

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



**MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER EN SCIENCES DE LA MER**

OPTION : Master en Biodiversité et Gestion des Ecosystèmes

Thème

**Inventaire des espèces thermophiles et psychrophiles de l'île Rachgoune,
de la baie d'Alger et la baie de Tipaza**

Présenté par :

- **Mme Bensaada Meriem**
- **Mme Temmar Nihal**

Soutenu le 04 Octobre 2023 devant le jury :

Présidente:	Mme LAHMER N.
Examinatrice:	Mme GHALMI R.
Promoteur :	Mr GRIMES S.
Co promoteur:	Mme GASMI M.
Examinatrice:	Mme MAOUEL D

Promotion : 2022-2023

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



**MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
D'INGENIEUR EN SCIENCES DE LA MER**

OPTION : Biodiversité et Gestion des Ecosystèmes

Thème

**Inventaire des espèces thermophiles et psychrophiles de l'île Rachgoune,
de la baie d'Alger et la baie de Tipaza**

Présenté par :

- **Mme Bensaada Meriem**
- **Mme Temmar Nihal**

Soutenu le 04 Octobre 2023 devant le jury :

Présidente:	Mme LAHMER N.
Examinatrice:	Mme GHALMI R.
Promoteur :	Mr GRIMES S.
Co promoteur:	Mme GASMI M.
Examinatrice:	Mme MAOUEL D

Promotion : 2022-2023

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah tout-puissant de nous avoir donné la force, le courage et la volonté pour la réalisation de ce travail.

En deuxième lieu, nos remerciements s'adressent particulièrement à notre encadreur, Monsieur GRIMES, professeur à l'ENSSMAL, de nous avoir fait confiance et d'avoir ouvert les portes d'une vraie recherche scientifique. Nous le remercions pour sa disponibilité et son suivi attentif de notre travail, ainsi que pour avoir partagé ses précieuses expériences dans le domaine. Merci infiniment pour votre patience et la bonté de votre âme durant ce mémoire.

Nous tenons également à exprimer notre sincère reconnaissance envers Madame LAHMER, qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence du jury. Nous remercions chaleureusement les autres membres du jury qui ont accepté de juger ce travail.

Enfin, nous souhaitons remercier Madame GASMI, notre Co-promotrice, pour sa contribution exceptionnelle à la réalisation de notre projet de fin d'études et de notre mémoire. Son expertise, son dévouement et sa précieuse orientation ont été des atouts essentiels tout au long de ce parcours académique exigeant. Madame GASMI a fait preuve d'une patience inestimable en nous aidant à définir la portée de notre travail, en nous fournissant des conseils pertinents pour la recherche, en révisant minutieusement nos écrits, et en offrant des commentaires constructifs qui nous ont permis d'améliorer considérablement la qualité de notre mémoire. Son mentorat a été bien plus qu'une simple supervision académique ; c'était une source d'inspiration et de motivation pour notre binôme. Nous sommes reconnaissants d'avoir eu l'opportunité

de travailler avec une professionnelle aussi exceptionnelle, dont l'engagement envers l'éducation et la réussite de ses étudiants est exemplaire.

Nous souhaitons également remercier chaleureusement tous les autres professeurs, camarades de classe, amis et nos familles pour leur soutien continu et leurs encouragements. Ce projet n'aurait pas été réalisable sans vous.

Résumé

Ce projet de fin d'étude explore l'inventaire des espèces thermophiles et psychrophiles en se concentrant sur les zones d'études comprenant la Baie d'Alger, la Baie de Tipaza et l'Île de Rachegoune en Algérie dans le but de caractériser ces organismes adaptées à des températures extrêmes.

Les trois chapitres du projet mettent en lumière la biologie et l'écologie des éponges et cnidaires en se basant sur la conservation et l'identification faite par des différentes techniques basé sur des échantillons collectés au niveau de plusieurs points des deux Baie côtières d'Alger et Tipaza et de l'Île de Rachegoune en Algérie qui sont stocké à 4°C pour éviter leurs dégradation et permettre de découvrir les vraies caractéristiques des différentes espèces.

L'inventaire de la biodiversité a permis de mettre en évidence une richesse spécifique remarquable constitué par un total de : 21 espèces qui comprennent 10 spongiaires et 11 cnidaires classées dans un tableau en fonction de leurs préférences thermiques soit thermophiles soit psychrophiles ce qui a bien montré l'écologie de ces zones d'études choisies.

Ces découvertes mettent en évidence l'impact potentiel du changement climatique sur leur répartition, mettant en évidence la nécessité de protéger la richesse de la biodiversité marine et de comprendre les implications environnementales des variations thermiques de ces espèces et leur équilibre écologique et la compréhension de la faune marine algérienne et de son potentiel de réaction aux défis environnementaux actuels.

Les mots clés :

Inventaire ; Espece Thermophiles ; Espèces Psychrophiles ; Cnidaires ; Eponges ; Biodiversité ; Baie Alger ; Baie Tipaza ; Ile Rachegoune.

Liste des figures

Figure 1 : localisation de la Baie d'Alger.....	3
Figure 2 : Localisation de la baie de Tipaza	4
Figure 3. Situation de l'île de Rachgoun.....	5
Figure 4. Vue de l'île depuis la plage de Rachgoun.....	5
Figure 5 : Schéma d'une chambre choanocytaire	7
Figure 6 : Organisation de la paroi d'une éponge M.E.T. (a) et schéma de (b).....	7
Figure 7 : Anatomie d'une jeune éponge du genre Ephydatia (Manuel et al. 2003).....	7
Figure 8 : Organisation des systèmes aquifères : le choanoderme en noir, les chambres choanocytaires (CC) , l'atrium (A) ; l'oscule (O), ostiole (Ot), canaux inhalants (CI).....	8
Figure 9 : Phylogénie des éponges et répartition en pourcentage des espèces par classe.....	10
Figure 10 : Schéma d'une méduse.....	11
Figure 11 : Schéma d'un polype.....	11
Figure 12 : La phylogénie des cnidaires.....	14
Figure 13 : Carte de la démonstration des points de prélèvements (GPS).....	15
Figure 14 : Les étapes de conservation des échantillons (éponges).....	16
Figure 15 : Matériel utilisé pour la réalisation de coupes fines des éponges.....	17
Figure 16 : Les étapes pour l'analyse des spicules.....	18
Figure 17 : étape d'identification des cnidaires.....	19
Figure 18 : pourcentages de type d'espèces identifiées provenant des trois sites de prélèvement.....	22
Figure 19 : pourcentages de type d'espèces identifiées en fonction de leurs statuts vis-à-vis la température.....	37

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I GENERALITES	
1. Présentation des zones d'études	3
1.1. la Baie d'Alger	3
1.2. la Baie de Tipaza	4
1.3. l'Île de Rachgoune.....	5
2. Notion des espèces thermophiles et psychrophiles.....	5
3. choix des espèces.....	6
3.1. Les éponges.....	6
3.1.1. Les chambres choanocytaires, moteur de la filtration,.....	7
3.1.2. La circulation de l'eau	8
3.1.3. Diversité des systèmes aquifères.....	8
3.1.4. Phylogénie des Spongiaires.....	9
3.2. Les cnidaires.....	10
3.2.1. Les caractéristiques principales des cnidaires	11
3.2.2. La phylogénie des cnidaires.....	12
CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES	
1. Échantillonnage	15
2. Conservation.....	15
3. identification.....	15
4. Réaliser les préparations microscopique.....	16
5. Coupes fines pour l'analyse du squelette.....	17
6. Préparation Pour l'analyse des spicules	17

7. Matériels utilise pour identification des cnidaires	18
8. Méthode.....	19
CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION	
3.1. Les espèces identifiées	22
3.1.1. Les spongiaires.....	22
3.1.2. Les cnidaires	30
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	39

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Des changements importants décrits dans les zones littorales marines du monde entier sont attribués à des phénomènes à court terme tels que la pollution marine.

Récemment quelques auteurs ont mis l'accent sur les modifications à moyen et à long terme des conditions océaniques (**Mearns, 1988**).

Les mesures physiques ne peuvent pas démontrer une augmentation significative de la température moyenne à l'heure actuelle, même si elle existe (**Ivanoff, 1972**). Cependant, la possibilité d'une augmentation est suggérée par la flore marine et la faune qui intègre les changements à moyen terme des conditions ambiantes (**Soule et Keppel, 1988**). Des événements inhabituels de la vie marine (tel que les mortalités massives) peuvent également être utilisés comme indicateurs de l'évolution des conditions océaniques (**Mearns, 1988**).

Depuis une quinzaine d'années, L'hypothèse selon laquelle les eaux de la Méditerranée seraient en cours de réchauffement a été étayée par une série d'observations physiques et écologiques. Les approches écologiques sont rendues plus difficiles par les nombreuses introductions d'espèces végétales et animales, qui compliquent l'interprétation des données recueillies. En Méditerranée orientale, la présence de nombreuses espèces d'origine tropicale ayant pénétré en Méditerranée à travers le canal de Suez (d'où leur nom d'espèces "Iessepsiennes") et progressant vers l'ouest conduit à une véritable "tropicalisation" du bassin oriental. L'histoire géologique récente de la Méditerranée depuis la dernière période de glaciation doit également être prise en compte. (**Laubier et al., 2003**).

Les peuplements animaux de Méditerranée occidentale comprennent deux groupes d'espèces d'affinité écologique opposée vis-à-vis de la température des eaux : les unes ont des affinités méridionales, d'autres ont des affinités septentrionales.

Les connaissances très fragmentaires existant sur les gammes de tolérance à la température des espèces marines, notamment chez les invertébrés ne permettent pas d'anticiper les conséquences à moyen et long terme de ce réchauffement.

La notion d'espèce thermophiles et psychrophiles a été introduite et largement utilisée dans le domaine Bactériologique pour définir des organismes qui croissent à plus de 40 °C et dont la

température de croissance optimale est de 50 à 55 °C. (Gleeson et al., 2013 in (O'Grady et al., 2020)). Actuellement, ces notions sont applicable à tous les organismes selon leurs fonctions (reproduction en particulier) qui s'épanouissent plutôt dans une gamme de températures plutôt élevées ou plutôt froides. Dans le cadre de la Méditerranée, les "thermophiles" sont souvent appelées "espèces méridionales", leur présence étant nettement plus marquée sur les côtes sud du bassin méditerranéen. Le mérrou brun, par exemple, ne se reproduisait qu'au sud de la latitude de Barcelone jusque dans les années 1980. Ensuite, avec le réchauffement de la mer, il a commencé à se reproduire au nord (**les côtes de Provence selon le témoignage de Jean-Georges Harmelin, 2022**).

A ce jour, il n'existe pas de liste spécifique aux espèces thermophiles et psychrophiles à part quelques études qui citent l'effet des changements climatiques sur les espèces et leurs déplacements.

Ce présent travail s'inscrit dans le cadre d'un suivi des espèces indicatrices de changements climatique et s'intègre dans le cadre des projets de recherches de laboratoire IMBM de l'école Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'aménagement du Littoral (IMBM/ENSSMAL).

Aussi, cette étude introduit dans un premier chapitre des généralités sur la zone d'étude et quelques définitions, le second est consacré au matériel et méthodes nécessaires à cette étude et un dernier chapitre qui s'articule autour de la discussion des résultats. Enfin, une conclusion tentera de faire une synthèse des résultats ainsi que d'éventuelles perspectives.

GENERALITES

CHAPITRE I GENERALITES

1. Présentation des zones d'étude

1.1. la Baie d'Alger :

La baie d'Alger est située dans la partie centrale de la côte algérienne entre les longitudes Est : de $03^{\circ}01'00''$ E à $03^{\circ}14'30''$ E et les latitudes Nord : de $36^{\circ}44'30''$ N à $36^{\circ}49'15''$ N. D'une superficie approximative de l'ordre de 180 Km^2 , elle s'inscrit en creux dans la plaine de La Mitidja. Elle est délimitée par deux caps, La Pointe Pescade (Rais Hamidou) à l'Ouest et le cap Matifou (Tamentfoust) à l'Est ainsi que par la Méditerranée occidentale au Nord. Deux Oueds se déversent dans la baie d'Alger, ce sont Oued El Hamiz et Oued El Harrach (Fig.1).

