HAL
open science

Etude systématique, bio-écologique et chimique des ascidies de Tunisie

Chebbi Nadia

To cite this version:

Chebbi Nadia. Etude systématique, bio-écologique et chimique des ascidies de Tunisie. Sciences de l'environnement. Université du 7 Novembre à Carthage; Institut National Agronomique de Tunisie, 2010. Français. NNT : . tel-00814819

HAL Id: tel-00814819

https://theses.hal.science/tel-00814819v1

Submitted on 18 Apr 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MINISTERE DE L'AGRICULTURE DES RESSOURCES HYDROLIQUES ET DE LA PECHE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

INSTITUTION DE LA RECHERCHE ET DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR AGRICOLES

UNIVERSITE DU 7 NOVEMBRE A CARTHAGE

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE DE TUNISIE

Thèse de Doctorat intitulée :

Etude systématique, bio-écologique et chimique des ascidies de Tunisie

Réalisée par
Chebbi Nadia

Présentée et soutenue publiquement le 18 septembre 2010 devant le jury composé de :

Pr. Amor El Abed (Président de jury)
Pr. Hechmi Missaoui (Directeur de Thèse)
Pr. Mohamed Salah Romdhane (Rapporteur)
Pr. Mohamed Cafsi (Rapporteur)
Pr. Hamadi Boussetta (Examinateur)

Avant- propos

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à mon Directeur de thèse, Monsieur le Professeur Hechmi Missaoui qui m'a fait bénéficier de sa grande expérience. Je lui suis particulièrement reconnaissante pour la rigueur scientifique, les critiques constructives et les précieux conseils qui ont contribué à la réalisation de ce travail. Ses compétences et son sérieux ont toujours suscité mon admiration et mon respect.

Je suis heureuse de l'honneur que me fait le Professeur Amor El Abed en acceptant de présider ce jury. Qu'il me soit permis, de lui témoigner tout mon respect et mon estime pour sa bienveillante attention.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur Mohamed Salah Romdhane, Professeur à l'Institut National Agronomique de Tunis, qui m'a fait l'honneur de faire partie de ce jury en tant qu'examinateur. Je le remercie également pour sa disponibilité, pour tous les efforts qu'il a déployés et pour son agréable accueil.

Mes vifs remerciements vont également à Monsieur M'hamed El Cafsi, Professeur à la Faculté des Sciences de Tunis, qui m'a fait l'honneur également de faire partie de ce jury en tant qu'examinateur. Je le remercie chaleureusement pour sa disponibilité ainsi que pour tous les efforts qu'il a déployés et son agréable accueil.

Je remercie vivement Monsieur Hamadi Boussetta, Professeur à l'Institut National Agronomique de Chott Mariem, d'avoir accepté d'examiner ce travail et à qui je voudrais exprimer toute mon estime et mon respect.

J'adresse ma gratitude à Madame Françoise Monniot, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, pour m'avoir initiée à l'étude taxonomique des ascidies.

Je suis particulièrement reconnaissante au Docteur Francesco Mastrototaro, chercheur au sein du département de zoologie à l'Université de Bari, pour avoir suivi de près mon travail et m'avoir toujours encadré avec gentillesse. Je n'oublierais jamais son aide précieuse pour l'identification des spécimens d'ascidies. Je ne saurais le remercier assez pour son dévouement sans limites pour l'achèvement de ce travail.

Je tiens à remercier Monsieur Xavier Turon, Professeur à l'Université de Barcelone et actuellement directeur du département Ecologie marine du Centre d'étude Avancée de Blanes, pour sa générosité, sa sympathie et pour son aide à finaliser l'identification des espèces d'ascidies difficiles à reconnaitre.

Je remercie fortement Monsieur Bernard Banaigs et Madame Nathaly Bontemps, Docteurs au laboratoire chimie des biomolécules et de l'environnement de l'Université de Perpignan, pour m'avoir fait découvrir la chimie organique et pour l'isolement et l'identification des biomolécules.

Merci à Monsieur Khaled Yazoghli, du club de plongée GEEXS El Marsa, et à Monsieur Salim Baccar, du Club Odyssea Hammamet, pour m'avoir accompagné lors de mes plongées.

Je remercie Monsieur Lassad Chouba pour m'avoir aidé à lyophiliser mes échantillons.

Je remercie également Tarek pour son aide à la réalisation des cartes géo-référencées.

Ce travail n'aurait pu voir le jour sans le soutien moral de mes amis très proches sans oublier le fameux Idriss. C'est grâce à leurs encouragements permanents que j'ai pu achever ce travail.

J'adresse une pensée affectueuse à Mes très chers parents et à mes frères qui n'ont jamais cessé de me soutenir aussi bien moralement que matériellement.

Enfin, je ne saurais citer toutes les personnes ayant contribué, de prés ou de loin, à la réalisation de ce travail.

A toutes et à tous je dis "MERCI"

العنوان : دراسة تصنيف، بيوايكولوجيا و كيميائية قربيات تونس

الكلمات المفاتيح: القربيات، تصنيف، بيولوجيا، ايكولوجيا، كيمياء، خليج تونس، خليج الحمامات، بحيرة بنزرت، بحيرة البيبان، توزع مكاني و زماني

مُلخص

لقد تم في هذا العمل تصنيف القربيات و دراسة خاصيتهم البيوايكولوجية والكيميائية في كل من خليجي تونس والحمامات و بحيراتي بنزرت و البيبان.

خلال هذه الدراسة وقع استخراج عن طريق الغوص، بين جانفي 2006 و جانفي 2008، 70 نوع من القربيات من بينهم 6 أنواع تم الإعلان عنها لأول مرة في تونس.

هذه الأنواع تتوزع بطريقة غير متساوية جغرافيا و زمنيا. إلى هذا الجانب فتحليل التناسق بين أنواع القربيات و المجموعات الإيكولوجية بين علاقة بعض أنواع من القربيات والنوعية البيئية للمكان.

نجد أيضا أن نوعية الأرضية هي المحدد الأساسي للتوزيع المكاني للقربيات. إلى هذا الجانب، فان عمق الماء يتدخل بصفة غير مباشرة على التغير الزماني و المكاني للعناصر البيئية إذ ينعكس دوره خاصة على إستراتجية الملائمة لدى القربيات.

إلى الجانب المكاني، نجد أيضا توزع زماني للقربيات بين الفصول حيث أن أعلى نسبة لأنواع القربيات وجدت في فصل الصيف.

أما بالنسبة إلى أصول القربيات في تونس فإننا نجد أن اكبر نسبة هي من أصل أطلسي-متوسطي.

أخيرا، قد أجريت الدراسة الكيميائية على عينتان من القربيات هما:

Cystodytes dellachiajei و *Aplidium conicum*

هذه الدراسة بينت أن النوع *Cystodytes dellachiaj* البنفسجي هو الذي يحتوي على القلويات ذات النواة بيرواكريدين.

أما بالنسبة للنوع *Aplidium conicum*.

فان تحليل الكروماتوغرام بين اللونين البني الفاتح و البرد قالي ابرز اختلاف جذري بينهما.

Titre : Etude systématique, bio-écologique et chimique des ascidies de Tunisie

Mots clés : ascidies, inventaire, systématique, biologie, écologie, chimie, golfe de Tunis, golfe de Hammamet, lagune de Bizerte, lagune d'El Bibane.

Résumé

Dans ce travail de thèse, nous avons effectué l'étude systématique, bio-écologique et chimique des ascidies dans les golfes de Tunis et de Hammamet et dans deux lagunes (Bizerte et El Bibane). Nous avons prélevé par plongée en scaphandre autonome, entre janvier 2006 et Janvier 2008, 70 espèces d'ascidies dont la majorité sont des espèces à affinités Atlanto-méditerranéenne et parmi eux 6 espèces ont été signalées pour la première fois en Tunisie. Ces espèces présentent une variabilité spatiale et temporelle. L'analyse de correspondance entre les ascidies et les communautés étudiées a permis de mettre en relief une relation entre les communautés sous pressions environnementales et certaines espèces d'ascidies. Les ascidies présentent une corrélation entre les stratégies morphologiques, les différentes familles, la forme coloniale ou solitaire et le type de substrat. Ce dernier apparaît comme le facteur physique le plus important dans la distribution des ascidies. Ainsi, la majorité des espèces ont été récoltées dans l'herbier de Posidonie qui constitue le substrat idéale pour la fixation des ascidies. D'autre part, la profondeur intervient indirectement dans la variation spatio-temporelle des facteurs environnementaux, en effet elle joue un rôle important dans la distribution des stratégies d'adaptations des ascidies. La zone la plus riche en faune ascidiologique a été entre 6 et 18 m. Outre cette variabilité spatiale, les ascidies en Tunisie montrent une variabilité saisonnière qui se distingue par une richesse spécifique importante en faune ascidiologique pendant la saison estivale.

Outre ces volets biologiques et écologiques, nous avons procédé à une étude chimique de deux espèces d'ascidies coloniales qui sont *Cystodytes dellachiajei* et *Aplidium conicum.* Cette étude a montré l'existence chez l'espèce *Cystodytes dellachiajei* de couleur violette de Cinque alcaloïdes qui sont : la shermilamine B (SB), la désacetylshermilamine B (daSB), la kuanoniamine D (KD), la désacétylkuanoniamine D (daKD) et un nouveau composé : un isomère de l'asciddémine. Pour *Aplidium conicum*, l'analyse des chromatogrammes de deux couleurs beige et orangé révèle des profils chimiques différents. En effet, pour chaque chromotype étudié nous avons trouvé un profil spécifique qui est différent d'un site à l'autre.

Title: Study of systematic, bio-ecology and chemistry of Tunisian ascidians

Key words: ascidians, inventory, systematic, biology, ecology, chemistry, gulf of Tunis, gulf of Hammamet, Bizerte lagoon, El Bibane lagoon.

Abstract

In this work, we carried out the systematic, bio-ecologic and chemical study of ascidians in the gulfs of Tunis and of Hammamet and in two lagoons (Bizerte and El Bibane). Sampling was carried out seasonally by scuba diving from January 2006 to January 2008.

A total of 70 species of ascidians were collected, the majority was Atlanto-Mediterranean and about them 6 species were recorded for the first time in Tunisia. These species present a spatial and temporal variability. In fact, the correspondence analysis of studied communities revealed a relation between the communities under environmental pressures and some ascidians. The type of substratum appears as the physical factor the most important one in the distribution of the ascidians. Thus, we have found the most ascidians abundance in Posidonia herbaria, ideal substratum for the ascidians. On the other hand, the depth intervenes indirectly in the spatio-temporal variation of the environmental factors; in fact its plays an important role in the distribution of the ascidians strategic adaptations. From which the richest zone in ascidiologic fauna is between 6 and 18m of depth. In the other hand, we observed a seasonal variability distinguished by a high richness of ascidians fauna during the summer season. Besides these biological and ecological parts, we have proceeded to a chemical study of two colonial ascidians: *Cystodytes dellachiajei* and *Aplidium conicum.* This study showed the existence for the *Cystodytes dellachiajei* purple of five alkaloids type pyridoacridine: shermilamine B (SB), desacetylshermilamine B (daSB), kuanoniamine D (KD), desacetylkuanoniamine D (daKD) and a new compound: ascididemin isomer. For *Aplidium conicum*, the analysis of the chromatograms of two beige and oranges' colors reveals different profiles. In fact, the study of the whole chromotypes showed different profile specific to each site.

Sommaire

Introduction générale P. 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique P. 4

1) Généralités sur les ascidies P. 4
1. 1 Historique P. 4
1.2 Présentation P. 4
1.3 Diversité P. 7
1.4 Mode de vie P. 8
1.5 Distribution géographique P. 9

2) Généralités sur les sites d'étude P. 11
2.1 Situation géographique P. 11
2.2 Géomorphologie P. 12
2.3 Nature du fond P. 14
2.4 Caractéristique hydrologique P. 17
2.4.1 Hydrologie P. 17
2.4.2 Courantologie P. 19
2.4.3 La marée P. 22
2.4.4 Les houles P. 23

Chapitre II : Matériel et méthodes P. 24

1) Sites d'étude P. 24
1. 1 Le golfe de Tunis P. 25

A) Le site de Gammarth P. 25
B) Le site de Sidi Raïs P. 26
C) Le site d'El Haouaria P. 27

1.2 Le golfe de Hammamet P. 28

Le site de Hammamet P. 28

1.3 Le milieu lagunaire P. 29

A) La lagune de Bizerte P. 29
B) La lagune d'El Bibane P. 30

2) Echantillonnage des ascidies P. 32

3) Traitement des échantillons P. 33
4) Technique d'étude systématique P. 33
4.1 Dissection P. 33
*Ascidies composées P. 35
*Ascidies simples P. 35
4.2 Identification P. 36

5) Etude bioécologique des ascidies P. 36

6) Etude chimique des ascidies P.37
6.1 Préparation des extraits P. 37
6.2 Méthodes analytiques : Acquisition de l'empreinte chimique P. 38
6.3 Méthodes semi-préparatives : Purification chromatographique P. 39
6.4 Chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse : Acquisition de la masse P. 40
6.5 Résonance magnétique nucléaire : Identification des alcaloïdes P. 41

Chapitre III : Etude d'inventaire des ascidies sur les côtes tunisiennes P. 42

1) Inventaire systématique des ascidies P. 42

2) Description morphologique P. 45

3) Distribution taxonomique des ascidies P. 127
3.1 Distribution des ascidies suivant le milieu P. 127
3.2 Distribution des ascidies par site P. 128
3.3 Distribution des familles par site P. 130
3.4 Distribution des familles par stations P. 134
4) Discussion et conclusion P. 135

Chapitre IV : Etude bio-écologique des ascidies P. 136

1) Etude écologique des ascidies: Influence des facteurs écologiques P. 137
1.1 Facteurs abiotiques P. 137
2.2 Facteurs biologiques P. 142

2) Distribution bathymétrique des ascidies P. 143

3) Distribution bionomique des ascidies P. 146
3.1 Les ascidies du golfe de Tunis P. 146
3.2 Les ascidies du golfe de Hammamet P. 152
3.3 Les ascidies des lagunes P. 154
A) La lagune de Bizerte P. 154
B) La lagune d'El Bibane P. 156
3.5 Distribution des espèces selon les communautés P. 158

4) Distribution spatiale des ascidies en Tunisie P. 159

* Distribution spatiale des espèces coloniales et solitaires P. 163
5) Distribution temporelle des ascidies P. 164

6) Association ascidiologique P.172

7) Affinités biogéographiques P. 174

8) Discussion et conclusion P. 176

Chapitre V : Etude chimique des ascidies P. 178

1) Etude chimique de *Cystodytes dellachiajei* P. 183
1.1 Variabilité chromatique P. 183

a.1 Masse P. 188
a.2 Identification P. 188

1.2 Variabilité temporelle P. 188

2) *Aplidium conicum* P. 192
2.1 Variabilité chromatique P. 192

2.2 Variabilité spatiale P. 194

3) Discussion et conclusion P. 195

Conclusion générale P. 197

Références bibliographiques P. 200

Annexes P. 231

Liste des figures

Fig. 1. : Schéma montrant la structure morphologique d'une ascidie solitaire P. 6
Fig. 2 : Schéma montrant la structure morphologique d'une ascidie coloniale P. 7
Fig. 3 : Schéma montrant la structure morphologique d'une ascidie sociale P. 8
Fig.4 : Structure morphologique d'une larve d'ascidie P.9
Fig. 5 : Carte des sites d'étude P. 24
Fig. 6 : Carte du golfe de Tunis P. 25
Fig. 7: Représentation des stations de récolte à Gammarth P. 26
Fig. 8: Représentation des stations de récolte à Sidi Raïs P. 27
Fig. 9 : Représentation des stations de récolte à El Haouaria P. 28
Fig. 10 : Représentation des stations de récolte à Hammamet P. 29
Fig. 11 : Carte de la lagune de Bizerte P. 30
Fig. 12: Carte d'El Bibane P. 31
Fig. 13: Lagune d'El Bibane P. 32
Fig. 14: Schéma montrant l'organisation d'une ascidie solitaire P. 34
Fig. 15: Schéma montrant l'organisation d'un zoïde P. 34
Fig. 16: Les étapes d'analyse des extraits d'ascidies P. 38
Fig. 17: HPLC utilisé pour l'acquisition de l'empreinte chimique P. 39
Fig. 18: HPLC utilisé pour purifier les produits détectés P. 40
Fig. 19: LC-MS utilisé (Bruker Esquire Liquid Chromatograph - Ion Trap Mass Spectrometer) P. 40
Fig. 20: Appareil à RMN utilisé P. 41
Fig. 21 : *Clavelina lepadiformis* (O.F. Müller, 1776) a : colonie ; b : zoïde P. 47
Fig. 22 : *Cystodytes dellechiajei* (Della Valle, 1877) a: colonies; b: zoïde P. 48
Fig. 23 : *Eudistoma mucosum,* (Von Drasche, 1883) P. 52
Fig. 24 : *Polycitor adriaticus* (Drasche, 1883) P. 54
Fig. 25 : *Aplidium conicum* (Olivi, 1792) a : colonie ; b : zoïde P. 58
Fig. 26: *Aplidium elegans* Giard, 1872 a: colonie; b: zoïde P. 61
Fig. 27: *Aplidium aff. nordmanni* Milne-Edwards, 1841 a: colonie; b: zoïde P. 62
Fig. 28: *Morchellium argus* (Milne-Edwards, 1841) a: colonie; b: zoïde P. 66
Fig. 29 : *Aplidium pulmonaria* (Ellis et Solander, 1786) a : colonie; b: zoïde P. 67
Fig. 30 : *Pseudodistoma crucigaster* Gaill, 1972 a : colonie ; b : zoïde P. 70
Fig. 31: *Didemnum aff. comune* (Della Valle, 1877) a: colonie; b: zoïde P. 75
Fig. 32 : *Polysyncraton lacazei* (Giard, 1872) P. 77
Fig. 33 : *Ciona intestinalis* (Linnaeus, 1767) P. 82
Fig. 34 : *Ascidia mentula* O.F. Müller, 1776 P. 86
Fig. 35: *Ascidia virginea* O.F. Muller, 1776 P. 87

Fig. 36 : *Ascidiella scabra* (Müller, 1776) P. 90
Fig. 37: *Ascidiella aspersa* (O.F. Muller, 1776) P. 91
Fig. 38 : *Botryllus leachi* (Savigny, 1816) P. 100
Fig. 39 : *Botryllus schlosseri* (Pallas, 1776) P. 101
Fig. 40 : *Distomus variolosus* Gaertner, 1774 P. 103
Fig. 41 : *Polycarpa gracilis* Heller, 1877 P. 105
Fig. 42 : *Polycarpa mamillaris* (Gaertner, 1774) P. 106
Fig. 43 : *Polycarpa kornogi* (Glémarec et Monniot C., 1966) P. 108
Fig. 44 : *Polycarpa violacea* (Alder, 1863) P. 110
Fig. 45 : *Pyura microcosmus* (Savigny, 1816) P. 114
Fig. 46 : *Pyura squamulosa* (Alder, 1863) P. 117
Fig. 47 : *Microcosmus nudistigma* C. Monniot, 1962 P. 118
Fig. 48 : *Microcosmus vulgaris Heller, 1877* P. 122
Fig. 49 : *Microcosmus savigni* C. Monniot, 1962 P. 123
Fig. 50 : *Molgula socialis* Alder, 1848 P. 125
Fig. 51: Représentation des pourcentages relatifs du nombre d'espèce pour chaque milieu P. 128
Fig. 52: Représentation des pourcentages relatifs du nombre de famille pour chaque milieu P. 128
Fig. 53: Représentation du pourcentage relatif au nombre d'espèce par site marin P. 129
Fig. 54: Représentation du pourcentage relatif du nombre d'espèce entre les deux lagunes P. 130
Fig.55: Répartition du pourcentage des familles à Gammarth P. 131
Fig. 56: Répartition du pourcentage des familles à Sidi Raïs P. 131
Fig. 57 : Répartition du pourcentage des familles à Haouaria P. 132
Fig.58: Répartition du pourcentage des familles à Hammamet P. 132
Fig. 59: Répartition du pourcentage des familles dans la lagune de Bizerte P. 133
Fig. 60: Répartition du pourcentage des familles dans la lagune d'El Bibane P. 133
Fig. 61: Répartition des familles dans les différentes stations d'étude (G : Gammart, S : Sidi Raïs, H : Haouaria ; Ha : Hammamet, Bi : Lagune de Bizerte et Eb : Lagune d'El Bibane) P.134
Fig. 62: Variation saisonnière de la température dans les différents sites marins de la Tunisie entre Janvier 2006 et Janvier 2008 P. 138
Fig. 63: Variation saisonnière de la température dans la lagune de Bizerte et d'El Bibane entre 2006 et 2007 P. 139
Fig. 64: Variation saisonnière de la salinité entre Janvier 2006 et Janvier 2008 dans les différents sites marins P. 140
Fig. 65: Variation saisonnière de la salinité entre 2006 et 2007 dans la lagune de Bizerte et la lagune d'El Bibane P. 140
Fig. 66: Variation saisonnière de l'oxygéne dissous entre Janvier 2006 et P. 142

Janvier 2008 dans les différents sites marins
Fig. 67: Variation saisonnière de l'oxygéne dissous entre 2006 et 2007 dans la lagune de Bizerte et la lagune d'El Bibane P. 142
Fig. 68 : Répartition de l'abondance des ascidies selon la profondeur P. 144
Fig. 69: Analyse multivariée des ascidies collectées dans les différentes stations suivant la profondeur P. 145
Fig. 70: Diagramme de similitude des stations selon la profondeur P. 146
Fig. 71: Distribution des familles d'ascidie suivant le type de substrat (DC : détritique côtier ; HP-MP : herbier et matte de Posidonie) P. 147
Fig.72: Distribution des familles d'ascidies suivant le type de substrat (DC : détritique côtier ; HP-MP : herbier et matte de Posidonie ; EI : infralittoral à fond exposé) P. 149
Fig.73: Distribution des familles d'ascidies suivant le type de substrat (DC : détritiue côtier ; HP-MP : herbier et matte de Posidonie ; EI : infralittoral à fond dur exposé) P. 151
Fig. 74: Distribution des familles d'ascidies dans le golfe de Hammamet suivant le type de substrat (AP : fond à Padina pavonica ; HP-MP : herbier et matte de Posidonie ; SD : support solide) P. 153
Fig. 75: Distribution des familles d'ascidies dans la lagune de Bizerte suivant le type de substrat (M : moules et cordes ; R : roches ; A : barres en acier) P. 155
Fig. 76: Distribution des familles d'ascidies dans la lagune d'El Bibane suivant le type de substrat (CN : biocénose composée de *Cymodocea nodosa*, HT : biocénose à *Halimeda tuna* ; SD : biocénose à supports solides (naturel et artificiel) ; HP-MP : biocénose à feuilles et mattes de *Posidonia oceanica* avec soit *Cymodocea nodosa*, soit *Rupia marittima*) P. 156
Fig. 77: Analyse multivariée des ascidies collectées suivant les différents types de substrats (naturels ou artificiels) (Stress 0.12) P. 157
Fig. 78: Analyse de composante principale des ascidies collectées dans les différentes stations suivant les communautés P. 159
Fig. 79: Dendrogramme de similitude des différents sites étudiés en Tunisie P. 160
Fig. 80: Analyse multivariée des ascidies collectées dans les différentes stations suivant le type of substrat par site P. 161
Fig. 81: Dendrogramme de similitude des espèces selon les sites de récoltes P. 162
Fig. 82: Analyse multivariée des ascidies collectées dans les différentes stations suivant leurs états (colonial ou solitaire) P. 163
Fig. 83 : Distribution saisonnière des familles d'ascidies entre janvier 2006 et janvier 2008 P. 166
Fig. 84: Analyse multivariée des ascidies collectées dans les différentes stations suivant les saisons entre janvier 2006 et janvier 2008 P. 168
Fig. 85: Analyse multivariée des ascidies collectées dans la lagune de

Bizerte durant les quatre saisons (stress 0.13) P. 169
Fig. 86: Analyse multivariée des ascidies collectées dans la lagune d'El Bibane durant les quatre saisons (Stress 0.11) P. 170
Fig. 87: Dendrogramme de similitude des espèces selon les saisons P. 171
Fig. 88: Structures de quelques pyridoacridines extraites de *Cystodytes dellachiajei* P. 181
Fig. 89: Structures de quelques méroterpènes trouvés chez le genre *Aplidium* P. 182
Fig. 90: Les quatre chromotypes de *Cytodytes dellachiajei* de Tunisie P. 184
Fig. 91: Chromatogrammes à λ = 305 nm des différents chromotypes chez *Cystodytes dellachiajei* (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette) P. 185
Fig. 92: Chromatogramme à λ = 305 nm de *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette récoltée en Tunisie (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette) P. 186
Fig. 93: Chromatogramme à λ = 305 nm de *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette récoltée en Méditerranée occidentale (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette) P.186
Fig. 94: Structures des pyridoacridines extraites de *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette en Méditerranée occidentale P. 187
Fig. 95: Représentation temporelle des différents chromatogrammes obtenus pour *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette à λ = 305 nm (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette) P. 189
Fig. 96: Variation saisonière de l'alcaloïde majoritaire chez *Cystodytes dellachiajei* de couleur violette P. 190
Fig. 97: Variation saisonnière du rapport petit pic/ grand pic P. 191
Fig. 98: Les deux chromotypes d'*Aplidium conicum* récoltée en Tunisie P. 192
Fig. 99: Chromatogrammes des différents chromotypes chez *Aplidium conicum* trouvé à Gammarth P. 193
Fig. 100: Chromatogrammes des différents chromotypes chez *Aplidium conicum* trouvé à Hammamet P. 193
Fig. 101: Représentation spatiale des différents chromatogrammes d'*Aplidium conicum* de couleur beige récolté en Tunisie P. 194
Fig. 102: Représentation spatiale des différents chromatogrammes d'*Aplidium conicum* de couleur orangé récolté en Tunisie P. 195

Liste des tableaux

Tableau I : Caractéristiques des houles dans les Golfes de Tunis et de Hammamet P. 23

Tableau II : Liste des différentes stations à Gammarth suivant les données géographiques, physique et écologiques P. 259

Tableau III : Liste des différentes stations à Sid Raïs suivant les données géographiques, physique et écologiques P. 259

Tableau IV : Liste des différentes stations à Haouaria suivant les données géographiques, physique et écologiques P. 260

Tableau V : Liste des différentes stations à Hammamet suivant les données géographiques, physique et écologiques P. 260

Tableau VI : Liste des différentes stations dans la lagune d'El Bibane suivant les données géographiques, physique et écologiques P.261

Tableau VII : Liste des espèces d'Ascidies trouvées suivant les sites P.261

Tableau VIII : Liste des espèces trouvées dans le présent travail et celles trouvées dans la bibliographie P. 264

Tableau IX: Liste des différentes stations suivant la profondeur et le type de biocénose associée P. 266

Tableau X : Liste des espèces d'Ascidies trouvées à Gammarth suivant les stations, le type de substrat et le nombre d'individu P. 269

Tableau XI: Liste des espèces d'Ascidies trouvées à Sidi Raïs suivant les stations, le type de substrat et le nombre d'individu P. 270

Tableau XII: Liste des espèces d'Ascidies trouvées à Haouaria suivant les stations, le type de substrat et le nombre d'individu P. 270

Tableau XIII: Liste des espèces d'Ascidies trouvées à Hammamet suivant les stations, le type de substrat et le nombre d'individu P. 271

Tableau XIV : Liste des espèces d'Ascidies trouvées dans la lagune de Bizerte suivant les stations, le type de substrat et le nombre d'individu P. 272

Tableau XV: Liste des espèces d'Ascidies trouvées dans la lagune d'El Bibane suivant les stations, le type de substrat et le nombre d'individu P. 272

Tableau XVI : Pourcentages des ascidies coloniales et solitaires par sites P. 273

Tableau XVII : Distribution saisonnière des ascidies P. 273

Introduction générale

Le milieu marin est caractérisé par une biodiversité très importante où nous rencontrons des espèces appartenant à tous les niveaux phylogénétiques depuis les microorganismes jusqu'aux mammifères (Grassele, 1991). De nos jours, et malgré le développement de la science, il est admis que seule une petite fraction de cette vie marine est connue (Decker et O'Dor, 2002).

Nous estimons à 8500 le nombre d'espèces macroscopiques qui vivent en Méditerranée ce qui représente entre 4 % et 18% du nombre d'espèces marines dans le monde. Ce chiffre parait important si on considère que la Méditerranée représente seulement 0.82% de la superficie globale de la terre et 0.32% en volume hydrique globale. Cette richesse en biodiversité rend la Méditerranée unique au monde (Bianchi et Morri, 2000).

Grâce au large éventail de biens et de services qu'elle nous offre, la biodiversité tant marine que terrestre, rend la vie possible sur terre. Les produits issus des ressources biologiques sont nécessaires à de nombreuses activités humaines aussi bien pharmaceutiques qu'industrielles. La vie sur terre dépend également d'une multitude de services écologiques variés, en nombre quasiment infinis, et surtout pour la plupart irremplaçables et dont certains sont encore peu ou pas connus vu que nous ignorons une part importante de la biodiversité.

A l'heure actuelle nous assistons à des problèmes environnementaux d'ordre majeur dû essentiellement aux changements climatiques qui ont pour conséquence la dégradation et/ou la modification des habitats. Ceci s'accompagne par une augmentation du rythme de la disparition de beaucoup d'espèces en faveur de l'introduction d'espèces exogènes envahissantes avec toutes les conséquences que cela pourrait engendrer sur l'équilibre Homme-nature et sur leur viabilité. Pour faire face à ces problèmes, il est de plus en plus impératif de se pencher vers la reconnaissance des espèces peu ou pas connu qui pourraient être la garantie de la survie de l'homme dans les années à venir.

A cet effet, l'utilisation des espèces, notamment marines, s'est considérablement développée grâce aux biotechnologies et aux sciences du vivant, pour des usages de plus en plus nombreux. En effet, les biomolécules actives aux propriétés diverses, contenues chez certains invertébrés marins (Ireland et al., 1988 ; Bhakuni and Jain 1990 ; Uriz et al., 1991 ; Becerro et al., 1997 ; McClintock and Baker, 2001 ; Faulkner, 2002) pourraient être extraites, bio valorisées et exploitées dans les domaines pharmaceutiques, phytothérapiques, cosmétiques et diététiques. Ceci permettra à l'Homme de bénéficier de composés naturels sans aucun effet secondaire tel est le cas des composés synthétisés.

Parmi les espèces connues pour avoir des propriétés curatives, grâce aux biomolécules actives qu'elles contiennent, figurent les ascidies (Copp et al., 2003 ; Eder et al., 1998 ;

Delfourne et Bastide, 2003 ; Lindsay et al., 1995 ; Marshal et Barrows, 2004 ; Schmitz et al., 1983). En 1990, l'équipe de Rinehart a isolé des extraits de l'ascidie *Ectinascidia turbinata*, grâce à la méthode de screening systématique, une série d'alcaloïdes dont l'ecteinascidine 743. Cet alcaloïde est actuellement en phase II d'essais cliniques pour le traitement de nombreux cancers, sous le nom de Yondelis. Elle est également en phase III d'essais cliniques pour le traitement du cancer de l'ovaire, au sein de la société espagnole PharmaMar en collaboration avec la société Johnson and Johnson. Il s'agit d'un agent alkylant ligand du petit sillon de l'ADN (Lansiaux et Bailly, 1999 ; Takebayashi et al., 2001).

De l'ascidie *Aplidium albicans* a été isolé un peptide, la didéhydrodidemnine B (Urdiales et al., 1996), actuellement en phase II d'essais cliniques par la société PharmaMar sous le nom d'*Aplidine*. Cette molécule est un inducteur d'apoptose, elle inhibe les sécrétions de VEGF et bloque le cycle cellulaire (Erba et al., 2002). Elle est en essai clinique pour le traitement de nombreux cancers dont le mélanome, les cancers pulmonaires, colorectaux, rénaux et pancréatiques ainsi que des carinomes thyroïdiens.

Outre ce rôle curatif, nous attribuons aux ascidies un rôle écologique. En effet, certaines ascidies tels que *Ciona*, *Microcosmus* ou *Pyura* sont connues pour être des bio-indicatrices de la qualité du milieu, ceci grâce à leur capacité d'accumuler certains éléments traces de l'eau de mer comme l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cobalt, le cuivre, le fer, le mercure, le sélénium, l'étain (comme tributyltin) et le zinc (Papadopoulou & Kania, 1977; Philp et al., 2003). Ainsi, la résistance de certaines ascidies à différents polluants explique la présence de ces derniers dans les ports les plus pollués du globe.

Les ascidies utilisent aussi d'autres moyens pour survivre et se protéger comme pour lutter contre le fouling, qui est un processus de colonisation d'un organisme substrat par des organismes épibiontes, ces dernières procèdent soit à des défenses physiques ou à des défenses chimiques. Ces deux modes de défense peuvent coexister au sein du même organisme. Certaines ascidies solitaires, telle qu'*Ascidia nigra* sont capables, pour se protéger du fouling de régénérer leur épiderme (Davis et al., 1989). Pour certaines ascidies coloniales, c'est la texture même de la tunique qui peut décourager les prédateurs. La seconde stratégie développée par les ascidies est la production de substances de défense toxiques par l'intermédiaire des métabolites secondaires (Teo et Ryland, 1995). C'est Stoecker (Stoecker, 1978), qui a été le premier à élaborer cette hypothèse, en proposant la théorie de « acide-vanadium » qui, par la suite a été réfuté par de nombreux scientifiques en faveur d'autres substances (Parry, 1984 ; Davis et Wright, 1989 ; Wahl, 1989).

Au cours de cette étude, trois aspects se rapportant à l'étude des ascidies en Tunisie ont été traités. Tout d'abord, nous avons fait une étude systématique des ascidies récoltées en Tunisie visant à faire l'inventaire des espèces présentes sur nos côtes. Ensuite, pour comprendre l'influence des facteurs écologiques notamment abiotiques et biotiques sur la distribution des ascidies en Tunisie nous avons fait une étude bioécologique. Enfin, pour caractériser et évaluer la chimio-diversité des ascidies trouvées, une étude chimique a été conduite sur deux ascidies coloniales ayant montré une variabilité chromatique. Il s'agit de *Cystodytes dellechiajei* et *Aplidium conicum*.

Pour réaliser ces objectifs, nous avons structuré la thèse comme suit :

Dans la première partie, une analyse bibliographique des ascidies a été effectuée visant à mettre en relief ce groupe ainsi que ses caractéristiques.

Dans la deuxième partie, nous avons décrit le matériel utilisé et les méthodes suivies au cours de notre étude.

La troisième partie, a été consacrée à l'étude de l'inventaire des ascidies sur les côtes tunisiennes. Pour cela nous avons présenté une liste taxonomique des ascidies récoltées et établi la description morphologique des espèces trouvées. Cette partie s'achève par une distribution taxonomique de ces ascidies suivant le type de milieu, le site et les stations.

La quatrième partie a été dédiée à l'étude bioécologique des ascidies en Tunisie. Les associations ascidiologiques et les affinités biogéographiques des ascidies ont été traitées. Une réalisation des distributions des ascidies suivant la profondeur, le type de substrat, le milieu, le site d'étude ainsi que la saison a été présentée. Pour terminer, cette partie a permis de réaliser des cartes de distribution des ascidies en Tunisie, en Méditerranée et dans le monde.

La cinquième partie a concerné l'étude chimique deux espèces d'ascidies coloniales qui ont montré une variabilité chromatique et qui sont *Cystodytes dellechiajei* et *Aplidium conicum*. Dans cette partie, nous avons réalisé les profils chimiques de chaque espèce ainsi qu'une caractérisation des biomolécules trouvées.

La conclusion relative aux différents résultats obtenus dans ce travail et les perspectives de développement de cet axe de recherche ont été rédigées à la fin du manuscrit. Elles sont suivies de références bibliographiques utilisées dans cette étude.

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1) Généralités sur les ascidies

1. 1 Historique

Les ascidies ont été signalées pour la première fois par Aristote sous le nom de Téthya (Brien, 1948). Cependant, les chercheurs ne s'y sont intéressés qu'à partir du XVIII ème siècle.

Linné (1767), rangeait les ascidies simples parmi les Mollusques et les ascidies coloniales parmi les Zoophytes.

Lamarck (1815) donna le nom de Tunicata à une classe distincte du système zoologique renfermant les ascidies.

C'est Savigny (1816), qui a démontré définitivement la structure des ascidies grâce à des recherches anatomiques sur les espèces simples et composées.

Malgré ces investigations, la position des Tuniciers dans le règne animal restait pas claire et c'est l'embryologiste russe Kowalevsky qui démontrait grâce à des études embryologiques sur des ascidies simples de 1868 à 1872, l'étroite relation entre les ascidies, les Amphioxus et les Vertébrés. En effet, grâce à l'application de la loi biogénétique des récapitulations ancestrales, il démontrait que les Tuniciers sont des Cordés.

Cette découverte a permis à d'autres études de voir le jour dont les plus importantes étaient réalisées par Lacaze-Duthiers qui vers 1870, a repris l'étude des ascidies simples avec un souci de précision puis par Giard en 1872, qui décrivait une nouvelle forme d'ascidies composées (Synascidies) ce qui a conduit à restructurer la classification de ce groupe. Par la suite, Herdman a publié 3 volumes en 1882, 1886 et 1888 concernant les Tuniciers récoltés au cours de l'expédition du « Challenger ».

Vers 1925, une nouvelle école de Zoologie fit son apparition représentée par Harant et Vernières, 1933 qui ont décrit les ascidies dans le document intitulé « faune de France ». À la suite de cet ouvrage les Monniot Claude et Françoise ont établit la première clé d'identification des ascidies (Monniot, C. et F., 1972).

1.2 Présentation

Les ascidies appartiennent à l'embranchement des Prochordés, au sous embranchement des Urochordés ou Tuniciers.

- **Les Prochordés** (Drach, 1948)

Les Prochordés sont des Métazoaires marins à symétrie bilatérale, primitivement pourvus de coelome et appartenant au groupe des Cordés qui se caractérisent par :

- La superposition dans le plan sagittal du tube digestif, de la corde dorsale et d'un axe nerveux tubulaire.
- L'existence d'un système de fentes à fonctions respiratoires, percé dans les parois pharyngiennes.
- Une queue musculaire, locomotrice au sein de laquelle se prolongent la corde et le système nerveux.
- Les dispositions spéciales du système nerveux embryonnaire dont la cavité axiale s'ouvre en avant par un neuropore et communique en arrière avec le tube digestif par le canal neurentérique.

- **Les Tuniciers ou Urochordés** (Beaumont et Cassier, 1997)

Les Tuniciers sont des cordés marins, solitaires ou coloniaux, fixés et littoraux ou libres, planctoniques et pélagiques.

La plupart des Tuniciers passent au cours de leur développement par un stade larvaire libre, dont l'organisation générale est celle d'un cordé typique.

Quelques-uns conservent la corde et le tube nerveux chez l'adulte dans un appendice caudal propulseur. Ils constituent le groupe des Perennicordés et sont représentés par la classe des Appendiculaires.

Les autres perdent leur queue au cours d'une métamorphose. Ils constituent le groupe des Caducicordés représentés par deux classes, celle des Ascidiacés qui se fixent sur un support et celle des Thaliacés qui restent libres et pélagiques.

- **Les Ascidiacés** (Brien, 1948 ; Calvin Calvo, 1995 ; Harant et Vernières, 1933 ; Monniot C. et F., 1987).

De côté organisation, les ascidies ressemblent à une « outre » à deux ouvertures : le siphon buccal inhalant marquant l'extrémité apicale et le siphon cloacal exhalant, considéré comme dorsal.

Le corps est enveloppé par une couche fibreuse : la tunique de consistance variable : cartilagineuse, lisse ou rugueuse, nue ou vêtue de débris de toutes sortes. Pour les espèces coloniales, les tuniques individuelles sont confondues en une tunique commune, la tunique du cormus est par conséquent creusée en logettes occupées chacune par un zoïde.

La tunique ressemble à la chitine des arthropodes, mais contient beaucoup de cellulose unie à des substances azotées. A ce composé Bertholet a donné le nom de tunicine. Sa composition varie d'une espèce à une autre. Selon Payen (*in* Brien, 1948) la tunique de *Ciona intestinalis* (Ordre : Enterogona, Sous Ordre : Phelbobranchia, Famille : Cionidae) contient 60,34% de cellulose, 27% de substances azotées et 12,66% de substances inorganiques (Brien, 1948).

Pour ce qui est de la famille des Didemnidae (Ordre : Enterogona, Sous Ordre : Aplousobranchiata), elle renferme des spicules calcaires.

A l'intérieur de la tunique, le corps est limité par un manteau qui est généralement peu adhérent à la tunique dont il est relié seulement par des vaisseaux fragiles.

La cavité branchiale ou pharyngienne, qui est la continuité du siphon buccal, est un sac percé de nombreuses fentes ou trémas résultant du regroupement de fentes embryonnaires ou stigmates. Cette dernière est entourée d'une cavité péribranchiale qui communique avec l'orifice cloacale. La branchie se continue par un estomac aux parois souvent ornementées et un intestin recourbé en U.

A côté de ces organes, il faut noter la présence chez certaines familles, de vésicules rénales, d'un rein, de diverticules hépatiques, de glande pylorique …

Le système vasculaire chez les ascidies n'est pas clos, il est surtout constitué de sinus sanguins (fig.1 et 2).

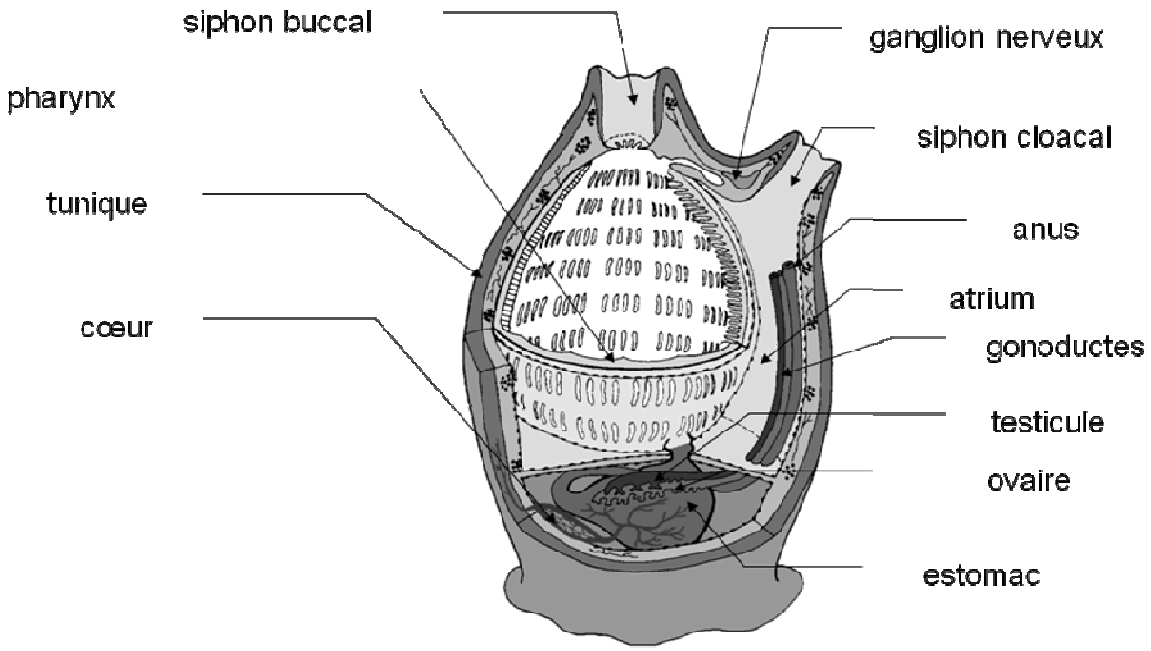


Fig. 1: Schéma montrant la structure morphologique d'une ascidie solitaire

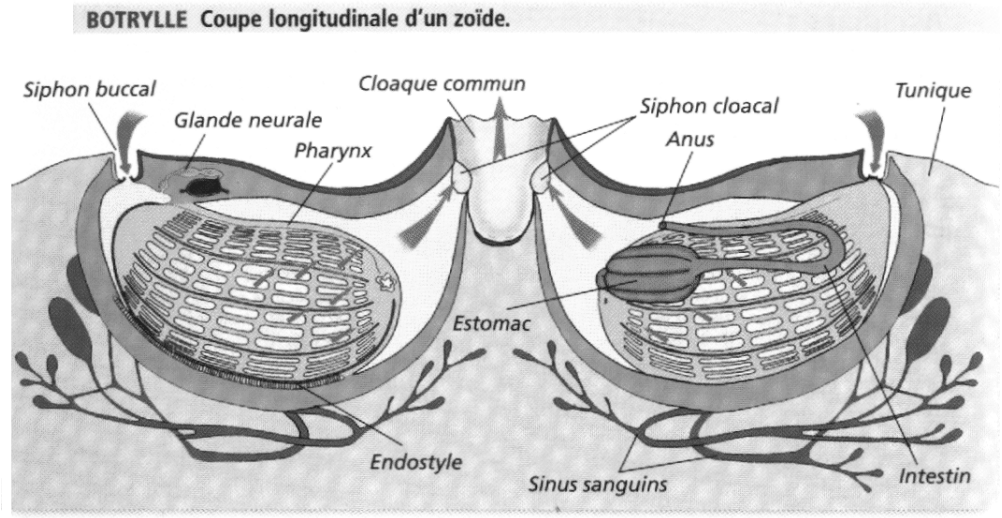


Fig. 2: Schéma montrant la structure morphologique d'une ascidie coloniale

1.3 Diversité

En dehors de tout critère phylogénique ou anatomique, on classe les Ascidies, pour la facilité de l'observation, selon leur apparence physique : *Ascidies simples*, *Ascidies sociales* et *Ascidies composées* ou *synascidies*.

Ascidies simples : généralement de grande taille, jusqu'à 20 cm et plus, elles peuvent être isolées ou en groupe, mais sans lien anatomique donc totalement indépendantes. C'est le cas des violets (*Microcosmus*), des *Halocynthia*, *Phallusia*, *Ascidiella*, *Ciona* et autres grosses ascidies (fig. 1).

Ascidies sociales : issues d'un individu « mère », elles se développent le long d'un stolon commun et constituent souvent des amas compacts, mais sans réelle communication interne sauf au niveau du système circulatoire. Elles sont généralement de petite taille : les clavelines, *Diazona*, *Stolonica*, *Perophora*, *Distomus* (fig.3).

Ascidies composées ou synascidies : également appelées ascidies coloniales, elles sont regroupées de façon indissociable et ont, en général une tunique commune et un siphon cloacal commun. Les plus communes : *Aplidium*, *Amaroucium*, *Morchellium*, *Diplosoma*, *Polysyncraton* et *Lissoclinum*. Les botrylles sont parfois classées dans les ascidies composées, mais se rapprochent plutôt des ascidies coloniales par leur organisation interne (fig.2).

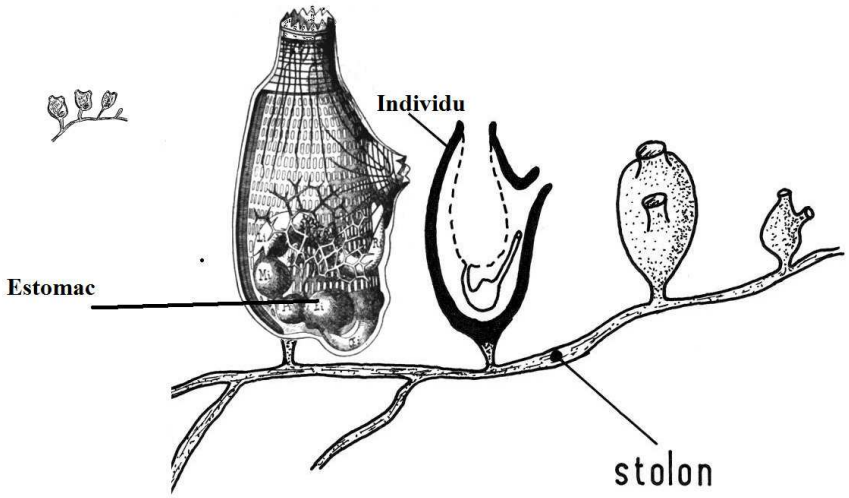


Fig. 3: Schéma montrant la structure morphologique d'une ascidie sociale

1.4 Mode de vie

Les ascidies sont des filtreurs microphages non sélectifs. L'eau entre dans le pharynx par le siphon buccal inhalant, passe ensuite dans la cavité péribranchiale et dans l'atrium par les stigmates branchiaux dont le battement de cils entretient le courant d'eau traversant le pharynx. L'eau est ensuite rejetée par le cloaque en un courant de sortie plus puissant que celui d'entrée de telle sorte qu'il ne peut pas être repris directement par le siphon inhalant (Brien, 1948).

En franchissant les fentes branchiales, les particules nutritives contenues dans l'eau sont retenues par le mucus sécrété par les cellules de l'endostyle. Un cordon alimentaire est ainsi formé, celui-ci est poussé dans l'œsophage puis dans l'estomac et l'intestin où s'effectue la digestion.

L'eau passant dans le pharynx apporte en plus de la nourriture, l'oxygène nécessaire à la respiration.

Les ascidies sont hermaphrodites, certaines espèces se reproduisent uniquement par voie sexuée et vivent isolées (ascidies solitaires) ; d'autres se reproduisent aussi par bourgeonnement.

La larve obtenue est très caractéristique et constitue la grande originalité des Urochordés (fig.4). Elle ressemble à un petit têtard avec une queue mobile aplatie transversalement possédant des muscles et une chorde, au-dessus de laquelle court le tube nerveux. Le corps est renflé et la corde n'y pénètre pas. Le tube nerveux se prolonge en avant et se dilate, formant une vésicule cérébrale. Il n'existe ni bouche ni anus mais une ébauche de pharynx avec

endostyle. Ce têtard nagera très peu de temps, voire pas du tout, afin de tomber au fond pour s'y fixer si le substrat lui convient. Sitôt fixées, les larves subissent une métamorphose rapide en adultes. Organes des sens, chorde, queue, tube neural disparaissent. La tunique s'épaissit, les fentes branchiales apparaissent, en quelques jours toute trace du têtard a disparu, l'ascidie est devenue fonctionnelle.

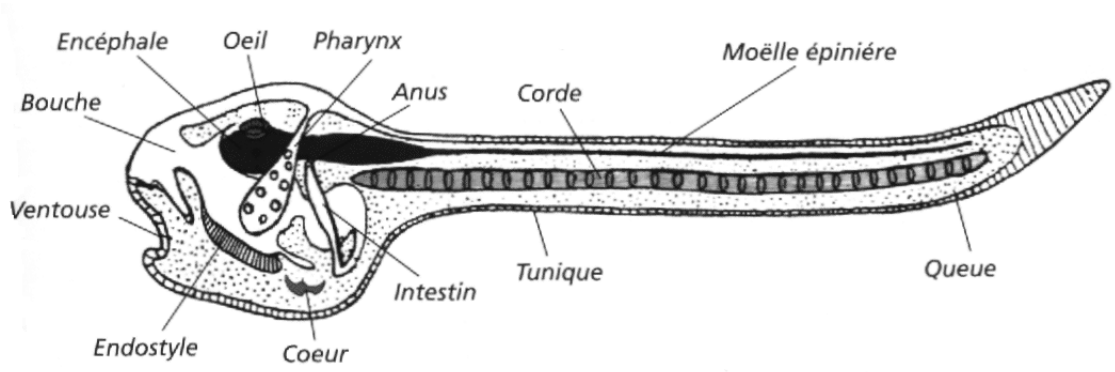


Fig. 4 : Structure morphologique d'une larve d'ascidie

Les ascidies vivent généralement dans les fonds coralligènes en associations étroites avec les éponges et les bryozoaires (Ballesteros, 2003 ; Harant et Vernières, 1933) et dans les formations végétales tel que *Caulerpa prolifera* et *Posidonia oceanica*.

Plusieurs facteurs écologiques conditionnent l'épanouissement des ascidies tel que les facteurs climatiques (la lumière, la température …), les facteurs édaphiques (nature du substrat, hydrodynamisme, sédimentation, salinité, contamination organique …).

1.5 Distribution géographique

- Les études de la faune ascidiologique en Méditerranée ont été entamées depuis la fin du XIX ème siècle (Koukouras et al., 1995).

- Lahill (1887) établit la première liste systématique des ascidies de la région de Banyuls.

- Harant après avoir réalisé plusieurs notes systématiques sur les ascidies dans différentes régions de la Méditerranée : Banyuls (1927, 1930), Alexandrie (1939), établit avec Vernières une liste systématique et une étude décrivant 109 espèces présentes sur les côtes françaises (Harant et Vernières, 1933).

- Pérès (1958 a) établit une liste générale de 130 espèces, identifie l'origine et donne les affinités du peuplement en ascidies de la Méditerranée.

- Dans les années soixante, des révisions de certaines familles tels que les Pyuridae (Monniot C., 1965 ; Monniot F., 1965), les Molgulidae (Monniot F., 1965 ; Monniot C., 1969) et les Didemnidae (Lafargue, 1974, 1976, 1977, 1995) ont été réalisées. Ces études ont conduit à changer l'inventaire réalisé par Pérès en 1958, soit par la description de nouvelles espèces, soit par la découverte de l'introduction des espèces d'origines atlantiques, ou de synonymies.
- Ramos (1991) a effectué une étude sur la faune ascidiologique de la péninsule Ibérique où il a recensé 101 espèces dont deux sont nouvelles pour la science.
- Koukouras (1995) a réalisé une étude sur la faune ascidiologique de la mer Egée avec une liste des espèces signalées en Méditerranée orientale et de la Mer Noire.

• En Tunisie, l'étude des ascidies a commencé en 1954 lors d'un voyage d'une équipe de la station Marine d'Endoume composée de Jacques Picard et Roger Molinier.

- En 1954, Pérès a réalisé un inventaire de la faune ascidiologique à des profondeurs n'excédent pas 45 m aboutissant à l'identification de 23 espèces.
- En 1956, Pérès a publié une deuxième étude concernant la faune ascidiologique récoltée au niveau du seuil Siculo-Tunisien (Pérès, 1956a). Cette deuxième étude a été plus importante puisque elle a touché des profondeurs atteignant 1720 m.
- En 2002, Méliane a réalisé une étude taxonomique sur la faune des ascidies de la région sud-est de la Tunisie aboutissant à l'inventaire de 44 espèces dont 21 sont signalées pour la première fois en Tunisie.
- En 2005, Méstiri a réalisé une autre étude sur la faune ascidiologique du Parc Marin de Zembra où elle a inventorié 18 espèces.

Par ailleurs, plusieurs études d'inventaire général du benthos, ont mentionné la présence plus ou moins importante d'ascidies dans certaines régions tunisiennes :

- Dans la région Nord : dans le golfe de Tunis (Azouz et Capapé, 1971 ; Bayle et al., 2003 a, b ; Ben Mustapha et al., 2003, 2004 ; Boudouresque et *al*., 1986 ; Lubet et Azouz, 1969 ; Pérès, 1954, 1956 ; Romdhane, 2003) où 35 espèces ont été inventoriées. Dans le lac de Tunis (Pérès, 1954) a identifié 3 espèces.
- Dans le golfe de Hammamet et la région Est (Ben Mustapha et al., 2002 a, b ; Pérès, 1956 a) : 16 espèces ont été inventoriées.
- Dans le golfe de Gabès et la région Sud, les travaux de Ben Mustapha et al., 1999, 2002 a ; Bradai, 2000 ; Hamza, 1998 ; Pérès, 1954, 1956a ; Méliane, 2002 ont conduit a identifié 13 espèces à Sfax, 16 espèces dans le golfe de Gabès, 30 espèces dans l'archipel de

Kerkennah, 34 espèces au niveau des bancs des côtes de Zarzis, 14 espèces dans la lagune d'El Bibane.

L'ensemble de ces études ont conduit à inventorier 100 espèces en Tunisie (Anonyme, 2008) dont 77 espèces ont été identifiées dans des études systématiques ciblées sur les ascidies (tableau VII).

2) Généralités sur les sites d'étude

2.1 Situation géographique

A. Le Golfe de Tunis

Le golfe de Tunis est situé à la limite nord-est de l'Afrique du nord. Il s'étend entre 10°10' et 11°5' de longitude est et entre 36°38' et 37°10' de latitude nord. Il occupe une place privilégiée entre les deux bassins occidental et oriental de la Méditerranée, puisqu'il fait partie du sud de la mer Tyrrhénienne et du bassin siculo-tunisien (Castany, 1955).

Le golfe de Tunis se présente comme une grande baie qui s'ouvre largement sur près de 75 miles de côtes (Zoghlami, 1991) ; sa partie sud est étranglée au niveau de l'axe Cap Carthage-Ras Fartas (Ben Alaya, 1972).

B. Le Golfe de Hammamet

Le Golfe de Hammamet est situé dans la partie nord-est de la Tunisie. Il est présenté par une large échancrure côtière dont le relief est parsemé de bancs (Korba, Nabeul et Hergla). Il s 'étend côté Nord entre 36° 52'et 36° 1'de latitude et à l'Est entre 8° 46' et 8° 10' de longitude (Hanusse, 1886).

C. La lagune de Bizerte

La lagune de Bizerte est située sur la côte nord de la Tunisie entre les 2 latitudes N37 08' et N37 16'. Ce bassin salé presque isodiamétrique couvre une superficie d'environ 12000 hectares. II communique en permanence avec la mer par un étroit chenal long de 7 kilomètres. Le principal oued (oued Tindja) se déverse dans la partie ouest de la lagune et fait communiquer le lac de Bizerte avec le lac Ichkeul.

Le fond du bassin ne présente pas d'accident marqué excepté le chenal de navigation qui relie le port de Bizerte à celui de Menzel Bouguiba. La bathymétrie régulière est en moyenne de l'ordre de 7 mètres atteignant au maximum 12 mètres (Ouakad, 2000 ; Harzallah, 2002).

D. La lagune d'El Bibane

La lagune d'El Bibane se trouve au sud est tunisien à 33°15' N et 11°15' E, elle présente une surface en eau de 230 km² et elle est séparée de la mer par un cordon littoral fossile de calcaire dont la partie centrale est scindée sur environ 2,5 km en une série de 9 petits îlots

séparés par des passes (Lemoalle J., 1986). La profondeur moyenne est de 4 m. Elle est reliée à la mer par une passe de 400 m de large rendant l'échange entre la mer et la lagune plus au moins important ce qui maintient une salinité comprise entre 40 et 50 g/l.

2.2 Géomorphologie :

A. Le Golfe de Tunis

La formation du golfe de Tunis serait l'œuvre d'un vaste fossé d'effondrement, situé sur le prolongement de la grande transversale de Zaghouan, produit par un système de failles de direction nord-sud touchant l'ensemble de la Tunisie (Lubet et Azzouz, 1969).

Les unités structurales de cette région, formée par les deux plaines subsidentes de Soliman et de Mornag, ainsi que les montagnes de djebel Korbous et djebel Boukornine qui seraient quant à elles dues à des phases tectoniques plus récentes qui est un système de failles pluridirectionnelles, apparues au cours des périodes Cénomaniennes, Sénoniennes et Turoniennes, aurait intervenue de l'Oligocène au Burdigalien et entre le Miocène et le Pliocène (Castany, 1948 ; Kouki, 1984).

La côte occidentale est de nature alluviale, riche en lagunes ; elle est bordée dans toute sa longueur par des plages de sable plus au moins larges qui font suite à un cordon littoral ; celui-ci est à peine interrompu par endroits, soit par des formations vasières au niveau des embouchures de la Mejerdah et de Méliane, soit par des collines, de nature Pliocène aux Ras Sidi Ali Mekki et Gammarth et Miocène à Sidi Bou Saïd (Pimienta, 1959).

La côte orientale s'étend de Hammam-lif à El Haouaria (Pimienta, 1959).

De Hammam-lif à Sidi Raïs, c'est un cordon littoral formé de dunes récentes derrière lesquelles s'étend une plaine alluviale parsemée de marécages (Ben Alaya, 1972).

De Sidi Raïs à Ras Fartas, se dresse un massif rocheux se terminant au contact de la mer. L'érosion a modelé la côte soit en petites baies sablonneuses, soit en îlots, en falaises au bas desquelles des éboulis émergent à basse mer. Ce massif, se continue sous la mer par une plate forme où la sédimentation est réduite en une mince couche de sable envasée en surface (Ben Alaya, 1972).

En fin, la partie de la côte comprise entre Ras Fartas et El Haouaria est essentiellement de nature alluviale ; il s'agit d'un quaternaire marin avec des plages de sable riches en débris coquillers. Plus au nord, c'est les alluviales récentes qui forment les belles plages d'El Haouaria.

B. Le golfe de Hammamet

Le relief sous marin du golfe de Hammamet débute par un plateau à pente raide, restreint (16 miles de largeur) avec des fonds rocheux comprenant des concrétions de graviers jusqu'à 50 m de profondeur, devenant sablo-vaseux jusqu'à au bord du talus continental (-180 m). La rupture entre le plateau et le talus est distincte ; la pente du talus est aussi raide constituée de fonds vaseux. Au centre du golfe de Hammamet, la pente du plateau devient moins raide atteignant une largeur de 60 miles environ. Ce relief est constitué d'un fond de nature sableuse jusqu'à 50 m, lui succédant jusqu'à 120 m de profondeur, un fond sablo-vaseux jusqu'à la bordure du talus continental qui commence à -170 m par une pente assez accentuée.

La région des bancs, dont le plus vaste et le plus important est le banc de l'Aventure, n'est, en fait que la surface du plateau continental, là où il forme une large terrasse d'une soixantaine de miles entre la saillies du cap bon et la côte sud-ouest de Sicile. Le détroit par lequel communiquent les deux bassins méditerranéens n'a, en cet endroit que 80 miles de large. Du côté nord, les grands fonds du basin occidental se relèvent rapidement et régulièrement de 3000 à 5000 m, entre le plateau des Esquerkis et îles Aegates. Du côté du sud, l'allure est plus tourmentée. Les grandes profondeurs s'arrêtent à la hauteur de la côte orientale de Sicile, puis le plateau qui s'en détache et porte à son extrémité l'île de Malte isole entre celle-ci et Pantellaria, une fosse étroite et allongée, où la profondeur atteint encore 1600 m. en face, les petites îles (Lisona, Lampedusa, Pantalleria) jalonnent aussi le bord du plateau opposé, qui les réunit à la côte tunisienne. Entre ces deux plateaux affrontés, les fonds continuent à se relever de part et d'autre, jusqu'au seuil de jonction, qui va presque en ligne droite de la pointe du cap bon au cap Lilibeo (Marsalla).

La terminaison occidentale du fossé de Pantellaria est obturée par le complexe volcanique de Pantellaria, qui sépare le fossé en deux bras, dont la profondeur d'eau diminue rapidement vers le nord-ouest, parce qu'on est dans la zone d'apports sédimentaire maximum en provenance de la Tunisie et du seuil Siculo-Tunisien (Anonyme, 1992).

C. La lagune de Bizerte

Les côtes basses marécageuses s'étendent surtout sur les terrains bas qui bordent le Lac Ichkeul et la berge orientale du Lac de Bizerte.

Le bassin versant du lac de Bizerte présente un effleurement de terrains d'âge éocène à quaternaire (Soussi, 1981).

On distingue les formations géologiques suivantes (Soussi, 1981) :

- Calcaires à globigérines légèrement marneux datant de l'éocène inférieur et affleurant dans la région d'El Alia et de Metline.

- Des alternances de bancs marneux et gréseux datant de l'oligocène affleurant dans la baie des carrières à proximité de Zarzouna.
- Un complexe de marnes et de grès à caractéristiques lagunaires reposant en discordance sur les terrains antérieurs. Ce complexe d'âge miocène est très fossilifère sauf dans sa partie terminale où on note la présence d'un band d'huîtres.
- Le terme ultime de la régression du miocène supérieur est représenté par une série de sables et de marnes grises du Pontien affleurant à l'Est de Kechabata.
- Les formations miocènes sont recouvertes par une puissante série transgressive formée de deux fascièces bien différenciés. La base est occupée par un faciès marneux dit plaisancien. Au sommet on trouve un faciès gréso-sableux dit astien.
- Le quaternaire est constitué par des limons et de sables. Il s'agit de dépôts continentaux souvent en continuité avec le pliocène qui datent de villafranchien.

D. La Lagune d'El Bibane

Les côtes rocheuses basses sont façonnées dans des formations gréseuses de plages tyrrhéniennes ou d'éolianites holocènes. Elles intéressent le plus souvent des secteurs peu étendus (parfois quelques mètres seulement de longueurs) et très discontinus. Le seul secteur où elles se suivent sur des longueurs appréciables est celui compris entre la presqu'île de Zarzis et la frontière avec la Libye, en particulier dans les "slobs" qui isolent Bhiret El Bibène de la mer. Il s'agit en général d'une zone d'origine quaternaire, sur un socle beaucoup plus ancien. Les dalles des deux péninsules ont un fonds calcaire, mais les sols en général sont sablonneux (Anonyme, 1979).

2.3 Nature du fond

A. Le Golfe de Tunis

Pimienta 1959 a montré que les sédiments de l'oued Mejerdah ne se dispersaient pas loin du littoral. En effet, les vents du Nord, toujours très violents dans la partie externe du golfe de Tunis, balayent tangentiellement le rivage du delta. Il en résulte, dans la baie de Gammarth-Ras Sidi Ali El Makki, l'apparition, à quelques milles de la côte, de contre-courants qui ramènent les eaux vers la terre. L'existence de ces mouvements giratoires donne un caractère particulier à la sédimentation. Ces courants provoquent un tri granulométrique.

Les fonds sableux s'étendent du rivage (avec formation de dunes littorales) jusque vers les isobathes – 25 à – 30 m où ils cèdent alors la place à des vases côtières, les éléments fins étant entraînés plus loin (Sammari, 2003). Cette variabilité des fascièces lithologiques ne peut que contribuer à augmenter la diversité des organismes qui peuplent les fonds de cette région.

Toutefois, la dynamique sédimentaire est actuellement perturbée par l'édification et l'aménagement de ports côtiers et on assiste aujourd'hui à des phénomènes importants d'érosion dont les effets graves se font déjà sentir dans la région de Ghar El Melh.

D'après les travaux de Jauzein et al., 1959, le fond du golfe de Tunis est formé par la superposition de trois assises :

- une assise supérieure d'épaisseur variable (de 150 à 700 m) qui a été formée suite à un dépôt de sédiments au quaternaire, au pliocène, au miocène et à l'oligocène,
- une assise intermédiaire consolidée de nature calcaire de la série éocène jurassique,
- une assise profonde consolidée de nature gypseuse attribuée au Keuper.

Ces différentes couches ont une origine double :

- une origine alluviale : Elle est due aux apports des oueds. Elle se manifeste par un important envasement côtier durant les crues et profond durant les étiages. Le sable alluvial s'accumule en marge des embouchures, et se répartit au fur et à mesure sur une grande surface sous l'action des courants locaux,
- une origine érosive provenant de l'érosion côtière et provoquant, au niveau des Caps et le long du massif de Korbous et de Ras Ahmar, l'accumulation de gros blocs rocheux et d'un sable grossier non calibré aux pieds des falaises. Le sable est composé en majorité de matériaux quartzeux ; le reste étant formé de débris coquilliers calcaires.

Les sables sont composés pour une large part de matériaux quartzeux, le reste étant essentiellement des débris de coquilles calcaires. La teneur en carbonate est la plupart du temps comprise entre 20 et 30 %, avec un maximum de 39 % vers le large (Oueslati, 1993).

B. Le Golfe de Hammamet

Le relief sous marin de cette région débute par un plateau à pente raide, restreint (16 miles de largeur). Il est constitué d'un fond de nature sableuse comprenant des concrétions de graviers jusqu'à 50 m de profondeur, lui succédant jusqu'à 120 m de profondeur, un fond sableux-vaseux jusqu'à la bordure du talus continental qui commence à –170 m par une pente assez accentuée.

Près de la côte, le fond du Golfe est occupé par une vase jaune et molle. Elle se mélange à partir des fonds de 80 m, au sable, aux graviers, et aux débris coquilliers. Au centre du Golfe de Hammamet, la pente du plateau devient moins raide atteignant une largeur de 60 miles environ (Anonyme, 1992).

De Kélibia et vers le banc de Korba : Le sable grossier succède au sable fin de plus en plus chargé de vase jusqu'à une profondeur de 200 m où apparaît la vase profonde grise bleutée de

la méditerranée. Sur les parties relativement dures vivent les grands Spongiaires, des Comatules, de nombreux Crustacés.

Sur le banc de Korba : le fond est composé de sable gris pur et de gravier semé de débris coquilliers et d'algues calcaires concrétionnées (*Lithothamnium*). A cette faible profondeur poussent de nombreuses algues et des *Posidonies.* Les herbiers de P*osidonia oceanica* couvrent une surface de 167Km et s'étendent sur plus de 70Km du littoral du Golfe de Hammamet (Kélibia-Sousse), soit 50% de sa longueur totale.

Au sud du Golfe de Hammamet : le fond est de vase molle jaune caractérisé par une abondance considérable d'éponges variées, de colonies d'ascidies, d'Échinodermes, et de Bivalves. A partir de –80 m environ ; le sable et le gravier se mêlent à la vase.

C. La lagune de Bizerte

La frange littorale de la lagune est généralement sableuse avec un pourcentage moyen de cette fraction avoisinant les 80%. La partie sud de la lagune est caractérisée par une bande à texture légère plus large caractérisée par la présence de débris de coquillage. Ce sable coquillé caractérise aussi la partie Nord-Est de la lagune du côté de Menzel Jemil.

En s'éloignant des côtes de la lagune, les sédiments prennent une texture limoneuse à argilo-limoneuse avec une moyenne de 23% pour les argiles et 22% pour les limons. Ce faciès prédomine la zone Est de la lagune.

La partie centrale et occidentale de la lagune à une texture plus lourde caractérisée par un pourcentage des argiles sodiques (saturés par les ions Na+) de l'ordre de 37%. On note que la fraction sableuse est faible dans ce faciès ne dépassant guère les 35% et que les débris de coquillage sont relativement inexistants. Ces argiles sont caractérisées par leur couleur gris foncé et leur aspect plastique et glaiseux. La plus grande partie du matériel argileux de la lagune de Bizerte provient du lac Ichkeul (Ouakad, 2000).

Les herbiers à *Caulerpa prolifera* et à *Cymodocea nodosa* recouvrent notamment toute la partie centrale. Toutefois on rencontre *Zostera marina* au niveau de la communication avec la mer, une ceinture périphérique de *Zostera noltii* le long de la rive est, et *Ruppia spiralis* au débouché même de l'oued Tindja ainsi que dans la zone extrême nord-est associé aux Chlorophycées (Ulves et Enteromorphes).

D. La Lagune d'El Bibane

Le fond est vaseux recouvert essentiellement par un herbier qui est particulièrement dense dans les profondeurs moyennes et clairsemé ou absent dans les régions les plus profondes ainsi que le long des rives sud et sud-est où la profondeur est inférieur à 2 m. Les substrats durs sont localisé surtout dans la partie nord de la lagune où ils sont en majorité de type

organogène engendré par l'algue calcaire *Neongoniolithon notarsii*, les sédiments grossiers sableux couvrent la partie sud et les bordures du cordon littoral. Les espèces les plus répondues sont *Posidonia oceanica*, *Cymodocés nodosa*, *Caulerpa prolifera*, *Ruppia maritima* et *Halimeda tuna* (Zaouali, 1982).

2.4 Caractéristiques hydrologiques

2.4.1 Hydrologie

A. Le Golfe de Tunis

L'hydrologie du golfe de Tunis est marquée par l'existence de deux oueds qui y débouchent : Mejerdah et Meliane.

L'oued Mejerdah est considéré comme la rivière la plus importante en Tunisie avec un bassin versant de l'ordre de 23 500 km² et une longueur de 430 km. Son débit liquide moyen est de 29 m^3/s, son débit solide est en moyenne de 10 g/l; ceci fait un apport solide annuel au Golfe de Tunis de 17 millions de tonnes (Pimienta, 1959). Ces apports ont diminué à 3 millions de tonnes après la construction du barrage de Méllègue et ne seraient actuellement que de 9 millions de tonnes suite à la mise en eau du barrage de Sidi Salem (Ben Mammou, 1998). Les apports solides de la Mejerda dans le Golfe de Tunis seraient actuellement de 5 millions de tonnes.

Une étude, effectuée par le Ministère de la Santé Publique a souligné les risques de pollution des eaux de l'oued Mejerdah suite aux rejets d'origine industrielle, domestique et agricole (Ben Charrada, 1997 ; in MEAT, 1994 et 1995). On y trouve en effet des grandes concentrations de Nitrates, de Phosphates, d'Ammoniaque et des conductivités élevées. Autrefois, l'oued Mejerdah était une source de matières solides pour le golfe de Tunis. Actuellement, avec la construction des barrages, certaines études ont montré l'impact de cet appauvrissement en matière solide sur la dynamique sédimentaire dans les zones littorales Ouest du golfe.

L'Oued Meliane draine un bassin versant de 2 280 km² et a une longueur de 160 km. Il a un apport liquide de l'ordre de 50 Mm^3/an, avec une charge solide de l'ordre de 20 400 T/an (Ben Mammou, 1998). Les deux ouvrages hydrauliques (Barrage El Kébir et Bir M'chergua) construits dans le bassin versant ont réduit considérablement les apports solides et liquides au Golfe de Tunis. Ses eaux sont très polluées par les rejets de 50% des eaux usées à l'état brut dans l'oued dans sa partie avale (Ben Cherrada, 1997).

B. Le Golfe de Hammamet

Le golfe de Hammamet est largement exposé aux écoulements continentaux débouchant sur une série de bassins hydrographiques à savoir : Oued Bir Bou Regba, Oued Hamid, Oued Ash Shikh et Oued Rmel. Ceux-ci drainent sur des terrains d'une superficie importante et ont comme exutoire la dépression de Sidi Khlifa qui s'étend vers le sud et se lie avec la dépression de Halk Elmenzel, plus basse et ayant une côte zéro.

Les oueds Alem et Zéroud, qui alimentent la sebkha par l'ouest et le sud-ouest, coulent l'un vers l'autre en suivant une zone tectonique matérialisée par une faille normale de direction N 25. A l'angle sud-ouest de la sebkha, les deux oueds se rencontrent dans le noeud tectonique de l'oued El Atef et forment un vaste delta à nombreux chenaux diffus. A l'angle nord-est, l'oued Sed draine la sebkha de Kelbia vers le golfe de Hammamet (Amri et Bedir, 1989).

La direction habituelle des écoulements est sensiblement de direction Ouest-Est, vers le littoral. Les écoulements sont turbulents aux piémonts des reliefs pour perdre de l'énergie en traversant la plaine et atteignent un taux nul d'énergie quand ils débouchent dans la dépression. Il en résulte que les produits d'érosion les plus grossiers se déposent aux piémonts et les plus fins (en suspension dans l'eau) se disposent dans la dépression en touchant la zone du port. C'est grâce au cordon littoral stable que les apports d'eau ne se déversent pas en mer. Le système hydrologique de ces dépressions est donc semi-endoréique (Amri et Bedir, 1995).

