., Macey, D. J., & Webb, J. (1988). Iron concentrations and characterisation of the major iron binding proteins in the tissues of the chiton Clavarizona hirtosa. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry, 91*(1), 159–164. https://doi.org/10.1016/0305-0491(88)90129-0
- Kim, K. S., Macey, D. J., Webb, J., & Mann, S. (1989). Iron mineralization in the radula teeth of the chiton Acanthopleura hirtosa. *Proceedings of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, *237*(1288), 335–346. https://doi.org/10.1098/rspb.1989.0052
- Kingston, A. C., Chappell, D. R., & Speiser, D. I. (2018). Evidence for spatial vision in Chiton tuberculatus, a chiton with eyespots. *Journal of Experimental Biology*, *221*, jeb183632. https://doi.org/10.1242/jeb.183632
- Kocot, K. M., McDougall, C., & Degnan, B. M. (2021). Developing Perspectives on Molluscan Shells, Part 1: Introduction and Molecular Biology. Dans *Physiology of Molluscs* (p. 1–41). Apple Academic Press. https://doi.org/10.1201/9781315207124-1
- Kokkinopoulou, M., Güler, M. A., Lieb, B., et al. (2014). 3D-ultrastructure, functions and stress responses of gastropod (Biomphalaria glabrata) rhogocytes. *PLoS ONE, 9*(6), e101078.
- Koukouras, A., & Karachle, P. (2005). The polyplacophoran (Eumollusca, Mollusca) fauna of the Aegean Sea with the description of a new species, and comparison with those of the neighbouring seas. *Journal of Biological Research, 3*, 23–38.
- Krings, W., Brütt, J.-O., & Gorb, S. N. (2022). Ontogenèse de la composition élémentaire et de la biomécanique des dents radiculaires chez le chiton Lepidochitona cinerea. *Frontiers in Zoology*, *19*, 19. https://doi.org/10.1186/s12983-022-00465-w
- Krings, W., Kovalev, A., Glaubrecht, M., & Gorb, S. N. (2019). Les différences de module d'Young et de dureté reflètent les différentes fonctions des dents au sein de la radula taenioglossienne des gastéropodes. *Zoology*, *137*, 1257–1263. https://doi.org/10.1016/j.zool.2019.125713

- Kuroda, S., et al. (2014). Common mechanics of mode switching in locomotion of limbless and legged animals. *Journal of The Royal Society Interface*, *11*(95). https://doi.org/10.1098/rsif.2014.0205
- Kyle, R., Pearson, B., Fielding, P. J., Robertson, W. D., & Birnie, S. L. (1997). Subsistence shellfish harvesting in the Maputaland Marine Reserve in northern KwaZulu-Natal, South Africa: Rocky shore organisms. *Biological Conservation*, *82*(2), 183–192. https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00022-0
- Lacombe, H., & Richez, C. (1982). The Regime of the Strait of Gibraltar. Dans J. C. Nihoul (dir.), *Hydrodynamics of Semi-Enclosed Seas* (p. 13–73). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S0422-9894(08)71237-6
- Lindberg, D. (2001). The influence of classification on the evolutionary interpretation of structure a re-evaluation of the evolution of the pallial cavity of gastropod molluscs. *Organisms Diversity & Evolution*, *1*(4), 273–299. https://doi.org/10.1078/1439-6092-00025
- Livingstone, Ivy. (1998) *Chiton or sea cradle or coat-of-mail shell or suck-rock or loricate or polyplacophoran or polyplacophore / chiton ou polyplacophore ou oscabrion*, BIODIDAC. http://omeka.uottawa.ca/biodidac/items/show/6738.
- Loboda-Cunha, A., Alves, A. M., Oliveira, E., & Calado, G. (2022). Functional histology and ultrastructure of the digestive tract in two species of chitons (Mollusca, Polyplacophora). *Journal of Marine Science and Engineering*, *10*(2), 160. https://doi.org/10.3390/jmse10020160
- Louda, S. M. (1979). Distribution, movement and diet of the snail Searlesia dira in the intertidal community of San Juan Island, Puget Sound, Washington. *Marine Biology*, *51*(2), 119–131. https://doi.org/10.1007/BF00555191
- Lowenstam, H. A. (1962). Magnetite in denticle capping in recent chitons (Polyplacophora). *Bulletin of the Geological Society of America*, *73*, 435–438. https://doi.org/10.1130/0016-7606(1962)73[435:MIDCIR]2.0.CO;2
- Lowenstam, H. A. (1967). La lépidocrocite, un minéral de type apatite, et la magnétite dans les dents des chitons (Polyplacophora). *Science*, *156*, 1373–1375. https://doi.org/10.1126/science.156.3780.1373
- Lowenstam, H. A., & Weiner, S. (1989). *On Biomineralization*. Oxford University Press.
- Luchtel, D. L., Martin, A. W., Deyrup-Olsen, I., & Boer, H. H. (1997). Gastropoda: Pulmonata. Dans F. W. Harrison & A. J. Kohn (dir.), *Microscopic Anatomy of Invertebrates, vol. 6B: Mollusca II* (p. 459–718). Wiley-Liss.

- Macey, D. J., Webb, J., & Brooker, L. R. (1994). Structure and synthesis of biominerals in chiton teeth. *Bulletin de l'Institut Océanographique (Monaco), Spécial 14*(4), 191–197. http://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/7177
- Mann, S. (2001). *Biomineralization Principles and Concepts in Bioinorganic Materials Chemistry*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780198508823.001.0001
- Mather, J. A. (1991). Foraging, feeding and prey remains in middens of juvenile Octopus vulgaris (Mollusca: Cephalopoda). *Journal of Zoology*, *224*(1), 27–39. https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1991.tb04786.x
- Matthews, E. (1992). *The role of women in the fisheries of Palau* [Mémoire de master, Oregon State University].
- Matthews, F. G. C. (1956). *The breeding behavior, embryology and larval ecology of Lepidochitona cinereus (L.)* [Thèse de doctorat, University of London].
- MEER (Ministère de l'Environnement et des Energies Renouvelables). (2022). *LITTORAL*. https://www.me.gov.dz
- Mesli, N. (2024). *Utilisation de Rhyssoplax olivacea (Polyplacophore Méditerranéen) pour l'évaluation de la qualité du littoral occidental algérien vis-à-vis de la contamination par les métaux traces* [Thèse de doctorat, Université de Tlemcen].
- Mesli, N., Rouane-Hacene, O., Bouchikhi-Tani, Z., & Richir, J. (2023). Une première étude sur la bioaccumulation des métaux traces chez *Rhyssoplax olivacea* (Polyplacophora méditerranéen). *Marine Pollution Bulletin*, *194*, 115202.
- Mezouar, K. (2022). *Rapport sur l'évaluation de la situation initiale de l'indicateur commun 15 d'IMAP : Localisation et étendue des habitats potentiellement affectés par les altérations hydrographiques pour les zones côtières et marines méditerranéennes de l'Algérie* (Rapport pour le projet EcAp MED III). PAP/RAC. Auteur contracteur : Mezouar Khoudir. Alger, mars 2022.
- Miller, A. R. (1983). The Mediterranean Sea: a physical aspect. Dans *Estuaries and enclosed seas* (p. 13–73). Elsevier.
- Millot, C. (1985). Some features of the Algerian Current. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, *90*(C4), 7169–7176. https://doi.org/10.1029/JC090iC04p07169
- Millot, C. (1999). Circulation in the Western Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, *20*(1–4), 423–442. https://doi.org/10.1016/S0924-7963(98)00078-5
- Millot, C., & Taupier-Letage, I. (2005). Circulation in the Mediterranean Sea. *Handbook of Environmental Chemistry*, *5*, 29–66. https://doi.org/10.1007/b107143