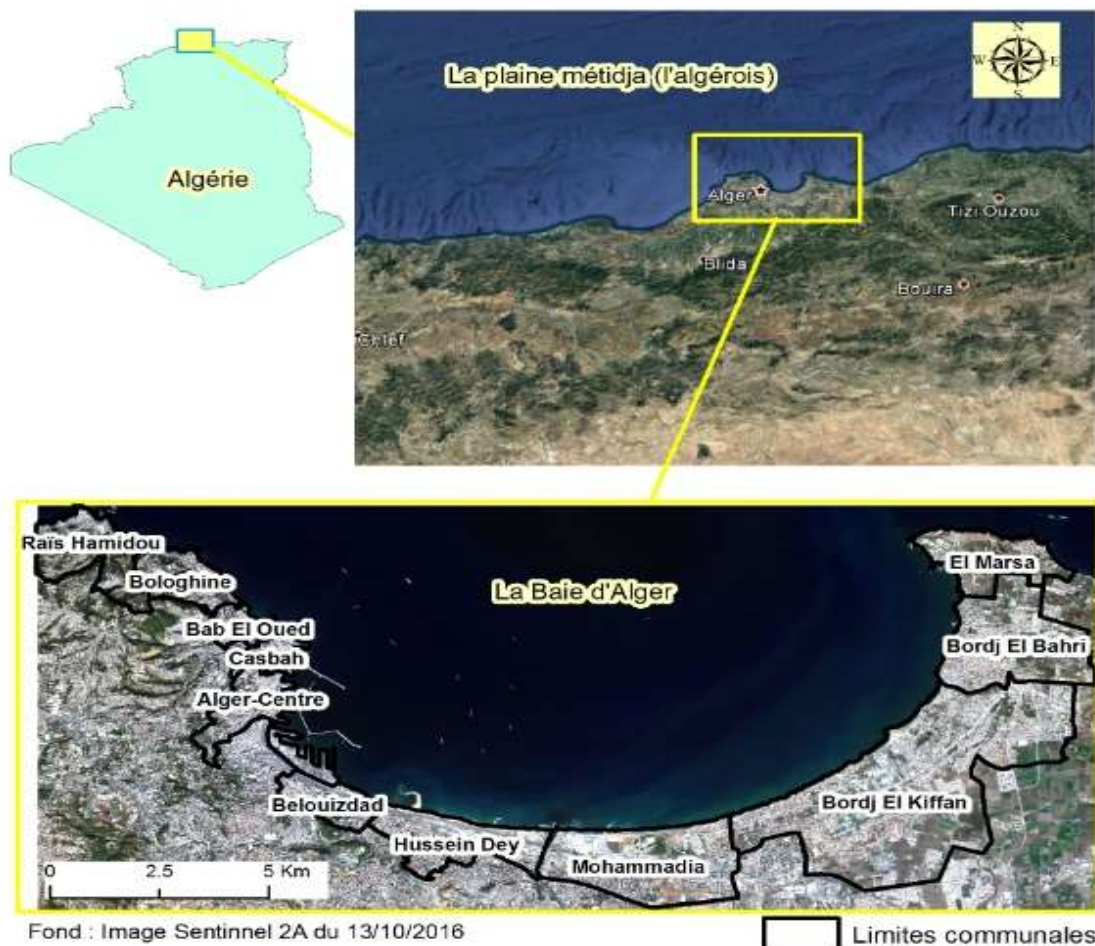


Figure 01 : localisation de la Baie d'Alger

1.2. La Baie de Tipaza :

Située à 70 km à l'ouest de la capitale Alger, dans la continuité du Sahel méditerranéen et dominée par le mont Chenoua. Elle s'étend sur 50 km de littoral (figure 1) et est un des espaces les plus évolutifs de l'aire métropolitaine d'Alger

Cette évolution lui a valu le titre de zone à très haute vulnérabilité dans l'espace algérien, en termes de catastrophes naturelles. Sur le plan géomorphologique (figure 2), La baie de Tipaza est subdivisée naturellement en deux grands ensembles géomorphologiques qui sont les suivants :

- Le massif du Chenoua à l'ouest faisant partie de la chaîne calcaire kabyle et subissant une tectonique de décrochement, il s'élève subitement à plus de 850 m ;
- Les contreforts du Sahel de Tipaza, formés par un complexe pliocène, déformé en anticlinal parallèle à la côte et s'élevant à plus de 240 m mais d'une manière progressive. Son littoral est interrompu par les oueds Nador à l'ouest et Mazafran à l'est.



Figure 02 : Localisation de la baie de Tipaza

1.3. l'île de Rachgoune

L'île de Rachgoune, au large du littoral de la wilaya (province) d'Aïn Témouchent, dans l'ouest de l'Algérie L'île est approximativement longue de 950 m pour une largeur de 500 m sur la partie la plus large. Avec une superficie de 28,5 ha. L'île de Rachgoun est située à 8 km au nord-est du port de Béni-Saf et se trouve sur le plateau continental du golfe de Ghazaouet.



Figure 03. Situation de l'île de Rachgoun (Source: fond de carte SAS Planet, 2016 in PNUE/PAM-CAR/ASP, 2016.)



Figure 04. Vue de l'île depuis la plage de Rachgoun (PNUE /PAM-CAR/ASP, 2016.).

2. Notion des espèces thermophiles et psychrophiles

Ce sont les espèces dont les préférences vis-à-vis de la température étaient bien connues **(Perez,2008)**.

Les espèces thermophiles sont celles qui, en raison du changement climatique qui provoque l'augmentation de la température de l'eau de mer, étendent leur distribution géographique vers des zones où jusqu'à récemment l'eau était plus froide. Ce sont des espèces qui habitaient déjà d'autres régions de la Méditerranée, elles ne sont donc pas exotiques.

En mer Méditerranée, l'augmentation de l'abondance du biote thermophile peut être décrite par deux processus majeurs de changement impliquant à la fois des espèces indigènes et exotiques : l'extension et la mise en valeur vers le nord des espèces thermophiles indigènes et l'introduction et la propagation d'espèces thermophiles exotiques).

En raison du réchauffement de l'eau de mer, de nombreuses espèces thermophiles autochtones ont considérablement élargi leur aire de répartition et deviennent plus abondantes, en particulier dans la partie nord-ouest du bassin méditerranéen. (<http://www.oceanshealth.udg.edu/>).

Contrairement aux espèces psychrophiles qui peuvent présenter des nécroses et mortalités parfois massives et ne survivent pas aux variations de températures élevée.

3. Choix des espèces :

Alors que des espèces très mobiles comme des poissons bons nageurs parcourent rapidement de grandes distances, les formes animales fixées à l'état adulte, progressent beaucoup plus lentement. Des phénomènes de mortalité massive d'organismes sessiles ont été observés depuis quelques années sur les fonds rocheux littoraux de Méditerranée nord-occidentale, ainsi que des substitutions d'espèces peu mobiles. **(Laubier et al. 2003)**.

3.1. Les éponges

Les éponges de mer ou spongiaires dont les noms proviennent tous deux du terme latin spongia signifiant « éponge », forment l'embranchement des Porifera. Celles-ci se subdivisent en trois classes : les Demospongiae, les Hexactinellida et les Calcarea. Les éponges sont des organismes qualifiés de métazoaires sessiles, c'est-à-dire composés de plusieurs cellules directement

insérées ou fixées sur un support étranger. Elles inhalent et exhalent par des pores qui sont connectés à une chambre contenant les choanocytes qui sont des cellules flagellées permettant de ramener les aliments. Les éponges adoptent les caractéristiques des diploblastiques. Leur corps est une masse sans vie comprise entre deux feuilletts embryonnaires : l'ectoderme qui se situe à l'extérieur, et l'endoderme qui se situe à l'intérieur (Hall K.A. & Hooper J.N.A,2014).

3.1.1. Les chambres choanocytaires, moteur de la filtration

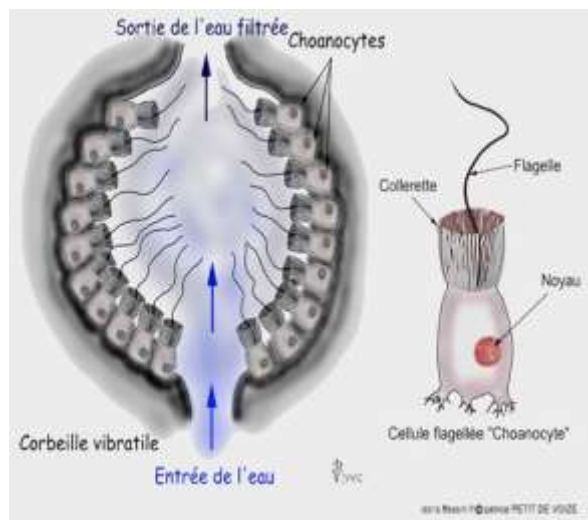


Figure 05 : Schéma d'une chambre choanocytaire

A l'intérieur de l'éponge, l'eau est mise en mouvement par des cellules particulières, les choanocytes. (De Vos L., Rützler K., Boury-Esnault N., Donadey C. & Vacelet J. 1991). L'ensemble des cellules aplaties ou pinacocytes qui constituent la paroi externe de l'éponge ainsi que celle des canaux internes est appelée pinacoderme. L'espace interne ainsi délimité est désigné par le terme de mésohyle : il renferme les éléments du squelette (spicules, spongine) et différents types de cellules mobiles.

La présence, la disposition et la forme des différentes cellules du mésohyle ainsi que les éléments du squelette sont des critères utilisés en taxonomie.

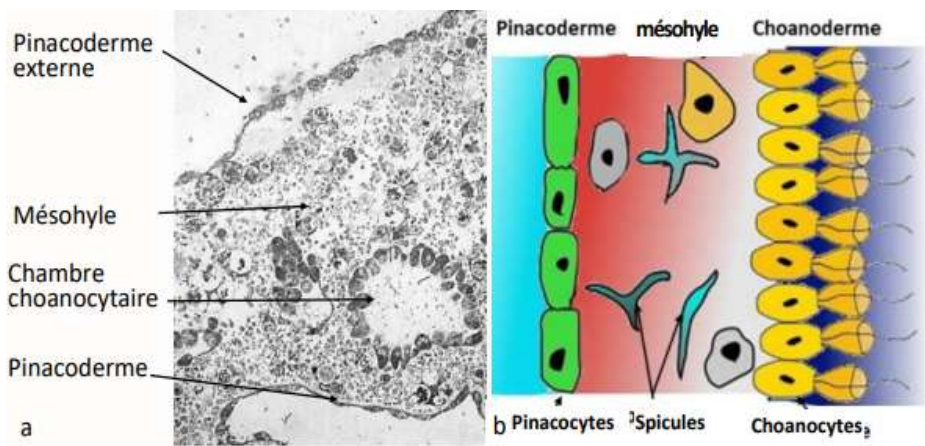


Figure 06 : Organisation de la paroi d'une éponge M.E.T. (a) et schéma de (b).

3.1.2. La circulation de l'eau

L'eau pénètre à l'intérieur de l'éponge par les ostioles et ont ressort de l'oscule . Elle circule dans un réseau de canaux (inhalant et exhalant) , reliés aux chambres choanocytaires (**Manuel et al. 2003**).

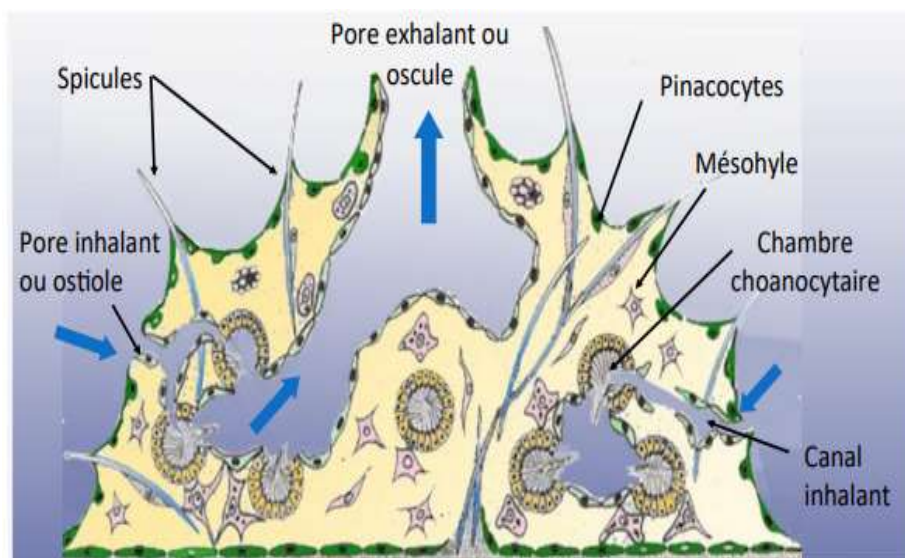


Figure 07 : Anatomie d'une jeune éponge du genre Ephydatia (**Manuel et al. 2003**)

3.1.3. Diversité des systèmes aquifères

Le réseau de canaux et de chambres dans lequel circule l'eau est décrit à partir d'un schéma de base qui se complexifie sans être un caractère phylogénétique. Le type le plus simple est dit asconoïde: une seule cavité centrale (atrium) bordée de choanocytes et communiquant directement avec l'extérieur par des pores inhalants (constitués d'une cellule ou porocyte) et par un seul pore exhalant, l'oscule. Le type asconoïde est peu fréquent et ne se rencontre que chez les éponges calcaires de petite taille comme celles des genres *Leucosolenia* et *Clathrina*. Le type syconoïde correspond à un plissement de la paroi menant à une augmentation des surfaces de contact eau-cellules et donc à une meilleure efficacité de la filtration. L'atrium est séparé des chambres choanocytaires ce qui permet de partitionner l'eau afférente chargée en particules nutritives et l'eau efférente chargée en déchets. Un plissement supplémentaire des chambres choanocytaires donne le type sylleibide. Le type leuconoïde est plus complexe mais aussi le plus fréquent : les chambres choanocytaires sont reliées par un réseau de canaux et l'atrium est réduit. Dans la forme solénoïde, le réseau de canaux anastomosés est tapissé de choanocytes (**Cavalcanti FF ; Klautau M ,2011**).

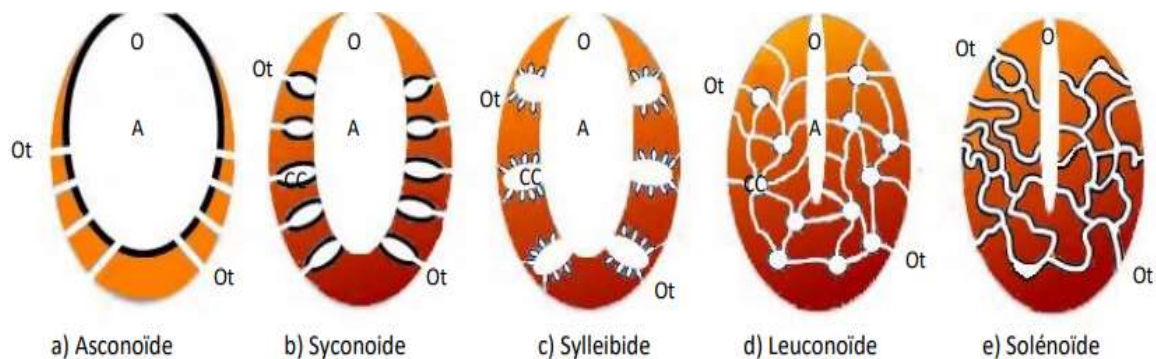


Figure 8 : Organisation des systèmes aquifères : le choanoderme en noir, les chambres choanocytaires (CC), l'atrium (A) ; l'oscule (O), ostiole (Ot), canaux inhalants (CI) (**Guide méthodologique pour l'identification des éponges, 2018**)

3.1.4. Phylogénie des Spongiaires

Elle repose traditionnellement sur l'organisation du squelette constitué de collagène et/ou de spicules minéraux. Néanmoins ces éléments ne suffisent pas. C'est ainsi que l'organisation des chambres choanocytaires et du système aquifère permet de discriminer entre certaines familles ou ordres et que les caractères biochimiques, cytologiques ou du développement larvaire sont

utilisés au niveau des genres et des espèces. L'analyse de l'ADN génomique ou mitochondrial contribue à revoir peu à peu la phylogénie des Spongiaires. Ainsi, la monophylie du groupe est avérée de même que sa place à la base de l'arbre des Métazoaires . Les Démosponges et les Hexactinellides possèdent des spicules siliceux dont la formation intracellulaire s'effectue par dépôts de silice amorphe sur un axe protéique. Les spicules des Hexactinellides possèdent pointes tandis que ceux des Démosponges s'organisent autour de 1 ou 3 axes. Ces dernières possèdent un collagène particulier, la spongine . Les Démosponges sont de loin les plus diversifiées puisqu'elles représentent 84% des espèces d'éponges. Les Calcarea (éponges à spicules calcaires) et les Homoscléromorphes (sans ou avec des spicules siliceux particuliers) sont regroupées essentiellement sur la base de caractères moléculaires. Les Calcarea sont caractérisées par des spicules de calcite monocristal d'origine extracellulaire à 2, 3 ou 4 pointes . De taille plus modeste, leur habitat est moins profond que les éponges siliceuses. La classe des Homoscléromorphes a été très récemment identifiée comme telle. Au final, il est très difficile de déterminer une éponge sur le terrain, l'analyse au laboratoire est incontournable (Manuel, M., C. Borchiellini, E. Alivon, Y. Le Parco, J. Vacelet & N. Boury-Esnault, 2003).