C. La lagune de Bizerte

La lagune de Bizerte est influencée par l'apport maritime, les échanges au niveau du canal Tinja et les apports du bassin versant et des oueds. Les apports maritimes se font par l'intermédiaire des marées qui assurent un renouvellement de 20 millions de m^3 par cycle sur un volume de 20 millions de m^3 (Mansouri, 1996). En plus l'oued Tinja assure un apport d'eau qui s'alterne avec les saisons, et l'importance des courants qui est tributaire des apports hydriques du bassin de l'Ichkeul, des vents et de l'évaporation. En général, en dehors des périodes sèches, les écoulements vont de l'Ichkeul vers le lac de Bizerte en hivers et dans le sens inverse en été.

Le volume d'eau qui déverse dans le lac par l'oued Tinja, a été réduit depuis la construction des barrages. Actuellement, seulement huit petits cours d'eau repartis autour de l'ensemble du lac de Bizerte, sont à l'origine de l'arrivé directe d'eau douce dans le lac, surtout en période hivernale (ANPE, 1990).

D. La lagune d'El Bibane

Le principal cours d'eau qui se déverse dans la lagune est l'oued Fessi, grand oued dont les origines se trouvent dans les Monts de Matmata au sud et qui travers la plaine de Jeffara avant d'arriver à la

lagune (apport moyen annuel de 10 millions de m^3). Il y a également un petit apport d'eau douce le long de la bordure méridionale du lac, où on retrouve des roseaux *Phragmites australis* (Zaouali, 1982).

2.4.2 Courantologie

A. Le Golfe de Tunis

Les courants dans le golfe de Tunis présentent les caractéristiques suivantes :

- Le vent principal générateur des courants et des hautes marées est celui du secteur Nord ;
- Les courants générés par des vents Sud sont généralement faibles ;
- Les courants côtiers sont les plus forts (Ben Charrada, 1997).

Les vents, peu forts, soufflant du secteur N-NE, ont tendance à pousser les eaux marines du large vers les côtes S-SO. Les eaux marines rencontrent, au milieu de l'axe joignant Cap Carthage à Ras-Dourdas, un courant d'eau plus chaud et hyposalin venant du secteur littoral opposé SO. Ce flux côtier prend naissance au voisinage de l'oued Meliane, longe les côtes Ouest du golfe de Tunis jusqu'à Cap Carthage où il rencontre les eaux marines qui le divisent en deux branches dont l'une remonte vers le NO et surmonte une couche d'eau de direction opposée, traduisant un contre-courant profond venant du NO (Belkhir et Hadj Ali Salem, 1983).

Deux types de masses d'eau circulent au large des côtes nord tunisiennes :

- Les eaux d'origine Atlantique

La mer Méditerranée présente un caractère climatique marqué par un bassin à bilan hydrique négatif, la différence est compensée par le courant atlantique qui pénètre par le détroit de Gibraltar. La circulation de l'eau d'origine atlantique, entre le Détroit de Gibraltar et le canal de Sicile, présente des caractéristiques fondamentalement différentes selon que l'on se trouve au large des côtes marocaines, algériennes. A l'ouest, cette circulation est relativement stable de cette mer et étroitement liée à la géomorphologie du détroit de Gibraltar et de la mer d'Alboran. A la sortie de cette mer, la circulation est, généralement, dirigée des côtes espagnoles (2°O) vers les côtes algériennes (1°O) ; cette circulation prend ensuite la forme d'une veine de courant qui coule vers l'Est le long de la côte africaine et devient généralement instable à partir de 1-2°E (Millot, 1985). Des méandres puis des tourbillons cycloniques se développent ; les tourbillons dérivent vers l'Est à des vitesses de quelques cm. s^{-1}, mais seuls les anticycloniques croissent jusqu'à atteindre un diamètre de l'ordre de 100 Km. Ils s'éloignent ensuite de la côte et sont parfois repérés sur des thermographies pendant plusieurs mois, ils peuvent alors atteindre des dimensions de plus de 200 km et revenir vers la côte pour

interagir avec la veine de courant (Taupier-Letage et Millot, 1987). Garzoli et al., (1979, 1981) ont observé deux tourbillons dont la permanence n'est pas vérifiée et ont émis l'hypothèse de la séparation de l'eau Levantine intermédiaire en deux branches au sud de la de Sardaigne, l'une parallèle aux côte africaines, l'autre à la côte Est Sarde. Le canal de la Sardaigne est la région la moins étudiée de la Méditerranée occidentale. Néomoins, des résultats basés sur l'analyse des données de la campagne MEDIPRODS 5 (Benzohra et Millot, 1993) suggèrent qu'une partie de l'eau Levantine intermédiaire coule vers l'est le long du talus algérien, ce qui contredit les résultats de Grazoli et Maillard (1979). Ainsi, la circulation des eaux qui est généralement parallèle à la côte des mouvements verticaux qui influencent directement la distribution des sels nutritifs et de la biomasse phytoplanctonique. Ces tourbillons entraînent l'eau d'origine atlantique des côtes algériennes vers le large, leur influence pouvant se faire sentir loin vers le nord. En revanche, leur progression vers l'Est y est empêchée par le développement du plateau continental le long des côtes tunisiennes. Ils perturbent ainsi la circulation de l'eau Levantine intermédiaire (Millot, 1987) s'écoulant à partir du bassin Est (Sammari et Gana, 1995).

En se basant sur l'étude de profils verticaux de température et de salinité, Brandhorst (1977) met en évidence les fluctuations du courant atlantique entre la surface et 250 m devant le golfe de Tunis. Les valeurs basses de salinité (36,8 à 37,4 psu) permettant le traçage du flux atlantique se retrouvent en surface et en profondeur (Sammari et Gana, 1995).

D'autres travaux sur les caractéristiques des masses d'eaux au niveau du détroit siculo-tunisien ont montré la complexité de la branche principale du courant atlantique à ce niveau (Astraldi et al., 1996). Ceci confirme, d'une part, que le flux principal du courant atlantique se trouve à proximité des côtes tunisiennes et, d'autre part, que sa vitesse, sa largeur et sa profondeur sont très variables au cours des saisons. Ainsi, c'est durant l'hiver que cette veine atteint son maximum de largeur s'étend jusqu'au plateau continental sicilien. Durant le printemps et l'été, le courant atlantique s'enfonce progressivement et en automne son noyau se situe à 60 m de profondeur.

- Les eaux Levantines

Elles pénètrent dans le sud de la mer Tyrrhénienne, par le détroit siculo-tunisien, à une profondeur comprise entre 200 m et le fond, en direction de Gibraltar avec une température élevée (14,39 °C) et une forte salinité atteignant des valeurs de l'ordre de 38,95 psu. Cependant, la topographie sous marine du détroit siculo-tunisien, détermine le passage de deux veines d'eaux levantines qui ne forment plus qu'une branche unique après le détroit. Ces

eaux coulent en direction du nord-ouest vers la mer Tyrrhénienne à la vitesse moyenne de 35 cm/s. c'est à partir de cette branche que se détacheraient les deux autres (Astraldi et al., 1996). Roussenov et al., 1995, confirment les conclusions de Furnestin et Allain (1962 b) et montrent que les eaux orientalees se scindent en trois branches après avoir traversé le détroit siculo-tunisien :

- Une branche principale, comprise entre 200 et 600 m, passe au nord du golfe de Tunis et traverse le détroit tuniso-sarde, en longeant les côtes nord africaines.
- Une branche secondaire remonte vers la mer Tyrrhénienne.
- Une troisième branche longe les côtes occidentales de la Sardaigne.

Quant aux marées, sur les côtes tunisiennes, la marée est de type semi-diurne (onde provenant de l'Est). Dans le golfe de Tunis, l'amplitude des marées est très faible puisqu'elle n'atteint que 0,12 m en morte-eau et 0,30m en vive-eau (Sammari, 2003).

B. Le Golfe de Hammamet

Le Golfe de Hammamet se trouve au voisinage du détroit Siculo-Tunisien, au travers duquel s'effectuent les échanges entre les deux bassins de la méditerranée. Les échanges sont assurés par les eaux d'origine atlantique (Mediterranean Atlantic Water : MAW) et par les eaux levantines intermédiaires (Levantine Intermediary Water : LIW).

- A sa sortie du détroit *Siculo-Tunisien,* une branche du courant atlantique contourne le Cap Bon et s'oriente vers le sud intéressant directement le Golfe de Hammamet. Cette veine atlantique s'écoule à une vitesse de l'ordre de 15 cm/s en surface et 10 cm/s en profondeur.

- Dans le Golfe de Hammamet proprement dit, la circulation de l'eau atlantique Méditerranéenne est cyclonique à 40 m avec des vitesses horizontales de 1 ou 2 cm/s. en période estivale, les eaux du golfe de Hammamet sont ainsi régénérées par la veine d'eau d'origine atlantique. En période hivernale, la convergence apparente des eaux de surface vers les côtes du golfe et l'écoulement vers le sud-est des eaux du fond, laisse supposer l'établissement d'un brassage vertical durant cette saison (Sammari et Gana, 1995).

C. La lagune de Bizerte

La courantologie dans la lagune de Bizerte est principalement gouvernée par la marée, l'apport d'eau douce, l'apport d'eau marine, la bathymétrie du lac et les vents.

Ainsi, les eaux marines qui pénètrent par le canal, se dirigent vers Menzel Bourguiba, puis rejoignent la région nord après un détournement dans la partie Ouest avant de se déverser dans la mer (Frisioni et al., 1986) . Les courants nord-ouest dominent quand à eux les mouvements des eaux de la lagune en les déplaçant vers l'Est. Les masses d'eau s'acheminent

ensuite vers l'ouest au voisinage du goulet. Dans cette zone c'est la marée qui prend la relève et les masses d'eau sont échangées avec la mer selon la phase de la marée (Frisoni et al., 1986).

D. La lagune d'El Bibane

Dans le golfe de Gabes, les courants généraux interviennent dans le renouvellement des eaux du golfe mais leur incidence est limitée (Sammari et Gana, 1995). Pour la lagune d'El Bibane :

- Solb El Gharbi, peu agité en toutes saisons.
- Solb El Chergui, soumis à des vagues notables en hiver par vent d'ouest. Les courants de dérive littorale se manifestent par la forme d'un delta intérieur de la passe déporté vers l'est.
- Côté sud, exposé aux vagues sur toute sa longueur en été, mais inégalement à l'ouest d'El Marsa, la côte est plus calme qu'à l'Est où l'agitation est maximale par vent de nord-ouest.

2.4.3 La marée

- Sur la côte nord, la marée est principalement semi-diurne et le marnage maximum est de 45 cm (Sammari et Gana, 1995). Les courants de marée sont faibles (v =10 cm/s) et sans action sur la dynamique sédimentaire.
- Dans le Golfe de Hammamet, la marée est de faible amplitude : en période de vives eaux, elle ne dépasse pas 40 cm. Les courants induits sont très atténués et n'interviennent presque pas dans la dynamique sédimentaire (Anonyme, 2001).
- Dans la lagune de Bizerte, la marée subit les variations de la hauteur d'eau de la Méditerranée, alors que celle propre de la lagune est négligeable.
- La lagune d'El Bibane fait partie de la zone, unique en Méditerranée, entre Sfax et la frontière libyenne (prolongée d'ailleurs un peu au-delà de la frontière par la lagune de Farwa en Libye) où l'influence de la marée est considérable, de l'ordre d'un mètre au maximum. Le marnage est de l'ordre de 75 cm en vive eau et de 15 cm en morte eau (Lemoalle, 1986).

2.4.4 Les houles

- Dans la région nord de la Tunisie, les fetchs sont de type :
  - Secteur nord- nord est : 570 km (5°), 510 km (45°), 600 km (70°).
  - Secteur est- nord est : 825 km (270°), 570 km (290°), 510 km (310°), 710 km (335°) (Sammari et Gana, 1995).
- Les principales caractéristiques des houles dans les Golfes de Tunis et de Hammamet (Anonyme, 2001), sont présentées dans le tableau I :

Tableau I : Caractéristiques des houles dans les Golfes de Tunis et de Hammamet

Région	Direction	Période	Large	Côte
Golfe de Tunis	Ouest	6.5s	2.5m	2.10m
	Nord - Ouest	10s	6m	5m
	Nord	7s	3m	2.90m
	Nord - Est	8.8s	2.80m	2.70m
Golfe de Hammamet	Est nord - Est	5s 7s	2m 3m	0.45m 0.90m
	Est	5s 7s	2m 3m	1.50m 2.45m
	Est Sud-Est	5s 7s	2m 3m	1.80m 2.50m
	Sud-Est	5s 7s	2m 3m	1.95m 3.00m
	Sud Sud-Est	5s	2m	1.75m

- Dans la lagune d'El Bibane, les vents les plus forts (pouvant atteindre 25 nœuds) soufflent du secteur ouest à nord ouest (25% du temps). Les vents de secteur nord ouest à nord soufflent, quand à eux, près de 35% du temps. L'agitation est essentiellement liée aux vents locaux dans le golfe de Gabès (Sammari et Gana, 1995).

Chapitre II : Matériel et méthodes

1) Sites d'étude

Nous avons choisi pour notre étude six sites dans différentes régions de la côte tunisienne (fig. 5).

- Pour le golfe de Tunis (fig.6), trois sites : Gammarth au nord ouest, Sidi Rais au milieu et El Haouaria au nord est.
- Pour le golfe de Hammamet (fig. 11), deux sites : le port de Hammamet et le littoral en face de la zone touristique de Hammamet.
- Pour le milieu lagunaire, deux lagunes : la lagune de Bizerte (fig. 12) au nord et la lagune d'El Bibane (fig. 13) au sud.

Fig. 5 : Carte des sites d'étude

1.1 Le golfe de Tunis

Il est située entre 10°15’ et 10°54’ de longitude Est et entre 36°42’ et 37°10’ de latitude Nord (Fig. 6). Sa partie Nord, est largement ouverte à l’inverse de sa partie Sud qui est étranglée au niveau de l’axe Cap Carthage-Ras Fartas.

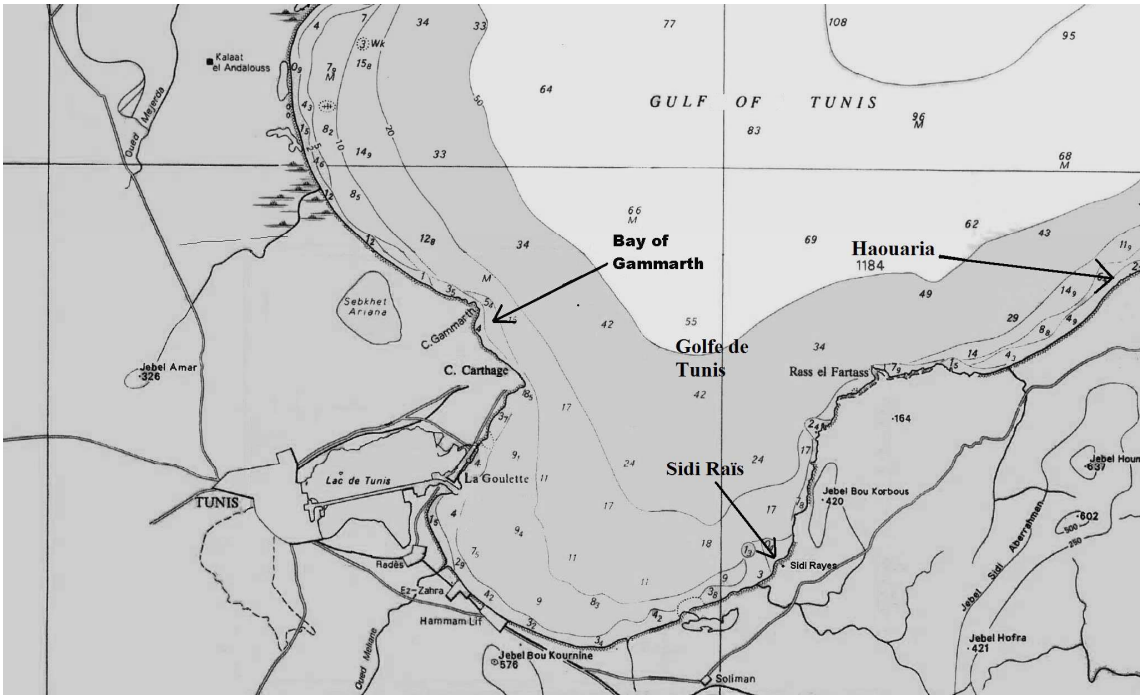


Fig. 6 : Carte du golfe de Tunis

A) Le site de Gammarth :

Le site de la petite baie de Gammarth jouit d’une situation géographique particulière qui rend son étude intéressante. En effet, la petite baie de Gammarth se situe entre le Cap Gammarth d’une part et d’autre part la ville de Gammarth, qui est une station balnéaire importante dont la frange côtière est implantée d’hôtels et de restaurants qui déversent leurs eaux usées traitées dans la mer (Ben Charrada, 1997).

En plus la petite baie de Gammarth se trouve sous influence d’un ensablement en provenance de l’oued Mejerda au SW du Cap Gammarth ce qui conduit à un engraissement de la plage (Mouldi, 2002). La plage sablonneuse de la petite baie de Gammarth est parsemée de platiers et d’affleurements rocheux en allant de la côte vers les petits fonds marins constituants des points d’accrochages (IHE, 2003). Ces fonds sableux sont mis en suspension par les contre-courants ce qui provoque une turbidité de l’eau quasi-permanente (Ben Alaya, 1971).

La zone de Gammarth (parie Nord Ouest) est localisée sur la côte Ouest de la Tunisie. Elle est située à 10°19’ de longitude Est et à 36°54’ de latitude Nord (Fig. 7).

On rencontre dans la petite baie de Gammarth deux types de biocénoses où vivent les ascidies : biocénose à détritique côtiers (DC) et biocénose à Herbier de Posidonie herbier (HP) et matte (MP). Nous avons pris 4 stations à des profondeurs allant de 0,5 à 8 m (fig.7, tableau II).

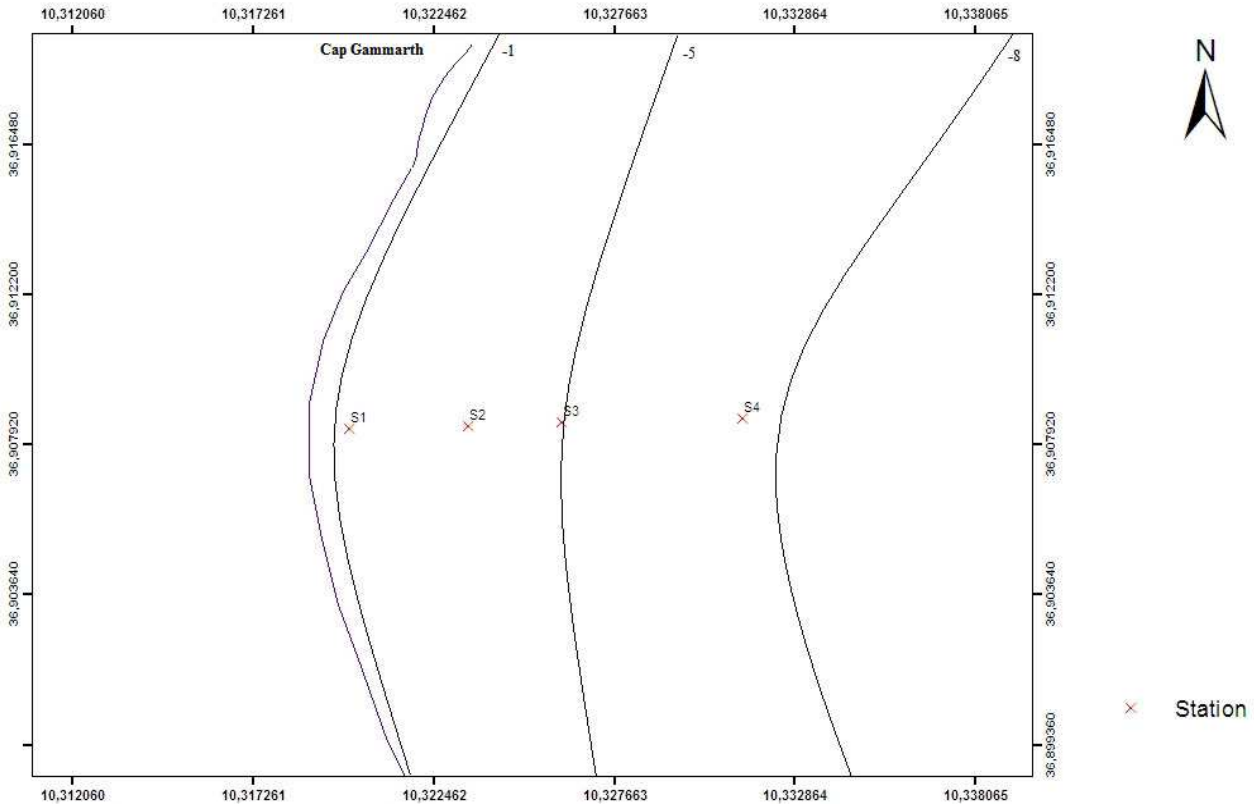


Fig. 7: Représentation des stations de récolte à Gammarth

B) Le site de Sidi Raïs :

La zone de Sidi Rais est située sur la côte ouest de la presqu'île du Cap Bon, faisant donc partie du gouvernera de Nabeul. La baie de Sidi Rais, localisée au niveau du golfe de Tunis (fig.5), abrite un vaste herbier de Posidonie qui longe la côte depuis Soliman jusqu'à Aïn Oktor.

L'herbier de Posidonie de Sidi Raïs constitue un récif barrière fixé sur un substrat de nature sableuse plus ou moins envasé.

A Sidi Raïs, les ascidies se trouvent fixé sur 3 types de biocénoses : l'infralittoral à fond dur exposé (sciaphile) (EI), le détritique côtier (DC) et la Posidonie : herbier et matte (HP et MP).

Nous avons pris 5 stations à des profondeurs allant de 0,5 à 10m (fig.8 ; tableau III).

Les mesures ont été réalisées sur des substrats durs (matière idéale à la fixation des Ascidies), particulièrement roches, pierres et rhizomes de *Posidonia oceanica.*

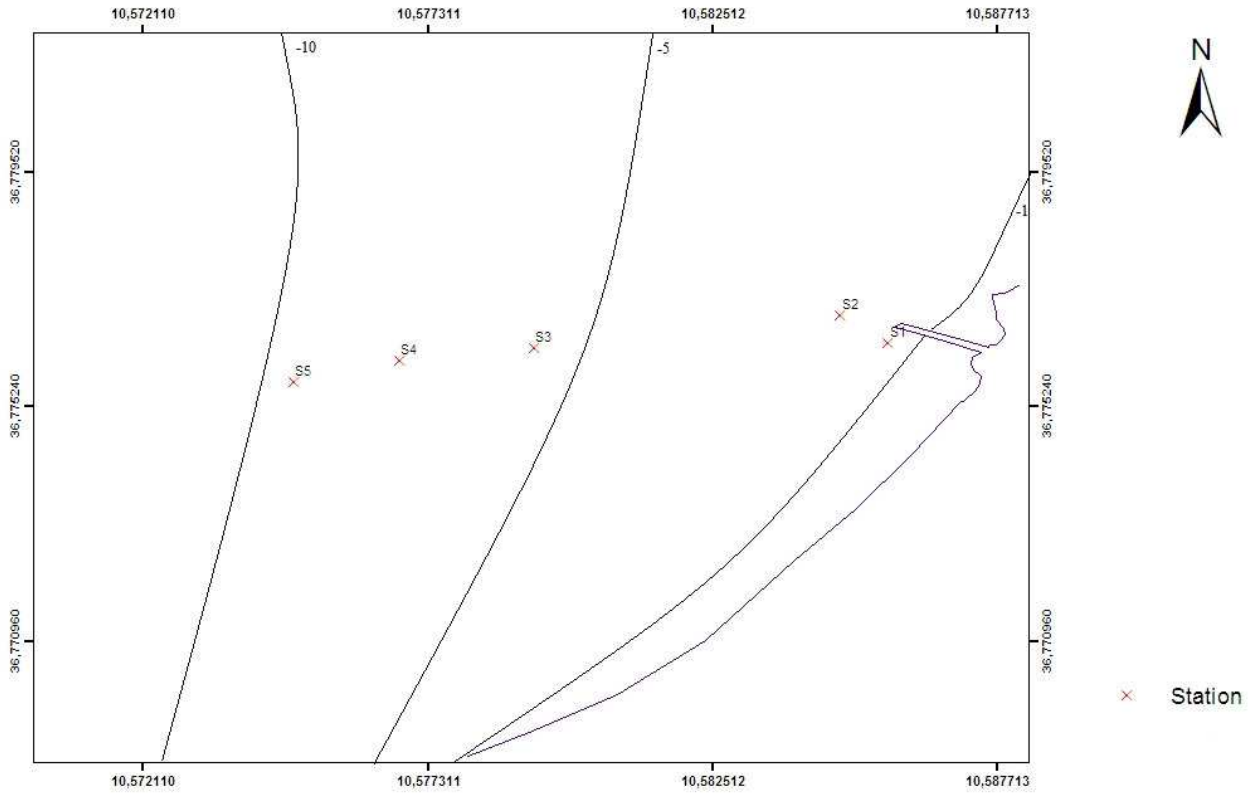


Fig. 8: Représentation des stations de récolte à Sidi Raïs

C) Le site d'El Haouaria :

La zone d'El Haouaria se situe au Nord Est du golfe de Tunis (fig.5), dans la presque île du Cap Bon (36°46'09'' N, 10°32'56'' E). Cette zone présente des caractéristiques particuliéres, en effet les plages sont encadrées par des reliefs relativement accidentés et à ossatures géologiques dominée par des argiles et des grés tertiaires. Des grés marins quaternaires empâtent ici et là le pied versant côtiers. Cette particularité de la zone la rend moins accessible aux plaisanciers par rapport aux autres régions du golfe de Tunis, donc moins soumise aux perturbations causés par ces derniers.

Dans notre zone d'étude, nous avons divisé nos stations (fig. 9) suivant la profondeur et le type de biocénose sur lequel nous avons trouvé les Ascidies (Pérès et Picard, 1964 ; Boudouresque, 1971). Ainsi nous avons trouvé dans la zone d'El Haouaria 3 types de biocénoses : l'infralittoral à fond dur exposé (sciaphile) (EI), le détritique côtier (DC) et la

Posidonie : herbier et matte (HP et MP). Le tableau IV résume les stations, la profondeur, la position GPS, l'orientation et la biocénose dans laquelle nous avons récolté les Ascidies.

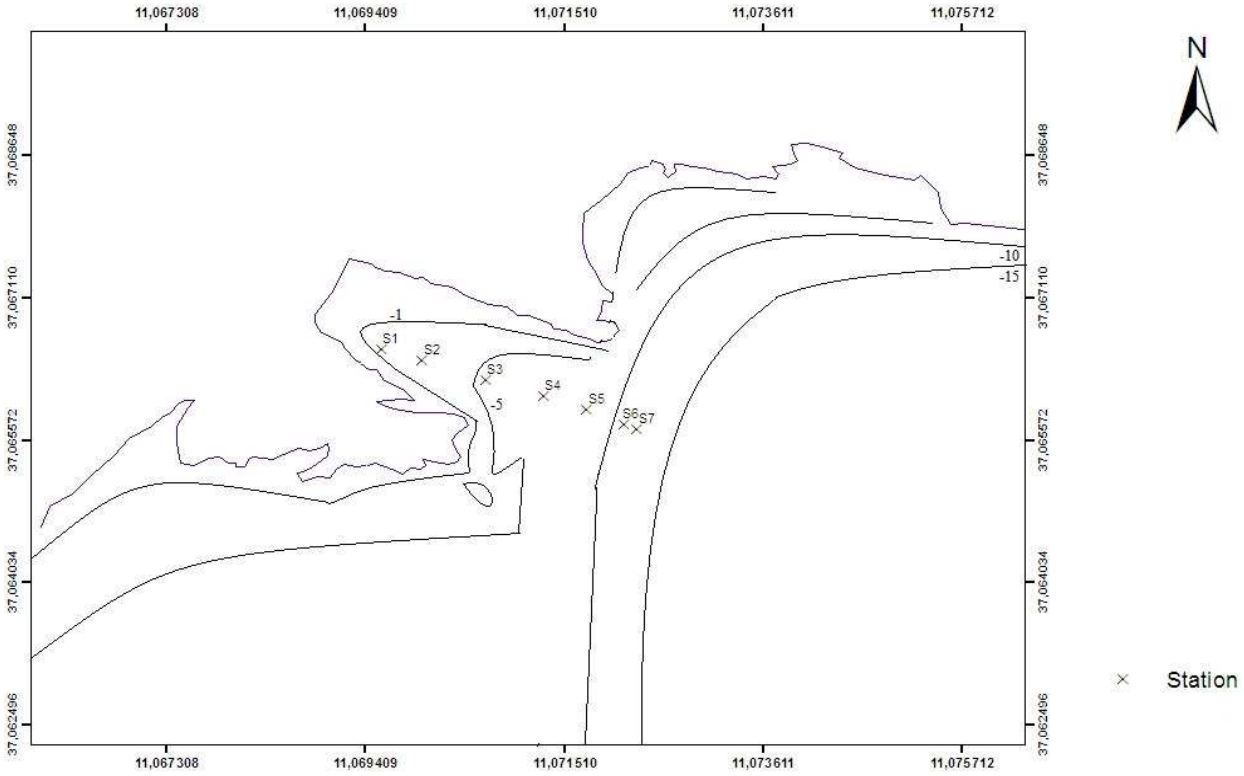


Fig. 9 : Représentation des stations de récolte à El Haouaria

1.2 Le golfe de Hammamet

Le site d'el Hammamet :

Le Site d'el Hammamet se trouve au centre est de la Tunisie, dans le golfe de Hammamet (fig. 4). Nous avons pris dans ce site 12 stations : 9 stations au niveau de la côte de la zone touristique de Hammamet et 3 stations dans le port de Hammamet (fig. 10). La position géographique a été marquée dans le tableau V.

Dans notre zone d'étude, nous avons divisé nos stations suivant la profondeur et le type de biocénose sur lequel nous avons trouvé les Ascidies (Pérès et Picard, 1964 ; Boudouresque, 1971). Ainsi nous avons trouvé dans la zone nord de Hammamet 3 types de biocénoses: biocénose à *Padina pavonica* (AP), biocénose à substrat dur artificiel et naturel (SD) et biocénose à herbier de Posidonie : feuilles et matte (HP et MP).

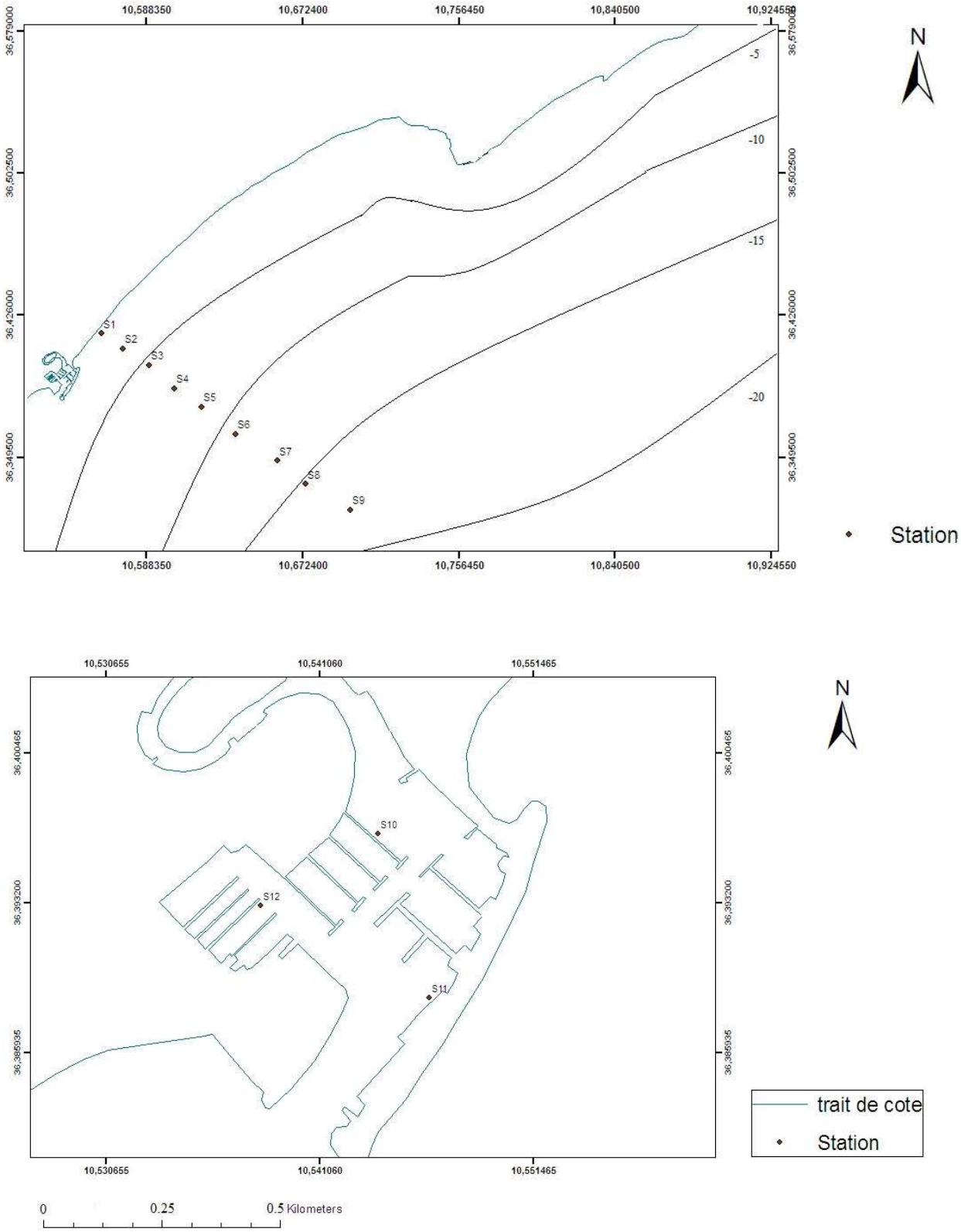


Fig. 10 : Représentation des stations de récolte à Hammamet

1.3 Le milieu lagunaire

A) La lagune de Bizerte :

La lagune de Bizerte se trouve à 37° 13' N et 09° 54' E, elle communique avec la mer Méditerranée par un chenal de sept kilomètres et est reliée au lac Ichkeul par le canal de l'oued Tinja. Le lac s'étend sur 120 km^2 et a une profondeur moyenne de sept mètres pouvant atteindre douze mètres. Au nord-ouest sont installées des pêcheries pour la pisciculture (cages flottantes) tandis qu'au nord-est sont développées des activités de conchyliculture (élevage d'huîtres et de moules principalement) produisant 120 tonnes par an. Dans l'ensemble du biotope la lagune de Bizerte présente une couverture macrophytique composés essentiellement d'espèces thalassiques (Caulerpa prolifera, Zoostera noltii, Cymodocea nodosa…). Seule la partie centrale la plus profonde et le chenal de navigation sont dépourvus de végétation (fig.11).

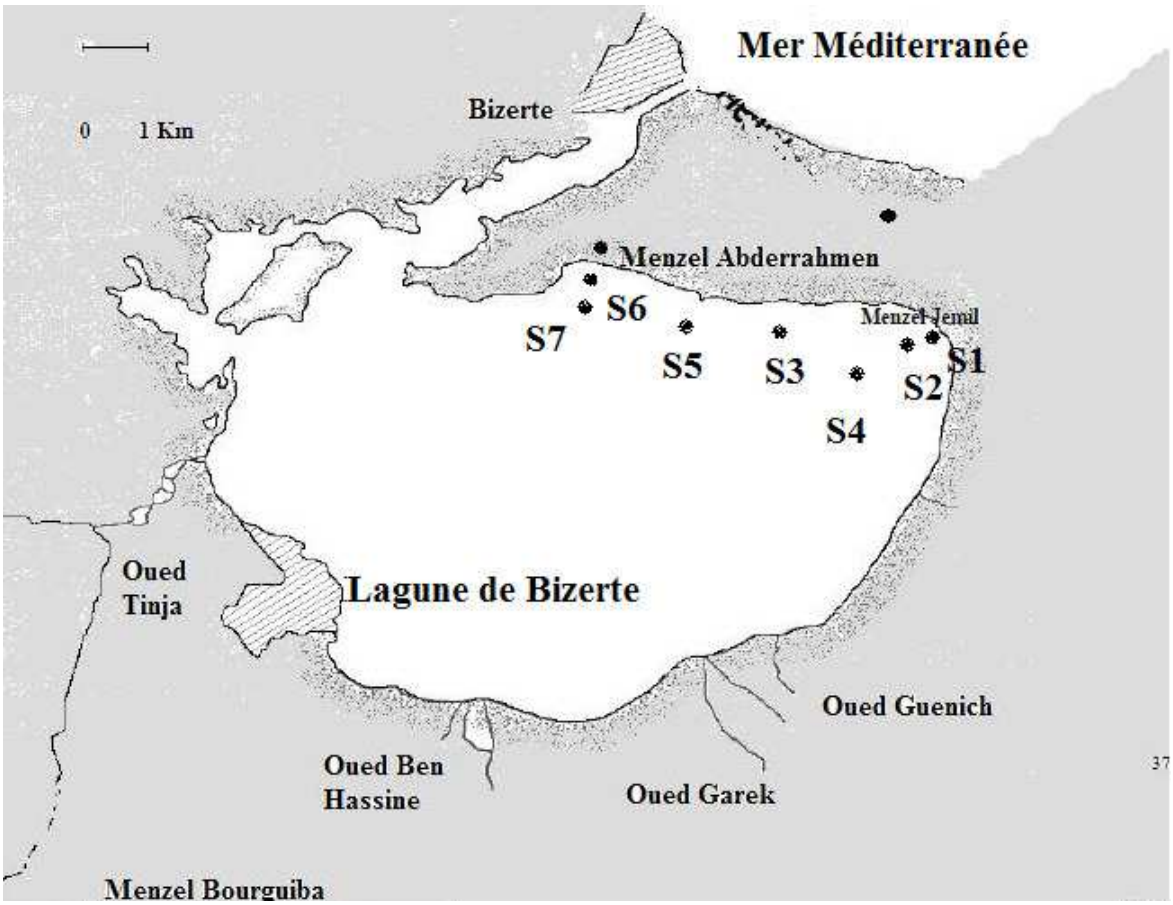


Fig. 11 : Carte de la lagune de Bizerte

B) La lagune d'EL Bibane :

La lagune d'El Bibane se trouve à 33°15'N et 11°15'E. C'est est une grande lagune (aux dimensions maximales de 33 kms par 10 kms), séparée de la mer par deux péninsules (Solb el-Gharbi et Solb el-Charki), longues d'une douzaine de kilomètres, des dalles calcaires qui ne se rencontrent pas tout à fait ; en mer entre les deux péninsules se trouvent neuf petits îlots ; à la pointe de la péninsule orientale, là où les eaux de mer entrent dans la lagune, se trouve le lieu-dit El Bibane. De plus la majeure partie des fonds est recouverte de Cymodocées et de Posidonie qui forment ensemble la base de la chaîne alimentaire. (fig. 13)

La biocénose qui couvre le fond de la lagune d'EL Bibane est de 3 types : biocénose à *Caulerpa prolifera* (CP), biocénose à *Posidonia oceanica* (HP-MP) et biocénose rocheuse (R). Nous avons choisi 6 stations (Fig.12) reparties de manière à exploiter toute la biocénose de la lagune, les stations sont capitulées dans le tableau VI.

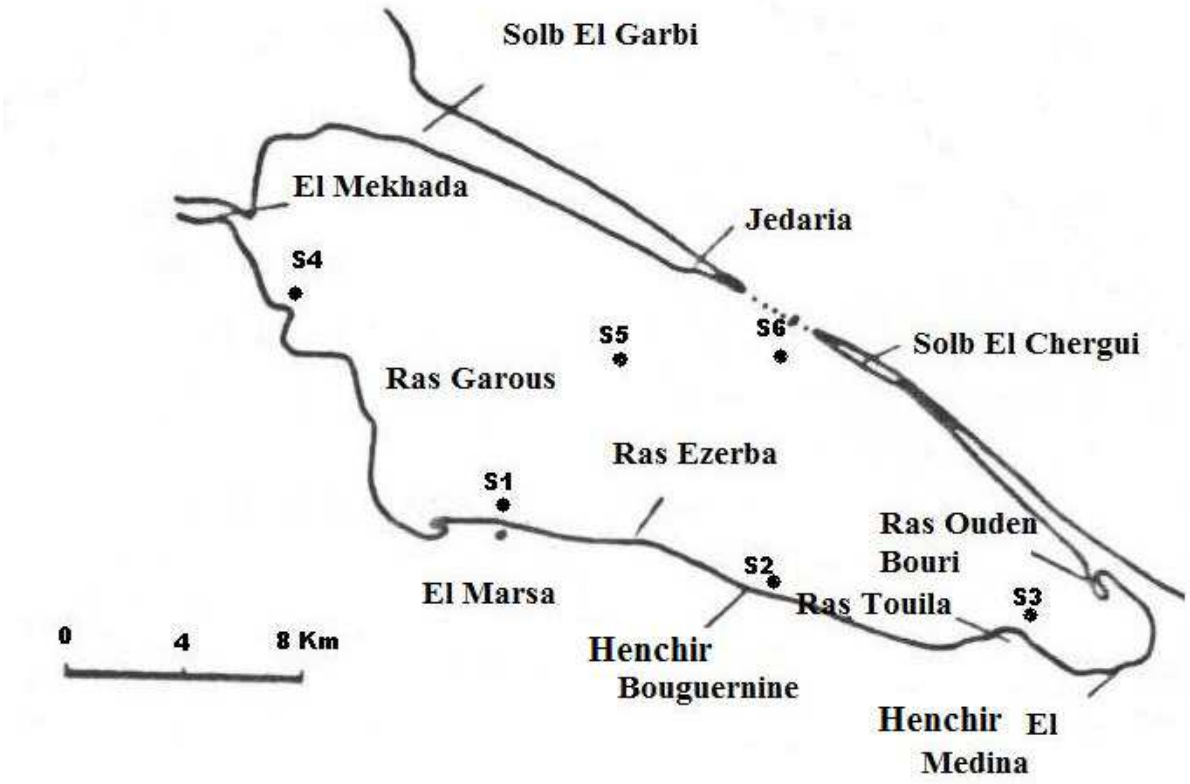
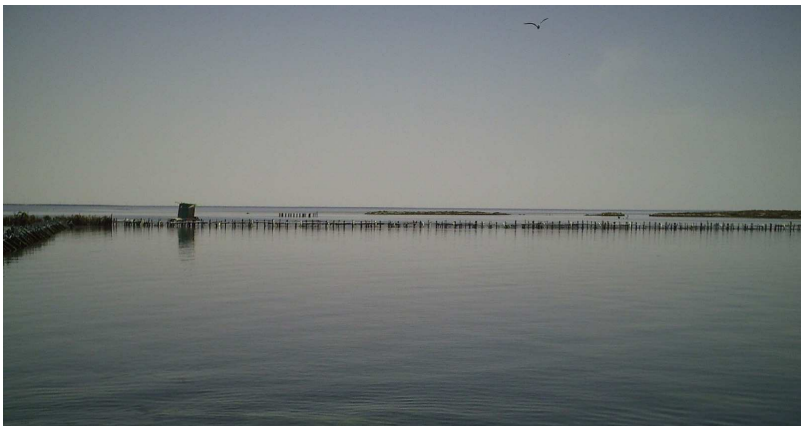


Fig. 12: Carte d'El Bibane

a) Sidi Ahmed Chouech



b) Bordigue délimitant la lagune avec des cages en aciers

Fig. 13: Lagune d'El Bibane

2) Echantillonnage des ascidies

L'échantillonnage des ascidies a été effectué pour chaque site lors de campagnes saisonnières entre janvier 2006 et janvier 2008. La collecte des ascidies a été manuelle par arrachage des espèces dans un périmètre délimité par un quadrat de 1 m² de superficie. Les mesures sont principalement ponctuelles et au hasard, suivant la dispersion des ascidies. Ses collectes ont été principalement par plongée utilisant le scaphandre autonome, pour les profondeurs supérieures à 5 m, car cette méthode avantageuse a été expérimentée par plusieurs auteurs, parmi eux Drach (1948), Bacescu (1965), Jones (1971, 1983), Monniot C. et Monniot F. (1965), Ramos (1991) et Turon (1987) et reste l'idéale pour la récolte des ascidies sur substrat

dur entre 0 et 50 m, à cause de la forte adhérence des ascidies sur le substrat et à l'exigence écologique de la majorité des espèces. Pour les profondeurs inférieures à 5 m, les collectes ont été effectuées par apnée. Pour mémoriser la couleur initiale de l'espèce on a photographié sous l'eau chaque espèce par un appareil photo type Canon S95 muni de son caisson Ikelite. Les échantillons collectés ont été comptés et mis dans des bocaux en plastique étiquetés.

Parallèlement à la collecte des individus, d'autres mesures ont été effectuées (salinité, température, pH et oxygène). A chaque mesure on associe un numéro, qui sera rapporté sur une table en polyester où sont écrites les caractéristiques du milieu (profondeur, substrat, orientation, biocénose et faciès) joint à d'autres observations (températures, sédimentation, hydrodynamisme apparent).

3) Traitement des échantillons

Les échantillons récoltés sont directement fixés, en ajoutant le formol (neutralisé au tétraborate de sodium) directement au récipient afin d'obtenir une dissolution à 10% de formol.

L'échantillon peut rester au moins 48 h dans cette solution puis le matériel fixé doit être conservé dans une solution diluée à 5% de formol pour la séparation et l'étude.

Pour la séparation et l'étude du matériel fixé, il est nécessaire en premier lieu d'éliminer la majeure partie du formol, en ajoutant de l'eau courante pendant quelques minutes. Postérieurement l'échantillon est mis dans un récipient avec de l'eau courante.

La séparation est réalisée premièrement par simple vue d'œil, puis à la loupe binoculaire, particulièrement si l'échantillon est mélangé avec le substrat. Il faut tenir compte pendant l'observation des fragments qui peuvent inclure des spécimens de petite taille, quelques uns cryptiques.

Les espèces séparées sont mises dans des récipients indépendants avec la même solution de conservation indiquée plus haut.

Pour les espèces de Didemnidées, il faut une période d'au moins 1 mois dans la solution avant la dissection (Lafargue, 1977).

L'alcool n'est pas conseillé comme liquide fixateur car il peut dissoudre les spicules calcaires de quelques espèces comme les ascidies interstitielles (Monniot F, 1972).

4) Technique d'étude systématique

4.1 Dissection

Très peu d'Ascidies peuvent être classées d'après leur aspect extérieur, c'est pour cela que la dissection de l'animal est nécessaire pour permettre l'étude de l'anatomie interne.

Au début il faut enlever la tunique (fig. 14) avec précaution. Pour les Ascidies composées un minimum de 10 zoïdes est nécessaire (fig. 15).

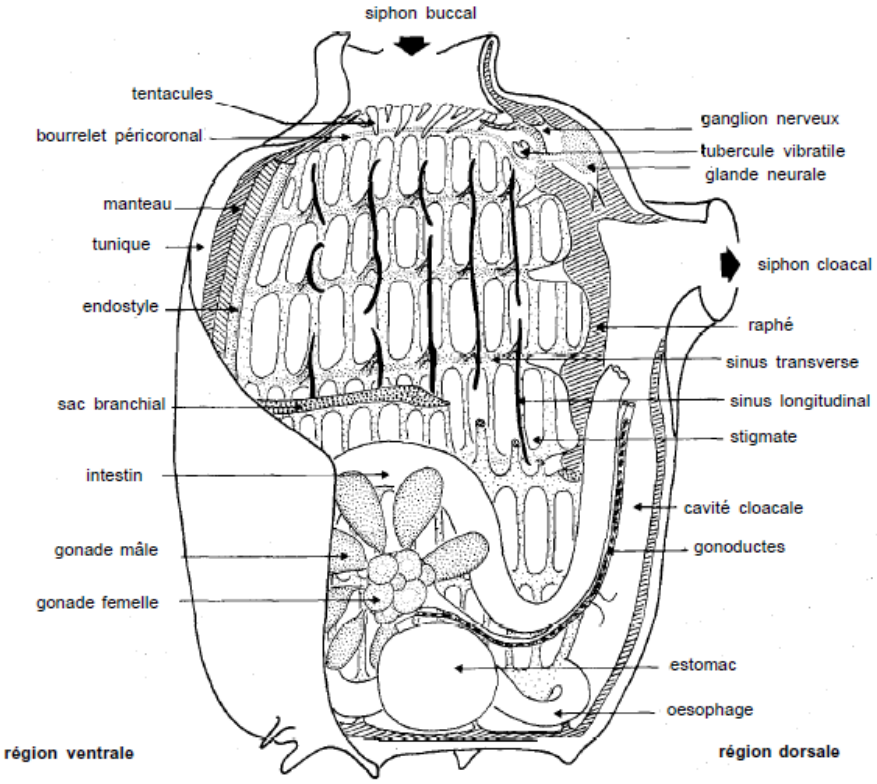


Fig. 14: Schéma montrant l'organisation d'une ascidie solitaire

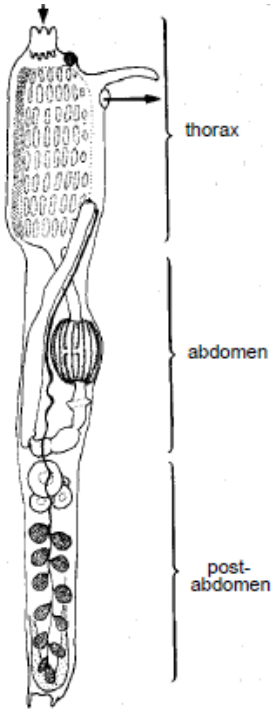


Fig. 15: Schéma montrant l'organisation d'un zoïde

- Ascidies composées :

Il n'est pas nécessaire de procéder à une dissection plus avancée sauf en ce qui concerne la branchie dans quelques cas.

Afin de faciliter l'observation des zoïdes sous la loupe binoculaire, il faut procéder à une coloration à l'Hemalun pendant quelques minutes puis les zoïdes sont lavés à l'eau de robinet.

- Ascidies simples :

Il faut tout d'abord, ouvrir le manteau (fig. 14) et la branchie (fig. 14) en partant du siphon buccal et en suivant la ligne médio-ventrale.

Ensuite, il faut épingler l'animal ouvert à l'aide d'épingles fines.

Après avoir ouvert l'animal il faut procéder à la coloration du manteau, de la branchie, du tube digestif et des gonades à l'aide de l'Hemalun pendant quelques minutes.

Après l'avoir lavé à l'eau, on procède ensuite au prélèvement de la branchie en coupant les uns après les autres les ponts dermataux branchiaux.

Les fragments de la branchie colorés et prélevés sont ensuite :

- Mis quelques minutes dans l'eau de robinet.
- Déshydratés à l'alcool 95° pendant quelques minutes.
- Montés sur Durcupan entre lame et lamelle.
- Séchés sur une plaque chauffante.
- Observés au microscope.

Au cours de l'observation de la branchie, nous devons noter la présence des sinus parastigmatiques (fig. 14), dénombrer le nombre de rang de stigmates (fig. 15) et le nombre de plis branchiaux s'ils existent.

Après observation de la branchie, nous procédons à l'observation des autres organes sous loupe binoculaire afin de noter :

- La position du tube digestif par rapport à la branchie.
- La position des gonades par rapport au tube digestif.
- Le nombre de lobes dans le siphon buccal et cloacal.
- La forme de l'estomac.
- La présence ou absence de rein.

• Pour les Ascidies coloniales qui ont des spicules calcaires, l'observation des spicules est parfois déterminante pour l'identification de l'espèce. Pour cela il faut procéder comme suit :

Enlever un morceau de la colonie pris au hasard, dissoudre la tunique à chaud pour libérer les spicules, laver et placer sur des porte-objets pour observation au microscope électronique à balayage.

4.2 Identification

Après avoir noté, toutes les observations, à l'aide d'une clé de détermination de Monniot C. et Monniot F. (1972), nous procédons à la détermination de l'espèce.

Dans ce travail, nous avons suivi l'ordre systématique qui se base sur la nomenclature suivante :

- Ordre : Perrier (1898) et Berrill (1950)
- Sous –ordre : Lahill (1890)
- Famille : Kott (1998) et Monniot C. et al. (1991)
- Genre : Kott (1998), Monniot C. et Monniot F. (1972) et Monniot C. et al. (1991)

Perrier et Berill utilisent la position des gonades pour déterminer le niveau de l'ordre : Enterogona, gonades localisées à l'intérieur ou à l'extérieur de la boucle intestinale ; et pour Pleurogona, gonades fixées au bout du manteau. Lahille (1886) utilise la morphologie de la branchie pour diviser les ascidies en 3 ordres : Aplousobranchia (branchie sans vaisseaux longitudinaux ni plis), Phlebobranchia (branchie avec des vaisseaux longitudinaux mais sans plis) et Stolidobranchia (branchie avec vaisseaux longitudinaux et plis). Cette classification a été suivie par Monniot C. et Monniot F. (1972) et Monniot C. et al (1991).

Récemment la phylogénie moléculaire utilisant le gène d'ADNr 18S (Swalla et al. 2000) et le gène d'ADNr 5' et 28S (Christen and Braconnot, 1998) a confirmé les 3 ordres Aplousobranchia, Phlebobranchia et Stolidobranchia. Par contre, pour l'analyse partielle de l'ADNr 28S, Aplousobranchia et phlebobranchia forment le même groupe mais Stolidobranchia forme un groupe séparé (Christen et Braconnot, 1998). Ce qui appuie la classification de Berill (1950), qui érige 2 ordres Pleurogona et Enterogona basé sur la position des gonades, Enterogona inclus Aplousobranchia et Phlebobranchia.

5)Etude bio-écologique des ascidies

Les données de distribution des espèces d'ascidies en Tunisie et en Méditerranée ont été obtenues par une révision bibliographique pour élaborer une table de données contenant les composantes suivantes : genre, espèce, état, site, coordonnées géographique, l'habitat et la profondeur de collecte. Ainsi, nous avons choisi en Tunisie les sites suivants : au nord, dans le golfe de Tunis : à l'Ouest Gammarth, au centre Sidi Raïs et à l'Est El Haouaria ; au centre,

dans le golfe de Hammamet : la côte de Hammamet et le port de Hammamet. En plus de la mer, nous avons choisi de comparer deux lagunes : la lagune de Bizerte au nord et la lagune d'El Bibane au sud.

Dans le but de réaliser les tableaux de distributions des espèces en Tunisie et en Méditerranée, nous avons rassemblé et étudié les publications mentionnants la distribution des ascidies sur les côtes de la Tunisie (Pérès, 1954, 1956 ; Méliane, 2002 ; Méstiri, 2005), de la Grèce (Koukouras et al., 1995), de l'Italie (Tursi, 1980 ; Brunetti, 1994 ; Mastrototaro et al., 2004 ; Mastrototaro et al., 2005 ; Salfi, 1931), sur la côte française méditerranéenne (Gaill, 1972, 73, 74; Lafargue, 1970, 71 Lafargue and Al., 1986; Lahill, 1890 ; Levi and Gnontcharoff, 1955; Médiouni, 1970, 71; Fiala-Médioni ; 1972-73 ; Monniot C, 1956 ; Monniot F et Monniot C, 1975 ; Monniot, 1979; Monniot and Al., 1992; Pérès, 1958) et sur la côte espagnole méditerranéenne (Naranjo et al., 1996; Naranjo et al., 1998 ; Ramos, 1988 ; Ramos, 1991; Ramos et al., 1992; Ramos and Ros, 2004; Turon 1987 ,88 et 90...).

Pour analyser les aires de répartition des ascidies, nous avons utilisé des quadrats de 1m² de superficie, comme unité d'aire, le quadrat délimite ainsi la latitude et la longitude. Les résultats obtenus nous ont conduits, en prenant en considération les influences des facteurs abiotiques et biotiques, à réaliser des distributions selon le biotope, selon la profondeur et selon les saisons des ascidies récoltées en Tunisie. Une autre distribution des espèces a été considérée selon l'état colonial ou solitaire des différentes familles et les analyses ont été faites selon la fréquence d'apparition. Le pourcentage des espèces exclusives a été pris en considération pour les régions étudiées. Nous avons ensuite déduit les associations ascidiologiques et les affinités biogéographiques. L'analyse de similarité spatiale, bathymétrique et saisonnière a été réalisée grâce au logiciel Primer version 5, licence obtenu par le département de Zoologie à l'Université de Bari, Italie.

6) Etude chimique des ascidies

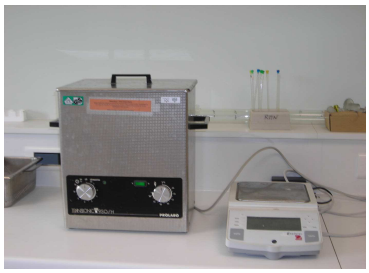
Après avoir été collecté, tous les échantillons ont été ensuite directement congelés et stockés à -30°C avant d'être lyophilisés.

6.1 Préparation des extraits

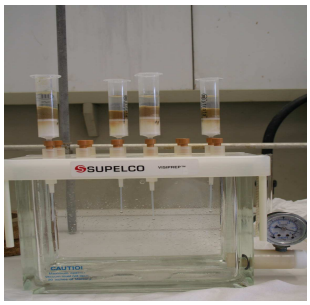
Nous avons utilisé le protocole d'extraction mis au point dans le cadre du programme ECIMAR. Les colonies lyophilisées et conservées à sec à -20°C, sont extraites en trois reprises dans un mélange de 20 ml de dichlométhane et méthanol CH_2Cl_2/MeOH 1:1 (V:V),

ultrasons à trois reprises pendant 10 mn. On fait ensuite une filtration sur coton et on évapore le tout en présence de silice Phenomenex sepra C18-E (50 µm 65 A) (1g pour dépôt solide). Après évaporation, on réalise l'extraction sur phase solide [cartouche SPE Phenomenex Strata C8-E, v = 6ml, 1g de silice] en chambre à vide :

1) Conditionnement de la cartouche ; 10 ml de mélange CH_2Cl_2/MeOH 1:2 (lavage/activation) + 10 ml de H_2O (conditionnement).
2) Dépôt solide de l'extrait et lavage par 10 ml d'eau MiliQ (élimination du sel contenu dans l'extrait), puis séchage à l'aide d'une pompe à vide pendant 30 mn.
3) Elution par 4,5 ml de mélange CH_2Cl_2/MeOH 1:1, évaporation à sec, pesée et dissolution de chaque extrait dans 1 ml de Méthanol.



Ultrasons Evaporation



Extraction sur phase solide Dissolution des extraits Filtration et mise en vial

Fig. 16: Les étapes d'analyse des extraits d'ascidies

6.2 Méthode analytique : Acquisition de l'empreinte chimique (EC)

Pour cette méthode nous avons utilisé une chaine de chromatographie liquide haute performance (HPLC) Alliance Waters 2695 avec un détecteur UV Waters 996 Photodiode Array detector millipore et un détecteur à diffusion de la lumière (DEDL) polymer laboratories PL-ELS 1000. Deux types de colonnes HPLC on été utilisées :

- Une première série d'analyse a été faite sur *Cytodytes dellechiajei* et sur *Aplidium Conicum*, en utilisant une colonne Phenomenex GEMINI C6-Phenyl 250/3 mm avec un diamètre de 5 µm utilisée pour le protocole ECIMAR. Les solvants utilisés selon un gradient d'élution sont : H_2O/ CH_3CN/1‰ acide formique avec un débit de 0,5 mL/mn.
- Une deuxième série d'analyse a été adaptée spécifiquement aux pyridoacridines de *Cystodytes dellechiajei.* Pour cela nous avons utilisé une colonne Zorbax XDBC8. Les solvants utilisés selon un gradient d'élution sont : H_2O/MeOH/AcOH (90/10/1) avec un débit 0,8 mL/mn. Les chromatogrammes sont extraits à 305 nm ce qui permet une détection optimale des alcaloïdes à noyau pyridoacridine.

Les chromatogrammes enregistrés constituent un profil chimique de chaque échantillon de *Cystodytes dellechiajei* et *Aplidium conicum.*

Leur analyse est basée sur la comparaison des temps de retentions des différents composés ainsi que des spectres UV des pics correspondants avec ceux de la base de données constituée au laboratoire.

Fig. 17: HPLC utilisé pour l'acquisition de l'empreinte chimique

6.3 Méthode semi-préparative : purification chromatographique

Pour isoler et identifier la plupart des pyridoacridines trouvées dans *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette, nous avons regroupé tous les spécimens violets et nous avons ainsi 16,08 g d'ascidie lyophilisée. L'ensemble a été extrait puis fractionné par flash chromatographie MeOH/H_2O : 60/40 ; 70/30 ; 80/20 ; 100/0 ; MeOH + TFA. Après analyse par HPLC les fractions éluées avec 60 à 80 % de MeOH ont été purifiées par HPLC semi-preparative. La purification a été réalisée en utilisant la chaine HPLC Waters 1525 binary Pump avec le détecteur d'absorbance Waters 2487 Dual λ absorbance detector et une colonne Max-RP 80A

250/3mm, Phenomenex synergie 4 avec un diamètre de 4 µm. Le gradient utilisé est le suivant :

Temps (mn)	Débit (ml/mn)	% H_2O/MeOH/TFA (90/10/01)	% MeOH/TFA (100/01).
0	2,5	30	70
10	2,5	20	80
14	2,5	0	100
20	2,5	0	100
22	2,5	30	70

Après purification, nous avons obtenu un poids final de 14, 20 g de produit pur.

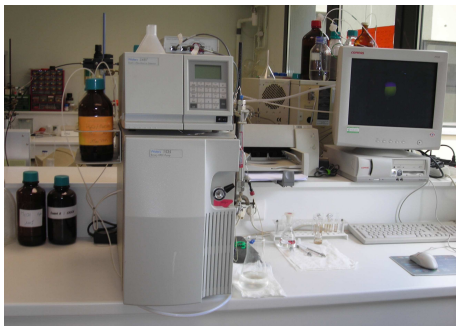


Fig. 18: HPLC utilisé pour purifier les produits détectés

6.4 Chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse (LC-MS) : Acquisition de la masse

La spectrométrie de masse est une technique de détection très puissante et très sensible qui permet d'obtenir la masse moléculaire d'un composé par analyse du rapport masse/ masse atomique (m/z) en corrélation avec son spectre de masse. Elle est souvent couplée aux techniques de séparation, telle que la chromatographie en phase liquide. Cette association, d'une méthode séparative et d'une méthode d'identification, permet une élucidation commode des structures des différents éléments des mélanges complexes même à l'état de traces.

Fig. 19: LC-MS utilisé (Bruker Esquire Liquid Chromatograph - Ion Trap Mass Spectrometer)

6.5 La résonance magnétique nucléaire (RMN) : Identification des alcaloïdes

La résonance magnétique nucléaire en milieu liquide ou R.M.N est une technique utilisée pour l'analyse des structures de nombreuses molécules chimiques. La méthode repose sur le magnétisme nucléaire. Elle sert principalement à la détermination structurale des composés organiques. Les principaux noyaux étudiés sont le proton ^{1}H, le carbone ^{13}C et le phosphore ^{31}P car ils possèdent un moment magnétique nucléaire, c'est-à-dire qu'ils se comportent comme des aimants microscopiques caractérisés par une grandeur quantique : le spin. Les atomes de carbone 12 et d'oxygène 16 sont très répandus mais leur spin nucléaire est nul. En revanche, l'hydrogène n'a qu'un proton et son moment magnétique nucléaire est ainsi non nul : la résonance magnétique de l'hydrogène (du proton) est la plus utilisée. La RMN consiste à modifier le moment magnétique nucléaire, autrement dit à faire passer le noyau d'un niveau d'énergie à un autre, (ce qui revient à « retourner » le spin) par absorption d'un photon : lorsque l'énergie du photon (et donc la fréquence de l'onde électromagnétique) permet cette transition, il y a *résonance*. Pour les champs usuels (de l'ordre du tesla), la résonance du proton a lieu dans le domaine des ondes radio (100 MHz environ) : 42 MHz dans un champ de 1,0 T et 63 MHz dans un champ de 1,5 T. La relation mathématique existant entre le champ magnétique imposé de norme B_0 et la fréquence de résonance (retournement de spin) ν_0 est très simple :

$$\nu_0 = \gamma \times \frac{B_0}{2\pi}$$ où γ est le rapport gyromagnétique caractéristique de chaque noyau étudié.

On voit ainsi que la fréquence de l'onde électromagnétique nécessaire pour la résonance du proton est environ 4 fois plus élevée que celle nécessaire pour la résonance du ^{13}C. La transition du spin vers son retour à l'équilibre (la relaxation) entraîne l'émission d'une onde électromagnétique qui peut être détectée par un capteur.

Fig. 20: Appareil à RMN utilisé

Chapitre III : Etude d'inventaire des ascidies sur les côtes tunisiennes

L'étude systématique des ascidies repose sur les caractères de morphologie externe et sur l'anatomie interne. Ainsi, une description ne doit pas seulement permettre de différencier une espèce d'une autre mais elle doit permettre à d'autres auteurs d'identifier une espèce selon cette description. Chez les ascidies il n'existe aucun caractère constant d'où une espèce doit être décrite selon un faisceau de caractères tous variables à des degrés divers mais dont l'ensemble est spécifique. L'examen et l'étude des caractères morphologiques doivent obéir à certaines règles. L'évolution est un phénomène actuel et continu dans le temps. Il ne faut pas considérer que les familles, les genres et les espèces actuelles sont arrivés au terme de leur évolution. Les espèces ne sont pas des produits parfaits totalement adaptés aux conditions de vie actuelles mais plutôt elles sont le fruit de plusieurs décennies de modifications et d'adaptations (Monniot C., 1965).

La diversité doit être définie organe par organe. Mais pour chaque organe elle va représenter d'une part une évolution dans plusieurs directions, d'autre part une large variation autour de types moyens. La diversité générique des ascidies ne présente plus du tout la même allure que la diversité familiale. Alors que celle-ci s'étendait dans toutes les directions et à tous les organes, chaque genre va posséder un ou plusieurs caractères constants. A l'échelon de l'espèce, il convient de parler de variabilité. La variabilité spécifique des ascidies est considérable et elle touche plusieurs niveaux morphologiques, écologiques ou due au phénomène de maturité sexuelle à l'état juvénile.

Afin de rendre utilisable ces notions de diversité et de variabilité, il faut définir un archétype d'ascidie qui repose sur trois études : l'une poussée de la morphologie des espèces primitives, l'autre du développement, la dernière consistant à déterminer un type moyen des espèces évoluées, ce qui permet de mettre en évidence certains caractères fondamentaux (tels que la position du tube digestif, la présence ou non de plis branchiaux, la position des gonades …).

Afin de contribuer à l'étude des ascidies en Tunisie, nous nous sommes intéressés dans cette partie à l'étude systématique des ascidies récoltées dans deux milieux le premier marin et le deuxième lagunaire. Ainsi nous avons réalisé une liste systématique des espèces trouvées ainsi que leurs descriptions morphologiques.

1) Inventaire systématique des ascidies

Au cours de cette étude, nous avons récolté 895 spécimens répartis sur 70 espèces. Ses espèces se classent suivant trois ordres et dix familles qui sont habituellement trouvés en Méditerranée.

Voici la liste systématique des espèces trouvées :

Ordre : Aplousoubranchia Lahille, 1890

Famille : Clavelinidae

Clavelina lepadiformis (O.F. Muller, 1773)

Famille : Polycitoridae

Cystodytes dellechiajei (Della Valle, 1877)

Distaplia magnilarva (Della Valle, 1881)

Polycitor adriaticus (Drasche, 1883)

Eudistoma planum Pérès, 1948

Eudistoma mucosum, (Drasche, 1883)

Eudistoma costai (Della Valle, 1877)

Famille: Polyclinidae

Synoicum lacazei (Pérès, 1957)

Synoicum duboscqui Harant, 1927

Sidnyum elegans (Giard, 1872)

Aplidium albicans (Milne-Edwards, 1841)

Aplidium pulmonaria ou *Synoicum pulmonaria* (Ellis & Solander, 1786)

Aplidium proliferum (Milne-Edwards, 1841)

Pseudodistoma crucigaster Gaill, 1972

Pseudodistoma obscurum Pérès, 1959

Pseudodistoma cyrnusense Pérès, 1952

Pseudodistoma arnbacki Pérès, 1959

Aplidium mediterraneum (Hartmeyer, 1909)

Aplidium sp.

Aplidium conicum (Olivi, 1792)

Morchellium argus (Milne-Edwards, 1841)

Aplidium aff. nordmanni (Milne Edawards 1841)

Aplidium hyalinum (Pérès, 1956)

Aplidium aff. pseudolobatum (Pérès, 1956)

Aplidium coerulum Lahille, 1890

Aplidium haouarianum Pérès, 1956

Famille: Didemnidae

Didemnum aff. comune (Della Valle, 1877)

Trididemnum inarmatum ? (Drasche, 1883)

Trididemnum cereum ? (Giard, 1872)

Didemnum sp.

Didemnum sp.1

Didemnum sp.2

Didemnum maculosum (Milne-Edwards, 1841)

Polysyncraton lacazei (Giard, 1872)

Order: Phelobranchia Lahille, 1890

Famille: Cionidae

Ciona intestinalis (Linnaeus, 1767)

Rhopalaea neapolitana Philippia, 1843

Famille: Perophoridae

Ecteinascidia turbinata Herdman, 1880

Famille: Ascididae

Ascidia sp.

Ascidia mentula O.F. Müller, 1776

Ascidia virginea O.F. Müller, 1776

Ascidiella scabra (Müller, O.F., 1776)

Ascidiella aspersa (Müller, 1776)

Phallusia mammilata (Cuvier, 1815)

Order: Stolidobranchia Lahille, 1890

Famille: Styelidae

Styela plicata (Lesueur, 1823)

Styela canopus (Savigny, 1816)

Botryllus schlosseri (Pallas, 1766)

Botryllus leachi (Savigny, 1816)

Polycarpa kornogi Glémarec et Monniot, 1966

Polycarpa mamillaris Gaertner, 1774

Polycarpa violacea (Alder, 1863)

Polycarpa gracilis Heller, 1877

Polycarpa sp.

Distomus variolosus Gaertner, 1774

Famille: Pyuridae

Halocynthia papillosa (Linnaeus, 1767)

Microcosmus savignyi C. Monniot, 1962

Microcosmus squamiger Michaelsen, 1928

Microcosmus sabatieri Roule, 1885

Microcosmus polymorphus Heller, 1877

Microcosmus vulgaris Heller, 1877

Microcosmus nudistigma C. Monniot, 1962

Microcosmus sp.1

Microcosmus sp.2

Pyura dura (Heller, 1877)

Pyura squamulosa (Alder, 1863)

Pyura microcosmus (Savigny, 1816)

Pyura sp.

Famille: Molgulidae

Molgula appendiculata Heller, 1877

Molgula socialis Alder, 1848

Molgula occulata Kupffer, 1875

Molgula sp.

2) Descriptions morphologiques des ascidies

Ordre : Aplousoubranchia Lahille, 1890

Famille : Clavelinidae

Clavelina lepadiformis (O.F. Müller, 1776)

Description : colonie ayant l'aspect de doigts transparents, chaque zoïde se trouve dans une poche transparente (fig. 21).

Les zoïdes ont un corps divisé en deux parties : branchie et tube digestif ; le tube digestif se situe sous la branchie. La branchie possède plus de 4 rangs de stigmates (fig. 21).

Biologie et écologie :

Reproduction : larves observées en mars et avril (Fiala-Médioni, 1974) ; reproduction sexuel en mai et juin (Brunetti, 1979) ; quelques zoïdes sont matures en juillet (Lafargue et al., 1986).

Bathymétrie : espèce littoral observée entre eau superficielle (Milne Edwards, 1841 ; Fiala-Médioni, 1974) et 100 m (Pérès, 1956 a).

Bionomie : algues photophiles (Lafargue, 1970 a, Ramos, 1984 ; Turon, 1985) ; algues photophiles en mode calme (Lafargue et al., 1986) ; algues photophiles en mode battu (Hoare et Peattie, 1978 ; Gili et Ros, 1982 ; Lafargue et al., 1986) ; algues sciaphiles en mode battu (Gili et Ros, 1982 ; Turon, 1985) ; Coralligène (Laubier, 1966 ; Lafargue et al., 1986) ; roches circalitorales (Vidal., 1967) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a) ; lagune littorale (Tursi et al., 1974).

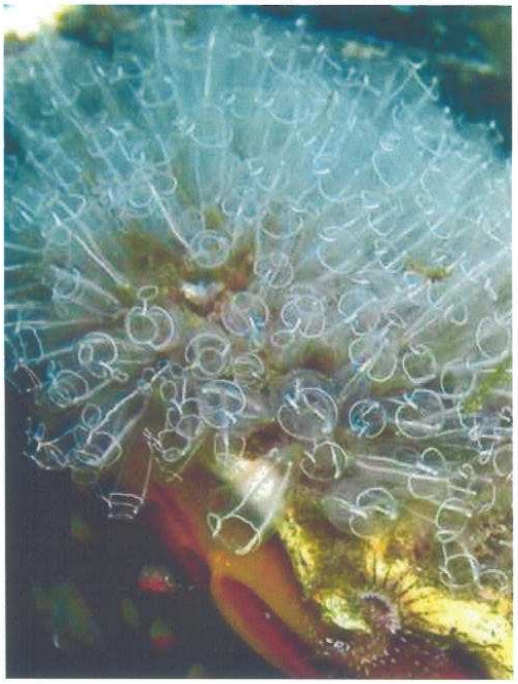
Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Heiden, 1894 ; Rodriguez, 1922) ; Catalogne (Camp et Ros, 1980 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1984. Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; Alicante (Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1985). France (Lahille, 1887, 1890 ; Daumézon, 1909, Harant, 1927 a, 1930 a ; Laubier 1966 ; Vidal., 1967 ; Lafargue, 1970 b ; Fiala-Médioni, 1974). Italie (Della Valle, 1877 ; Salfi, 1931 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1970, 1977 ; Tursi, 1980) ; Méditerranée orientale : Italie (Tursi et al., 1974). Tunisie (Pérès, 1956 a) ; Adriatique : Yougoslavie (Carus, 1890 ; Lafargue, 1971). Italie (Brunetti, 1979 ; Tursi et al., 1979) ; Province Lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1914). France (Harant et Vernières, 1933 ; Lafargue, 1970 a). Azores (F. Monniot, 1974). Cadiz (Rallo et al., 1987) ; Province Mauritanienne : Maroc (Millar, 1965, 1967) ; Manche : France (Milne Edwards, 1841 ; Giard, 1872 ; Lévi, 1955). Royaume Unis (Berill, 1950 ; Millar, 1970 a) ; Région Boréal Atlantique orientale : Royaume Unis, Irlande (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a). Scandinavie (Millar, 1966 ; Dybern, 1969 a).