- Moles, J., Cunha, T. J., Lemer, S., Combosch, D. J., & Giribet, G. (2021). Resserrer la ceinture : phylotranscriptomique des Polyplacophora. *Journal of Molluscan Studies, 87*(2), eyab019.
- Montecinos, C., Riera, R., & Brante, A. (2020). Site fidelity and homing behaviour in the intertidal species Chiton granosus (Polyplacophora) (Frembly 1889). *Journal of Sea Research, 164*, 101932. https://doi.org/10.1016/j.seares.2020.101932
- Moroz, L., et al. (1994). Serotonin-and FMRFamideimmuno-reactive nerve elements in the chiton Lepidopleurus asellus (Mollusca, Polyplacophora). *Cell and Tissue Research, 275*, 277–282.
- Morse, M. P., & Reynolds, P. D. (1996). Ultrastructure of the heart-kidney complex in smaller classes supports symplesiomorphy of molluscan coelomic characters. Dans J. D. Taylor (dir.), *Origin and Evolutionary Radiation of the Mollusca* (p. 89–97). Oxford University Press.
- Mutin, G. (2012). *Géopolitique du monde arabe* (4e éd.). Ellipses.
- Mygdalias, T. P. (2025). *Composition chimique et morphométrie du scutellum et des plaques d'une espèce commune de polyplatophore (Rhyssoplax olivacea)* [Mémoire de licence]. https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/86009/31394.pdf?sequence=4
- Mygdalias, T., Varkoulis, A., Voulgaris, K., & Zaoutsos, S. (2024). *Elemental composition and morphometry of Rhyssoplax olivacea (Polyplacophora): Part I—Radula and valves. Journal of Marine Science and Engineering*, 12(12), Article 2186. https://doi.org/10.3390/jmse12122186
- Nationale, L. (2010). *Biodiversité marine*. https://www.vliz.be/imisdocs/publications/ocrd/215826.pdf
- Nimitz, M. A. (1964). *The histology and histochemistry of the chitón Katherina in relation to the reproductive cycle* [Thèse de doctorat, Stanford University].
- Nimitz, M. A., & Giese, A. C. (1964). Histochemical changes correlated with reproductive activity and nutrition in the chiton, Katharina tunicate. *Journal of Cell Science, S3-105*(72), 481–495. https://doi.org/10.1242/jcs.s3-105.72.481
- Obaton, D. (1998). *Circulation et modélisation de la méditerranée occidentale et du golfe du lion*. Bibliothèque de BREST.
- Ocean wice. (2022). *Unexplored oceans*. https://ocean.org/fr/education/unexplored-oceans/
- Okland, S. (1980). The heart ultrastructure of Lepidopleurus asellus (Spengler) and Tonicella marmorea (Fabricius) (Mollusca: Polyplacophora). *Zoomorphology, 96*, 1–19.

- Okland, S. (1981). Ultrastructure of the pericardium in chitons (Mollusca: Polyplacophora), in relation to filtration and contraction mechanisms. *Zoomorphology, 97*, 193–203.
- Osorio-Ruiz, C. (2002). *Moluscos marinos en Chile, especies de importancia economica: guia para su identificacion*. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. http://www.libros.uchile.cl/508
- PAM/PNUE. (2011). *Inventaire des stations d'épuration des eaux usées dans les agglomérations côtières méditerranéennes de plus de 2000 habitants (2010)*. UNEP(DEPI)/MED WG.357/Inf.7.
- Parker, G. A., Ramm, S. A., Lehtonen, J., & Henshaw, J. M. (2018). L'évolution de la dépense gonadique et de l'indice gonadosomatique (GSI) chez les invertébrés mâles et femelles à reproduction par dispersion. *Biological Reviews, 93*(2), 693–753.
- Parkhaev, P. Yu. (2007). The Cambrian 'basement' of gastropod evolution. *Geological Society, London, Special Publications, 286*(1), 415–421. https://doi.org/10.1144/SP286.31
- Peebles, B. A. (2017). *Structure and Preservation of Chiton Valves: Resolution of a Taphonomic Quandary* [Thèse de master, University of Otago].
- Pelseneer, P. (1906). *A treatise on zoology, Part V. Mollusca*. Adam & Charles Black Publisher.
- PNUE/PAM-Plan Bleu. (2009). *Etat de l'environnement et du développement en Méditerranée*.
- Ponder, W. F., Lindberg, D. R., & Ponder, J. M. (2019). *Biology and Evolution of the Mollusca*. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781351115667-1
- Puchalski, S. S., Eernisse, D. J., & Johnson, C. C. (2008). The effect of sampling bias on the fossil record of chitons (Mollusca, Polyplacophora). *American Malacological Bulletin, 25*(1), 87–95. https://doi.org/10.4003/0740-2783-25.1.87
- RAMADE, F. (2003). *Eléments d'Écologie Écologie Fondamentale* (3e éd.). Dunod.
- Randall, J. E. (1967). Food habits of reef fishes in the West Indies. *Studies in Tropical Oceanography, 5*, 665–847.
- Raymond, F., Ullmann, A., & Camberlin, P. (2018). Très longs épisodes secs hivernaux dans le bassin méditerranéen : variabilité spatio-temporelle et impact sur la production céréalière en Espagne. *Cybergeo*. https://doi.org/10.4000/cybergeo.29156
- Richter, H. P. (1986). Ultrastructure of Follicular Epithelia in the Ovary of Lepidochitona cinerea (Mollusca: Polyplacophora). *Development, Growth & Differentiation, 28*(1), 7–16. https://doi.org/10.1111/j.1440-169X.1986.00007.x

- Richter, H. P., & Götting, K. J. (1974). Oogenese und Sexualität der Käferschnecke Lepidochitona cinereus (Mollusca, Polyplacophora). *Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, 26*(1), 42–62. https://doi.org/10.1007/BF01613304
- Ricketts, E. F., Calvin, J., & Hedgpeth, J. W. (1985). *Between Pacific tides* (5e éd.). Stanford.
- Rosenberg, G. (2014). Une nouvelle estimation critique de la diversité au niveau des espèces nommées des mollusques récents. *American Malacological Bulletin, 32*(2), 308–322. https://doi.org/10.4003/006.032.0204
- Ruppert, E. E., Fox, R. S., & Barnes, R. D. (2004). *Zoologie des invertébrés* (7e éd.). Brooks Cole Thomson.
- Ruppert, E. E., & Smith, P. R. (1988). The functional organization of filtration nephridia. *Biological Reviews, 63*, 231–258.
- Sabatier, A. (1886). *Recueil des mémoires sur la morphologie des elements sexuels et sur la nature de la sexualité*. Travaux du Laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Montpellier.
- Salloum, P. M., Lavery, S. D., de Villemereuil, P., & Santure, A. W. (2023). Adaptation locale des traits de forme de la coquille d'un chiton incubateur présentant une forte différenciation génomique au sein de la population. *Evolution, 77*, 210–220. https://doi.org/10.1093/evolut/qpac001
- Salomon, A. K., Tanape, N. M., & Huntington, H. P. (2007). Serial depletion of marine invertebrates leads to the decline of a strongly interacting grazer. *Ecological Applications, 17*(6), 1752-1770. https://doi.org/10.1890/06-1369.1
- Salvini-Plawen, L. (1972). Zur Morphologie und Phylogenie der Mollusken: Die Beziehung der Caudofoveata und der Solenogastres als Aculifera, als Mollusca und als Spiralia. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 184*, 205–394.
- Salvini-Plawen, L., & Bartolomaeus, T. (1995). Mollusca: Mesenchymata with a "coelom". Dans G. Lancaveggia & R. Valvassori (dir.), *Body cavities: function and phylogeny* (p. 75–92).
- Scarano, A., & Ituarte, C. (2009). First report of a case of occasional hermaphroditism in Polyplacophora. *Journal of Molluscan Studies, 75*(1), 91–92. https://doi.org/10.1093/mollus/eyn039
- Scheltema, A. H. (1993). Les Aplacophora en tant qu'aculiferans progénétiques et l'origine coelomate des mollusques en tant que taxon frère des Sipuncula. *Biological Bulletin, 184*, 57–78. https://doi.org/10.2307/1542380