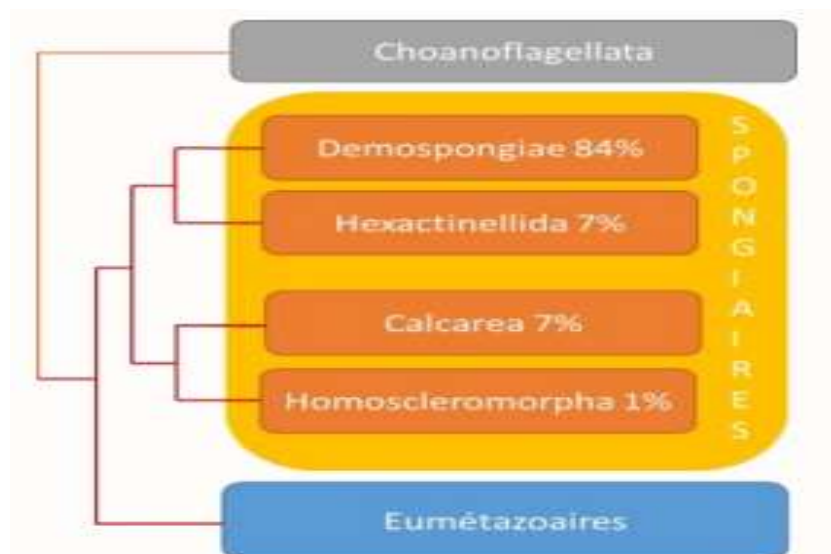


Figure 9 : Phylogénie des éponges et répartition en pourcentage des espèces par classe.

3.2. Les cnidaires

Les cnidaires, également connus sous le nom de Cnidaria en latin, forment un phylum de créatures marines primitives, comprenant des animaux tels que les méduses, les coraux, les anémones de mer et les hydres. Le nom "cnidaire" provient du mot grec "cnidos," qui signifie

"ortie," faisant référence aux cellules urticantes spécialisées appelées cnidocytes présentes dans leur épiderme.

L'embranchement des Cnidaires regroupe environ 9000 espèces dont les Anémones de mer, les Méduses, les Gorgones et les Coraux.

3.2.1. Les caractéristiques principales des cnidaires

Selon E. E., Fox, R. S., & Barnes, R. D. (2004)

- **Symétrie radiaire :** Les cnidaires présentent généralement une symétrie radiaire, ce qui signifie qu'ils sont organisés autour d'un axe central, ce qui leur permet de capturer leur proie et de se nourrir efficacement.
- **Cnidocytes:** Les cnidocytes sont des cellules spécialisées qui contiennent des structures urticantes appelées cnidocystes. Ces cellules sont utilisées pour capturer et immobiliser les proies, ainsi que pour se défendre contre les prédateurs.
- **Sac gastrovasculaire:** Les cnidaires ont un système de digestion simple, avec un sac gastrovasculaire central où la digestion des proies a lieu. Les nutriments sont ensuite distribués dans tout le corps par diffusion.
- **Deux formes de vie principales :** Les cnidaires peuvent exister sous deux formes de vie principales : la forme polype, qui est fixée au substrat, et la forme méduse, qui est libre et mobile.
- **Pas de système circulatoire ou respiratoire :** Les cnidaires n'ont pas de système circulatoire ou respiratoire spécialisé, car ils dépendent de la diffusion pour le transport des nutriments et de l'oxygène.
- **Système nerveux primitif :** Les cnidaires possèdent un système nerveux simple, avec un réseau de cellules nerveuses dispersées appelé réseau nerveux diffus. Cela leur permet de détecter les stimuli environnementaux et de réagir aux changements dans leur environnement.

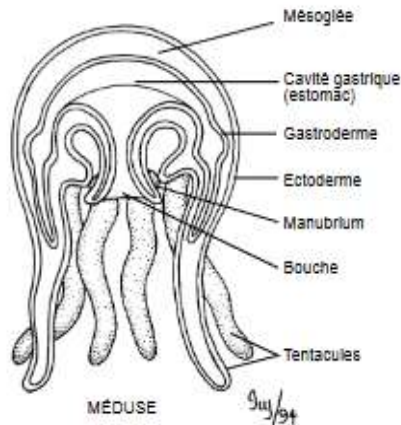


Figure 10 : Schéma d'une méduse. (©BIODIDAC).

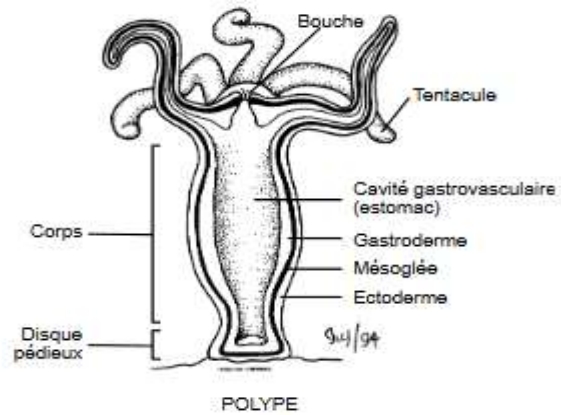


Figure 11 : Schéma d'un polype. (©BIODIDAC).

3.2.2. La phylogénie des cnidaires

Est l'étude de l'évolution et des relations de parenté entre les différentes espèces de cnidaires. Les cnidaires forment un phylum diversifié d'animaux marins, et leur phylogénie a été étudiée à l'aide de techniques moléculaires et morphologiques pour comprendre comment les différentes espèces sont liées les unes aux autres (**Bernt Schierwater et al 2002**).

- **Classe Anthozoa** : Les anthozoaires sont un sous-groupe des cnidaires qui comprennent les Hexacoralliaires et les Octocoralliaires (coraux, gorgones, scléactinaires, anémones de mer et les zoanthides. Ils sont principalement sessiles et dépourvus de phase méduse. Les coraux, en particulier, forment des colonies massives et sont responsables de la construction des récifs coralliens.
- **Classe Hydrozoa** : Les hydrozoaires comprennent une grande diversité d'espèces, dont certaines ont une phase de méduse et une phase de polype dans leur cycle de vie. Parmi les hydrozoaires, on trouve les méduses d'eau douce, les hydres, ainsi que certaines espèces marines telles que les physalies.
- **Classe Scyphozoa** : Les scyphozoaires, communément appelés méduses vraies, sont principalement représentés par des méduses marines de grande taille. Ils ont une phase de méduse dominante dans leur cycle de vie.
- **Classe Cubozoa** : Les cubozoaires, également connus sous le nom de méduses boîtes ou méduses cubiques, sont des méduses marines reconnaissables par leur forme cubique distincte. Ils sont réputés pour leurs piqûres potentiellement dangereuses.

- **Classe Staurozoa** : Les staurozoaires, parfois appelés anémones étoilées, sont un groupe relativement peu connu de cnidaires. Ils se caractérisent par leur mode de vie fixé, ressemblant à des fleurs de mer, avec des tentacules qui se dressent vers le haut.

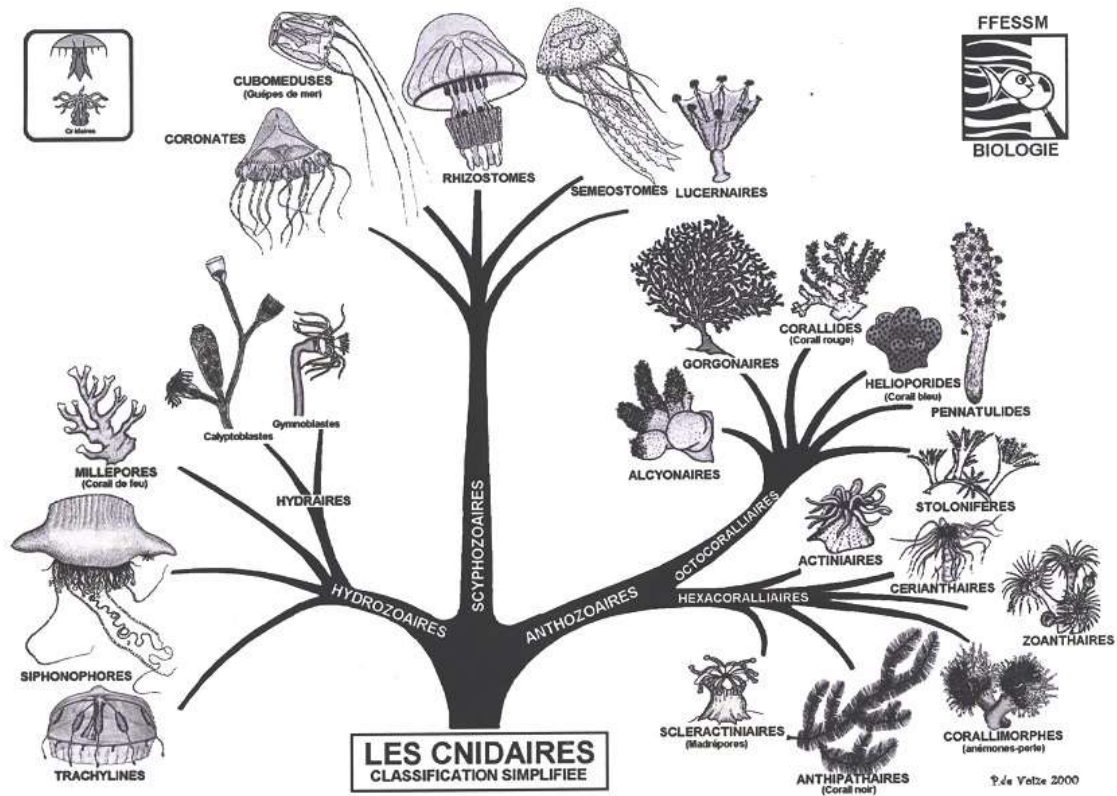


Figure 12 : La phylogénie des cnidaires (FFESSM).

MATERIEL

&

METHODES

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES

1. Échantillonnage :

L'échantillonnage constitue pour le scientifique l'un des problèmes les plus difficiles à résoudre afin d'obtenir des paramètres biologiques (Daget, 1976). La récolte manuelle infra littorale en plongée autonome, présente le meilleur rapport qualité prix dans la mesure où elle permet d'obtenir le maximum d'échantillons (Jean-Michel Kornprobst, 1997).

Les échantillons ont été récoltés durant les campagnes océanographiques juillet 2022, Novembre 2022, Avril 2023

2. Conservation :

Le matériel récolté a été conservé dans de l'alcool à 95% et mis dans une glacière afin de les garder au frais puis ont été transportés immédiatement au laboratoire.

L'identification des éponges a été faite au laboratoire.



Figure 13 : Carte de la démonstration des points de prélèvements (GPS).

Source : Google Earth ,2023 .

3. identification

Au niveau du laboratoire, les échantillons ont été triés, référencés après les avoir photographiés. Ces échantillons sont ensuite stockés à 4°C pour éviter tout risque de dégradation en attendant l'identification.



Figure 14 : Les étapes de conservation des échantillons (éponges).

4. Réaliser les préparations microscopiques

L'agencement du squelette et l'analyse des spicules sont des caractères clés de la détermination des spécimens. La réalisation de coupes fines permet d'observer la présence et l'agencement des spicules et des fibres de spongine au niveau de l'ectosome - région périphérique de l'éponge comprenant le pinacoderme et le mésohyle - et du choanosome - région interne de l'éponge renfermant les chambres choanocytaires. L'ectosome peut être renforcé sur sa face externe par des fibres ou des spicules formant un cortex. La présence ou l'absence de spicules ainsi que leur nature (siliceuse ou calcaire) permettent de déterminer la classe à laquelle l'échantillon

appartient. La forme et la taille des différents spicules présents sont le plus souvent caractéristiques d'un ordre.

5. Coupes fines pour l'analyse du squelette

Repérer l'ectosome du choanosome, et réaliser des coupes fines à l'aide d'une lame de rasoir.

Si l'échantillon est trop mou, en disposer un morceau dans un bac à glaçons avec de l'eau tout en repérant bien l'orientation de la coupe à faire. Puis placer au congélateur pendant 1h. Récupérer le bloc de glace pour y réaliser votre coupe dedans.

Les coupes obtenues seront placées sur une lame dans une goutte d'éthanol absolu afin de déshydrater l'échantillon.

Tout fois un passage à la fuchsine basique est nécessaire pour obtenir une coloration suffisante.

Placer la coupe dans une goutte d'éthanol absolu sur une lame pendant 5 minutes et laisser s'évaporer ; puis observer le résultat au microscope.

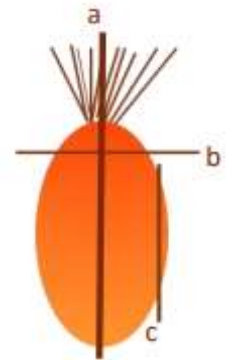


Figure 15 : Matériel utilisé pour la réalisation de coupes fines des éponges

6. Préparation Pour l'analyse des spicules

On prélève un fragment d'échantillon et on le place dans une goutte d'eau sur une lame, et on ajoute ensuite une goutte d'acide nitrique HNO_3 , dilué, puis on fait chauffer au Bec Bunsen jusqu'à ébullition.