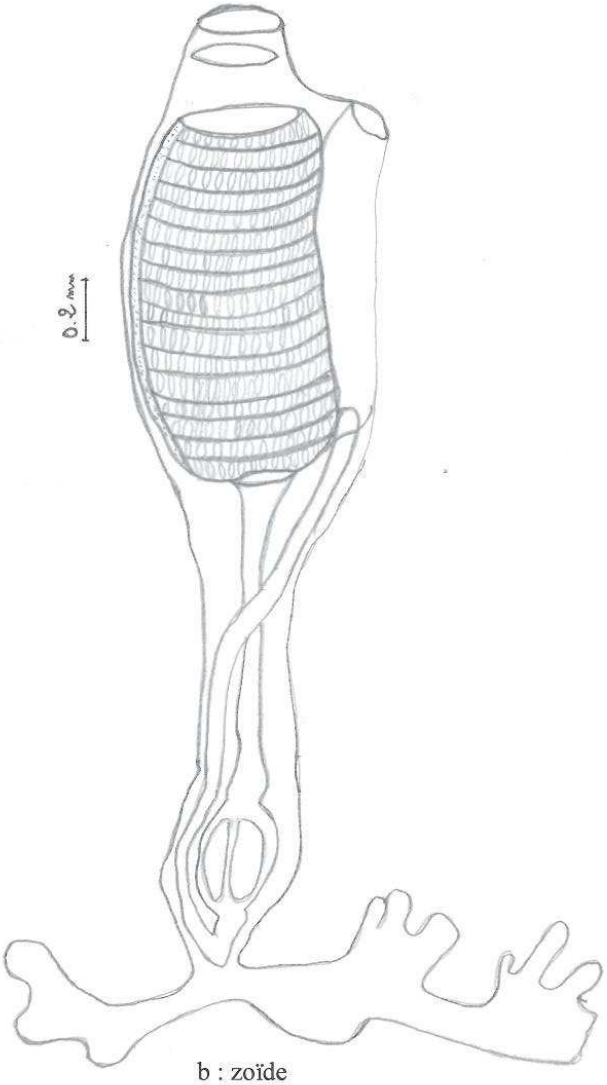
Famille : Polycitoridae

Cystodytes dellechiajei (Della Valle, 1877)

Description : colonie aplatie, fine (4 mm), de surface lisse, se présente sous diverses colories (blanc, violet, beige, vert), les canaux cloacaux sont visibles à la surface. Les zoïdes sont incrustés dans des logettes. Les spicules sont en forme de plaquettes (fig. 22).



a : colonie



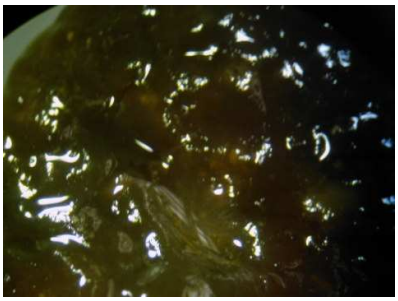
b : zoïde

Fig. 21 : *Clavelina lepadiformis* a : colonie ; b : Zoïde (Chebbi, 2006)

Caramel

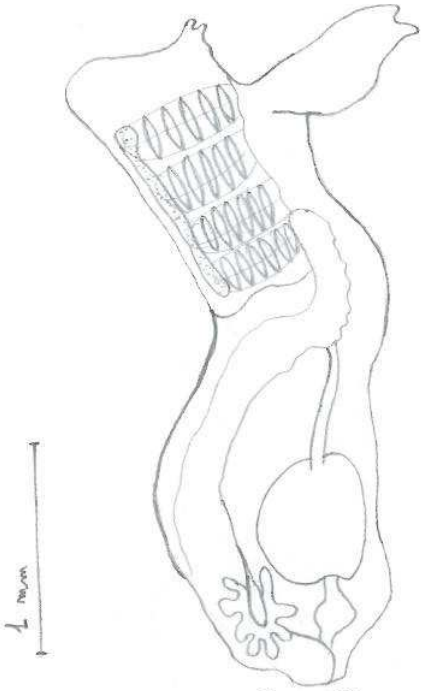
Violette

Blanche



Caramel à reflets verts

a : colonies



b : zoïde

Fig. 22 : *Cystodytes dellechiajei* a: colonies; b: zoïde (Chebbi, 2006)

Les zoïdes possèdent un corps divisé en deux parties ; la branchie possède 4 rangs de stigmates ; le siphon buccal contient 6 lobes ; le siphon cloacal possède 4 lobes et est sous forme d'un tube bien long. Chaque zoïde possède 8 lobules testiculaires.

Biologie et écologie :

Reproduction : gonades et larves en juillet et en aout (Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b ; Cornet et Ramos, 1980).

Bathymétrie : espèce ubiquiste et eurybathyale (F. Monniot, 1974), de la superficie jusqu'à 800 m.

Bionomie : algues photophiles en mode battu (Ramos et al., 1988) ; algues sciaphiles en mode battu (Ramos et al., 1988 b) ; roches infralittorales (Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; algues photophiles en mode calme (Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; algues sciaphiles en mode calme (Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1984, 1985 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; coralligène (Harant, 1927 a ; Pérès, 1956 ; Pérès et Picard, 1958 ; Laubier, 1966 ; Ramos, 1984, 1985 ; Lafargue et al., 1986, Ramos et al., 1988 b) ; grottes semi-obscure (Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; extra plombs (Fiala-Médioni, 1974 ; F. Monniot, 1971) ; prairie de zostère (Pérès, 1951) ; prairie de posidonie (Daumézon, 1909 ; Salfi 1931 ; Harant, 1939 ; Pérès, 1954, 1956 a ; Fiala-Médioni, 1974) ; rhizome (Ramos, 1984, Ramos et al., 1988 b) ; détritique côtier (Pérès, 1954, 1956 a, 1957 b, 1959 a, 1959 b ; Pérès et Picard, 1958, Ramos, 1987 a, 1987 c, Ramos et al., 198 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Heiden, 1984 ; Pérès, 1957 a ; Ramos et al., 1988 b) ; Gibraltar (Harant, 1929 a) ; Alboran (Pérès, 1959 b) ; Gironne (Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; îles Columbretes (Ramos, 1987 a, 1987 b) ; île de Tabarka (Ramos, 1985) ; France (Lahille, 1887, 1890 ; Daumézon, 1909 ; Harant, 1927 a ; Pérès, 1952 ; Laubier, 1966 ; Lafargue, 1970 b ; Fiala-Médioni, 1974) ; France (Della Valle, 1877 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Tursi, 1980) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1954, 1956 ; Méliane 2002) ; Adriatique : Yougoslavie (Drasche, 1833 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971) ; Province lusitanienne : Azores (C. Monniot, 1971 ; F. Monniot, 1974) ; Province Mauritanienne : Canaries (Hartmayer, 1912 b ; Kott, 1972 ; Rios et Brito, 1984, Rios, 1985) ; Mauritanie (Pérès, 1949) ; Province sénégalienne : Sénégal (Pérès, 1949, 1951 ; F. Monniot, 1969) ; île du Cap vert (Harant, 1929 a) ; Région Guinéenne (Michaelsen, 1915 ; Millar, 1953) ; Région tropicale Atlántico-occidentale (Van Name, 1945 ; Berill, 1932 ; Gravier, 1955 ; F. Monniot, 1972 a, 1983 b ; Millar, 1977, 1978).

Région indopacifique (Millar, 1962 ; Plante et Vasseur, 1966 ; Kottt, 1981 ; Nishikawa, 1984) ; Région australienne sud, Tasmanie et Nouvelle Islande (Brewin, 1948, 1957 ; Kott, 1957).

Distaplia magnilarva Della Valle, 1881

Description : colonie sous forme de champignons.

Zoïdes : 7 mm de longueur ; siphon buccal avec 6 lobes et 15 tentacules buccaux divisés en deux tailles ; branchie avec 4 rangs de stigmates, ayant chacun 30 à 35 stigmates ; l'estomac est lisse ; l'intestin n'est pas différencié; l'anus est bilobé ; la glande pylorique possède un réservoir gastrique. Les zoïdes sont unisexués et peuvent être soit mâles soit femelles. Les testicules ou les ovaires se trouvent à droite de la boucle intestinale.

Larves : possèdent une largeur de 1,5 mm et une longueur de 2,5 mm ; trois organes adhésives mais sans ampoules.

Biologie et écologie :

Reproduction : espèce unisexuée.

Bionomie : herbier de Posidonie

Distribution géographique :

Atlantique (Della Valle, 1881 ; Berill, 1948)

Méditerranée orientale : Adriatique (Mastrottotaro et Brunetti, 2006) ; Tunisie (Chebbi et al., sous press).

Eudistoma costai (Della Valle, 1877)

Description : colonie de couleur grise, aplatie, incrusté de sable, d'algues et débris très fins de coquillages, gélatineuse, dense.

Zoïdes : sont assez longs et peuvent atteindre jusqu'à 11 mm, la relation thorax/ abdomen peut être soit ½ ou 1/3 ; les zoïdes sont de couleur blanche à crème, particulièrement le thorax ; le siphon buccal ainsi que le siphon cloacal contiennent 6 lobes, les tentacules buccaux sont nombreux entre 30 et 40 disposés en 3 verticilles. La branchie se présente avec 3 rangées de stigmates, de 17 à 22 stigmates par rangée. L'estomac est lisse, le tube digestif ne présente pas de torsion intestinale. Les testicules sont entre 20 et 30, de forme sphérique ou ovalaire ; les ovules sont dans la dernière portion de l'oviducte.

Biologie et écologie :

Reproduction : larves observées en juillet (Ramos et al., 1988 b), en aout et septembre (Pérès, 1956 a). Les zoïdes sont matures entre mars et décembre.

Bathymétrie : espèce littorale s'observe entre 2 et 70 m (Pérès, 1957 b).

Bionomie : algues sciaphiles en mode calme (Ramos et al., 1988 b) ; coralligène (Pérès, 1954 ; Ramos et al., 1988 b) ; grottes semi obscures (Ramos et al., 1988 b) ; prairie de posidonie, rhizomes (Della Valle, 1877 ; Ramos, 1985) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a, 1959 b ; Pérès et Picard, 1958 ; Ramos et al., 1988 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1957 b, 1959 b ; Ramos et al., 1988 b) ; île de Tabarka (Ramos, 1985) ; France (Della Valle, 1877 ; Salfi, 1929, 1931) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1954, 1956 a ; Méliane, 2002 ; Mesitiri, 2005 ; Chebbi et al., sous press) ; Grèce (Pérès et Picard, 1958) ; Adriatique: Yougoslavie (Drasche, 1883; Lafargue, 1971).

Eudistoma mucosum, (Von Drasche, 1883)

Description : Colonie de couleur tabac, tunique fine mucilagineuse transparente à points marrons (thorax des zooïdes) incrusté de sables fin et de débris de coquillages. Les zooïdes sont de petites tailles (3 mm) et remplis de larves (3 larves par zooïde). Le thorax est à 3 rangs de stigmates, chaque rang renferme 6 à 9 trémas par demi-rangée. Les siphons sont à 6 lobes, le tube digestif est peu tordu, le testicule est entouré de 10 filets testiculaires (fig. 23).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale entre 10 et 45 m.

Bionomie : Herbier de Posidonie, fond à *Caulerpa prolifera*, détritique côtier.

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : France (Harant, 1927 a ; Pérès, 1954 ; Costa, 1960) ; Baléares (Harant, 1927 a) ; France (Ramos, 1988).

Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1954, 1956 ; Méliane 2002 ; Chebbi et al., sous press).

Espèce endémique de la Méditerranée.

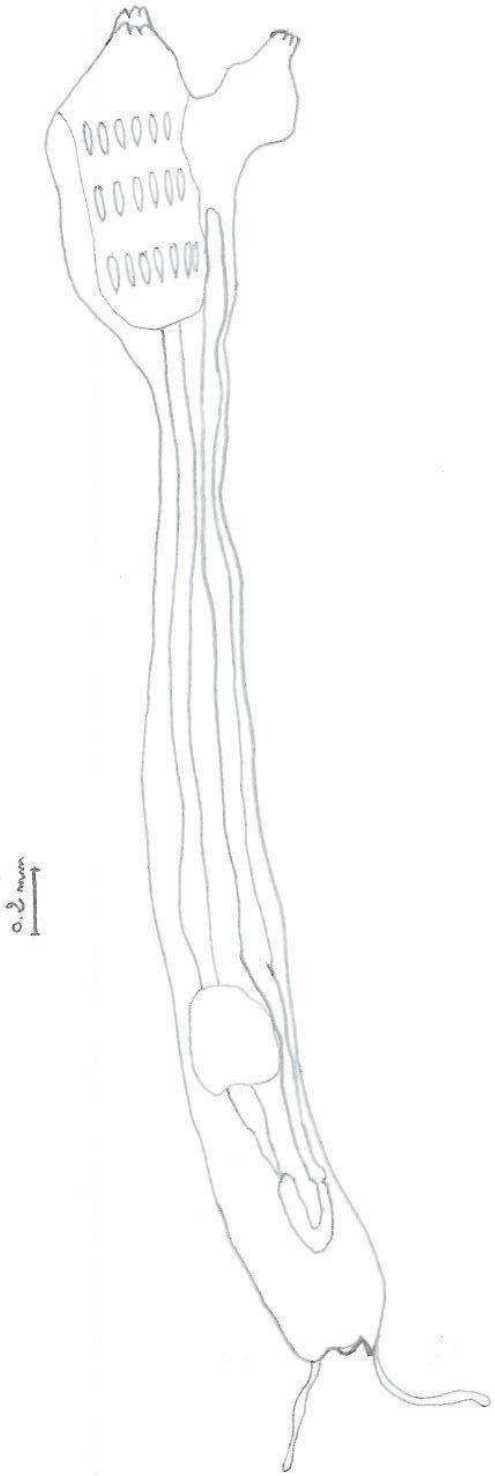


Fig. 23 : *Eudistoma mucosum* Zoïde (Chebbi, 2006)

Eudistoma planum Pérès, 1948

Description : colonie aplatie, de surface lisse, de couleurs variables : blanche laiteuse ou grise ou bleu ciel, semi-transparente, de consistance gélatineuse.

Zoïdes : sont de petite taille (7 mm), la relation thorax/ abdomen est soit 1/3 ou ¼ ; le thorax est de couleur noire ou blanche. Les siphons buccal et cloacal possèdent 6 lobes ; les tentacules buccaux sont nombreux (entre 30 et 40) et elles sont disposées sur 3 verticilles. La branchie contient 3 rangées de stigmates, dont chacune contient de 14 à 20 stigmates. Le tube digestif est avec une légère torsion ; l'estomac est ovalaire ou piriforme. Les testicules piriformes sont entre 20 et 25 ; les ovules sont de 2 à 4 liées à l'anse intestinale et de 6 dans l'oviducte.

Larve : longueur 750 µm ; présente 3 ventouses sur le plan sagittal ; de 4 à 5 prolongations ectodermiques.

Biologie et écologie :

Reproduction : zoïdes matures entre juin et septembre ; larves en aout.

Bathymétrie : espèce littorale s'observe de la zone superficielle jusqu'à 66 m (Pérès, 1959 b).

Bionomie : algues sciaphiles en mode battu et en mode calme (Ramos et al., 1988 b) ; algues photophiles en mode calme ; racines de *Caulerpe* (Pérès, 1954, 1956 a) ; coralligène et détritique côtier (Pérès, 1959 b ; Pérès et Picard, 1964).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1959 b ; Ramos et al., 1988 b) ; Gironne (Lafargue et al., 1986) ; Baie d'alicante ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1954, 1956 a ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., 2010) ; Province sénégalaise : Sénégal (Pérès, 1948, 1949).

Polycitor adriaticus (Drasche, 1883)

Description : colonie sétiforme, pédonculée, de couleur blanche, semi transparente, épaisse, lisse, de consistance cartilagineuse.

Zoïdes : ils ne forment pas de système apparent, ils sont de couleur blanche. Leur corps est divisé en deux parties ; l'abdomen est très long par rapport au reste du corps ; le siphon buccal contient 6 lobes ; le siphon cloacal contient 4 lobes et ils sont disposés au même niveau. La branchie possède ente 14 et 16 rangs de stigmates ; l'estomac est ovalaires avec des plis irréguliers qui donnent l'apparence de pseudo auréolé (fig. 24).

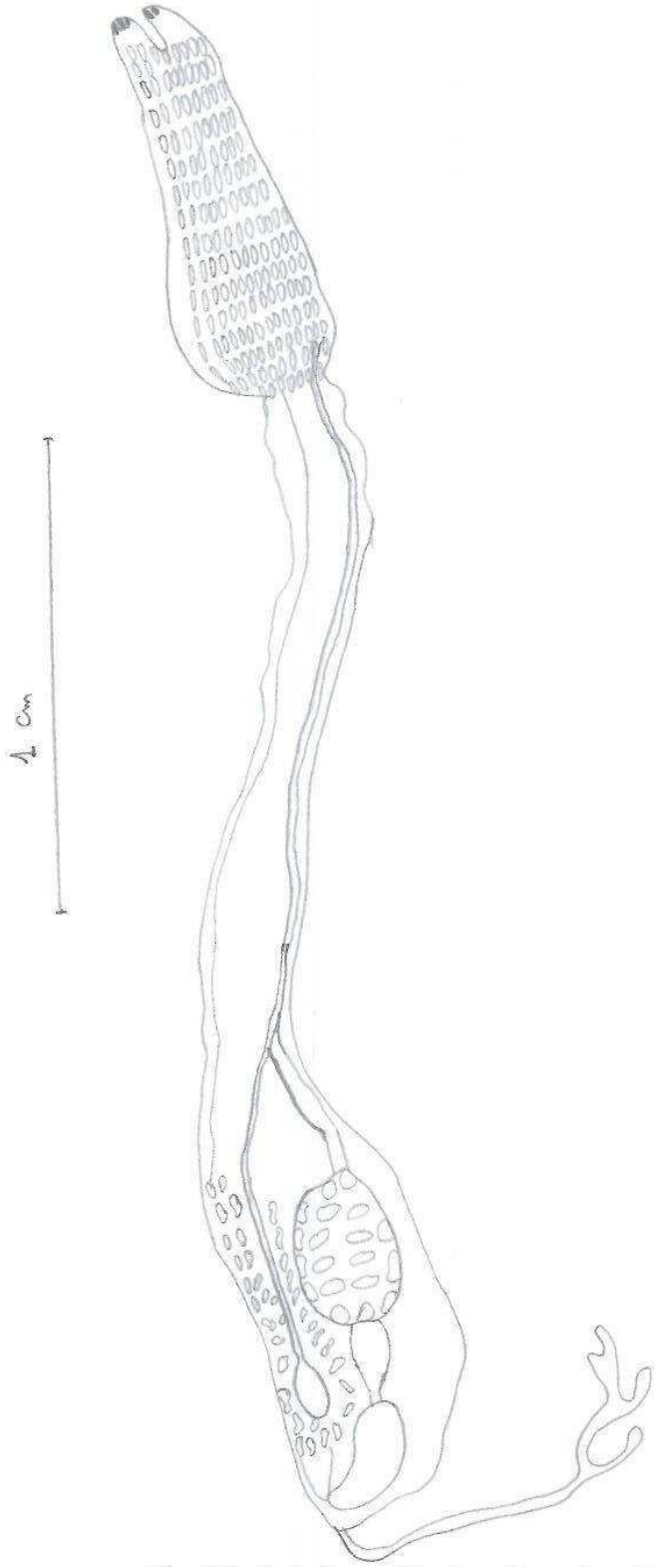


Fig. 24 : *Polycitor adriaticus* Zoïd*e* (Chebbi, 2006)

Larves : elles sont incubées dans la cavité thoracique. Elles possèdent une longitude de 1250 µm avec 3 ventouses triangulaires ; 3 prolongations ectodermiques.

Biologie et écologie :

Reproduction : présence de larves en décembre et mai.

Bathymétrie : espèce littorale récoltée entre 10 et 73 m (Pérès, 1956 a).

Bionomie : algues sciaphiles en mode calme (Ramos, 1985) ; extra plombs (Pérès, 1959 b) ; coralligène (Ramos, 1985) ; prairie de Posidonie, rhizomes (Ramos et al., 1988 b) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a ; Rubio, 1971).

Distribution géographique

Méditerranée occidentale : Ceuta Alboran (Pérès, 1959 b) ; Blanes (Rubio, 1971) ; Formentera (Ramos et al., 1988 b) ; île de Tabraka (Ramos, 1982, 1985) ; France (Daumézon, 1909). Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1956 a ; Méliane, 2002 ; Mésirti, 2005 ; Chebbi et al., 2010) ; Adriatique : Yougoslavie (Drasche, 1883 ; Gamulin-Brida, 1967 ; Lafargue, 1971).

Famille : Polyclinidae

Aplidium albicans (Milne-Edwards, 1841)

Description : colonie globuleuse de couleur blanchâtre assez opaque, les zoïdes ne sont pas visibles de l'extérieur.

Zoïdes : assez longs (longueur moyenne de 7 à 8 mm), siphon buccal avec 6 lobes, siphon cloacal avec une languette simple située vers le milieu du thorax. Branchie avec 10 à 12 rangs de stigmates, pourvu de 8 à 12 stigmates. L'estomac contient 6 à 8 plis longitudinaux bien marqués. Les ovules se trouvent dans la partie supérieure du post abdomen et les testicules sont concentrés ensemble en une seule file au nombre de 28 à 30.

Biologie et écologie :

Reproduction : pratiquement toute l'année, les zoïdes matures et les larves sont observés à partir de fin octobre.

Bathymétrie : espèce littorale, se rencontre entre 3 et 75 m. (Pérès, 1959a).

Bionomie : algues photophiles (Saldanha, 1974) ; algues sciaphiles (Ramos et al., 1988 a) ; prairie de Posidonie, rhizomes, coralligènes (Ramos et al., 1988 b) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a, 1959 a, 1959b ; Clausade, 1969 ; Ramos et al., 1988 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Alboran (Pérès, 1959 b) ; Baléares (Ramos et al., 1988 b) ; Cap de San Antonio et Huertas (Alicante), Cap de Gâta (Almeria). France (Daumézon, 1909 ; Harant, 1927 a ; Medioni, 1970 b). Argelia (Pérès, 1959 a) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1956 a. ; Chebbi et al., sous press) ; Adriatique : Yougoslavie (Drasche, 1883 ; Carus, 1890).
Provence Lusitanienne : France (Harant et Vernières, 1933). France (Saldanha, 1974) ; Manche : France (Milne Edwards, 1841 ; Lahille, 1890 ; Harant, 1924 b) ; Royaume unis : Berill, 1950 ; Millar, 1970 ; Province sénégalaise : Sénégal (Pérès, 1949).

Aplidium caeruleum Lahille, 1890

Description : colonie de couleur jaune-beige globuleuse, transparente, superficie lisse, de consistance gélatineuse. Les zoïdes sont disposés suivant un ordre apparent.

Zoïdes : ils sont de longueur 6 à 7 mm ayant un thorax blanc avec un siphon buccal à 6 lobes et un siphon cloacal lisse sous forme d'un anneau. Branchie avec 10 à 12 rangées de stigmates avec 14 à 16 stigmates. L'estomac contient 12 à 14 plis bien marqués. Le post abdomen est long, il contient dans sa partie supérieure les ovules et en dessous il contient 28 lobules testiculaires, grands et ovulaires.

Biologie et écologie :

Reproduction : les gonades sont observées entre avril et octobre (Brément, 1912 b) ; les larves sont observées entre mai et octobre (Brément, 1912 b).

Bathymétrie : espèce littorale rencontrée entre 6 (Médioni, 1970 b ; Lafargue et al., 1986 ; Chebbi et al., 2010) et 50 m (Brément, 1912b).

Bionomie : algues photophiles en mode calme (Lafargue et al., 1986), algues photophiles (Lahille, 1890 ; Brément, 1912 b) ; algues sciaphiles en mode calme (Médioni, 1970 b. Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; arènes de Caulerpe et Vidalia (Pérès, 1959 a) ; prairie de Posidonie (Tursi, 1976 b), rhizomes (Turon, 1985) ; coralligènes (Lafargue et al., 1986), détritique côtier (Pérès, 1957 a ; Ramos et al., 1988 b) ; fongique terrigène côtier (Brément, 1912 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1957 a ; Ramos et al., 1988 b) ; Alboran (Pérès 1959 b) ; Gérone (Ramos, 1984 ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; Baie d'Alicante. France (Brément, 1912 b ; Harant, 1927 a, 1930 b ; Lafargue, 1970 b ; Médioni, 1970 b) ; Méditerranée orientale : France (Tursi, 1976 a) ; Tunisie (Chebbi et al., 2010) ; Manche : France (Lahille, 1890 ; Brément, 1912 b ; Harant, 1924 a).

Aplidium conicum (Olivi, 1792)

Description : colonie massive, de forme conique, sessile de longueur atteignant jusqu'à 12 cm, de coloration variable, entre le beige, l'orangé et le blanc, de surface lisse, de consistance dure. Les zoïdes ne sont pas visibles de l'extérieur (fig. 25).

Zoïdes : assez long, peut atteindre 10 à 12 mm, avec les proportions thorax/abdomen/post abdomen entre 2/1/4 et 2/1/6 ; le thorax est orangé ; le siphon buccal contient 6 lobes ; le siphon cloacal contient une languette simple formant un court tube. Branchie pourvu de 16 à 20 rangs de stigmates avec 15 stigmates chacun. Estomac cylindrique avec 5 plis longitudinaux pas très marqués. Les ovules sont condensées à la moitié du pst abdomen et les testicules sont nombreux, ovulifères et condensés en deux files (fig. 25).

Larve : elle est assez grande, avec trois ventouses sur le plan sagittal ; 4 prolongations ectodermiques.

Biologie et écologie :

Reproduction : les zoïdes sont matures entre janvier et avril ; les larves sont présents entre avril et mai, apparition des testicules en novembre avec une possible régression en mai (Ramos, 1988).

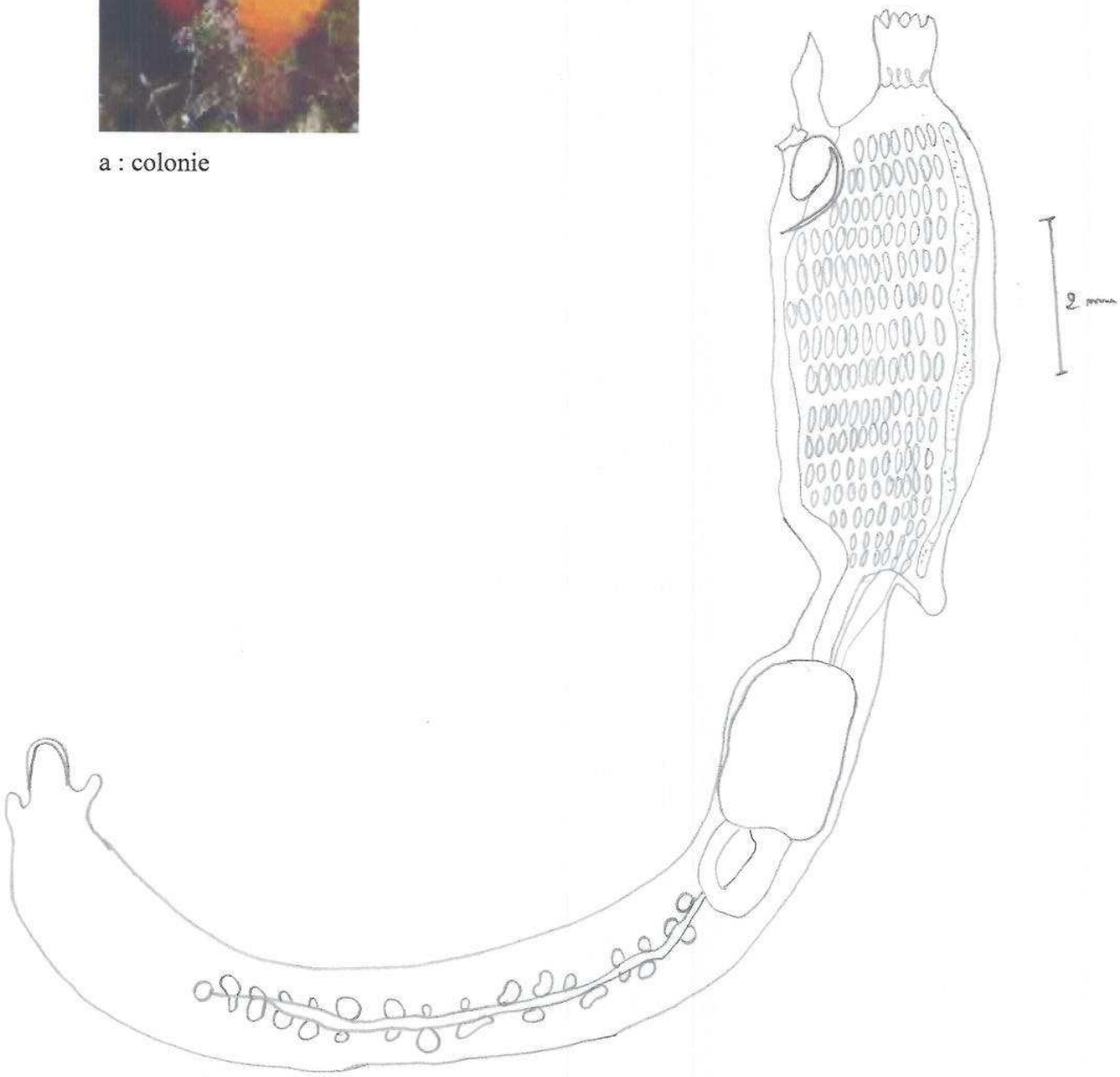
Bathymétrie : espèce littorale, observée entre 3 et 100 m (Harant et Vernières, 1933 ; Parenzan, 1959).

Bionomie : algues photophiles en mode calme (Ramos, 1985 ; Ramos et al., 1988 b) ; algues sciaphiles en mode calme (Ramos, 1985 ; Ramos et al., 1988 b) ; prairie de Posidonie, rhizomes (Pérès, 1959 b ; Corne et Ramos, 1980 ; Gili et Ros, 1982 ; Ramos, 1985 ; Ramos et al., 1988 b) ; fonds avec *Caulerpa prolifera* (Pérès, 1954) ; coralligènes (Pérès, 1959 b) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a ; Ramos et al., b) ; fonds terrigènes côtiers (Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Rubio, 1971).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Rdriguez, 1922 ; Pérès, 1959 b ; Ramos et al., 1988 b) ; Ceuta (Pérès, 1959 b) ; Gironne (Rubio, 1971 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Gili et Ros, 1982) ; Iles de Tabarka (Ramos, 1985) ; Baie d'Alicante. France (Daumézon, 1909 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; Lafargue, 1970 b). Italie (Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959).

a : colonie



b : zoïde

Fig. 25 : *Aplidium conicum* a : colonie ; b : zoïde (Chebbi, 2006)

Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1954, 1956 a ; Méliane, 2002 ; Mésiri, 2005 ; Chebbi et al., 2009 b) près de la côte d'Egypte (Harant, 1939) ; Adriatique : Yougoslavie (Drasche, 1883 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971). Italie (Carus, 1890).

Espèce endémique de la Méditerranée (Pérès, 1958 a).

Aplidium mediterraneum (Hartmeyer, 1909)

Description : colonie lisse fine, transparente de couleur beige, incrustée de sable. Les canaux cloacaux des zoïdes ne sont pas visibles de l'extérieur et les zoïdes sont dispersés.

Zoïdes : présentent un siphon buccal à 6 lobes, un siphon cloacal petit et muni d'une languette assez longue et simple. La branchie se présente avec entre 13 et 15 rangs de stigmates. L'estomac est muni de 5 plis longitudinaux.

Biologie et écologie :

Reproduction : asexuel en aout.

Bathymétrie : espèce littorale, rencontrée jusqu'à 90 m (Pérès, 1956 a).

Bionomie : fonds rocheux (Salfi, 1931) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a) ; détritique profond (Pérès, 1956 a).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Rodriguez, 1922). Italie (Della Valle, 1877 ; Salfi, 1931) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1956 a ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., Sous press).

Aplidium elegans Giard, 1872

Description : Cette ascidie coloniale, à structure compacte, forme des masses globuleuses. Les colonies massives et gélatineuses sont attachées au substrat par une large surface (pas de pédoncule). Les colonies d'*Aplidium elegans* (= *Sidnyum elegans*) sont de taille limitée (de 2 à 6 cm, en moyenne : 5 cm de large sur 1,5 cm d'épaisseur) et forment une masse, sans lobes marqués (petit coussinet). La couleur est vive, à dominante rose rouge ou orange. La tunique commune (ou cormus) présente une transparence peu marquée. L'implantation des zoïdes forme des méandres à la surface de la colonie. Les orifices inhalants sont surmontés d'une couronne blanche bordée de 8 languettes blanches (fig. 26).

Biologie et écologie :

Reproduction : Les colonies se développent pendant l'été.

Bathymétrie : espèce littorale, on la retrouve dès les premiers mètres et jusqu'à plus de 50 m de fond.

Bionomie : Cette espèce préfère les substrats durs. On la retrouve à la surface des rochers ou des algues dans des zones modérément exposées aux courants marins, mais bien exposées à la lumière. Elle se fixe de préférence sur des surfaces horizontales ou légèrement inclinées, mais également sur des surfaces verticales dans les zones protégées.

Distribution géographique :

Atlantique ; Manche ; Méditerranée occidentale ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1956 ; Méliane, 2002 ; Méstiri, 2005 ; Chebbi et al., 2010).

Aplidium aff. nordmanni Milne-Edwards, 1841

Description : Cette ascidie composée à la structure compacte forme des colonies charnues, épaisses, à surface le plus souvent lobée, sans incrustation de sable. La couleur est variable, du rose au rouge vif, opaque avec ou sans pigmentations blanches. Ces colonies massives et de belle taille (5 à 10 cm de haut sur 20 à 30 cm de diamètre) sont attachées au substrat par une large surface (fig. 27).

Zoïdes : Les orifices inhalant, largement pigmentés de blanc, en doubles rangées forment des dessins nets méandriformes dans les grands spécimens ; ils sont bordés de 6 lobes transparents. Les orifices exhalant sont largement ouverts vers le haut, et sont pourvus de 50% de languette simple et 50% de languette double. L'estomac est plissé mais les plis sont très peu marqués (fig. 27).

Larve : elle mesure près de 1mm.

Biologie et écologie :

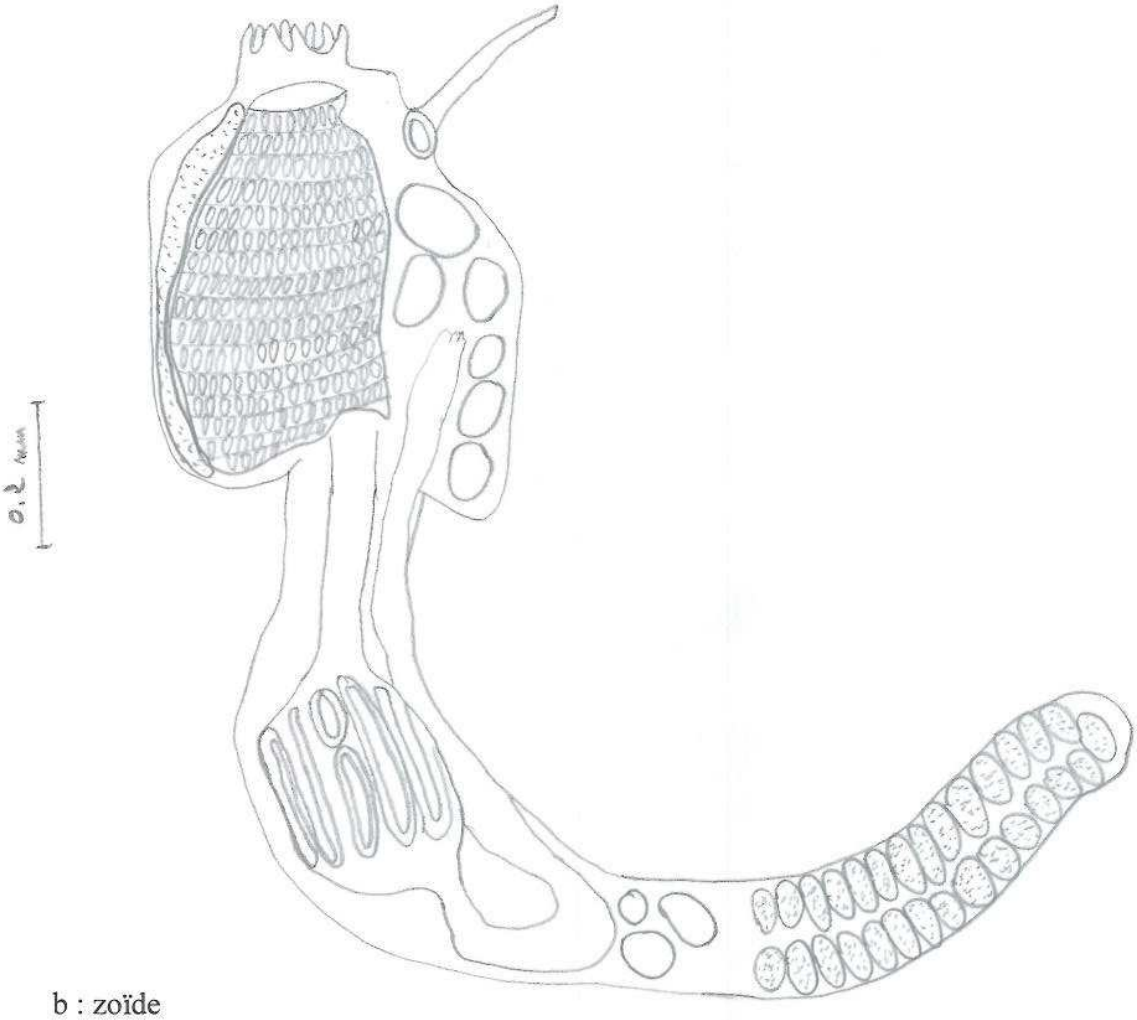
Reproduction : les gonades sont mâtures en février, les larves sont abondantes d'avril à septembre (Médioni, 1970 b).

Bathymétrie : espèce littorale présente jusqu'à 120 m.

Bionomie : Ce sont des espèces des substrats durs que l'on rencontre à la surface des rochers dans des zones modérément exposées aux courants marins, mais bien exposées à la lumière. Ils se fixent de préférence sur des surfaces horizontales ou légèrement inclinées, mais également sur des surfaces verticales dans les zones protégées.

Distribution géographique :

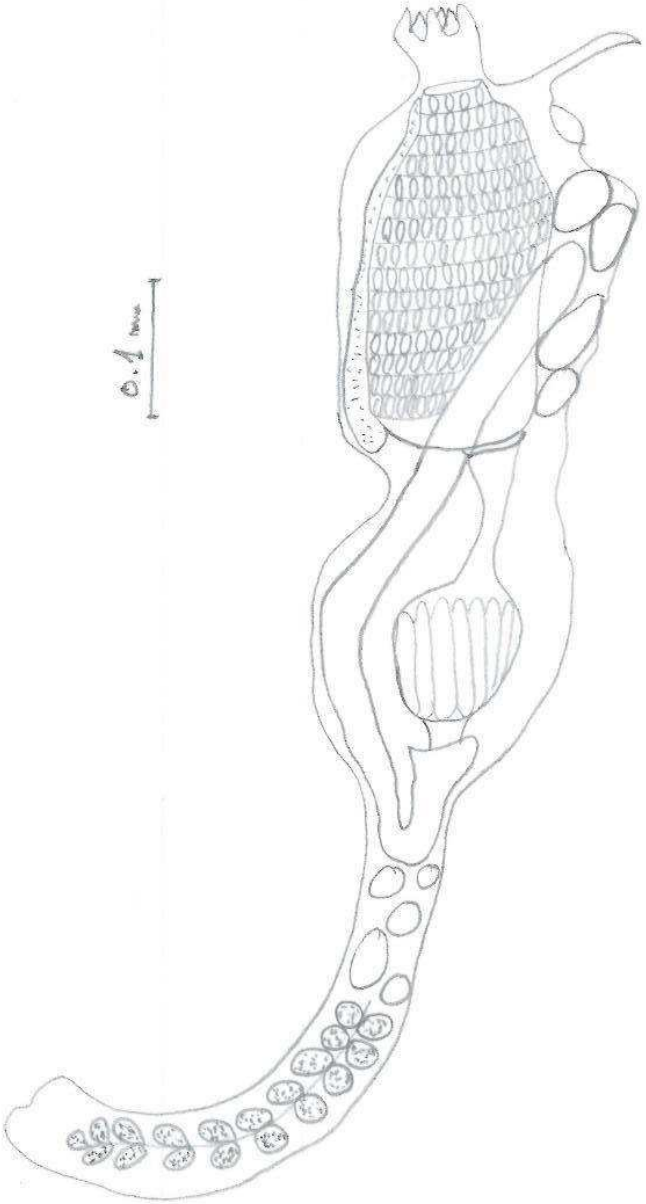
a : colonie



b : zoïde

Fig. 26: *Aplidium elegans* a: colonie; b: zoïde (Chebbi, 2006)

a : colonie



b: zoïde

Fig. 27: *Aplidium aff. nordmanni* a: colonie; b: zoïde (Chebbi, 2006)

Méditerranée occidentale : Iles Medas (Gérone), Grenade, Alboran. France (Daumézon, 1909 ; Harant, 1927 a ; Laubier, 1966 ; Médioni, 1970 b ; Lafargue, 1970 a). Italie (Tursi, 1980) ; Province Lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1922). France (Lahille, 1890 ; Lafargue, 1970 a). Portugal (Saldanha, 1974). ; Méditerranée orientale : Tunisie (Chebbi et al., 2009 b) ; Province Mauritanienne : Tanger (Maroc) ; Manche : France (Milne Edwards, 1841 ; Giard, 1872 ; Lahille, 1890 ; Harant, 1931 ; Levi, 1955). Royaume unis (Berrill, 1950 ; Kott, 1952 ; Millar, 1970) ; Région Boréal Atlantique orientale : Royaume unis (Millar, 1952).

Espèce Atlantico-méditerranéenne (Pérès, 1958 a).

Aplidium proliferum (Milne-Edwards, 1841)

Description : Cet *Aplidium* forme des colonies ovoïdes, compactes en lobes un peu pédonculés de couleur jaunâtre à rougeâtre (parfois blanche), de consistance ferme et à la surface lisse. Il prend fréquemment la forme d'un champignon au pied massif. La tunique commune est transparente, la taille peut atteindre 50 mm de haut. Alors que les petites (jeunes) colonies sont parfaitement lisses et semblent ne pas posséder d'ouverture à la surface, les colonies plus grosses (anciennes) montrent clairement les siphons buccaux et cloacaux sur toute la surface de la masse gélatineuse, à l'exception du large et court pédoncule basal. Les orifices inhalants bordés de six languettes forment des dessins polygonaux ou plus rarement méandriformes. Trois points rouges sont bien visibles autour de chaque siphon inhalant, deux points rouges sont rapprochés et orientés vers le siphon cloacal commun, le troisième est à l'opposé des deux premiers.

Zoïdes : sont jaunes ou rouges, ils sont souvent bien visibles sous la tunique commune qui est claire et translucide. Leurs tailles sont petites (4 mm) avec une relation thorax/abdomen/post abdomen égale à 1/1/2. Le siphon buccal contient 6 lobes ; le siphon cloacal est pourvu d'une courte languette. La branchie contient 6 à 8 rangs de stigmate avec dans chacun 15 à 17 stigmates. L'estomac est pourvu de nombreux pli environ 26 plis longitudinaux dont la majorité sont incomplets. Le post abdomen est très riche en réserves.

Biologie et écologie :

Reproduction : elle diffère d'un endroit à un autre de la Méditerranée, la maturité est observé entre août et septembre (Pérès, 1956, 1959 b), mais aussi en avril.

Bathymétrie : espèce littorale observée entre la limite inférieur de la basse mer (Milne Edwards, 1841) et 75 m (Pérès, 1956 a).

Bionomie : C'est une espèce des fonds rocheux. On la rencontrera aussi dans l'herbier de posidonie, sur des algues et des coquilles. Elle affectionne les endroits peu éclairés de quelques mètres jusqu'à 30 mètres, rarement plus profond.

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Menorca (Heiden, 1894 ; Pérès, 1959 b) ; Ceuta (Pérès, 1959 b) ; Grenade (Ramos, 1988). France (Lhille, 1890 ; Daumézon, 1909 ; Harant, 1927 a ; Pérès, 1956 a). Italie (Della Valle, 1877 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959) ; Méditerranée orientale : Italie (Tursi, 1976 b) ; Tunisie (Pérès, 1956 a ; Chebbi et al., sous press) ; Adriatique : Yougoslavie (Darsche, 1883 ; Carus, 1890) ; Province lusitanienne : France (Lahille, 1890 ; Harant, 1924 b). Portugal (Salhanha, 1974) ; Manche : France (Milne Edwards, 1841 ; Lahille, 1890). Royaume unis (Kott, 1952) ; Région Boréal et Atlantique orientale : Royaume unis, Irlande (Berill, 1950 ; Millar, 1966, 1970).

Espèce Atlantico-méditerranéenne.

Morchellium argus (Milne-Edwards, 1841)

Description: Colonie ayant la forme d'un champignon de couleur orangée à tunique lisse, peu épaisse transparente et qui forme comme un film (fig. 28).

Taille : longueur: 4 cm et diamètre supérieur : 1 cm

Zoïdes : sont très longs (27 mm), ils présentent un thorax orangé et très visible de l'extérieur. Ils présentent 12 à 16 rangs de stigmates ayant chacun un siphon buccal à 8 lobes tandis que le siphon cloacal est formé uniquement par une courte languette simple. L'estomac est auréolé, le post abdomen est deux fois plus long (1, 1, 3). Les gonades femelles sont en haut par contre celles mâles sont en bas (fig. 28).

Biologie et écologie :

Reproduction : zoïde mature et larve en janvier et février, testicules en régression en avril.

Bathymétrie : espèce littorale, on trouve ces colonies en majorité à des profondeurs moyennes autour de 14 m en Tunisie.

Bionomie : algues photophiles en mode battu ; infralittoral exposé (Lafargue, 1970 a ; Hoare et Peattie, 1979) ; algues photophiles en mode calme (Saldanha, 1974 ; Lafargue et al., 1986) ; algues sciaphiles en mode calme ; rhizomes de posidonie ; grottes semi-obscures (Harant et Vernières, 1933 ; Lafargue, 1970 a).

Distribution Géographique:

Méditerranée occidentale : Cap Creus (Lafargue et al., 1986) ; île Medas, Port d'Alicante.

Méditerranée orientale : Grèce (Harant, 1927 a ; Harant et Vernières, 1933), Tunisie (Chebbi et al., 2009 b) ; Adriatique : Yougoslavie (Lafargue, 1971) ; Province Lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1914) ; France (Lahille, 1890 ; Lafargue, 1970 a) ; Portugal (Saldanha, 1974) ; Manche : France (Milne Edwards, 1841 ; Giard, 1872 ; Lahille, 1890 ; Harant et Vernières, 1933 ; Lévi, 1955) ; Royaume Unis (Berill, 1950; Harrant, 1970) ; Province Mauritanienne: Portugal (Suldanha, 1974) et Tanger (C. and F. Monniot, 1983).

Aplidium pulmonaria (Ellis et Solander, 1786)

Description : Colonies globuleuses ou sous la forme de petites têtes de champignon liées les unes aux autres à leurs bases. Chaque colonie a la forme d'un champignon avec une tête transparente de couleur orangé très claire et le pied de couleur beige dense rempli de sable et de débris très fin de coquillages (fig. 29).

Zoïde est très long, présente un lobe buccal simple et un lobe cloacal à languette tris lobés, 15 rangs de stigmates, un estomac auréolé, les gonades femelles sont dans l'abdomen et les gonades mâles sont dans le post abdomen (fig.29).

Biologie et écologie :

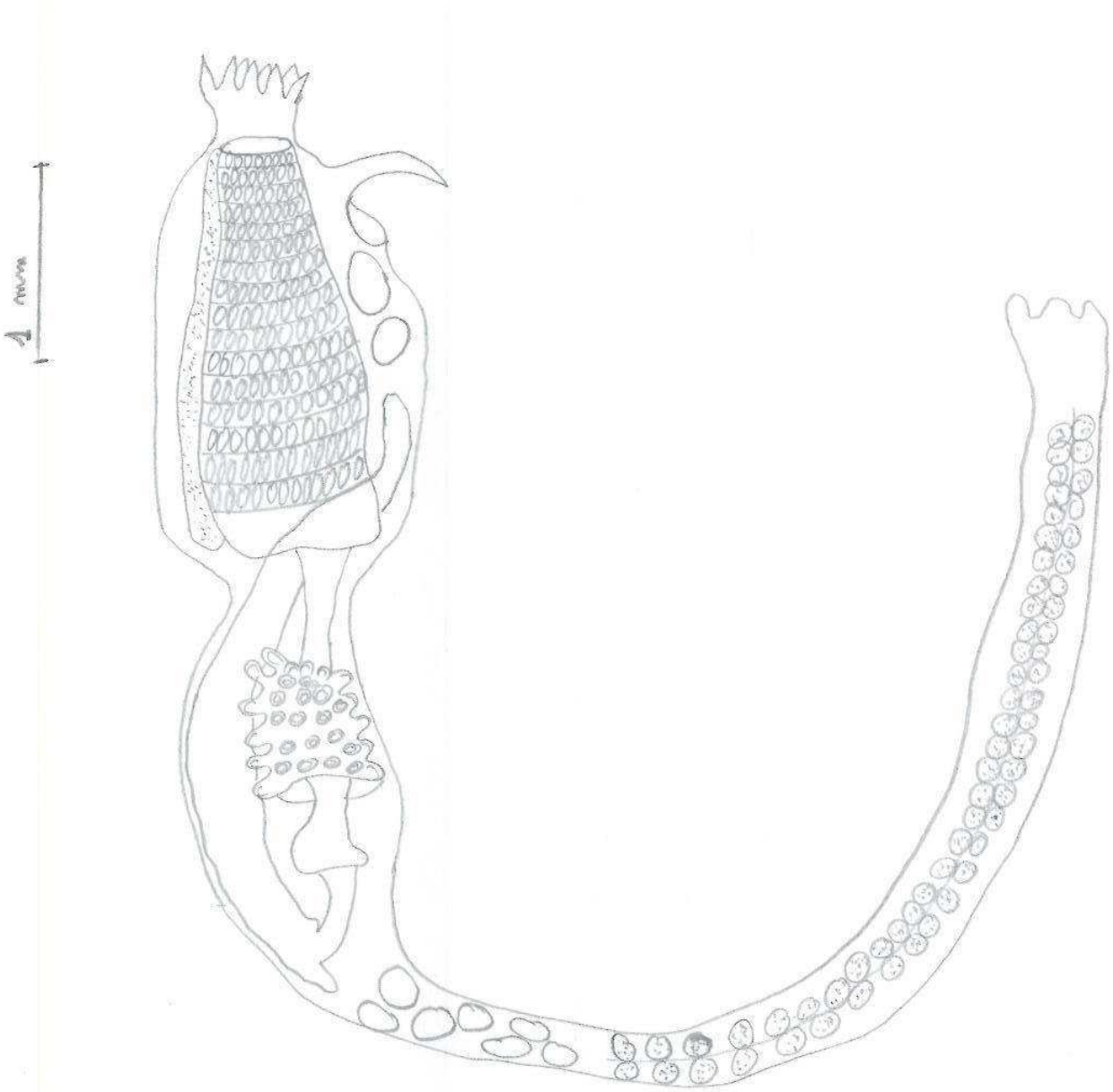
Bathymétrie : espèce eurybathyale : de quelques mètres jusqu'à 600 m.

Bionomie : support solide : roches et rhizomes de Posidonie.

Distribution géographique :

Méditerranée orientale : Tunisie (Chebbi et al., sous press) ; Atlantique : Royaume Unis ; Arctique ; Côtes nord-est américaine.

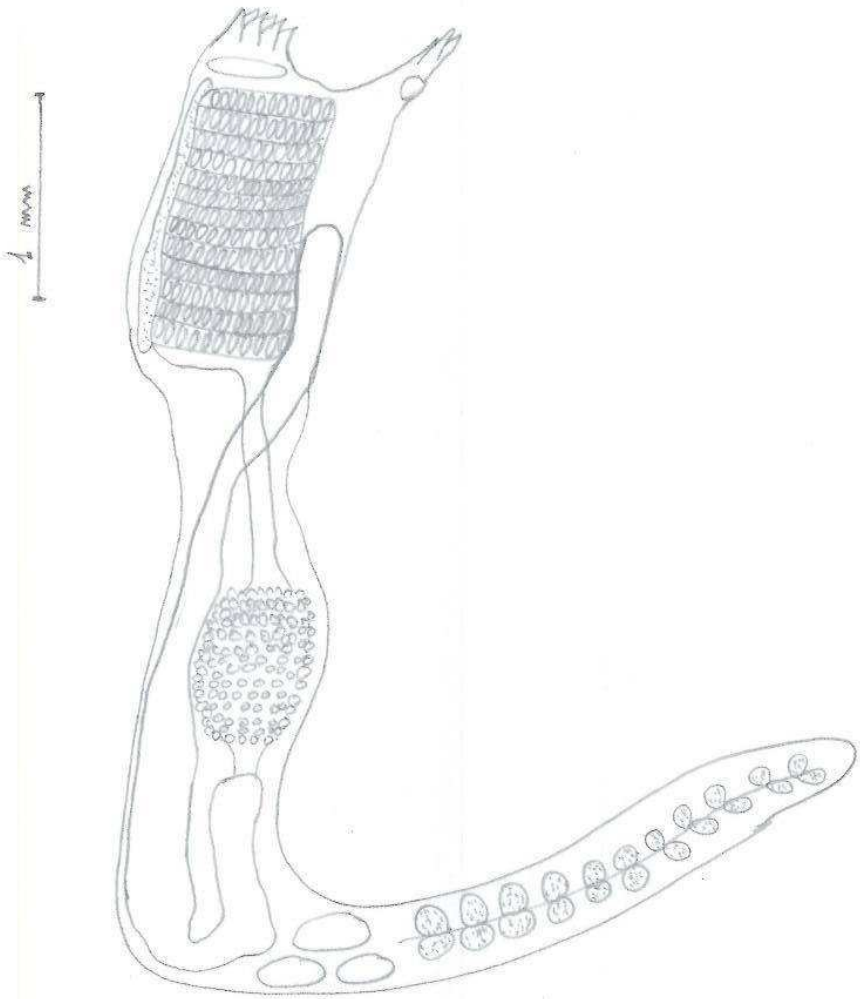
a: colonie



b: zoïde

Fig. 28: *Morchellium argus* a: colonie; b: zoïde (Chebbi, 2006)

a : colonie



b : zoïde

Fig. 29 : *Aplidium pulmonaria* a : colonie; b: zoïde (Chebbi, 2006)

Aplidium aff. pseudolobatum (Pérès, 1956)

Description : colonie de couleur orangée en surface de consistance molle, ayant la forme d'un champignon, le pied est incrusté de sable et débris de coquillages.

Les zoïdes ne sont pas visibles de l'extérieur. Le siphon buccal est à 6 lobes ; le siphon cloacal présente une languette simple et courte. La branchie de couleur orangée vif, renferme 12 à 19 rangs de stigmates ; l'estomac possède 6 plis longitudinaux et le tube digestif présente une torsion nette.

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale, rencontrée entre 3 et 30 m.

Bionomie : herbier de Posidonie

Distribution géographique :

Nord Atlantique ; Méditerranée occidentale : Baléares (Ramos et al., 1991) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1956 ; Chebbi et al., sous press).

Aplidium hyalinum (Pérès, 1956)

Description : colonie arrondie, peu épaisse, gélatineuse, semi transparente, lisse, de couleur marron à gris foncé.

Les zoïdes sont visibles de l'extérieur. Ils sont ordonnés, de couleur blanche ; présentent un siphon buccal à 6 lobes ; le siphon cloacal présente une languette simple ou une languette double. La branchie renferme 12 rangs de stigmates ; l'estomac présente 6 plis longitudinaux.

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale

Bionomie : herbier de Posidonie

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Tossa de Mar (Turon, 1987).

Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1956 ; Chebbi et al., sous press) ; Italie (Tursi, 1976).

Aplidium haouarianum Pérès, 1956

Description : colonie aplatie, peu épaisse, de couleur grise, incrustée de sable et débris de coquillage ; tunique assez molle.

Les zoïdes ne sont pas visibles de l'extérieur. Leurs corps se divisent en 3 parties ; le siphon buccal est 6 lobes ; le siphon cloacal présente une languette bilobée située entre la première et

la troisième rangée de stigmates. La branchie renferme entre 14 et 16 rangées de stigmates ; l'estomac présente 6 à 8 plis bien marqués et le tube digestif présente une torsion.

Biologie et écologie :

Reproduction :

Bathymétrie : espèce littorale observée entre 5 et 12 m.

Bionomie : récoltée sur les roches et les fonds madréporaires morts avec graviers.

Distribution géographique :

Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1956 ; Méstiri, 2005 ; Chebbi et al.,).

Pseudodistoma crucigaster Gaill, 1972

Description : colonie globuleuse, ovoïde ou conique, légèrement pédonculée, transparente ou semi-transparente ; coloration peut être beige ou orangée ; de consistance gélatineuse. Les zoïdes ne sont pas ordonnés (fig. 30).

Zoïdes peuvent atteindre jusqu'à 20 mm ; avec une relation T/A/P qui est variable mais en majorité elle est égale à 1/2/3 ; le siphon cloacal est légèrement inférieur au siphon buccal qui renferme 18 tentacules buccaux. La branchie renferme 3 files de stigmates dont chacune renferme entre 20 et 25 stigmates. L'estomac est pourvu de 4 plis longitudinaux bien marqués. L'ovaire est situé dans le tiers supérieur du post abdomen, les lobules testiculaires sont disposés en deux files (fig. 30).

Biologie et écologie :

Reproduction : observation des larves en février, mai et juillet.

Bathymétrie : espèce littorale, se trouve entre 1 et 38 m de profondeur.

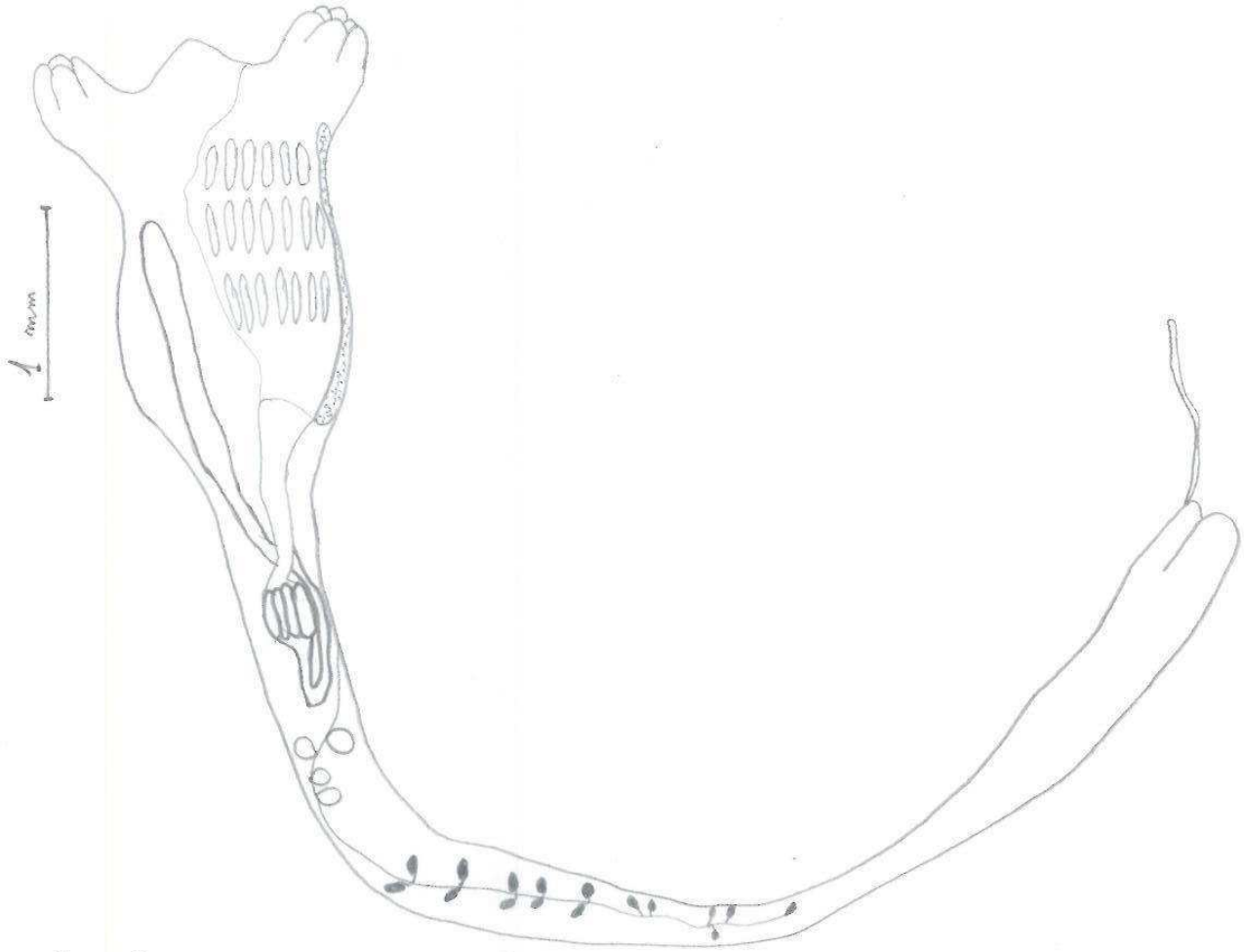
Bionomie : algues photophiles en mode calme (Ramos et al., 1988 b) ; algues sciaphiles en mode calme (Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; prairie de Posidonie, rhizomes (Gaill, 1972 ; Ramos 1984, 1985 ; Ramos et al., 1988, b) ; coralligène (Ramos, 1982 ; Ramos et al., 1988 b) ; détritique côtier (Ramos et al., 1988 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : îles Medas (Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; îles Columbretes (Ramos, 1982) ; îles de Tabarka (Ramos, 1985) ; Baléares (Ramos et al., 1988) ; Alicante ; Tossa de Mar (Turon, 1987) ; France (Gaill, 1972).

Méditerranée orientale : Tunisie (Ben Mustapha et al., 1999, 2002 a ; Bradai, 2000 ; Chebbi et al., sous press).

a : colonie



b : zoïde

Fig. 30 : *Pseudodistoma crucigaster* a : colonie ; b : zoïde (Chebbi, 2006)

Pseudodistoma cyrnusense Pérès, 1952

Description : colonie à tunique lisse, épaisse, translucide ayant la forme d'un cône. Elle se présente sous la couleur verte.

Les zoïdes sont désordonnés ; leurs corps se divisent en trois parties. La branchie est formée par 3 rangs de stigmates ; le siphon buccal est à 6 lobes ; le siphon cloacal est à 4 lobes ; les deux siphons sont au même niveau. L'estomac est lisse ; les deux gonades mâles et femelles sont le post abdomen.

Biologie et écologie :

Reproduction : zoïdes mâtures en avril, avec ovules fécondés, larves entre mai et juillet ; testicules en régression en septembre (Pérès, 1956 a). Période de reproduction sexuel entre mars et septembre.

Bathymétrie : espèce littorale observée entre 1 et 90m.

Bionomie : algues photophiles en mode battu (Ramos et al., 1988 b) ; algues sciaphiles en mode battu, algues photophiles en mode calme ; Prairie de Posidonie (Pérès, 1959 b), rhizomes (Ramos et al., 1988 b) ; coralligène (Pérès, 1956, 1957 b) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a, 1957 a ; Pérès et Picard, 1958) ; fonds terrigènes côtiers (Pérès, 1956 a).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1957 a, 1957b, 1959 b ; Ramos et al., 1988 b) ; îles de la nouvelles Tabarka (Ramos, 1985) ; Cape de Palos. France (Pérès, 1952, 1956 b) ; Méditerranée orientale : Italie (Tursi, 1976 a) ; Tunisie (Pérès, 1956 a ; Méstiri, 2005 ; Chebbi et al., sous press) ; Grèce (Pérès et Picard, 1958).

Espèce endémique de la Méditerranée (Pérès 1958 a).

Pseudodistoma oscurum Pérès, 1959

Description : Colonie de couleur brun foncé, tunique lisse molle, très épaisse et gélatineuse incrusté de sable fin.

Les zooïdes sont ordonnés, de couleur blanc laiteux, longs (12 mm), avec une relation T/A/P sous la formule 1/2/3. Branchie avec 3 files de stigmates ayant une vingtaine de stigmates chacune. Chaque zooïde présente un estomac lisse de couleur jaune orangé, mais quelques zoïdes présentent quelques plis.

Biologie et écologie :

Reproduction : différente selon les dates.

Bathymétrie : espèce littoral entre 10 et 32 m (Pérès, 1959 b).

Bionomie : prairie de Posidonie (Pérès, 1959 b), roches sur surplomb (Pérès, 1959 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Ceuta de Menorca (Pérès, 1959 b) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Méliane, 2002 ; Chebbi et al., sous press).

Synoicum duboscqui Harant, 1927

Description : colonie de forme ovale, de coloration beige semi-transparente, de consistance mucilagineuse incrustée d'algues et d'arènes. Les zoïdes ne forment pas de système apparent. Zoïdes de petite taille (7 mm), avec une relation T/A/P sous la forme 1/1/3 ; siphon buccal avec 6 lobes qui prolongent un long tube, siphon cloacal en forme de tube avec une courte languette trilobée. Branchie pourvue de 12 à 14 rangs de stigmates. Estomac lisse légèrement auréolé. Post abdomen rempli de réserves.

Biologie et écologie :

Reproduction : larves en avril (Harant, 1927a) ; immatures en juillet (Ramos, 1982) à septembre (Pérès, 1956 a).

Bathymétrie : espèce littorale, récoltée entre 9 et 110 m (Pérès, 1956 a).

Bionomie : algues photophiles (Saldanha, 1974) ; Prairie de Posidonie (Pérès, 1956 a) ; détritique côtier (Ramos, 1982).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : îles Columbretes (Ramos, 1982, 1987) ; France (Harant, 1927 a) ; Méditerranée orientale : Canal siculo-tunisien (Pérès, 1956 a), Tunisie (Mestiri, 2005 ; Chebbi et al., sous press) ; Province lusitanienne : Portugal (Saldanha, 1974).

Synoicum lacazei (Pérès, 1957)

Biologie et écologie :

Reproduction : différente selon les dates. Les zoïdes sont immatures en juin (Pérès, 1957 a).

Bathymétrie : espèce littoral se rencontre entre 6 (Chebbi et al.,) et 37 m (Pérès, 1957 a).

Bionomie : se rencontre sur les détritiques côtiers (Pérès, 1957 a).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Mallorca (Pérès, 1957 a).

Méditerranée orientale : Tunisie (Chebbi et al., sous press).

Famille: Didemnidae

Didemnum aff. comune (Della Valle, 1877)

Description : colonie aplatie, de couleur rosâtre, lisse, opaque (fig. 31).

Les zoïdes ne sont pas visibles de l'extérieur. Leur corps est divisé en deux parties (fig. 31).

La larve présente 3 papilles, 2 prolongations, un ovocyte et un testicule; 6 à 8 tours de spermiducte.

Biologie et écologie :

Reproduction : zoïdes mâture entre mars et décembre, larve observée entre avril et octobre (Lafargue, 1976).

Bathymétrie : espèce littorale se rencontre entre 6 (Chebbi et al., sous press) et 70 m (Ramos, 1982).

Bionomie : infralittoral supérieur en mode battu (Lafargue et al., 1986) ; algues photophiles en mode calme (Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; algues sciaphiles en mode calme (Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; infra littoral inférieur et supérieur (Lafargue, 1976) ; rhizomes de posidonie (Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; coralligène (Lafargue et Tursi, 1975 ; Lafargue, 1976 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; détritique côtier (Ramos et al., 1988) ; fond de *Microcosmus* (Lafargue, 1976).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Heinden, 1894 ; Rodriguez, 1922 ; Ramos et al., 1988 b) ; Catalane (Lafargue et al., 1986) ; îles Columbretes (Ramos, 1982) ; Cape de San Antonio. France (Harant, 1927 ; Lafargue, 1970 b, 1976, 1977). Italie (Della Valle, 1877 ; Salfi, 1931) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1954, 56 ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., sous press) ; Adriatique : Yougoslavie (Drasche, 1833 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971, 1982). Italie (Lafargue et Tursi, 1975).

Didemnum maculosum (Milne Edwards, 1841)

Description : colonie aplatie, fine, de couleur blanche à beige, opaque.

Les zoïdes sont de petites tailles (1à 1,5 mm), leur corps divisé en deux parties. Le siphon buccal est à 6 lobes et à 16 tentacules buccaux, l'ouverture cloacale se situe entre la deuxième et la troisième rangée. La branchie comprend 4 rangs de stigmates ayant de 5 à 7 stigmates. Le tube digestif décrit une double courbure : la première au niveau du post estomac, la seconde au niveau de l'intestin terminal. Les gonades sont à gauche ; le testicule est toujour

simple et sphérique. Le spermiducte décrit 8 à 9 tours de spire. Les ovocytes sont disposés sur une ou deux files selon le stade de maturation.

Les larves sont petites atteignant 4,5 mm de long sur 2,5 mm de large. L'oozoïde ne présente que 3 rangs de stigmates ; deux ventouses ; la vésicule sensorielle présente un ocelle et un otlithe.

Biologie et écologie :

Reproduction : présence de zoïdes mâtures et larves entre janvier et octobre (Lafargue, 1976) ; zoïdes mâtures et larves en décembre (Ramos, 1984).

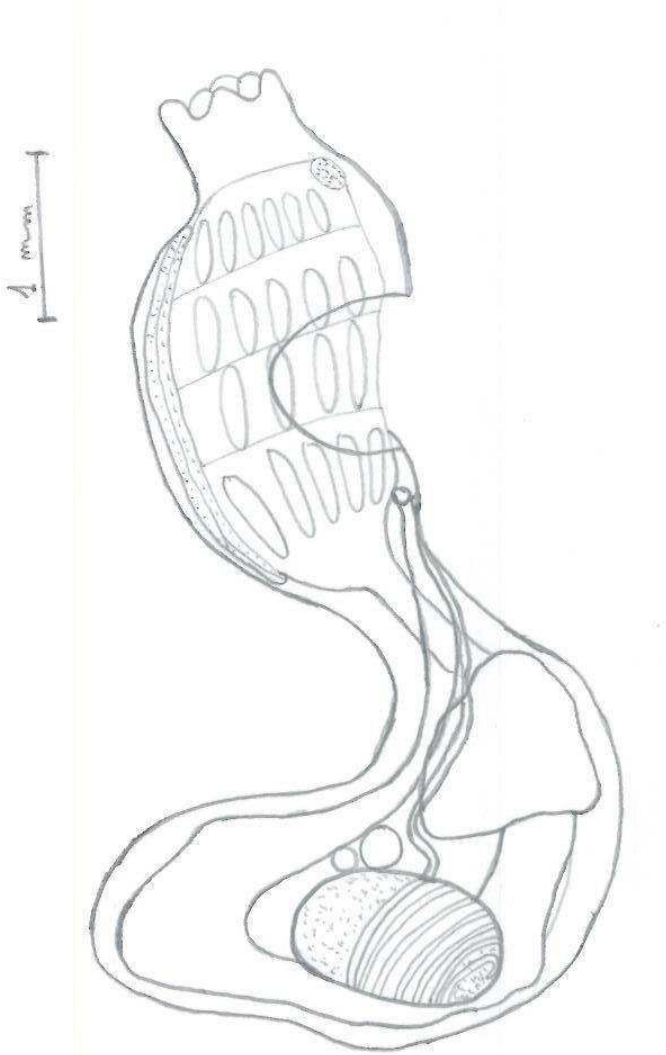
Bathymétrie : espèce ubiquiste, de la superficie (Lafargue, 1968, 1976 ; Médioni, 1970 a) jusqu'à 530 m (C. Monniot, 1970).

Bionomie : fond rocheux à fort hydrodynamisme (Hoare et Peattie, 1979) ; algues sciaphiles en mode battu (Ramos et al., 1988 b) ; algues photophiles en mode calme (Millar, 1952 ; Lafargue, 1968, 1970 b, Fiala-Médioni, 1974 ; Castric-Fey et al., 1978 ; Ramos, 1984, Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; algues sciaphiles en mode calme (Lafargue, 1968 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos Et al., 1988 b) ; Ports (Capoccia, 1964 ; Lafargue 1972 b) ; coralligènes (Pérès, 1954, 1956 a ; Fiala-Médioni, 1974 ; Lafargue, 1976 ; Laubier, 1966 ; Gili et Ros, 1982 ; Lafargue et al., 1986, Ramos et al., 1988 b), prairie de posidonie (Daumézon, 1909 ; Pérès, 1954, 1956 a, 1957 a, 1957 b, 1959 a ; Ramos et al., 1988 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Heiden, 1894 ; Rodriguez, 1922 ; Pérès, 1957 a, 1957 b, 1959 b, Ramos et al., 1988 b) ; Gironne (Harant, 1930 a ; Lafargue, 1976 ; Gili et Ros, 1982 ; Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; Ceuta (Pérès, 1959 b). France (Giard, 1872 ; Lahille, 1890 ; Daumézon, 1909 ; Harant, 1927 a, 1930 a, Pérès, 1952 ; Costa, 1960 ; Vidal., 1967 ; Laubier, 1966 ; Clausade, 1969 ; Lafargue, 1970 b, 1976, 1977 ; Médioni, 1970 a). Italie (Della Valle, 1877 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1975 ; Tursi, 1980); Méditerranée orientale : Italie (Tursi et al., 1974). Tunisie (Pérès, 1954, 1956 a ; Méliane 2002 ; Chebbi et al., 2010). Grèce (Pérès et Piccard, 1958). Egypte (Harant, 1939). Israël (Pérès, 1958 c) ; Adriatique : Yougoslavie (Drasche, 1883 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971, 1981). Italie (Carus, 1890 ; Tursi, 1971 ; Lafargue et Tursi, 1975) ; Province Lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1914). France (Lafargue, 1968, 1977) ; Manche: France (Milne Edwards, 1841; Giard, 1872; Harant, 1924b; Lévi, 1955; Lafargue, 1983) ; Royaume Unis (Berill, 1950; Kott, 1952) ; Province sénégalienne: îles du Cape vert (C. et F. Monniot, 1967). Sénégal (Lafargue et Wahl, 1988) ; Région boréale : Royaume Unis (Berill, 1950 ; Millar, 1952, 1970 a). Mer du nord (Lafargue, 1972 b).

a : colonie



b : zoïde

Fig. 31: *Didemnum aff. comune* a: colonie; b: zoïde (Chebbi, 2006)

Polysyncraton lacazei (Giard, 1872)

Description : colonie de couleur rouge avec des stries blanches, surface lisse recouverte d'algues vertes et sable.

Les zoïdes sont ordonnés et leurs canaux cloacaux sont visibles de l'extérieur. Le siphon buccal présente 6 lobes, le siphon cloacal présente une languette bifurquée, son ouverture est grande. La branchie est à 4 rangs de stigmates, 6 testicules plurilobés, chaque testicule est entouré par 3 spires (fig. 32). Les spicules sont étoilés.

Biologie et écologie :

Reproduction : zoïdes mâture de janvier à aout, larves entre avril et aout (Lafargue, 1975 b).

Bathymétrie : espèce littorale observée de la superficie (Médioni, 1970b ; Lafargue, 1975b ; Lafargue et al., 1986) jusqu'à 75 (Pérès, 1959a, 1959b).