- Scholtz, G. (2008). Scarab beetles at the interface of wheel invention in nature and culture?. *Contributions to Zoology*, *77*(3), 139–148. https://doi.org/10.1163/1875986607703001
- Schwabe, E. (2010). Illustrated summary of chiton terminology (Mollusca, Polyplacophora). *Spixiana*, *33*(2), 171–194.
- Selwood, L. (1968). Interrelationships between developing oocytes and ovarian tissues in the chiton Sypharochiton septentriones (ashby) (Mollusca: Polyplacophora). *Journal of Morphology*, *125*(1), 71–103. https://doi.org/10.1002/jmor.1051250105
- Shaw, J. A., Brooker, L. R., & Macey, D. J. (2002). Radula tooth turnover in the chiton Acanthopleura hirtosa (Blainville, 1825) (Mollusca: Polyplacophora). *Molluscan Research*, *22*(2), 93–99. https://doi.org/10.1071/MR02005
- Shaw, J. A., Macey, D. J., & Brooker, L. R. (2008). Radula synthesis by three species of iron mineralizing molluscs: production rate and elemental demand. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, *88*(3), 597–601. https://doi.org/10.1017/S0025315408000969
- Shaw, J. A., Macey, D. J., Brooker, L. R., & Clode, P. L. (2010). Tooth use and wear in three iron-biomineralizing mollusc species. *Biological Bulletin*, *218*(2), 132–144.
- Sidi Ikhlef, S., & Tahri, A. (2015). *Etude des sables de mer des trois plages de la wilaya d'Ain Temouchent*. Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen.
- Sigwart, J. D. (2009). Analyse cladistique morphologique comme modèle d'évaluation des caractères chez les chitons vivants primitifs (Polyplacophora, Lepidopleurina). *American Malacological Bulletin*, *27*, 95–104. https://doi.org/10.4003/006.027.0208
- Sigwart, J. D., & Schwabe, E. (2017). Anatomie des nombreux types d'alimentation chez les mollusques polyplacophores. *Invertebrate Zoology*, *14*(1), 205–216.
- Sigwart, J. D., Green, P. A., & Crofts, S. B. (2015). Morphologie fonctionnelle chez les chitons (Mollusca, Polyplacophora) : influences de l'environnement et de l'acidification des océans. *Marine Biology*, *162*, 2257–2264. https://doi.org/10.1007/s00227-015-2738-1
- Sigwart, J. D., & Carey, N. (2014). Grazing under experimental hypercapnia and elevated temperature does not affect the radula of a chiton (Mollusca: Polyplacophora: Lepidopleurida). *Marine Environmental Research*, *102*, 73–77. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2014.05.004
- Sigwart, J. D., et al. (2010). Evolution in the deep sea: a combined analysis of the earliest diverging living chitons (Mollusca: Polyplacophora: Lepidopleurida). *Invertebrate Systematics*, *24*(6), 560. https://doi.org/10.1071/IS10028

- Sigwart, J. D., et al. (2013). Chiton phylogeny (Mollusca: Polyplacophora) and the placement of the enigmatic species Choriplax grayi (H. Adams & Angas). *Invertebrate Systematics, 27*(6), 603. https://doi.org/10.1071/IS13013
- Sigwart, J. D., et al. (2014). A new sensory organ in "primitive" molluscs (Polyplacophora: Lepidopleurida), and its context in the nervous system of chitons. *Frontiers in Zoology, 11*(1), 7. https://doi.org/10.1186/1742-9994-11-7
- Sigwart, J. D., Vermeij, G. J., & Hoyer, P. (2019). Why do chitons curl into a ball?. *Biology Letters*, *15*(10), 20190429. https://doi.org/10.1098/rsbl.2019.0429
- Singh, A., & Rawat, R. S. (2022). *Mollusques : Répartition et habitudes alimentaires*.
- Sirenko, B. (1997). The importance of the development of articulamentum for taxonomy of chitons (Mollusca, Polyplacophora). *Ruthenica, 7*, 1–24.
- Sirenko, B. (2000). A new and unusual species of Parachiton (Mollusca: Polyplacophora) from South Africa. *African Zoology, 35*(1), 93–98. https://doi.org/10.1080/15627020.2000.11407196
- Sirenko, B. I. (2006). New outlook on the system of chitons (Mollusca: Polyplacophora). *Venus*, *65*, 27–49.
- Sminia, T., De With, N. D., Bos, J. L., et al. (1976). Structure and function of the calcium cells of the freshwater pulmonate snail Lymnaea stagnalis. *Netherlands Journal of Zoology, 27*(2), 195–208.
- Smith, I., Gibson, R., Atkinson, R., Gordon, J., & Hughes, D. (2011). Impact du réchauffement et de l'acidification des océans sur les stades du cycle de vie des invertébrés marins : vulnérabilités et potentiel de survie dans un océan en mutation. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 49*, 1–42.
- Solem, A. (1972). Applications malacologiques de la microscopie électronique à balayage II. Structure et fonctionnement de la radula. *The Veliger, 14*, 327–336.
- Soucie, Josée, 1995. *Chiton or sea cradle or coat-of-mail shell or suck-rock or loricate or polyplacophoran or polyplacophore / chiton ou polyplacophore ou oscabrion*, BIODIDAC. http://omeka.uottawa.ca/biodidac/items/show/5727.
- Speiser, D. I., DeMartini, D. G., & Oakley, T. H. (2014). The shell-eyes of the chiton Acanthopleura granulata (Mollusca, Polyplacophora) use pheomelanin as a screening pigment. *Journal of Natural History, 48*(45–48), 2899–2911. https://doi.org/10.1080/00222933.2014.959572
- Spengler, L. (1797). Udförlig beskrivelse over det mangeskkallede konkylie-slaegt, af Linneus kaldet Chiton med endeel nye arter og varieteter. *Skrifter af Naturhistorie-*

Selskabet, *4*, 62–103. https://www.biodiversitylibrary.org/page/58273821#page/87/mode/1up