On rince la lame à l'eau distillée puis on fait sécher la lame à la flamme et on procède à l'observation des spicules au microscope optique



Figure 16 : Les étapes pour l'analyse des spicules.

7. Matériels utilise pour identification des cnidaires :

- Loupe binoculaire.
- Cristallisoir.
- Pince.
- Eau de javel.
- Eau distillée.
- Pipette.
- Microscope.
- Guides d'identification.

8. Méthode :

Pour faire l'identification des scléactiniens (coraux durs), nous avons observé les espèces directement à l'aide d'une loupe binoculaire pour pouvoir les identifier.

Pour l'identification des anthozoaires, des portions de 1 cm de long des gorgones prélevés ont été dissoutes dans de l'hypochlorite de sodium pour isoler et observer les sclérites, essentielles pour l'identification taxonomique de l'espèce. Les sclérites résultantes ont été nettoyées avec de l'eau distillée



Figure 17 : étape d'identification des cnidaires.

RESULTATS

&

DISCUSSION

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

Le but de la présente étude était exploratoire, puisqu'il n'existait aucune information ou listing jusqu'à présent en Algérie sur cette thématique. Cependant des études sur la preuve des impacts du changement climatique existent en Méditerranée.

Les résultats montrent que sur un total de 21 espèces identifiées, appartenant à deux groupes taxonomique : les spongiaires et les cnidaires représentés par 50% de spongiaires et 50% de cnidaires.

Dix (10) espèces appartenant à l'embranchement des spongiaires ont été identifiées dont neuf (09) Démosponges et une (01) Calcarea : *Chondrosia reniformis*, *Paraleucilla cf magna*, *Ircinia sp*, *Dysidea cf fragilis*, *Chondrilla sp*, *Callyspongia sp*, *Ordre /Halichondrida*, *Dictyonella sp cf incisa* et *Halichondria cf bowerbanki*.

Onze 11 espèces de l'embranchement des cnidaires appartenant à trois classes différentes (Alcyonaire, Scleractinaires, Anthozoa) : Alcyonien *acaule*, *Tubastraea sp*, *Oxysmilia sp*, *Astroides cf calicularis*, *Dendrophyllia sp*, *Phyllangia sp*, *Paramuricea sp*, *Leptogorgia sp* *Leptogorgia sarmentosa*, *Eunicella verrucosa*, *Paramuricea sp*, *Leptogorgia sp*, *Leptogorgia sarmentosa*, *Eunicella verrucosa*.

Il est important de noter que l'identification des espèces n'a pas été facile en raison de la non compréhension de certains termes spécifique pour décrire des aspects de la morphologie des deux groupes taxonomiques, certaines espèces ont été listées comme « non identifiées » ou juste identifiée jusqu'au rang Ordre.

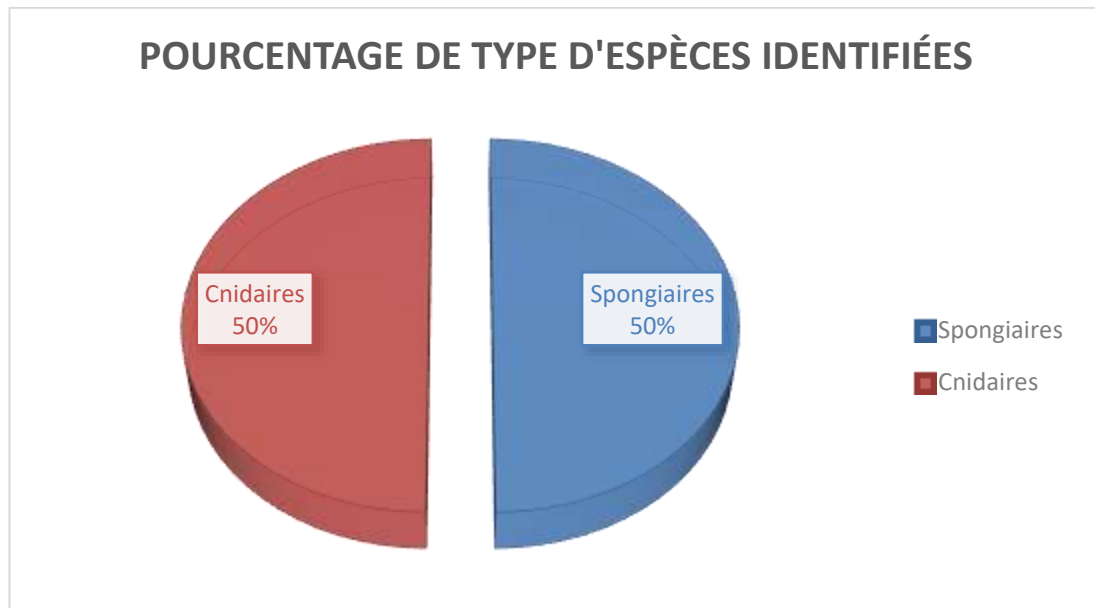


Figure 18 : pourcentages de type d'espèces identifiées provenant des trois sites de prélèvement.

3.1. Les espèces identifiées

3.1.1. Les spongiaires

<i>Sarcotragus.sp</i> Schmidt, 1862		
<p>Embranchement : porifera Classe : Demospongiae Ordre : Dictyoceratida Famille Irciniidae Genre Sarcotragus Espèce : Sarcotragus sp.</p>		
<p>Lieux de récolte : Station Rais Hamidou, N 36°49'05''W 3°00'54'', profondeur : 10 m. Morphologie : Eponge pédonculée marron clake avec parenchymalia, spherique de consistance lâche et spongieuse (5-7cm de diam-). L'apex est conique. Squelette. : Squelette entièrement composé de fibres de spongine</p>		

Chondrosia reniformis

Embranchement : porifera

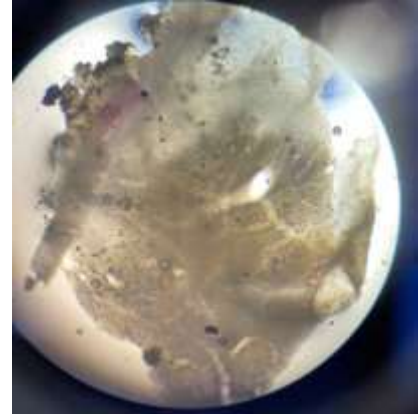
Classe : Demospongiae,

Ordre : Chondrosida

Famille Chondrillidae

Genre Chondrosia

Espèce : Chondrosia reniformis



Lieux de récolte : Station Rais Hamido, N 36°49'05''W 3°00'54'', profondeur : 10 m.

Et station de Tipaza

Morphologie : éponge avec un cortex bien développé composé de fascicules épais de collagène fibrillaire, de nombreuses cellules sphéroïdes et d'orifices d'inhalation localisés dans des structures spéciales.

Squelette. : sans squelette, spicules absent.

Distribution : **Méditerranée, Atlantique Est**

Ircinia.sp Schmidt, 1862

Embranchement : porifera

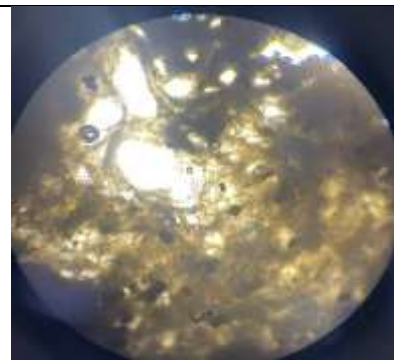
Classe : Demospongiae

Ordre : Dictyoceratida

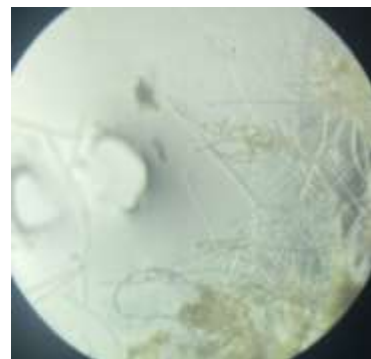
Famille Irciniidae

Genre : Ircinia

Espèce : Ircinia sp.



Vue de la structure (en section)



Vue des spongines

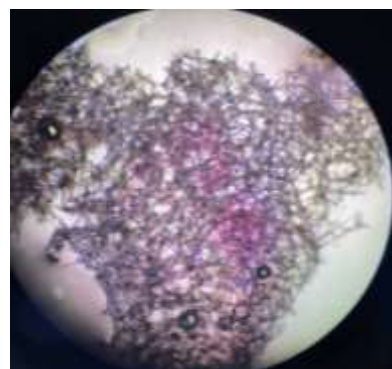
Lieux de récolte : Station Rais Hamido, N 36°49'05''W 3°00'54'', profondeur : 10 m.

Morphologie : Dictyoceratida avec des filaments collagènes fins dans le mésohyl en plus du squelette de fibre. Les fibres primaires forment des fascicules massifs, qui sont souvent creusés de débris étrangers

Squelette. : des filaments collagènes Squelette entièrement composé de fibres de spongine

Paraleucilla cf magna DENDY, 1892

Embranchement : porifera
Classe : Calcarea
Ordre : Leucosolenida
Famille : Amphoriscidae
Genre Paraleucilla
Espèce : Paraleucilla magna



Vue de la structure (en section)



Vue des spicules (625 um)

Lieux de récolte : Station Rais Hamidou, N 36°49'05''W 3°00'54'', profondeur : 10 m.

Morphologie : éponge creuse blanc crème, Surface parsemée de paillettes brillantes, Nombreuses cheminées de taille très variable terminées par un oscule

Distribution : Méditerranée (**invasive**), Brésil

Paraleucilla magna est originaire des côtes sud du Brésil en Atlantique où elle est l'éponge calcaire la plus commune. Les premières observations méditerranéennes de cette éponge, considérée comme invasive, ont été faites en 2001 au sud de l'Italie. Elle a été depuis observée en mer Adriatique, à Malte, sur la Côte d'Azur, à Thau, en Catalogne, et au-delà du bassin méditerranéen aux îles Canaries. (www.doris.ffessm.fr)

Dysidea cf fragilis

Embranchement : porifera

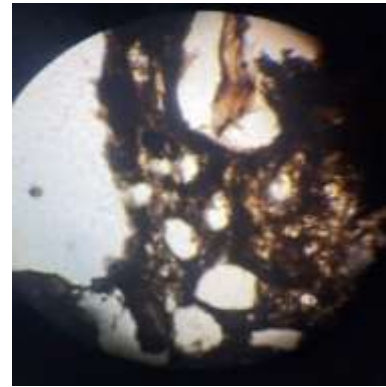
Classe : Demospongiae

Ordre : Dictyoceratida

Famille Dysideidae

Genre : Dysidea

Espèce : *Dysidea cf fragilis*



Vue de la structure (en section)

Lieux de récolte : Station Tipaza N 36°36'00.8 "E002°28'23.8", profondeur : 27 m.

Morphologie : Consistance molle avec un aspect hérissé.

Squelette. : dépourvu de spicules, est très élastique car entièrement composé de spongine.

Chondrilla sp

Embranchement : porifera

Classe : Demospongiae

Ordre : Chondrosida

Famille Chondrillidae

Genre : Chondrilla

Espèce : *Chondrilla sp.*



Vue de la structure (en section)



Lieux de récolte : Station Tipaza N 36°36'00.8 "E002°28'23.8", profondeur : 27 m.

Morphologie : couleur bleu.

Squelette. : présence de spicules.

Aplysina sp

Embranchement : porifera

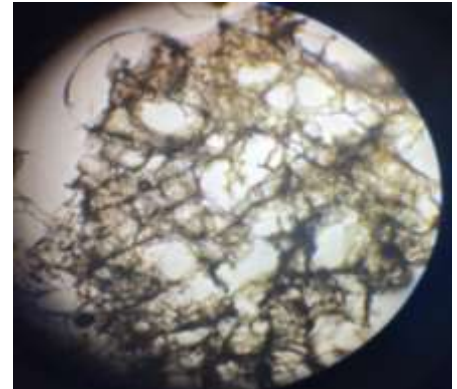
Classe : Demospongiae

Ordre : Verongiida

Famille Aplysinidae

Genre : Aplysina

Espèce : *Aplysina sp*



Vue de la structure (en section)

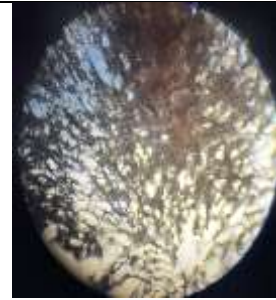
Lieux de récolte : Station Tipaza N 36°36'00.8 "E002°28'23.8", profondeur : 27 m.

Morphologie : Consistance molle en forme de corde.

Squelette . : dépourvu de spicules, est très élastique car entièrement composé de spongine.

Halichondrida

Embranchement : porifera
Classe : Demospongiae
Ordre : Halichondrida
Famille non identifié
Genre : non identifié
Espèce : *non identifiée*.



vue de la structure



Lieux de récolte : Station île rachgoune N 36°36'00.8 "E002°28'23.8", profondeur : 27 m.
Morphologie :
Squelette : présence de spicules.

Dictyonella sp cf incisa

Embranchement : porifera

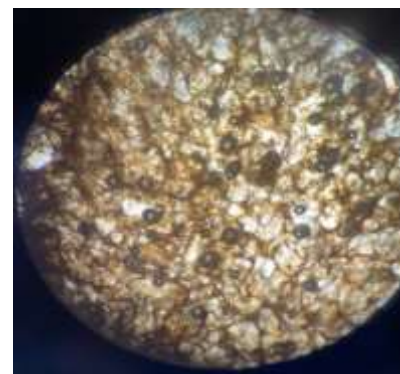
Classe : Demospongiae

Ordre : Halichondrida

Famille

Genre : Dictyonella

Espèce : *Dictyonella cf incisa*.



Vue de la structure



50 μm



310 μm



425 μm

Lieux de récolte : Station île rachgoune , N 35°19'22'' ''E001°28'30'', profondeur : 20 m.