Bionomie : Infralittoral en mode battu (Lafargue et al., 1986) ; algues photophiles (Turon, 1985) ; algues photophiles en mode calme (Castric-Fey et al., 1978 ; Lafargue et al., 1986) ; algues sciaphiles en mode calme (Lafargue et al., 1986), précoraligène (Turon, 1985), coralligène (Pérès, 1956 a, 1957 b, 1959 a, Laubier, 1966 ; Lafargue, 1975 b, Lafargue et al., 1986). Prairie de Posidonie (Daumézon, 1909 ; Harant, 1929 a, 1939 a ; Pérès, 1956 a), rhizomes (Lafargue, 1975b, Turon, 1985).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1957 a, 1957 b, 1959 b) ; Alboran (Pérès, 1959 b) ; Gironne (Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986). France (Lahill, 1890 ; Daumézon, 1909 ; Harant, 1927a, 1929 a, 1930 a ; Pérès, 1952 ; Costa, 1960 ; Laubier, 1966 ; Vidal., 1967 ; Lafargue, 1970 b, 1975 b, 1977 ; Médioni, 1970 a, C. et F. Monniot, 1983) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1954, 1956 a ; Méliane 2002 ; Chebbi et al., sous press). Egypte (Harant, 1939). Israël (Pérès, 1958 b, 1958 c). Grèce (Hartmeyer, 1904) ; Adriatique : Yougoslavie (Drasche, 1883 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971, 1981). Italie (Lafargue et Tursi, 1975) ; Province Lusitanienne : Portugal (Saldaha, 1974). France (Lafargue, 1968, 1977) ; Manche : France (Giard, 1872 ; Lahille, 1890 ; Harant et Vernières, 1933 ; Lévi, 1955 ; Lafargue, 1975 b, 1983).

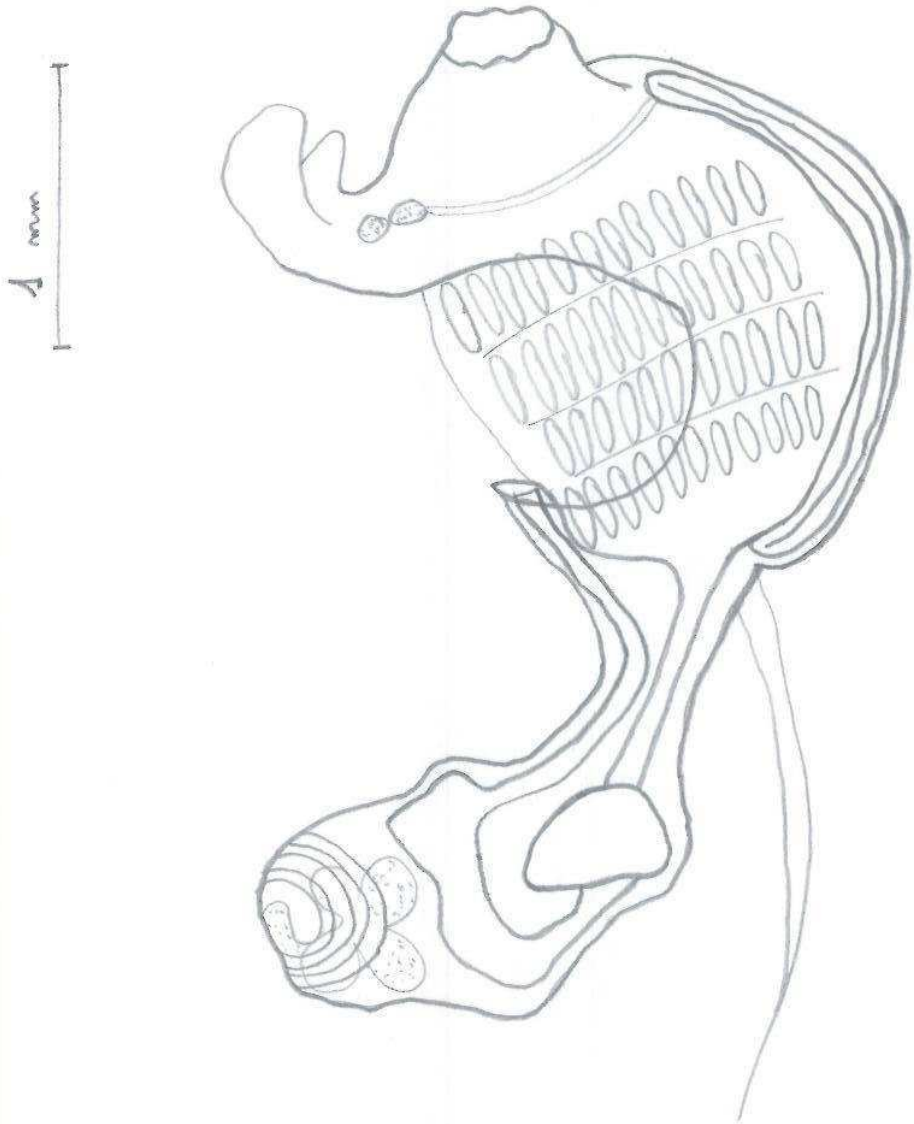


Fig. 32 : *Polysyncraton lacazei* Zoïde (Chebbi, 2006))

Trididemnum cereum ? (Giard, 1872)

Description : colonie plus longue que large, de consistance gélatineuse et de 4 mm d'épaisseur ; le cormus est marron, translucide, les zoïdes sont de couleur brun foncé donnant à la colonie un aspect marbré. Les spicules sont visibles de l'extérieur.

Les zoïdes possèdent trois rangs de stigmates ; l'orifice cloacal est simple et il est situé en bas du thorax.

Biologie et écologie :

Reproduction : probablement toute l'année (Lafargue, 1974) ; zoïdes matures et larves observés de février à septembre.

Bathymétrie : espèce observée entre 0 et 200 m (Berill, 1950 ; Millar, 1970). Normalement dans les hauts niveaux (Médioni, 1970 a).

Bionomie : roches photophiles en mode battu (Lafargue, 1968 ; Castric-Fey et al., 1978) ; algues photophiles en mode calme (Lafargue et al., 1986) ; algues sciaphiles en mode calme (Médioni, 1970 a ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; ports (Lafargue, 1974 ; Tursi, 1976 b), coralligène (Pérès, 1956 a, 1957 b ; Lafargue, 1974, Lafargue et al., 1986) ; prairie de posidonie (Rodriguez, 1922 ; Salfi, 1931), rhizomes (Pérès, 1956 a ; Pérès et Picard, 1964) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a, 1957 a, 1959 a, 1959 b ; Ramos et al., 1988 b) ; fonds à zostère (Giard, 1872 ; Rodriguez, 1914).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Rodriguez, 1922 ; Pérès, 1957 a, 1957 b, 1959 b ; Ramos et al., 1988 b) ; Alboran (Pérès, 1959 b) ; Gironne (Lafargue, 1974 ; Lafargue et al., 1986) ; baie d'Alicante. France (Lahille, 1887, 1890 ; Daumézon, 1909 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; Pérès, 1952 ; Lafargue, 1970 b, 1974 ; Médioni, 1970 a). Italie (Salfi, 1931 ; Lafargue, 1974). Argelia (Pérès, 1959 a) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1954, 1956 a ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., 2010) ; Italie (Lafargue et Tursi, 1975 ; Tursi, 1976 b) ; Israël (Pérès, 1958 b, 1958 c) ; Egypte (Harant, 1939) ; Canal de Suez (Harant, 1927 b) ; Adriatique : Yougoslavie (Drasche, 1883 ; Lafargue, 1971, 1981) ; Province lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1914) ; France (Harant et Vernières, 1933 ; Lafargue, 1968, 1977) ; Manche : France (Giard, 1872 ; Lahille, 1890 ; Lévi, 1955 ; Lafargue, 1983) ; Royaume unis (Berill, 1950 ; Kott, 1952 ; Millar, 1970 a) ; Région Boréal atlantique orientale : Royaume unis (Berill, 1950 ; Millar, 1952, 1970) ; Scandinavie (Millar, 1966).

Trididemnum inarmatum ? (Drasche, 1883)

Description : colonie transparente, fine, aplatie, longue que large, fixée sur feuille de posidonie. Les zoïdes sont visibles de l'extérieur ayant l'aspect de petits points marron.

Les zoïdes sont très nombreux et dispersés sur toute la surface de la colonie, ils sont grands (2 mm). Le thorax est généralement deux fois plus grand que l'abdomen La branchie possède trois rangs de stigmates avec 9 à 15 stigmates ; le siphon buccal a 6 lobes ; la couronne tentaculaire comprend 8 tentacules de deux ordres régulièrement alternés ; l'ouverture cloacale est assez grande. Les gonades sont sur le côté gauche de l'abdomen. Le testicule est simple ; le spermiducte décrit 8 à 11 tours de spire ; l'ovaire se situe entre le testicule et l'estomac.

La larve possède 8,5 mm de long et 6,5 mm de large. L'oozoïde présente 3 rangs de stigmates ; les siphons buccal et cloacal sont bien visible ainsi que les organes thoraciques latéraux au niveau du troisième rang de stigmates près du siphon cloacal. Il y a 2 à 4 paires de prolongements ectodermiques de part et d'autre des 3 ventouses de fixation.

Biologie et écologie :

Reproduction : larves en juin (Lafargue, 1974) ; zoïdes matures et larves en juillet (Lafargue, 1974 ; Lafargue et Tursi, 1975 ; Lafargue et al., 1986).

Bathymétrie : espèce littoral entre 1 (Lafargue et Tursi, 1975) et 37 m (Ramos et al., 1988 b).

Bionomie : algues sciaphiles en mode calme (Lafargue et Tursi, 1975 ; Lafargue, 1974 ; Ramos et al., 1988 b) ; coralligènes (Lafargue, 1974) ; grottes semi-obscure (Lafargue et Tursi, 1975 ; Lafargue et al., 1986) ; prairie de Posidonie (Salfi, 1929) ; détritique côtier (Drasche, 1883 ; Ramos et al., 1988 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Golfe de Valence ? (Daumézon, 1909) ; Gironne (Lafargue et al., 1986) ; Baléares (Ramos et al., 1988 b) ; France (Lahille, 1890 ; Harant, 1927, 1930 a ; Lafargue, 1974) ; Italie (Salfi, 1929, 1931) ; Méditerranée orientale : Italie (Lafargue et Tursi, 1975) ; Tunisie (Pérès, 1956 a ; Chebbi et al., sous press) ; Adriatique : Yougoslavie (Drasche, 1883 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971, 1981).

Order: Phelobranchia Lahille, 1890

Famille: Cionidae

Ciona intestinalis (Linnaeus, 1767)

Description : espèce solitaire en forme de sac (long : 4,5 cm ; épaisseur : 3 mm ; distance inter-siphonale : 1,5 cm) ; tunique souple, blanche, opaque, incrustée de polychètes et d'algues. Espèce possédant 8 lobes buccaux, pas de plis branchiaux, la branchie possède des stigmates droits, les papilles sur la branchie sont réunies en sinus longitudinaux, le raphé est en languette, le tubercule vibratile est très complexe. Le tube digestif est sous la branchie. Les gonades sont dans la boucle intestinale, le spermiducte possède en haut des points rouges et il est au même niveau que le rectum (Fig. 33).

Biologie et écologie :

Reproduction :

La cione est un hermaphrodite ovipare. La reproduction peut avoir lieu toute l'année. La fécondation est externe et a lieu dans la colonne d'eau. Ovaires et testicules débouchent dans le cloaque. La reproduction sexuée de cette espèce ovipare produit un stade larvaire libre appelé têtard qui comprend une région antérieure élargie ou corps à laquelle fait suite une longue queue aplatie transversalement. Elle est entourée par une tunique dépourvue d'éléments cellulaires et constituée de cellulose. La queue est soutenue par une corde dorsale. Le tube nerveux caudal se prolonge dans le corps et s'y dilate en une vésicule cérébrale. La vie libre de la larve est de courte durée. Quelques heures après son éclosion, la larve tombe sur un support auquel elle se fixe par des papilles adhésives de son extrémité antérieure. Elle subit alors une métamorphose régressive au cours de laquelle la queue et la vésicule cérébrale disparaissent. Son développement rapide explique que cette espèce peut former des populations très denses en quelques mois (plus de 1000 individus au m²).

Bathymétrie : espèce littoral et bathyale, récoltée du niveau des marées (Van Name, 1945 ; Berrill, 1950) jusqu'à 500 m (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a).

Bionomie : roche infralittorale (Lafargue, 1970 a ; Gulliksen, 1978) ; precoralligène (Turon, 1985) ; coralligène (Pérès, 1956 a ; Rubio, 1971) ; fonds terrigène côtier (Gamulin-Brida, 1967) ; détritique de haute mer (Clausade, 1969) ; milieux lagunaires et estuaires (Harant,

1927 a ; Kott, 1951 ; Tursi et al., 1974 ; Brunetti, 1979 ; Tursi, 1980) ; élevage de bivalves (Roman et Pérez, 1982).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Catalane (Lahille, 1890 ; Maluquer, 1916 ; Arias et Morales, 1963, 1965, 1969 ; Rubio, 1971 ; Camp et Ros, 1980 ; Turon, 1985) ; Baléares (Rodriguez, 1922 ; Buen, 1905) ; Castellon (Arias et Morales, 1969) ; ports d'Alicante et Cartagena ; France (Roule, 1884 ; Lahille, 1890 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; Pérès, 1952 ; Fiala-Médioni, 1974) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Carus, 1890 ; Salfi, 1931 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1970, 1975) ; Méditerranée orientale : Italie (Tursi et al., 1974 ; Tursi, 1976 b) ; Tunisie (Pérès, 1956 a ; Chebbi et al., 2010). Grèce (Hartmayer, 1904 ; Koukouras et Siamidou-Efremidou, 1978). Israël (Pérès, 1958 b, 1958 c) ; Egypte (Sedra et Khalil, 1972) ; Adriatique : Italie (Heller, 1875 ; Carus, 1890 ; Pérès, 1956 b ; Sabbadin, 1958 ; Tursi, 1974 ; Tursi et al., 1979 ; Brunetti, 1979) ; Yougoslavie (Heller, 1875 ; Carus, 1890 ; Gamulin-Brida, 1967 ; Lafargue, 1971) ; Mer noire (Van Name, 1945) ; Province lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1914) ; Pays basque (Morales et Arias, 1979 ; Ibanez et al., 1980) ; Asturias (Ortea et Vizcaino, 1981) ; Galicia (Ortea et Vizcaino, 1981 ; Gili et al., 1982 ; Gonzalez Sanjurjo, 1982 ; Roman et Pérez, 1982) ; France (Harant et Vernières, 1933 ; Lafargue, 1970 a) ; Province Mauritanienne : Canaries (Lozano, 1972 ; Rios et Brito, 1984 ; Rios, 1985) ; Maroc (Sluiter, 1927, 1928 ; Millar, 1967) ; Manche : France (Lahille, 1890 ; Lévi, 1955) ; Royaume Unis (Berill, 1950) ; Province sénégalienne : Sénégal (Pérès, 1948, 1949, 1951 ; C. Monniot, 1969 c) ; île du Cap vert (Hartmayer, Sluiter, 1927) ; Région Boréal Atlantique orientale (Arnback-Christie-Linde, 1934 ; Berill, 1950 ; Millar, 1966 ; Dybern, 1967, 1969 a, 1969 b ; Gulliksen, 1973, 1974, 1978) ; Région Boréal Atlantique occidentale : Van Name, 1945 ; Plough, 1978) ; Région sud Africaine : Millar, 1955, 1962, 1964 ; Région sud Américaine orientale : Millar, 1958 ; Région sud Américaine méridional : Van Name, 1945 ; Millar, 1958, 1970 b ; Région Boréal Pacifique orientale : Van Name, 1945 ; Région Californienne : Van Name, 1945 ; Fay et Johnson, 1971 ; Région Boréal Pacifique occidentale : Tokioka, 1963 ; Région Japonaise : Tokioka, 1963 ; Hoshino et Nishikawa, 1985) ; Région sud australienne : Kott, 1951 ; Région de Tasmania, Nouvelle Islande : Brewin, 1950 ; Kott, 1951) ; Région indopacifique : ports de Singapour et Suez (Van Name, 1945) ; Australie orientale (Kott, 1951).

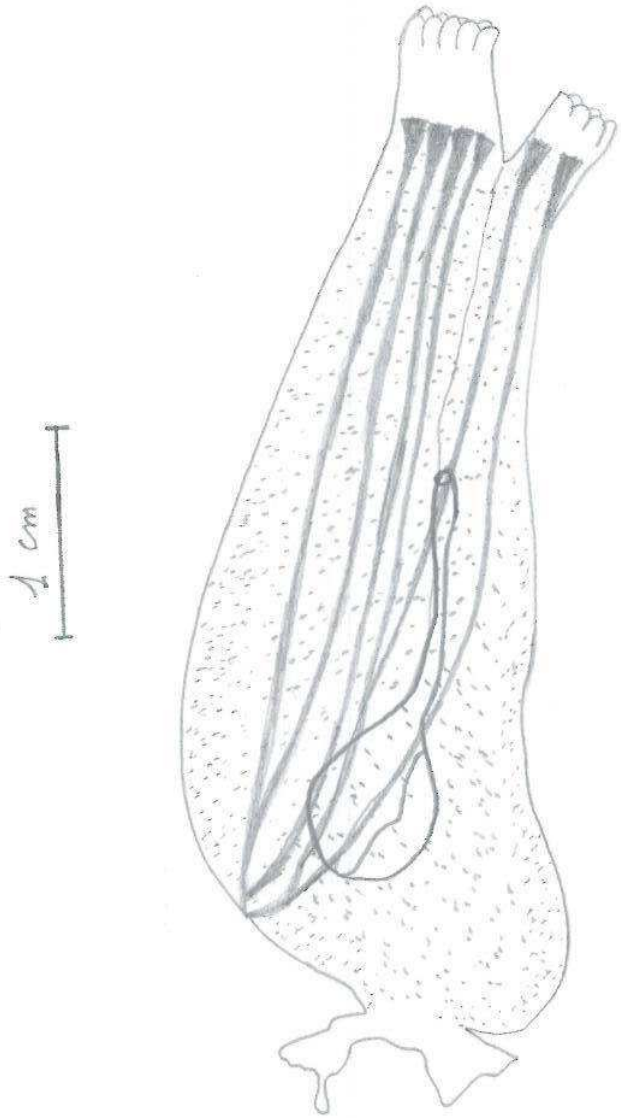


Fig. 33 : *Ciona intestinalis* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Rhopalea neapolitana Philipi, 1843

(Voir annexes II)

Description : espèce solitaire, se trouve sous la forme de deux doigts accolés l'un à l'autre à leur base, la tunique est lisse, de couleur blanche, semi-transparente.

Biologie et écologie :

Reproduction : toute l'année.

Bathymétrie : espèce littoral observée de 20 (Lafargue, 1971) et 146 m (Pérès et Picard, 1958).

Bionomie : algues sciaphiles en mode calme (Ramos et al., 1988) ; coralligène (Pérès, 1957 b ; Laubier, 1966 ; Pérès et Picard, 1958 ; Fiala-Médioni, 1974 ; Lafargue et al., 1986) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a, 1957a, 1959 b, Costa, 1960 ; Pérès et Picard, 1958 ; Ramos et al., 1988b) ; fonds terrigène côtier (Harant et Vernières, 1933 ; Parenzan, 1959).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1957 a, 1957 b, 1959 b ; Ramos et al., 1988 b), Alboran (Pérès, 1959 b) ; Cap de Creus (Lafargue et al., 1986) ; Blanes ; France (Lahille, 1887, 1890 ; Carus, 1890 ; Roule, 1886 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; Costa, 1960 ; Laubier, 1966 ; Fiala-Médioni, 1974). Italie (Carus, 1890 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1965 a ; Ben Mustapha, 2004 ; Mestiri, 2005 ; Chebbi et al., 2010) ; Grèce (Hartmeyer, 1904 ; Pérès et Picard, 1958) ; Israël (Pérès, 1958 c) ; Adriatique : Yougoslavie (Gamulin-Brida, 1967 ; Lafargue, 1971) ; Province Mauritanienne : Canaries (Rios et Brito, 1984).

Famille: Perophoridae

Ecteinascidia turbinata Herdman, 1880

(Voir annexes II)

Description : espèce coloniale, sous forme de grappe transparente.

Les zoïdes sont logés chacun dans un sac transparent, leur corps est divisé en deux parties ; le siphon buccal est lisse ; la branchie contient au moins 18 rangées de stigmates ; le tube digestif est sous la branchie.

Biologie et écologie :

Reproduction : zoïdes matures de juin à septembre, larves de juillet à octobre.

Bathymétrie : espèce littorale observée du niveau des marées (C. Monniot, 1972) jusqu'à 42 m (Pérès, 1956 a).

Bionomie : prairie de Thalassia (Van Name, 1945) ; algues sciaphiles en mode calme ; milieu portuaire (Ramos et al., 1988 b) ; prairie de Cymodocée (Pérès, 1954) ; prairie de Posidonie (Pérès, 1957 b) ; lagunes littorales (Pérès, 1954 ; Ramos et al., 1988 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléraes (Rodriguez, 1922 ; Molinier, 1954 ; Pérès, 1954, 1957 b ; Ramos et al., 1988 b) ; Cap Creus (Harant, 1927 a, 1930 a) ; Port de Alicante (Cornet et Ramos, 1980) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1954, 1956 a ; Zaouali, 1974 ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., 2010) ; Grèce (C. Monniot, 1983 a) ; Egypte (Harant, 1939) ; Canal de Suez (Harant, 1927 b) ; Province Lusitanienne : Cadiz ; Province Sénégalienne : Sénégal (Pérès, 1949, 1951) ; Île du Cap Vert (Rennie et Wiseman, en C. Monniot, 1983 a) ; Sierra Leona (Millar, 1956) ; Région tropicale, Atlantique occidentale (Berill, 1932; Van Name, 1945; Monniot C., 1972 b, 1983 a; Millar, 1978; Plough, 1978; Goodbody, 1984 a).

Famille: Ascididae

Ascidia mentula O.F. Müller, 1776

Description: espèce solitaire, en forme de sac, de longueur 1,8 cm et de largeur 1 cm, d'épaisseur 2 mm ; la distance siphonale est de 1 cm. La tunique est blanchâtre, opaque recouverte d'algues brunes. Le siphon buccal contient 7 à 8 lobes ; la branchie est sur toute la longueur du corps ; pas de plis branchiaux, existence de sinus. Les gonades sont dans la boucle intestinale (fig. 34).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale et bathyale supérieure (Carpine, 1970), observée de la zone des marées (Berill, 1950) jusqu'à 270 m (Arnback-Christie-Linde, 1934).

Bionomie : algues photophiles (Saldanha, 1974 ; Ramos, 1984 ; Turon, 1985) ; algues sciaphiles en mode battu ; algues photophiles en mode calme (Lafargue et al., 1986) ; algues sciaphiles en mode calme (Fiala-Médioni, 1974 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1985 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; coralligène (Pérès et Picard, 1958 ; Laubier, 1966 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1987 c, 1985 ; Ramos et al., 1988 b) ; roches circalitorales (Vidal., 1967), grottes semi-obscures (Ramos, 1984 ; Rios et Brito, 1984), extraplombs et grottes (Dybern, 1969 a ; Lafargue, 1970 a ; Cornet et Ramos, 1980 ; Castric-

Fey et al., 1978) ; prairie de Posidonie (Roule, 1884 ; Pérès, 1954, 1959 b ; Kerneis, 1960 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Templado, 1984) ; détritique côtier (Rodriguez, 1922 ; Roule, 1884 ; Salfi, 1931 ; Pérès, 1956 a, 1957 a, 1959 a, 1959 b ; Pérès et Picard, 1958 ; Costa, 1960 ; Fredj, 1964 ; Ramos, 1987 a, Ramos et al., 1988 b) ; fond terrigène côtier (Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Capocaccia, 1964 ; Pérès et Picard, 1964) ; élevage de bivalves (Roman et Pérez, 1982).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Rodriguez, 1922 ; Pérès, 1957 a, 1959 b ;Ramos et al., 1988 b) ; Catalane (Maluquer, 1916 ; Rubio, 1971 ; Camp et Ros, 1980 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1984 ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; Alicante (Cornet et Ramos, 1980) ; île de Tabarka (Ramos, 1985) ; France (Roule, 1984 ; Harant, 1927 a, 1929 a, 1930 a, Pérès, 1952, Kerneis, 1960 ; Costa, 1960 ; Fredj, 1964 ; C. Monniot, 1975b ; Laubier, 1966 ; Vidal., 1967 ; Carpine, 1970 ; Lafargue, 1970 b ; Fiala-Médioni, 1974) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931, 1939 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1975 ; Tursi, 1980) ; Argelia (Pérès, 1959 a) ; Méditerranée orientale : Italie (Carus, 1890 ; Tursi, 1976 b) ; Tunisie (Pérès, 1954, 1956 a ; Zaouali, 1976 ; Chebbi et al., 2010) ; détroit siculo-tunisien (Pérès, 1956 a) ; près de la côte Egyptienne (Harant, 1939) ; Grèce (Hartmeyer, 1904 ; Pérès et Picard, 1958 ; Koukouras et Siamidou-Efremidou, 1979) ; Israel (Pérès, 1959).

Adriatique : Italie (Carus, 1890 ; Tursi et al., 1979), Yougoslavie (Heller, 1874 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971) ; Mer de Marmara, Mer Noire (Arnback-Christie-Linde, 1934 ; Berill, 1950).

Province Lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1914) ; détroit de Gibraltar (Arnback-Christie-Linde, 1934) ; Galicia (Roman et Pérez, 1982) ; Portugal (Saldanha, 1974) ; France (Harant, 1929 a. Harant et Vernières, 1933 ; Lafargue, 1970 a) ; Province Mauritanienne : Canaries (Rios et Brito, 1984 ; Rios, 1985) ; Marruecos (Sluiter, 1927, 1928) ; Manche : France (Harant et Vernières, 1933 ; Lévi, 1955) ; Royaume Unis (Berrill, 1950) ; Région Boréal Atlantique orientale : Royaume Unis (Berill, 1950 ; Millar, 1952, 1970 a). Scandinavie (Arnback-Christie-Linde, 1934 ; Millar, 1966 ; Dybern, 1969a).

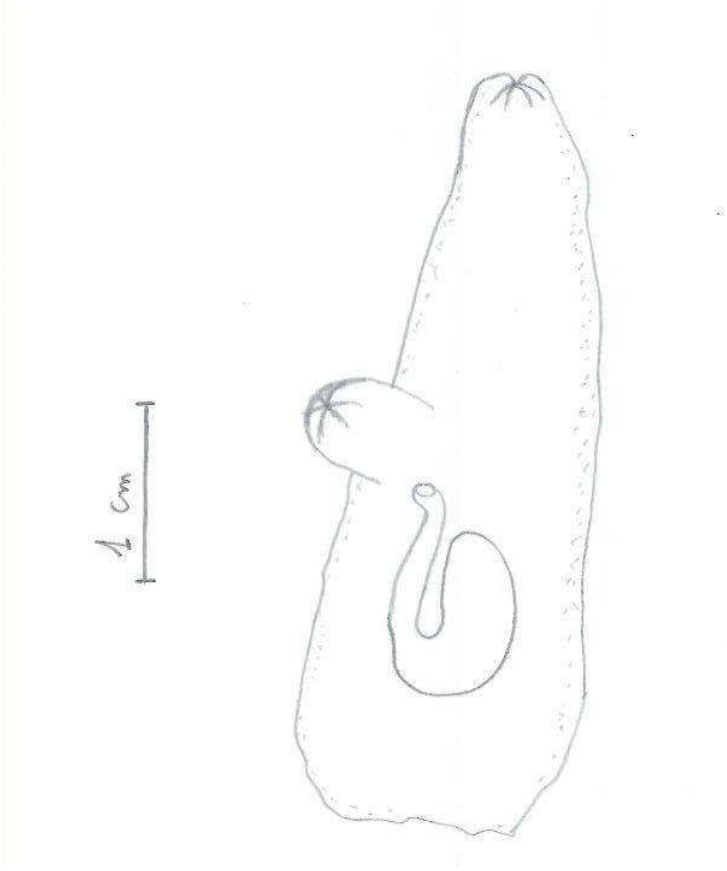


Fig. 34 : *Ascidia mentula* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

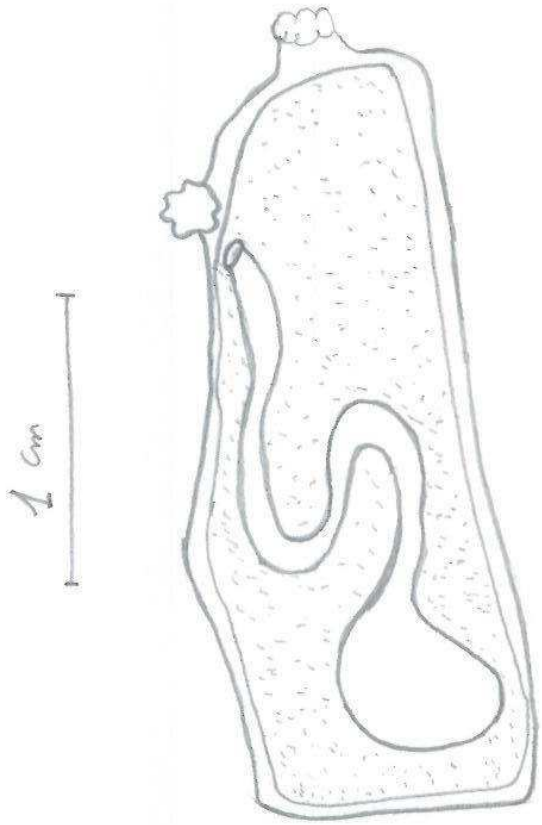


Fig. 35: *Ascidia virginea* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Ascidia virginea O.F. Muller, 1776

Description : espèce solitaire ayant un corps rectangulaire, de couleur gris translucide à rose ; la tunique est lisse. Les deux siphons buccal et cloacal sont proches ; les tentacules buccaux sont très nombreux. Le rectum est long ; l'anus se trouve dans la partie antérieure de la boucle intestinale (fig. 35).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale et bathyale, récoltée entre 3 et 400 m (Millar, 1970 a).

Bionomie : algues sciaphiles en mode calme (Dybern, 1969 ; Lafargue, 1970 ; Fiala-Médioni, 1974) ; extra-plombs, grottes (Lafargue et al., 1986) ; détritique côtier (Salfi, 1931 ; Pérès, 1956 a, 1957 b ; Gulliksen, 1978 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos, 1987 a) ; détritique profond (Rubio, 1971).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1957 b ; Ramos et al., 1988 b) ; Catalane (Rubio, 1971 ; Camp et Ros, 1980 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Lafargue et al., 1986) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a) ; France (Harant, 1927 a, 1929 b, 1930 a ; Pérès, 1952) ; Italie (Trausted, 1883 ; Salfi, 1931) ; Méditerranée orientale : Canal Siculo-tunisien (Pérès, 1956 a) ; Tunisie (Hamza, 1998 ; Chebbi et al., 2010) ; Grèce (Koukouras et Siamidou-Efremidou, 1979) ; Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1875 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971) ; Province Lusitanienne : France (Harant et Vernières, 1933 ; Lafargue, 1970 a) ; Manche : France (Harant, 1929 a ; Harant et Vernières, 1933 ; Lévi, 1955) ; Royaume Unis (Berill, 1950) ; Région Boréal Atlantique orientale : Royaume Unis (Berill, 1950 ; Millar, 1969 a ; Gulliksen, 1978) ; Arctique: île Spitsbergen (Millar, 1966).

Ascidiella scabra (Müller, 1776)

Description : *Ascidiella scabra* est une petite ascidie solitaire dont le diamètre n'excède pas 5 cm (2 à 4 cm). Sa couleur est grise ou blanche, souvent intérieurement pigmentée de rouge et visible à travers la tunique transparente et vitreuse. Le corps de forme ovale aplatie est le plus souvent collé au substrat, couché sur le côté gauche. La tunique d'apparence rugueuse est prolongée par de nombreuses excroissances fibreuses qui lui donnent une apparence poilue et semblent l'aider à se fixer au substrat. Les deux siphons sont difficiles à distinguer, proches l'un de l'autre, ils sont ponctués de taches crèmes et rougeâtres. Le siphon oral est terminal, le

cloacal à côté en est distant d'une longueur équivalente à un quart de la longueur du corps (fig. 36).

Biologie et écologie :

Reproduction : Il s'agit d'une espèce ovipare. Sa reproduction, sexuée, est annuelle et a lieu d'avril à septembre. La larve reste pélagique de 2 à 10 jours, sa dispersion est de 1 à 10 km. La durée de vie de cette ascidie est de 2 à 5 ans. La maturité sexuelle est atteinte à 6 mois.

Bathymétrie : 0 à 10 m, rarement jusqu'à 30 m.

Bionomie : *Ascidiella scabra* est fixée à des substrats durs naturels ou artificiels, algues (*Fucus serratus*, laminaires), phanérogames, bryozoaires, autres ascidies solitaires, débris coquilliers ou roches.

Cette petite ascidie hyaline est présente dès l'estran jusqu'à 300 mètres (occurrence 0 à 10 m). Elle est fréquemment présente dans des eaux très chargées en suspensions diverses et balayées par des courants. Elle supporte de grandes variations de température (Norvège <=> Méditerranée) et l'exondation à marée basse; cette ascidie est donc relativement tolérante. *Ascidiella scabra* fait partie d'un faciès particulier : celui des bancs d'huîtres *Ostrea edulis* en Atlantique nord. La densité de *A. scabra* est de 5 individus au mètre carré environ, elle est associée dans ce faciès à *Ascidiella aspersa*, à plusieurs polychètes : *Chaetopterus variopedatus*, *Myxicola infundibulum*, *Sabella pavonina*, et *Lanice conchilega*.

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1957 a, 1957 b ; Ramos et al., 1988 b) ; Ceuta, Alboran (Pérès, 1959 b) ; Catalane (Cornet et Ramos, 1980 ; Lafargue et al., 1986) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a, 1987 c) ; Alicante (Ramos, 1985, 1987 c). France (Roule, 1884 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; Pérès, 1952 ; Lafargue, 1970 b). Italie (Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1970, 1975) ; Méditerranée orientale : Italie (Tursi et al., 1974) ; Tunisie (Pérès, 1956 a ; Chebbi et al., 2010) ; Grèce (Pérès et Picard, 1958) ; Israël (Pérès, 1958 c) ; Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1874 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971) ; Mer Marmara, Mer noire (Millar, 1966) ; Province Lusitanienne : France (Glémarec et Monniot, 1966, Lafargue, 1970 a) ; Manche : France (Lévi, 1955 ; Harant et Vernières, 1933) ; Royaume Unis (Berrill, 1950) ; Région Boréale Atlantique orientale: Royaume Unis (Berill, 1950 ; Millar, 1952, 1970a) ; Scandinavie (Arnback-Christie-Linde, 1934 ; Millar, 1966 ; Dybern, 1969 a, 1969b, 1969c ; Gulliksen, 1978).

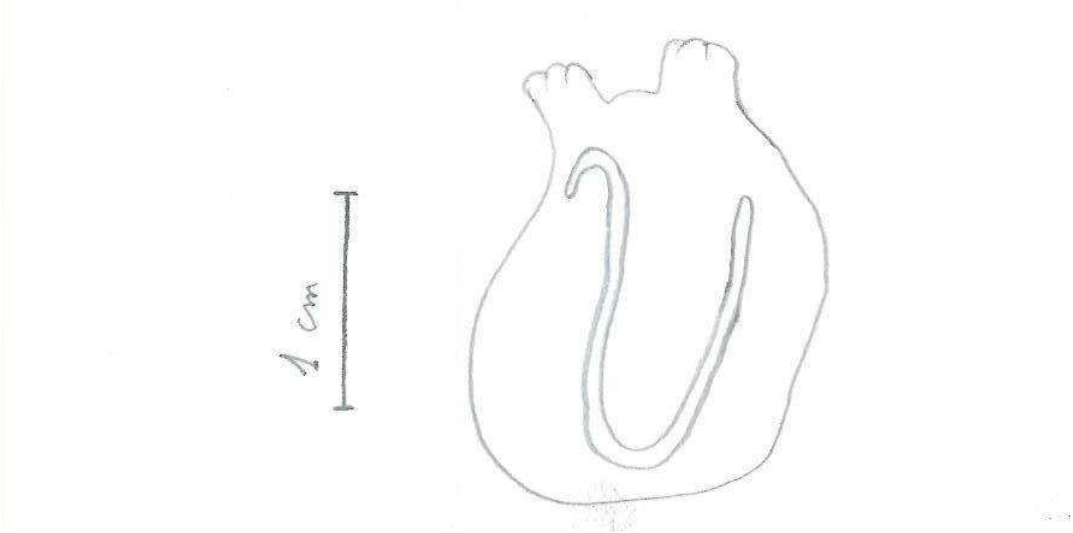


Fig. 36 : *Ascidiella scabra* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

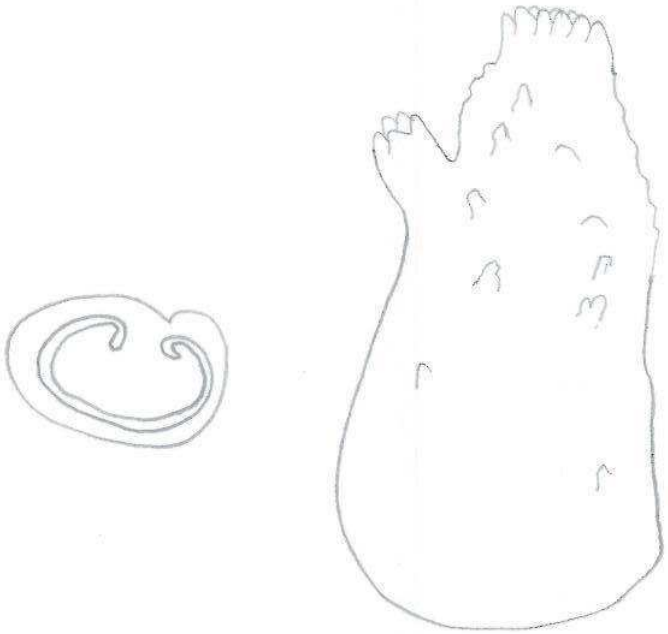


Fig. 37: *Ascidiella aspersa* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Ascidiella aspersa (O.F. Muller, 1776)

Description : espèce solitaire de forme ovoïde ; tunique de couleur variable du gris translucide au brun rosâtre. Espèce munie à son niveau supérieur du corps de nombreux papilles et rugosité. Le siphon buccal se trouve au à l'extrémité supérieur du corps ; le siphon cloacal est situé au niveau du tiers du corps, en position dorsale. La branchie contient 40 tentacules ; le tubercule dorsal est en forme de « C ». La boucle intestinale se trouve dans la partie inferieur du corps. L'ovaire se trouve au niveau de la partie gauche de la boucle intestinale tandis que les tubules testiculaires, ramifiés, sont situés sous l'intestin (fig. 37).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale, quelques fois bathyale, observée du niveau des marées (Berill, 1950) jusqu'à 248 m (Harant, 1929 a).

Bionomie : algues photophiles (Dybern, 1969 a) ; algues sciaphiles en mode calme (Fiala-Médioni, 1974) ; fonds à Caulerpe (Harant, 1939), fonds à Zostère (Koukouras et Siamidou-Efremidou, 1979) ; détritique côtier (Salfi, 1931 ; Pérès, 1956 a, 1957 a, 1959 b ; Pérès et Picard, 1958) ; lagunes littorales (Harant, 1927 a ; Tursi et al., 1974 ; Brunetti, 1979) ; élevage de bivalves (Roman et Pérez, 1982 ; Gonzalez Sanjurjo, 1982).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Golfe de Valence (Rodriguez, 1922) ; Mallorca (Pérès, 1957 a) ; Alboran (Pérès, 1959 b) ; Catalane (Camp et Ros, 1980) ; France (Roule, 1884 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; Harant et Vernières, 1933 ; Pérès, 1952 ; C. Monniot, 1965 b ; Picard, 1965 ; Clausade, 1969 ; Fiala-Médioni, 1974 ; Leung Tack Kit, 1976) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931, 1939 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1975 ; Tursi, 1980) ; Méditerranée orientale : Italie (Carus, 1890 ; Parenzan, 1959 ; Tursi, 1976 b) ; Canal Siculo-tunisien (Pérès, 1956 a) ; Tunisie (Chebbi et al., 2010) ; Grèce (Hartmeyer, 1904 ; Pérès et Picard, 1958 ; Koukouras et Siamidou-Efremidou, 1979) ; Israël (Pérès, 1958 b, 1958 c) ; Egypte (Harant, 1939) ; Canal de Suez (Harant, 1927 b) ; Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1874 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971) ; Italie (Tursi, 1971 ; Tursi et al., 1979 ; Brunetti, 1979) ; Mer de Marmara, Mer noire (Arnback-Christie-Linde, 1934, Berill, 1950) ; Province Lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1914) ; Asturias (Harant, 1929 a) ; Galicia (Harant, 1929 a ; Roman et Pérez, 1982 ; Gonzalez Sanjurjo, 1982) ; France (Harant et Vernières, 1933 ; Harant, 1929 a) ; Province Mauritanienne : Maroc (Sluiter, 1927, 1928) ; Madère (Harant, 1929 a) ; Manche : France (Harant et Vernières, 1933 ; Lévi, 1955) ; Royaume Unis (Berill, 1950).

Province Sénégalienne : Sénégal (Pérès, 1948, 1949) ; Région Boréal : Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1952, 1970 a) ; Scandinavie (Arnback-Christie-Linde, 1934 ; Millar, 1966 ; Dybern, 1969 a) ; Région Sur-australienne : Tasmanie, Nouvelle Islande (Brewin, 1949, 1957 ; Kott, 1951).

Phallusia mamillata (Cuvier, 1815)

(Annexes II)

Description : espèce solitaire à tunique blanche, translucide, de consistance cartilagineuse avec de gros tubercules arrondis et disposés de manière irrégulière. Le corps est long légèrement ovoïde. Le siphon buccal est terminal, celui cloacal est situé à des distances variables (au niveau 1/3 ou ½ de la longueur du corps). La branchie contient de très nombreux tentacules buccaux, un petit tubercule et de nombreux vaisseaux longitudinaux avec des papilles intermédiaires et stigmates allongés. La glande neurale se trouve dans la cavité péribranchiale avec de nombreux tubercules. La masse viscérale est localisée dans la partie inférieure du corps. Il existe sous la boucle intestinale de nombreuses vésicules rénales et les gonades. L'oviducte et le spermiducte suivent le parcours de l'intestin pour s'ouvrir près de l'anse.

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale, observée entre le niveau superficiel (Berill, 1950 ; Pérès, 1959 b ; Millar, 1970 a) et 180 m (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a).

Bionomie : coralligène (Pérès, 1959 b ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; grottes semi-obscures (Laborel, 1960) ; prairie de Posidonie (Pérès, 1957 b) ; fonds à Zostère (Roule, 1884) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a, 1957 a, 1957 b, 1959 b ; Costa, 1960 ; Rubio, 1971 ; Ramos, 1985, 1987 a, Ramos et al., 1988 b) ; élevage de bivalve (Roman et Pérez, 1982).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Rodriguez, 1922 ; Pérès, 1957 a, 1957 b, 1959 b. Ramos et al., 1988 b) ; Catalane (Maluquer, 1916 ; Camp et Ros, 1980 ; Rubio, 1971 ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; île Tabarka (Ramos, 1985) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a) ; Port de Valence, Baie d'Alicante ; France (Roule, 1884 ; Harant, 1927 a, 1929 a, 1930 a ; Costa, 1960 ; Laborel, 1960 ; Bellan-Santini, 1969 ; Lafargue, 1970b ; Fiala-Médioni, 1974 ; Leung Tack Kit, 1976) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1970, 1975) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1956 a ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., 2010) ; Italie (Carus, 1890 ; Parenzan, 1959 ; Tursi, 1976 b) ; Grèce

(Hartmeyer, 1904 ; Koukouras et Siamidou-Efremidou, 1979) ; Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1875 ; Lafargue, 1971) ; Italie (Carus, 1890) ; Mer de Marmara (Harant et Vernières, 1933 ; Berill, 1950) ; Province Lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1914) ; Ria de Arosa (Roman et Pérez, 1982) ; France (Harant et Vernières, 1933) ; Manche : Royaume Unis (Berrill, 1950) ; Région Boréal Atlantique orientale : Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a).

Order: Stolidobranchia Lahille, 1890

Famille: Styelidae

Styela plicata (Lesueur, 1823)

(Annexes II)

Description : Corps ovoïde, mamelonné avec des sillons marqués, de couleur crème à brun clair. Tunique rigide, de consistance cartilagineuse. Manteau jaune orangé, plus foncé au niveau des siphons. On distingue par transparence un très gros tube digestif à gauche et des gonades allongées des deux côtés. Branchie avec quatre plis méridiens de chaque côté. Estomac rayé. Deux gonades à gauche et en général quatre ou cinq à droite, formées d'un ovaire centralement allongé, orangé et entouré de lobes testiculaires blancs. Toute la face interne du manteau est couverte de vésicules claires.

Taille : Maximum: 10 cm; commune 6 à 8 cm.

Biologie et écologie :

Reproduction : Reproduction en été et automne

Bathymétrie : 0 à 10 m de profondeur

Bionomie : vit presque uniquement dans les lagunes, les ports et les installations conchylicoles.

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Catalane (Buen, 1905 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; Baléares (Rodriguez, 1922) ; Baie et Port d'Alicante (Cornet et Ramos, 1980) ; France (Roule, 1885 ; Harant, 1930 a ; Pérès, 1952 ; Clausade, 1969 ; Fiala-Médioni, 1974 ; Leung Tack Kit, 1964 ; Montanari et Relini, 1970 a, 1975 ; Tursi, 1980) ; Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1954 ; 1956 a ; Chebbi et al., 2010) ; Italie (Tursi et al., 1974 ; Tursi, 1976 b) ; Egypte (Harant, 1939 ; Sedra et Khalil, 1972) ; Israël (Pérès, 1958 b, 1958 c).

Adriatique : Italie (Heller, 1877 ; Pérès, 1956 c ; Sabbadin, 1958 ; Brunetti et Menni, 1977 ; Brunetti, 1979 ; Tursi et al., 1979) ; Province Mauritanienne : Mauritanie (Pérès, 1949).
Province Sénégalienne : Sénégal (Pérès, 1948, 1949, 1951 ; C. Monniot, 1969 c) ; Région Tropical Atlantique occidentale: Van Name, 1945 ; C. Monniot, 1972 a, 1983 b ; Plough, 1978 ; Goodbody, 1984 a, 1984 b ; Région Carolines: Van Name, 1945; Plough, 1978 ; Région sud Américaine orientale: Van Name, 1945; Millar, 1958; C. Monniot, 1969 c ; Région Japonaise : Tokioka, 1963 ; Nakauchi, 1973 ; Tokioka et Nishikawa, 1975 ; Nishikawa, 1980 ; Région Californienne : Fay et Johnson, 1971 ; Abbot et Johnson, 1972 ; Fay et Vallee, 1979 ; Région Australienne : Brewin, 1948, 1957 ; Kott, 1952.

Styela canopus (Savigny, 1816)

Description : espèce solitaire possède une tunique rigide de couleur rougeâtre, lobulée, de longueur 1, 5 cm, de largeur 1 cm et possédant une distance inter-siphonale de 1 cm. Le siphon buccal est à 4 lobes rouges à bandes jaunes ; le siphon cloacal est à 4 lobes rouges. La branchie possède 4 plis, l'estomac est rayé et les gonades sont dans les deux parties du corps.
Biologie et écologie :
Bathymétrie : espèce ubiquiste (littorale et bathyale supérieur), observée de 0 m jusqu'à 280 m (Leung Tack Kit, 1976).
Bionomie : algues photophiles (Lévi, 1955 ; Saldanha, 1974 ; Ramos, 1984) ; algues sciaphiles en mode calme (Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; coralligène (Laubier, 1966, Lafargue et al., 1986) ; prairie de posidonie (Salfi, 1931) ; détritique côtier (Pérès, 1957 a, 1959 b ; Costa, 1960 ; Clausade, 1969 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1987 a) ; roches de haute mer (Pérès et Picard, 1964) ; détritique profond (Clausade, 1969) ; fonds terrigène côtier (Pérès, 1956 a. Parenzan ? 1959 ; Capocaccia, 1964 ; Pérès et Picard, 1964) ; milieu portuaire (Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1970 ; Tursi et al., 1979 ; C. Monniot et al., 1985) ; lagunes côtières (Tursi et al., 1974 ; Tursi, 1980 ; Godbody, 1984 a).
Distribution géographique :
Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1957 a, 1957 b, 1959 b) ; Catalane (Camp et Ros, 1980 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Cornet, 1980 ; Bibiloni et Cornet, 1982 ; Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a) ; France (Roule, 1885 ; Harant, 1927 a, 1929 a, 1930 a ; Harant et Vernières, 1933 ; Costa, 1960 ; C. Monniot, 1965 b. Clausade ? 1969 ; Laubier, 1966. Leung Tack Kit, 1976). Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1970 a, 1975) ; Méditerranée orientale :

Tunisie (Pérès, 1956 a ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., 2010) ; Italie (Tursi et al., 1974) ; Egypte (Harant, 1939) ; Israël (Pérès, 1958 b) ; Canal de Suez (Harant, 1927b); Adriatique : Italie (Tursi et al., 1979) ; Yougoslavie (Heller, 1877) ; Mer de Marmara (Berrill, 1950).

Province Lusitanienne : Portugal (Saldanha, 1974 ; Marques, 1984) ; France (Lafargue, 1970 a) ; Manche : France (Harant et Vernières, 1933 ; Lévi, 1955) ; Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a) ; Province Mauritanienne : Mauritanie (Pérès, 1949) ; Province Sénégalienne : Sénégal (Pérès, 1949, 1951 ; C. Monniot, 1969 c) ; île du Cap Vert (Berrill, 1950) ; Région Guinéenne : Millar, 1953 ; C. Monniot, 1983) ; Région Boréal Atlantique occidentale : Van Name, 1945 ; Plough, 1978) ; Région Tropical Atlantique occidentale: Berrill, 1932 ; Van Name, 1945; Gravier, 1955; C. Monniot, 1972 a, 1983 b ; Plough, 1978 ; Goodbody, 1984 a, 1984 b) ; Région Carolines: Van Name, 1945; Plough, 1978 ; Région sud Américaine orientale: Van Name, 1945; Millar, 1958; C. Monniot, 1969 c) ; Région Indopacifique : Vasseur, 1967 a, 1967 b ; Tokioka et Nishikawa, 1975 ; Nishikawa, 1984 ; C. Monniot et al., 1985) ; Mer rouge: Hartmayer, 1915; Michaelsen, 1918; Kott, 1957) ; Région Japonaise : Tokioka, 1963 ; Nakauchi, 1973 ; Tokioka et Nishikawa, 1975 ; Nishikawa, 1980).

Botryllus leachi (Savigny, 1816)

Description : C'est une espèce coloniale formée de plusieurs centaines d'individus réunis par une tunique plus ou moins transparente. Encroûtante et molle, elle forme des couches plates mais charnues qui peuvent arborer toutes les couleurs (uni ou bicolore) possibles suivant les régions où elle se trouve. La pigmentation est souvent jaune orangé, mais aussi plus claire, rouge, brune, parfois ponctuée de points blancs. Les colonies sont douces et molles au toucher.

Les zoïdes sont organisés en deux rangées parallèles aboutissant à des siphons cloacaux allongés ou circulaires où aboutissent les canaux exhalant qui séparent les rangées flexueuses, méandriformes de zoïdes. Ces ouvertures cloacales sont parfois entourées d'une rosette de zoïdes. La colonie a une épaisseur de 4 mm en moyenne et peut s'étendre sur le substrat de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres (fig. 38).

Les zoïdes sont deux fois plus longs que larges et mesurent 1,5 à 3 mm de long, ils ne sont pas divisés en thorax et abdomen. Les siphons buccaux ne sont pas lobés et sont relativement larges. Le siphon cloacal ne présente pas de languette (ou elle est très petite). Les tentacules branchiaux sont au nombre de 8 à 16, le sac branchial est constitué de 9 à 15 rangées de fins

trémas et de 3 renforts longitudinaux de chaque côté, mais sans repli. L'intestin est à gauche du sac branchial ; les gonades sont postérieures (fig. 38).

Biologie et écologie :

Reproduction : Cette espèce hermaphrodite est vivipare. La reproduction est possible toute l'année. Zoïdes mâtures de mai à juillet (Brunetti et Menin, 1977) ; ovules en avril.

Bathymétrie : espèce littorale, rencontrée de 0 à 15 m (Millar, 1970 a) mais elle aussi été observée à plusieurs centaines de mètres (110 m) (Capocaccia, 1964).

Bionomie : substrats durs (roches, coquillages, grandes algues brunes), elle affectionne particulièrement les étangs et chenaux littoraux. Colonies présentes sur le sable sont fixées sur un support dur (coquilles vides...).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Rodriguez, 1922 ; Pérès, 1959 b ; Ramos et al., 1988 b) ; Catalane (Camp et Ros, 1980 ; Lafargue et al., 1986) ; île de Tabarca (Ramos, 1985) ; France (Daumézon, 1908 ; Harant, 1927 a, 1930 a. Harant et Vernières, 1933 ; Pérès, 1952 ; Lafargue, 1970 b ; Fiala-Médioni, 1974) ; Italie (Della Valle, 1877 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1970, 1975) ; Méditerranée orientale : Italie (Parenzan, 1959 ; Tursi et al., 1974) ; Tunisie (Méliane, 2002 ; Chebbi et al., 2010) ; Egypte (Harant, 1939) ; Adriatique : Yougoslavie (Drashe, 1883 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971) ; Italie (Carus, 1890 ; Pérès, 1956 c ; Brunetti, 1979 ; Tursi et al., 1979) ; Mer Noire (Berrill, 1950) ; Province Lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1914) ; Portugal (Saldanha, 1974) ; France (Harant et Vernières, 1933 ; Lafargue, 1970 a) ; Manche : France (Milne Edwards, 1841 ; Giard, 1872 ; Harant et Vernières, 1933 ; Lévi, 1955) ; Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a) ; Province Sénégalienne : Sénégal (C. Monniot, 1969 a) ; Région Boréal Atlantique : Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1966, 1970 a) ; Scandinavie (Millar, 1966 ; Dybern, 1969 a) ; Région Australienne et Nouvelle Islande (Brewin, 1948, 1950, 1957 ; Kott, 1966).

Botryllus schlosseri (Pallas, 1776)

Description : tous les individus sont inclus dans une tunique commune. Les orifices inhalants des zoïdes sont groupés de façon régulière autour d'un cloaque commun qui occupe une position centrale. La colonie apparaît comme un ensemble de petites structures en étoiles caractéristiques. Chaque groupe de 3 jusqu'à une vingtaine de zoïdes mesure 5 mm environ. L'ensemble des individus forme une croûte molle pouvant atteindre un diamètre de plusieurs

centimètres. La couleur des colonies est extrêmement variable, jaune, verte, brune, bleue, mauve…et les zoïdes sont presque toujours de couleur différente, ce qui contraste avec la couleur de la tunique (fig. 39).

Biologie et écologie :

Reproduction : Cette espèce hermaphrodite est vivipare. Reproduction possible toute l'année.

Bathymétrie : Espèce des eaux superficielles (Fiala- Médioni, 1974) jusqu'à la profondeur de plusieurs centaines de mètres (300 m) (Capocaccia, 1964).

Bionomie : pierres ou en épiphyte sur les ascidies, les algues, les zostères marines, côtes rocheuses modérément exposées. En Méditerranée où elle est largement distribuée et fréquente, cette espèce sera principalement vue sur les feuilles de posidonies et sur les zones plates de certaines algues.

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Rodriguez, 1922 ; Ramos et al., 1988 b) ; golfe de Valence (Rodriguez, 1922) ; Alboran (Pérès, 1959 b) ; Catalane (Camp et Ros, 1980 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Cornet, 1980 ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a, 1987 c) ; France (Marion, 1883 ; Daumézon, 1909 ; Harant, 1927 a, 1929 a, 1930 a ; Harant et Vernières, 1933 ; Lahille, 1887, 1890 ; Pérès, 1952 ; Kerneis, 1960 ; Laubier, 1966 ; Vidal., 1967 ; Lafargue, 1970 b ; Fiala-Médioni, 1974) ; Italie (Della Valle, 1877 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1970 a, 1975 ; Tursi, 1980) ;

Méditerranée orientale : Italie (Parenzan, 1959 ; Tursi et al., 1974) ; Tunisie (Pérès, 1954,56 a ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., 2010) ; Egypte (Harant, 1939 ; Sedra et Khalil, 1972) ; Grèce (Pérès et Picard, 1958) ; Israël (Pérès, 1958 b) ;

Adriatique : Yougoslavie (Drashe, 1883 ; Carus, 1890 ; Gamulin-Brida, 1967 ; Lafargue, 1971) ; Italie (Carus, 1890 ; Pérès, 1956 c ; Sabbadin, 158 ; Tursi et al., 1979 ; Brunetti et Menin, 1977 ; Brunetti, 1979) ; Mer Noire : Harant et Vernières, 1933 ; Berrill, 1950 ;

Province Lusitanienne : Galicia (Gili et al., 1982 ; Gonzalez Sanjuro, 1982) ; Pays Basque (Ibanez et al., 1980) ; Portugal (Saldanha, 1974 ; Maques, 1984) ; France (Harant et Vernières, 1933 ; Lafargue, 1970 a) ;

Province Mauritanienne : Canaries (Rios, 1985) ; Maroc (Sluiter, 1927).

Manche : France (Savigny, 1816 ; Milne Edwards, 1841 ; Giard, 1872 ; Lahille, 1890 ; Harant et Vernières, 1933 ; Lafargue, 1970 a) ; Province Sénégalienne : Sénégal (Pérès, 1949, 1951).

Région Boréal Atlantique orientale : Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1966, 1970 a) ; Scandinavie (Berrill, 1950 ; Millar, 1966 ; Dybern, 1969 a) ; Région Boréal Atlantique occidentale : Van Name, 1945 ; Plough, 1978 ; Région Carolines : Van Name, 1945 ; Plough, 1978.

Région sud Africaine : Millar, 1955.

Région Japonaise : Tokioka, 1963 ; Nakauchi, 1973 ; Nishikawa, 1980.

Région Australienne et Nouvelle Islande : Brewin, 1948, 1950, 1957 ; Kott, 1952.

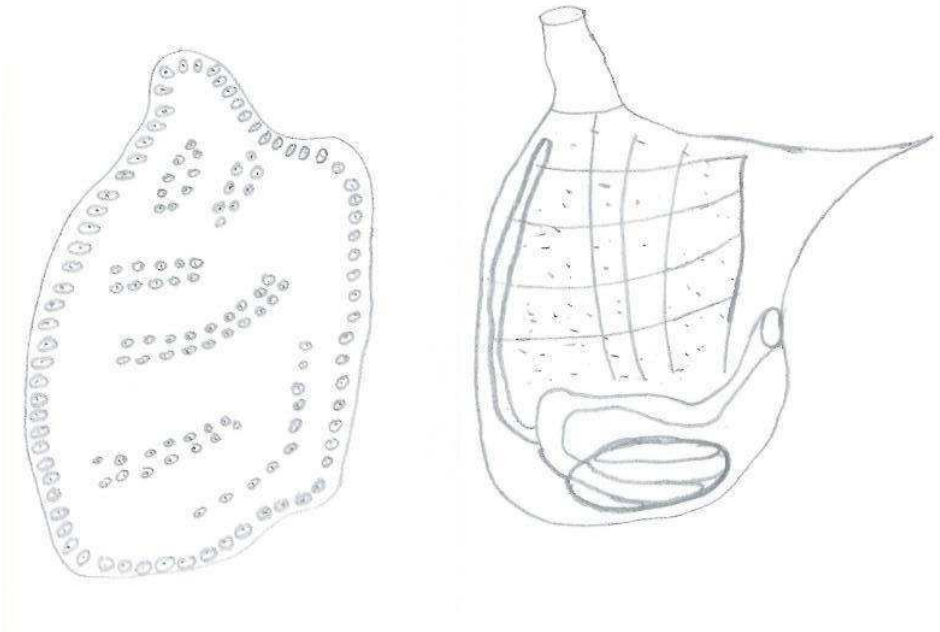


Fig. 38 : *Botryllus leachi* Zoïde (Chebbi, 2006)

Fig. 39: *Botryllus schlosseri* Zoïde (Chebbi, 2006)

Distomus variolosus Gaertner, 1774

Description : individus cylindriques, allongés (1 cm de longueur), fortement condensé les uns aux autres. La couleur va du jaune au brun foncé donnant au noir. La branchie n'est pas munie de vrais plis mais de plis rudimentaires. Le tube digestif est court, muni d'un estomac avec une dizaine de plis ; les testicules (une douzaine) se trouvent dans la partie péribranchiale gauche ; les ovaires allongés, sont au contraire situés dans la partie droite du corps (fig. 40).

Biologie et écologie :

Reproduction : larves en juin (Cornet et Ramos, 1980).

Bathymétrie : espèce euribathyal du niveau superficiel (Berrill, 1950) jusqu'à 280 m (Leugh Tack Kit, 1976).

Bionomie : algues sciaphiles en mode battu (Saldanha, 1974) ; algues photophiles en mode calme (Saldanha, 1974 ; Lafargue et al., 1986) ; algues sciaphiles en mode calme (Lafargue, 1970 a ; Fiala-Médioni, 1974 ; Saldanha, 1974 ; Cornet, 1980 ; Gili et al., 1982 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; coralligène (Harant, 1927 a ; Laubier, 1966 ; Fiala-Médioni, 1974 ; Lafargue et al., 1986) ; grottes semi-obscure (Lacaze-Duthiers et Délage, 1892 ; Lévi, 1955 ; Lafargue et al., 1986), extra-plombs (Lafargue, 1970 a ; Fiala-Médioni, 1974) ; roches circalittorales (Vidal., 1967) ; détritique côtier (Pérès, et Picard, 1958 ; Costa, 1960 ; Clausade, 1969 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1987 a) ; fonds terrigènes côtier (Parenzan, 1959).

Distribution géographique : Catalane (Rubio, 1971 ; Camp et Ros, 1980 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Cornet, 1980 ; Biblioni et Cornet, 1982 ; Gili et Ros, 1982 ; Ramos, 1984 ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a) ; France (Roule, 1883 ; Lahille, 1887 ; Harant, 1927 a ; Pérès, 1952 ; Costa, 1960 ; C. Monniot, 1965 b ; Laubier, 1966 ; Vidal, 1967 ; Clausade, 1969 ; Fiala-Médioni, 1974 ; Leung Tack Kitt, 1976) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931, 1939 ; Parenzan, 1959 ; Capocaccia, 1964 ; Tursi, 1980).

Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1956 a ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., sous press) ; Grèce (Pérès et Picard, 1958) ; Canal de Suez (Harant, 1927 b).

Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1877 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971).

Province Lusitanienne : Galicia (Hartmeyer, 1912 b ; Gili et al., 1982) ; Portugal (Berrill, 1950 ; Pérès, 1964 ; Saldanha, 1974) ; France (Harant et Vernières, 1933 ; Lafargue, 1970 a).

Manche : France (Roule, 1883 ; Lacaze-Duthiers et Délage, 1892 ; Harant, 1924 b ; Lévi, 1955) ; Royaume Unis (Berill, 1950 ; Millar, 1970 a).

Région Boréal Atlantique orientale : Royaume Unis (Berrill, 1950).

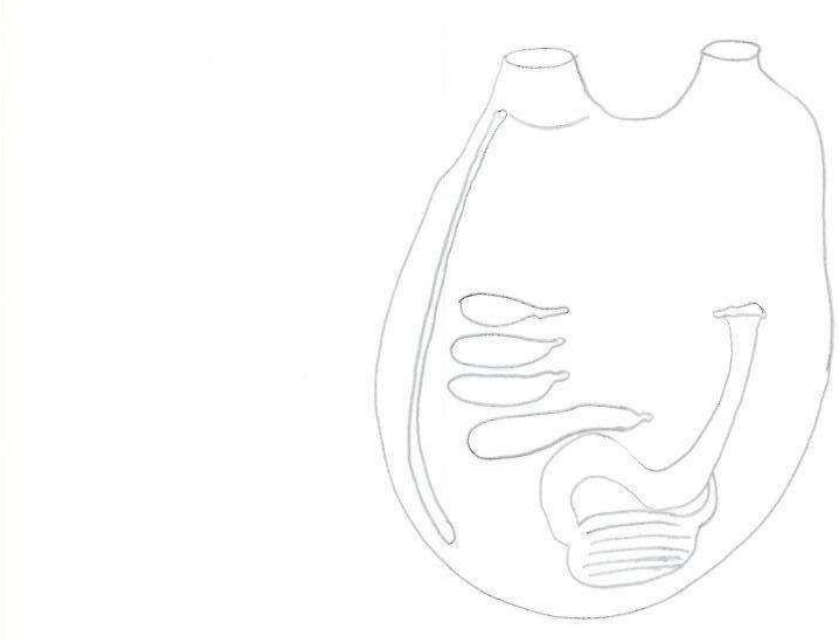


Fig. 40 : *Distomus variolosus* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Polycarpa gracilis Heller, 1877

Description : le corps a généralement une forme variable, généralement ovoïde. La tunique est recouverte de sable surtout dans au niveau des rizoïdes. La branchie, très délicate, présente 4 plis. L'intestin forme une boucle ayant l'allure d'un « S » ; l'estomac présente de nombreux plis. Les polycarpes, de petites tailles, se trouvent dans la partie ventrale en une seule file. Dans chaque polycarpe, on note la présence dans la partie centrale des ovaires et à la périphérie les testicules (fig. 41).

Biologie et écologie :

Reproduction : espèce vivipare (Lafargue, 1970 a).

Bathymétrie : espèce littorale eurybathyale, observée entre 2 (Fiala-Médioni, 1974) et 200 m (Clausade, 1969).

Bionomie : algues photophiles (Lévi, 1955 ; Saldanha, 1974) ; algues sciaphiles en mode battu (Cornet et Ramos, 1980) ; algues photophiles en mode calme (Lafargue et al., 1986) ; algues sciaphiles en mode calme (Fiala-Médioni, 1974 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; grottes semi-obscure (Lafargue, 1970 a ; Fiala-Médioni, 1974) ; prairie de posidonie, rhizomes ; détritique côtier (Pérès, 1956 a ; 1959 b. Picard, 1965 ; Ramos et al., 1988 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1959 b ; Ramos et al., 1988 b) ; Catalane (Camp et Ros, 1980 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Lafargue et al., 1986) ; Alicante ; France (Harant, 1927 a, 1930 a ; Harant et Vernières, 1933 ; Pérès, 1952 ; Picard, 1965 ; Clausade, 1969 ; Guille, 1971 ; Fiala-Médioni, 1974) ; Italie (Heller, 1887 ; Salfi, 1931, 1939 ; Capocaccia, 1964).

Méditerranée orientale : Italie, (Tursi, 1976 b) ; Tunisie (Pérès, 1956 a, Chebbi et al., sous press).

Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1877 ; Carus, 1890 ; C. et F. Monniot, 1971 ; Lafargue, 1971).

Province Lusitanienne : Portugal (Saldanha, 1974 ; Marques, 1932) ; France (Lafargue, 1970 a).

Manche : France (Harant et Vernières, 1933 ; Lévi, 1955) ; Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a).

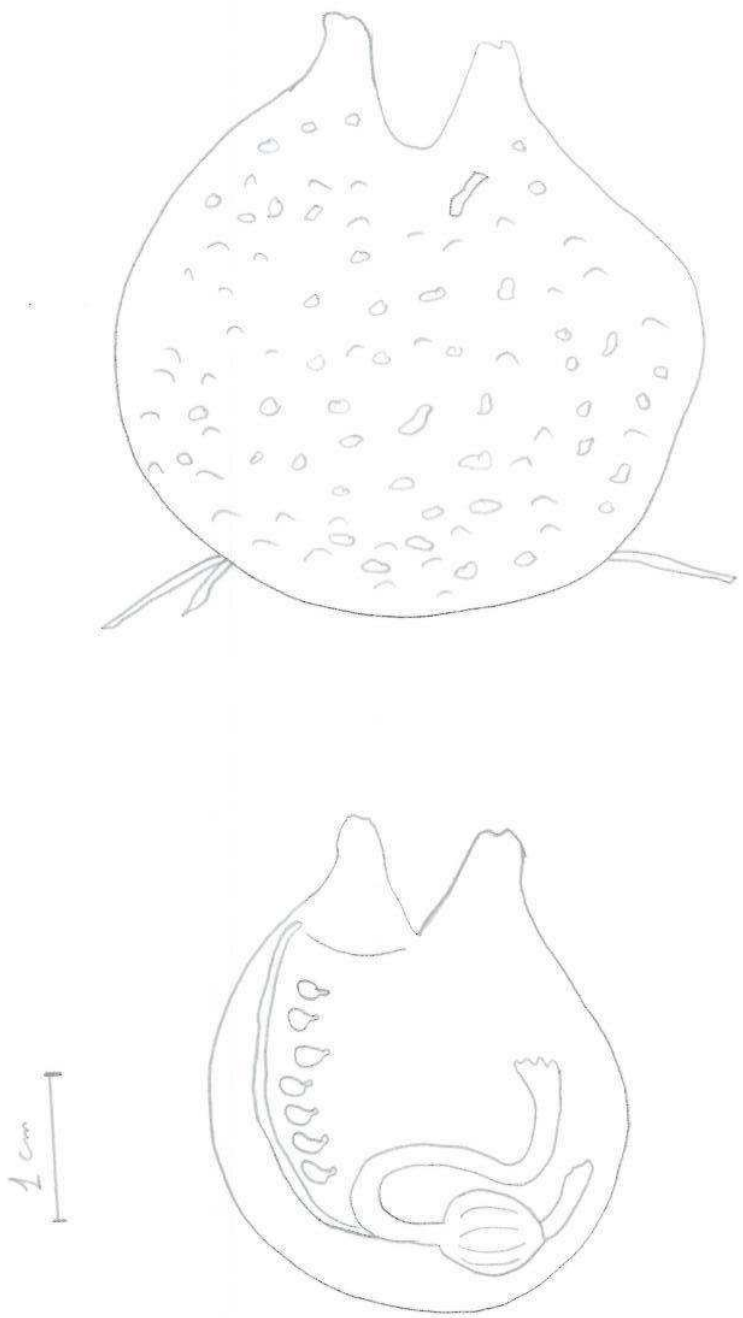


Fig. 41 : *Polycarpa gracilis* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Polycarpa mamillaris (Gaertner, 1774)

Description : Espèce solitaire à tunique de couleur brun foncé de forme allongée latéralement, incrusté d'algues brunes et de débris de coquillages. Le manteau est de couleur gris avec deux siphons colorés en orangé claire. Le tubercule vibratile est sous forme de « c » mais à l'envers. La branchie présente 4 plis sous laquelle, on observe un corps remplis de nombreux polycarpes de chaque côté du corps, la boucle intestinale est dans la partie gauche du corps (fig. 42).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce rencontrée entre 10 (Chebbi et al., sous press) et 100 m (Cornet et Ramos, 1984).

Bionomie : fonds meubles de la plateforme continental (F. et C. Monniot, 1975) ; détritique côtier et détritique profond (Cornet et Ramos, 1980).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Catalane (Cornet et Ramos, 1980) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a) ; France (F. et C. Monniot, 1975).

Méditerranée orientale : Tunisie (Chebbi et al., sous press).

Manche et Région Boréale Atlantique Orientale : Royaume Unis (Alder et Hancock, 1907).

Province Lusitanienne : Portugal (Marques, 1984).

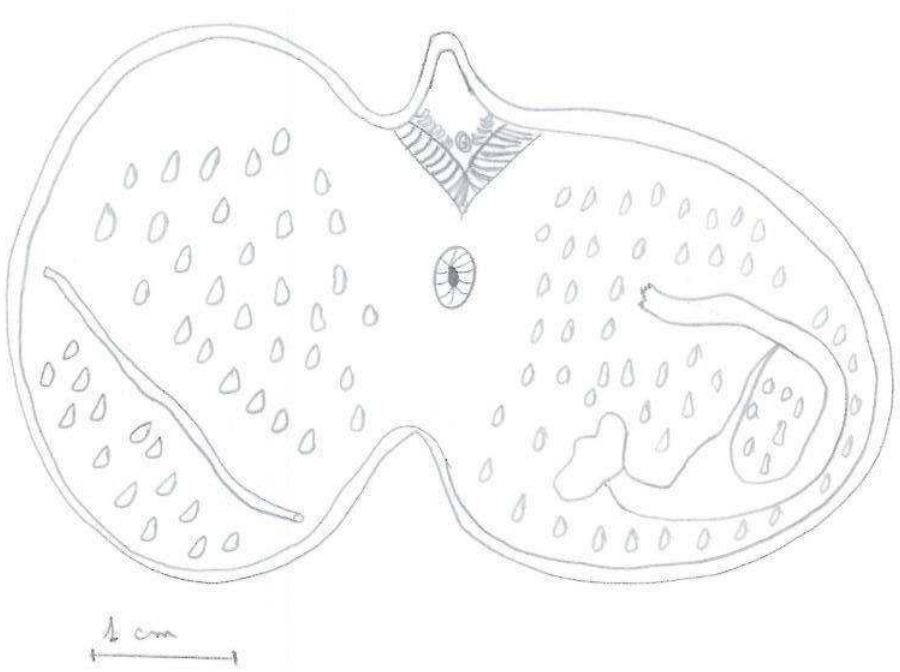


Fig. 42 : *Polycarpa mamillaris* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Polycarpa kornogi (Glémarec et Monniot C., 1966)

Description : tunique de couleur beige sombre incrusté de sable et débris de coquillages. Le corps est allongé, possède deux siphons bien visibles et fermées (fig. 43).

Taille : 3 cm de longueur et 2 cm de largeur.

Epaisseur de la tunique: 3 mm.

Le manteau est de couleur grise avec des points rougeâtres autour des siphons.

Pour les spécimens de taille moyenne la branchie se présente avec 4 plis selon la formule :

Droite: DL-1-**15**-6-**11**-1-**18**-3-**9**-2-E

Gauche: DL-0-**10**-1-**8**-2-**14**-1-**10**-1-E

L'irrégularité de la longueur des stigmates ainsi que de leurs nombres par rang est exactement comme celle décrite par Glémarec et Monniot en 1960. Les deux siphons présentent quatre bandes rouges-orangées. A la base du siphon buccal on trouve 12 longues tentacules qui alternes avec d'autres plus petits. Le tubercule dorsal est en forme de « 6 » ou de « C ». La boucle intestinale occupe le ¾ de la partie gauche du corps. L'anus présente plusieurs lobes de différentes tailles. L'orifice cloacal s'ouvre avec un court velum. On note aussi la présence de plusieurs gonades dans chaque côté du corps : 40 à droite et 30 à gauche. Les gonades sont allongées et composées de 6 à 8 acinis testiculaires situées sous ou autour d'un ovaire cylindrique. Le spermiducte s'ouvre près du gonopore femelle.

Les larves n'ont pas été observées. L'endocarpe est localisé dans la boucle intestinale près des gonades.

Biologie et écologie :

Bathymétrie : *P. Kornogi* a été trouvée pour la première fois en Tunisie à des profondeurs variables entre 5 et 9 m à Sidi Raïs et autour de 40 m à Bilaw (Chebbi et al., 2009 a). Le substrat est soit de type rocheux incrusté d'algues ou soit de type herbier de Posidonie.

Distribution géographique:

Atlantique : Norvège (Monniot et Glémarec, 1979) vers 200 m de profondeur, sud de la Bretagne (Vasquez et al., 1995).

Méditerranée : province Ibérique (Turon, 1987) entre 10 et 75 m de profondeur ; Tunisie entre 5 et 40 m.