- Stebbins, T., & Eernisse, D. (2009). Chitons (Mollusca: Polyplacophora) Known from Benthic Monitoring Programs in the Southern California Bight. *Festivus, 41*(6), 53–100.
- Stevenson, R. D., & Woods, W. A. (2006). Condition indices for conservation: new uses for evolving tools. *Integrative and Comparative Biology, 46*(6), 1169–1190. https://doi.org/10.1093/icb/icl052
- Stockdale, E. J., et al. (2009). Imaging organic and mineral phases in a biomineral using novel contrast techniques. *Scanning, 31*(1), 11–18. https://doi.org/10.1002/sca.20141
- Stöger, I., et al. (2013). The Continuing Debate on Deep Molluscan Phylogeny: Evidence for Serialia (Mollusca: Monoplacophora + Polyplacophora). *BioMed Research International, 2013*, 1–18. https://doi.org/10.1155/2013/407072
- Strack, H. L. (1988). La répartition des chitons (Polyplacophora) en Grèce. *Apex, 3*, 67–80.
- Strathmann, M. F. (2017). *Reproduction et développement des invertébrés marins de la côte nord du Pacifique*. University of Washington Press.
- Sturm, C. F., Pearce, T. A., & Valdés, A. (2006). *The Mollusks: a guide to their study, collection, and preservation*. Universal Publishers. https://doi.org/10.5860/CHOICE.44-2707
- Sumner-Rooney, L., & Sigwart, J. D. (2017). Do chitons have a brain? New evidence for diversity and complexity in the polyplacophoran central nervous system. *Journal of Morphology*, *279*(7), 936–949. https://doi.org/10.1002/jmor.20823
- Sun, D., et al. (2023). Multiscale analysis of the unusually complex muscle fibers for the chiton radulae. *Frontiers in Marine Science, 10*. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1107714
- Taousani, Z. A. (2025). *Structure de la population et caractéristiques biologiques de la polyplaque Rhyssoplax olivacea dans le golfe Pagasétique* [Mémoire de licence]. https://ir.lib.uth.gr/xmlui/bitstream/handle/11615/86186/31589.pdf?sequence=4
- Taupier-Letage, I., & Millot, C. (1988). Surface circulation in the Algerian Basin DURING 1984. *Oceanologica Acta*, 79–85. https://archimer.ifremer.fr/doc/00267/37811/
- Taylor, P. D., & Lewis, D. N. (2005). *Invertébrés fossiles*. Harvard University Press.
- Tenaza, R. R. (1975). Pangolins Rolling Away from Predation Risks. *Journal of Mammalogy*, *56*(1), 257. https://doi.org/10.2307/1379632
- Thiele, J. (1929). *Manuel du système des mollusques*. Gustav Fischer.

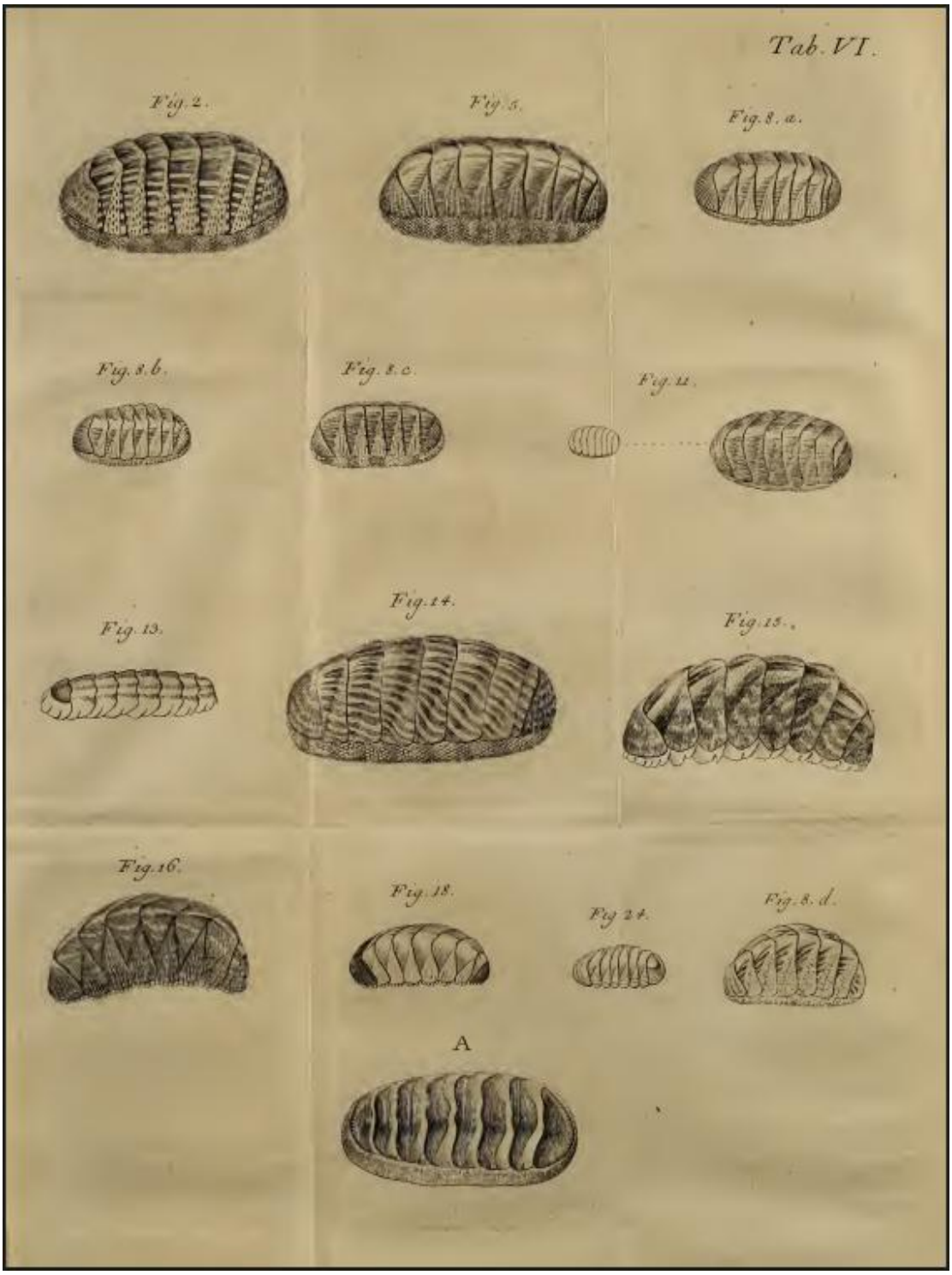
- Towe, K. M., & Lowenstam, H. A. (1967). Ultrastructure et développement de la minéralisation ferrique dans les dents radulaires de Cryptochiton stelleri (Mollusca). *Journal of Ultrastructure Research, 17*, 1–13. https://doi.org/10.1016/S0022-5320(67)80015-7
- Treves, K., et al. (2003). Aragonite Formation in the Chiton (Mollusca) Girdle. *Helvetica Chimica Acta, 86*(4), 1101–1112. https://doi.org/10.1002/hlca.200390096
- Turner, N. J., & Turner, K. L. (2007). Traditional food systems, erosion and renewal in Northwestern North America. *Indian Journal of Traditional Knowledge, 6*, 57-68. http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/828
- Van der Wal, P., Videler, J. J., Havea, P., & Pel, R. (1989). Architecture and chemical composition of the magnetite-bearing layer in the Radula teeth of Chiton Olivaceus (Polyplacophora). Dans *Origin, Evolution, and Modern Aspects of Biomineralization in Plants and Animals* (p. 153–166). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-6114-6_11
- Varkoulis, A., Voulgaris, K., Zachos, D. S., & Vafidis, D. (2023). Dynamique des populations de trois espèces de Polyplacophora de la mer Égée (Méditerranée orientale). *Diversity, 15*, 867. https://doi.org/10.3390/d15070867
- Varney, R. M., et al. (2022). Genome of the Lepidopleurida chiton Hanleya hanleyi (Mollusca, Polyplacophora). *F1000Research, 11*, 555. https://doi.org/10.12688/f1000research.121706.1
- Varney, R. M., Speiser, D. I., McDougall, C., Degnan, B. M., & Kocot, K. M. (2021). The ironresponsive genome of the chiton Acanthopleura granulata. *Genome Biology and Evolution, 13*(1). https://doi.org/10.1093/gbe/evaa263
- Vinther, J., Sperling, E. A., Briggs, D. E., & Peterson, K. J. (2012). Une hypothèse paléobiologique moléculaire concernant l'origine des mollusques aplacophores et leur descendance d'ancêtres de type chiton. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 279*, 1259–1268. https://doi.org/10.1098/rspb.2011.1773
- Voltzow, J. (1988). The organization of limpet pedal musculature and its evolutionary implications for the Gastropoda. Dans *Prosobranch Phylogeny* (p. 273–283).
- Wang, T., et al. (2022). Ordre mésocristallin et transformation de phase des biominéraux d'oxyde de fer dans les dents ultra-dures de Cryptochiton stelleri. *Small Structures, 3*, 2100202. https://doi.org/10.1002/sstr.202100202
- Wanninger, A., & Haszprunar, G. (2002). Myogenèse chez les chitons : perspectives sur le développement et l'évolution des systèmes musculaires larvaires et adultes chez les mollusques. *Journal of Morphology, 251*(2), 103–113.