Morphologie :. Forme massive, Couleur jaune orangé

Squelette. : présence de spicules.

Méditerranée, Atlantique proche

Halichondria cf bowerbanki

Embranchement : porifera

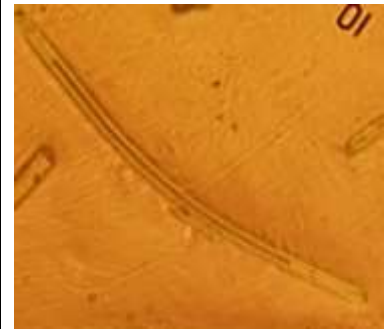
Classe : Demospongiae

Ordre : Halichondrida

Famille Halichondriidae

Genre : Halichondria

Espèce : *Halichondria cf bowerbanki*.



Lieux de récolte : Station île rachgoune , N 35°19'22'' ''E001°28'30'', profondeur : 20 m.

Morphologie :. Forme des coussins d'où s'érigent des extensions en épis, Consistance souple au toucher, Couleur chamois, translucide

Squelette : présence de spicules.

Manche, Atlantique, Méditerranée

3.1.2. Les cnidaires

Alcyonium acaule / Marion, 1878

Embranchement : Cnidaria

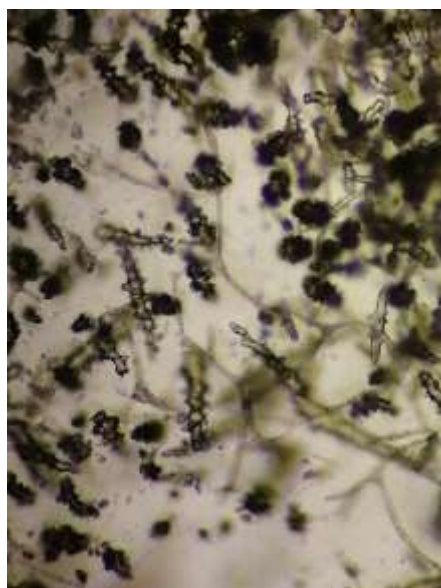
Classe : Anthozoa

Ordre : Alcyonacea

Famille Alcyoniidae

Genre : Alcyonium

Espèce *Alcyonium acaule*.



Lieux de récolte : Station de Tipaza. N 36°36'00.8 'E002°28'23.8'', profondeur : 27 m.

Morphologie : forme des colonies digitiformes massives . La couleur est variable, fréquemment rouge-brun. Les polypes sont répartis sur tout l'animal. On compte 8 à 12 pinnules* (ramifications) de chaque côté des huit tentacules* des polypes (octocoralliaires).

Squelette : présence de spicules.

Espèce endémique* de la Méditerranée

Phyllangia.sp

Embranchement :

Cnidaria

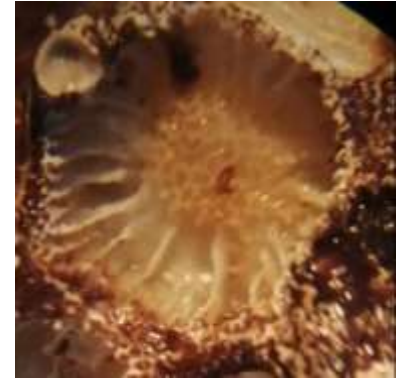
Classe : Hexacorallia

Ordre : Scleractinia

Famille Alcyoniidae

Genre : Phyllangia

Espèce *Phyllangia sp*



Lieux de récolte : : Station île rachgoune , N 35°19'22'' 'E001°28'30'', profondeur : 20 m.

Dendrophyllia sp

Embranchement :

Cnidaria Classe :

Hexacorallia

Ordre : Scleractinia

Famille Dendrophylliidae

Genre : *Dendrophyllia*

Espèce *Dendrophyllia sp*



Lieux de récolte : Station île Tipaza. N 36°36'00.8 'E002°28'23.8'', profondeur : 27 m.

Astroides cf calicularis

Embranchement :

Cnidaria

Classe : Hexacorallia

Ordre : Scleractinia

Famille Dendrophylliidae

Genre : *Dendrophyllia*

Espèce *Dendrophyllia sp*



Lieux de récolte : Station île Tipaza. N 36°36'00.8 "E002°28'23.8", profondeur : 27 m.

Oxysmilia sp

Embranchement :

Cnidaria

Classe : Hexacorallia

Ordre : Scleractinia

Famille

Caryophylliidae

Genre : *Oxysmilia*

Espèce *Oxysmilia sp*



Lieux de récolte : Station île Tipaza. N 36°36'00.8 "E002°28'23.8", profondeur : 27 m.

Tubastraea.sp

Embranchement :

Cnidaria

Classe : Hexacorallia

Ordre : Scleractinia

Famille

Dendrophylliidae

Genre : Tubastraea

Espèce *Tubastraea sp*



Lieux de récolte : Station île Tipaza. N 36°36'00.8 'E002°28'23.8'', profondeur : 27 m.

Paramuricea sp

Embranchement :

Cnidaria

Classe : Anthozoa

Ordre : Alcyonacea

Famille Gorgoniidae

Genre : Paramuricea

Espèce *sp*



Lieux de récolte : Station île Tipaza. N 36°36'00.8 'E002°28'23.8'', profondeur : 27 m.

Leptogorgia sarmentosa

Embranchement :

Cnidaria

Classe : Anthozoa

Ordre : Alcyonacea

Famille Gorgoniidae

Genre : *Leptogorgia*

Espèce *sarmentosa*



Lieux de récolte : Station île Tipaza. N 36°36'00.8 ''E002°28'23.8'', profondeur : 27 m.

Atlantique et Méditerranée

Eunicella verrucosa

Embranchement :

Cnidaria

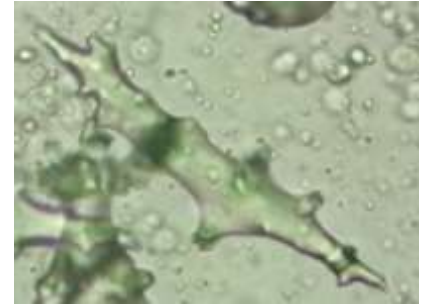
Classe : Anthozoa

Ordre : Alcyonacea

Famille Gorgoniidae

Genre : *Eunicella*

Espèce *verrucosa*



Sclérites

Lieux de récolte : Station île Tipaza. N 36°36'00.8 'E002°28'23.8'', profondeur : 27 m.

Atlantique et Méditerranée

Les sclérites* sont translucides et de deux types : en forme de massues très verruqueuses (plus grandes que chez *E.cavolinii*) ou en forme d'aiguilles verruqueuses, plus minces que chez *E.cavolinii* (chez qui les verrues sont plus grandes).

La longueur moyenne des sclérites est de 50 à 150 µm.

Leptogorgia sp

Embranchement :

Cnidaria

Classe : Anthozoa

Ordre : Alcyonacea

Famille Gorgoniidae

Genre : *Eunicella*

Espèce *verrucosa*



Lieux de récolte : Station île Tipaza. N 36°36'00.8 'E002°28'23.8'', profondeur : 27 m.

Tableau 01 : Liste des espèces prélevées dans les stations d'échantillonnages et distinction par rapport à la température

N°	Embranchement	Classe	Espèce	Statut selon les effets de la température et les préférences
1	Spongiaires	Demospongiae	<i>Sarcotragus sp</i>	Psycrophiles (S spinosula/Marba et al.,2015)
2		Demospongiae	<i>Chondrosia reniformis</i>	Inconnu
3		Calcarea	<i>Paraleucilla cf magna</i>	Thermophyle (invasive : site Doris)
4		Demospongiae	<i>Ircinia sp</i>	Psycrophiles (I variabilis /Marba et al.,2015)
5		Demospongiae	<i>Dysidea cf fragilis</i>	Inconnu
6		Demospongiae	<i>Chondrilla sp</i>	Inconnu
7		Demospongiae	<i>Callyspongia sp</i>	Inconnu
8		Demospongiae	Ordre /Halichondrida	Inconnu
9		Demospongiae	<i>Dictyonella sp cf incisa</i>	Inconnu
10		Demospongiae	<i>Halichondria cf bowerbanki</i>	Inconnu
11	Cnidaires	Alcyonaire	<i>Alcyonium acaule</i>	Inconnu
12		Scleractinaires	<i>Tubastraea sp</i>	Thermophyle (Marba et al.,2015) Red Sea
13		Scleractinaires	<i>Oxysmilia sp</i>	Inconnu
14		Scleractinaires	<i>Astroides cf calicularis</i>	Thermophyle (Marba et al.,2015)
15		Scleractinaires	<i>Dendrophyllia sp</i>	Inconnu
16		Scleractinaires	<i>Phyllangia sp</i>	Inconnu
18		Anthozoa	<i>Paramuricea sp</i>	Psycrophiles (P clavata /Marba et al.,2015)
19		Anthozoa	<i>Leptogorgia sp</i>	Inconnu
20		Anthozoa	<i>Leptogorgia sarmentosa</i>	Inconnu
21		Anthozoa	<i>Eunicella verrucosa</i>	Psycrophiles (Marba et al.,2015)

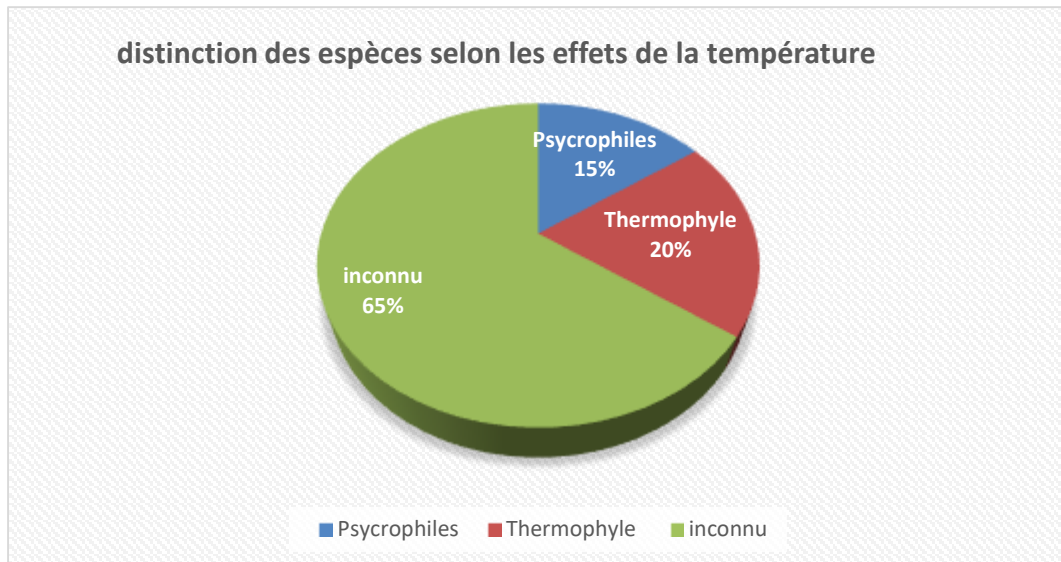


Figure 19 : pourcentages de type d'espèces identifiées en fonction de leurs statuts vis-à-vis la température.

L'apparition et l'augmentation en Méditerranée occidentale d'espèces thermophiles orientales ou septentrionales sont analysées comme les conséquences de changements hydrothermiques récents (**Francour et al., 1994**).

Pour pouvoir classer les espèces identifiées en espèces thermophiles et psychrophiles, on s'est basé sur l'ensemble de documentations qui ont mener des études sur les espèces ayant des préférences bien établies en termes de température (**Francour et al., 1994**) et/ou des espèces ayant eu des comportements spécifique vis-à-vis la température à savoir la croissance, la survie, la fertilité, l'abondance, la migration et la phénologie (**Marba et al., 2015**).

Le tableau détaille la liste des espèces inventoriée et identifiées ainsi que leurs Statut selon les effets de la température et les préférences.

Trois (03) espèces thermophiles figure sur la liste à savoir une éponge calcaire *Paraleucilla cf magna*, et deux Scleractinaires *Tubastraea sp* et *Astroides cf calicularis*. Cependant on compte quatre 04 espèces psychrophiles comportant deux 02 spongiaires *Sarcotragus sp* et *Ircinia sp* et deux gorgones à savoir *Paramuricea sp* *Eunicella verrucosa*.

Afin de mieux comprendre le comportement et les réponses des communautés benthiques aux effets du changement climatique, (**Bensoussan et al, 2010**) estiment que les températures chaudes correspondent à 23 jusqu'à 25 °C dans la colonne d'eau tandis que les températures élevées sont supérieures à (> 25 °C).

CONCLUSION

GENERALE

&

PERSPECTIVES

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

En conclusion, cette étude représente une modeste contribution significative à la connaissance de la biodiversité marine en Algérie, en mettant en lumière la présence d'espèces thermophiles et psychrophiles parmi les spongiaires et les cnidaires. Avant cette recherche, il n'existait aucune documentation ni liste spécifique pour cette région, ce qui rend ces résultats d'autant plus précieux.

L'identification de 21 espèces, réparties équitablement entre les spongiaires et les cnidaires, démontre la diversité de la faune marine algérienne. Cependant, l'identification de certaines espèces a été entravée par la complexité de leur morphologie, soulignant ainsi la nécessité de poursuivre les efforts de recherche et d'identification.

Les résultats de cette étude indiquent également que certaines espèces sont adaptées aux températures plus chaudes, tandis que d'autres préfèrent les températures plus froides. Cette information est cruciale pour comprendre comment le changement climatique peut influencer la biodiversité marine de la région.

Plus largement, cette recherche ouvre la voie à des enquêtes futures visant à surveiller les impacts potentiels du changement climatique sur les écosystèmes marins en Algérie. La connaissance des préférences de température des espèces peut contribuer à une meilleure gestion des ressources marines et à la préservation de la biodiversité marine dans un contexte de changement environnemental.

En fin de compte, ce projet de fin d'études représente une étape importante vers une meilleure compréhension de la faune marine algérienne et de son potentiel de réaction aux défis environnementaux actuels. Il offre également des bases solides pour des études futures visant à protéger et à préserver les précieux écosystèmes marins de l'Algérie.