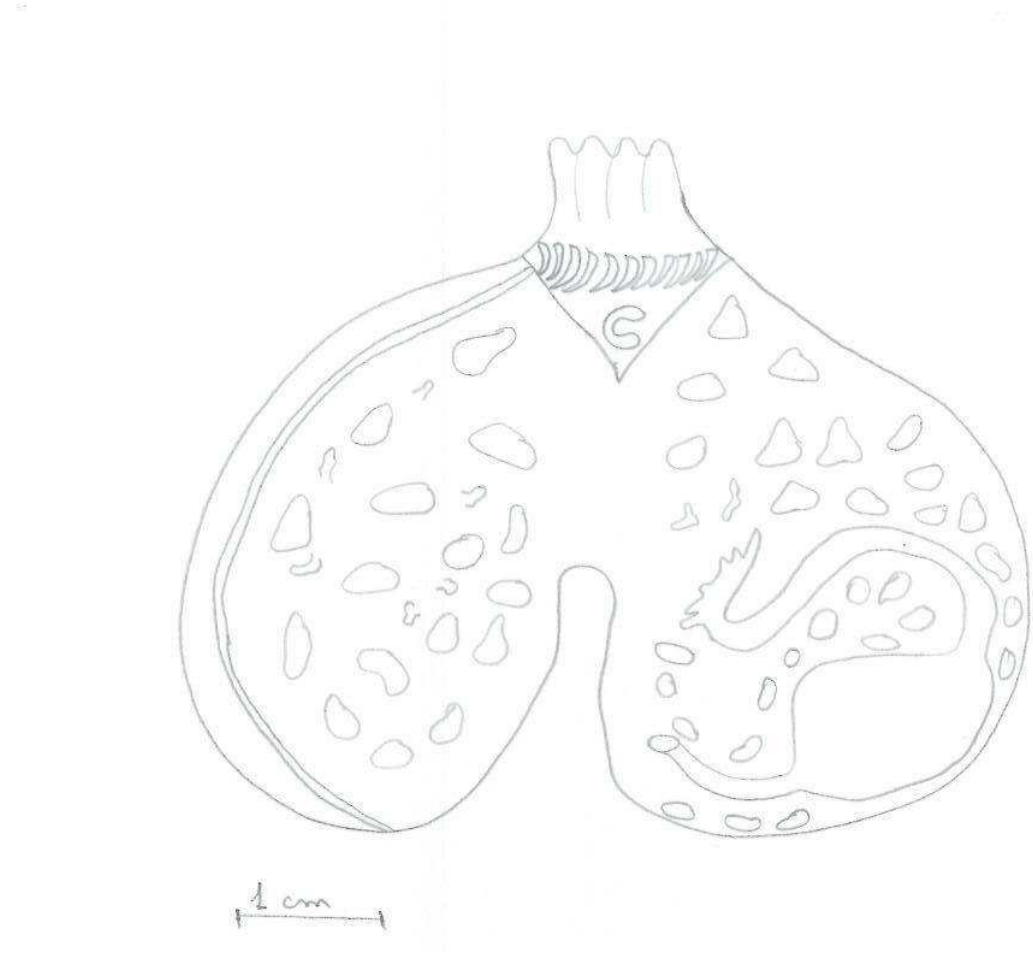


Fig. 43 : *Polycarpa kornogi* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Polycarpa violacea (Alder, 1863)

Description : espèce solitaire, de dimensions entre 2 et 7 mm, forme globuleuse, les deux siphons sont proches, larges et de couleur rouge. La tunique est couverte d'arènes végétales.

Les tentacules buccales sont simples et au nombre de 18 ; tubercule vibratile de petite taille, en forme de « I » ou de « C » ; branchie pourvue de 4 plis selon la formule :

Pour les petits individus (2 mm) : Gauche LD 5-2-4-2 E/ Droite LD 5-2-4-2 E.

Pour les grands individus (5mm) : Gauche LD 7-1-3-1-7-1-5-1 E/ Droite LD 6-1-4-1-7-1-5 E.

Le tube digestif occupe le tiers inferieur de la partie gauche ; l'œsophage est large ; l'estomac est court, avec 7 à 9 plis ; l'anse intestinale est en forme de « S ».

Les polycarpes sont petits, peu nombreux, sphériques ou ovalaires, avec 2ou 3 acinis testiculaires, le spermiducte commun s'ouvre indépendamment de l'oviducte. Les endocarpes peu nombreux, le velum cloacal contient peu de tentacules simples qui forment une couronne (fig. 44).

Biologie et écologie :

Reproduction : larves incubées en juillet (Ramos et al., 1988).

Bathymétrie : espèce littorale récoltée entre 7 (Chebbi et al., 2010) et 35 m (Ramos et al., 1988 b).

Bionomie : algues photophiles infralittorales (Saldanha, 1974) ; algues sciaphiles en mode calme (Lafague, 1970 a ; Ramos et al., 1988 b) ; coralligène (Ramos et al., 1988 b) ; détritique côtier (Ramos et al., 1988 b) ; fonds bathyales (F. et C. Monniot, 1975).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Espagne (Ramos, 1988).

Méditerranée orientale : Tunisie (Méliane, 2002 ; Chebbi et al., 2010).

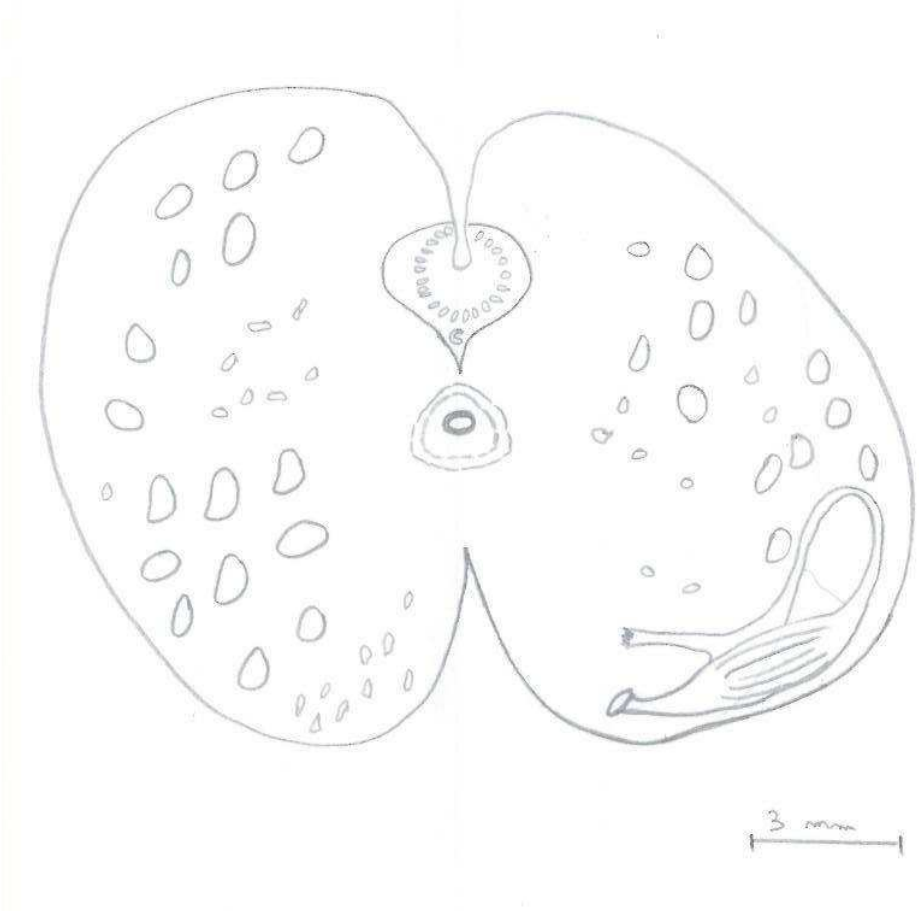


Fig. 44 : *Polycarpa violacea* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Famille: Pyuridae

Halocynthia papillosa (Linnaeus, 1767)

(Voir annexes II)

Description : espèce solitaire, souvent isolé de forme la plus courante et remarquable chez les tuniciers. De couleur rouge vif à orangée, sa taille moyenne est de 10 cm (6-12 cm), le maximum observé avoisine les 20 cm. Cette ascidie ressemble à une outre cylindrique avec un port est dressé.

La tunique coriace et très résistante de cet animal est assez rugueuse, granuleuse au toucher. Elle est malgré tous mince par rapport aux autres pyuridés.

Elle présente deux siphons cylindriques : un supérieur, oral par lequel l'eau est aspirée (en forme de croix lorsqu'il est fermé ; 4 lobes), un second latéral cloacal plus petit et en forme de doigt, par lequel l'eau est expirée (en forme de lèvres pincées lorsqu'il se ferme ; 2 lobes). Chacun porte à ses bords une couronne de soies qui permettent, entre autres, de refermer les orifices lorsqu'elle est dérangée ou empêche l'intrusion de particules trop importantes ou indigestes.

Biologie et écologie :

Reproduction : Elle est dite sexuée. La maturité sexuelle (oeufs) a lieu au mois de novembre.

Bathymétrie : présente de 0 (Fiala-Médioni, 1973) jusqu'à 100 m (Rios et Brito, 1984).

Bionomie : rhizomes de posidonie ; zones non exposées aux rayons solaires : sous les surplombs ou encore implantée dans des anfractuosités et des grottes.

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Catalane (Maluquer, 1916 ; Rubio, 1971 ; Camp et Ros, 1980 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Cornet, 1980 ; Gili et Ros, 1982 ; Ramos, 1984 ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; Baléares (Rodriguez, 1922 ; Pérès, 1957 a, 1957 b, 1959 b ; Ramos et al., 1988 b) ; Alicante (Ramos, 1976, 1985) ; îles Columbretes (Ramos, 1987 a, 1987 c) ; France (Marion, 1883 ; Roule, 1885 ; Lahille, 1887 ; Harant, 1929 a ; Harant et Vernières, 1933 ; Costa, 1960 ; Kerneis, 1960 ; Laborel, 1960 ; Molinier, 1960 ; Fredji, 1964 ; Laubier, 1966 ; Vidal., 1967 ; Lafargue, 1970 b ; Fiala-Médioni, 1974 ; C. et F. Monniot, 1983 b) ;

Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931 ; Pérès et Picard, 1958 ; Parenzan, 1959 ; Capocaccia, 1964 ; C. Monniot, 1965 a ; Tursi, 1980).

Méditerranée orientale : Canal Siculo-tunisien (Pérès, 1956 a) ; Tunisie (Boudouresque et al., 1998 ; Bayle et al., 2003 ; Ben Mustapha et al., 2003 ; Ben Mustapha, 2004 ; Mestiri, 2005 ; Chebbi et al., sous press) ; Grèce (Hartmeyer, 1904 ; Pérès et Picard, 1958) ; Egypte (Harant, 1939) ; Israël (Pérès, 1958 b).

Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1887 ; Carus, 1890 ; Gamulin-Brida, 1967 ; Lafargue, 1971) ; Italie (Tursi, 1971) ; Grèce (Laborel, 1960).

Province Lusitanienne : Saldanha (1974) ; France (Lahille, 1890).

Province Mauritanienne : îles Canaries (Lozano, 1972 ; Rios et Brito, 1984).

Manche : France (Lévi, 1955).

Pyura microcosmus (Savigny, 1816)

Description : espèce solitaire de petite taille (3cm de hauteur) avec une tunique dure sculptée de nombreux carreaux, sa couleur varie du jaune-gris au rose. Les deux siphons sont visibles même si l'animal est contracté. La branchie possède 7 plis ; la gonade droite est plus volumineuse de celle de gauche qui est situé dans la boucle intestinale (Fig. 45).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : Espèce eurybathyale, rencontrée depuis les eaux superficielles (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a) jusqu'à 380 m (Leung Tack Kit, 1976).

Bionomie : algues sciaphiles en mode battu (Ramos, 1984) ; algues photophiles en mode calme (Pérès, 1954 ; Fiala-Médioni, 1974 ; Cornet, 1980 ; Bibiloni et Cornet, 1982 ; Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; coralligène (Pérès, 1956 a, 1957 b ; Laubier, 1966 ; Ramos, 1987 c ; Lafargue et al., 1986) ; grottes semi-obscure (Lafargue et al., 1986) ; grottes et extra-plombs (Pérès, 1954, 1957 b) ; prairie de posidonie (Pérès, 1956 ;

Kerneis, 1960 ; Templado, 1984) ; rhizomes (Ramos, 1987 c) ; racines de Caulerpes (Pérès, 1956 a) ; détritique côtier (Roule, 1885 ; Pérès, 1956 a, 1957 b, 1959 b ; Costa, 1960 ; Clausade, 1969 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1987 a ; Ramos et al., 1988 b) ; fonds terrigènes côtiers (Pérès, 1956 a ; Parenzan, 1959).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Rodriguez, 1922 ; Pérès, 1957 b, 1957 b ; Ramos et al., 1988 b) ; Alboran (Pérès, 1959 b) ; Catalane (Camp et Ros, 1980 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Cornet, 1980 ; Bibiloni et Cornet, 1982 ; Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; île de Tabarca (Ramos, 1987 c) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a) ; France (Roule, 1885 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; Pérès, 1952 ; Costa, 1960 ; Kerneis, 1960 ; C. Monniot, 1965 b ; Laubier, 1966 ; Clausade, 1969 ; Lafargue, 1970 b ; Fiala-Médioni, 1974 ; Leung Tack Kit, 1976) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Capocaccia, 1964).

Méditerranée orientale : Canal Siculo-tunisien (Pérès, 1956 a) ; Tunisie (Pérès, 1954, 1956 ; Chebbi et al., sous press) ; Egypte (Harant, 1939).

Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1877 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971).

Mer de Marmara (Berill, 1950).

Province Lusitanienne : Santander (Rodriguez, 1914) ; France (Harant et Vernières, 1933 ; C. Monniot, 1965 a ; Lafargue, 1970 a).

Manche : France (Harant et Vernières, 1933 ; Lévi, 1955 ; C. Monniot, 1965 a) ; Royaume Unis (Berrill, 1950).

Province Sénégalienne : Sénégal et île du Cap Vert (Pérès, 1951 ; C. Monniot, 1969 c).

Région Boréal Atlantique Orientale : Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a).

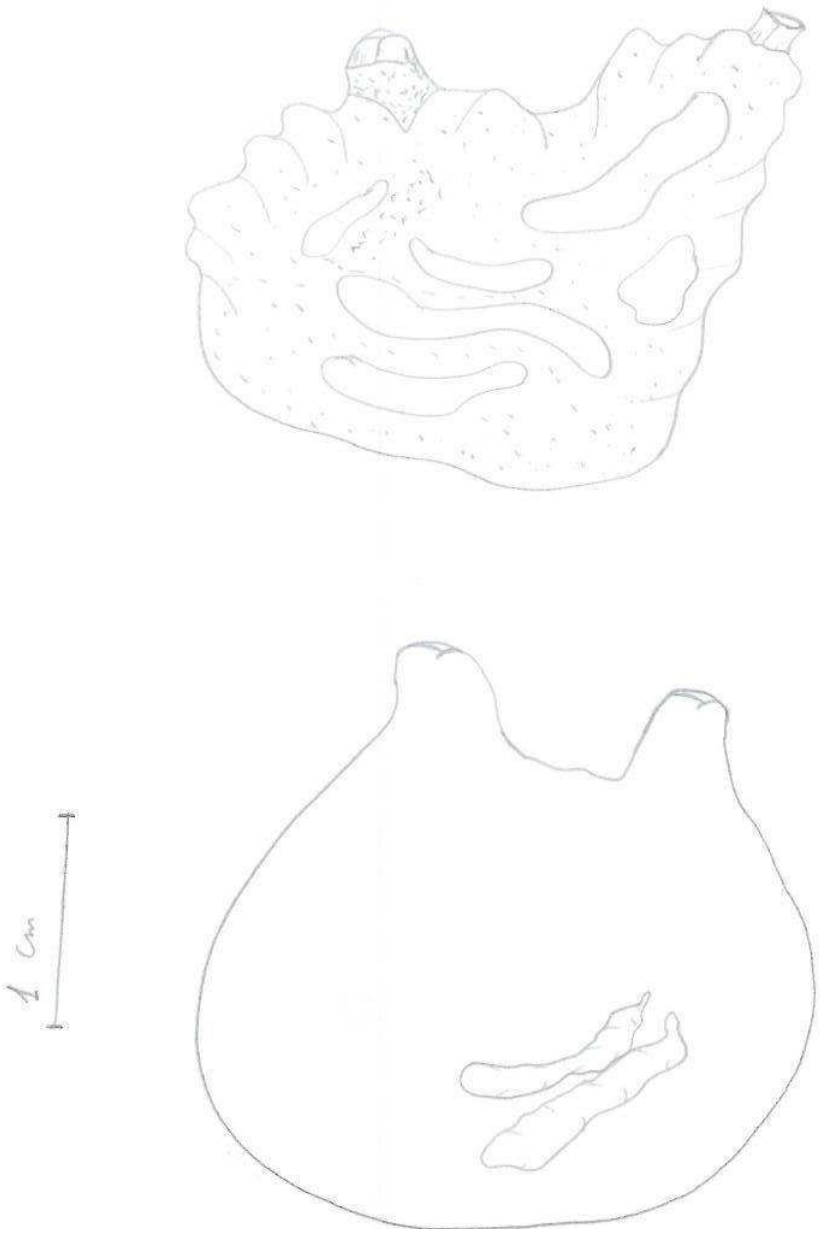


Fig. 45 : *Pyura microcosmus* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Pyura dura (Heller, 1877)

Description : Individu à tunique rose, rigide et plissée. Le manteau est de couleur rose, la branchie est à 7 plis, le raphé est en languette. La boucle intestinale est à gauche, les gonades sous forme de masse ronde de petite taille se trouvent dans les deux côtés du corps.

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale, observée depuis les eaux superficielles jusqu'à 150 m (Roule, 1885).

Bionomie : algues sciaphiles en mode battu (Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1984) ; algues photophiles en mode battu (Cornet et Ramos, 1980) ; algues sciaphiles en mode calme (Fiala-Médioni, 1974 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1984, 1985 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; coralligène (Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; grottes semiobscure (Pérès, 1959 c ; Laboral., 1960 ; Pérès et Picard, 1964 ; Fiala-Médioni, 1974 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b), extraplombs et fissures (C. Monniot, 1967) ; prairie de posidonie, rhizomes (Ramos, 1984, 1987 c) ; détritique côtier (C. Monniot, 1965 a) ; milieu portuaire (Tursi et al., 1979) ; lagunes côtières.

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Girone (Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; Alicante (Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1985, 1987 c) ; Baléares (Ramos et al., 1988 b) ; France (Roule, 1885 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; Pérès, 1959 c ; Laborel, 1960 ; C. Monniot, 1965 a ; Lafargue, 1970 b ; Fiala-Médioni, 1974) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Heller, 1877 ; Salfi, 1931 ; C. Monniot, 1975 a).

Méditerranée orientale : Italie (Tursi et al., 1974) ; Tunisie (Hamza, 1998 ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., 2010).

Adriatique : Italie (Tursi et al., 1979).

Province Mauritanienne : Mauritanie (Pérès, 1949, 1951).

Province Sénégalienne : île du Cap Vert (Harant, 1929 a) ; Sénégal (Pérès, 1948, 1949, 1951 ; C. Monniot, 1969 c).

Pyura squamulosa (Alder, 1863)

Description : espèce solitaire à corps sphérique ou ovoide ; la tunique est formée à sa surface par de petits cercles aplatis. La branchie est formée par 6 plis dans chaque côté ; la première boucle intestinale est serrée tandis que la deuxième boucle est ouverte ; il existe dans chaque

côté une seule gonade étroite et allongée ; celle de gauche se trouve près de la première boucle intestinale (fig. 46).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale et eurybathyale, signalée entre 2 (Fiala-Médioni, 1974) et 130 m (Leung Tack Kitt, 1976).

Bionomie : algues sciaphiles en mode battu ; infralittoral exposé (Lafargue et al., 1986) ; algues photophiles en mode calme (Bellan-Santini, 1969 ; Lafargue et al., 1986) ; algues sciaphiles en mode calme (Fiala-Médioni, 1974 ; Cornet, 1980 ; Bibiloni et Cornet, 1982) ; coralligène (Pérès, 1956 a ; 1959 b ; Ramos, 1987 c ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986 ; Ramos et al., 1988 b) ; grottes semi-obscures (Fiala-Médioni, 1974 ; Lafargue et al., 1986) ; prairie de posidonie (Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos et al., 1988 b) ; détritique côtier (Costa, 1960 ; Clausade, 1969) ; fonds terrigènes côtiers (Parenzan, 1959) ; milieux portuaires (Montanari et Relini, 1975 ; Tursi et al., 1979) ; lagunes littorales (Tursi et al., 1974).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Alboran (Pérès, 1959 b) ; Gironne (Cornet et Ramos, 1980 ; Cornet, 1980 ; Biblioni et Cornet, 1982 ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; Alicante (Cornet et Ramos, 1980) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a, 1987 c) ; Baléares (Ramos et al., b) ; France (Harant, 1927 a, 1929 a ; Pérès, 1952 ; Costa, 1960 ; Clausade, 1969 ; Fiala-Médioni, 1974 ; Leung Tack Kit, 1976) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; Tursi et al., 1974).

Méditerranée orientale : Italie (Tursi et al., 1974) ; Tunisie (Pérès, 1956 a ; Chebbi et al., 2010) ; Canal Siculo-tunisien (Pérès, 1956 a).

Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1877 ; Carus, 1890 ; Hartmayer, 1912 ; Lafargue, 1971) ; Italie (Tursi, 1971 ; Tursi et al., 1979).

Mer de Marmara: Hartmayer, 1912 ; Berrill, 1950.

Province Lusitanienne : France (Harant et Vernières, 1933 ; C. Monniot, 1965 a ; Lafargue, 1970 a).

Manche : France (Lacaze-Duthiers et Delage, 1892 ; Harant et Vernières, 1933 ; Lévi, 1955 ; C. Monniot, 1965 a) ; Royaume Unis (Berill, 1950).

Région Boréal Atlantique Orientale : Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1952, 1966, 1970 a).

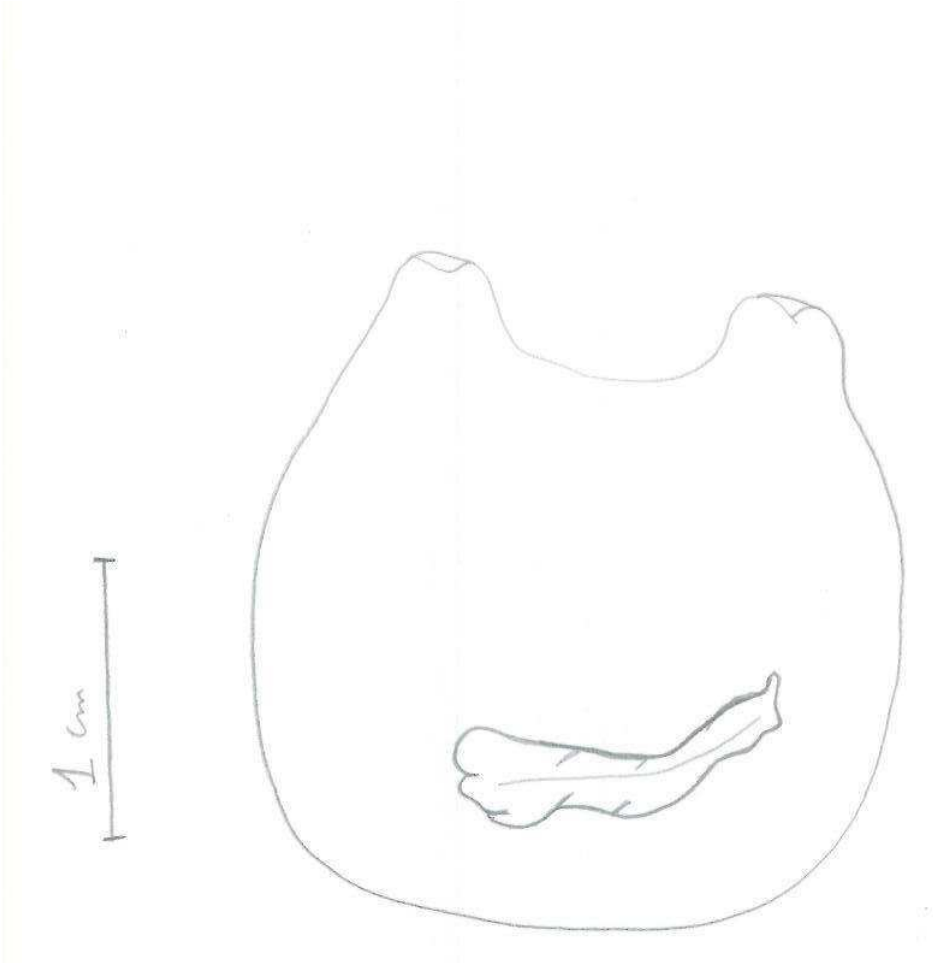


Fig. 46 : *Pyura squamulosa* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Microcosmus nudistigma C. Monniot, 1962

Description : espèce solitaire de taille moyenne, fixée par la partie ventrale de la tunique qui est épaisse, très dure et parcourue de grandes rides. Le siphon buccal est long, dépasse de peu le niveau du siphon cloacal tous les deux sont de couleur pourpre foncé avec quatre bandes plus claires qui soulignent le sommet des lobes. Il existe un velum buccal qui est composé de quatre languettes arrondies. Le manteau est jaune-orangé ; le tubercule vibratile est sous la forme d'un « V » ; le raphé est lisse, droit et peu élevé. La branchie comporte 7 plis de chaque côté ; le tube digestif forme une anse fermée, la glande hépatique est petite et bilobée ; la gonade gauche est petite et massive ; la droite est plus étendue et est formée de quatre lobes (fig. 47).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale, entre 0 (Fiala-Médioni, 1973) et 26 m (Lafargue et al., 1986).

Bionomie : algues photophiles en mode calme (Lafargue et al., 1986) ; algues sciaphiles en mode calme (Saldanha, 1974 ; Fiala-Médioni, 1973 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Cornet, 1980 ; Bibiloni et Cornet, 1982 ; Lafargue et al., 1986 ; coralligène (Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; prairie de posidonie, rhizomes (C. Monniot, 1965 a ; Cornet et Ramos, 1980).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Gironna (Cornet, 1980 ; Bibiloni et Cornet, 1982 ; Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; Alicante (Cornet et Ramos, 1980) ; France (C. Monniot, 1962 ; Fiala-Médioni, 1974).

Méditerranée orientale : Tunisie (Méliane, 2002 ; Chebbi et al., sous press).

Province Lusitanienne : Portugal (Saldanha, 1974 ; Marques, 1984).

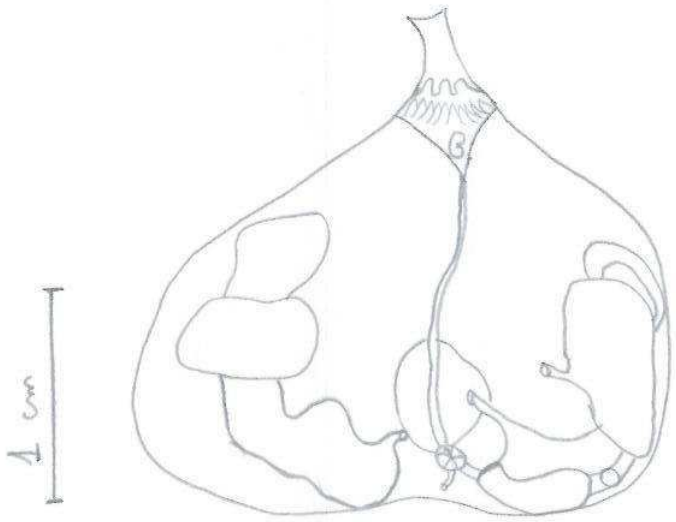


Fig. 47 : *Microcosmus nudistigma* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Microcosmus polymorphus Heller, 1877
(Voir annexes II)

Description : Tunique épaisse, non ridée, brunâtre en coupe, très recouverte d'épibiontes, parfois imprégnée de sable. Siphons courts, pigmentés en rouge sombre avec parfois de fines bandes claires. Manteau rouge avec des traînées blanc Jaunâtre. Branchie à sept plis méridiens de chaque côté, parfois huit chez les très grands exemplaires, envahie par un pigment blanc rosâtre. Gonade gauche fragmentée en plusieurs lobes laissant voir le tube digestif.

Taille : En Adriatique maximum 15 cm; en Méditerranée occidentale maximum 8 cm; commune 5 à 10 cm.

Biologie et écologie :

Bathymétrie : de 1 à 50 m (Fiala-Médioni, 1973).

Bionomie : fixé dans l'infralittoral rocheux, les herbiers à posidonies, les fonds chalutables, et fixé sur des coquilles.

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : baie d'Alicante (Cornet et Ramos, 1980) ; Gironne (Ramos, 1984 ; Lafargue et al., 1986) ; Baléares (Ramos et al., b) ; France (Roule, 1885 ; Harant, 1927 a ; Kerneis, 1960 ; C. Monniot, 1962 ; Laubier, 1966 ; Fiala-Médioni, 1974) ; Italie (Heller, 1877 ; Traustdt, 1883 ; Salfi, 1931 ; Capocaccia, 1964 ; Montanari et Relini, 1975).

Méditerranée orientale : Italie (Tursi, 1976 b) ; Tunisie (Pérès, 1956 ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., sous press).

Adriatique : Heller, 1877 ; C. et F. Monniot, 1970).

Province Lusitanienne : Portugal (Saldanha, 1974 ; Marques, 1984).

Microcosmus sabatieri Roule, 1885
(Voir annexes II)

Description : espèce solitaire à tunique épaisse, parcourue de rides, portant de nombreux épibiontes. Coloration : brun jaunâtre près des siphons, plus foncée à la base. Siphons avec huit bandes violettes séparées par des espaces clairs. Manteau jaune citron, rose sur las siphons, avec des muscles jaune-orangé. Branchie avec sept plis méridiens internes de chaque côté. Gonades très volumineuses, couvrant tout le tube digestif.

Taille : Maximum: 22 cm; commune 10 à 15 cm.

Biologie et écologie :

Reproduction par larves planctoniques, du printemps à l'automne.

Bathymétrie : de 1 à 200 m (C. Monniot, 1965 a, 1965 b).

Bionomie : algues photophiles en mode battu ; algues sciaphiles en mode battu ; algues photophiles en mode calme ; algues photophiles (Turon, 1985) ; algues sciaphiles en mode calme (C. Monniot, 1965 a ; Saldanha, 1974 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Cornet, 1980 ; Bibiloni et Cornet, 1982 ; Ramos, 1984, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; coralligène (Laubier, 1966 ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; grottes semi-obscures (Fiala-Médioni, 1973), extraplombs (C. Monniot, 1965 a) ; prairie de posidonie (Turon, 1985) ; détritique côtier (Harant, 1927 a ; Clausade, 1969 ; Cornet et Ramos, 1980 ; détritique de haute mer (Clausade, 1969 ; Cornet et Ramos, 1980) ; fonds terrigènes côtiers (Roule, 1885 ; C. Monniot, 1965 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Catalane (Rubio, 1971 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Cornet, 1980 ; Gili et Ros, 1982 ; Bibiloni et Cornet, 1982 ; Ramos, 1984 ; Turon, 1985 ; Lafargue et al., 1986) ; Baléares (Pérès, 1957 b) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a, 1987 c) ; île de Tabarca (Ramos, 1985) ; France (Roule, 1885 ; Lahille, 1887 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; C. Monniot, 1962 ; Laubier, 1966 ; Clausade, 1969 ; Lafargue, 1970 b ; Fiala-Médionni, 1974) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931 ; Tursi, 1980).

Méditerranée orientale : Tunisie (Pérès, 1956 a ; Chebbi et al., 2010) ; Israël (Pérès, 1958 b) ; Grèce (Pérès et Picard, 1958).

Adriatique : Yougoslavie (Lafargue, 1971).

Province Lusitanienne : Portugal (Saldanha, 1984 ; Marques, 1984).

Province Mauritanienne : Maroc (Sluiter, 1927).

Microcosmus vulgaris Heller, 1877

Description : Tunique épaisse, parcourue de rides bien marquées. De coloration jaunâtre uniforme, non recouvert d'épibiontes. Siphons longs, blanchâtres, sans bandes pigmentaires nettes. Manteau jaune citron. Branchie avec sept plis méridiens de chaque côté, envahie par un pigment opaque jaune. Glande hépatique ponctuée de papilles brunes. Gonade gauche laissant voir le tube digestif.

Taille : Maximum: 15 cm; commune 10 cm (fig. 48).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce eurybathyale, récoltée entre 5 (Chebbi et al.,) et 300 m (Leung Tack Kit, 1976).

Bionomie**:** coralligène (C. Monniot, 1962) ; détritique côtier (Harant, 1927 a ; C. Monniot, 1965 b ; Picard, 1965 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Tursi, 1980. C. et F. Monniot, 1983 b ; Ramos, 1987 a) ; détritique profond (Guille, 1971 ; Cornet et Ramos, 1980) ; détritique de haute mer (Desbruyères et al., 1973) ; fonds terrigènes côtiers (Harant et Vernières, 1933 ; Parenza, 1959 ; Capocaccia, 1964).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Catalane (Rubio, 1971 ; Desbruyères et al., 1973 ; Cornet et Ramos, 1980) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a) ; France (Roule, 1885 ; Lahill, 1887 ; Harant, 1927 a, 1930 a ; C. Monniot, 1962, 1965 b ; C. et F. Monniot, 1983 b ; Picard, 1965 ; Guille, 1971) ; Italie (Heller, 1877 ; Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931 ; Parenzan, 1959 ; C. Monniot, 1962) ; Méditerranée orientale : Italie (Tursi et al., 1974 ; Tursi, 1976 b) ; Grèce (Hartmeyer, 1904 ; Pérès et Picard, 1958) ; Tunisie (Chebbi et al., sous press) ; Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1877 ; Carus, 1890).

Microcosmus savigni C. Monniot, 1962

Description : Individu solitaire de petite taille, sa tunique est de couleur rose foncée (violet), les deux siphons sont visibles. La branchie est à 7 plis et le tubercule vibratile est sous forme de « C ». La boucle intestinale est à gauche et les gonades forment une sorte de chaine vers la périphérie dans les deux côté (fig. 49).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale du niveau superficiel jusqu'à 120 m (C. Monniot, 1965 a).

Bionomie : algues sciaphiles en mode battu ; algues sciaphiles en mode calme (Cornet, 1980 ; Bibiloni et Cornet, 1982) ; extra-plombs et grottes (Cornet, 1980) ; prairie de posidonie, rhizomes ; détritique côtier (Cornet et Ramos, 1980 ; Ramos, 1987 a) ; détritique profond (Rubio, 1971 ; Cornet et Ramos, 1980) ; milieux portuaires (Tursi et al., 1979).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Blanes (Rubio, 1971 ; Cornet et Ramos, 1980 ; Cornet, 1980 ; Bibiloni et Cornet, 1980) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a) ; France (C. Monniot, 1962, 1965 b) ; Italie (Salfi, 1931 ; Tursi, 1980).

Méditerranée orientale : Italie (Tursi et al., 1974) ; Tunisie (Méliane, 2002 ; Chebbi et al.,).

Adriatique : Italie (Tursi et al., 1979 b).

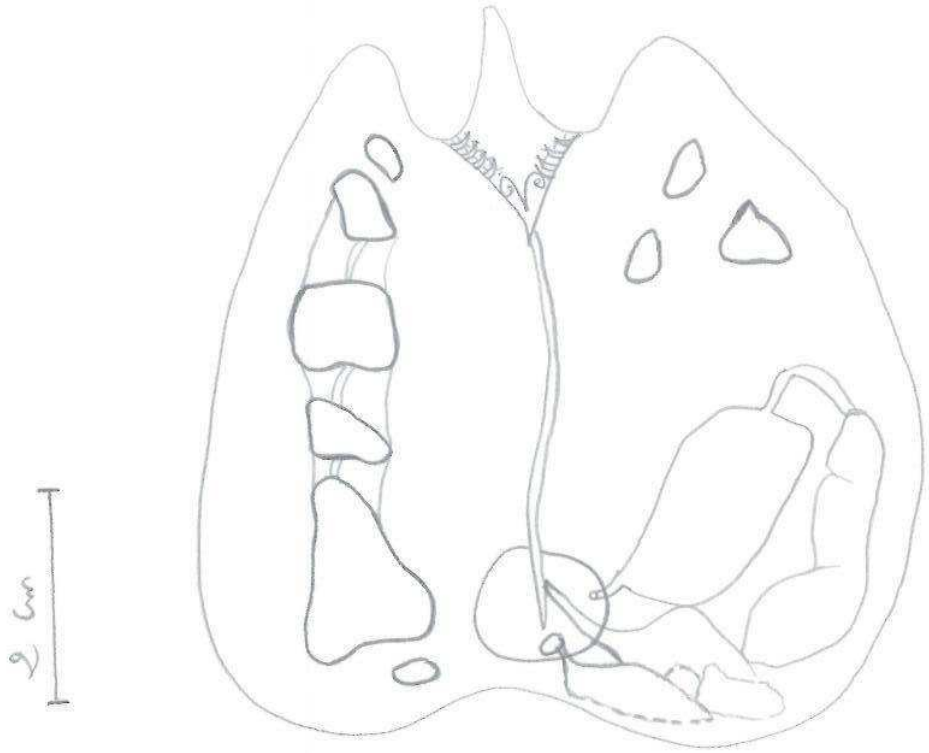


Fig. 48 : *Microcosmus vulgaris* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

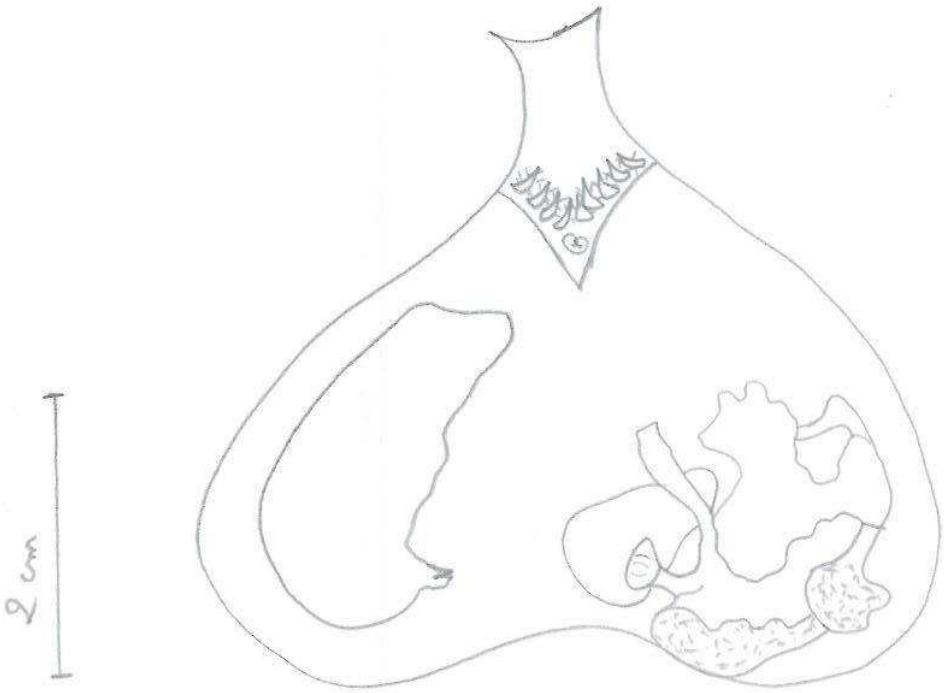


Fig. 49 : *Microcosmus savigni* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Microcosmus squamiger Michaelsen, 1928

Description : espèce solitaire, en forme de sac, tunique rigide, de couleur marron, incrusté d'algues vertes et d'algues brunes.

Longueur : 3, 5 cm ; Largeur : 3 cm ; distance inter-siphonal : 1 cm.

La branchie est à 8 plis de chaque côté ; les papilles de la branchie sont réunies en sinus longitudinaux ; le ganglion nerveux est en double spirale ; l'estomac est recouvert de diverticule hépatique ; le tube digestif est à gauche ; les gonades sont présents de chaque côté ; pas de rein.

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale, récolté du niveau superficiel jusqu'à 20 m (Chebbi et al., 2010).

Bionomie : prairie de posidonie ; milieux lagunaires (Chebbi et al., 2010).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Espagne ; Méditerranée orientale : Tunisie (Monniot, 1981 ; Chebbi et al., 2010) ; Adriatique : Italie (Mastrototaro et al., 2005).

Famille: Molgulidae

Molgula socialis Alder, 1848

Description : Espèce solitaire de forme ronde. La tunique est de couleur gris-beige, fine incrusté d'algues vertes et de quelques débris de coquillages. Le corps ouvert, on découvre un manteau de couleur gris transparent le siphon buccal est à 6 bandes rouges alors que celui cloacal est à 3 bandes rouges. L'espèce présente sous le siphon buccal des tentacules ramifiées de longueurs moyennes dirigées vers le bas, un tubercule vibratile ayant la forme d'un « U » et une branchie à 6 plis, sous laquelle la boucle intestinale, très fermée, est à gauche, les gonades sous forment de bouteilles se trouvent dans les deux côtés du corps. le rein est volumineux, peu courbé ; le velum cloacal est très peu développé (fig. 50).

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littoral ; zone des marées.

Bionomie : sous les pierres, sur les récifs ou sur les algues de haut niveau.

Distribution géographique :

Atlantique : Espagne.

Manche : Royaume unis.

Méditerranée orientale : Tunisie (Chebbi et al., sous press).

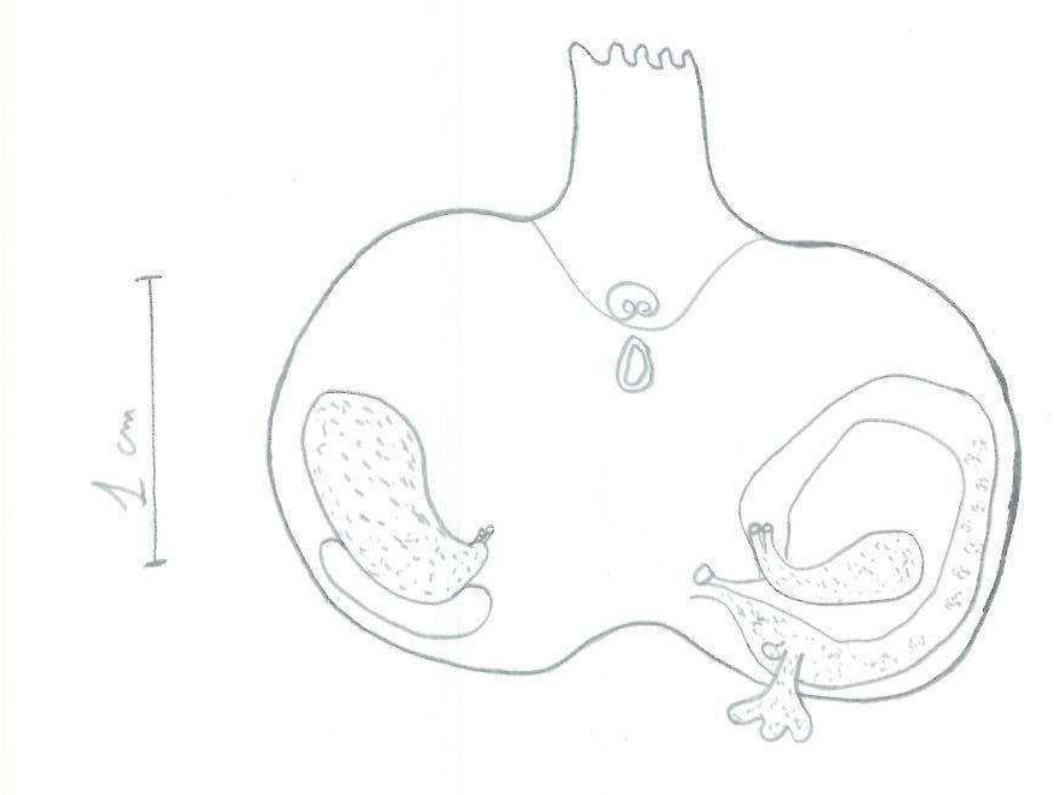


Fig. 50 : *Molgula socialis* Individu ouvert (Chebbi, 2006)

Molgula appendiculata Heller, 1877

Description : Individu solitaire de forme ronde globuleuse ayant deux siphons courts tubuleux très visibles et proche l'un de l'autre. La tunique de couleur brun claire est incrustée d'algues et de débris de coquillages. le manteau ouvert, on observe un tubercule vibratile sus forme de cœur à l'envers, la branchie présente 7 plis, la boucle intestinale est à gauche et les gonades sous formes de bouteille à base large sont dans les deux côtés du corps ouvert.

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce eurybathyale, observée entre 5 et 490 m (Pérès, 1959 b).

Bionomie : algues photophiles en mode calme (Lafargue et al., 1986) ; algues sciaphiles en mode calme ; roches circalittorales (Vidal., 1967) ; prairie de posidonie, rhizomes (C. et F. Monniot, 1983 b) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a ; Pérès et Picard, 1964 ; Costa, 1960 ; Picard, 1965 ; Ramos, 1987 a) ; fonds de corail blanc (Pérès, 1959 b).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Baléares (Pérès, 1957 a) ; Gironne (Lafargue et al., 1986) ; île Columbretes (Ramos, 1987 a) ; France (Harant, 1927 a ; Roule, 1885 ; Lacaze-Duthiers, 1877 ; Costa, 1960 ; Picard, 1965 ; Vidal., 1967 ; Guille, 1971 ; C. Monniot, 1969 a ; Leung Tack Kit, 1976 ; C. et F. Monniot, 1983 b) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931).

Méditerranée orientale : Canal Siculo-tunisien (Pérès, 1956 a) ; Tunisie (Pérès, 1954, 1956 a ; Méliane, 2002 ; Chebbi et al., sous press) ; Grèce (Hartmeyer, 1904 ; Pérès et Picard, 1958).

Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1877 ; Carus, 1890 ; Lafargue, 1971).

Province Lusitanienne : secteur ibéro-marocain ; Gibraltar (Pérès, 1959 b).

Molgula occulata Kupffer, 1875

Description : espèce solitaire dont le corps est ovale, les siphons rapprochés, sont nus et saillants, ils sont marqués de taches pigmentaires rouges ou brunes. La tunique est mince, le manteau est transparent ; les tentacules au nombre de 16 grands et moyens, sont régulièrement disposés ; le tubercule vibratile est en forme de « C ». Le raphé débute près du tubercule vibratile, son bord est lisse. La branchie, fine, est formée de 7 plis couchés qui se recouvrent presque ; les stigmates sont très longs, rectilignes entre les plis et courbés sous les plis. Le tube digestif débute par un œsophage court qui débouche dans un estomac élargi recouvert d'une vaste glande hépatique multilobée. L'intestin forme une boucle fermée marquée à son

tiers antérieur d'un anneau pigmenté ; l'anus est simple. Les gonades sont volumineuses ; la partie femelle forme un boudin axial et les lobules mâles se disposent sur les côtés de l'ovaire ; l'oviducte est large, rectiligne, se dirige vers le siphon cloacal et s'ouvre par un sillon en fer à cheval. Le rein, volumineux, est souvent accolé à la gonade droite. Le vélum cloacal est court.

Biologie et écologie :

Bathymétrie : espèce littorale de la zone des marées (Berrill, 1950 ; C. Monniot, 1969 a) jusqu'à les 100 m (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a).

Bionomie : racines fongiques avec Caulerpe (Harant, 1939) ; détritique côtier (Pérès, 1956 a ; Picard, 1965 ; Glémarec et Monniot, 1966 ; Clausade, 1969) ; détritique profond (Clausade, 1969).

Distribution géographique :

Méditerranée occidentale : Mallorca (Rodriguez, 1922) ; France (Picard, 1965 ; Clausade, 1969 ; C. Monniot, 1969 a ; Guille, 1971) ; Italie (Traustedt, 1883 ; Salfi, 1931).

Méditerranée orientale : Canal Siculo-tunisien (Pérès, 1956 a) ; Tunisie (Chebbi et al., sous press) ; Egypte (Harant, 1939).

Adriatique : Yougoslavie (Heller, 1877 ; Carus, 1890).

Mer de Marmara (Arnback-Christie-Linde, 1928 ; C. Monniot, 1969 a).

Province Lusitanienne : France (Glémarec et Monniot, 1966 ; C. Monniot, 1969 a).

Province Mauritanienne : Maroc (Sluiter, 1928).

Manche : France (Lacaze-Duthiers, 1887 ; Lévi, 1955 ; Harant et Vernières, 1933 ; C. Monniot, 1969 a) ; Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a).

Région Boréal Atlantique orientale : Royaume Unis (Berrill, 1950 ; Millar, 1970 a) ; Scandinavie (Arnback-Christie-Linde, 1928 ; Millar, 1966 ; C. Monniot, 1969 a).

3) Distribution taxonomique des ascidies

La distribution des ascidies en Tunisie est différente d'un milieu à un autre et d'un site à l'autre (tableau VII).

3.1 Distribution des ascidies suivant le milieu

D'après la figure 51, on remarque que le milieu marin est plus riche en faune ascidiologique (75% des espèces récoltées) que le milieu lagunaire (25% des espèces récoltées), ceci est sans doute due à la nature du milieu : milieu relativement fermé dans les lagunes et ouvert en mer et aux caractéristiques très différentes entre ces derniers.

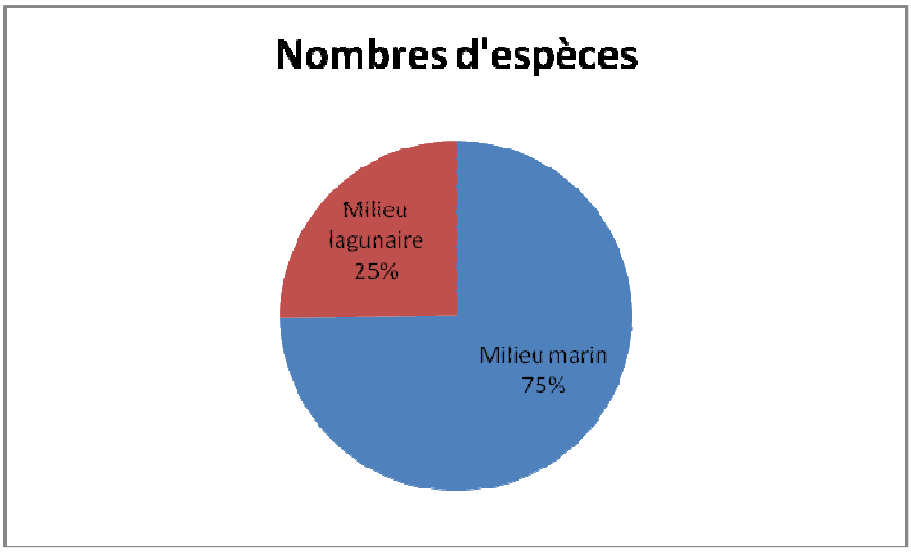


Fig. 51: Représentation des pourcentages relatifs du nombre d'espèce pour chaque milieu

Pour ce qui est du nombre de famille (fig. 52), on peut remarque qu'il n'y a pas de différence entre les deux milieux, en effet les familles sont représentes presque à part égale : 9 familles d'ascidies ont été trouvées dans le milieu marin et 8 familles d'ascidies dans le milieu lagunaire (tableau VII).

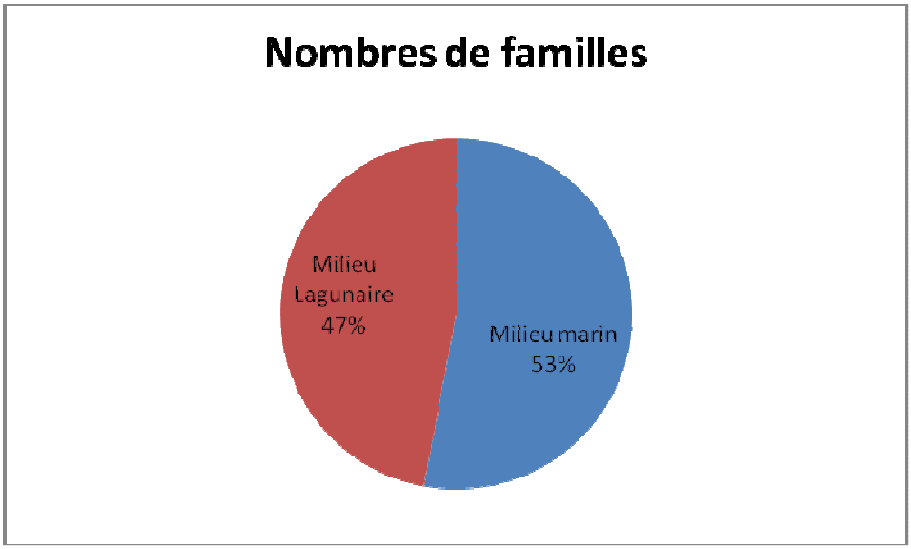


Fig. 52: Représentation des pourcentages relatifs du nombre de famille pour chaque milieu

3.2 Distribution des ascidies par sites

- Pour le milieu marin, on peut remarquer que les sites de Sidi Raïs et d'El Haouaria sont les plus riches de point de vue nombres d'espèces et d'individus. En effet ils renferment

30 espèces d'ascidies repartis sur 6 familles ; le nombre d'individus est 222 pour Sidi Raïs et de 174 pour El Haouaria. Ensuite on trouve le site de Hammamet qui renferme 28 espèces repartis sur 6 familles avec un nombre d'individu de 159. En fin le site de Gammarth reste le plus pauvre de point de vue richesse en espèces et en nombre d'individus, puisqu'il renferme seulement 35 individus dont 7 espèces appartenant à 3 familles (fig. 53).

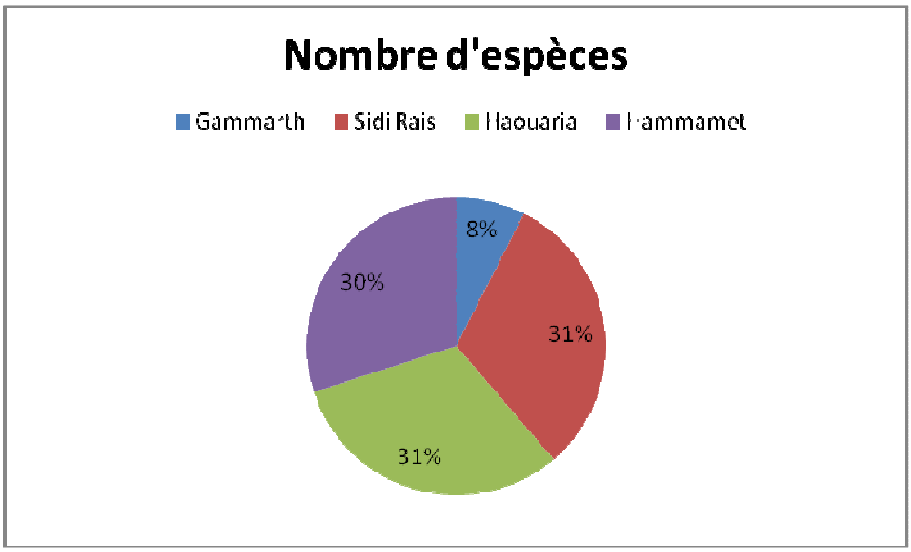


Fig. 53: Representation du pourcentage relatif au nombre d'espèce par site marin

- Pour les deux lagunes, on remarque que la lagune d'El Bibane est plus riche de point de vue nombre d'espèce, en effet la lagune de Bizerte renferme 14 espèces et celle d'El Bibane elle renferme 16 espèces (fig. 54). Mais de point de vue nombre d'individus la lagune de Bizerte est nettement plus riche puisqu'elle renferme 172 individus par rapport à la lagune d'El Bibane qui renferme 110 individus. Cette différence peut être expliqué par le faite que dans la lagune de Bizerte il y a un élevage de moules se qui la rend plus propice au développent des ascidies (supports solides naturelles et artificielles très nombreux).

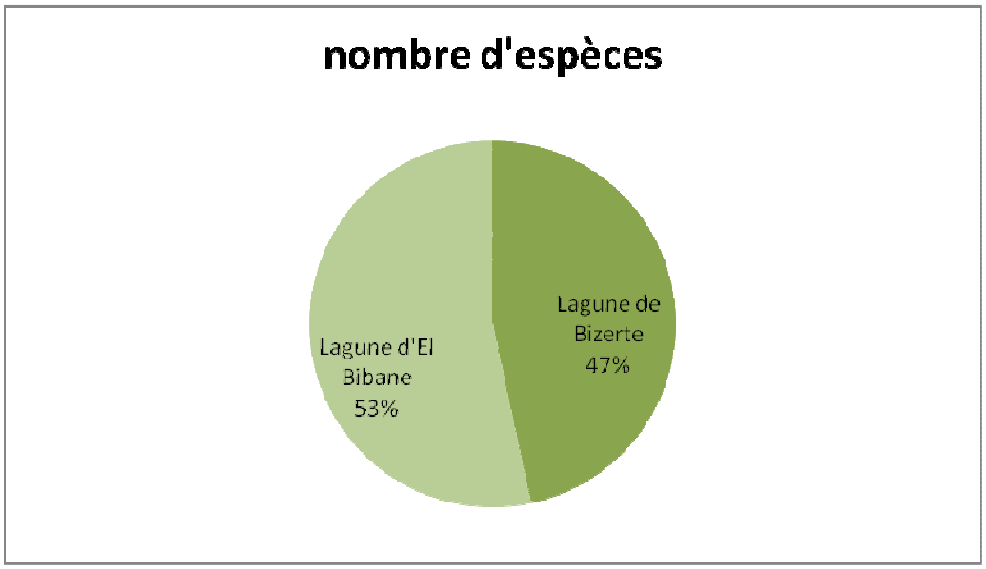


Fig. 54: Représentation du pourcentage relatif du nombre d'espèce entre les deux lagunes

3.3 Distribution des familles par site

Pour chaque site on a une répartition spécifique des familles, on a remarqué ainsi que la famille des Perphoridae a été seulement trouvé dans la lagune d'El Bibane et que la famille des Pyuridae a été trouvée dans tous les sites, alors que les famille des Clavelinidae et des Styelidae ont été trouvées dans tous les sites sauf à Gammarth, les famille des Polycitoridae et des Polyclinidae ont été trouvées dans tous les sites sauf dans la lagune de Bizerte, la famille des Didemnidae a été trouvée seulement dans el Haouaria, Hammamet et la lagune d'El Bibane, la famille des Cionidae a été trouvée seulement à el Haouaria et la lagune de Bizerte, la famille des Ascididiae a été trouvé a Sidi Raïs, la lagune de Bizerte et la lagune d'El Bibane, la famille des Molgulidae a été trouvée dans Gammarth, Sidi Raïs et Haouaria. Le pourcentage de la répartition des familles est différent d'un site à l'autre:

- A Gammarth, on a 33% de Polycitoridae, 33% de Polyclinidae, 17% de Pyuridae et 17% de Molgulidae (fig. 55).

-

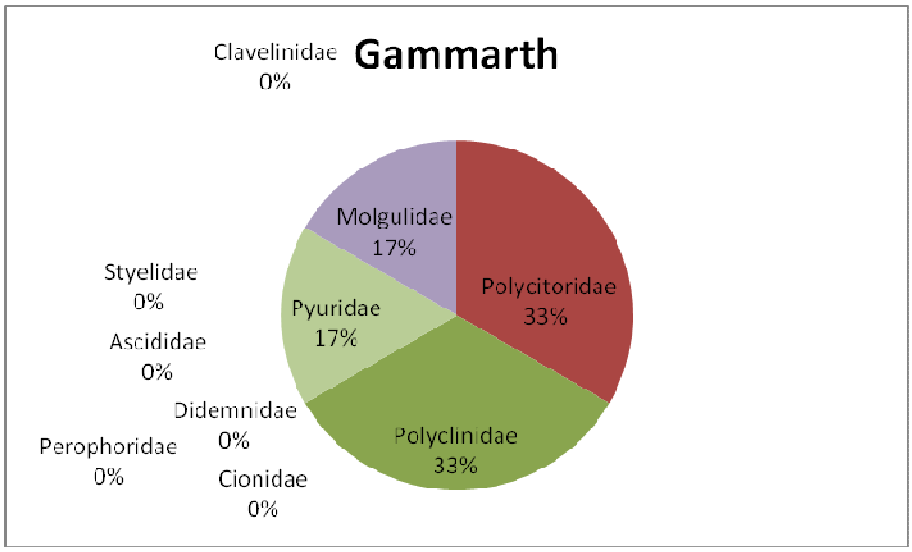


Fig. 55: Répartition du pourcentage des familles à Gammarth

- A Sidi Raïs, on a 33% de Pyuridae, 21% de Polyclinidae et de Styelidae, 13% de Ascididae et 4% de Clavelinidae, de Polycitoridae et de Molgulidae (fig. 56).

-

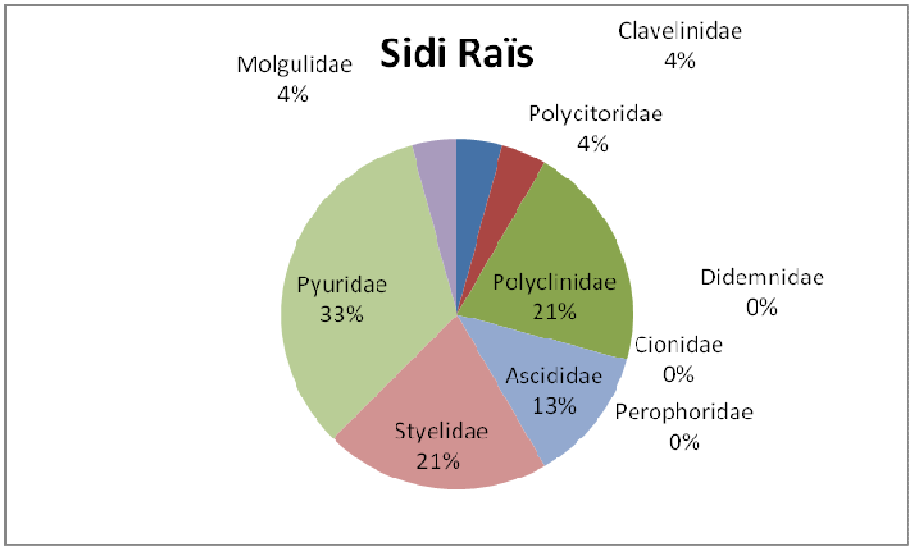


Fig. 56: Répartition du pourcentage des familles à Sidi Raïs

- A el Haouaria, on a 36% de Polyclinidae, 16% de Pyuridae, 12% de Polycitoride et de Styelidae, 8% de Didemnidae et de Molgulidae, 4% de Clavelinidae et de Cionidae (fig. 57).

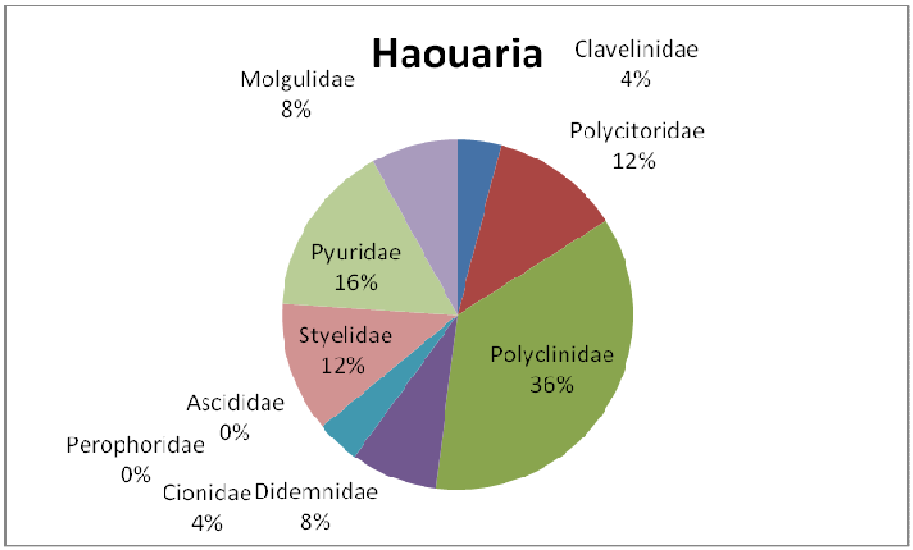


Fig. 57 : Répartition du pourcentage des familles à Haouaria

- A Hammamet, on a 42% de Polyclinidae, 17% de Styelidae, 13% de Pyuridae, 12% de Polycitoridae, 8% de Didemnidae et 4% de Clavelinidae et d'Ascididae (fig. 58).

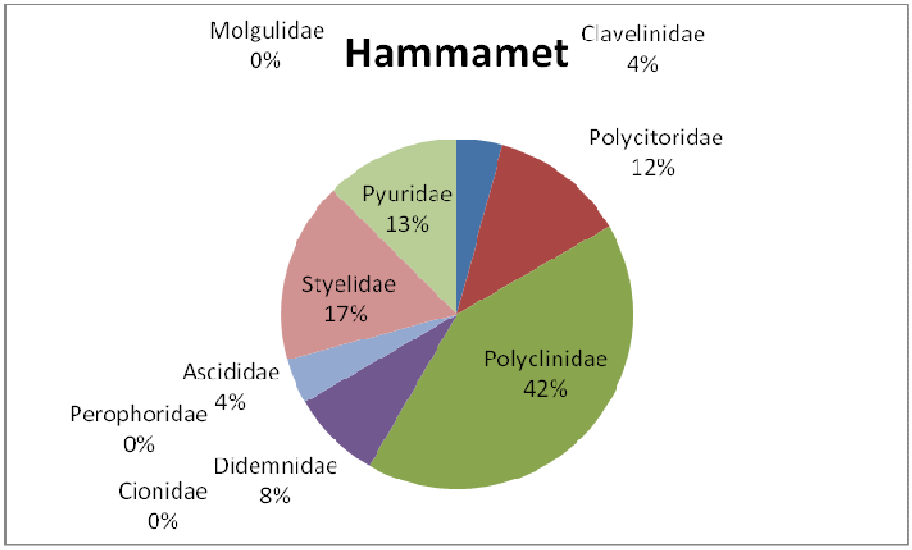


Fig. 58: Répartition du pourcentage des familles à Hammamet

- Pour la lagune de Bizerte, on a trouvé 36% d'Ascididae, 29% de Styelidae, 21% de Pyuridae et 7% de Clavelinidae et de Cionidae (fig. 59)

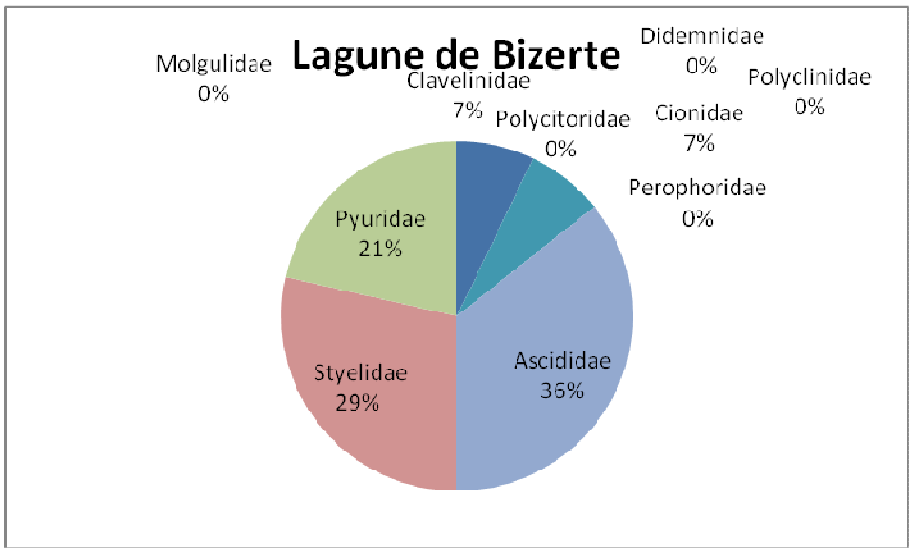


Fig. 59: Répartition du pourcentage des familles dans la lagune de Bizerte

- Pour la lagune d'El Bibane, on a trouvé 25% de Polycitoridae, 17% de Polyclinidae et de Styelidae, 9% de Clavelinidae, 8% de Didemnidae, d'Ascididae, de Perphoridae et de Pyuridae (fig. 60).

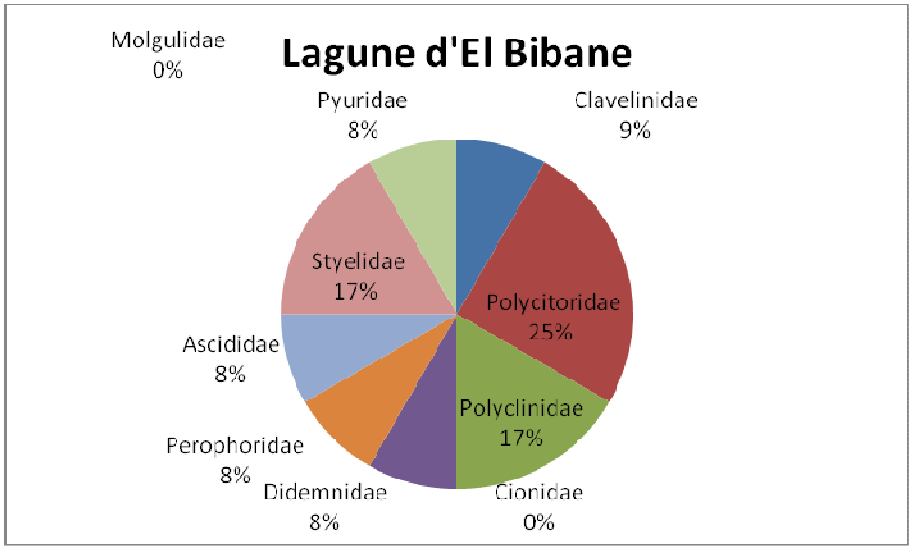


Fig. 60: Répartition du pourcentage des familles dans la lagune d'El Bibane

3.4 Distribution des familles par stations

Si on compare la distribution des familles entre les stations d'étude (fig. 61), on peut remarquer qu'elle est inégale d'une station à l'autre. Ce sont les stations qui se trouvent à Sidi Raïs qui renferment le plus de familles d'ascidies avec un maximum à la station S5. Les sites d'El Haouaria et de Hammamet montrent une homogéneité de dsitribution des familles dans les différentes stations. Concernant les lagunes, on peut remarquer que la distribution des familles d'ascidies dans la lagune de Bizerte n'est pas uniforme, la mojorité des familles ont été trouvé dans les stations Bi1, Bi2, Bi3 et Bi4 qui se trouvent dans la filière conchilycole. Alors que la distribution des familles dans la lagune d'El Bibane montre quant à elle une uniformité dans la dsitribution.

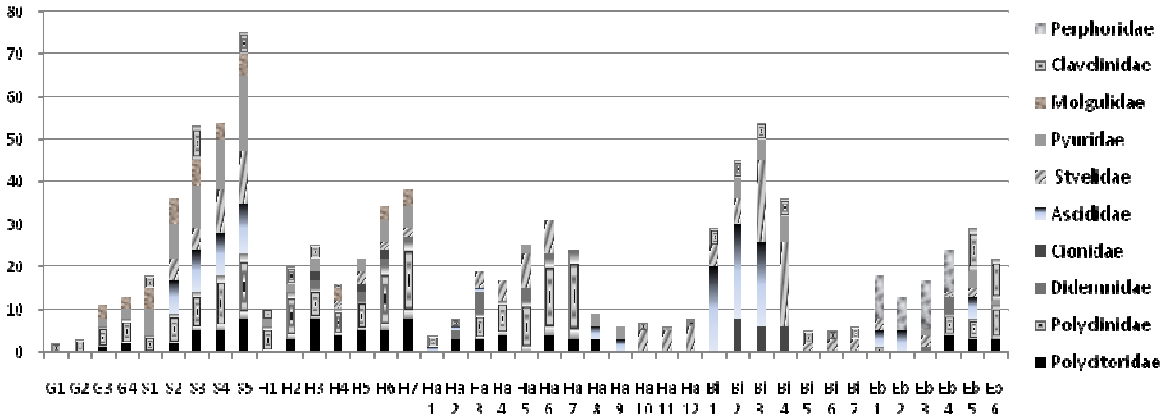


Fig. 61: Répartition des familles dans les différentes stations d'étude (G : Gammart, S : Sidi Raïs, H : Haouaria ; Ha : Hammamet, Bi : Lagune de Bizerte et Eb : Lagune d'El Bibane)

4) Discussion et conclusion

Au cours de notre étude nous avons récolté 70 espèces répartis sur 10 familles. Parmi ses espèces nous avons trouvé 6 espèces signalées pour la première fois en Tunisie en comparaison avec les études déjà faites en Tunisie (Azouz et Capapé, 1971 ; Bayle et al., 2003 a., b ; Ben Mustapha et al., 1999 ; Ben Mustapha et al., 2002 a., Ben Mustapha et al., 2003 ; Ben Mustapha, 2004 ; Boudouresque et al., 1986 ; Bradai, 2000 ; Hamza, 1998 ; Lubet et Azouz, 1969 ; Méliane 2003 et Méstiri et al., 2005 ; Pérès, 1954-56 ; Romdhane, 2003)

(tableau VIII) et qui sont : *Distaplia magnilarva, Aplidium pulmonaria, Morchellium argus, Aplidium aff. nordmanni, Aplidium coerulum* et *Polycarpa kornogi.*

Le signalement de ces espèces peut être expliqué par trois hypothèses :

1. Ces espèces qui sont en majorités cosmopolites ont été introduites en Méditerranée par les coques de bateaux, ont trouvé un milieu favorable à leur développement et s'y sont installées.
2. Ces espèces existaient déjà en Méditerranée et particulièrement en Tunisie mais faute d'échantillonnage elles n'ont pas été signalées avant.
3. Le changement climatique de ces dernières décennies a modifié les caractéristiques de certaines régions du globe affectant la distribution de certaines espèces.

Outre cette nouvelle signalisation, nous avons constaté que le milieu marin est plus riche en faune ascidiologique que le milieu lagunaire et que les sites de Sidi Rais et de Haouria représentent les milieux les plus diversifiés avec une majorité des familles dans la station S5 de Sid Raïs.

Chapitre IV : Etude bio-écologique des ascidies

Nous nous intéressons dans cette partie à la distribution des organismes marins présents en Méditerranée en particuliers les ascidies. Parmi les études déjà réalisées, quelques unes se distinguent par leurs volumes importants de données analysées.

Ainsi Briggs (1974), a établit des provinces zoogéographiques marines sur l'atlantique tropical est et ouest en se basant sur une révision bibliographique de la distribution de divers taxons marins.

Kelleher et al., (1995) ont fait une étude pour l'établissement d'aires marines protégées qui a porté sur les océans et les grandes mers mondiales sous divers aspects en relation avec la biogéographie, l'océanographie, la géographie, la géologie et la biodiversité formant des aires biogéographiques propres.

Macpherson (2003) a établit des provinces géographiques sur l'ouest et l'est de l'atlantique, se basant sur la distribution de divers taxons marins, pélagiques et benthiques, entre les latitudes 80°N et 70°S. Les limites des aires de distributions de ces taxons furent établit et fixées à la latitude de 5 °.

Les ascidies constituent un groupe d'organismes marins benthiques à phase larvaire nageante. Leur distribution est aussi bien dans les régions côtières peu profondes que dans les régions profondes. Les espèces coloniales incubent des larves, qui sont libérées à un stade réduit ou dans une période de dispersion, pour quelques espèces c'est de l'ordre d'une minute. Pour quelques espèces solitaires incubant des larves, elles peuvent être libérées de manière précoce et par conséquent ont une meilleure longévité (12h) (Ayre et al.1997). D'une façon générale, les habitats naturels pour la dispersion sont suffisamment restreints et pour cela certains groupes peuvent être considérés comme indicateurs de l'état du milieu en relation avec leurs distributions géographiques.