- WoRMS (World Register of Marine Species). https://www.marinespecies.org/
- Yoshioka, E., & Fujitani, E. (2006). Activity and homing behaviour of two species of Acanthopleura (Mollusca: Polyplacophora) on a subtropical shore in Japan. *Venus: Journal of the Malacological Society of Japan, 65*, 123–139.

Les annexes

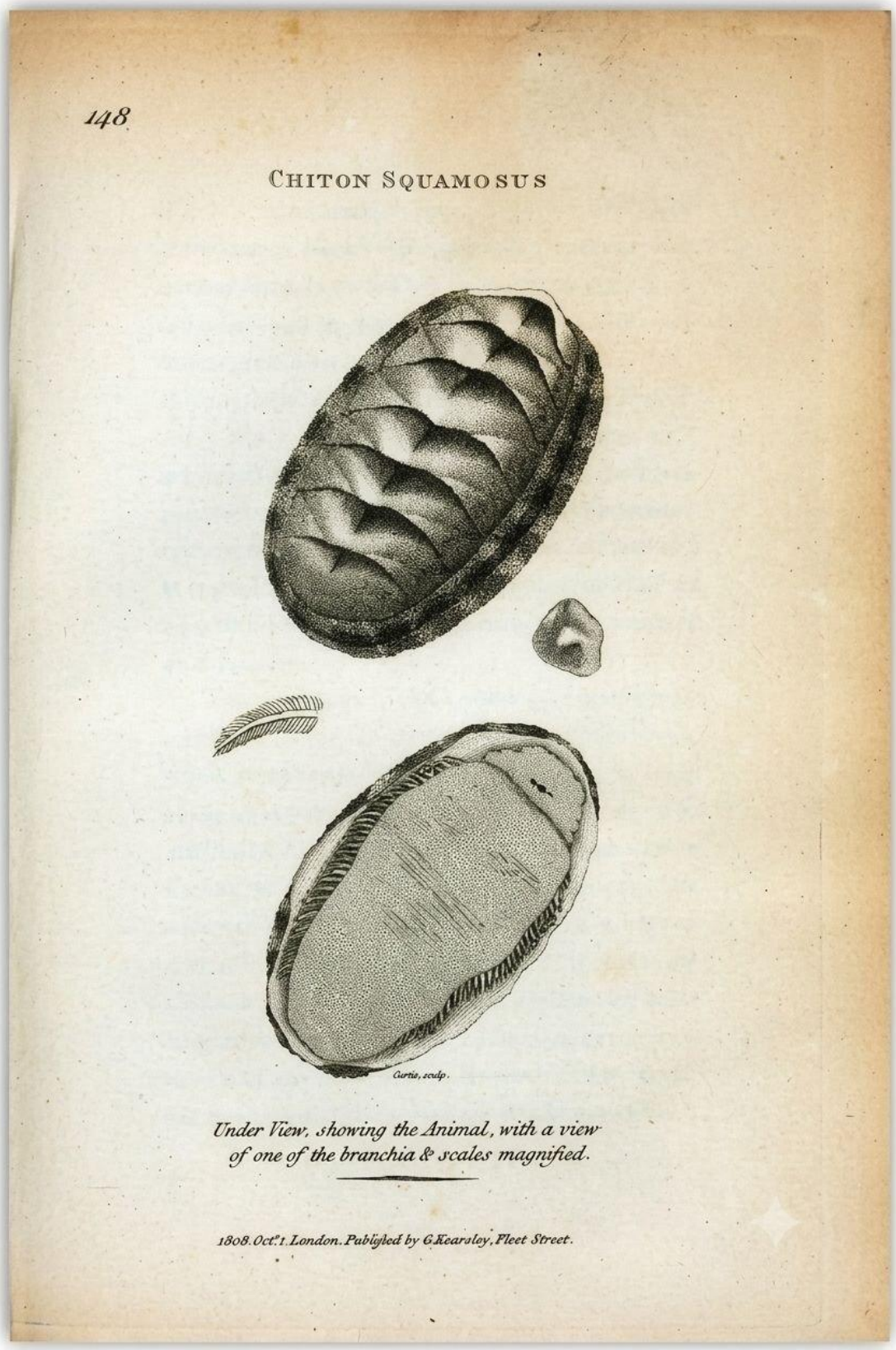
Les annexes

Quelques anciennes illustrations comportant différentes espèces de chitons (Mollusca : Polyplacophora).