L'étude sur l'inventaire des espèces thermophiles et psychrophiles parmi les cnidaires en Algérie ouvre la voie à plusieurs perspectives intéressantes pour la recherche future. Voici quelques-unes des perspectives possibles :

- Suivi à long terme des populations marines : L'une des perspectives les plus importantes est de poursuivre le suivi à long terme de la biodiversité marine en Algérie. Cela permettrait de détecter les tendances à long terme dans la distribution des espèces et de comprendre comment elles réagissent aux changements environnementaux, y compris les variations de température.
- Études de l'écologie des espèces : Approfondir l'écologie des espèces identifiées, notamment leur comportement, leur reproduction, leur régime alimentaire et leur préférence d'habitat, serait essentiel

pour une meilleure compréhension de ces organismes marins et de leurs interactions au sein des écosystèmes.

- Impact du changement climatique : Étant donné que certaines espèces ont été identifiées comme thermophiles ou psychrophiles, des études plus poussées pourraient être menées pour évaluer comment le changement climatique actuel et futur pourrait affecter leur répartition et leur abondance.
- Conservation des espèces : L'identification des espèces thermophiles et psychrophiles pourrait avoir des implications pour la conservation. Les espèces vulnérables aux changements de température pourraient nécessiter une attention particulière en termes de protection et de gestion des habitats.
- Éducation et sensibilisation : L'éducation du public et la sensibilisation à l'importance de la biodiversité marine en Algérie et de la conservation des espèces pourraient être un domaine de recherche prometteur. Des initiatives éducatives pourraient aider à sensibiliser la population à la valeur des écosystèmes marins.
- Collaborations internationales : Collaborer avec d'autres chercheurs et institutions à l'échelle internationale pourrait permettre une comparaison des résultats avec d'autres régions méditerranéennes ou océaniques. Cela contribuerait à une compréhension plus globale de la biodiversité marine.
- Technologies avancées : L'utilisation de technologies avancées telles que la génomique et la modélisation informatique pourrait aider à approfondir la compréhension des mécanismes d'adaptation des espèces marines aux variations de température.
- Études de l'impact des activités humaines : Les activités humaines, telles que la pêche et la pollution, ont un impact sur les écosystèmes marins. Des études sur l'impact de ces activités sur les espèces identifiées pourraient être pertinentes.
- Études sur les écosystèmes associés : En plus de l'étude des espèces individuelles, il serait intéressant de se pencher sur les écosystèmes dans lesquels elles évoluent. Comment les espèces interagissent-elles et contribuent-elles à ces écosystèmes ?

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

B

- **Bensoussan, N., Romano, J. C., Harmelin, J. G., and Garrabou, J. (2010).** High resolution characterization of northwest Mediterranean coastal waters thermal regimes: to better understand responses of benthic communities to climate change. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 87, 431–441. doi: 10.1016/j.ecss.2010.01.008)
- **Aerts LAM, Van Soest RWM (1997)** Quantification of sponge-coral interactions in a physically stressed reef community, NE Colombia. *Mar Ecol Progr Ser* 148: p.p 125–134.
- **Baccetti, B., E. Gaino & M. Sara, 1986.** A sponge with acrosome: *Oscarella lobularis*. *Journal of Ultrastructure and molecular structure research* 94: 195–198. Bergquist, P. R., 1978.
- **Bayer, Frederick M. 1981.** "Key to the genera of Octocorallia exclusive of Pennatulacea (Coelenterata: Anthozoa), with diagnosis of new taxa." *Proceedings of the Biological Society of Washington.* 94 (3): p.p 902–947.
- **Barnes, R. D. (1987).** "Invertebrate Zoology." Saunders College Publishing.
- Bell JJ (2008) The functional roles of marine sponges. *Estuar Coast Shelf Sci* 79(3): p.p 341–353.
- **Bergquist PR (1978)** Sponges. London: Hutchinson. 268 p.
- **Bethoux, J. P., Gentili, B., Raunet, J. & Tailliz, D. (1990).** Warming trend in the western Mediterranean deep water. *Nature* 347, p.p 660-662.
- **Bidder GP (1898)** The skeleton and classification of calcareous sponges. *Proceedings of the Royal Society, London* 6: p.p 61–76.
- **Bindoff, N. L. et Church, 1. A. (1992).** Warming of the water column in the southwest Pacific Ocean. *Nature* 357, p.p 59-62.
- **Borojevic R (1965)** Éponges Calcaires des Côtes de France I. *Amphiute paulini* HANTISCH: les genres *Amphiute* HANTISCH et *Paraheteropia* n. gen. *Arch Zool Exp Gen* 106: p.p 665–670.
- **Borojevic R, Boury-Esnault N, Vacelet J (1990)** A revision of the supraspecific classification of the subclass Calcinea (Porifera, class Calcarea). *Bull Mus Nat Hist Natur (Paris), Sec A* 12: p.p 243–276.

- **Borojevic R, Boury-Esnault N, Vacelet J (2000)** A revision of the supraspecific classification of the subclass Calcaronea (Porifera, class Calcarea). *Zoosystema* 22: p.p 203–263.
- **Borojevic R, Klautau M (2000)** Calcareous sponges from New Caledonia. *Zoosystema* 22: p.p 187–201.
- **Boury-Esnault N (2006)** Systematics and evolution of Demospongiae. *Can J Zool* 84: p.p 205–224.
- **Boury-Esnault, N., A. V. Ereskovsky, C. Bezac & D. B. Tokina, 2003.** Larval development in Homoscleromorpha (Porifera, Demospongiae). *Invertebrate Biology* 122: p.p 187–202.
- **Boury-Esnault, N., G. Muricy, M. F. Gallissian & J. Vacelet, 1995.** Sponges without skeleton: a new Mediterranean genus of Homoscleromorpha (Porifera, Demospongiae). *Ophelia* 43: p.p 25–43.
- **Boute, N., J. Y. Exposito, N. Boury-Esnault, J. Vacelet, N. Noro, K. Miyazaki, K. Yoshizato & R. Garrone, 1996.** Type IV collagen in sponges, the missing link in basement membrane ubiquity. *Biology of the Cell* 88: p.p 37–44.

C

- **Ca´rdenas, P., H. T. Rapp, C. Schander & O. S. Tender, 2010.** Molecular taxonomy and phylogeny of the Geodiidae (Porifera, Demospongiae, Astrophorida)—combining phylogenetic and Linnaean classification. *Zoologica scripta* 39: p.p 89–106.
- **Ca´rdenas, P., J. R. Xavier, J. Reveillaud, C. Schander & H. T. Rapp, 2011.** Molecular phylogeny of the astrophorida (Porifera, Demospongiaep) reveals an unexpected high level of spicule homoplasy. *PLoS ONE* 6(4): e18318. doi:10.1371/journal.pone.0018318.
- **Carter, H. J., 1875.** Notes introductory to the study and classification of the Spongida. *The Annals and Magazine of Natural History* 4: p.p 1–40 (126–145, 177–200).
- **Cavalcanti FF, Klautau M (2011)** Solenoid: a new aquiferous system to Porifera. *Zoomorphology* 130: p.p 255–260.
- **Conway KW, Krautter M, Barrie JV, Neuweiler M (2001)** Hexactinellid sponge reefs on the Canadian continental shelf: A unique “Living Fossil”. *Geosci Canada* 28(2): p.p 71–78.

- **Cairns, Stephen D. 2000.** "A revision of the shallow-water azooxanthellate Scleractinia of the western Atlantic." *Studies on the Fauna of Curacao and other Caribbean Islands*. 75: p.p 1–240.

D

- **De Goeij JM, Van den Berg H, Van Oostveen MM, Epping EHG, Van Duyl FC (2008)** Major bulk dissolved organic carbon (DOC) removal by encrusting coral reef cavity sponges. *Mar Ecol Prog Ser* 357: p.p 139–151.
- **De Vos L, Rützler K, Boury-Esnault N, Donadey C, Vacelet J (1991)** Atlas of sponge morphology. Atlas de morphologie des éponges. Washington & London: Smithsonian Institution Press. 117 p.
- **Dendy A (1893)** Synopsis of the Australian Calcareous Heterocoela; with a proposed classification of the group and descriptions of some new genera and species. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 5: p.p 69–116.
- **Dendy, A., 1905.** Report on the sponges collected by Professor Herdman, at Ceylon, in 1902. Royal Society, London.
- **Díaz MC, Rützler K (2001)** Sponges: an essential component of Caribbean coral reefs. *Bull Mar Sci* 69(2): p.p 535–546.
- **Dixon MT, Hillis DM (1993)** Ribosomal RNA secondary structure: compensatory mutations and implications for phylogenetic analysis. *Mol Biol Evol* 10: p.p 256–267.
- **Dohrmann M, Janussen D, Reitner J, Collins AG, Wörheide G (2008)** Phylogeny and evolution of glass sponges (Porifera, Hexactinellida). *Syst Biol* 57: p.p 388–405.
- **Dohrmann M, Voigt O, Erpenbeck D, Wörheide G (2006)** Non-monophyly of most supraspecific taxa of calcareous sponges (Porifera, Calcareous) revealed by increased taxon sampling and partitioned Bayesian analysis of ribosomal DNA. *Mol Phylogenet Evol* 40: p.p 830–843.
- **Dohrmann, M., D. Janussen, J. Reitner, A. G. Collins & G. Wörheide, 2008.** Phylogeny and evolution of glass sponges (Porifera, Hexactinellida). *Systematic Biology* 57: p.p 388–405.
- **Dohrmann, M., O. Voigt, D. Erpenbeck & G. Wörheide, 2006.** Non-monophyly of most supraspecific taxa of calcareous sponges (Porifera, Calcareous) revealed by increased taxon sampling and partitioned Bayesian analysis of ribosomal DNA. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 40: p.p 830– 843.

E

- **Ereskovsky AV (2010)** The comparative embryology of sponges. London, New York, Heidelberg: Springer. 329 p.
- **Ereskovsky, A. V. & D. B. Tokina, 2007.** Asexual reproduction in homoscleromorph sponges (Porifera; Homoscleromorpha). *Marine Biology* 151: p.p 425–434.
- **Ereskovsky, A. V. & N. Boury-Esnault, 2002.** Cleavage pattern in *Oscarella* species (Porifera, Demospongiae, Homoscleromorpha): transmission of maternal cells and symbiotic bacteria. *Journal of Natural History* 36: p.p 1761–1775.
- **Ereskovsky, A. V. & P. Willenz, 2008.** Larval development in *Guancha arnesenae* (Porifera, Calcispongiae, Calcinea). *Zoomorphology* 127: p.p 175–187.
- **Ereskovsky, A. V., 2005.** Comparative Embryology of Sponges (Porifera). Saint-Petersburg University Press, Saint-Petersburg.
- **Ereskovsky, A. V., 2006.** A new species of *Oscarella* (Demospongiae: Plakinidae) from the Western Sea of Japan. *Zootaxa* 1376: p.p 37–51.
- **Ereskovsky, A. V., 2010.** The Comparative Embryology of Sponges. Springer-Verlag, Dordrecht, Heidelberg, London, New York.
- **Ereskovsky, A. V., C. Borchellini, E. Gazave, J. Ivanisevic, P. Lapebie, T. Perez, E. Renard & J. Vacelet, 2009b.** The Homoscleromorph sponge *Oscarella lobularis*, a promising sponge model in evolutionary and developmental biology. *Bioessays* 31: p.p 89–97.
- **Ereskovsky, A. V., D. B. Tokina, C. Bezac & N. Boury-Esnault, 2007.** Metamorphosis of *Cinctoblastula* Larvae (Homoscleromorpha, Porifera). *Journal of Morphology* 268: p.p 518–528.
- **Ereskovsky, A. V., K. Sanamyan & A. E. Vishnyakov, 2009a.** *Oscarella kamchatkensis* sp. nov. from the North-West of Pacific. *Cahiers de Biologie marine* 50: p.p 369–381.
- **Erpenbeck D, Nichols SA, Voigt O, Dohrmann M, Degnan BM, et al. (2007)** Phylogenetic analyses under secondary structure-specific substitution models outperform traditional approaches: Case studies with diploblast LSU. *J Mol Evol* 64: p.p 543–557.
- **Erpenbeck, D. & G. Woerheide, 2007.** On the molecular phylogeny of sponges. *Zootaxa* 1668: 107–126. Gaino, E., B. Burlando, P. Buffa & M. Sara, 1986. Ultrastructural study of spermatogenesis in *Oscarella lobularis* (Porifera,

Demospongiae). International Journal of Invertebrates Reproduction and Development 10: p.p 297– 305.

F

- **Feuda R., Dohrmann M., Pett W., Philippe H., Rota-Stabelli O., Lartillot N., Wörheide G., Pisani D., 2017.** □ Improved Modeling of Compositional Heterogeneity Supports Sponges as Sister to All Other Animals. Current Biology, DOI: 10.1016/j.cub.2017.11.008.
- **Francour P, Boudouresque C, Harmelin J, Harmelin-Vivien ML, Quignard JP (1994)** Are the Mediterranean waters becoming warmer? Information from biological indicators. Mar. Pollut. Bull., 28, p.p 523-526

G

- **Gallissian, M. F. & J. Vacelet, 1992.** Ultrastructure of the oocyte and embryo of the calcified sponge, *Petrobiona massiliana* (Porifera, Calcarea). Zoomorphology 112: p.p 133–141.
- **Galtier N, Gouy M, Gautier C (1996)** SEAVIEW and PHYLO_WIN: two graphic tools for sequence alignment and molecular phylogeny. Comput Appl Biosci 12: p.p 543–548.
- **Gavaze E, Lapébie P, Ereskovsky AV, Vacelet J, Renard E, et al. (2011)** No longer Demospongiae: Homoscleromorpha formal nomination as a fourth class of Porifera. Hydrobiologia. doi: 10.1007/s10750-011-0842-x.
- **Gazave E., Lapébie P., Ereskovsky A., Vacelet J., Renard E. & al., 2012.** No longer Demospongiae : Homoscleromorph formal nomination as a fourth class of porifera. Hydrobiologia, Kluwer Academic Publishers, 2012, 687 (1), pp.3 - 10.
- **Gazave, E., P. Lapébie, E. Renard, J. Vacelet, C. Rocher, A. V. Ereskovsky, D. V. Lavrov & C. Borchiellini, 2010a.** Molecular phylogeny restores the supra-generic subdivision of Homoscleromorph sponges (Porifera, Homoscleromorpha). PLoS ONE. doi:10.1371/journal.pone.0014290.
- **Gazave, E., S. Carteron, E. Richelle-Maurer, N. Boury-Esnault & C. Borchiellini, 2010b.** Polyphyly of the genus *Axinella* and of the family Axinellidae (Porifera: Demospongiae). Molecular Phylogenetics and Evolution 57: p.p 35–47.
- **Grant RE (1836)** Animal Kingdom. In: Todd RB, editor. The cyclopaedia of anatomy and physiology. Volume 1. London: Sherwood, Gilbert, and Piper .p.p. 107–118.