Pour les ascidies, deux études peuvent être considérées comme assez pertinentes, tant au niveau de la distribution qu'au niveau du volume dédié à la distribution des espèces. Le premier fut réalisé par Naranjo et al. (1998), qui a tenu à montrer des provinces biogéographiques valides pré-établit sur l'atlantique entre 0 et 100 m de profondeur et utilisant des méthodes statistiques, des analyses de similitudes entre distribution des espèces et genres d'ascidies dans 17 aires de distributions biogéographiques marines au niveau de l'atlantique et de la Méditerranée. Le second fut réalisé par Barros De Faria (2006) qui a fait

une étude détaillée sur la distribution des ascidies dans les régions nord ouest de l'atlantique et polaires adjacentes en utilisant des analyses parcimoniques d'endémismes.

Dans cette partie, nous allons essayer de présenter une vison écologique de la distribution des ascidies en Tunisie, ceci en comparaison avec les données bibliographiques réalisées en Méditerranée et dans le monde. Cette étude a été basée sur des analyses de similarité et sur la présence d'espèces exclusives ou endémiques associées à des facteurs ambiantales, tels que la température et la salinité.

1)Etude écologique des ascidies: Influence des facteurs écologiques

1.1 Facteurs abiotiques

La température, la salinité, le pH et l'oxygénation ont des influences directes sur le milieu et sur la présence des espèces dans un milieu plus qu'un autre. Pour cette raison, nous avons réalisé pour notre étude les mesures directes sur le terrain de ses paramètres abiotiques et nous avons trouvé les résultats suivants :

- **La température**

La température est un facteur important qui influence le cycle reproductif et la durée de vie des ascidies (Millar, 1971). Elle détermine aussi bien les zonations climatiques et conditionne la répartition bathymétrique et géographique que l'abondance et les successions annuelles des populations stationnaires (Ramos, 1991).

D'après les mesures faites sur le terrain, l'évaluation saisonnière de la température superficielle de l'eau au niveau des côtes tunisiennes (fig. 62) montre une légère différence entre le golfe de Tunis et le golfe de Hammamet. On note ainsi que pendant la saison d'hiver la température la plus basse a été enregistrée au niveau du site de Gammarth (12°C) et la température la plus haute a été enregistrée au niveau de Hammamet (14°C). Pour la saison de printemps, la température la plus basse a été enregistrée au niveau du site de Gammarth (18°C) et la température la plus haute au niveau de Sidi Raïs et de Hammamet (20°C). Pour la saison d'été, la température de l'eau n'a presque pas varié entre les sites et pour la saison d'automne, la température de l'eau a été entre 24°C (Gammarth et Haouaria) et 25°C (Sidi Raïs et Hammamet).

Entre les lagunes, l'évaluation saisonnière de la température superficielle de l'eau (fig. 63) a montré une différence entre le secteur nord représenté par la lagune de Bizerte et le secteur

sud représenté par la lagune d'El Bibane. Ainsi, la température la plus basse a été enregistrée pendant l'hiver dans la lagune de Bizerte (12,5- 13°C) et la température la plus haute a été enregistrée pendant l'été dans la lagune d'El Bibane (27-28°C). De point de vue richesse la lagune d'El Bibane est la lagune la plus riche en Tunisie.

Si on considère la variation de la température entre, les deux années étudiées, on peut dire qu'il n'y a pas énormément d'écart d'une année à l'autre, mais l'année 2007 a présenté une petite hausse durant toute l'année et à toutes les saisons. En corrélation, on a remarqué que l'année 2007 a présenté une baisse de la richesse spécifique.

D'où on peut conclure que la température ne parait pas comme un facteur critique qui affecte la distribution des ascidies.

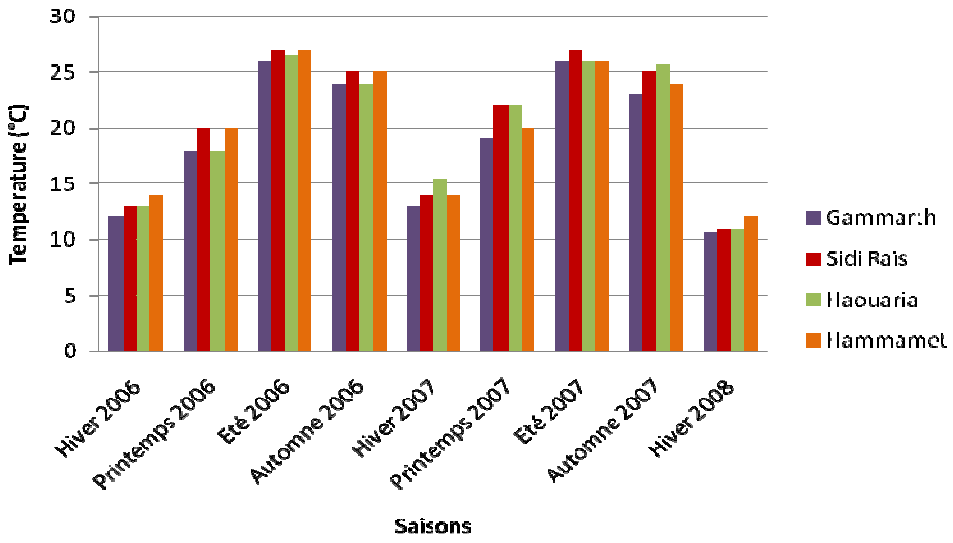


Fig. 62: Variation saisonnière de la température dans les différents sites marins de la Tunisie entre Janvier 2006 et Janvier 2008

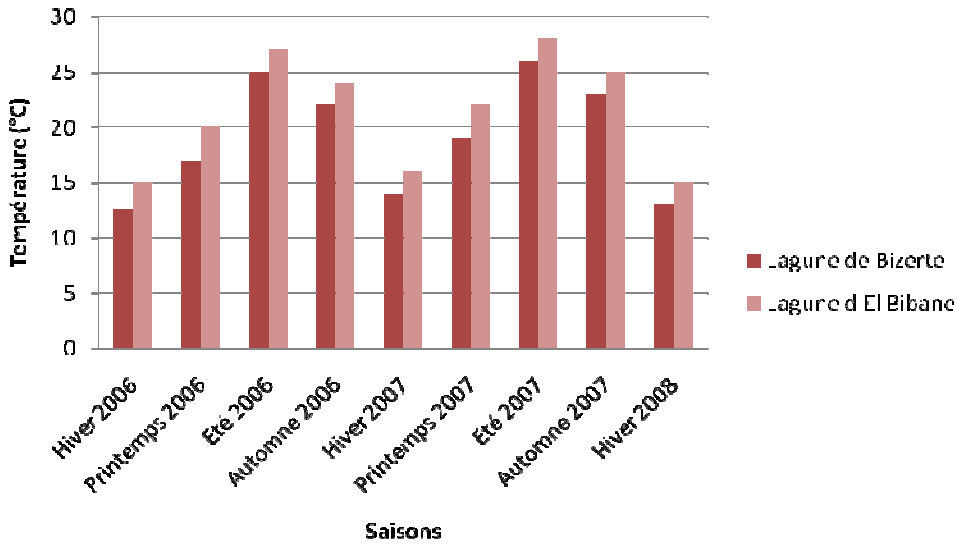


Fig. 63: Variation saisonnière de la température dans les lagunes de Bizerte et d'El Bibane entre 2006 et 2007

- **La salinité**

Les ascidies sont généralement des organismes sténohalins (Millar, 1971), qui ne possédent pas de représentant en eau douce. Pour la famille des Pyuridae, l'écart de survie varie entre 30 psu et 40 psu (Monniot, 1965). Par conséquent, le niveau de salinité côtier ne représente pas un facteur important influencant la distribution des ascidies. La seule différence se note dans la lagune d'El Bibane qui est une lagune hyperhaline avec une salinité en été atteignant les 45 psu.

D'après les mesures faites sur le terrain (figure 64), la salinité a varié entre 36,9 psu à Hammamet (hiver 2007) et 39 psu (été 2007). Malgrè la proximité des sites de Sidi Raïs et de Haouaria, on a noté une légére difference de la salinité, ceci peut être expliqué par le fait que Sidi Raïs est un site abrité soumis à une forte évaporation de l'eau suite à des hautes températures, alors que le site d'El Haouaria est un site ouvert situé à la pointe du golfe de Tunis ce qui favorise l'hydrodynamisme et la bonne circulation de l'eau car la température de l'eau est toujours moins elevée que les autres sites, ce qui ralenti l'évaporation de l'eau.

Pour les lagunes étudiées, c'est la lagune d'El Bibane qui présente le plus haut taux de salinité vue que celle-ci varie entre 39,3 psu en hiver et 44,5 psu en été (fig. 65). La lagune de Bizerte des salinités proche de celle de la mer.

La salinité enregistrée entre Janvier 2006 et Janvier 2008 n'a pas présenté beaucoups de variations d'une année à une autre sauf pour l'hiver 2007 où on a enregistré une diminution nette de la salinité et ceci malgré une hausse des températures pendant cette année là.

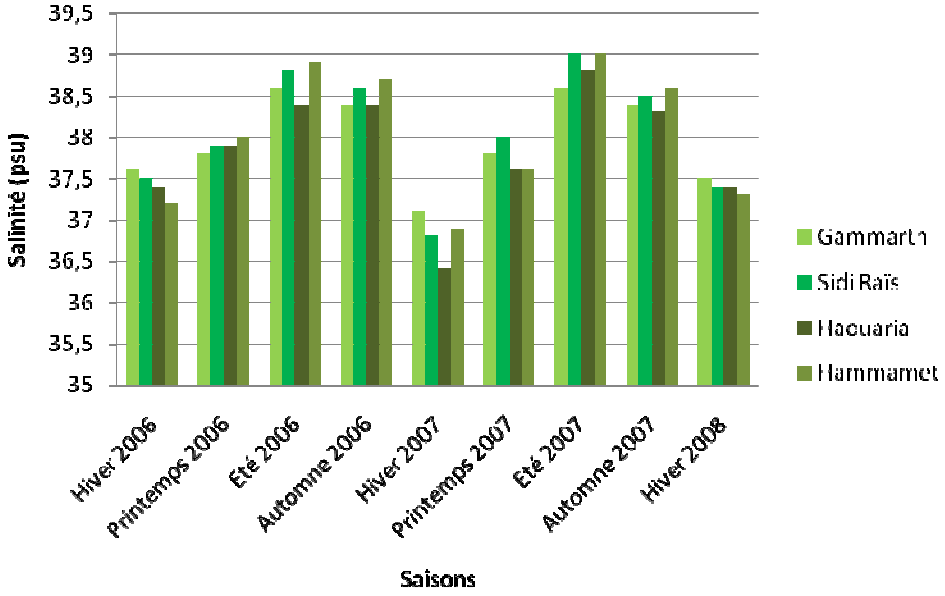


Fig. 64: Variation saisonnière de la salinité entre Janvier 2006 et Janvier 2008 dans les différents sites marins

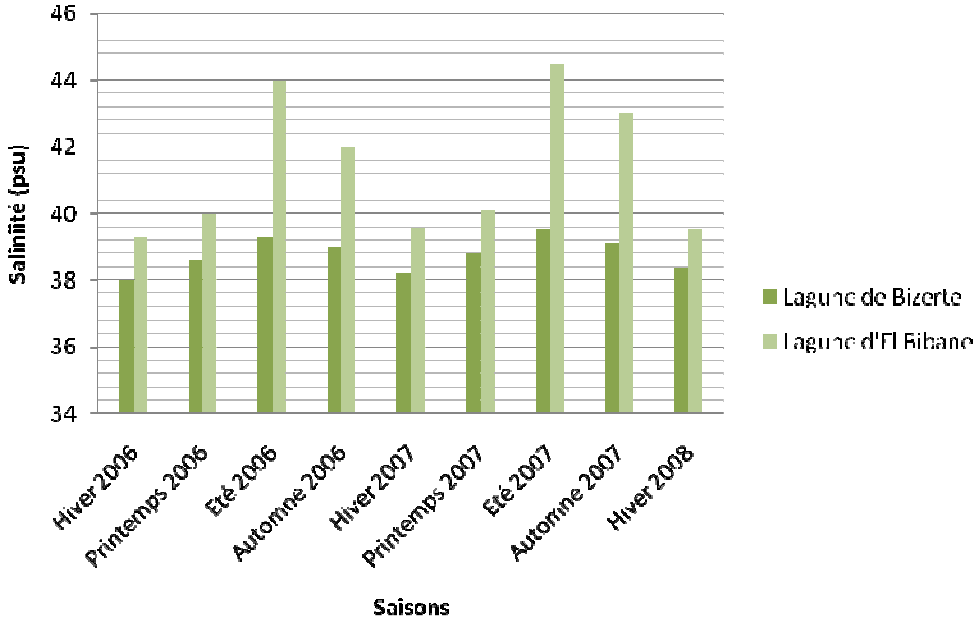


Fig. 65: Variation saisonnière de la salinité entre 2006 et 2007 dans la lagune de Bizerte et la lagune d'El Bibane

- **L'oxygéne dissous**

Les ascidies comme étant des animaux filtreurs sessiles, ils sont sensibles à l'hydrodynamisme qui cause l'agitation, la turbidité et la mise en suspension des particules de l'eau.

L'oxygénation de l'eau étant en relation avec l'hydrodynamisme représente un important facteur qui agit sur la distribution des ascidies.

D'après les mesures faites sur le terrain, le taux d'oxygène dissous de l'eau le plus élevé a été enregistrée en hiver dans le site de Haouaria (8.7 mg/l) car se site se positionne à la pointe du Cap Bon d'où il y a un fort hydrodynamisme. Alors que le taux d'oxygène le moins élevé a été enregistré pendant l'été dans le site de Gammarth (7.2 mg/l) (fig. 66).

Entre les lagunes c'est dans la lagune d'El Bibane qui présente les taux les plus élevées d'oxygène (8.5 mg/l) alors que les valeurs les plus faibles sont enregistrées en été dans la lagune de Bizerte (7 mg/l) (fig. 67).

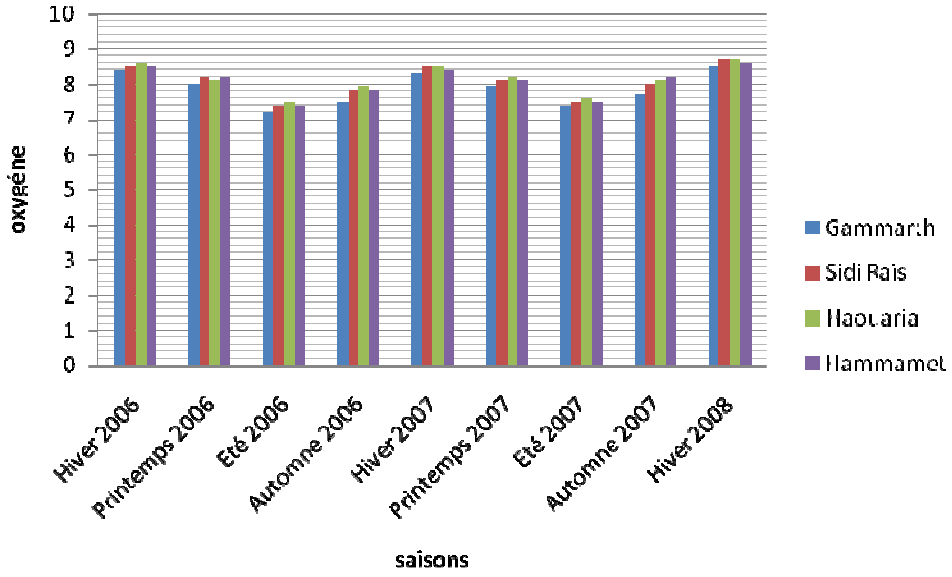


Fig. 66: Variation saisonnière de l'oxygéne dissous entre Janvier 2006 et Janvier 2008 dans les différents sites marins

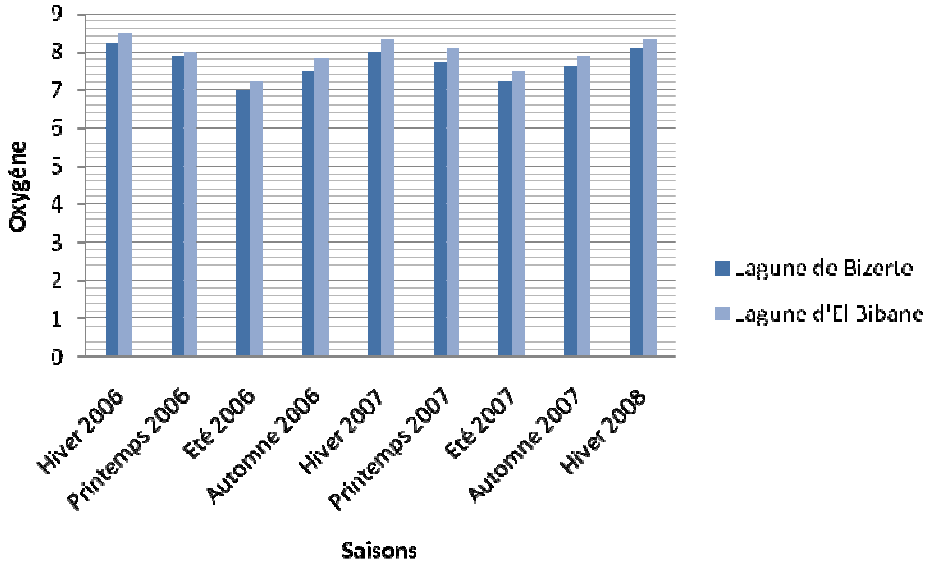


Fig. 67: Variation saisonnière de l'oxygéne dissous entre 2006 et 2007 dans la lagune de Bizerte et la lagune d'El Bibane

1.2 Facteurs biologiques

Selon la définition qu'a donnée Ernst Haeckel en 1866, l'écologie marine est la science qui étudie les conditions de vie des êtres marins et les interactions de toute nature qui existent entre ces organismes et leur milieu.

Dans ce domaine, le principal moteur de l'équilibre des biocénoses a été recherché dans l'action de facteurs biotiques tels que la prédation, la compétition ou le parasitisme. Ainsi, selon les concepts de l'écologie classique, une compétition intra ou inter spécifique se développe dès que deux individus ou deux espèces habitant le même biotope entrent en concurrence pour la possession d'une ressource du milieu.

Dans la plupart des cas, l'origine de la compétition est d'ordre alimentaire, et peut s'établir aussi bien horizontalement, parmi les individus appartenant au même niveau trophique (herbivores, carnivores de premier ordre, etc...) que verticalement, entre prédateurs et proies d'espèces différentes. Elle peut également découler des propriétés sexuelles propres à certains éléments des bio-communautés, par exemple une capacité de reproduction plus élevée. Elle peut enfin se poser en termes de lutte pour l'espace ou la lumière disponible.

La dernière rétrospective importante sur l'écologie et l'histoire naturelle des ascidies remonte à la publication de 1971 de Millar sur la biologie des ascidies et à la monographie de 1991 de

Monniot C., Monniot F. et Laboute sur les ascidies de la Nouvelle-Calédonie. Plusieurs centaines d'articles ont paru depuis lors, ajoutant aux connaissances sur les tolérances environnementales et les réactions aux concentrations croissantes de toxines d'origine anthropique dans les eaux marines, sur les relations énergétiques et les stratégies alimentaires, sur les relations prédateurs-proies, sur la compétition intraspécifique et interspécifique, en particulier, dans plusieurs études sur l'identification de soi et d'autrui chez les espèces coloniales, sur les modes de reproduction et de développement et leur régulation, sur les symbiontes, sur la chimie des produits naturels utilisés comme moyens de défense et de prévention de l'entassement et sur les mécanismes de dispersion. Le domaine relativement nouveau de la génétique moléculaire révèle l'existence d'espèces cachées et contribue à l'identification de l'origine d'individus transportés par l'activité humaine, un problème important et de plus en plus fréquent qui affecte les relations écologiques naturelles dans les communautés marines à l'échelle globale.

Les ascidies, et particulièrement *Cystodytes dellechiajei*, utilisent plusieurs mécanismes de défense pour limiter l'impact de la prédation et la lutte pour l'espace ; ils sont physiques (rigidité de la tunique et spicules) et chimiques (utilisation de métabolites secondaires comme l'ascididemine, concentration élevée de vanadium et un pH inférieur à 1). Cet animal fait tout de même l'objet de prédation de la part d'oursins (on retrouve les spicules calcaires dans les fèces de *Paracentrotus lividus*), de nudibranches (*Hypselodoris orsinii* en Méditerranée, *Coriocella sp.* aux Caraïbes...) et de poissons (mers tropicales).

Ainsi dans le dernier chapitre de ce travail, nous allons traiter un des aspects utilisé par deux espèces coloniales qui sont *Cystodytes dellachiajei* et *Aplidium conicum* pour se défendre et qui est la production de métabolites secondaires.

2)Distribution bathymétrique des ascidies

La profondeur intervient indirectement dans la variation spatio-temporelle des facteurs environnementaux tels que la luminosité, la température, l'hydrodynamisme et la sédimentation. En effet, plus la profondeur augmente plus les trois premiers facteurs cités précédemment diminuent et plus la sédimentation augmente. D'où on peut dire que la profondeur joue un rôle important dans la distribution des stratégies d'adaptations des ascidies.

L'infralittoral supérieur (0,5 à 4 m) est sous l'influence de grands facteurs physiques, particulièrement l'hydrodynamisme (agitations multidimensionnelle, impact des houles), la température, la luminosité est intense et la sédimentation est faible. A ce niveau on trouvé plus d'ascidies solitaires que coloniales (*Clavelina lepadiformis, Botryllus schlosseri*…) (tableau VIII). Cette zone est considérée comme la moins riche en ascidiofaune. En effet à ce niveau on rencontre seulement 11% des ascidies récoltées (figure 68).

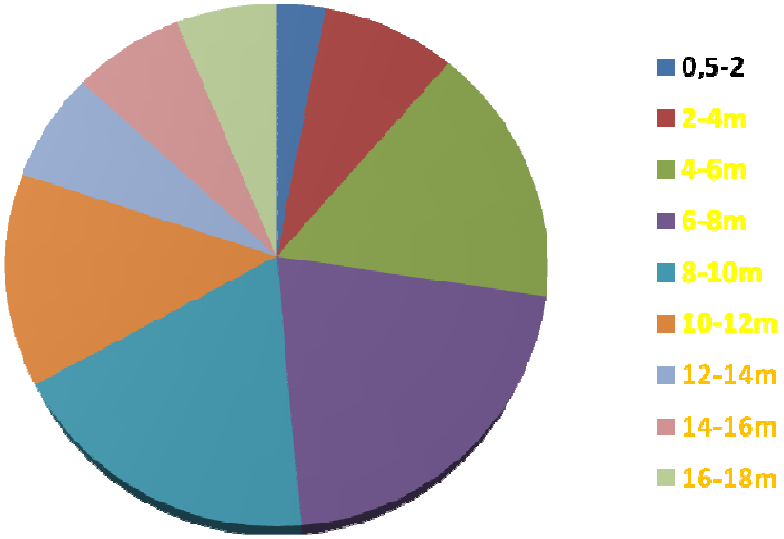


Fig. 68 : Répartition de l'abondance des ascidies selon la profondeur

L'infralittoral inférieur (4 à 18 m) est plus stable : la lumière est plus atténuée d'où la fluctuation thermique est moins importante et l'hydrodynamisme diminue (agitation bidirectionnelle). Ceci qui peut expliquer la richesse spécifique de ce niveau en faune ascidiologique 89% des ascidies récoltées (figure 68). De la même manière, on a aussi une diminution d'espèces solitaires en faveur des espèces coloniales (tableau IX). Les espèces de couverture se maintiennent et les espèces coloniales disparaissent progressivement.

Analyse statistique

L'analyse non paramétrique multidimentionelle (nMDS) entre les profondeurs a mis en relief quatre groupes (fig.69) :

Un premier groupe rassemble les stations allant de 0,5-2 m (R global = 0,30 ; P=0,001). Le deuxième groupe contient les stations dont la profondeur varie entre 2 et 8 m (R global = 0,62 ; P = 0,002). Le troisième groupe rassemble les stations entre 10 et 12m (R global = 0,66 ; P=0,001). Le quatrième groupe rassemble les stations côtières entre 12 et 18 m (R global =

0,91 ; P = 0,001). Le test SIMPER a fourni une différence significative entre les stations à 0,5-2m et 4-6m (52,21 %), une bonne différence entre 0,5-2 m et 4-6 m (68,59%) et entre 0,5-2 m et 4-6 m (79,25%). Les stations entre 2-4 m et 4-6 m montrent une faible différence de 33,61 %, les autres stations entre 6-8 m et 8-10 m montrent aussi une faible différence de 32,15 %. Alors que les stations entre 8-10 m et 10-12 m ont montré une différence moyenne de 41,80% et entre 10-12 m et 12-14 m ont montré aussi une différence moyenne de 56,94 %. Pour les stations entre 12-14 m et 14-16 m, elles ont montré aussi une différence moyenne de 49,66% et celles entre 14-16 m et 16-18 m ont montré aussi une différence moyenne de 47,22 %.

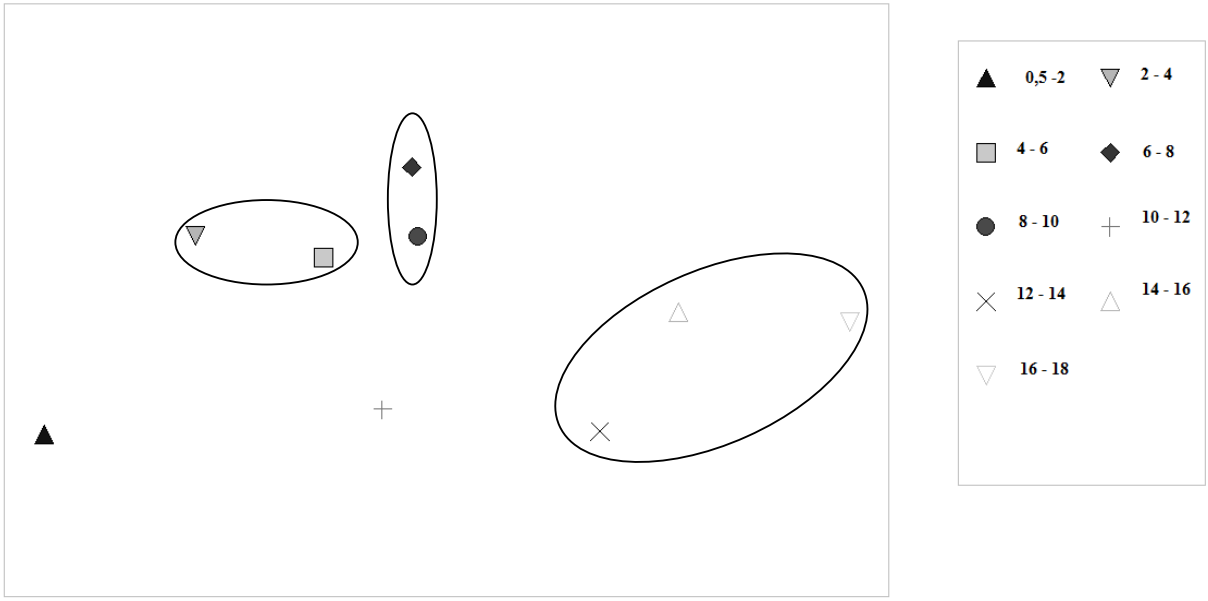


Fig. 69: Analyse multivariée des ascidies collectées dans les différentes stations suivant la profondeur

- Similitude des profondeurs

Le dendrogramme de similitude entre les profondeurs (fig. 70) met en évidence deux groupes :

Un premier groupe rassemble les stations profondes allant de 12 à 18 m avec une similitude plus importante des stations à 14-16 m et les stations à 16-18 m.

Un deuxième groupe rassemble les stations côtières entre 0,5 et 12 m. Ce groupe se divise en sous groupes avec des divergences nettes pour les stations entre 0,5-2 m et 12-14 m qui

s'éloignent des autres sous groupes. Dans ce sous groupe, nous pouvons remarquer une ressemblance de point de vue richesse spécifique des stations qui se situent à 4-6 m et 6-8 m de profondeur.

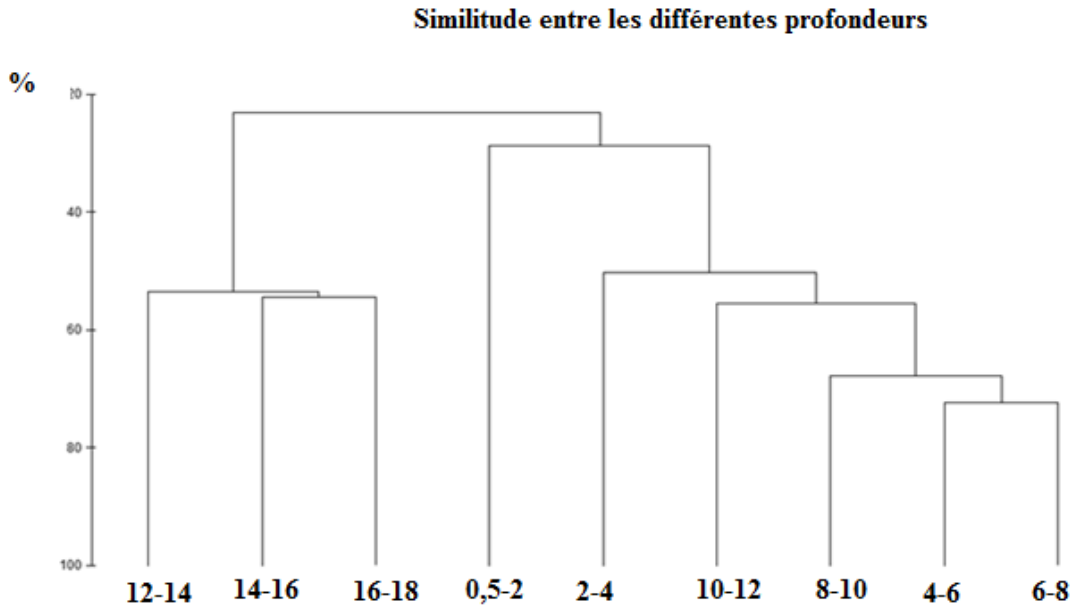


Fig. 70: Diagramme de similitude des stations selon la profondeur

3)Distribution bionomique des ascidies

La bionomie peut être un moyen utile dans l'étude des facteurs environnementaux qui conditionnent la présence et l'abondance des espèces dans les différents biotopes (Ramos, 1991). Ainsi, d'après Zabala (1986), la systématique bionomique est une méthode non une finalité.

Dans les tableaux X à XV nous avons indiqué la distribution des espèces d'ascidies pour chaque site suivant les stations et le type de substrat.

3.1 Les ascidies du golfe de Tunis

Le site de Gammarth

Le site de Gammarth se distingue d'être un site anthropisé, nous avons choisit ce site dans le but de voir la distribution des ascidies dans des milieux perturbés par les rejets domestiques. Le site de Gammarth se situe à proximité de l'agglomération de Gammath ; nous avons

choisit nos stations devant une canalisation de rejet des eaux usées traitées de la ville et des restaurants de la côte.

Le substrat de notre site renferme deux types de biocénose : le détritique côtier et les touffes de Posidonies implantées sur des roches. Nous avons récolté à Gammarth 35 individus répartis sur quatre familles et 7 espèces d'ascidies qui sont en majorité des espèces coloniales (Tableau X).

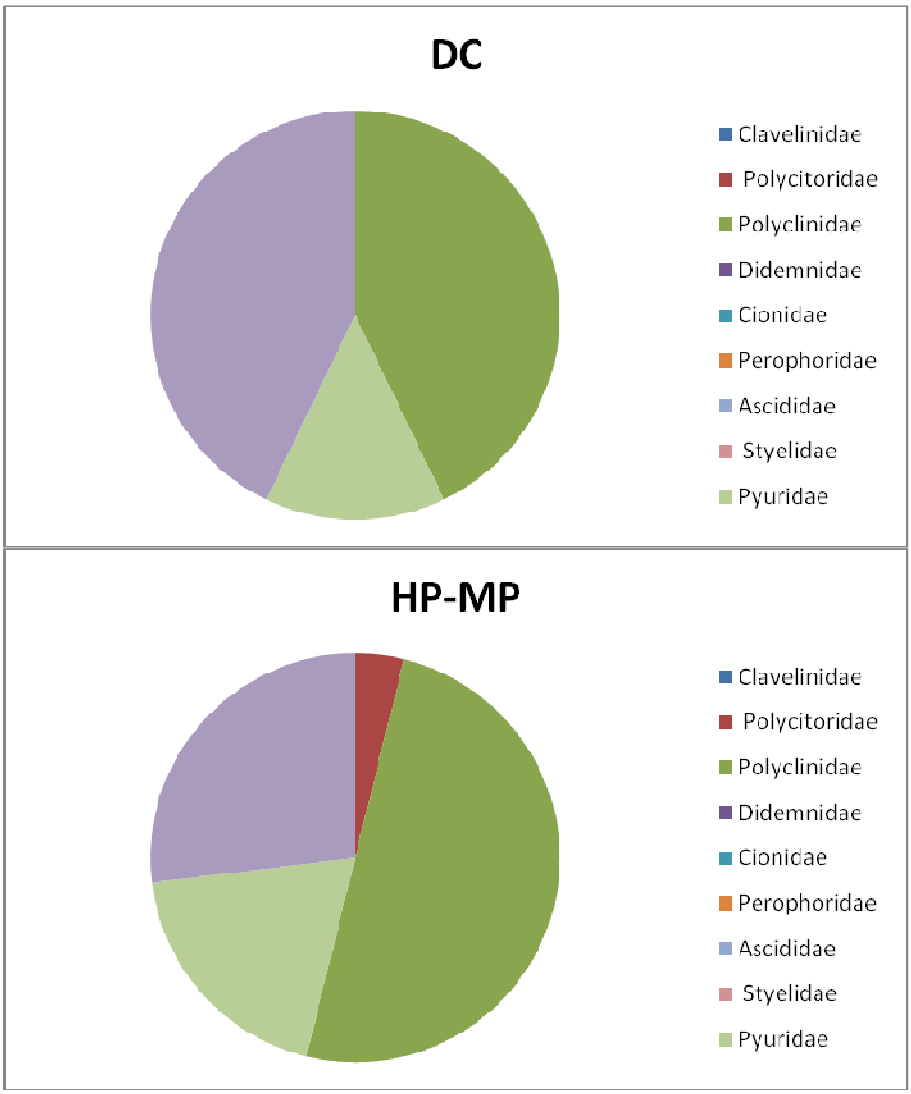


Fig. 71: Distribution des familles d'ascidie suivant le type de substrat (DC : détritique côtier ; HP-MP : herbier de Posidonie (sous forme de touffes))

D'après la figure précédente, on peut remarquer que la biocénose à herbier de Posidonie (HP-MP) est plus riche de point de vue nombre de familles (4 familles), d'espèces (7 espèces) et

nombre d'individus (28/35) par rapport à celle du détritique côtier (DC) : 3 familles, 7 individus répartis sur 4 espèces.

Ce résultat peut s'expliquer par plusieurs faits : tout d'abord, dans le site de Gammarth, l'eau est très turbide ce qui ne facilite pas la pénétration de la lumière (déversements des eaux usées traitées des restaurants installés sur la côte) ; ensuite, le fort hydrodynamisme du site situé près de la pointe d'un cap rend l'eau constamment agitée. Toutes ces conditions ne favorisent pas une bonne implantation de la végétation marine (la Posidonie se trouve sous forme de touffes dispersées) ce qui rend par conséquent le milieu pauvre de point de vue richesse en espèces et seuls quelques espèces supportant ce milieu hostile, ont pu se développer.

Le site de Sidi Rais

Le site de Sidi Raïs présente une variation de point de vue nature du substrat, cette variation est graduelle du rivage vers les profondeurs. Ainsi, on trouve au début un premier palier entre 0 et 2 m ou le substrat est couvert de C*aulerpa prolifera* et de *Cystoseria zosteroides* ensuite entre 2 et 4 m le substrat devient à tendance détritique côtier avec des blocks rocheux implantés en dessous de *Posidonia oceanica* et entre 4 et 16 m le substrat devient sableux couvert de *Posidonia oceanica* qui forme un vrai herbier dense.se distingue Nous avons récolté à Sidi Rais près de 222 individus répartit sur 30 espèces. Ces espèces varient selon le type de biocénose (tableau XI).

D'après la figure 72, on peut dire que le site de Sidi Raïs est le plus riche des sites étudiés, ceci de point de vue nombres d'espèces et d'individus. Cette richesse peut être expliquée par la variation du milieu. Ainsi, la biocénose associée à l'herbier de Posidonie se présente avec ses feuilles et sa matte comme un microcosme propre très riche (138 individus repartis sur 25 espèces).

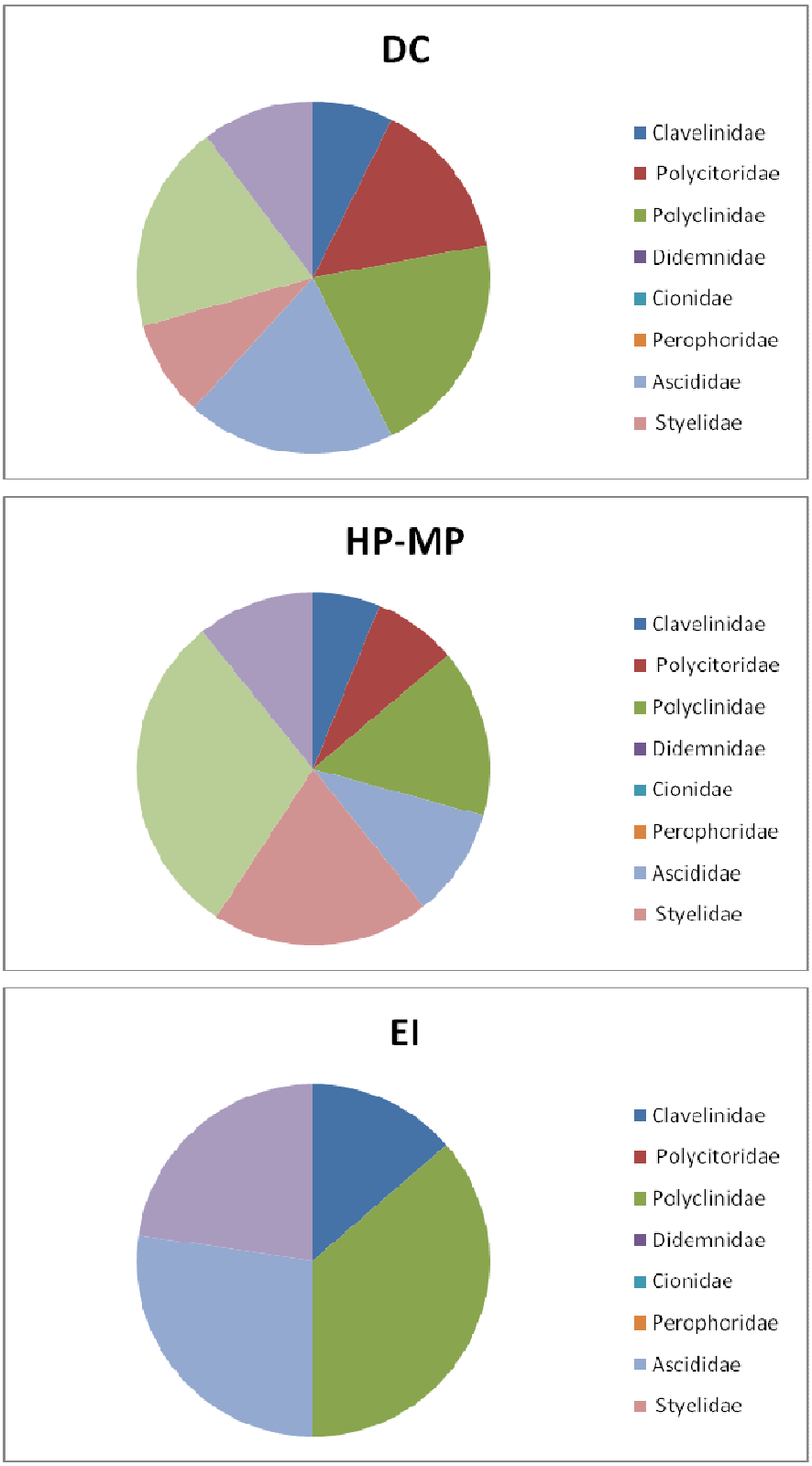


Fig. 72: Distribution des familles d'ascidies suivant le type de substrat (DC : détritique côtier ; HP-MP : herbier et matte de Posidonie ; EI : infralittoral à fond exposé)

Le site d'El Haouaria

El Haouaria qui se trouve à l'extrémité du golfe de Tunis et à la pointe du Cap bon, se présente comme un site dont les caractéristiques du milieu sont spécifiques. En effet, el Haouaria, est considéré comme un site non affecté par la pression humaine donc relativement propre, son emplacement à la pointe du Cap Bon, le rend particulièrement influencé par les courants marins d'où il présente un très fort hydrodynamisme, on peut ajouter à cela la morphologie sous marine particulière du site avec ses grottes sous marine et ses blocks rocheux. A el Haouaria on rencontre trois types de substrat : l'infralittoral à fond dur exposé, le détritique côtier et l'herbier de Posidonie avec ses feuilles et sa matte. Au total nous avons récolté à el Haouaria, 174 individus dont 30 espèces différentes d'ascidies.

Le tableau XII représente le nombre des différentes espèces d'ascidies trouvées à El Haouaria dans les différentes stations et selon les différents milieux. Le nombre d'individus trouvés varie entre 1 et 20 mais ce nombre reste différent d'une espèce à une autre.

D'après la figure 73, on remarque que l'herbier de posidonie (HP- MP) (feuille + rhizome) ainsi que la matte apparaît comme étant la taxocénose la plus riche dans laquelle on a trouvé le maximum de familles (8 familles), d'espèces (100 individus), vient ensuite le détritique côtier (DC) (7 familles, 60 individus) puis finalement l'infralittoral à fond dur exposé (EI) comme étant le plus pauvre en faune ascidiologique (4 familles, 16 individus).

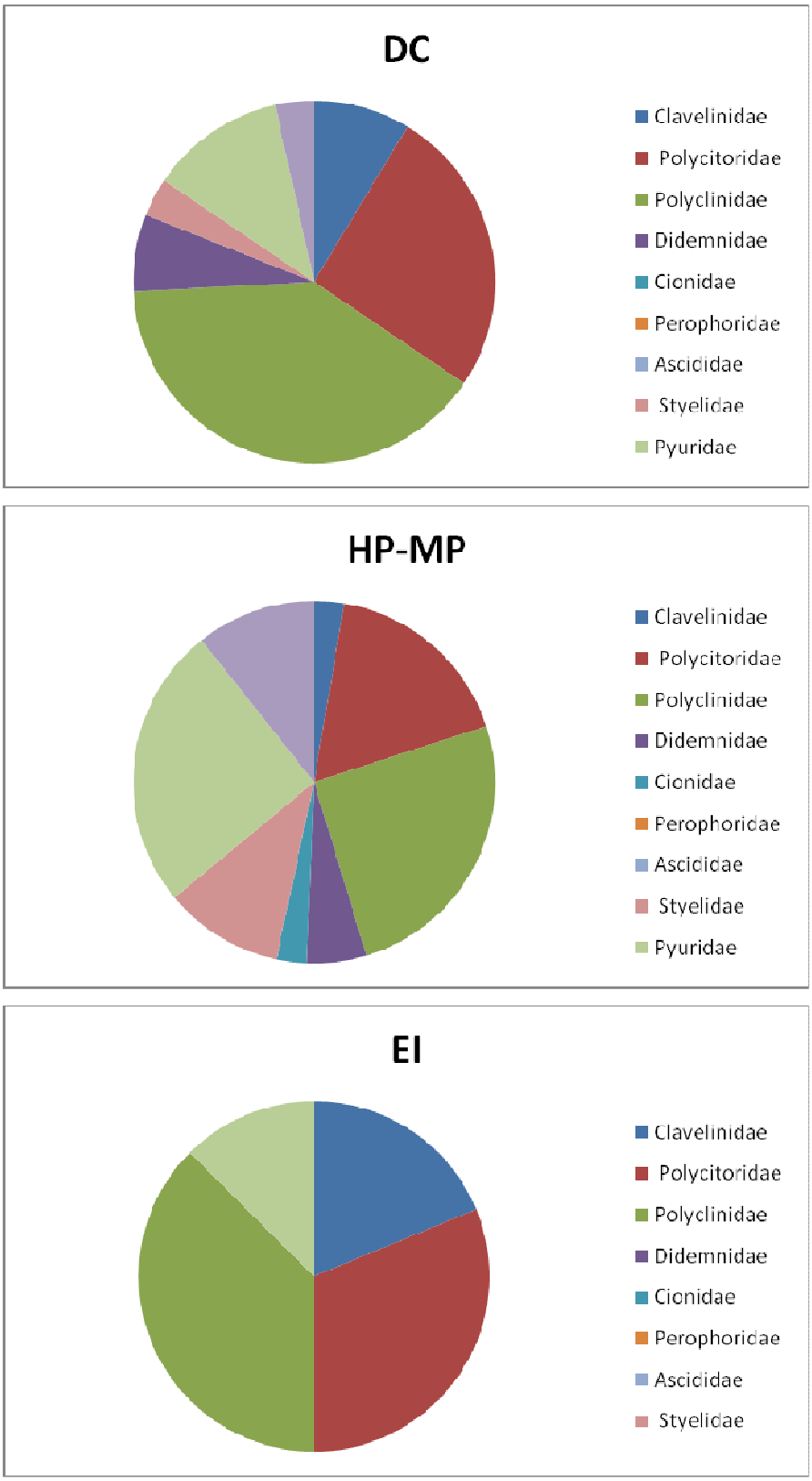


Fig. 73: Distribution des familles d'ascidies suivant le type de substrat (DC : détritiue côtier ; HP-MP : herbier et matte de Posidonie ; EI : infralittoral à fond dur exposé)

3.2 Les ascidies du golfe de Hammamet

Dans le golfe de Hammamet, nous avons choisit deux sites : le port de Hammamet et la zone côtière touristique de la ville de Hammamet.

Dans la zone touristique de Hammamet il existe 3 types de biocénoses: biocénose à *Padina pavonica* (AP), biocénose à substrat dur artificiel et naturel (SD) et biocénose à herbier de Posidonie : feuilles et matte (HP et MP). Alors que dans le port de Hammamet, les ascidies ont été seulement trouvées sur les supports solides artificiels ou naturels tels que : les cordes, les coques de bateaux, les barres en aciers fixées sous l'eau ou les roches.

Au total 158 spécimens dont 27 espèces ont été récoltés à Hammamet (tableau XIII).

D'après la figure 74, parmi les trois types de biocénoses, deux semblent être proches : la biocénose à fond dur (artificielle ou naturelle) et la Posidonie (HP et MP). Pour l'autre biocénose celle à infralittoral à fond riche en *Padina pavonica* le nombre d'espèces reste relativement bas. Nous avons remarqué que la richesse en espèces est maximale pour la biocénose à fond dur et que le nombre d'espèces augmente suivant la profondeur.

En comparant les résultats trouvés dans la zone littorale de Hammamet nord et dans le port de Hammamet, nous avons constaté une différence significative que se soit de point de vue richesse ou nombre d'espèces. En effet, nous avons trouvé dans la zone littorale de Hammamet nord 23 espèces se répartissant sur 7 familles, parmi ces dernières c'est la famille des polyclinidés (*Pseudodystoma cyrnusense, Aplidium mediterraneum, Aplidium sp., Aplidium* conicum …) qui est la plus abondante vient ensuite la famille des polycitoridés (*Clavelina lepadiformis, Cystodites dellechiajei, Polycitor adriaticum* …) (tableau XIII). Alors que pour la zone du port de Hammamet nous avons trouvé seulement deux familles : la famille des styelidés (*Styela plicata*, *Botryllus scoloseri et Botryllus leachi)* où le nombre d'individus de *Styela* plicata est très élevé et la famille des Polycitoridés (*Clavellina lepadiformis*) où le nombre d'individu de cette espèce est relativement élevé. La famille des Styelidés est moins abondante dans la zone nord de Hammamet, en effet nous avons trouvé une seule espèce appartenant à cette famille (*Styela canopus*).

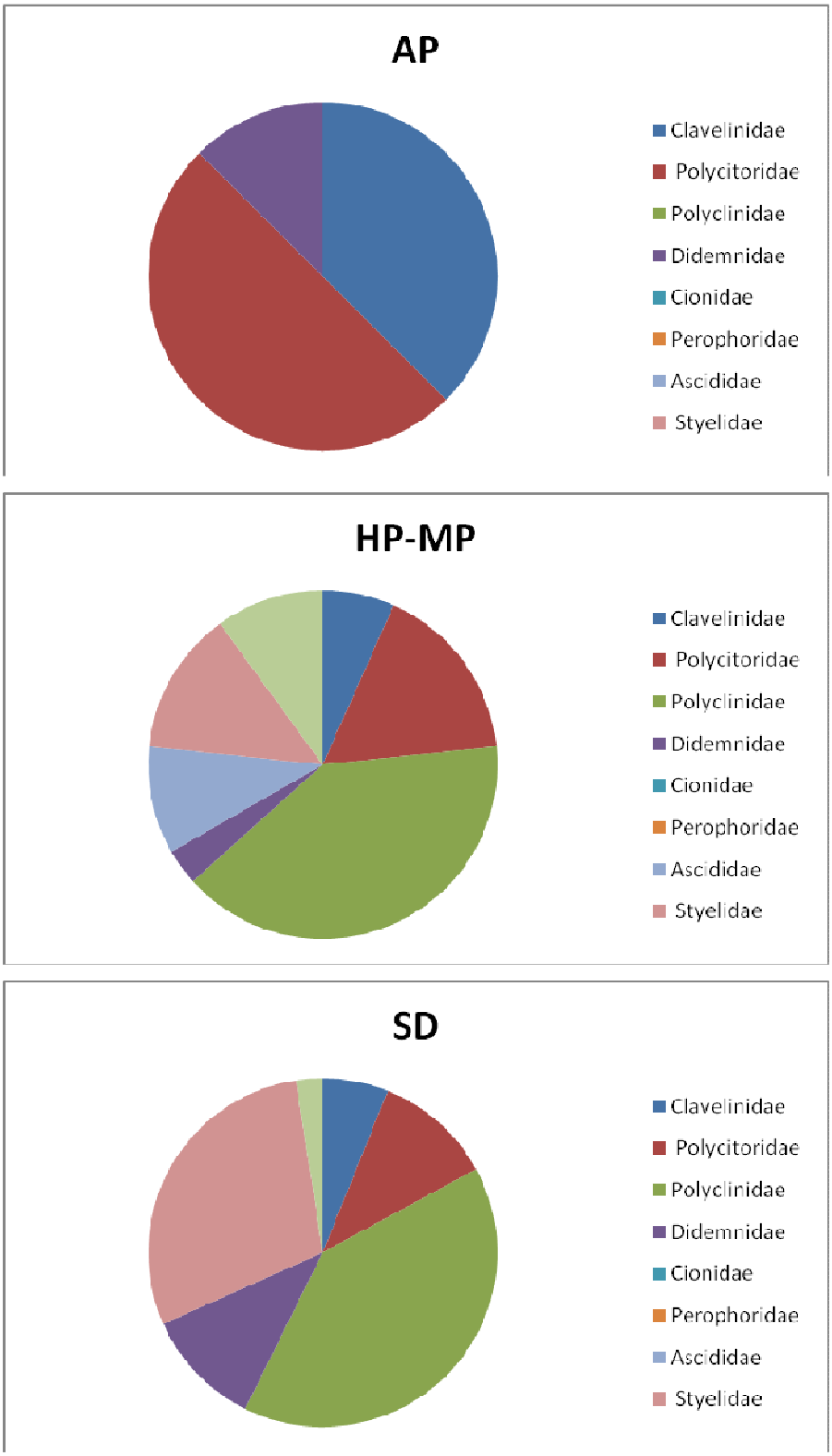


Fig. 74: Distribution des familles d'ascidies dans le golfe de Hammamet suivant le type de substrat (AP : fond à Padina pavonica ; HP-MP : herbier et matte de Posidonie ; SD : support solide)

3.3 Les ascidies des lagunes

A) La lagune de Bizerte

La lagune de Bizerte qui se trouve au nord de la Tunisie est reliée à la mer par long chenal, elle renferme une firme d'élevage conchylicole et ses caractéristiques abiotiques sont proches à celles des sites marins situés au nord de la Tunisie. Il existe trois types de supports où nous avons récolté les ascidies qui sont liés à la filière conchylicole et qui sont : Les moules (M) et les cordes où elles sont fixées ce support est considérées comme le support préféré des ascidies dans la lagune, les roches (R) et les barres en aciers (A).

Nous avons trouvé dans la lagune de Bizerte près de 166 individus appartenant à 11 espèces (tableau XIV) dont les deux espèces dominantes près de 80% sont *Ascidiella aspersa* et *Ciona intestinalis.* La majorité des espèces ont été trouvées fixées sur les moules ou sur les cordes qui les rattaches.

D'après la figure 75, on peut déduire que l'élevage de moule représente un lieu propice au développement des ascidies (4 familles et 75/166 individus) surtout solitaires (9 espèces / 11 sont solitaires). Ces derniers trouvent dans les cages d'élevage des moules, sur les cordes ou sur les moules elles mêmes un support favorable à leur développent poussant même les ascidies à entrer en compétition avec ces derniers.

Pour les autres supports que ce soit les roches (4 familles et 42 individus) ou les barres en aciers (4 familles et 49 individus) elles sont aussi plus riches en espèces solitaires que coloniales, ceci reflètent la préférence de certaines espèces d'ascidies pour les supports solides.

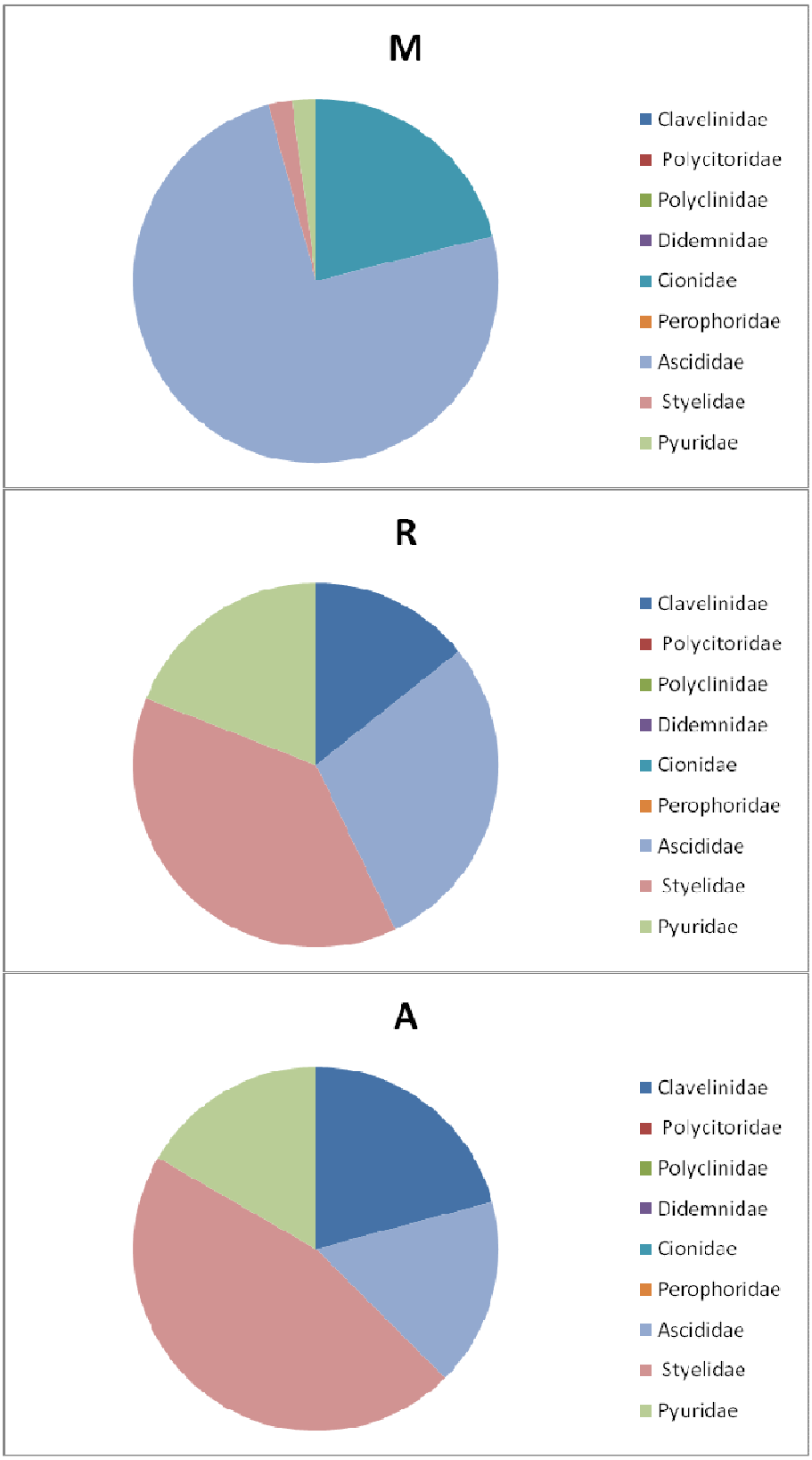


Fig.75: Distribution des familles d'ascidies dans la lagune de Bizerte suivant le type de substrat (M : moules et cordes ; R : roches ; A : barres en acier)

B) **La lagune d'El Bibane**

La lagune d'El Bibane se caractérise par son empacement au sud de la Tunisie, elle est ouverte sur la mer grace à 9 petits îlots. Elle est considérée comme une lagune hyperhaline grâce à sa salinitée élvée qui atteint 44,5 psu en été. La lagune d'El Bibane est une lagune à climat chaud, elle est considerée comme non anthropisée grace à son importante biodiversité. La lagune d'El Bibane présente plusieurs types de substrat : biocénose à *Cymodocea nodosa,* biocénose à *Halimeda tuna,* biocénose fixée sur support solide et biocénose à feuilles et mattes de *Posidonia oceanica* avec soit *Cymodocea nodosa*, soit *Rupia marittima.* Nous avons récolté dans la lagune d'El Bibane, 110 spécimens appartenant à 16 espèces d'ascidies qui font partie des familles tels que : *Polyclinidae, Polycitoridae, Didemnidae, Perphoridae, Ascidiidae* et *Styelidae* (tableau XV).

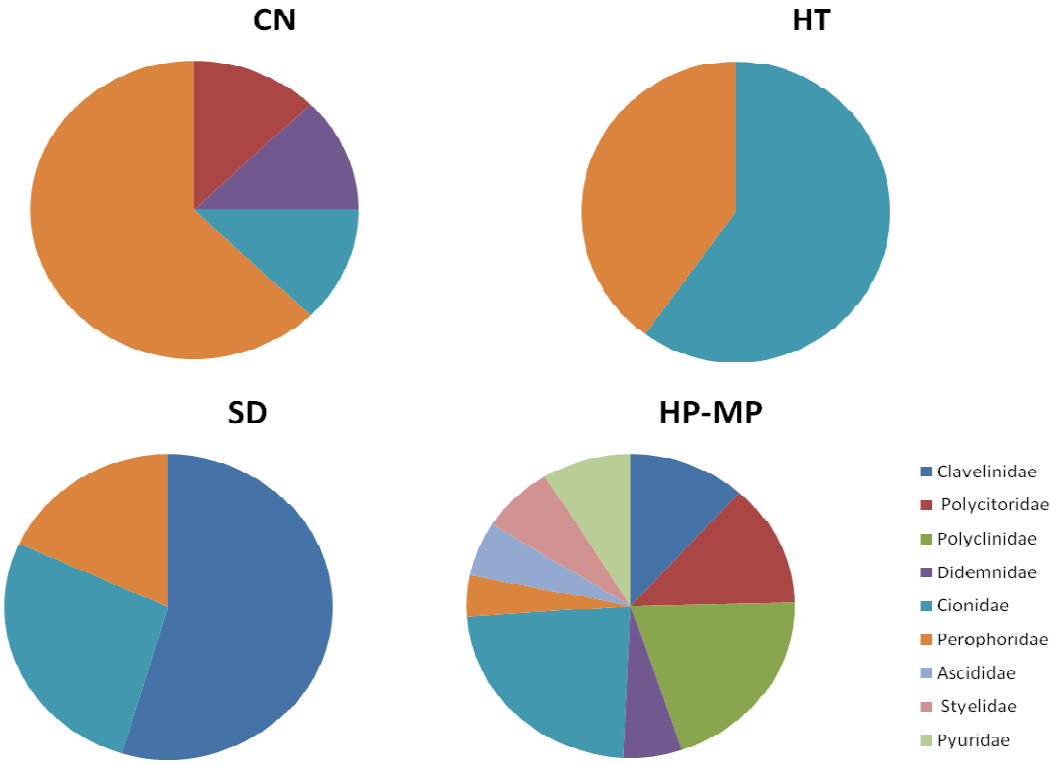


Fig. 76: Distribution des familles d'ascidies dans la lagune d'El Bibane suivant le type de substrat (CN : biocénose composée de *Cymodocea nodosa*, HT : biocénose à *Halimeda tuna* ; SD : biocénose à supports solides (naturel et artificiel) ; HP-MP : biocénose à feuilles et mattes de *Posidonia oceanica* avec soit *Cymodocea nodosa*, soit *Rupia marittima*)

D'après la figure 76, nous pouvons déduire que la lagune d'El Bibane représente un fond à quatre faciès : une partie couverte de *Cymodocea nodosa*, une partie couverte de *Halimeda tuna*, une partie couverte de touffes de Posidonie avec au voisinage soit des touffes *Ruppia maritima* soit des touffes de *Cymodocea nodosa* et une partie près des îlots et près des cages à

poissons où plusieurs tiges en aciers sont implantées. Cette variabilité de faciès se ressent de point de vue richesse en espèces et nombres d'individus puisque nous pouvons remarquer d'après les résultats trouvés que la partie couverte par les touffes de Posidonie est la plus riches (9 familles, 70 individus répartis sur 14 espèces) par rapport aux trois autres (3 familles réparties sur 22 individus ont été trouvés sur les supports solides et 3 familles réparties sur 13 individus sur la partie couverte par *Cymodocea nodosa* et 2 familles réparties sur 5 individus seulement autour de *Halimeda tuna*).

Analyse statistique

L'analyse multivariée a indiqué la présence de deux groupes principaux d'échantillons d'espèces en relation avec les différents substrats : naturel et artificiel (fig. 77). Le test ANOSIM a confirmé que ces deux groupes étaient significativement différents avec un R global = 0,49 (P = 0,001). Le test SIMPER a montré pour le substrat naturel une similarité moyenne de 29,57% et ont été surtout caractérisés par *Ciona intestinalis* (35,71 %), *Ascidiella aspersa* (30,95 %), *Styela plicata* (15,05 %), *Styela canopus* (9,29 %) et *Clavelina lepadiformis* (10 %). Pour ce qui est du substrat naturel, le test SIMPER a montré une similarité moyenne de 47,62 % et a consisté en principalement *Ecteinascidia turbinata* (80,95 %), *Clavelina lepadiformis* (8,85 %), *Pyura squamulosa* (6,76 %) et *Microcosmus sabatieri* (5,87 %).

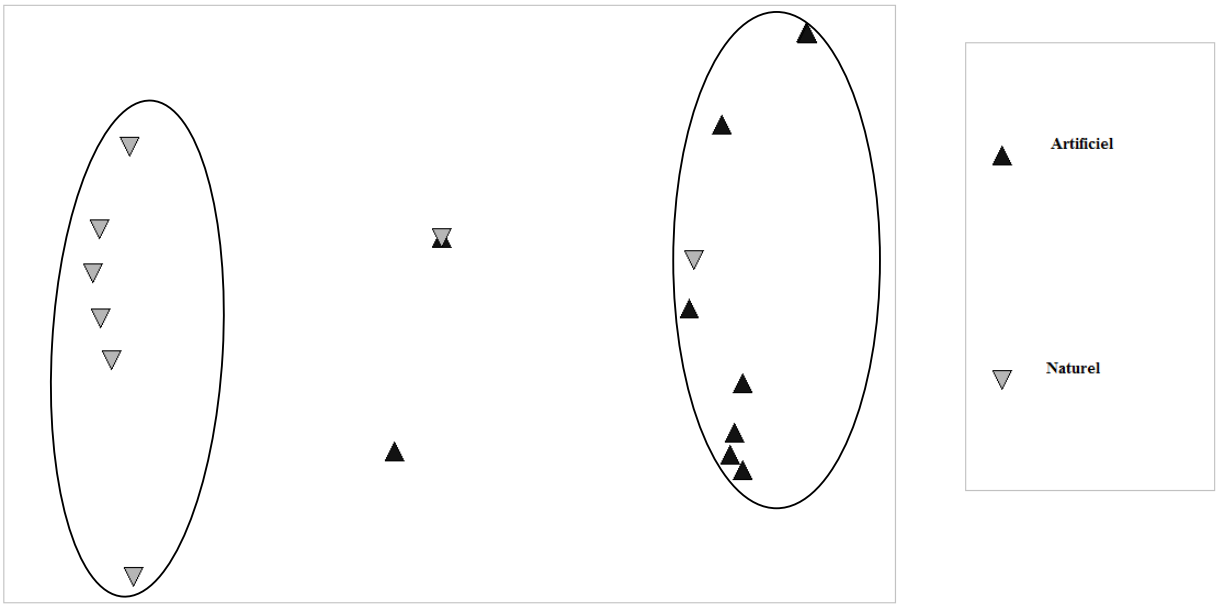


Fig. 77: Analyse multivariée des ascidies collectées suivant les différents types de substrats (naturels ou artificiels) (Stress 0.12)

3.4 Distribution des espèces selon les communautés

Dans chaque site de récoltes, nous avons observé différentes communautés où les ascidies prolifèrent ; ces communautés se divisent en 8 groupes :

a) Communauté soumise à un certain degré de contamination
b) Communauté intermédiaire à fond stable
c) Communauté à substrat dur
d) Communauté à substrat superficiel
e) Communauté à plateforme littorale stable
f) Communauté à rhizomes et feuilles de Posidonie
g) Communauté à détritique côtier
h) Communauté à coralligènes
i) Communauté à algues photophiles en mode calme

L'analyse de composante principale (ACP) entre les espèces et les communautés (fig. 78) permet de mettre en évidence 5 groupes :

- Le premier groupe contient la communauté du substrat à herbier de Posidonie (les feuilles et les rhizomes) où les valeurs sont négatives. Ce groupe lui-même sépare clairement des autres groupes parce qu'il contient la communauté la plus riche sur le plan ascidiofaune.

- Le deuxième groupe associe la communauté de substrat dur (les rochers, les coques de bateaux …), à ceux soumis à un certain degré de contamination.

- Le troisième groupe associe la communauté d'algues de photophiles à celle intermédiaire à une base stable et celle de substrat superficiel.

- Le quatrième groupe contient la communauté de détritus côtier (les valeurs positives) qui est aussi riche en ascidiofaune.

- Le cinquième groupe contient la communauté à coralligènes, riche en ascidiofaune.

Cette analyse a aussi montré la préférence de la faune ascidiologique pour la communauté à herbier de Posidonie où nous avons trouvé le maximum d'abondance spécifique.

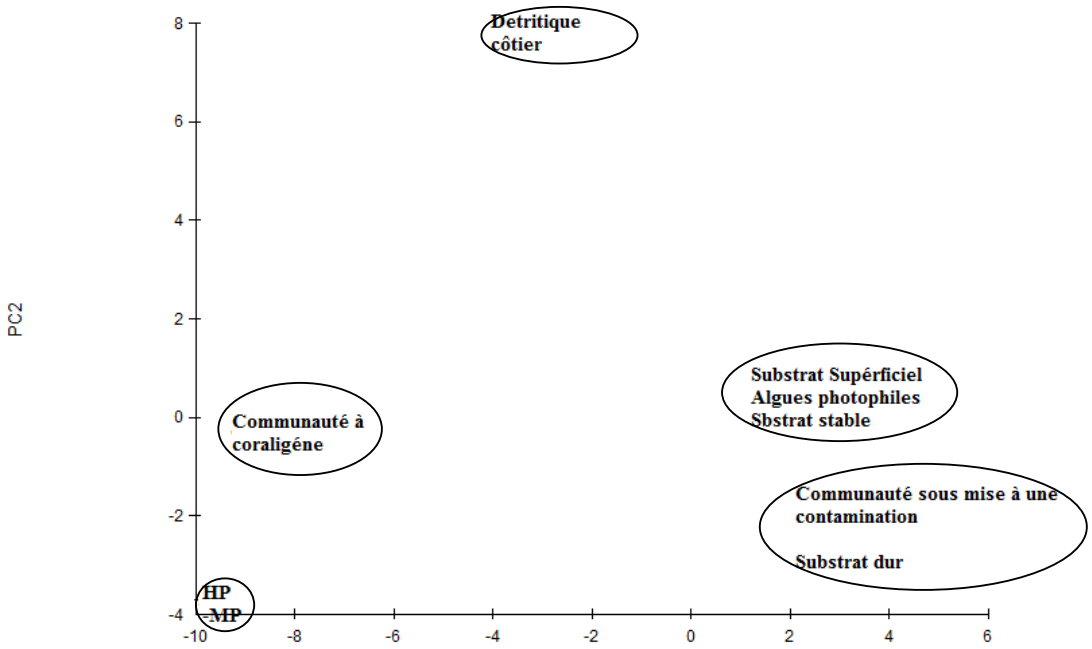


Fig. 78: Analyse de composante principale des ascidies collectées dans les différentes stations suivant les communautés

4)Distribution spatiale des ascidies en Tunisie

D'après le dendogramme de similitude des sites d'étude (fig. 79), on remarque qu'il y a deux grands groupes qui se différencient :

un premier groupe contient la lagune de Bizerte et le port de Hammamet, qui présentent une similitude de point type d'espèces (solitaires majoritairement qui favorisent les substrats de type solide et un état du milieu plus ou moins pollué) ; le deuxième groupe contient le site de Gammarth, la lagune d'El Bibane, le site de Sidi Rais , le site de Haouaria et de Hammamet. On peut remarquer que les sous unités qui forment le milieu marin se ressemblent et particulierement les sites d'El Haouaria et de Hammamet.

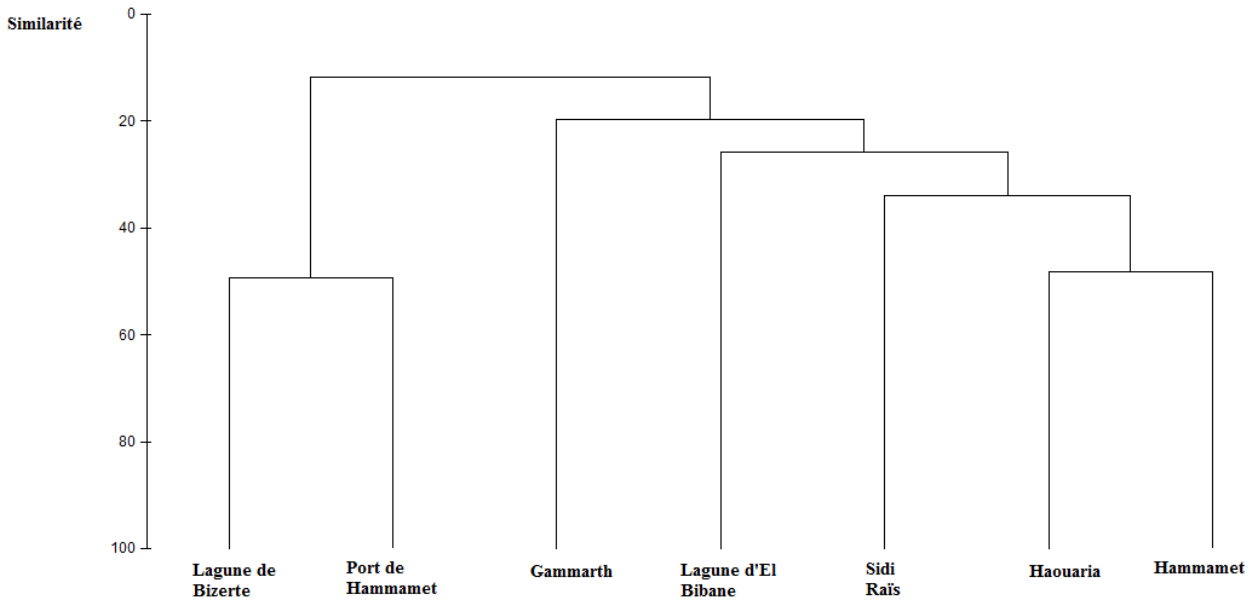


Fig. 79: Dendrogramme de similitude des différents sites étudiés en Tunisie

Analyse statistique

Dans cette étude, on peut considérer que la variabilité spatiale des ascidies peut être considérée selon deux niveaux : inter-spatial et intra-spatial (fig. 80).

L'analyse multivariée a indiqué la présence de trois groupes principaux d'espèces en relation avec les différents types de substrat : l'herbier de Posidonie (matte et feuilles) et le substrat dur. Le premier groupe a étendu Sidi Raïs, Haouaria et Hammamet et le deuxième groupe contient Gammarth (touffes de Posidonie et de rochers) et le troisième groupe contient le port de Hammamet (le substrat dur). Le test d'ANOSIM a confirmé que ces trois groupes étaient significativement différents avec un R global = 0,279 (P = 0,001). Le test SIMPER a montré que les échantillons complets dans Gammarth montrent une similarité moyenne de 19,05% et sont surtout caractérisés par *Molgula socialis* (11,90 %), *Pyura dura* (7.14 %) et *Aplidium conicum* (5.95 %). Pour Sidi Raîs, la similarité moyenne est 31,07 % et est consisté principalement en la présence de : *Aplidium aff. nordmanni* (30,95 %), Cystodytes dellachiajei (20,15 %), *Microcosmus polymorphus* (10. 65 %) et *Molgula socialis* (8,47 %). Pour Haouaria, la similarité moyenne est 21,78 % et est caractérisée par *Morchellium argus* (10,31 %), *Aplidium nordmanni* (9,28 %) et *Cystodytes dellachiajei* (8,25 %). Pour Hammamet, la similarité moyenne est 17,67 % et nous distinguons *Morchellium argus* (11,76 %), *Aplidium aff. nordmanni* (10.46%) et *Cystodytes dellachiajei* (9.15%). Enfin, pour le port de

Hammamet, la similarité moyenne est 26,07 % et a consisté principalement en la présence de : *Styela plicata* (10.46%), *Styela canopus* (7,84%) et *Clavelina lepadiformis* (3.92%). La présence d'espèces indicatrices de pollution (*Clavelina lepadiformis, Styela plicata, Styela canopus* et *Microcosmus squamiger*) dans le port de Hammamet a confirmé que ces environnements limités sont assujettis à une pression anthropogenique importante.