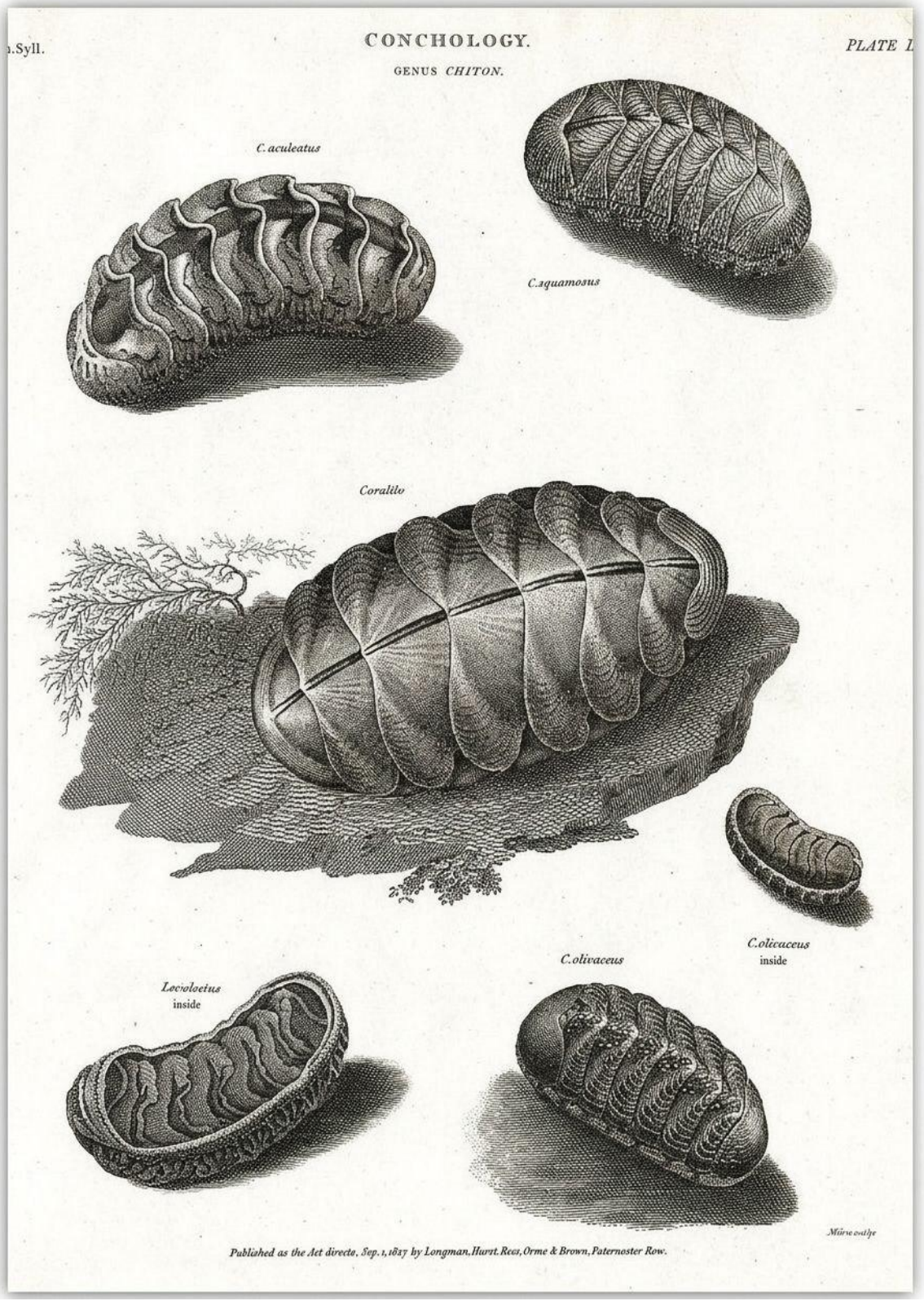


Spengler, L. (1797). *Udförlig beskrivelse over det mangeskkallede konkylie-slaegt...* Skrifter af Naturhistorie-Selskabet, 4, 62-103, pl. 6, fig. 8a,b,c,d.

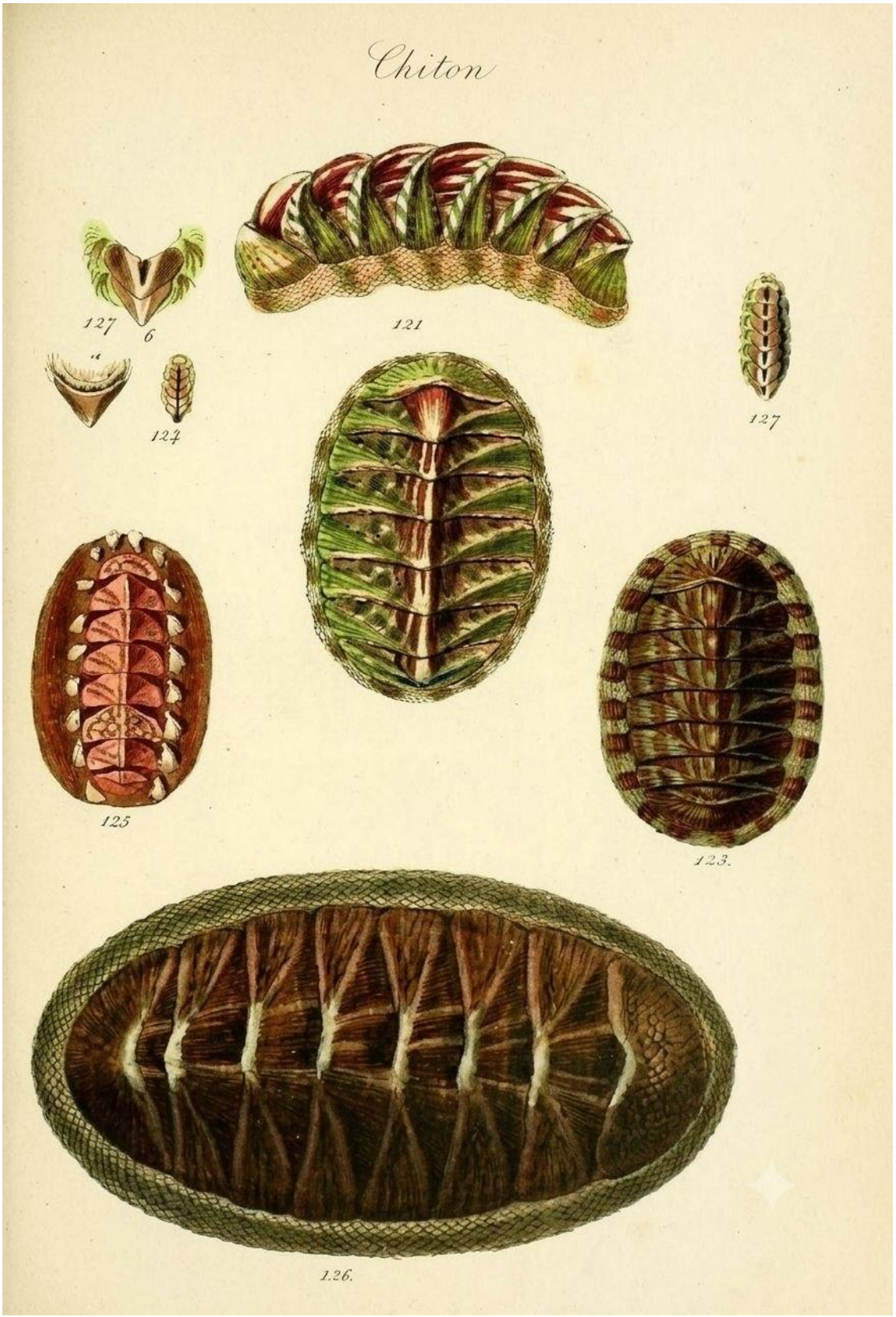
https://www.biodiversitylibrary.org/page/58273821#page/252/mode/1up



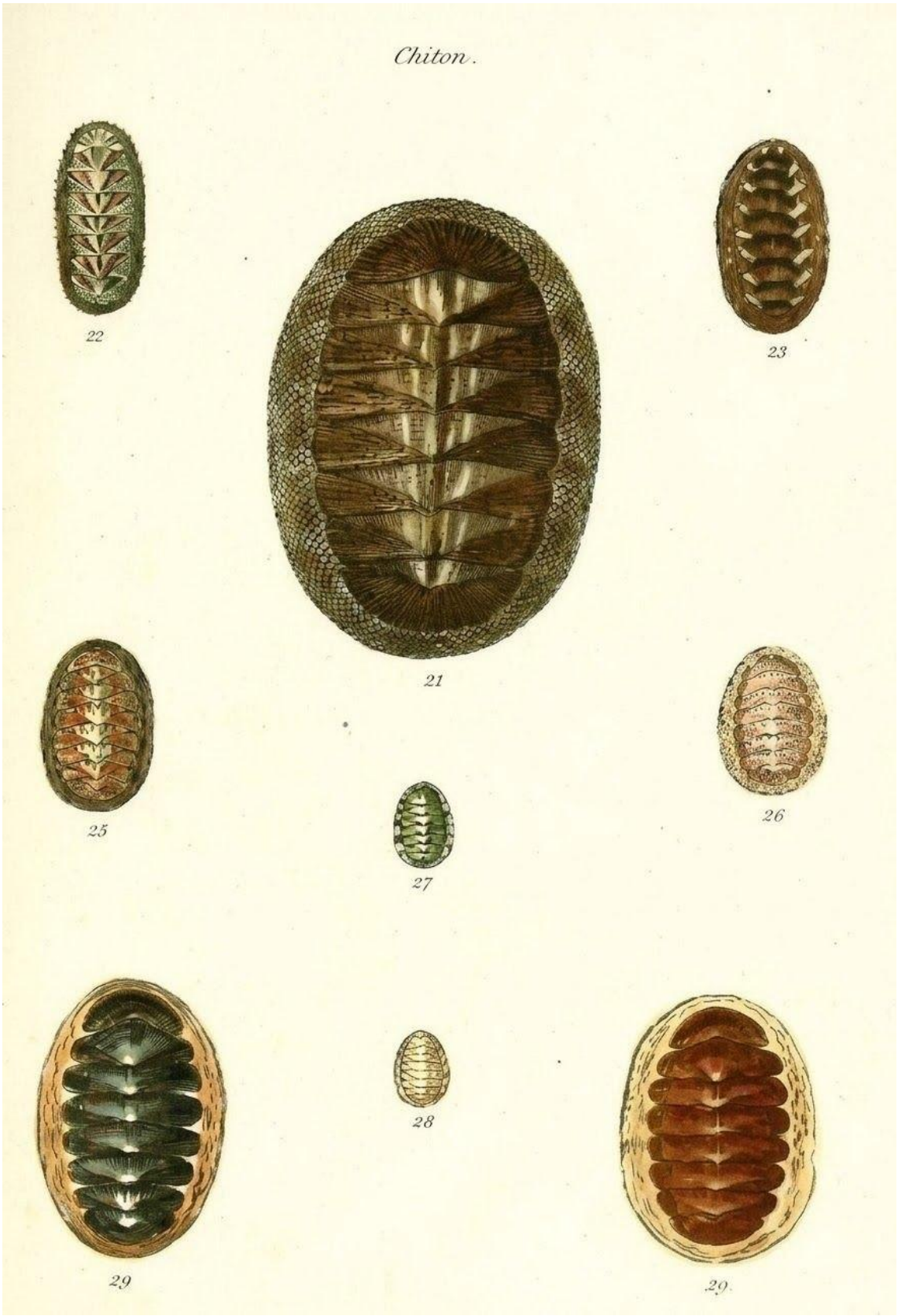
Shaw, G. 1809. Chiton squamosus ; Sous vue montrant l'animal avec une vue de l'une des branchies et des écailles agrandies. In : Conférences zoologiques dispensées à l'institution royale dans les années 1806 et 1807. (Édit) G. Kearsley. Londres