H

- **Haeckel E (1872)** Die Kalkschwämme, Band 1: Biologie der Kalkschwämme (Calcispongien oder Grantien). 484 p. Georg Reimer.
- **Haeckel E (1872)** Die Kalkschwämme, Band 2: System der Kalkschwämme (Calcispongien oder Grantien). Berlin: Georg Reimer. 416 p.
- **Haeckel E (1872)** Die Kalkschwämme, Band 3: Atlas der Kalkschwämme (Calcispongien oder Grantien). Berlin: Georg Reimer.
- **Hancock JM, Tautz D, Dover GA (1988)** Evolution of the secondary structures and compensatory mutations of the ribosomal RNAs of *Drosophila melanogaster*. *Mol Biol Evol* 5: p.p 393–414.
- **Hartman WD (1958)** A re-examination of Bidder's classification of the Calcarea. *Syst Biol* 7: p.p 97–110.
- **Hentschel U, Fieseler L, Wehrl M, Gernert C, Steinert M, et al. (2003)** Microbial diversity of marine sponges. *Progr Mol Subcell Biol* 37: p.p 59–88.
- **Higgs PG (2000)** RNA secondary structure: physical and computational aspects. *Q Rev Biophys* 33: p.p 199–253.
- **Hill MS (1998)** Spongivory on Caribbean reefs releases corals from competition with sponges. *Oecologia* 117: p.p 143–150.
- **Hillis DM, Dixon MT (1991)** Ribosomal DNA: molecular evolution and phylogenetic inference. *Q Rev Biol* 66: p.p 411–453.
- **Hogg MM, Tendal OS, Conway KW, Pomponi SA, Van Soest RWM, et al. (2010)** Deep-sea sponge grounds: reservoirs of biodiversity. UNEP-WCMC: Cambridge, UK. Available:http://www.unepwcmc.org/medialibrary/2010/09/07/7f03c5ef/Sponges_BS32-RS189.pdf. Accessed 2011 August 31.
- **Hooper JNA, Van Soest RWM (2006)** A new species of *Amphimedon* (Porifera, Demospongiae, Haplosclerida, Niphathidae) from the Capricorn-Bunkwer Group of Islands, Great Barrier Reef, Australia: target species for the 'sponge genome project'. *Zootaxa* 1314: p.p 31–39.
- **Hudelot C, Gowri-Shankar V, Jow H, Rattray M, Higgs PG (2003)** RNA-based phylogenetic methods: application to mammalian mitochondrial RNA sequences. *Mol Phylogenet Evol* 28: p.p 241–252.

- phylogenetic Relationships within the Class Anthozoa (Phylum Cnidaria) Based on Nuclear 18S rDNA Sequences" - Article de recherche par Bernt Schierwater et al., paru dans *Molecular Biology and Evolution*, en 2002.

I

- **Ivanisevic, J., O. P. Thomas, C. Lejeune, P. Chevaldonne' & T. Pe'rez, 2010.** Metabolic fingerprinting as an indicator of biodiversity: towards understanding inter-specific relationships among Homoscleromorpha sponges. *Metabolomics*. doi:10.1007/s11306-010-0239-2.
- **Ivanoff, A (1972}** Introduction d'Océanographie. Vuibert, Paris.
- **J. Patrick O'Grady, Douglas C. Dean III, Kao Lee Yang, Cristybellemarie Canda, O'Grady JP, Dean DC III, Yang KL, et al.** Elevated Insulin and Insulin Resistance are Associated with Altered Myelin in Cognitively Unimpaired Middle-Aged Adults. *Obesity*. 2019; 27(9): p.p 1464-1471.

J

- **Jow H, Hudelot C, Rattray M, Higgs PG (2002)** Bayesian phylogenetics using an RNA substitution model applied to early mammalian evolution. *Mol Biol Evol* 19: p.p **1591–1601**.
- **J. Patrick O'Grady, Douglas C. Dean III, Kao Lee Yang, Cristybellemarie Canda, O'Grady JP, Dean DC III, Yang KL, et al.** Elevated Insulin and Insulin Resistance are Associated with Altered Myelin in Cognitively Unimpaired Middle-Aged Adults. *Obesity*. 2019; 27(9): p.p 1464-1471.

K

- **Kelly M (2007)** The marine fauna of New Zealand: Porifera: lithistid Demospongiae (Rock Sponges). *NIWA Biodiv Mem* 121: p.p 1–100.
- **Klautau M, Valentine C (2003)** Revision of the genus *Clathrina* (Porifera, Calcarea). *Zool J Linn Soc* 139 p.p: 1–62.

L

- **Lavrov, D. V., X. Wang & M. Kelly, 2008.** Reconstructing ordinal relationships in the Demospongiae using mitochondrial genomic data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 49: p.p 111–124.
- **Le´vi, C., 1956.** Etude des Halisarca de Roscoff. Embryologie et syste´matique des de´mosponges. *Archives de Zoology Experimentale et Generale* 93: p.p 1–184.
- **Le´vi, C., 1973.** Systématique de la classe des Demospongiaria (De´mosponges). In Grasse´, P. P. (ed.), *Spongiaires*. Masson & Compagnie, Paris: p.p 577–632.
- **Lendenfeld, R. V., 1887.** On the systematic position and classification of sponges. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1887: p.p 558–662.
- **Leys, S. P., S. A. Nichols & E. D. M. Adams, 2009.** Epithelia and integration in sponges. *Integrative and Comparative Biology* 49: 167–177. Maldonado, M. & A. Riesgo, 2007. Intraepithelial spicules in a homosclerophorid sponge. *Cell and Tissue Research* 328: p.p 639–650.
- **Longo C, Mastrototaro F, Corriero G (2007)** Occurrence of *Paraleucilla magna* (Porifera: Calcarea) in the Mediterranean Sea. *J Mar Biol Ass UK* 87: p.p 1749–1755.

M

- **Maddison WP, Maddison DR (2002)** *MacClade*. Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- **Maldonado M, Bergquist PR (2002)** Chapter II: Phylum Porifera. In: Young CM, editor. *Atlas of Marine Invertebrate Larvae*. London: Academic Press. p.p. 21–50.
- **Maldonado, M. & A. Riesgo, 2008.** Reproductive output in a Mediterranean population of the homosclerophorid *Corticium candelabrum* (Porifera, Demospongiae), with notes on the ultrastructure and behavior of the larva. *Marine Ecology* 29: p.p 298–316.
- **Manuel M (2006)** Phylogeny and evolution of calcareous sponges. *Can J Zool* 84: 225–241.
- **Manuel M, Borchellini C, Alivon E, Boury-Esnault N (2004)** Molecular phylogeny of calcareous sponges using 18S rRNA and 28S rRNA sequences. *Boll Mus Ist Biol Univ Genova* 68: p.p 449–461.
- **Manuel M, Borchellini C, Alivon E, Le Parco Y, Vacelet J, et al. (2003)** Phylogeny and evolution of calcareous sponges: Monophyly of Calcinea and Calcaronea, high level of morphological homoplasy, and the primitive nature of axial symmetry. *Syst Biol* 52: p.p 311–333.

- **Manuel, M., C. Borchellini, E. Alivon, Y. Le Parco, J. Vacelet & N. Boury-Esnault, 2003.** Phylogeny and evolution of calcareous sponges: monophyly of Calcinea and Calcaronea, high level of morphological homoplasy, and the primitive nature of axial symmetry. *Systematic Biology* 52: p.p 311–333.
- **McMurray SE, Blum JE, Pawlik JR (2008)** Redwood of the reef: growth and age of the giant barrel sponge *Xestospongia muta* in the Florida Keys. *Mar Biol* 155: p.p 159–171.
- **Mearns, A. I. (1988).** The odd fish: unusual occurrences of marine life as indicators of changing ocean conditions, In *Marine Organisms as indicators* (D. F. Soule & G. S. Keppel, eds), pp. 137-173.
- **Minchin EA (1896)** Suggestions for a Natural Classification of the Asconidae. *Annals and Magazine of Natural History* (6) 18: p.p 349–362.
- **Moraes, F. C. & G. Muricy, 2003.** Taxonomy of Plakortis and Plakinastrella (Demospongiae: Plakinidae) from oceanic islands off north-eastern Brazil, with description of three new species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83: p.p 385–397.
- **Morrow C. & Cárdenas P., 2015.** Proposal for a revised classification of the Demospongiae (Porifera) *Frontiers in Zoology*.
- **Morrow, C., Cárdenas, P. Proposal for a revised classification of the Demospongiae (Porifera). *Front Zool* 12, 7 (2015).** <https://doi.org/10.1186/s12983-015-0099-8>
- **Müller WEG (2003)** Sponges (Porifera). Berlin: Springer. 258 p.
- **Muricy, G. & J. S. Pearse, 2004.** A new species of *Oscarella* (Demospongiae: Plakinidae) from California. *Proceedings of the California Academy of Sciences* 55: 598–612.
- **Muricy, G., 1999.** An evaluation of morphological and cytological data sets for the phylogeny of Homosclerophorida (Porifera: Demospongiae). *Memoirs of the Queensland Museum* 44: p.p 399–409.
- **Muricy, G., 2011.** Diversity of Indo-Australian Plakortis (Demospongiae: Plakinidae), with description of four new species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 91: p.p 303–319.

- **Muricy, G., N. Boury-Esnault, C. Be´zac & J. Vacelet, 1998.** Taxonomic revision of the Mediterranean Plakina Schulze (Porifera, Demospongiae, Homoscleromorpha). *Zoological Journal of the Linnean Society* 124: p.p 169–203.
- **Muse SV (1995)** Evolutionary analyses of DNA sequences subject to constraints on secondary structure. *Genetics* 139: p.p 1429–1439.

P

- **Pawlik JR (2008)** Redwoods of the reef. *Science* 321: 19.
- **Pawlik JR (2011)** The chemical ecology of sponges on Caribbean reefs: natural products shape natural systems. *Bio Sci* 61(11): p.p 888–898.
- **Pe´rez, T., J. Ivanisevic, M. Dubois, L. Pedel, O. P. Thomas, D. Tokina & A. V. Ereskovsky, 2011.** *Oscarella balibaloi*, a new sponge species (Homoscleromorpha: Plakinidae) from the Western Mediterranean Sea: cytological description, reproductive cycle and ecology. *Marine Ecology* 32: p.p 174–187.
- **Philippe H, Derelle R, Lopez P, Pick K, Borchiellini C, et al. (2009)** Phylogenomics revives traditional views on deep animal relationships. *Curr Biol* 19: p.p 706–712.
- **Philippe, H., R. Derelle, P. Lopez, K. Pick, C. Borchiellini, N. Boury-Esnault, J. Vacelet, E. Renard, E. Houliston, E. Queinnec, C. Da Silva, P. Wincker, H. Le Guyader, S. Leys, D. J. Jackson, F. Schreiber, D. Erpenbeck, B. Morgenstern, G. Wo¨rheide & M. Manuel, 2009.** Phylogenomics revives traditional views on deep animal relationships. *Current Biology* 19: p.p 706–712.
- **Pick KS, Philippe H, Schreiber F, Erpenbeck D, Jackson DJ, et al. (2010)** Improved phylogenomic taxon sampling noticeably affects nonbilaterian relationships. *Mol Biol Evol* 27: p.p 1983–1987.
- **Pick, K. S., H. Philippe, F. Schreiber, D. Erpenbeck, D. J. Jackson, P. Wrede, M. Wiens, A. Alie´, B. Morgenstern, M. Manuel & G. Wo¨rheide, 2010.** Improved phylogenomic taxon sampling noticeably affects nonbilaterian relationships. *Molecular Biology and Evolution* 27: 1983– 1987. doi:10.1093/molbev/msq089.
- **Pomponi SA (1980)** Cytological mechanisms of calcium carbonate excavation by boring sponges. *Int Rev Cytol* 65: p.p 301–319.
- **Pomponi SA (2006)** Biology of the Porifera: cell culture. *Can J Zool* 84: p.p 167–174.

- **Pöppe J, Sutcliffe P, Hooper JNA, Wörheide G, Erpenbeck D (2009)** CO1 barcoding reveals new clades and radiation patterns of Indo-Pacific sponges of the family Irciniidae (Demospongiae: Dictyoceratida). PLoS ONE 5: e9950.

Q

- **Quinn RJ, Camp D (2007)** Biodiscovery for natural product pharmaceuticals: An Australian experience. J Biolaw Business, Australian Edition 2007: p.p 39–43.

R

- **Rapp HT, Janussen D, Tendal OS (2011)** Calcareous sponges from abyssal and bathyal depths in the Weddell Sea, Antarctica. Deep-Sea Res Pt II 58: p.p 58–67.
- **Reiswig HM (1974)** Water transport, respiration, and energetics of three tropical marine sponges. J Exp Mar Biol and Ecol 14: p.p 231–249.
- **Riesgo, A., M. Maldonado & M. Durfort, 2007.** Dynamics of gametogenesis, embryogenesis, and larval release in a Mediterranean homosclerophorid demosponge. Marine and Freshwater Research 58: p.p 398–417.
- **Rigby JK, Kaesler RL (2003)** Treatise on Invertebrate Paleontology, Part E, Porifera (Revised) vol. 2: Introduction to the Porifera. Lawrence, Kansas: Geological Society of America. xxvii+349 p.
- **Rossi AL, De Moraes Russo CA, Solé-Cava AM, Rapp HT, Klautau M (2011)** Phylogenetic signal in the evolution of body colour and spicule skeleton in calcareous sponges. Zool J Linn Soc 163: p.p 1026–1034.
- **Rossi AL, Farina M, Borojevic R, Klautau M (2006)** Occurrence of five-rayed spicules in a calcareous sponge: *Sycon pentactinalis* sp. nov. (Porifera: Calcarea). Cah Biol Mar 47: p.p 261–270.
- **Ruppert, E. E., Fox, R. S., & Barnes, R. D. (2004).** "Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach." Cengage Learning.
- **Rützler K (1975)** The role of burrowing sponges in bioerosion. Oecologia 19: p.p 203–219.