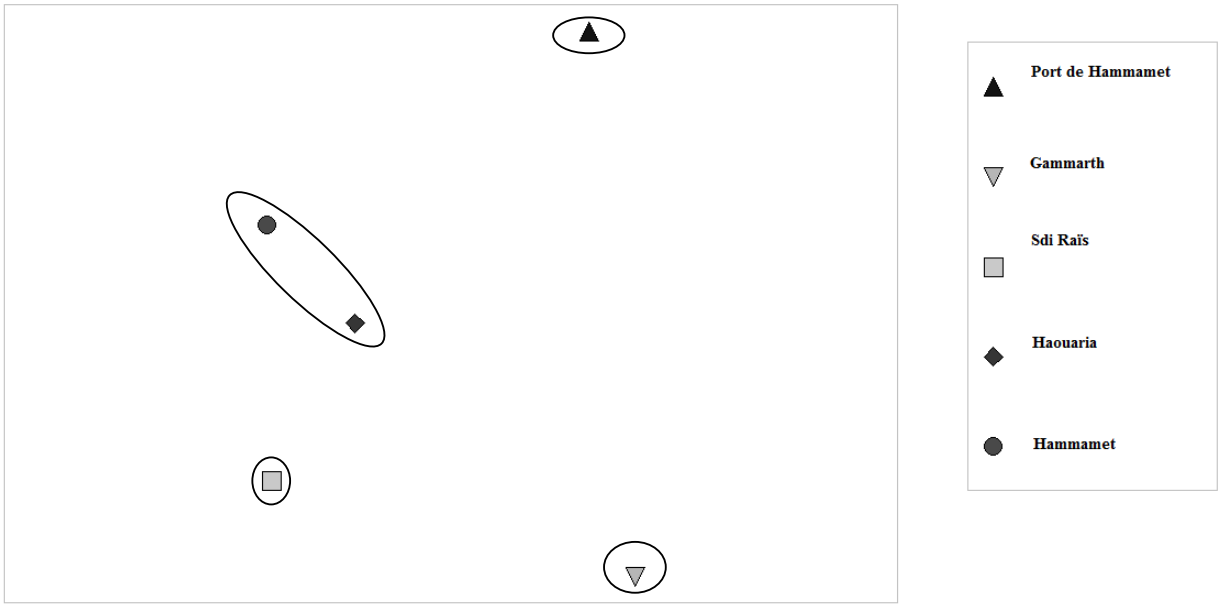


Fig. 80: Analyse multivariée des ascidies collectées dans les différentes stations suivant le type of substrat par site

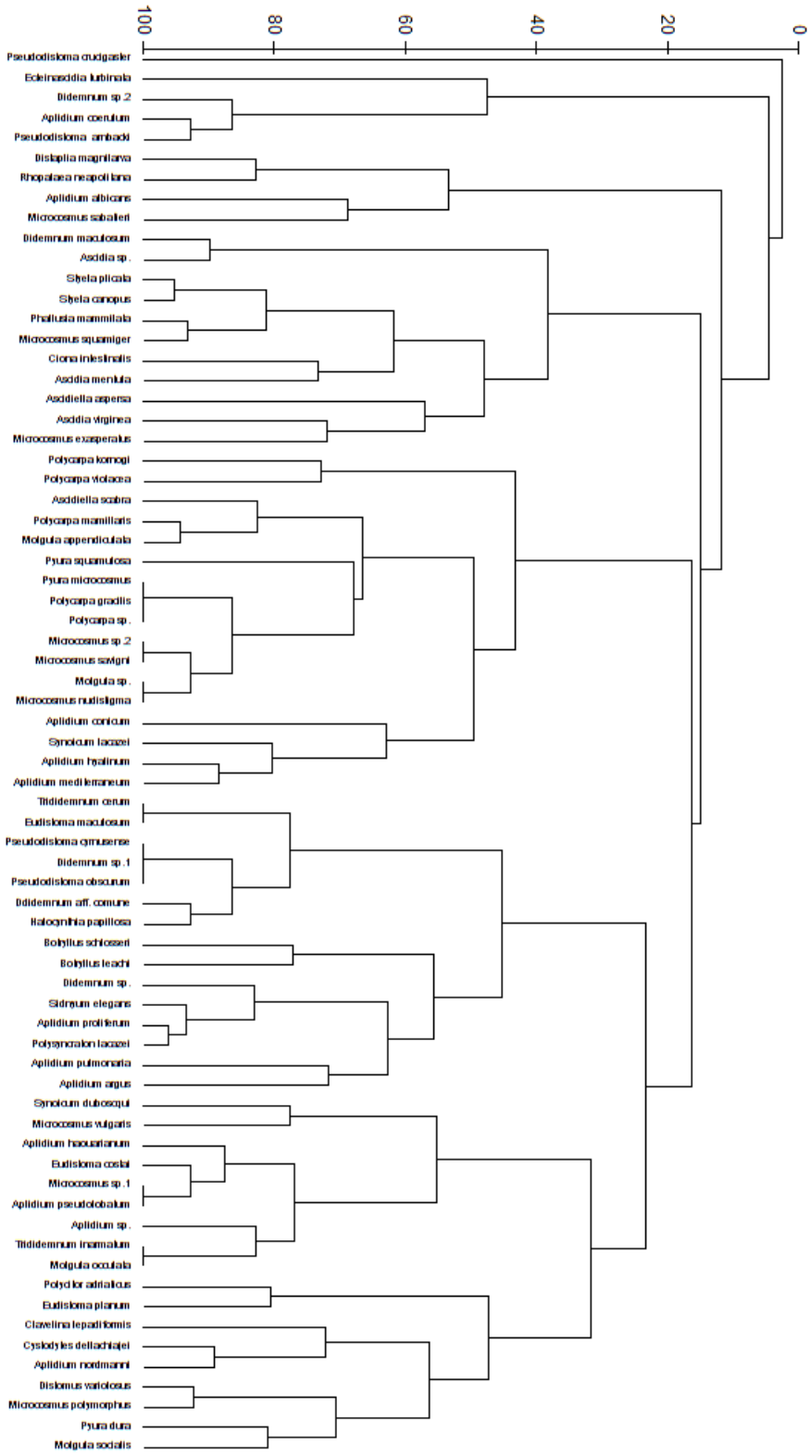


Fig. 81: Dendrogramme de similitude des espèces selon les sites de récoltes

- Distribution spatiale des espèces coloniales et solitaires

Pour la distribution des espèces selon leurs états (colonial ou solitaire) suivant leur site d'étude, l'analyse SIMPER a démontré que c'est l'état colonial qui est dominant dans tous les sites sauf à Sidi Raïs où c'est l'état solitaire qui est dominant et où il a montré une similarité moyenne de 82,88% et le Port de Hammamet où la similarité moyenne est 92,70% caractérisé par l'état solitaire (fig. 82).

Pour les autres sites étudiés, nous avons trouvé plus d'espèces coloniales que solitaires. Pour Gammarth la similarité moyenne est 60,34% et les espèces trouvées sont coloniales, pour El Haouaria, la similarité moyenne est 90,46% et a été surtout caractérisée par les états coloniaux. Pour Hammamet, la similarité moyenne est de 69,10% et a été surtout caractérisée par l'état colonial (tableau XVI).

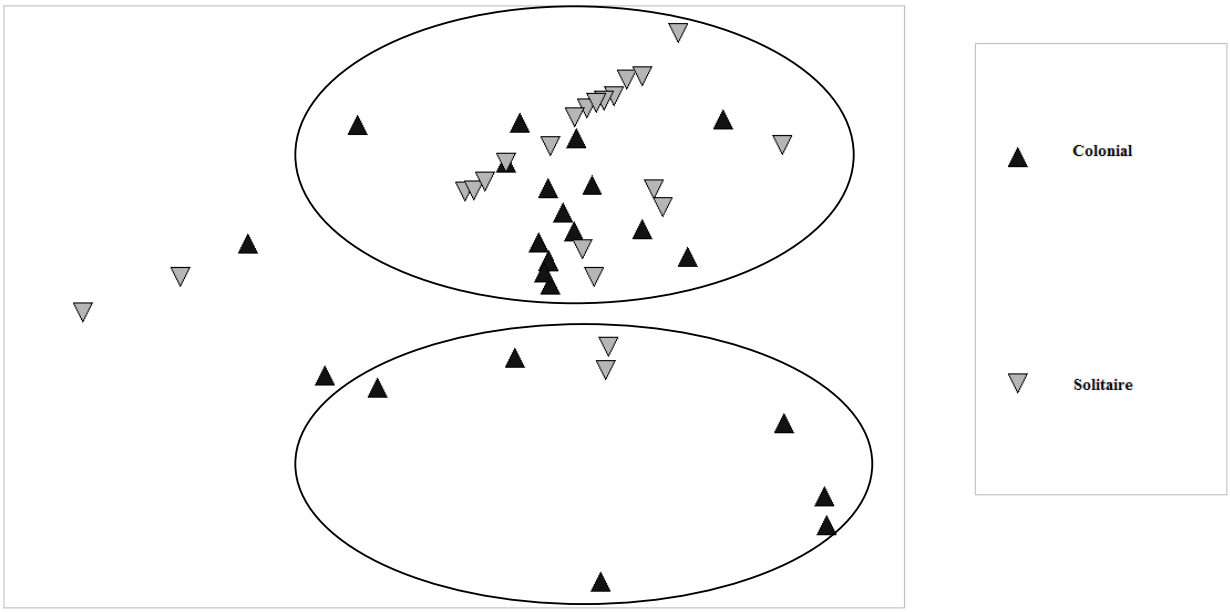


Fig. 82: Analyse multivariée des ascidies collectées dans les différentes stations suivant leurs états (colonial ou solitaire)

Pour les deux lagunes étudiées, la distribution des espèces est différente ; en effet, on trouve dans la lagune de Bizerte plus d'espèces solitaires que coloniales (11/13 espèces solitaires) ceci est dû au fait que la lagune de bizerte est un lieu d'élevage conchilicole d'où les ascidies

solitaires trouvent facilement des supports favorables à leur développements. En considérant le nombre d'espèces, les espèces d'ascidies récoltées sont en majorités solitaires près de 80 % par rapport à celles coloniales près de 20 %. Pour ce qui est de l'abondance des espèces, la quantité *d'Ascidiella aspersa* et de *ciona intestinalis* récoltées sont si énorme que la quantité des autres espèces récoltées est dérisoire par rapport à elles.

Alors que pour la lagune d'El Bibane c'est le contraire, on trouve plus d'espèces coloniales que solitaires (9/14 espèces coloniales). En effet, la nature du substrat vaseux et la presence seulement de quelques plantes (*Padina pavonica, Caulerpa prolifera, Cystoseira zosteroides*, et *Posidonia oceanica*) eparpillées dans la lagune n'est favorable qu'au développement d'espèces coloniales.

En conclusion on peut dire que la majorité des espèces trouvées est de type colonial sauf pour les sites de Sidi Rais et pour la lagune de Bizerte, ceci est dû probablement à la stabilité du milieu ainsi qu'au type de substrat. En effet, les espèces coloniales préfèrent les substrats de types herbier de Posidonie et blocs rocheux car leur capacité de filtration ainsi que leur fécondation est basse. En plus leurs systèmes de défense se basent essentiellement sur les arènes et les spicules vus que leurs tuniques sont molles et lisses. La prédation qui est faible chez les ascidies coloniales a aussi un rôle très important sur leur distribution.

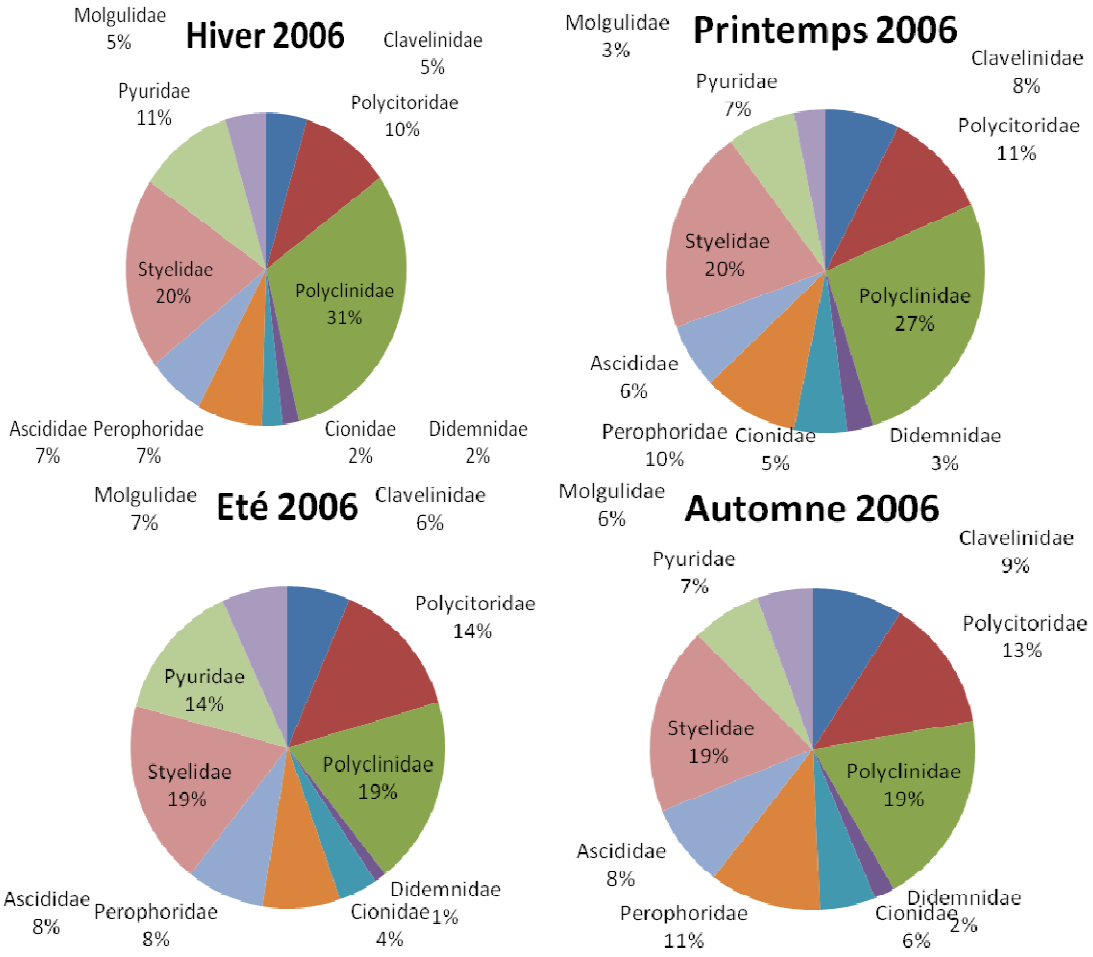
En revanche, les ascidies solitaires sont moins nombreuses car elles subissent une importante compétition pour l'espace en milieu stable (Jackson, 1977). En effet, il y a des espèces qui ne possèdent pas de mécanisme de défense spécifique autre qu'une tunique épaisse et rigide: cas de *Microcosmus* ce qui les rends dépendant de la présence de phénomènes d'altération physique (sédiment, contamination, agitation) ou biologique (déprédation). A cause de cela, il se produit chez les ascidies solitaires une compétition spatiale qui se base sur une croissance rapide dirigée verticalement.

5)Distribution temporelle des ascidies

Beaucoup d'ascidies solitaires qui emploient des stratégies opportunistes (croissance rapide, court cycle reproductif) comme *Ciona, Ascidiella, Styela* ou *Molgula* sont plus présentes à certaines périodes de l'année que dans d'autres. Au fur et à mesure que la succession avance et que le milieu se stabilise, la composition faunistique change graduellement en faveur des espèces coloniales qui sont de meilleurs compétiteurs pour l'espace car elles sont mieux protégées (incrustement, défense chimique) (Ramos, 1991). Pour les espèces solitaires qui ont un cycle de vie plus long ou une meilleure capacité de régénération comme *Polycarpa*, *Microcosmus*, *Pyura* ou *Ascidia* (Jackson, 1977), elles sont plus permanentes dans le temps.

Pour chaque site étudié, nous avons réalisé un suivi saisonnier pendant deux ans et ce de janvier 2006 jusqu'à janvier 2008, dont les résultats ont été assemblés dans le tableau XVII.

D'après la figure 83, on peut remarquer qu'au cours des saisons d'hiver et de printemps c'est la famille des Polyclinidae qui est la plus abondante, vient ensuite la famille des Styelidae, puis les familles des Pyuridae et des Polycitoridae alors que pendant l'été et l'automne ce sont les familles Polyclinidae et Styelidae qui sont les plus abondantes, viennent ensuite les familles Polycitoridae et Polyclinidae.



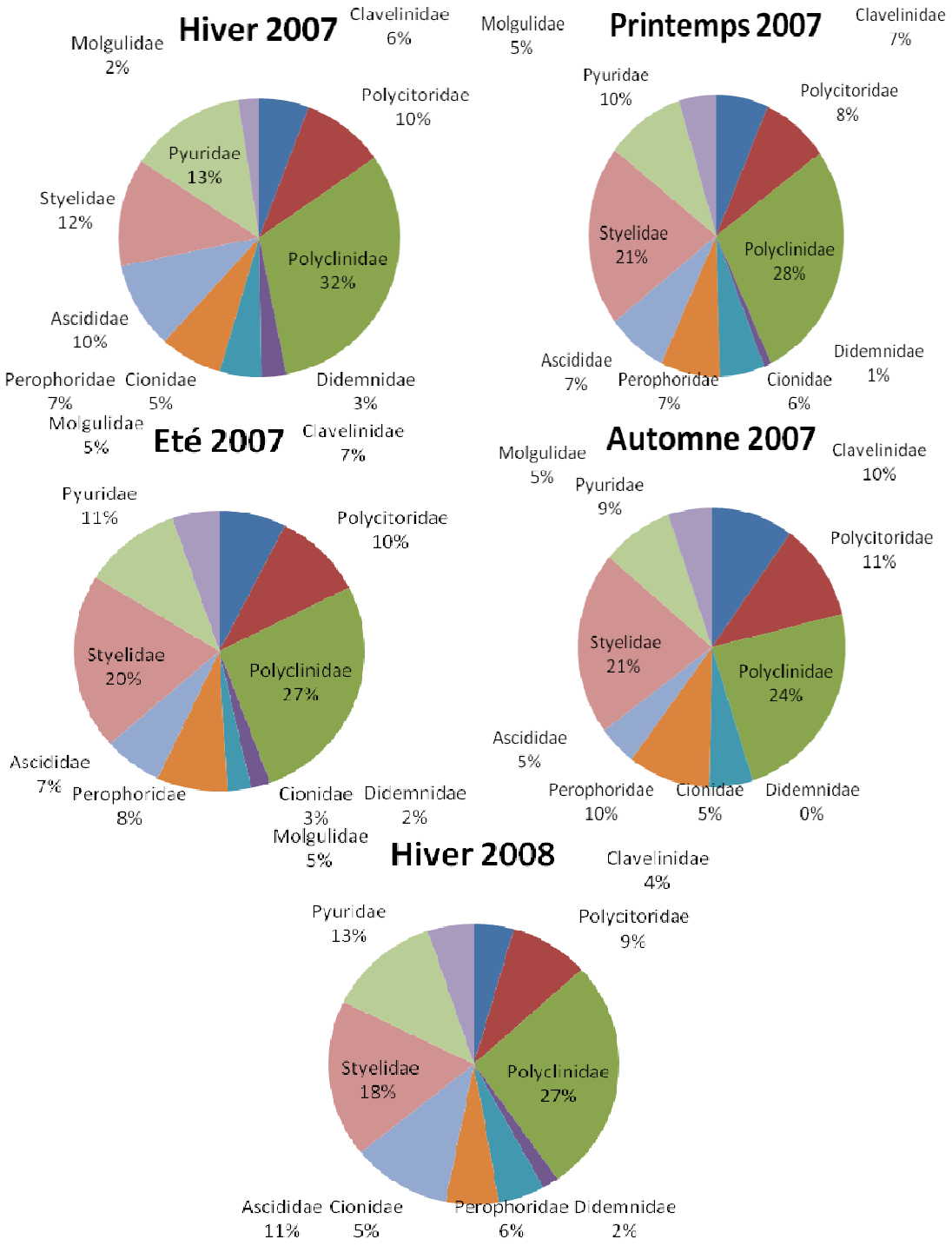


Fig. 83 : Distribution saisonnière des familles d'ascidies entre janvier 2006 et janvier 2008

Analyse statistique

L'analyse non paramétrique multidimensionnelle nMDS (fig. 84) exécutée pour tous les échantillons dans les différentes stations a révélé la présence de cinq groupes discriminés significativement par saison (R global = 0,22 ; P = 0,02) (fig.). Le test de pairwise a confirmé

une bonne différence entre l'été 2006 et l'automne 2006 (R=0.41; P = 0,02) ; entre l'hiver 2006 et l'automne 2006 (R = 0,40 ; P = 0,002) ; entre l'hiver 2006 et l'été 2006 (R=0.39; P = 0,02) ; une petite différence entre le printemps 2006 et l'été 2006 (R = 0,33 ; P = 0,002) ; entre le printemps 2006 et l'automne 2006 (R = 0,29 ; P = 0,002). Aussi, nous remarquons la même chose pour l'année 2007, pour qui le test de pairwise a confirmé une bonne différence entre l'hiver 2007 et l'été 2007 (R = 0,33 ; P = 0,02) ; entre l'été 2007 et l'automne 2007 (R = 0,32 ; P = 0,02) ; une petite différence entre le printemps 2007 et l'automne 2007 (R = 0,29 ; P=0.02); entre l'hiver 2007 et l'automne 2007 (R = 0,27 ; P=0.02). Enfin si nous comparons les saisons pour les deux années 2006 et 2007, nous avons trouvé par le pairwise une petite différence entre l'automne 2006 et l'automne 2007 (R = 0,19 ; P=0.02); entre l'été 2006 et l'été 2007 (R = 0,26 ; P = 0,02) ; entre le printemps 2006 et l'hiver 2007 (R = 0,24 ; P = 0,02) et entre l'hiver 2006 et le printemps 2007 (R = 0,20 ; P = 0,02). Comparé deux à deux, on trouve l'été 2006 et 2007 formant ensemble la saison la plus riche sur le plan d'ascidiofaune et où l'espèce *Eudistoma mucosum, Pseudistoma cyrnusense, Didemnum maculosum, Tridemnum cereum ?, Botryllus leachi, Polycarpa gracilis, halocyntha papillosa, Microcosmus savignyi, Microcosmus vulgaris* et *Molgula occulta* ont été seulement trouvé pendant cette saison. Nous trouvons aussi que les saisons automnales 2006 et 2007 représentent la saison la plus pauvre sur le plan de l'abondance d'ascidiologique. Pour ce qui est des saisons de printemps et hiver, elles sont divisées en deux sous-groupes : un premier sous-groupe lie le printemps 2006 et l'hiver 2007 et un deuxième sous-groupe lie l'hiver 2006 et le printemps 2007. L'hiver 2008 reste isolé des autres sous-groupes et est distingué par une abondance relevée.

Ce résultat est très inattendu, puisque la saison estivale est normalement la saison la plus délicate car la température de l'eau est souvent très élevée contribuant même à une eutrophisation du milieu, en plus l'afflux des vacanciers sur les plages perturbe totalement le milieu. D'où on peut attribuer ce résultat au fait que les sites choisi pour notre études sont assez loin de la ville, d'où l'accès à la mer est relativement restreint aux personnes motorisées d'où on a moins de perturbations. Pour ce qui est de la température de l'eau, les années 2006 et 2007 restent des années normales avec de vagues de chaleurs passagères car en effet, on a noté que la température maximale de l'eau enregistrée n'a pas dépassé 27°C pour les deux années.

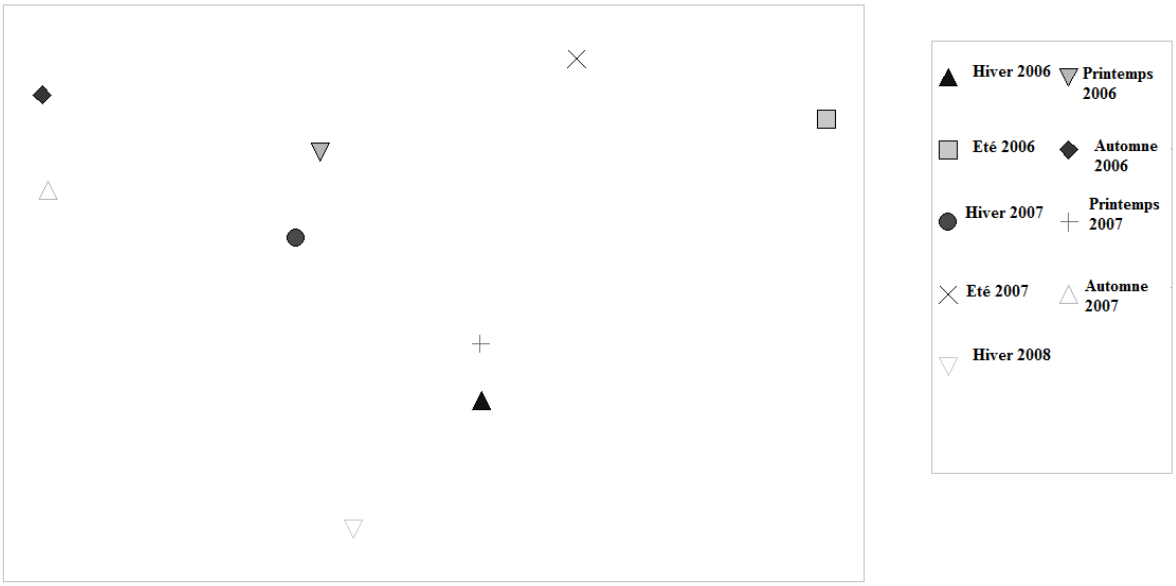


Fig. 84: Analyse multivariée des ascidies collectées dans les différentes stations suivant les saisons entre janvier 2006 et janvier 2008

En ce qui concerne les lagunes, l'analyse multidimentionelle non paramétrique (nMDS) exécutée pour la lagune de Bizerte (90% de substrat est artificiel) a révélé la présence de 4 groupes discriminés significativement par saison (R global = 0,57 ; P = 0,001) (Fig. 85). Le test de pairwise a confirmé des différences claires entre l'hiver et l'été (R = 0,47 ; P = 0,001), une bonne différence entre le printemps et l'été (R = 0,37 ; P=0.001), une petite différence entre le printemps et l'automne (R = 0,20 ; P = 0,001), entre l'été et l'automne (R = 0,19 ; P = 0,001) et entre l'hiver et l'automne (R = 0,18 ; P = 0,001). Le test SIMPER a fourni les résultats suivants : le groupe d'hiver a eu une similarité moyenne de 39,59 % et a été caractérisé par *Ascidiella aspersa* (39,67 %), *Ciona intestinalis* (35,95 %), *Styela plicata* (12. 28 %) et *Styela canopus* (11.87); le groupe de printemps a eu une similarité moyenne de 29,48 % et a été caractérisé par *Ascidiella aspersa* (42,56 %), *Styela plicata* (25,48 %), *Styela canopus* (22,98 %), *Ciona intestinalis* (14,67 %), *Ascidia virginea* et *Phallusia mammilata* (9,43 %). Le groupe d'automne a montré une similarité moyenne de 23,49 % et a caracterisé *Ascidiella aspersa* (30,46 %), *Styela plicata* (22,74 %), *Ciona intestinalis* (21,87 %) et *Styea canopus* (14,97 %) ; le groupe d'été a montré une similarité moyenne de 19,98 % et caractérisé *Ascidiella aspersa* (67,45 %), *Styela plicata* (35,84 %) et *Styela canopus* (31.23%). Pour la lagune de d'El Bibane (90 % de substrat est naturel), l'analyse MDS a montré 4 groupes comme l'autre lagune : (R global = 0,57 ; P = 0,001) (Fig. 85). Le test de

pairwise a confirmé des différences claires entre l'hiver et l'été (R = 0,61 ; P = 0,001), une bonne différence entre le printemps et l'été (R = 0,57 ; P=0.001), une petite différence entre le printemps et l'automne (R = 0,34 ; P = 0,001), entre l'été et l'automne (R = 0,29 ; P = 0,001) et entre l'hiver et l'automne (R = 0,28 ; P = 0,001). Le test SIMPER a fourni les résultats suivants : le groupe d'échantillon d'hiver a eu une similarité moyenne de 49,59 % et a été caractérisé par *Ecteinascidia turbinata* (42,67 %), *Clavellina lepadiformis* (25,95 %), *Microcosmus exasperatus* (10. 28 %) et *Cystodytes dellachiajei* (8,87 %) ; le groupe de printemps a eu une similarité moyenne de 36,48 % et a été caractérisé par *Ecteinascidia turbinata* (32,56 %), *Clavelina lepadiformis* (20,48 %) et *Didemnum maculosum* (12,08 %). Le groupe d'automne a montré une similarité moyenne de 33,49 % et a consisté en *Ecteinascidia turbinata* (30,98 %), *Clavelina lepadiformis* (20,74 %), *Polycarpa violacea* (17,87 %) et *Pyura dura* (13,56 %) ; le groupe d'été a montré une similarité moyenne de 27,88 % et a été caractérisé par *Clavelina lepadiformis* (26,58 %), *Ecteinascidia turbinata* (25,74 %), *Cystodytes dellachiajei* (16.93%) et *Polycarapa violacea* (14,34 %).

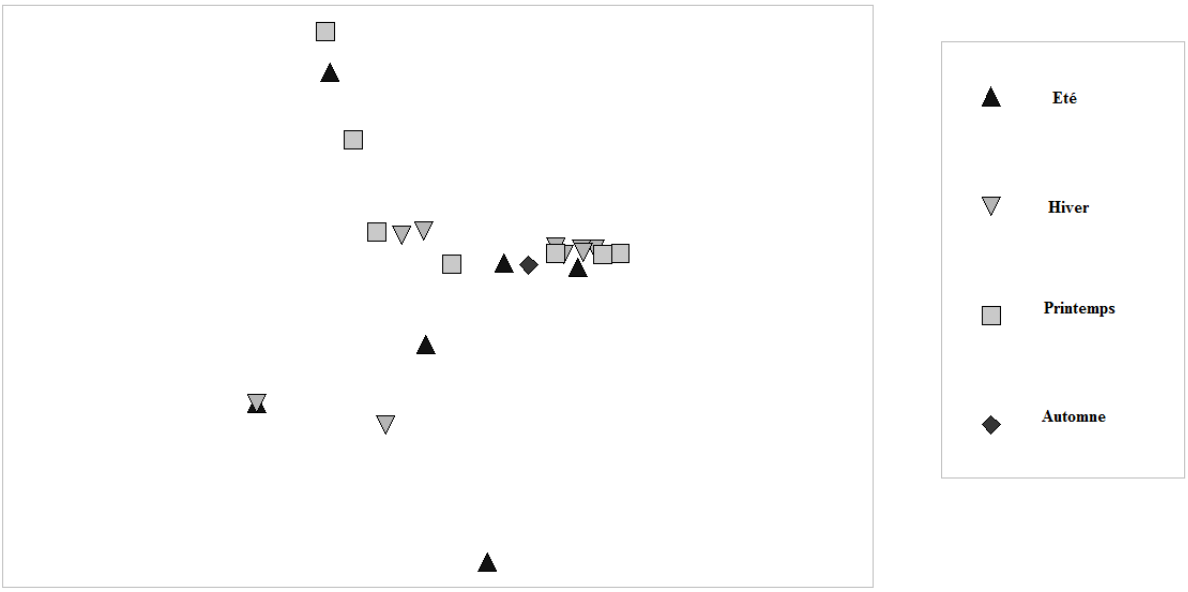


Fig. 85: Analyse multivariée des ascidies collectées dans la lagune de Bizerte durant les quatre saisons (stress 0.13)

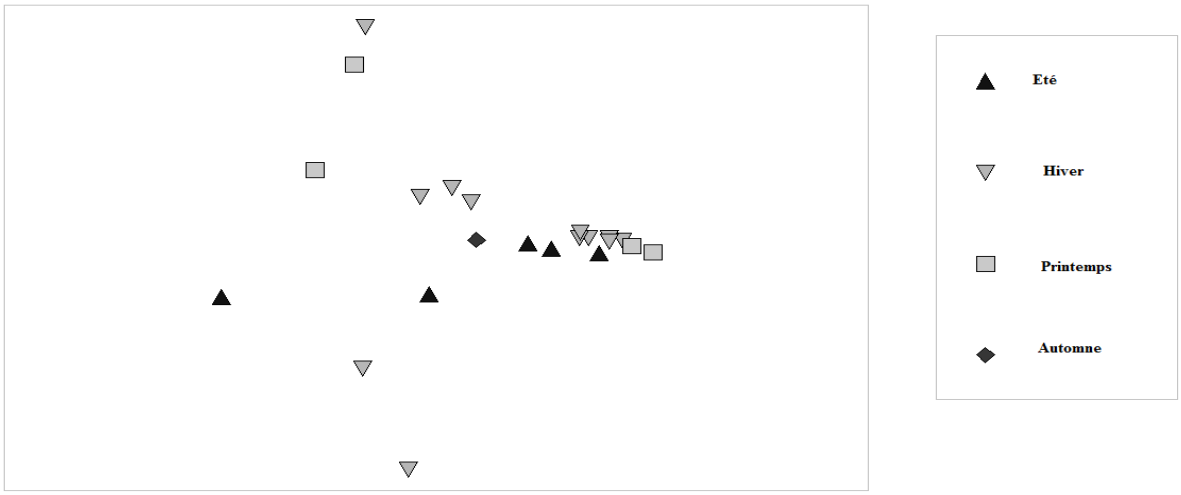


Fig. 86: Analyse multivariée des ascidies collectées dans la lagune d'El Bibane durant les quatre saisons (Stress 0.11

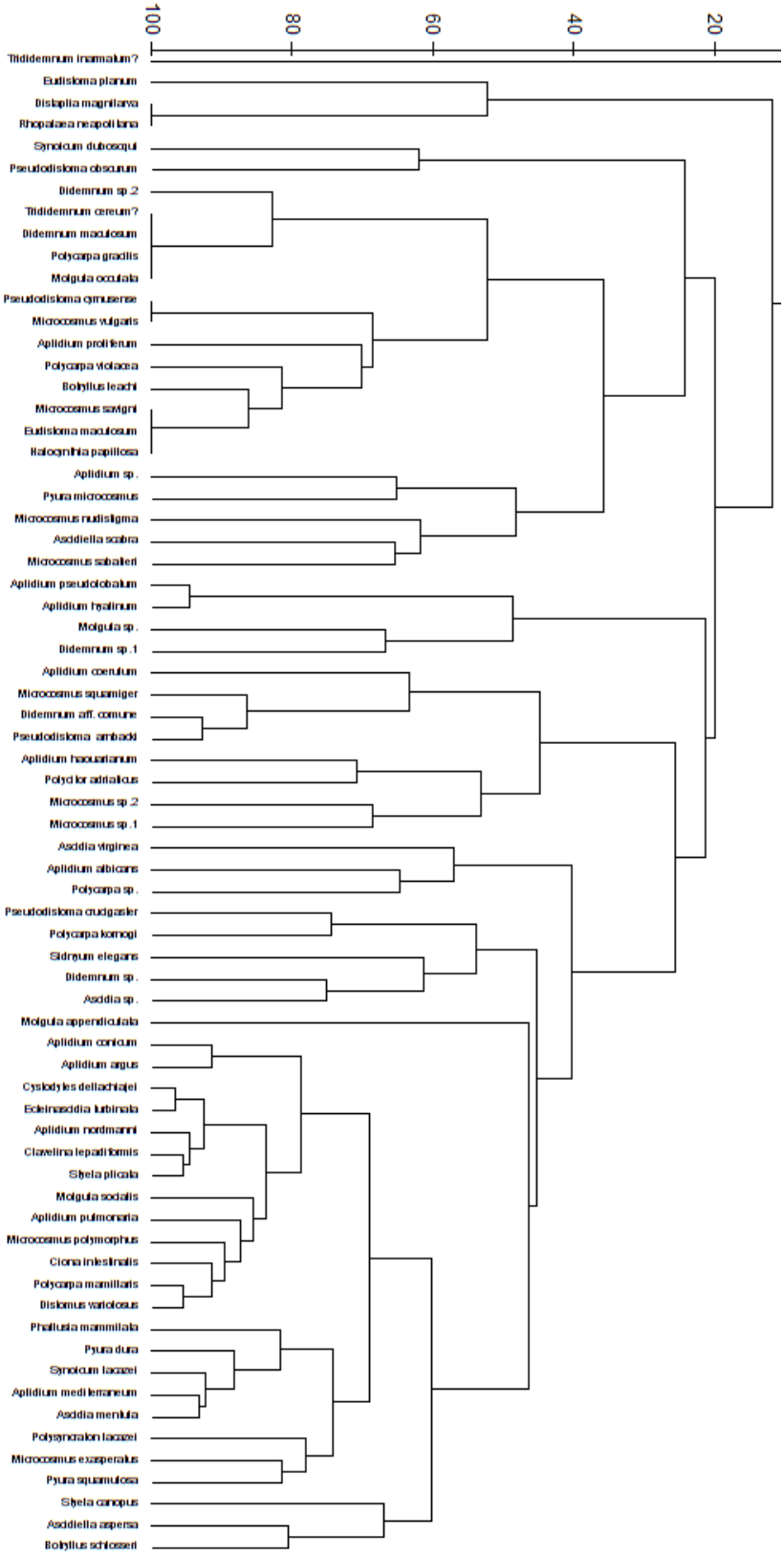


Fig. 87: Dendrogramme de similitude des espèces selon les saisons

6)Association ascidiologique

Dans la côte tunisienne, nous avons trouvé 5 groupes écologiques différents : type 1 : espèce coloniale où les zoïdes sont liés par des stolons ou incrusté dans des logettes à forte croissance. Type 2 : espèce coloniale périnéale incrusté à croissance moyenne. Type 3 : espèce coloniale à morphologie massive et généralement périnéale. Type 4 : espèce solitaire à tunique rigide incrustée d'épibionte, de sable et de débris de coquillages. Type 5 : espèce solitaire à tunique lisse.

Golfe de Tunis :

Gammarth

Nous avons trouvé 3 groupes écologiques d'ascidies qui sont les coloniales de types 2 et 3 et sont majoritaires. Les solitaires, sont minoritaires au site de Gammarth et sont présents sous le type 4 seulement. Ceci peut être expliqué par le fait que le site de Gammarth est relativement non stable (important hydrodynamisme et turbidité élevée), associé à cela le substrat est formé de blocs rocheux éparpillés et de touffes de Posidonie dans un état de vitalité moyen. Toutes ses conditions, ne sont pas très favorables à la bonne fixation des ascidies.

Sidi Raïs

C'est le seul site étudié en mer où la majorité des ascidies trouvées sont solitaires et de type 4 majoritairement. Les coloniaux sont présents sous forme de type 1 et 2 mais moins nombreux. Ceci est dû à la présence de support idéal à la fixation des ascidies solitaires et qui est la phanérogame *Posidonia oceanica* qui se trouve sous forme d'un véritable herbier qui couvre un espace important atténuant ainsi la compétition qui peut subsister et qui peut freiner le développement des ascidies solitaires. On peut ajouter à cela le faible hydrodynamisme de Sidi Raïs qui est considéré comme un site abrité, d'où les ascidies coloniales qui ont un faible pouvoir de filtration montrent un taux de survie restreint.

El Haouaria

La majorité des espèces trouvées à El Haouaria, est de type colonial, ceci est dû probablement à la stabilité du milieu ainsi qu'au type de substrat. En effet, à El Haouaria le substrat est en majorité de deux types : des blocs rocheux et des herbiers de Posidonie sous forme de touffes

abondantes en bon état où les rhizomes et les feuilles représentent un bon support de fixation pour les ascidies.

Les espèces coloniales préfèrent ce genre de milieu car leur capacité de filtration ainsi que leur fécondation est basse. En plus leurs systèmes de défense se basent essentiellement sur les arènes et les spicules vus que leurs tuniques sont molles et lisses. La prédation qui est faible chez les ascidies coloniales a aussi un rôle très important sur leur distribution ; c'est ainsi qu'on remarqué une distribution restreinte de ces derniers dans le milieu d'étude.

En revanche, les ascidies solitaires sont moins nombreuses car elles présentent une importante compétition pour l'espace en milieu stable (Jackson, 1977). En effet, il y a des espèces qui ne possèdent pas de mécanisme de défense spécifique autre qui ont une tunique épaisse et rigide cas de *Microcosmus* ce qui les rend dépendant de la présence de phénomènes d'altération physique (sédiment, contamination, agitation) ou biologique (déprédation). A cause de cela, il se produit chez les ascidies solitaires une compétition spatiale qui se base sur une croissance rapide dirigée verticalement.

Golfe de Hammamet :

Hammamet

Comme pour la majorité des sites étudiés, le site de Hammamet présente une meilleure abondance des ascidies coloniales qui se trouvent sous forme de type 1 et 2. Alors que les ascidies solitaires sont présentes sous forme de type 3 et 4 mais avec une faible fréquence.

Ceci peut être interprété de la même manière que pour le site d'El Haouaria, car le substrat et le milieu sont de même nature.

Les lagunes :

Lagune de Bizerte

La nature du substrat de la lagune de Bizerte et son importante superficie a permis la mise en place d'un élevage conchylicole ce qui a entrainé une forte croissance des ascidies solitaires de type 3 et 4 qui trouvent facilement des supports idéaux à leurs croissances dans les cages et les barres en aciers et allant même à une compétition avec les moules. Ainsi les ascidies solitaires sont majoritaires mais essentiellement sous la forme de type 4. Les espèces coloniales sont rares et sont présentes uniquement sous la forme de type 1.

Lagune d'El Bibane

La lagune d'El Bibane est une lagune spéciale, la nature de son substrat, sa forte salinité par rapport aux autres lagunes et la température de l'eau superficielle élevée a permis la mise en place d'une biodiversité très riche. Ainsi par rapport à la lagune de Bizerte la lagune d'El Bibane présente une plus grande diversité d'ascidies mais à moindre fréquence. On trouve ainsi dans la lagune une abondance des espèces coloniales qui sont de type 1 et 2 par rapport aux espèces solitaires qui sont présentes uniquement sous la forme de type 3.

7) **Affinités biogéographiques**

La faune de la Méditerranée ne constitue pas une unité biogéographique, elle présente, au contraire, des affinités étroites avec l'océan Atlantique et le complexe mer Rouge, océan Indien, océan Pacifique.

En s'accordant avec Pérès (1958) et Koukouras et al. (1995), nous avons observé que, dans les côtes tunisiennes, les espèces cosmopolites trouvées sont : *Microcosmus squamiger*, *Botryllus schlosseri*, *Styela canopus, Styela plicata, Ascidiella aspersa, Ecteinascidia turbinata, Aplidium pulmonaria, Cystodites dellechiajei* et *Ciona intestinalis*. Elles ne représentent que 22,92 % des espèces trouvées. De même pour les espèces à affinité Atlanto-méditerranéenne, les espèces trouvées sont: *Clavellina lepadiformis, Sidnyum elegans, Aplidium proliferum, Morchellium argus, Aplidium nordmanni, Didemnum maculosum, Polysyncraton lacazei, Phallusia mammilata, Ascidia mentula, Ascidia virginea, Ascidiella scabra, Botryllus leachi, Polycarpa mammilaris, Polycarpa kornogi, Polycarpa violacea, Polycarpa gracilis, Distomus variolosus, Pyura squamulosa, Pyura Microcosmus, Molgula occulata* et *Molgula socialis* ; elles représentent 45,83 %.

Alors que les espèces endémiques de la Méditerranée trouvées sont essentiellement: *Eudistoma planum*, *Eudistoma mucosum, Synoicum lacazei*, *Aplidium conicum, Aplidium albicans, Aplidium mediterraneum, Pseudodistoma cyrnusense, Polycitor adriatucus, Rhopalaea neapolitana, Halocynthia papillosa, Pyura dura, Microcosmus sabatieri, Microcosmus polymorphus, Microcosmus vulgaris, Microcosmus nudistigma* et *Microcosmus savignyi* sont majoritaires et représentent 31, 25 %.

Ces résultats confirment ceux trouvés par Pérès (1958) sur l'origine et affinités du peuplement en Ascidies de la Méditerranée. En effet, d'après le travail de Pérès, ce sont les espèces de

l'Atlantique Nord et les endémiques qui sont les plus largement représentées en Méditerranée. Ces invertébrés sont également caractérisés par une proportion non négligeable d'espèces provenant des eaux tempérées chaudes et d'espèce cosmopolite. I1 est intéressant de remarquer que pour les ascidies, organismes les moins doués de facultés de déplacement, généralement, le pourcentage plus faible d'espèces Nord-Atlantique est compensé par un pourcentage plus élevé d'endémiques (le pourcentage des endémiques est souvent en raison inverse de la mobilité des individus). Cette généralité n'est pas confirmée pour les côtes tunisiennes, vu qu'on a trouvé que la majorité des espèces 45, 83 % sont d'affinités Atlanto-Méditerranéenne et que les espèces endémiques représentent seulement 31,25 %.

A l'heure actuelle quelques espèces entrent en Méditerranée avec le courant d'eau atlantique qui passe par le détroit de Gibraltar. Elles ne s'étendent pas ou peu le long des côtes espagnoles mais vont quelquefois assez loin le long des côtes de l'Afrique du Nord.

De nombreux auteurs pensent que l'existence en Méditerranée d'une faune originaire à la fois de l'Atlantique Nord et de l'Atlantique Sud peut s'expliquer par des variations de température des eaux méditerranéennes. Au Miocène moyen, la faune méditerranéenne est une faune de mer chaude ; au Pliocène supérieur les eaux se refroidissent, ce qui provoque une immigration d'espèces de l'Atlantique Nord surtout en Méditerranée occidentale ; cette immigration s'accentue au début du Pléistocène, le seuil du détroit de Gibraltar alors plus profond a permis le passage des courants froids ; au Pléistocène moyen, la profondeur réduite du seuil contrarie l'entrée des courants froids, la Méditerranée se réchauffe et des espèces chaudes viennent s'y installer. Pour Pérès, ces variations paraissent résulter non de variations généralisées de la température des eaux, mais de variations de circulation des masses d'eau, cet auteur faisant justement remarquer qu'en phase dite régressive il y a essentiellement des introductions à partir de l'Atlantique Ouest-africain, tandis qu'en phase dite transgressive il y a surtout des introductions de l'Atlantique Nord orientale.

La Méditerranée ne renferme que peu d'espèces à répartition indo-pacifique ; citons les ascidies *Microcosmus squamiger* et *Ecteinascidia turbinata.*

D'après Pérès, la répartition de ces genres peut s'expliquer aussi bien par le fractionnement de la mer Mésogéenne que par une possibilité temporaire de passage par les régions boréales à une période où les eaux présentaient des conditions favorables à cette propagation. Des possibilités temporaires de passage ont dû également exister par le cap de Bonne Espérance, ce qui expliquerait certaines affinités entre la région Atlanto-méditerranéenne et l'océan Indien occidental. I1 convient de rappeler encore qu'à l'époque Helvétienne, la Méditerranée communiquait avec la mer Rouge et par celle-ci avec l'océan Indien ; un certain nombre des

espèces émigrées de la mer Rouge dans la Méditerranée, à cette époque, ont dû y persister. A l'époque actuelle, on assiste à l'introduction, en Méditerranée, de quelques espèces- indo-pacifiques- immigrées par le canal de Suez, depuis son ouverture en 1869.

Mais le passage de la faune de la mer Rouge vers la Méditerranée n'est pas chose facile en raison de la présence des lacs Amers dont la salinité, très forte, atteint 75 g de sels par litre. La Méditerranée recèle également une faune à très large répartition géographique qu'on peut qualifier de cosmopolite. Enfin la Méditerranée renferme une faune endémique : 50 % d'ascidies sont endémiques, mais ce résultat est supérieur à celui qu'on a trouvé en Tunisie, en effet, seul 31, 25 % des ascidies trouvées sont endémiques. Ekman avance 3 hypothèses pour expliquer l'origine des endémiques en Méditerranée : elles ont pu apparaître pendant une période d'isolement qu'aurait connu la Méditerranée à la fin du Pliocène ; elles peuvent s'être maintenues seulement en Méditerranée depuis une époque quelconque et avoir disparu des autres régions du globe en raison de changements hydrologiques d'origine climatique ; elles peuvent enfin avoir persisté depuis la fragmentation de la mer Mésogéenne.

8) Discussion et conclusion

Les perturbations physiques, la prédation et la compétition sont considérées comme étant les facteurs les plus importants qui déterminent l'abondance et la distribution des communautés benthiques (Buss, 1979 ; Quin, 1982), en plus la sélectivité larvale et la variabilité dans le recrutement peuvent être prises également en considération (Deyton, 1984 ; Svane, 1988). La signification de chaque facteur varie selon la communauté. Les formes sont caractérisées par des fréquentes perturbations, un recrutement imprévisible et des systèmes de survie. Les communautés incrustantes sont résistantes à la perturbation ou à l'invasion et se développent ainsi en fonction du temps. La compétition pour l'espace joue un large rôle dans le développement de l'ascidiofaune.

La succession ascidiologique se répartie selon le type de substrat, la profondeur et selon les saisons; la répartition reflète ainsi la structure des facteurs qui affectent chaque type de communauté : type 3 et 4 espèces opportuniste qui supportent un stress physique et une instabilité du milieu. Type 2 : espèce qui adapte une stratégie de confrontation et qui vit dans des profondeurs moyennes ce qui établit une compétition hiérarchique. Type 1 : espèce évitant à une compétition restreinte d'où elle présente une plus large répartition.

Le rôle de la prédation est probablement important dans la détermination de la distribution ascidiologique, en effet il y a une différence de point de vue espèces entre milieu libre et un milieu où existe une forte prédation.

Parmi les ascidies récoltées, nous avons trouvé trois espèces mentionnées pour la première fois en Tunisie qui sont : *Morchellium argus*, *Aplidium nordmanni* et *Microcosmus Squamiger.* Le *Microcosmus Squamiger* est considéré comme une espèce envahissante d'origine australienne qui menace les communautés littorales méditerranéennes.

Nous avons remarqué la présence d'espèces qui ont des préférences pour les eaux relativement polluées dans le Port de Hammamet tels que : *Styela plicata* et *Clavellina lepadiformis.* Ces espèces ont été trouvées sur les cordes mouillées ainsi que sur les coques de quelques bateaux, même les parois du mur du port renfermaient jusqu'à 5m de profondeur ces espèces en très grand nombre.

D'après les résultats trouvés, nous pouvons conclure que la faune Ascidiologique du littoral subit une variabilité sur deux niveaux : une variabilité verticale suivant la profondeur et une variabilité interspécifique, puisque entre les différentes espèces d'Ascidies c'est la famille des Polyclinidés qui est la plus diversifiée vient ensuite la famille des Polycitoridés.

La différence très nette entre la richesse de la zone marine et la richesse du port de Hammamet et du site de Gammarth met en évidence l'influence de la pollution sur la faune Ascidiologique en particulier et sur toute la biodiversité en général.

Chapitre V : Etude chimique des ascidies

Les invertébrés marins sont une source riche en métabolites secondaires bioactifs ayant des activités cytotoxiques, antimicrobiennes, antifongiques et antivirales (Ireland et al., 1988 ; Bhakuni and Jain 1990 ; Uriz et al., 1991 ; Becerro et al., 1997 ; McClintock and Baker, 2001 ; Faulkner, 2002). Cela a donné lieu à de nouveaux travaux ayant pour objectif d'isoler et de caractériser ces composés. Par ailleurs, ces métabolites secondaires sont connus pour avoir des fonctions écologiques. L'analyse de la variation de la production des métabolites secondaires à différents niveaux, allant de l'individu jusqu'aux aires géographiques, est très importante pour la compréhension de leur intérêt écologique (Hay, 1996). On peut notamment mentionner des travaux qui ont porté sur le rôle de ces composés sur la diminution du fouling, (Bakus, 1981, Bakus et al., 1986 ; Coll et al., 1982 ; King, 1986 ; Pawlik, 1992 ; Woodin et al., 1993 ; de Nys et al., 1995 ; Schmitt et al., 1995, Becerro et al., 1997 ; McClintock, 1987 ; Lindquist, 2002), l'inhibition des compétiteurs ou des organismes pathogènes (Lessios, 1988 ; Littler and Littler, 1995), la défense contre les prédateurs (Hay and Steinberg, 1992 ; Paul, 1992 ; Pawlik, 1993).

Les études qui lient les métabolites secondaires aux conditions du milieu sont cependant assez rares et concernent principalement les végétaux, citons les travaux qui ont porté sur la relation entre la concentration et la distribution géographique des phlorotannins (Boettcher and Targett, 1993) ; la comparaison de la concentration de phlorotannin entre différentes régions tempérées (Estes and Steinberg, 1988 ; Steinberg and Van Altena, 1992 ; Steinberg and al., 1995). Quelques autres études se sont intéressées à la variation perceptible des métabolites secondaires selon la latitude, chez quelques invertébrés tels que : les éponges des Caraïbes (Pawlik et al., 1995), les gorgones (Pawlik et al., 1987) et les larves de quelques invertébrés marins des Caraïbes (Lindquist and Hay, 1996).

Cependant, un programme original financé par l'Agence Nationale de la Recherche Française (ANR), nommé ECIMAR : « Ecologie Chimique Marine : Indicateurs de biodiversité et valorisation » a été initié en 2007. Plusieurs équipes de chercheurs en chimie et biologie marine y participent. Parmi elles, le Laboratoire de Chimie des Biomolécules et de l'Environnement (LCBE) se consacre principalement à l'étude des ascidies. L'objectif de ce programme est de contribuer à la caractérisation de la biodiversité méditerranéenne à travers sa composante chimique et de valoriser la chimiodiversité des métabolites secondaires dans les domaines biomédical et environnemental. Les recherches envisagées permettront de mieux comprendre comment s'exprime la diversité chimique des métabolites secondaires des invertébrés marins pour éventuellement les utiliser comme indicateurs environnementaux.

Parmi ces métabolites secondaires, on peut citer les pyridoacridines et les mérotèrpènes.

Les pyridoacridines sont des alcaloïdes polyaromatiques isolés d'organismes marins, basés sur le squelette 11 H pyrido [4,3,2-mn] acridine.

Le premier alcaloïde appartenant à cette famille chimique, l'amphimédine, a été isolé en 1983 de l'éponge *Amphimedon sp.* (Schmitz et al., 1983). Actuellement, plus d'une centaine de composés hétéroaromatiques polycycliques appartenant à cette famille sont connus (Lopez-Legentil et al., 2007).

Même s'ils possèdent un squelette commun, ces alcaloïdes présentent une grande variété structurale notamment par l'ajout de cycles aromatiques et/ou de chaînes aliphatiques possédant des fonctions amines, amides, acides,… (Kobayashi et al., 1988 ; Caroll et al., 1989 ; Charyulu et al., 1989 ; Aoki et al., 2003 ; Gunwardana et al., 1988).

L'intérêt porté à la famille des pyridoacridines résulte de leurs nombreuses propriétés biologiques. En effet, ces produits présentent généralement une importante cytotoxicité mais également des activités biologiques plus spécifiques (inhibition de systèmes enzymatiques, activités antitumorale, antivirale et anti-inflammatoire).

Certains de ces alcaloïdes possèdent des activités antibactériennes et antifongiques. Ainsi, l'ascididémine et la déazaascididémine inhibent la croissance d'*Escherichia coli, Bacillus subtilis, Candida albicans* et *Cladosporium resinae* (Lindsay et al., 1995).

La découverte de médicaments visant les parasites est également un axe de recherche très développé. Dans ce contexte, plusieurs pyridoacridines ont montré un potentiel anti-plasmodique contre *Plasmodium falciparum* sensible et résistant (Copp et al., 2003).

Peu d'informations sont disponibles sur les activités insecticides des pyridoacridines. Cependant, une étude a été menée avec les kuanoniamines sur les larves de *Spodoptera littoralis*. Les plus actives sont les kuanoniamines C et D avec des CL_{50} de 156 et 59 ppm respectivement (Eder et al., 1998).

Enfin, de nombreuses pyridoacridines présentent une cytotoxicité *in vitro* sur des lignées cellulaires tumorales murines et humaines. On peut trouver dans la littérature plusieurs revues rassemblant les résultats biologiques obtenus lors de l'évaluation du potentiel pharmacologique des pyridoacridines (Delfourne et Bastide, 2003 ; Marshal et Barrows, 2004).

Par ailleurs, les méroterpènes constituent la deuxième famille chimique d'intérêt. Ces composés sont des molécules à biogenèse mixte, constituées d'une entité terpénique et d'une entité non terpénique, le plus souvent des quinones ou hydroquinones.

Ces métabolites présentent aussi des propriétés cytotoxiques. En effet, les longithorones sont des méroterpènes particuliers. Le premier métacylophane, la longithorone A, a été découvert

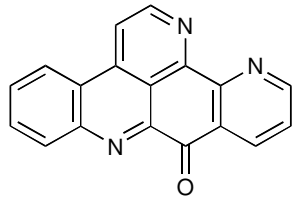
en 1994 dans l'espèce *Aplidium longithorax*. En 1999, dix autres longithorones (B-K) ont été isolés de la même espèce (Fu et al., 1994 ; Fu et al., 1997 ; Davis et al., 1999a). Les longithorols sont des dérivés réduits des longithorones, mais il n'y a pas d'équivalence entre les dénominations. Les longithorols A-B ont été isolés de *A. longithorax* récoltée à Palau et les longithorols C-E de cette même espèce récoltée en Australie (Fu et al., 1999 ; Davis et al., 1999b).

Les ascidies, comme d'autres invertébrés marins, présentent quelques cas de variabilités intra-spécifiques marquées, c'est le cas, par exemple de *Botyllus schlosseri, Ciona intestinalis* (Hoshino and Nishikawa, 1985 ; Monniot et al., 2001 ; Stoner et al., 2002) et de *Cystodytes dellechiajei* (Lopez-Legentil, 2005). La variation chromatique reste le plus fréquent critère de variabilité décrit (Aron and Solé-Cava, 1991 ; Dalby, 1997 ; Monniot et al., 1991 ; Tarjelo et al., 2004).

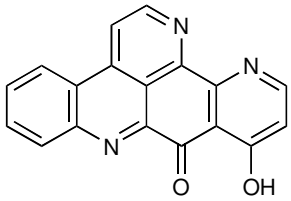
Dans cette partie, nous avons voulu étudier la variabilité intra-spécifique parmi les ascidies récoltées en Tunisie, pour cela nous avons choisi comme modèle d'étude deux espèces d'ascidies qui ont montré une variabilité chromatique au sein de la même espèce et qui sont : *Cystodytes dellechiajei* et *Aplidium conicum.*

- *Cystodytes* (Della Valle, 1877) (Aplousobranchia, Polycitoridae) est une ascidie coloniale dont le genre a une vaste distribution et on la trouve dans les eaux tropicales et tempérées. Malgré quelques notables variations, les précédents rapports sur *Cystodytes* en Méditerranée l'attribuent à *Cystodytes dellechiajei.* La variation chromatique au sein de cette espèce a été rapportée à différentes occasions (Kott, 1990) conduisant quelques auteurs à penser à la présence d'espèces différentes (Turon, 1987 ; Brunetti, 1994). Mais Lopez-Legentil en 2005 (Lopez-Legentil and Turon, 2005) a montré la relation entre les chromotypes et le morphotype pour le genre *Cystodytes* ce qui l'a amené à déduire chez *Cystodytes dellechiajei* que la présence de plusieurs chromotypes ne conduit pas à plusieurs espèces mais plutôt à une seule espèce (Lopez-Legentil and al., 2005*)*. La différence entre les chromotypes met en jeu notamment des métabolites secondaires tels que les pyridoacridines, qui sont des alcaloïdes polycycliques aromatiques hautement colorés (Bonnard et al., 1995 ; Delfourne et al., 2000 ; Rottmayr et al., 2001). Parmi eux : l'ascididemin, signalée initialement chez les genres *Didemnium* (Kobayashi et al., 1988a) et *Eudistoma* (He and Faulkner, 1991) ; la 11-hydroxyascididemin, isolée à l'origine de *Leptoclinides sp* (Schmitz et al., 1991) ; les cystodytins A-I (Kobayashi et al., 1988b ; Kobayashi et al., 1991) ; la shermilamine B isolée chez *Trididemnum* (Caroll et al., 1989) ; la kuanoniamine D, au début trouvé chez une espèce d'ascidie non identifiée (Caroll and Sheuer, 1990) ; et finalement, les

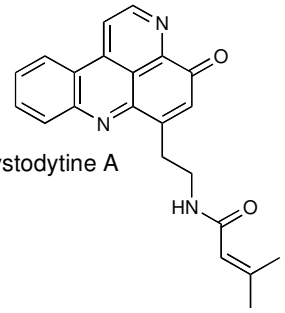
sebastianines A et B (Torres et al., 2002). Beaucoup de ces substances montrent une forte bio-activité et une haute cytotoxicité (Bowden, 2000).



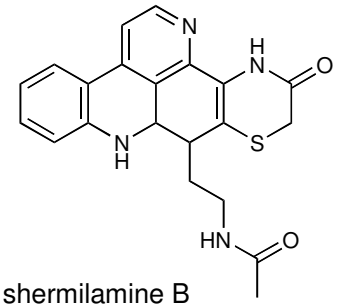
ascididémine



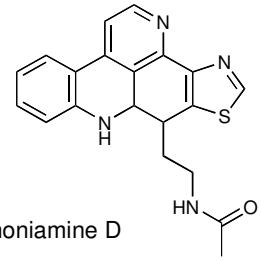
11-hydroxyascididémine



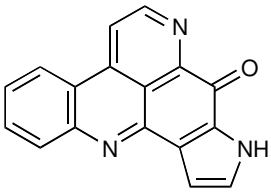
cystodytine A



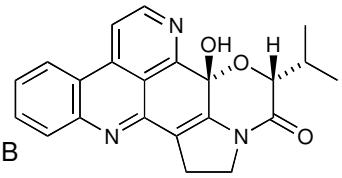
shermilamine B



kuanoniamine D



sébastianine A



sébastianine B

Fig. 88: Structures de quelques pyridoacridines extraites de *Cystodytes dellechiajei*

- *Aplidium* (Aplousobranchia, Polyclinidae) est un genre qui contient 40 espèces. Ce sont des ascidies coloniales à vaste distribution géographique. De ce genre, plusieurs métabolites secondaires ont également été isolés et caractérisés (MarinLit, 2007). Ils appartiennent principalement aux familles des méroterpènes, macrolides, alcaloïdes et nucléosides.

D'*Aplidium pantherinum* a été isolée la panthérine qui est un alcaloïde légèrement cytotoxique (Kim et al., 1993). Les houamines A et B sont des alcaloïdes isolés d'A. *houarinum* (Garrido et al., 2003), cytotoxiques pour les cellules du cancer du colon avec IC_{50} de 0,1 et 5µg. ml^{-1}. La conicamine a été trouvée chez *Aplidium conicum* en 2003. Cet alcaloïde est un antagoniste de l'histamine (Aiello et al., 2003). Les méridianines A-E ont été isolées en 1998 d'*A. meridianum* (Hernandez-Franco et al., 1998). Ces composés sont cytotoxiques pour des cellules de tumeur murine et leur mode d'action a été mis en évidence en 2004. Il s'agit d'inhibiteurs de protéines kinases provoquant ainsi l'apoptose (Gompel et al., 2004).

Aplidium conicum (Olivi, 1792) est une ascidie coloniale massive arrondie en forme de cône, elle est présente en Méditerranée occidentalee et en Adriatique mais peu commune en Méditerranée. D'*A. conicum* ont été isolées la conidione et le conitriol en 2002 (Garrido et al., 2002) ainsi que les conicaquinones A et B (Aiello et al., 2003). La géranylhydroquinone et son dérivé de cyclisation, le cordiachromène A (Benslimane et al., 1988) ont été également extraits d'*A. conicum* récolté autour de l'île de Tarifa (Garrido et al., 2003). Au cours de la même étude, un dérivé du tétrahydrocannabinol (THC) appelé epiconicol a également été identifié (Garrido et al., 2003).

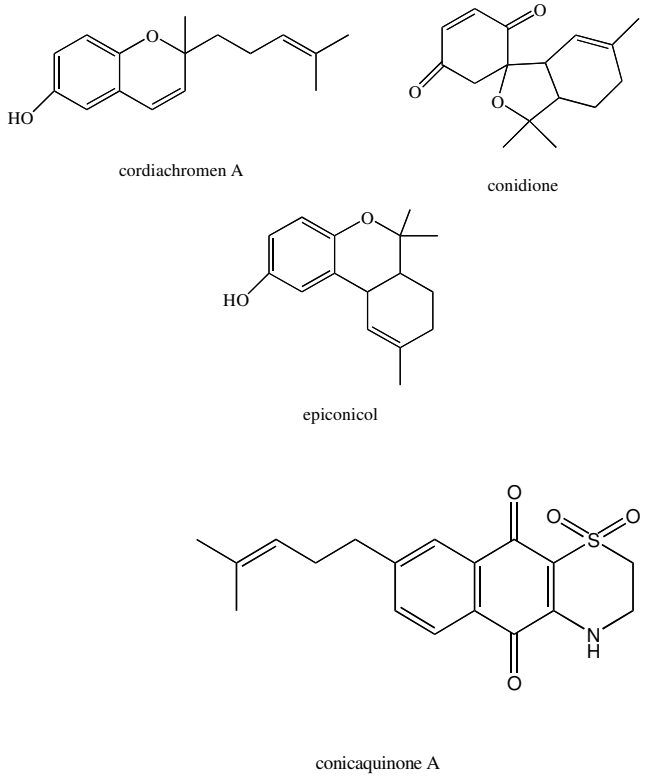


Fig. 89: Structures de quelques méroterpènes trouvés chez le genre *Aplidium*

Afin de détecter et d'analyser ces métabolites secondaires, nous avons utilisé principalement la Chromatographie Liquide à Haute performance (HPLC). Cette méthode permet aussi la séparation ou la purification d'un ou de plusieurs composés d'un mélange en vue de leur identification et de leur quantification.

La chromatographie liquide à haute performance consiste à séparer les constituants d'un mélange qui sont mis en solution dans un solvant. Ce mélange est introduit dans la phase mobile liquide (éluant). Suivant la nature des molécules, elles interagissent plus ou moins avec la phase stationnaire immobilisée dans une colonne chromatographique. La phase mobile poussée par une pompe sous haute pression, parcourt le système chromatographique. Le mélange à analyser est injecté puis transporté au travers du système chromatographique. Les composés en solution se répartissent alors suivant leur différence d'affinité entre la phase mobile et la phase stationnaire. En sortie de colonne grâce à un détecteur approprié chaque soluté est matérialisé par un pic. L'ensemble des pics enregistrés est appelé chromatogramme.

Chaque chromatogramme enregistré correspond à un profil caractéristique pour chaque échantillon, qui constitue donc une empreinte chimique.

Pour l'étude de la variabilité chimique chez *Cystodytes dellechiajei et Aplidium conicum*, nous avons réalisé par analyse HPLC un profil chimique pour chaque échantillon récolté à différents sites et à différentes périodes de l'année et nous les avons comparés avec ceux qui ont été obtenus au LCBE sur d'autres spécimens appartenant aux mêmes espèces. En fonction des résultats obtenus, si l'analyse des chromatogrammes montre alors la présence de composés nouveaux nous pourrons envisager de poursuivre ce travail par leur purification et leur caractérisation.

1. Etude chimique de *Cystodytes dellechiajei*

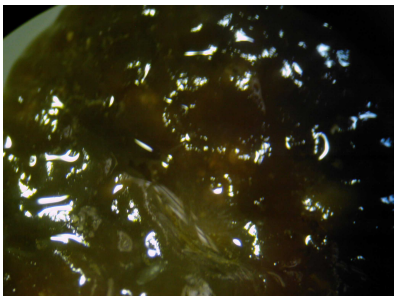
1.1 Variabilité chromatique

L'étude de la variabilité chromatique au sein des échantillons de *Cystodytes dellechiajei* récoltés en mer méditerranéenne et plus particulièrement sur les côtes tunisiennes à des profondeurs ne dépassant pas 12 m a porté sur quatre chromotypes : des spécimens violets à Sidi Raîs, des spécimens blancs à Sidi Raïs et à Hammamet, des spécimens caramels à Haouaria et Hammamet et des spécimens caramels à reflets verts à la lagune d'El Bibane (fig. 90).

Caramel

Violette

Blanche



Caramel à reflets verts

Fig. 90: Les quatre chromotypes de *Cytodytes dellechiajei* de Tunisie

L'analyse des chromatogrammes obtenus (fig. 91) à partir des différents chromotypes de *Cystodytes dellachaijei* révèle que seule la forme violette renferme des alcaloïdes à noyau pyridoacridine.

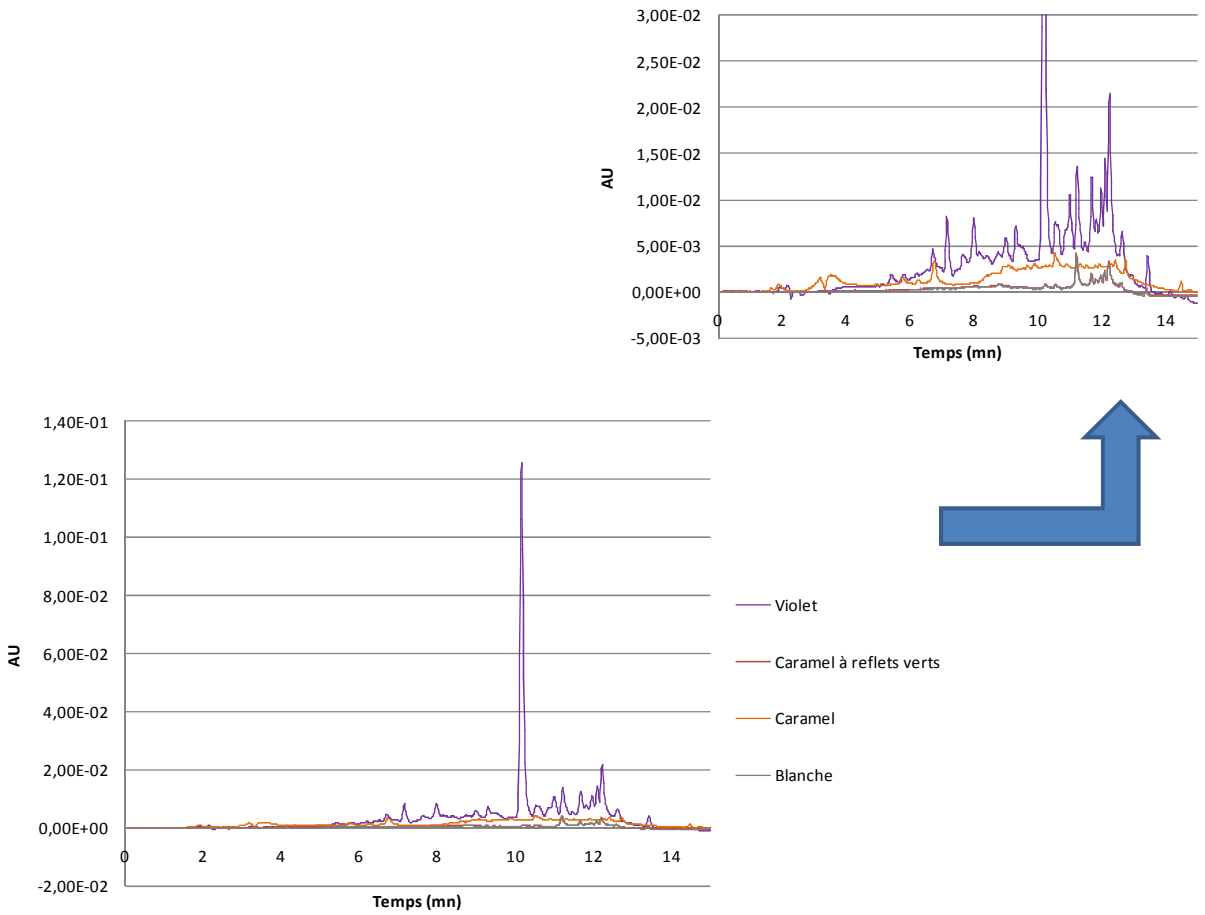


Fig. 91: Chromatogrammes à λ = 305 nm des différents chromotypes chez *Cystodytes dellechiajei* (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette)

L'absence de pyridoacridine chez les autres échantillons de couleur, blanche, caramel et caramel à reflets verts est conforme aux résultats déjà obtenus dans la bibliographie (Lopez-Legentil et al., 2005).

Le profil obtenu pour *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette montre :

- Un profil qui est différent de celui qui a été obtenu à partir des colonies violettes récoltées en Méditerranée occidentale. En effet, nous avons remarqué dans différents chromatogrammes enregistrés à partir des colonies violettes de Tunisie un alcaloïde majoritaire d'aspect différent de ceux déjà référencés (fig. 92).

- Un profil identique à celui référencé au laboratoire pour *Cystodytes dellechiajei* dans la côte occidentale de la Méditerranée (Lopez-Legentil, 2005) qui montre la présence de quatre alcaloïdes (fig. 93).

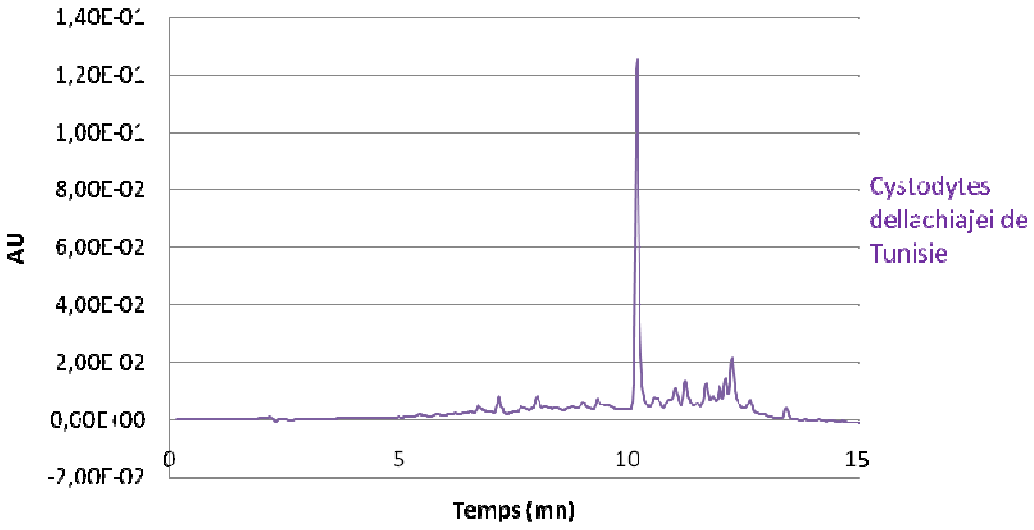


Fig. 92: Chromatogramme à λ = 305 nm de *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette récoltée en Tunisie (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette)

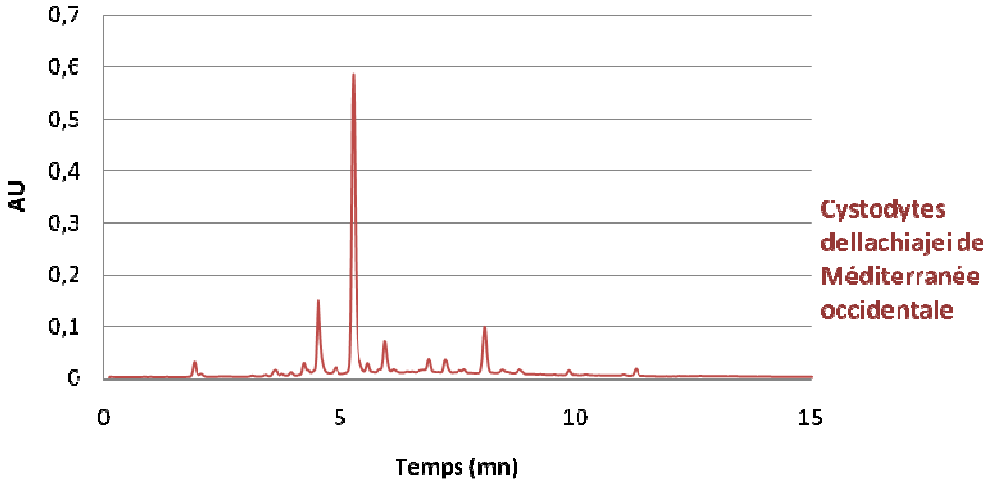


Fig. 93: Chromatogramme à λ = 305 nm de *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette récoltée en Méditerranée occidentale (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette)

Ces quatre pics correspondent à la shermilamine B (SB), à la désacetylshermilamine B (daSB), à la kuanoniamine D (KD) et à la désacétylkuanoniamine D (daKD) (fig. 94).