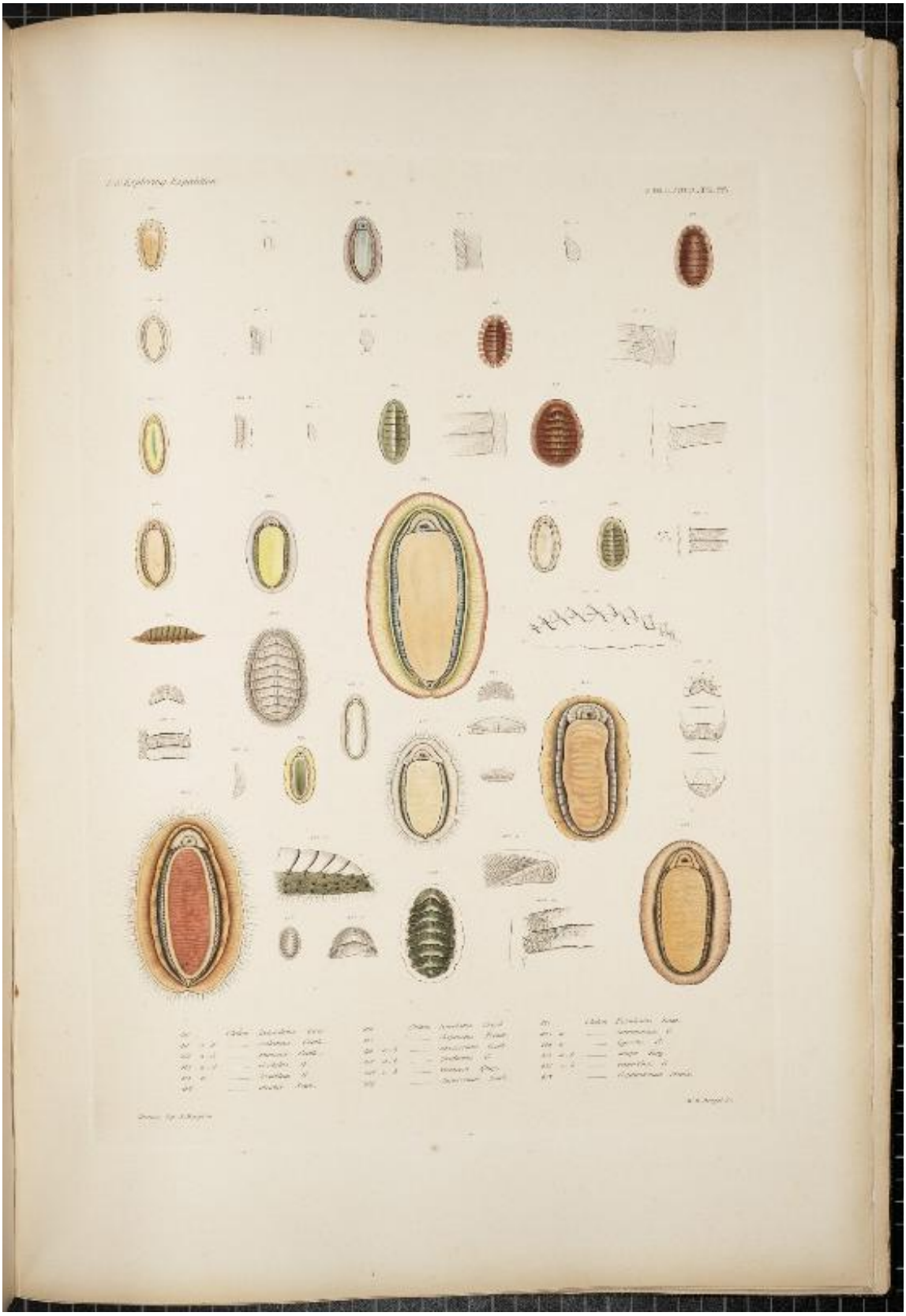
Rees, A. 1813. The Cyclopaedia ou Dictionnaire universel des arts, sciences et lettres. 1re édition. Éd. Longman, Hurst, Rees, Orme & Brown. Londres.



Sowerby, G. B. 1832. Les Illustrations conchyliologiques, ou Figures coloriées de toutes les coquilles récentes jusqu'alors non figurées. Londres.



Sowerby, G. B. 1832. Les Illustrations conchyliologiques, ou Figures coloriées de toutes les coquilles récentes jusqu'alors non figurées. Londres.



Gould, Augustus A. (Augustus Addison). 1852. Mollusques et coquilles. Tome 12, Philadelphie : Imprimé par C. Sherman. Mollusca, pl. 27.
https://www.biodiversitylibrary.org/item/124949#page/75/mode/1up



Gould, Augustus A. (Augustus Addison). 1852. Mollusques et coquilles. Tome 12, Philadelphie : Imprimé par C. Sherman. Mollusca, pl. 28.
https://www.biodiversitylibrary.org/item/124949#page/77/mode/1up