S

- **Sarà M, Vacelet J (1973)** Écologie des Demosponges. In: Grassé PP, editor. Traité de Zoologie vol. 3. Spongiaires. Paris: Masson et Cie. p.p 462–576.
- **Sars GO, Kongelige Norske Universitet (ed.) (1872)** Spongiae. On some remarkable forms of animal life from the great depths off the Norwegian coast. I. Partly from

posthumous manuscript of the late professor Dr. Michael Sars. Christiania, Norway: Brøgger & Christie. p.p 62–82.

- **Savill NJ, Hoyle DC, Higgs PG (2001)** RNA sequence evolution with secondary structure constraints: comparison of substitution rate models using maximum-likelihood methods. *Genetics* 157: p.p 399–411.
- **Schmidt, O., 1862.** Die Spongien des Adriatischen Meeres. Verlag Von Wilhelm Engelmann, Leipzig: 88. Schulze, F. E., 1880. Untersuchungen u̇ber den Bau und die Entwicklung der Spongien. Neunte Mittheilung. Die Plakiniden. *Zeitschrift fur Wissenschaftliche Zoologie Abt A* 34: p.p 407–451.
- **Schnare MN, Damberger SH, Gray MW, Gutell RR (1996)** Comprehensive comparison of structural characteristics in eukaryotic cytoplasmic large subunit (23 S-like) ribosomal RNA. *J Mol Biol* 256: p.p 701–719.
- **Schöniger M, von Haeseler A (1994)** A stochastic model for the evolution of autocorrelated DNA sequences. *Mol Phylogenet Evol* 3: p.p 240–247.
- **Shenkar N, Swalla BJ (2011)** Global diversity of Ascidiacea. *PLoS ONE* 6(6): e20657.
- **Shimodaira H (2002)** An approximately unbiased test of phylogenetic tree selection. *Syst Biol* 51: p.p 492–508.
- **Shimodaira H, Hasegawa M (2001)** CONSEL: for assessing the confidence of phylogenetic tree selection. *Bioinformatics* 17: p.p 1246–1247.
- Smithsonian Contributions to Zoology, number 596, 55 pages, 305 figures, 1997.
- **Sole´ Cava, A. M., N. Boury-Esnault, J. Vacelet & J. P. Thorpe, 1992.** Biochemical genetic divergence and systematics in sponges of the genera *Corticium* and *Oscarella* (Demospongiae: Homoscleromorpha) in the Mediterranean Sea. *Marine Biology* 113: p.p 299–304.
- **Sollas, W. J., 1885.** A classification of the sponges. *Annals and Magazine of Natural History* 5: 395. Sperling, E. A., K. J. Peterson & D. Pisani, 2009. Phylogenetic signal dissection of nuclear housekeeping genes supports the paraphyly of sponges and the monophyly of Eumetazoa. *Molecular Biology and Evolution* 26: p.p 2261– 2274.
- **Soule, D. F. & Keppel, G. S. (eds) (1988).** Marine Organisms as Indicators. Springer, New York
- **Spalding M, Fox H, Allen G, Davidson N, Ferdaña Z, et al. (2007)** Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf Areas. *Bio Sci* 57: 573–583.

- **Sponges. Hutchinson & Co, London. Borchiellini, C., C. Chombard, M. Manuel, E. Alivon, J. Vacelet & N. Boury-Esnault, 2004.** Molecular phylogeny of Demospongiae: implications for classification and scenarios of character evolution. *Molecular phylogenetics and evolution* 32: p.p 823–837.
- **Srivastava M, Simakov O, Chapman J, Fahey B, Gauthier MEA, et al. (2010)** The Amphimedon queenslandica genome and the evolution of animal complexity. *Nature* 466: p.p 720–727.
- **Stamatakis A (2006)** RAxML-VI-HPC: maximum likelihood-based phylogenetic analyses with thousands of taxa and mixed models. *Bioinformatics* 22: p.p 2688–2690.
- **Swofford DL (2003)** PAUP*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (*and Other Methods). Version 4. Sunderland, MA: Sinauer Associates.

T

- **Taylor MW, Radax R, Steger D, Wagner M (2007)** Sponge-associated microorganisms: evolution, ecology and biotechnological potential. *Microbiol Mol Biol Rev* 71: p.p 295–347.
- **Telford MJ, Wise MJ, Gowri-Shankar V (2005)** Consideration of RNA secondary structure significantly improves likelihood-based estimates of phylogeny: examples from the Bilateria. *Mol Biol Evol* 22: p.p 1129–1136.
- **Tillier ERM, Collins RA (1995)** Neighbor Joining and Maximum-Likelihood with RNA sequences - addressing the interdependence of sites. *Biochem Syst Ecol* 12: p.p 7–15.
- **Tillier ERM, Collins RA (1998)** High apparent rate of simultaneous compensatory base-pair substitutions in ribosomal RNA. *Genetics* 148: p.p 1993–2002.
- **Topsent, E., 1897.** Spongiaires de la Baie d'Amboine. (Voyage de MM. M. Bedot et C. Pictet dans l'Archipel Malais). *Revue Suisse de Zoology* 4: p.p 421–487.
- **Uriz, M. J., 2006.** Mineral skeletogenesis in sponges. *Canadian Journal of Zoology* 84: p.p 322–356.

V

- **Vacelet J (1961)** The order Pharetronida in Hartman's classification of the Calcarea. *Syst Zool* 10: p.p 45–47.

- **Vacelet J (1981)** Éponges hypercalcifiées ('Pharétronides' 'Sclérosponges') des cavités des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie. *Bull Mus Nat Hist Natur (Paris)* 3: p.p 313–351.
- **Vacelet J (2007)** Diversity and evolution of deep-sea carnivorous sponges. In: Custódio MR, Lôbo-Hajdu G, Hajdu E, Muricy G, editors. *Porifera research: biodiversity, innovation and sustainability*. Série Livros 28. Rio de Janeiro: Museu Nacional. pp. 107–115.
- **Vacelet J, Boury-Esnault N (1995)** Carnivorous sponges. *Nature* 373(6512): 333–335.
- **Vacelet J, Boury-Esnault N, Fiala-Médioni A, Fisher CR (1995)** A methanotrophic carnivorous sponge. *Nature* 377(6547): p. 296.
- **Van Soest R.W.M, Boury-Esnault N., Vacelet J., Dohrmann M., Erpenbeck D., De Voogd N.J., Santodomingo N., Vanhoorne B., Kelly M., Hooper J.N.A., 2012.** Global Diversity of Sponges (Porifera). *PLoS ONE* 7(4): e35105. 23 p.
- **Van Soest RWM (2007)** Sponge biodiversity. *J Mar Biol Assoc UK* 87: p.p 1345–1348.
- Van Soest RWM, Boury-Esnault N, Hooper JNA, Rützler K, de Voogd NJ, et al. The World Porifera Database. Available: <http://www.marinespecies.org/porifera>. Accessed 2012 Feb 1.
- **Van Soest RWM, Boury-Esnault N, Hooper JNA, Rützler K, de Voogd NJ, et al. (2011)** World Porifera database. Available: <http://www.marinespecies.org/porifera>. Accessed 2011 August 31.
- Van Soest, R., 2011. Homoscleromorpha. In: Van Soest, R. W. M., N. Boury-Esnault, J. N. A. Hooper, K. Rützler, N. J. de Voogd, B. Alvarez de Glasby, E. Hajdu, A. B. Pisera, R. Manconi, C. Schoenberg, D. Janussen, K. R. Tabachnick, M. Klautau, B. Picton, M. Kelly (eds), *World Porifera database*. <http://www.marinespecies.org/porifera/porifera.php?p=taxdetails&id=131587>, on April 26, 2011.
- **Voigt O, Eichmann V, Wörheide G (2011)** First evaluation of mitochondrial DNA as a marker for phylogeographic studies of *Calcarea*: a case study from *Leucetta chagosensis*. *Hydrobiologia*.
- **Voigt O, Erpenbeck D, Wörheide G (2008)** Molecular evolution of rDNA in early diverging Metazoa: First comparative analysis and phylogenetic application of complete SSU rRNA secondary structures in Porifera. *BMC Evol Biol* 8: p. 69.

- **Voigt O., Wülfing E., Wörheide G., 2012.** Molecular phylogenetic evaluation of classification and scenarios of character evolution in calcareous sponges (Porifera, class Calcarea). Plos One 7 (3) : e33417. 16 p
- **Vosmaer, G. C. J., 1884.** Studies on sponges: II–IV. Mitteilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel 5: 483– 493. Wang, X. & D. V. Lavrov, 2008. Seventeen new complete mtDNA sequences reveal extensive mitochondrial genome evolution within the Demospongiae. PLoS ONE 3: e2723.
- **Voultsiadou E, Dailianis T, Antoniadou C, Vafidis D, Dounas , et al. (2011)** Aegean bath sponges: historical data and current status. Rev Fish Sci 19(1): p.p 34–51.
- **Voultsiadou E, Vafidis D, Antoniadou C (2008)** Sponges of economical interest in the Eastern Mediterranean: an assessment of diversity and population density. J Nat Hist 42(5): 529–543.

W

- **Westinga E, Hoetjes P (1981)** The intrasponge fauna of *Spherospongia vesparia* (Porifera, Demospongiae) at Curaçao and Bonaire. Mar Biol 62: p.p 139–150.
- **Wheeler WC, Honeycutt RL (1988)** Paired sequence difference in ribosomal RNAs: evolutionary and phylogenetic implications. Mol Biol Evol 5: p.p 90–96.
- **Wilkinson CR (1987)** Interocean differences in size and nutrition of coral reef sponge populations. Science 236: p.p 1654–1657.
- **Wilkinson CR, Fay P (1979)** Nitrogen fixation in coral reef sponges with symbiotic cyanobacteria. Nature 279: p.p 527–529.
- **Wörheide G, Hooper JNA (1999)** Calcarea from the Great Barrier Reef. 1: Cryptic Calcinea from Heron Island and Wistari Reef (Capricorn-Bunker Group). Mem Queensl Mus 43: p.p 859–891.
- **Wulff JL (1984)** Sponge-mediated coral-reef growth and rejuvenation. Coral Reefs 3: p.p 157–163.
- **Wulff JL, Buss LW (1979)** Do sponges help hold coral reefs together? Nature 281: p.p 474–475.

Z

- **Zibrowius H., 1979** - Campagne de la Calypso en Méditerranée nord-orientale (1955, 1956, 1960, 1964). 7. Sclérectiniales. Ann. Inst. Océanogr, 55 (suppl.): p.p 7-28.

ملخص

يستكشف مشروع نهاية الدراسة هذا قائمة الأنواع المحبة للحرارة والنفسية من خلال التركيز على مناطق الدراسة بما في ذلك خليج الجزائر وخليج تيبازة وجزيرة رشيقون في الجزائر بهدف تحديد هذه الكائنات التي تتكيف مع درجات الحرارة القصوى.

تسلط الفصول الثلاثة من المشروع الضوء على بيولوجيا وإيكولوجيا الإسفنجيات واللاسعات استنادا إلى تقنيات مختلفة تم وضعها وتحديد هويتها استنادا إلى عينات تم جمعها في عدة نقاط من خليج الجزائر وتيبازة وجزيرة رشيقون الساحلية في الجزائر والتي يتم تخزينها عند درجة حرارة 4 درجات مئوية لتجنب تطلها والسماح باكتشاف الخصائص الحقيقية لأنواع مختلفة.

سلط جرد التنوع البيولوجي الضوء على ثروة محددة ملحوظة تتكون من مجموعة : 21 نوعًا تشمل 10 إسفنجيات و 11 من اللاسعات مصنفة في جدول وفقًا لتفضيلاتها الحرارية إما محبة للحرارة أو محبة للبرودة والتي أظهرت بيئة مناطق الدراسة المختارة.

تسلط هذه النتائج الضوء على التأثير المحتمل لتغير المناخ على توزيعها، وتسلط الضوء على الحاجة إلى حماية ثراء التنوع البيولوجي البحري وفهم الآثار البيئية للتغيرات الحرارية لهذه الأنواع وتوازنها الإيكولوجي وفهم الحيوانات البحرية الجزائرية وإمكاناتها للاستجابة للتحديات البيئية الحالية.

الكلمات الدالة

جرد؛ الأنواع المحبة للحرارة؛ الأنواع المحبة للبرودة؛ اللاسعات ؛ الإسفنجيات ؛ التنوع البيولوجي؛ خليج الجزائر؛ خليج تيبازة؛ جزيرة راشغون.

Abstract

This end of study project explores the inventory of thermophilic and psychrophilic species by focusing on study areas including the Bay of Algiers, the Bay of Tipaza and the Island of Rachegoune in Algeria in the bute to characterize these organisms adapted to extreme temperatures.

The three chapters of the project highlight the biology and ecology of sponges and cnidarians based on the conservation and identification made by different techniques based on samples collected at several points of the two coastal Algiers, Tipaza and Rachegoune Island in Algeria. Which are stored at 4°C to avoid their degradation and allow discovering the true characteristics of different species.

The biodiversity inventory highlighted a remarkable specific wealth consisting of a total of: 21 species that include 10 sponges and 11 cnidarians classified in a table according to their thermal preferences either thermophilic or psychrophilic, which has shown the ecology of these selected study areas.

These findings highlight the potential impact of climate change on their distribution, highlighting the need to protect the richness of marine biodiversity and to understand the environmental implications of the thermal variations of these species and their ecological balance and the understanding of the Algerian marine fauna and its potential to response to current environmental challenges.

Keywords:

Inventory ; Thermophilic species; Psychrophilic Species; Cnidarians; Sponges; Biodiversity; Algiers Bay; Tipaza Bay; Rachegoune Island.