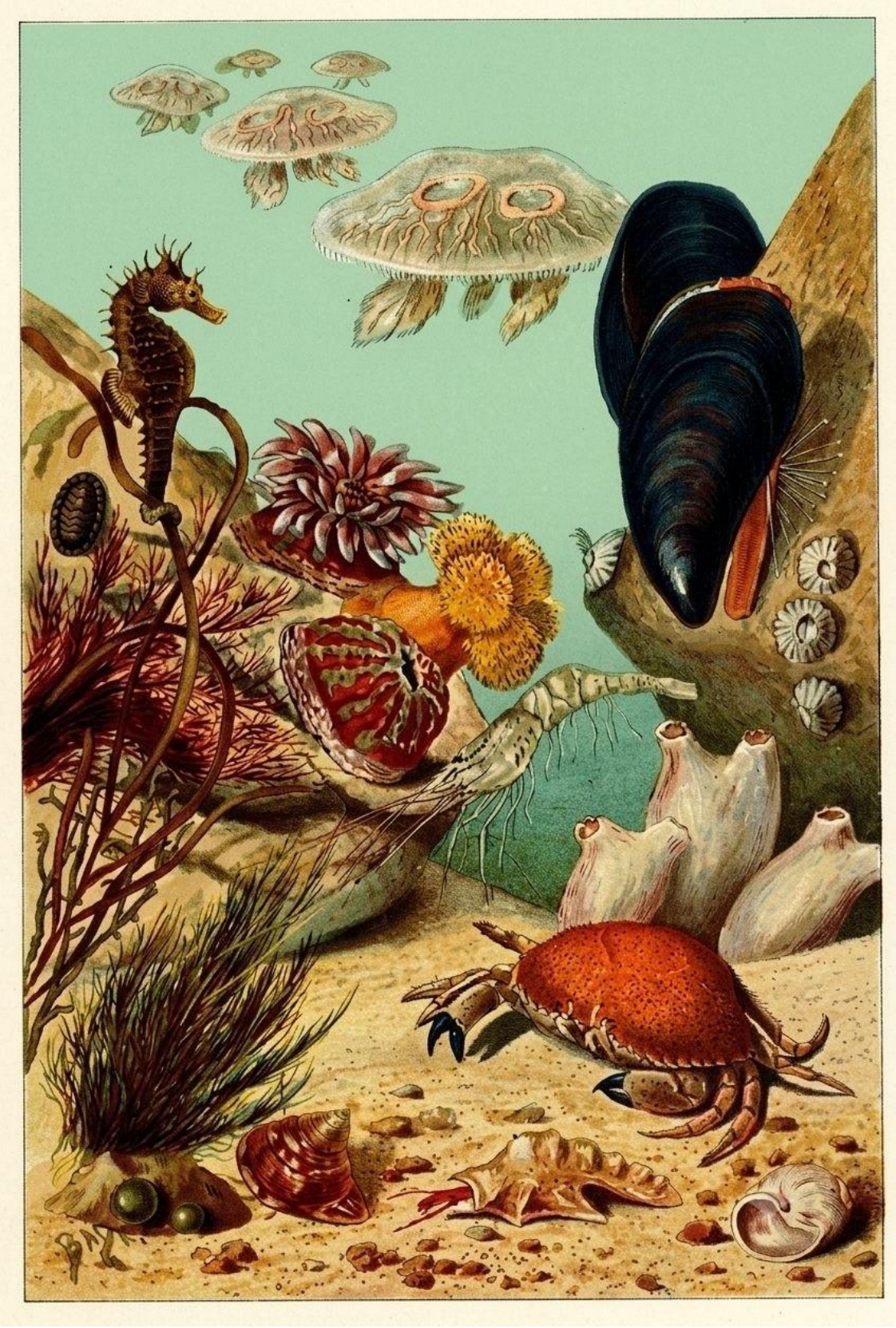


L'observateur intellectuel. 1867. « Revue d'histoire naturelle, recherches au microscope et sciences connexes. ». Groombridge and Sons, Londres.



Gravure historique de 1897 sur les mollusques les différentes sortes et races de mollusques (Adolphe Millot, 1897)

https://www.selency.fr/p/522G8HED/gravure-ancienne-1897-a-millot-mollusque-coquillage-poisson



Bade, E. 1913. Handbuch für Naturaliensammler Livre broché Édition allemande (Mai 2013).

Résumé

Ce mémoire présente une étude morphométrique, physiologique et allométrique de *Rhyssoplax olivacea* dans deux stations du site de Sidi-Boucif, sur le littoral algérien occidental. L'objectif était de caractériser l'état physiologique (ICS, K), le Rapport Plaques/Corps (RPC) et la relation d'allométrie longueur/poids ($W = aL^b$) de cette espèce, et d'évaluer la variabilité intraspécifique selon les conditions environnementales locales. Les résultats montrent un état physiologique modéré à bon (ICS : 15,699% et 15,408% ; K : 13,128% et 12,924%) pour les deux stations. Le RPC présente une différence marquée (2,395 à 3,653), révélant des stratégies d'adaptation distinctes : hydrodynamisme modéré à droite, fort hydrodynamisme à gauche. La relation d'allométrie révèle une variabilité intraspécifique significative : allométrie positive faible à droite (b = 3,1155) et allométrie négative à gauche (b = 2,5741). Ces résultats confirment que *R. olivacea* est une espèce adaptable, renforçant son potentiel comme bioindicateur écologique.

Mots-clés : *Rhyssoplax olivacea*, morphométrie, indice de condition somatique (ICS), indice de Fulton (K), rapport plaques/corps (RPC), allométrie (longueur/poids), Sidi-Boucif (Beni-Saf).

الملخص

تقدّم هذه الدراسة المورفومترية والفزيولوجية والألومترية (علاقة الطول/الوزن) لـ *Rhyssoplax olivacea* في محطتين بموقع سيدي بوسيف على الساحل الغربي للجزائر. كان الهدف وصف الحالة الفسيولوجية (مؤشر الحالة الجسديةICS ، ومعامل فلتون K)، ونسبة الصفائح/الجسم(RPC) ، وعلاقة الألومترية الطول/الوزن ($W = aL^b$) لهذه الأنواع، وتقييم التباين داخل النوع وفقاً للظروف البيئية المحلية. أظهرت النتائج حالة فسيولوجية متوسطة إلى جيدة (ICS: 15.699% و15.408%؛ K: 13.128% و12.924%) في المحطتين. أظهر RPC فرقاً ملحوظاً (من 2.395 إلى 3.653)، مما يكشف استراتيجيات تكيّف مميزة: هيدروديناميكية معتدلة على اليمين، وهيدروديناميكية قوية على اليسار. تكشف علاقة الألو مترية عن تباين داخل النوع ذي دلالة إحصائية: ألو مترية موجبة ضعيفة على اليمين (b = 3.1155) وألو مترية سالبة على اليسار .(b = 2.5741) تؤكد هذه النتائج أن *R. olivacea* نوع قادر على التكيّف، مما يعزّز إمكانيته كمؤشر حيوي بيئي.

الكلمات المفتاحية: *Rhyssoplax olivacea*، المورفومترية، مؤشر الحالة الجسدية(ICS) ، معامل فلتون(K) ، نسبة الصفائح/الجسم(RPC) ، الألومترية (الطول/الوزن)، سيدي بوسيف (بني صاف).

Abstract

This thesis presents a morphometric, physiological, and allometric study of *Rhyssoplax olivacea* at two stations on the Sidi-Boucif site, along the western Algerian coast. The objective was to characterize the physiological condition (CSI, K), the Plate/Body Ratio (PBR) and the length–weight allometric relationship (W = aLb) of this species, and to evaluate intraspecific variability according to local environmental conditions. Results show a moderate to good physiological condition (CSI: 15.699% and 15.408%; K: 13.128% and 12.924%) at both stations. The PBR exhibits a marked difference (2.395 to 3.653), revealing distinct adaptive strategies: moderate hydrodynamic influence on the right, strong hydrodynamic influence on the left. The allometric relationship reveals significant intraspecific variability: slight positive allometry on the right (b = 3.1155) and negative allometry on the left (b = 2.5741). These results confirm that *R. olivacea* is an adaptable species, reinforcing its potential as an ecological bioindicator.

Keywords: *Rhyssoplax olivacea*, morphometry, condition index (CSI), Fulton's condition factor (K), plate/body ratio (PBR), allometry (length/weight), Sidi-Boucif (Beni-Saf)