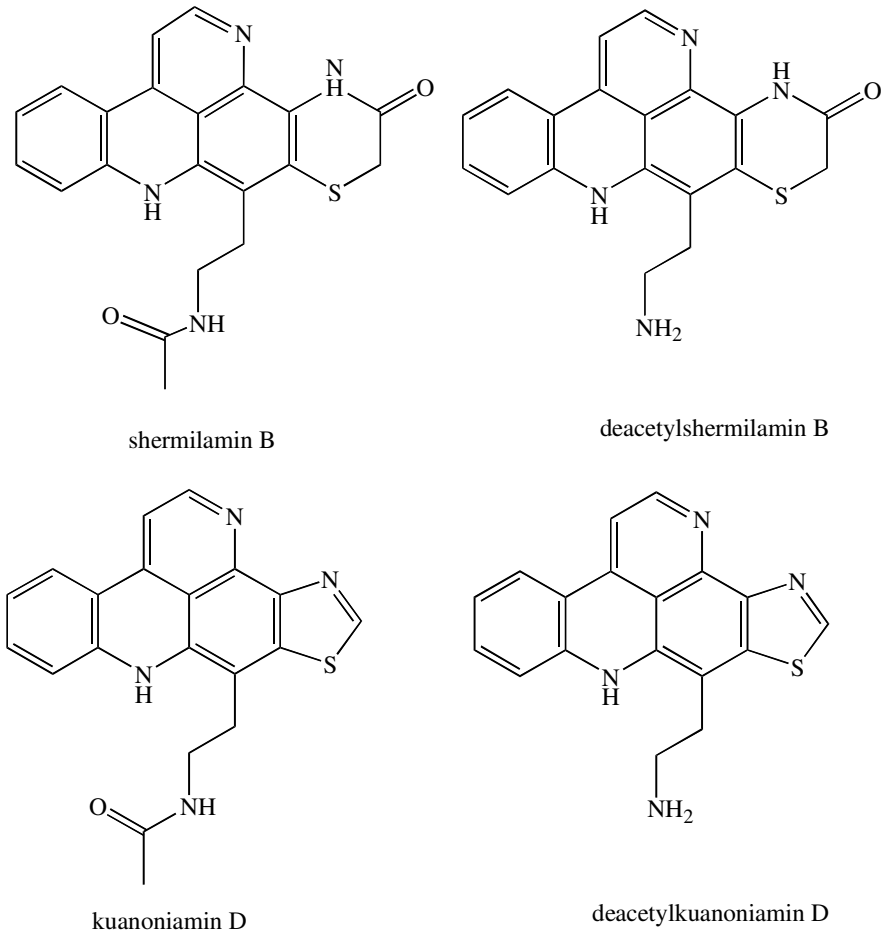


Fig. 94: Structures des pyridoacridines extraites de *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette en Méditerranée occidentale

Les pyridoacridines sont des pigments dont la couleur varie en fonction du pH. Ainsi, les SB, daSB, KD et daKD sont des composés violets en milieu acide, ce qui pourrait expliquer la couleur violette de ces colonies. Les autres composés contenus dans les colonies bleues et vertes sont jaunes-verts en conditions acides. Dans ce cas, le lien entre leur couleur et la coloration de la tunique est moins évident et pourrait s'expliquer par la présence d'autres composés (Lopez-Legentil et al., 2005).

La présence d'un alcaloïde différent de ceux qu'on observe chez le chromotype violet de Méditerranée occidentale nous a conduits à regrouper tous les échantillons récoltés en Tunisie pour réaliser une purification de celui-ci afin de l'identifier.

a.1 Masse

Grâce à la chromatographie liquide couplée à de la spéctrométrie de masse (LC-MS), nous avons obtenu la masse de l'alcaloïde majoritaire qui est de 283 g/mol.

a.2 Identification

En utilisant la RMN et grâce à l'aide du Dr Nataly Bontemps-Subielos, nous avons pu identifier l'alcaloïde majoritaire : c'est un isomère de l'ascididémine. Ce composé type "ascididémine" a été trouvé auparavant seulement dans *Cystodytes dellechiajei* de couleur bleu.

1.2 Variabilité temporelle

Outre cette comparaison chromatique intra-spécifique, nous avons procédé à l'analyse de la variabilité temporelle de la production de pyridoacridines pour *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette. La variabilité spatiale n'a pu être réalisée car les colonies de couleur violette n'ont été trouvées que dans un seul site celui de Sidi Raïs.

L'échantillonnage s'est déroulé de manière saisonnière sur deux années successives à partir de janvier 2006 jusqu'à janvier 2008. Les résultats obtenus sont représentés dans la figure 95.

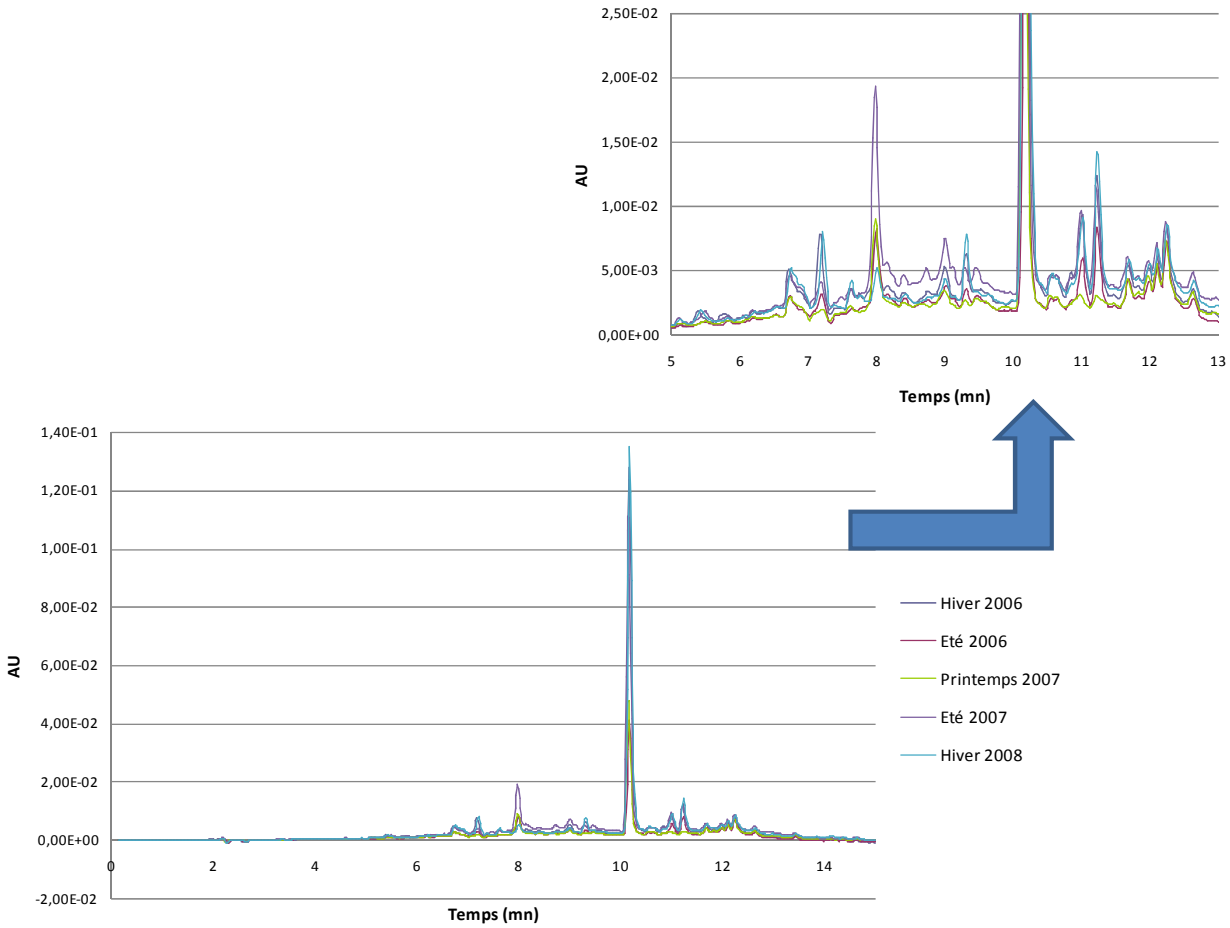


Fig. 95: Représentation temporelle des différents chromatogrammes obtenus pour *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette à λ = 305 nm (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette)

En comparant ces différents chromatogrammes, on note la présence des différents composés durant l'hiver, le printemps et l'été, périodes où l'ascidie a été trouvée, ce qui indique qu'ils sont synthètisés tout au long du cycle annuel de l'ascidie mais avec une variabilié saisonnière assez remarquable. En effet, la mesure de l'aire du pic majoritaire (proportionel à la concentration de ce composé au sein de l'extrait) pour chaque saison montre que la concentration du produit majoritaire varie en fonction des saisons. La concentration de cette pyridoacridine a enregistré un maximum en hiver (Janvier 2008) et un minimum en été (juillet 2006). Mais ces valeurs subissent une hausse significative pendant l'été 2007 (juillet 2007) (fig. 96). La diminution de la concentration de la pyridoacridine majoritaire pendant l'été peut être en relation avec la phase de reproduction asexuée que subit cette espèce pendant l'été,

ceci concorde avec les résultats qu'a trouvé Lopez-Legentil en étudiant la *Cystodytes dellechiajei* violette sur les côtes espagnoles méditerranéennes (Lopez-Legentil and al., 2006). A ceci, on peut ajouter que la prédation, la compétition pour l'espace et pour la nourriture ont sûrement une influence sur la production de ces métabolites secondaires essentiellement défensifs. Finalement, il faut tenir compte aussi des facteurs abiotiques qui ont sans aucun doute une répercussion sur la production de ces pyridoacridines. L'été est une saison défavorable pour la plupart des organismes filtreurs sessiles en Méditerranée à cause du manque de nourriture à cette période et à la forte élévation de la température de l'eau (Coma et al., 2000). Tout ceci constitue un ensemble d'intéractions qui peuvent expliquer la diminution de production de pyridoacridine pendant cette saison.

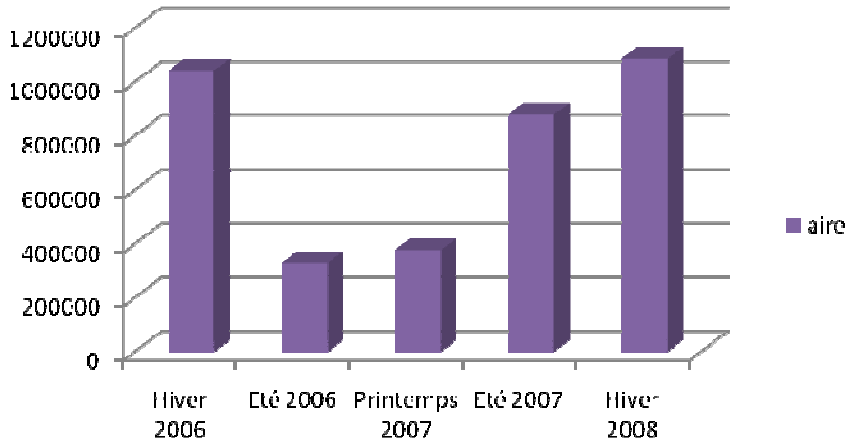


Fig. 96: Variation saisonière de l'alcaloïde majoritaire chez *Cystodytes dellechiajei* de couleur violette

Outre le pic majoritaire, nous avons constaté la présence d'un autre pic à 8 mn dans toutes les saisons, qui est aussi un pyridoacridine mais sa concentration est faible par rapport au pic majoritaire.

Ainsi, nous avons voulu établir une correlation entre les deux pics trouvés et la variation saisonnière, pour cela nous avons établit un rapport petit pic / grand pic en fonction des saisons (fig. 97).

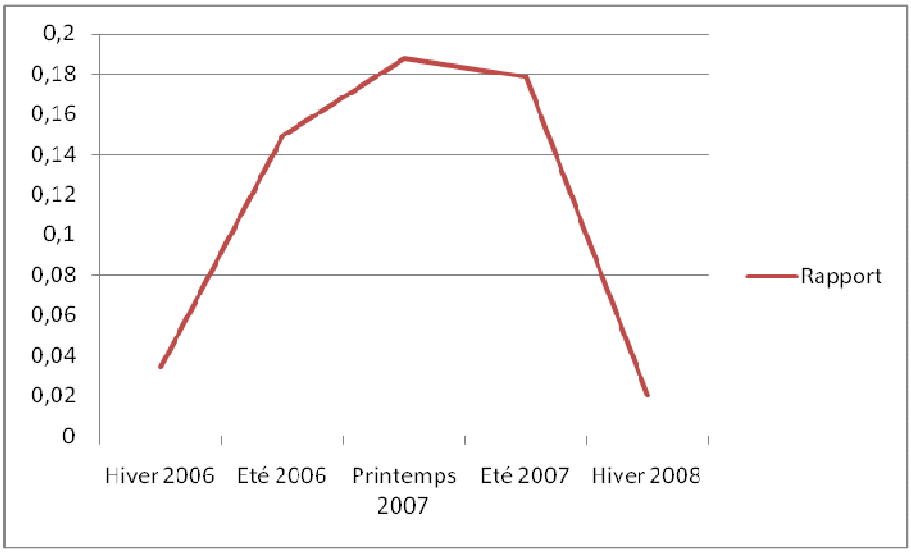


Fig. 97: Variation saisonnière du rapport petit pic/ grand pic

D'après la figure précedente, on peut remarquer que le rapport petit pic / grand pic subissait une variation progressive en fonction des saions avec un maximum pendant le printemps et un minimum pendant l'hiver.

Ce résultat est à l'opposé observé pour le pyridoacridine majoritaire, d'où on peut dire que la production du pyridoacridine minoritaire ne subit pas la même influence des saisons comme celle décrite précédemment.

2)Etude chimique d'*Aplidium conicum*

2.1 Variabilité chromatique

L'étude de la variabilité chromatique au sein des échantillons d'*Aplidium conicum* récoltés sur les côtes tunisiennes à des profondeurs ne dépassant pas 12 m a porté sur deux chromotypes: des spécimens beiges ont été trouvés à Bizerte, Gammarth et Hammamet et des spécimens orangés ont été trouvés à Gammarth et à Hammamet (fig. 98).

Orangé

Beige

Fig. 98: Les deux chromotypes d'*Aplidium conicum* récolté en Tunisie

L'analyse des chromatogrammes enregistrés à partir des colonies d'*Aplidium conicum* révèle des différences (fig 99 et 100). En effet, pour chaque chromotype étudié on a un profil spécifique qui est différent d'une couleur à l'autre.

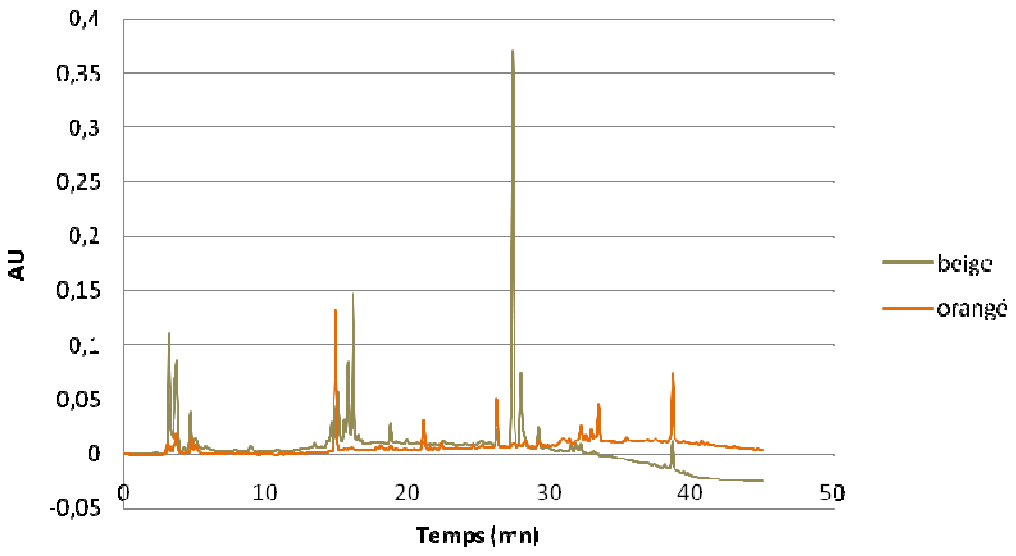


Fig. 99: Chromatogrammes des différents chromotypes chez *Aplidium conicum* trouvé à Gammarth (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette)

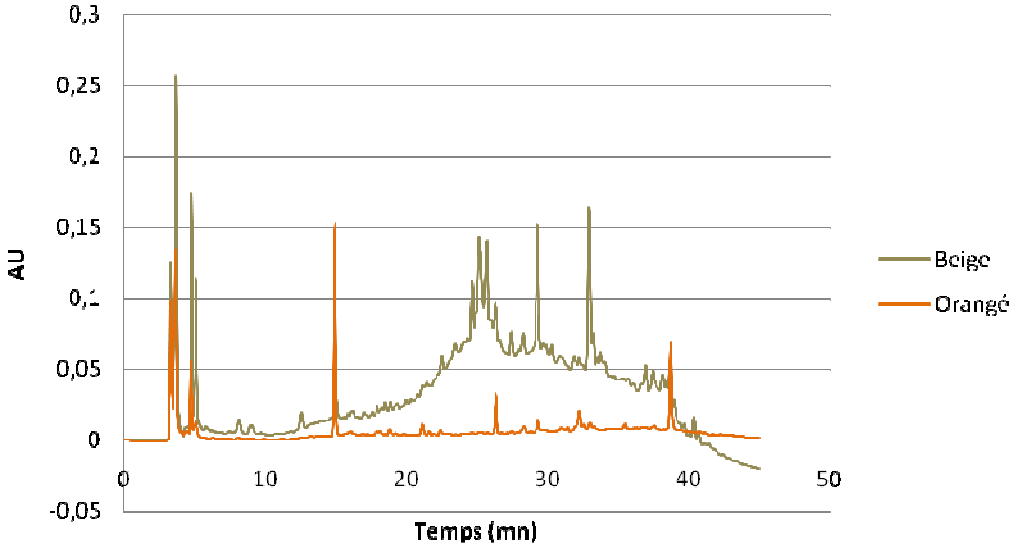


Fig. 100: Chromatogrammes des différents chromotypes chez *Aplidium conicum* trouvé à Hammamet (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette)

2.2 Variabilité spatiale

Outre la comparaison intra-spécifique, nous avons procédé à l'analyse de la variabilité spatiale des différents chromatogrammes et nous les avons comparés avec ceux déjà référencés au laboratoire pour *A. conicum.*

Ainsi, nous avons constaté en premier lieu des différences entre les profils étudiés d'*A. conicum* récoltés dans des sites différents de la Tunisie (fig. 101 et 102). En second lieu, d'autres différences ont été notées entre les empreintes enregistrées d'*A. conicum* de Tunisie et ceux récoltés en Méditerranée occidentale précisément dans le sud de la France.

Mais vue que la quantité d'échantillons récoltés n'était pas suffisamment importante, nous n'avons pas pu réaliser des analyses plus approfondies.

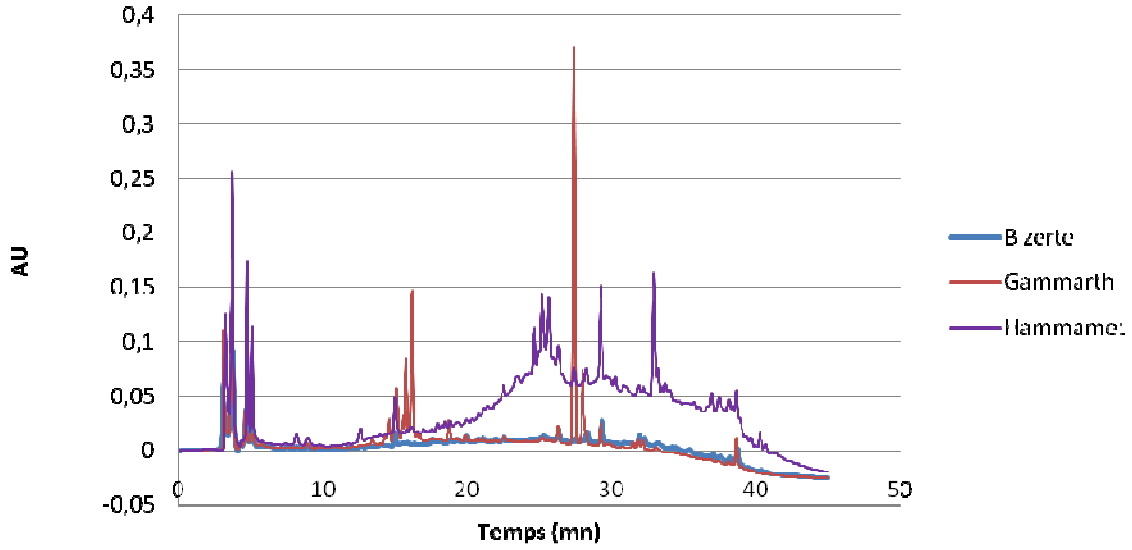


Fig. 101: Représentation spatiale des différents chromatogrammes d'*Aplidium conicum* de couleur beige récolté en Tunisie (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette)

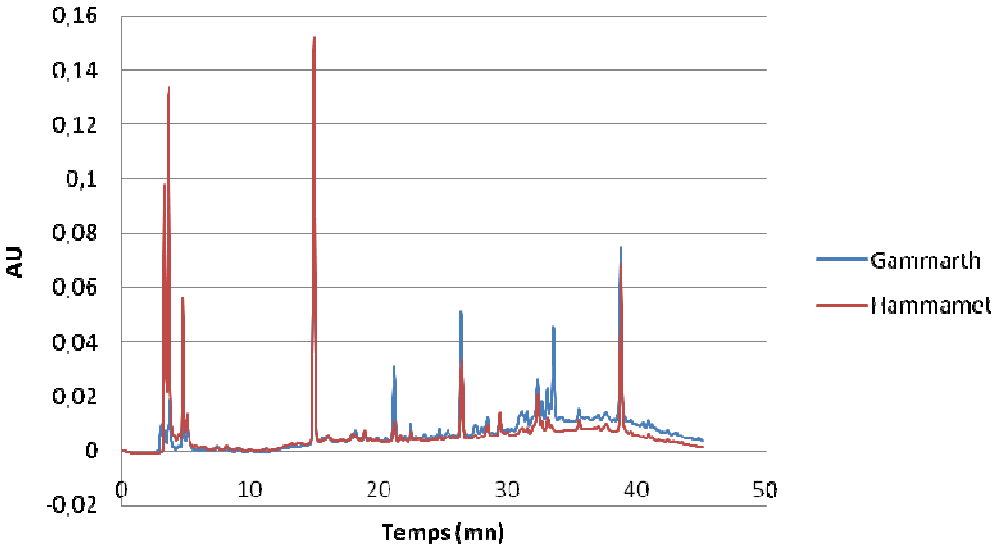


Fig. 102: Représentation spatiale des différents chromatogrammes d'*Aplidium conicum* de couleur orangé récolté en Tunisie (AU : Unité d'Adsorption ultraviolette)

3) Discussion et conclusion

Cette étude a montré pour l'espèce *Cystodytes dellechiajei* que seule la forme violette renferme des alcaloïdes à noyau pyridoacridine. Ces alcaloïdes correspondent à la shermilamine B (SB), à la désacetylshermilamine B (daSB), à la kuanoniamine D (KD) et à la désacétylkuanoniamine D (daKD). Outre ces quatre alcaloïdes, nous avons identifié une molécule minauritaire qui est un isomère de l'ascididémine. Ce composé type "ascididémine" a été trouvé auparavant seulement dans *Cystodytes dellechiajei* de couleur bleu.

En comparant les saisons, qualitativement il n'y a pas de différence d'une saison à une autre. Les différents composés se trouvent à toutes les saisons.

Quantitativement, nous avons constaté qu'il y a une différence entre les saisons ce qui signifie que la concentration des alcaloïdes varie en fonction des saisons. La diminution de la concentration de la pyridoacridine majoritaire pendant l'été peut être en relation avec la phase de reproduction asexuée que subit cette espèce pendant l'été.

A ceci, on peut ajouter que la prédation, la compétition pour l'espace et pour la nourriture ont sûrement une influence sur la production de ces métabolites secondaires essentiellement défensifs. Finalement, il faut tenir compte aussi des facteurs abiotiques qui ont sans aucun doute une répercussion sur la production de ces pyridoacridines. L'été est une saison

défavorable pour la plupart des organismes filtreurs sessiles en Méditerranée à cause du manque de nourriture à cette période et à la forte élévation de la température de l'eau. Tous ceci constitue un ensemble d'intéractions qui peuvent expliquer la diminution de production de pyridoacridine pendant cette saison.

Pour *Aplidium conicum*, l'analyse des chromatogrammes de deux couleurs beige et orangé révèle des différences. En effet, pour chaque chromotype étudié on a un profil spécifique qui est différent d'une couleur à l'autre. Ainsi, nous avons constaté en premier lieu des différences entre les profils étudiés d'*A. conicum* récoltés dans des sites différents de la Tunisie. En second lieu, d'autres différences ont été notées entre les empreintes enregistrées d'*A. conicum* de Tunisie et ceux récoltés en Méditerranée occidentale précisément dans le sud de la France.

Conclusion générale

Au cours de notre étude, 70 espèces d'ascidies ont été identifiées parmi elles 6 espèces sont signalées pour la première fois en Tunisie. L'analyse de distribution taxonomique a révélé une variabilité spatiale et temporelle. L'analyse de correspondance entre les ascidies et les communautés étudiées à mis en relief une relation entre les communautés sous pressions environnementales (contamination, substrat mobile, sédimentation) et certaines espèces d'ascidies qui vivent dans la zone littorale rocheuse superficielle, dans les ports et dans les lagunes. Ceci a mis en évidence que c'est la présence ou non de facteurs physiques qui est le facteur qui détermine la meilleure différenciation entre les populations d'ascidies. Dans ces communautés, la compétition essentiellement pour le substrat est de grande importance pour la distribution des espèces.

Les ascidies présentent une corrélation entre les stratégies morphologiques, les différentes familles et entre la forme coloniale et solitaire. On peut dire ainsi que la majorité des espèces trouvées est de type colonial sauf pour les sites de Sidi Rais et pour la lagune de Bizerte, ceci est dû probablement à la stabilité du milieu ainsi qu'au type de substrat. En effet, les espèces coloniales préfèrent les substrats de types herbier de Posidonie et blocs rocheux vue que leur capacité de filtration ainsi que leur fécondation est basse. En plus, leurs tuniques sont molles et lisses d'où leurs systèmes de défense se basent essentiellement sur les arènes et les spicules. La prédation qui est faible chez les ascidies coloniales a aussi un rôle très important sur leur distribution.

En revanche, les ascidies solitaires sont moins nombreuses car elles présentent une importante compétition pour l'espace en milieu stable. En effet, il y a des espèces qui ne possèdent pas de mécanisme de défense spécifique autre qu'une tunique épaisse et rigide cas de *Microcosmus* ce qui les rend dépendant de la présence de phénomènes d'altération physique (sédiment, contamination, agitation) ou biologique (déprédation). A cause de cela, il se produit chez les ascidies solitaires une compétition spatiale qui se base sur une croissance rapide dirigée verticalement.

La majorité des ascidies ont été trouvées dans les substrats de type herbier de Posidonie qui forme un microcosme très riche et idéale à la fixation des ascidies. Ainsi le type de substrat apparaît comme le facteur physique le plus important dans la distribution des ascidies. D'autre part, la profondeur intervient indirectement dans la variation spatio-temporelle des facteurs environnementaux, en effet elle joue un rôle important dans la distribution des stratégies

d'adaptations des ascidies. D'où la zone la plus riche en faune ascidiologique est celle entre 6 et 18 m.

En plus de la variabilité spatiale, les ascidies en Tunisie montrent une variabilité saisonnière qui se distingue par une richesse spécifique importante en faune ascidilogique pendant la saison estivale. Ce résultat est très inattendu, puisque la saison estivale est normalement la saison la plus délicate car la température de l'eau est souvent très élevée contribuant même à une eutrophisation du milieu. Pour ce qui est de la température de l'eau, les années 2006 et 2007 restent des années normales avec de vagues de chaleurs passagères. En effet, nous avons noté que la température maximale de l'eau enregistrée n'a pas dépassé 26°C pour les deux années.

Enfin, l'analyse des affinités biogéographiques des ascidies a démontré qu'en Tunisie ce sont les espèces à affinités Atlanto-méditerranéenne qui sont majoritaires. En effet, la signalisation pour la première fois en Tunisie de *Polycarpa kornogi* (Chebbi et al., 2009 a), *d'Aplidium nordmanni* et de *Morchellium argus* (Chebbi et al., 2009 b) montrent l'introduction de plus en plus fréquente en Méditerranée d'espèces cosmopolites qui trouvent en Méditerranée un milieu relativement stable favorable à leurs développements. De nombreux auteurs pensent que l'existence en Méditerranée d'une faune originaire à la fois de l'Atlantique Nord et de l'Atlantique Sud peut s'expliquer par des variations de température des eaux méditerranéennes. Pour Pérès, ces variations paraissent résulter non de variations généralisées de la température des eaux, mais de variations de circulation des masses d'eau, cet auteur faisant justement remarquer qu'en phase dite régressive il y est essentiellement des introductions à partir de l'Atlantique Ouest-africain, tandis qu'en phase dite transgressive il y a surtout des introductions de l'Atlantique Nord orientale.

Outre ces volets biologiques et écologiques, nous avons procédé à une étude chimique de deux espèces d'ascidies coloniales qui sont *Cystodytes dellechiajei* et *Aplidium conicum.* Cette étude a montré pour l'espèce *Cystodytes dellechiajei* que seule la forme violette renferme des alcaloïdes à noyau pyridoacridine. Ces alcaloïdes correspondent à la shermilamine B (SB), à la désacetylshermilamine B (daSB), à la kuanoniamine D (KD) et à la désacétylkuanoniamine D (daKD). Outre ces quatre alcaloïdes, nous avons identifié une molécule minoritaire qui est un isomère de l'asciddémine. Ce composé type "asciddémine" a été trouvé auparavant seulement dans *Cystodytes dellechiajei* de couleur bleue.

En comparant les saisons, qualitativement il n'y a pas de différence d'une saison à une autre. Les différents composés se trouvent à toutes les saisons.

Quantitativement, nous avons constaté qu'il y a une différence entre les saisons ce qui signifie que la concentration des alcaloïdes varie en fonction des saisons. La diminution de la concentration de la pyridoacridine majoritaire pendant l'été peut être en relation avec la phase de reproduction asexuée que subit cette espèce pendant l'été.

A ceci, on peut ajouter que la prédation, la compétition pour l'espace et pour la nourriture ont sûrement une influence sur la production de ces métabolites secondaires essentiellement défensifs. Finalement, il faut tenir compte aussi des facteurs abiotiques qui ont sans aucun doute une répercution sur la production de ces pyridoacridines. L'été est une saison défavorable pour la plupart des organismes filtreurs sessiles en Méditerranée à cause du manque de nourriture à cette période et à la forte élévation de la température de l'eau. Tous ceci constitue un ensemble d'intéractions qui peuvent expliquer la diminution de production de pyridoacridine pendant cette saison.

Pour *Aplidium conicum*, l'analyse des chromatogrammes de deux couleurs beige et orangé révèle des profils chimiques différents. En effet, pour chaque chromotype étudié on a un profil spécifique qui est différent d'une couleur à une autre. Ainsi, nous avons constaté en premier lieu des différences entre les profils étudiés d'*A. conicum* récoltés dans des sites différents de la Tunisie. En second lieu, d'autres différences ont été notées entre les empreintes enregistrées d'*A. conicum* de Tunisie et ceux récoltés en Méditerranée occidentale précisément dans le sud de la France.

Enfin, nous envisageons comme perspectives à cette thèse :

1) D'élargir notre étude à certaines zones de la Tunisie non encore étudiées telle que la côte nord tunisienne et le golfe de Gabès.
2) Tester la bioactivité du nouveau composé selon différents tests antibactériens, cytotoxiques, anti- paludisme …
3) De faire l'étude chimique d'autres espèces d'ascidies coloniales trouvées abondantes dans nos côtes et qui pourraient présenter un certain potentiel bioactif.
4) Mettre en culture en élevage extensif et intensif des espèces connues pour leurs intérêts pharmaceutiques ou commerciales comme par exemple: *Ecteinascidia turbinata, Cystodytes dellechiajei, Microcosmus sulcatus …*

Références bibliographiques

Abbot D.P., and Johnson A.T., 1972 **-** Urochordata: the Tunicates. In: Morris RH, Abbott DP, Haderlie EC (eds). Intertidal invertebrates of California. Stanford University press, 127-226.

Aiello A., Fattoruso E., Luciano P., Menna M., Esposito G., Luvone T., and Pala D., 2003 - Concaquinones A and B, two novel cytotoxic terpene quinines from the Mediterranean ascidian Aplidium conicum. Eur. J. Org. Chem., 898-900.

Allain C., 1960 **-** Topographie dynamique et courants généraux dans le bassin occidental de la méditerranée au nord du 42e parallèle (supplément a l'étude hydrologique de septembre-octobre 1958). Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes (ISTPM), 27 (2) : 127-135.

Anonyme., 1979 - Géologie Méditerranéenne. La mer Pélagienne : étude sédimentlogique et écologique du plateau tunisien et du golfe de Gabès, tome VI, numéro 1, éditions de l'université de Provence.

Anonyme., 1992 **-** Rapport final, Samedan of Tunisia, TNC. Institut National Scientifique et Technique d'océanographie et de pêche Salammbô, 87 p.

Anonyme., 1997 **-** Rapport sur l'étude d'impact du projet Marina Hammamet Sud. SEMAH – ERAMM, 104 p.

Anonyme., 2001 - Rapport de synthèse, plan d'occupation des plages, 2ème tranche, plage de Dar Chaabane à Hammamet Nord. 76 p.

Anonyme., 2008 - Actualisation de l'étude et du plan d'action national sur la diversité biologique, Rapport de troisième phase : Situation actuelle de la diversité biologique, AED Consult ; MEDD.

ANPE., 1990 - Etude préliminaire de l'écologie du lac de Bizerte. Rapport de l'Agence National de Protection de l'environnement- GIC/CNEA TECI. 100 p.

Amri A., et Bedir M., 1989 - Les bassins quaternaires du Sahel central de la Tunisie. Genèse et évolution des sebkhas en contexte décrochant compressif et distensif. Géodynamique 4 (1) : 49-65.

Aoki S., Boyd G., Burkhalter R., Ejiri S., Fukugita M., Hashimoto S., Iwasaki Y. , Kanaya K. , Kaneko T., Kuramashi Y., Nagai K., Okawa M., Shanahan H. P., Ukawa A., and Yoshié T., 2003 **-** Light hadron spectrum and quark masses from quenched lattice QCD. Phys. Rev. D 67 (3): 46 p.

Arias E., and Morales E., 1963 – Ecologia del Puerto de Barcelona y desarrollo de adherencias organicas sobre embarcaciones. Inv. Pesq., 24: 139- 163.

Arias E., and Morales E., 1965 - Ecologia del puerto de Barcelona y dessarrollo de adhencias organicas sobre placas summergidas durante los afics. Inv. Pesq., 33 (1): 179- 200.

Arias E., and Morales E., 1969 – Variacion estacional de organismos adherents en el Puerto de Castellion de Plana. Inv. Pesq., 43 (2): 353- 408.

Ärnbäck, A., 1923 - Northern and Arctic invertebrates in the collection of the Swedish State Museum (Riksmuseum). IX Tunicata. 2. Botryllidae: reproductive organs of *Metrocarpa* (n. gen.) *leachi* Savigny and *Botryllus schlosseri* Pallas. *Kungliga Svenska Vetenskaps-akademiens Handlingar, Stockholm*, 63 (9): 25 p.

Arnback Christie-Linde A., - Tunicata in Northen and Arctic Invertebrates in the collection of the Swedish State Museum.
a) *K. Svensk. Vetens. Alead. Handlirzgar.* Band 63, n° 2, 1922 ;
b) *K. Sven sk. Veten.s. Akad. Han. dlingal'.* Tredje seriell. Band 4, n ° 3, 1934 ;
c) *K . Svensk. Vetens. Akad. I-Iandlingar.* Tredje serien. Band 4, n ° 9, 1928.

Aron S., Solé-Cava A. M., 1991 - Genetic evaluation of the taxonomic status of two varieties of the cosmopolitan ascidian *Botryllus niger* (Ascidiaceae: Botryllidae). Biochem. Syst. Ecol., 19: 271-276.

Astraldi, M.-P., Bianchi, C.N., Gasparini, G.P., Morri, C., 1996 - Climatic fluctuations, current variability and marine species distribution: a case study in the Ligurian Sea (north-west Mediterranean). Oceanologica acta, 18(2): 139-149.

Ayre D.J., Davis, A. R., Billingham M., Llorens T. and Styan C., 1997 - Genetic evidence for contrasting patterns of dispersal in solitary and colonial ascidians. Marine Biology, 130: 51-61.

Azouz A. et Capapé C., 1971 - Les relations alimentaires entre les sélaciens et le zoobenthos des côtes nord de la Tunisie. Bull. Inst. Océanogr., Pêche, Salammbô, 2 (2): 121-130.

Băcescu, M., Gomoiu M.-T., Bodeanu N., Petran A., Műller, G.I., Manea V., 1965 – Studii asupra variatiei vietii marine in zona litorala nisipoasa la nord de Constanta. Ecologie marina 1: 7-138.

Bakus G.J., 1981 - Chemical defense mechanisms on the Great Barrier Reef. Science 211:497-499.

Bakus G.J., Targett N.M., and Schulte B., 1986 - Chemical ecology of marine organisms: an overview. J. Chem. Ecol.,12 : 95 l-987.

Ballesteros A., 2003 Correspondence between the *q*-deformed harmonic oscillator and finite range potentials. Phys. Rev. C., 68 (4): 5 p.

Barrier P., DI Geronimo I., Montenat C., Roux M. and Zibrowius H., 1989 - Présence de faunes bathyales atlantiques dans le Pliocène et le Pléistocène de Méditerranée (détroit de Messine, Italie). Bulletin de la Société géologique de France, Paris, (8), 5: 787-796.

Barros De Faria S., 2006 - Padrão de distribuição de ascidiacea (tunicata) no atlântico e regiões polares adjacentes: um enfoque através da análise parcimoniosa de endemicidade (PAE). Mémoire de Mastère. Université Federal di Parana, Curtuba. 90 p.

Bayle, F., Luo A., and Meunier J. P., 2003 a. "Effect of scanning beam profile to fabricate fused fiber tapers by CO_2 laser irradiation method." Acta Optica Sinica, 23 (Supplement I): 121-2.

Bayle, F. and Meunier J. P., 2003 b. Influence de la déformation des coeurs sur la transmission des coupleurs 2x2 à fibres fusionnées. 22èmes Journées Nationales d'Optique Guidée, 455-457.

Beaumont et Cassier, 1997 - Biologie animale – Des Protozoaires aux Métazoaires épithélioneuriens (2 tomes) 1998 & 2000 (Dunod).

Becerro M.A., Turon X., and Uriz M.J., 1997 - Multiple functions for secondary metabolites encrusting marine invertebrates. J. Chem. Ecol., 23: 1527-1547.

Becerro M.A., Uriz M.J., and Turon X., 1997 - Chemically-mediated interactions in benthic organisms: the chemical ecology of Crambe crambe (Porifera, Poecilosclerida).Hydrobiology, 356: 77-89.

Belkhir M. et Hadj-Ali-Salem M., 1981 - Contribution à l'étude des mécanismes d'eutrophisation dans le Lac de Tunis : évolution des paramètres physico-chimiques et biologiques. Bull. Inst. natl. sci. techn. Oceanogr. Pêche Salammbô, Tun., 8 : 81-98.

Bellan-Santini D., Fredj G. and Bellan G., 1992 - Mise au point sur les connaissances concernant le benthos profond méditerranéen.- Oebalia - International Journal of Marine Biology and Oceanography, Taranto, suppl., 17: 21-36.

Ben Alaya H., 1971- Répartition et conditions d'installation de *Posidonia oceanica Délile* et *Cymodocea nodosa Asheron* dans le golfe de Tunis. Thèse de Doct. Univ. Tunis : 73 p.

Ben Alaya H., 1972 - Répartition et conditions d'installation de *Posidonia oceanica* Delile et *Cymodocea nodosa* Ascherson dans le Golfe de Tunis. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô, Tun., 2(3) : 331-416.

Ben Charrada R., 1997- Etude hydrodynamique et écologique du complexe golfe-lac de Tunis. Contribution à la modélisation de l'écosystème pélagique des eaux côtières de Tunis. Thèse de Doct. ENIT : 400 p.

Ben Mammou A., 1998 - Barrages Nebeur, Sidi Salem, Sidi Saad et Sidi Boubaker. Quantification, étude sédimentologique et géotechniques des sédiments piégés. Apports des images satellitaires. Thèse de Doct. F.S.T : 345 p.

Ben Moussa A., Brebion P., Lauriat-Rage A. and Demarcq G., 1988 - Intérêt paléobiologique des mollusques messiniens de Melilla (NE Maroc).- *Revue de Paléobiologie*, Genève, Vol. 7 (2) : 335-358.

Ben Mustafa K. et Hattour A., 1992 - Les herbiers de Posidonies du littoral tunisien. 1 Le golfe de Hammamet. Notes Institut National des Sciences et technologies océanographiques des Pêches de Salammbô, 2 : 1-42.

Ben Mustapha K., Hattour A., Mhetli M., El Abed A., et Tritar B., 1999 - Etat de la bionomie benthique des étages infra et circalittoral du golfe de Gabès. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. De Salammbô, 26 : 5-48.

Ben Mustafa K., Komatsu T., Hattour A., Sammari C., Zarrouk S., Souissi A. et El Abed A., 2002 a - Tunisian mega benthos from infra (Posidonia meadows) and circalittoral (coralligenous) sites. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. de la Mer de Salammbô, 29 : 23-36.

Ben Mustafa K. Riveill S. et El Abed A., 2002 b - Données récentes sur la présence de l'herbier à Posidonie, de la biocénose corraligène et des démosponges signalées dans le golfe de Tunis et récifs artificiels. II. Golfe de Tunis. DGEQV et INSTM : 63-77.

Ben Mustapha K., Jerez P., Limam A. et Rais C., 2003 - Mapping benthic marine habitats on Zembra MPA. In MedSudMed's expert Consultation: Marine protected areas and fisheries management. Assessement and monitoring of the fisheries resources and ecosystems in the strait of Sicile; FAO-MiPAF. Salammbô, Tunisia.

Ben Mustapha K., 2004 - Parc marin de Zembra et Zembretta, habitatsbenthiques remarquables. Rapport complémentaire ; Campagnes Juin 2003 et mission Août 2003. 22 p.

Benslimane A., Hartmann C., de Buyser J., Henry Y., Picard E., Rode A., 1988 - Ribosomal DNA as a convenient probe to follow segregation and possible divergence from expected homozygosity after haploidization of an androgenetic process. Theor Appl Genet 75: 389–396.

Berrill N.J., 1932 - Ascidians of the Bermudas. Biological Bulletin, 62 (1): 77-88.

Berrill N.J., 1948 - Budding and the reproductive cycle of *Distaplia*. Quarterly Journal of Microscopical Science, 89: 253-289.

Berrill N.J., 1950 - The Tunicata with an account of the British species. Ray Society. London. 354 p.

Bhakuni D.S., and Jain S., 1990 - Bioactive molecules of the marine invertebrates. Part I. Sponges, jelly fish, sea anemones, corals and bryozoans. J. Sci .Ind. Res., 49: 330-349.

Bianchi C.N. and Morri C., 2000 - Marine biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, problems and prospects for future research. Marine Pollution Bulletin, Oxford, 40: 367-376.

Bibiloni M.A., Cornet C., Ramos A.A., Rubió M., Tur J. M., Uriz M.J., 1980 - Contribucion al estudio ecologico-sistemaico de las esponjas y ascidias del mediterraneo occidental español. Fundacion Juan March, Spain.

Bibiloni M.A., and Cornet C., 1982 - Esponjas y otros organismos epibiontes sobre *Microcosmus sabatieri* del infralitoral superior de Blanes. Misc. Zool., 8: 29-32.

Blanc P.L., 2000 - Of sills and straits: a quantitative assessment of the Messinian salinity crisis. *Deep-Sea Research I*, Oxford, 47: 1429-1460.

Boettcher, A.A. and Targett N.M., 1993 - Role of polyphenolic molecular size in reduction of assimilation efficiency in *Xiphister mucosus.* Ecology, 74: 891-903.

Bonnard I., Bontemps N., Lahmy S., Banaigs B., Combaut G., Francisco C., Colson P., Houssier C., Waring M.J., Bailly C., 1995 - Binding to DNA and cytotoxic evaluation of ascididemin, the major alkaloid from the Mediterranean ascidian Cystodytes *dellechiajei*. Anti-Cancer Drug Des., 10: 333-346.

Bontemps N., 1996. Noyau pyridoacridine, structure et synthèse d'alcaloïdes cytotoxiques isolés d'invertébrés marins. Thése de Doctorat. Université de Perpignan, France, 160 p.

Boudouresque C.F., 1971 - Contribution à l'étude phyto-sociologique des peuplements algaux des côtes Varoises. Vegetatio, 22 (1-6): 89-184.

Boudouresque C.F., Harmelin, J. G., et Jeudy de Grissac, A., 1986 - Le benthos marin de l'Île de Zembra (Parc National Tunisie), 199 p.

Bowden B.F., 2000 - Aromatic alkaloids from ascidians. Stud Nat Prod Chem 23:233-283.

Bradai M.N., 2000 - Diversité du peuplement ichtique et contribution à la connaissance des Sparidés. Thèse de doctorat d'état des sciences naturelles. Université de Sfax. Faculté des Sciences de Sfax. 600 p.

Brandhorst W., 1977 – Les conditions de milieu au large de la côte tunisienne. Bull. Inst. Nat. Sci. tech. océanogr. Pêche Salambô. 4 (2-4): 129- 200.

Brewin B.J., 1948 - Ascidians of the Hauraki Gulf. Part I. Trans. Roy. Soc. N.Z., 77:115-138.

Brewin B.J., 1950 - Ascidians of New Zealand. Part 6. Ascidians of the Hauraki Gulf Part 2.Trans Roy. Soc. N.Z., 79(1): 104-113.

Brewin B.J., 1957 - Ascidians of New Zealand. Part 11. Ascidians of the Stewart Island region. Trans. Roy. Soc. N.Z., 85(3): 439-453.

Brien, P., 1948 - Embranchement des tuniciers. Traite de zoologie. *Edited by* P.P. Grasse. Masson et Cie, Paris. 9: 553–932.

Briggs, J.C., 1974 - Marine Zoogeography. McGraw-Hill, New York, 475 p.

Brunetti R., and Menni F., 1977- Ascidians of the lagoona Veneta. II. Distibution and ecological observations. Boll. Zool. 44: 337- 352.

Brunetti R., 1979 - Ascidians of the Venice Lagoon I. Annotated inventory of species. Ann. Inst. océanogr. Paris, 55 (1): 95-109.

Brunetti R., 1994 - Ascidians of the northern Adriatic Sea. Aplousobranchia I. Boll. Zool., 61: 89-96.

Buckley H.A., and Johnson L.R., 1988 - Late Pleistocene to Recent sediment deposition in the central and western Mediterranean. Deep-Sea Research, Oxford, 35: 749-766.

Buen, O. 1905 - La région méditerranéenne des Baléares. Bull. Soc. Zool. France 30: 98-106.

Buss L.W., 1979 - Habitat selection, directional growth and spatial refuges: why colonial animals have more hiding places. In: G. Larwood et B.R.Rosen (Eds.), Biology and systematics of colonial organisms. Academic Press, London: 459-497.

Busson G., 1984 - Transposition des données sur les marais salants aux grandes accumulations évaporitiques du passé. Géologie méditerranéenne, Marseille, 9: 563-591.

Busson G., 1990 - Le Messinien de la Méditerranée... vingt ans après. Géologie de la France, Orléans, 3-4: 3-58.

Calvin Calvo, J. C., 1995 - El ecosistema Marino Mediterráneo. Guía de su flora y fauna.

Capocaccia L., 1964 - Gli ascidiacei del golfo di Genova. Rassegna preliminare. Estratto dagli annali del M. civico di St. Nat. , Genova, LXXV: 1-12.

Caroll A. R., and Sheuer P.J., 1990 – Kuanoniamine A, B, C and D: pentacyclic alkaloids from a tunicate and its prosobranch mollusk predator *Chelynotus semperi*. J. Org. Chem. 55: 4426-4431.

Caroll A.R., Cooray N.M., Poiner A., and Scheuer P.J., 1989 – A second shermilamine alkaloid from a tunicate Trididemnum sp. J. Org. Chem. 54: 4231-4232.

Carpine C., 1970 - Ecologie de l'étage bathyal dans la Méditerranée occidentalee. Mémoires de l'Institut Océanographique de Monaco, Vol. 2 : 146 p.

Caprioli M., Farmer T.B., and Gile J., 1997 - Molecular imaging of biological samples, localization of peptides and proteins using MALDI-TOF MS. Anal. Chem. 69: 4751-4760.

Caroll AR, and Scheuer P.J., 1990 - Kuanoniamines A, B, C and D: Pentacyclic alkaloids from a tunicate and its prosobranch mollusc predator Chelynotus semperi. J. Org. Chem. 55: 4426-4431.

Carroll A.R., Cooray N.M., Poiner A., and Scheuer P.J., 1989 - A second shermilamine alkaloid from a tunicate Trididemnum sp. J. Org. Chem., 54: 4231-4232.

Castany G., 1948 - Les fossés d'effondrements de Tunisie. Ann. Min. et Géol. Tunis. N° 3: 126 p.

Castany G., 1955 - Données nouvelles sur la stratigraphie du Quaternaire de Djerba.-10 p.

Castric-Fey, A., Girard-Descatoire A., and Lafargue F., 1978 - Les peuplements sessiles de l'Archipele de Glenan repartition de la faune dans les differents horizons. Vie et Milieu, 28: 51-67.

Charyulu et al., 1989 - Diplamine, A Cytotoxic Polyaromatic Alkaloid from the Tunicate *Diplosoma sp*., Tet. Lett., 30 : 4201-4202.

Chebbi N., Mastrototaro F., and Missaoui H., 2009 a – Occurrence of Polycarpa kornogi in the Mediterranean Sea. Marine Biodiversity Records (Published on line) 2: e 18. doi: 10.1017/S1755267208000213.

Chebbi N., Mastrototaro F., and Missaoui H., 2009 b – The new record of *Morchellium argus* and *Aplidium aff. nordmanni* in Tunisia (Mediterranean): comparison with the native species *Aplidium conicum.* Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. de la Mer de Salammbô, 36: 149-158.

Chebbi N., Mastrototaro F., and Missaoui H., 2010 - Spatial distribution of ascidians in two Tunisian lagoons of the Mediterranean Sea. Cahiers de Biologie Marine, 51 (2): 117-127.

Chebbi N., and Missaoui H., in press - Spatial distribution of the ascidians in the Tunisian coast (Mediterranean Sea). Vie Milieu.

Chebbi N., Mastrototaro F., and Missaoui H., in press- ascidio fauna of the gulf of Hammamet (Mediterranean Sea, Tunisia). Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. de la Mer de Salammbô.

Christen, R., and Braconnot, J.C., 1998 - Molecular phylogeny of tunicates. A preliminary study using 28S ribosomal RNA partial sequences: implications in terms of evolution and ecology. *In* The biology of pelagic tunicates. Oxford University Press, Oxford. 265–273.

Clausade M., 1969 - Peuplement animal sessile des petits substrats solides recoltes dans trois biocoenoses des fonds detritiques des parages de Marseille. Tethys 1 (3): 719-750.

Clauzon G., Suc J.P., Gautier F., Berger A. and Loutre M.F., 1996 - Alternate interpretation of the Messinian salinity crisis: Controversy resolved? Geology, Boulder, 24: 363-366.

CNT: Centre National de Télédétection, 1998.

Coll J.C., La Barre S.C., Sammarco P.W., Williams W.T., Bakus G.J., 1982 - Chemical defenses in soft corals (Coelenterata, Octocorallia) on the Great Barrier Reef, a study of comparative toxicities. Mar. Ecol. Prog. Ser. 8: 271-278.

Coma R., Ribes M., Gili J. M. and Zabala M., 2000 - Seasonality in coastal benthic ecosystems. Trends Ecol. Evol. 15: 488-453.

Connell J.H., and Keough M.J., 1985 - Disturbance and patch dynamics of subtidal marine animals on hard substrata. In: S.T.A. Pickett et P.S. White (Eds), The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, New York: 125-151.

Copp B.R., Kayser O., Brun R., and Kiderlen A. F., 2003 - Antimycobacterial natural products. Planta med., 69: 527-531.

Cornet C., 1980 - Estudio bionómico del litoral de Blanes y sistemático de ascidias, poliquetos y otros grupos menores. Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona.

Cornet C., and Ramos A. A., 1980 - Ascidiacea. In: Estudio ecológico y sistemático de las esponjas y ascidias del Mediterráneo español. Memoria Fundación. Juan March, 362-499.

Costa H.R., 1960 - Notas sobre os Ascidiacea brasileiros. VI. Atas Sociedade de Biologia do Rio de Janeiro 12(5-6): 321-325.

Dalby J.E.Jr., 1997 - Dimorphism in the ascidian Pyura stolonifera near Melbourne, Australia, and its evaluation through field transplant experiments. Mar. Ecol., 18: 253-271.

Daumézon G., 1909 - Contributions à l'étude des Synascidies du Golfe de Marseille. Etude des Synascidies, 269 p.

Dayton P.K., 1984 - Process structuring some marine communities: are they general? In: D.R. Strong, D. Simberloff, L.G. Abelle, et A.B. Thistle (Eds.), Ecological communities: conceptual issues and the evidence. Princeton University Press, Princeton: 181-197.

Davis R. A., and Wright A. E., 1989 - Interspécifique defenses in fouling of two congeneric ascidians (Eudistoma olivaceaum and E. capsulatum): is surface acidity an effective defense? Marine Biology, 102: 491-497.

Davis R. A., Targett O.J., Mc Conell and Young C.M., 1989 - Epibiosis of marine algae and benthic invertebrates: natural products chemistry and other mechanisms inhibiting settlement and overgrowth. Biorganic Marine Chemistry, 3: 85-114.

Davis R. A., Caroll A. R. and Quinn R. J., 1999 - Longithorols C-E. Three new macrocyclic sequiterpene hydroquinones metabolites from the Australian ascidian Aplidium longithorax. J. Nat. Prod. 62: 1405-1409.

Debard H., Banaigs B., Francisco F., Commeyras A., 1998 - Use of ascididemin and derivatives as antifouling agents. PCT. Int. Appl. WO 98/21959.

Decker C.J., and O'Dor R., 2002 - The consensus of marine of marine life: unknowable or just unknown? Oceanologica Acta, 25: 179-186.

Delfourne E., Bontemps-Subielos N., Bastide J., 2000 - Structure revision of the marine pentacyclic aromatic alkaloid, cystodamine. Tetrahedron Letters, 41: 3863-3864.

Delfourne E., and Bastide J., 2003 – Marine pyridoacridine alkaloids and synthetic analogues as antitumor agents. Med. Res. Rev. 23: 234-252.

Della Valle A., 1877 - Contribuzioni alla storia naturalle delle Ascidie Composte del Golfo di Napoli. Tip. Comuni, Napoli, 48 p.

De Nys, R., Steinberg P.D., Willemsen P., Dworjanyn S.A., Gabelish C.L., and King R.J., 1995 - Broad spectrum effects of secondary metabolites from the red alga *Delisea pulchra* in antifouling assays. Biofouling, 8: 259-271.

Desbruyères D., Guille A., and Ramos J., 1973 – Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane espagnole. Vie Milieu, 23 (2b): 355-366.

Deyton P.K., 1989 **–** Interdecadal variation in an Antarctic sponge nd its predators from oceanographic climate shifts. Science 245: 1484-1486.

Di Geronimo I., 1990 - Biogeografia dello zoobenthos del Mediterraneo: origine e problematiche. Oebalia, International Journal of Marine Biology and Oceanography, Taranto, suppl. 16: 31-49.

Drasche R., 1883 - Die Synascidien der Bucht von Rovigno (Istrien). Ein Beitrag zur Fauna der Adria: Wien, 41 p.

Dybern B., 1967 - Topography and hydrography of Kviturvikspollene and Vdgsbepollen on the west coast of Norway. Sarsia 30: 1-28.

Dybern B.I.**,** 1969 - Distribution and ecology of ascidians in Kviturdvikpollen and Vagsböpollen on the west coast of Norway. *Sarsia* 37**:** 21–40.

Eder, C., Schilling, T., Heinemann, U., Haas, D., Hailer, N., and Nitsch, R., 1998 - Morphological, immunophenotypical and electrophysiological properties of resting microglia in vitro. Eur. J. Neurosci. 11 (12): 4251-4261.

Ekman S., (Palmer E.) 1953 - Zoogéography of the sea. Publisher by Sidgwick & Jackson Limited. London. 422 p.

Emig C.C., 1989 - Distributional patterns along the Mediterranean continental margin (Upper Bathyal) using *Gryphus vitreus* (Brachiopoda) densities. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Amsterdam, 1: 253-256.

Emig C.C., 1997 - Bathyal zones on the Mediterranean continental slope: An attempt. Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía, Madrid, Vol. 23: 23-33.

Erba E., Bassano L., Diliberti G., Muradore I., Chiorino G., Ubezio P., Vignati S., Codegoni A., Desiderio M.A, Faircloth G., Jimeno J. and D'incalci M., 2002 - Cell cycle phase perturbations and apoptosis in tumor cells induced by aplidine. Br. J. Cancer. 86: 1510-1517.

Estes, J.A. and Steinberg P.D., 1988 - Predation, herbivory, and kelp evolution. Paleobiology, 14: 19-36.

Fahey S.J., Garson M.J., 2002 - Geographic variation of natural products of tropical nudibranch Asteronotus cespitosus. J. Chem. Ecol. 28: 1773-1785.

Faulkner D.J., 2002 - Marine natural products. Nat. Prod. Rep. 19: 1-48.

Fay R.C., and Johnson J.V., 1971 - Observations on the distribution and ecology of the littoral ascidians of the Mainland coast of southern California. Bulletin of the Southern California Academy of Sciences 70 (3): 114-124.

Fay, R. C., and Vallee J. A., 1979 **-** A survey of the littoral and sublittoral ascidians of Southern California, including the Channel Islands. Bull. South. Calif. Acad. Sci. 78 (2): 122-135.

Fiala-Médioni A., 1972 - Les peuplements sessiles des fonds rocheux de la région de Banyuls-sur-mer. Ascidies-Bryozoaires (1ème. Partie). Vie et milieu, 22 (1B) : 132-172.

Fiala-Médioni A., 1973 - Les peuplements sessiles des fonds rocheux de la région de Banyuls-sur-mer. Ascidies-Bryozoaires (2ème. Partie et fin). Vie et milieu, 23 (1B) : 143-182.

Fiala-Médioni A., 1974 - Ascidies du benthos rocheux de Banyuls-sur-mer. Inventaire faunistique et notes écologiques. Vie Milieu, 24: 193-207.

Fredj G. & Laubier L., 1983 - The deep Mediterranean benthos. In: Moraitou-Apostolopoulou M. & Kuortsis V. (eds.), Mediterranean marine ecosystems.- NATO Conf. Ser. (I Ecol.), Plenum Press, New-York, vol. 8: 109-145.

Frisoni G.F., Guelorqet O. et Pathuisot J.P., 1986 - Evaluation des potentialités aquacoles du lac de Bizerte. Rapport F A O/ MEDRAP, Tunis, 79 p.

Fu R., Del Genio A.D., and Rossow W.B., 1994 - Influence of ocean surface conditions on atmospheric vertical thermodynamic structure and deep convection. J. Climate, 7: 1092-1108.

Fu M.; Tang, L.; Zhang, P. and Shen, D., 1997 - Study on adsorption mechanism of Cr (VI) by CHT Gongcheng Kexueban, Journal of Sichuan Union University, 1: 8-13.

Fu X., Ferreira M.L.G., and Scmitz F.J., 1999 - Longithorols A and B, novel prenylated paracyclophanes and metacyclophane type hydroquinones frm the Aplidium longithorax. J. Nat. Prod., 62 : 1306-1310.

Furnestin J., et Allain CH., 1962 - Nouvelles observations sur "hydrologie de la Méditerranée occidentale (entre Alger ct le 40' parallèle. Campagne de la « Thalassa, hiver 1961. Rev. Trav. fnst. Pèches Marit., 26 (3) : 309-318.

Gaill F., 1972 - Morphologie comparée de la glande pylorique chez quelques Aplousobranches (Tuniciers) 557 Extr. des Archives de Zoologie Expérimentale e Générale, tome 113, fasc. 2 : 295-307.

Gaill F., 1973 - Etude histologique de la glande pylorique de Synoicum argus (Polyclinidae, Tuniciers). Extraits des Archives de Zoologie Expérimentale et Générale, tome 114, fasc. 1 : 97-110.

Gaill F., 1974 - Aspect ultrastructural de la glande pylorique et de l'intestin postérieur de Sydnium argus (Polycinidae, Tuniciers). Extr. de Biologie Marine, tome XV: 337-341.

Galil B.S., and Goren M., 1992 - The Levantine bathyal - a desert at the bottom of the sea? Rapport de la Commission internationale de la Mer Méditerranée, Monaco, 33 : 39 p.

Gamulin-Brida H., 1967- The benthic fauna of the Adriatic Sea. Mar. Biol. Annu. Rev., 5: 535 - 568.

Garrido L., Zubia E., Ortega M.J., and Salva J., 2002 - New meroterpenoids from the ascidian *Aplidium conicum*. J. Nat. Prod., 65: 1328-1331.

Garrido L., Zubia E., Ortega M.J. and Salva J., 2003 - Houamines A and B: a new class of alkaloids from Aplidium haourinum. J. Org. Chem., 68: 293-299.

Gili J. M., and Ros J., 1982 – Bionomia de los fondos de sustrato duro de islas Medes (Gerona). Oecol. Aacuatia, 6: 199-226.

Glémarec M et Monniot C., 1966 - Répartition des Ascidies de fonds meubles de la côte sud de Bretagne. Cahier de Biologie Marine, 7 : 343-366.

Gompel M., Leost M., De Kier Joffe E.B., Puricelli L., Franco L.H., Palermo J. and Meijer L., 2004 - Meridianines, a new family of proteine kinase inhibitor isolated from the ascidian Aplidium meridianum. Biorg. Med. Chem. Let., 14: 1703-1707.

Gonzalez-Sanjurjo, R., 1982 - Estudio de la epifauna de la semilla de mejillon en la Ria de Arousa. Boln Inst. Esp. Oceanogr. 7(336): 49-71.

Goodbody, I., 1984a - The ascidian fauna of two contrasting lagoons in the Netherlands Antilles: Piscadera Baai, Curaçao, and the Lac of Bonaire. Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands, 67(202): 21-61.

Goodbody, I., 1984b - Ascidians from Caribbean shallow water localities. Studies on the Fauna of Curaçao and other Caribbean Islands, 67(203): 62-76.

Goodbody I., 1993 - The ascidian fauna of a Jamaican lagoon - 30 years of change. Revista de Biologia Tropical, 41: 35-38.

Grassle J.F., 1991 - Biology International. Special Issue 23: 19 P.

Gravier R., 1955 - Ascidies récoltées par le "Président Théodore Tissier" (Campagne de Printemps 1951). Rev. Trav. Inst. Pêches. Marit., 19: 612.

Guille A., 1971 - Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. 4. Densités, biomasses et variations saisonnières de la macrofaune. Vie Milieu, 22 (1B): 93- 158.

Gulliksen B., 1973 - The vertical distribution and habitat of the ascidians in Borgenfjorden, North-Trøndelag, Norway. Sarsia 52: 21-28.

Gulliksen B., 1973 - Colonization of marine algae and animals on "new" lava grounds at Jan Mayen in 1972. Confederation mondiale des activites subaquaticus. 3.Symposium of the Scientific Committee. 118-121.

Gulliksen B., 1974 - The ascidian fauna on level bottom areas in the Borgenfjord, 1967-1973. K. norske Vidensk. Selsk. Miscnea 21: 1-18.

Gunwardana G.P., **Kohmoto S., Gunasekera S. P., McConnell O. J., et Koehn F. E.,** 1988 - Dercitin, a new biologically active acridine alkaloid from a deep water marine sponge, *Dercitus sp*. Journal of the american chemical society, 110 (14): 4856-4858.

Guyot H., 1951 – Sciences. Revue de l'assocoation Française de l'avancement des sciences, 68 (1) : 17 p.

Hamza A., 1998 - L'environnement marin dans le polygone Sfax-Kerkennah. Rapport et documents, 2 : 1-34.

Harant H., 1924 - Ascidies recoltes an cours des campagnes scientifiques de SAS le Prince Albertt de Monaco. Bull Inst Ocean Monaco 467: 1-6.

Harant H., 1927 - La faune ascidiologique de Banyus et de Cette. Ann Inst Ocean Monaco 4: 209-251.

Harant H., 1929 - Ascidies provenant des croisières du Prince Albert 1er de Monaco Monaco: Résultats des Campagnes Scientifiques accomplies sur son yacht par Albert 1er, Fascicule 75 : 1-114.

Harant H., 1931 - Les ascidies et leurs parasites. Ann.Inst. Océanogr., Paris, 8 : 231-389.

Harant H., 1939 - Ascidiacea. Les fonds de pèche près d'Alexandrie. Not. Mém. Inst. Fouad I Hydrobiol, pêche, 28 : 1-12.

Harant H., et Vernières P., 1933 - Tuniciers. In: Lechevalier (ed) Faune de France, Paris, 27: 1-99.

Hartmeyer R., 1904 – Tunicata Von Agina. Ein Beitrag Zur Kenntnis der Fauna des östlichen Mittelmeeres. Zool. Anzeiger, 27: 321-327.

Hartmeyer R., 1912 – Revision von Heller'Ascidien aus der Adria. II. Die Arten der Gattunger Microcosmus, Cynthia, Styela, Polycarpa, Cymnoctstis und Molgula. Denksch. Math. Naturn. Akad. Wiss. Wien, 88: 175-211.

Harvell C.D., Fenical W., Roussis V., Ruesink J.L., Griggs C.C., Greene C.H., 1993 - Local and geographic variation in the defensive chemistry of a West Indian gorgonian coral (Briareum asbestinum). Mar. Ecol. Prog. Ser., 93:165-173.

Harzallah A., 2002- Etat actuel et évolution de l'exploitation halieutique et aquacole des lagunes de (Bizerte). INSTM, Prog. Rech. Cadr. Contct. Prog. 1998-2001, Rapport final: 117 p.

Hay M.E., 1996 - Marine chemical ecology, what's known and what's next?. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 200: 103-134.

Hay M.E., and Steinberg P.D., 1992 - The chemical ecology of plant-herbivore interactions in marine versus terrestrial communities. In, Herbivores: their interaction with secondary metabolites, evolutional and rcoiogical processes, edited by J.A. Rosenthal and M.R. Berenbaum, Academic Press, San Diego, 371-413.

Heiden H., 1894 - Ascidiae aggregatae und Ascidiae compositae von der Insel Menorca. Zool. Jahrb. (Abt Syst) 7: 341-364.

Heipp C., 1998 - Un océan de diversité. Biofutur. 179: 12-17.

Heller H., 1877 – Untersuchungen über die Tunicaten des Adriatishen und Mittelmeeres III. Denk. Kais. Akad. Wiss. Math. Nat . classe. Wein, 37: 241-272.

Herdman W. A ., 1882 - Report on the Tunicata collected during the years 1873-1876. Part 1. Ascidiae compositae. Zool. Chall. Exp. 13 (37): 1-405

Herdman W. A ., 1886 - Report on the Tunicata collected during the years 1873-1876. Part 2. Ascidiae compositae. Zool. Chall. Exp. 14 (38): 1-425.

Herdman W.A., 1888 - A revised classification of the Tunicata, with definition of the orders, suborders, families, subfamilies, and genera, and analytical keys to the species. J. Limn. Soc. Lon. Zool. 23: 558-652.

He H., Faulkner D.J., 1991 - Eudistones A and B, two novel octacyclic alkaloids from Seychelles tunicate, Eudistoma sp. J. Org. Chem. 56: 5369-5371.

Hernandez-Franco L., Bal de Kier Joffe E., Puricelli L., Tatian M., Seldes A. and Palermo J.A., 1988 - Inodole alkaloids from the tunicate Aplidium meridianum. J. Nat. Prod. 61: 1130-1132.

Hoare R., and Peattie M.E., 1979 – The sublittoral ecology of the Menai strait I. Temporal and spatial variation in the fauna and flora along a transect. Estuar. Coast. Mar. sci., 9: 663-675.

Hoshino Z., Nishikawa T., 1985 - Taxonomic studies of Ciona intestinalis (L) and its allies. Publ .Seto. Mari. Biolo. Lab., 30: 61-79.

Hsü K. J., Montadert L., Bernouilli D., Cita M.B., Erickson A., Garrison R.E., Kidd R.B., Melieres F., Muller C., and Wright R., 1978 - History of the Mediterranean salinity crisis. *In:* Hsü K.J., Montadert L. (eds.), Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, Washington, 42: 1053-1078.

Ibanez M., Angulo R., and Iribar X., 1980 – Biogeografia de la costa Vasca. Geografía de Euskal Herria. Haramburu ed., vol. 4.

IHE, 2003 - Etude d'mpact sur l'environnement : Aménagement de la station touristique Cap Gammarth. Agence Foncière Touristique. Tunisie: 144 p.

Ireland C.M., Roll D.M., Molinski T.F., McKee T.C., Zabriskie T.M., Swersey J.C., 1988- Uniqueness of the marine chemical environment, categories of marine natural products from invertebrates. In: Fautin DG (ed) Biomedical importance of marine organisms, 41-57.

Jackson J.B.C., 1977 - Competition on marine hard substrata: the adaptive significance of solitary and colonial strategies. Am. Nat., 111: 743-767.

Jauzein A., 1984 - Sur la valeur de quelques hypothèses relatives à la genèse des grandes séries salines. Revue de Géologie dynamique et de Géographie physique, Paris, 25: 149-156.

Jauzein A. and Hubert P., 1984 - Les bassins oscillants : un modèle de genèse des séries salines.- Bulletin des Sciences géologiques, Strasbourg, 37: 267-282.

Jones N.S., 1971 – Diving. Methods for the study of marine benthos. Sci. publ. I.B. Handb, 16: 71-79.

Kelleher, G., Bleakley, C. and Wells, S., 1995 - A Global Representative System of Marine Protected Areas, the World Bank, Washington, USA.

Kerneis A., 1960 - Contribution à l'étude faunistique et écologique des herbiers de Posidonies de la région de Banyuls. Vie et Milieu 11: 145-186.

Kim J., Pordesimo E.O., Toth S.I., Schmitz F.J. and Van Altena I., 1993 - Pantherine, a cytotoxic aromatic alkaloid, and 7-deazainosine from the ascidian Aplidium pantherinum. J. Nat. Prod. 56: 1813-1816.

King G.M., 1986 - Inhibition of microbial activity in marine sediments by a bromophenol from a hemichordate. Nature, 323: 257-259.

Kobayashi J., Cheng J., Nakamura H., Ohizumi Y., Hirata Y., Sasaki T., Ohta T., Nozoe S., 1988a - Ascididemin, a novel pentacyclic aromatic alkaloid with potent antileukemic activity from the okinawan tunicate Didemnun sp. Tetrahedron Lett 29: 1177-1180.

Kobayashi J., Tsuda M., Tanabe A., Ishibashi M., 1991 - Cystodytins D-I, new cytotoxic tetracyclic aromatic alkaloids from the Okinawan marine tunicate *Cystodytes dellechiajei*. J. Nat. Prod., 54: 1634-1638.

Kott P., 1952 a **–** Ascidians of Australia, Stolidobranchia and Phelobranchiata. Aust. J. mar. res. Freshw. Res., 3 (3): 206-333.

Kott P., 1952 b – Observation on compound Ascidians of the Playmouth area with descriptions of two new species. J. Mar. boil. Assoc., 31: 65-83.

Kott P., 1957 - The sessile tunicata. Scient Rep John Murray Exped 1933-34 10(4): 129-149.

Kott P., 1981 - The ascidians of the Reef Flats of Fidji. Proc Linn Soc NSW 105(3): 1947-212.

Kott P., 1990 - The Australian ascidiacea. Part 2. Aplousobranchia (1). Mem Queensland Mus 29(1): 1- 266.

Kott P., 1998 - Zoological Catalogue of Australia. Hemichordata, Tunicata, Cephalochordata. Melbourne: CSIRO Publishing, Australia, 34: 51–259.

Kott, P., 2005 - Catalogue of Tunicata in Australian Waters. Queensland Museum, Brisbane, Australia Department of the Environment and Heritage, 120 p.

Kouki A., 1984 - Contribution à l'étude de la dynamique sédimentaire dans le Petit Golfe de Tunis. Thése 3éme cycle. 168 p.

Koukouras A., and Siamidou-Efremidou O., 1978/ 1979 – Benthic fauna of the north Aegena Sea I. Cionidae and Ascidiidae (Tunicata, Ascidiacea). Vie Milieu, 28-29: 635-646.

Koukouras A., Voultsiadou-Koukoura E., Kevrekidis T. and Vafidis D., 1995 - Ascidian fauna of the Aegean Sea with a chek list of the eastern Mediterranean and black sea species. Ann. Institut Océanographique de Paris, 71 (1): 19-34.

Kowalevsky A., 1868 - Beitrage zur Entwicklungsgeschichte der Tunicaten (Vorlaufige Mitteilung). Nachrichten Gesellschaft Wissenschaften Gottingen 19: 401–415.

Laborel. J., 1960 - Contribution à l'étude directe des peuplements benthiques sciaphiles sur substrat rocheux en Méditerranée. Recl Trav. Stn. Mar. Endoume, 33: 117-173.

Lacaze-Duthiers H., 1877 – Histoire des ascidies simples des côtes de France II. Etude des espèces. Arch. Zool. Exp. Gen., 6: 457-676.

Lafargue F., 1970 - Peuplements sessiles de l'Archipel de Glenan. I, inventaire ascidies. 85, Vie Milieu, Série B: Océanographie, Tome XXI, Fasc. 3-B: 729-742.

Lafargue F., 1971 - Note preliminaire concernant les Ascidies récoltées dans la region de Rovinj (Yougoslavie). 99 Thalassia Jugoslavica, 7 (2): 515-524.

Lafargue F., 1974 – Révision taxonomique des Didemnidae des côtes de France (Ascidies composées). Description des espèces de Banyuls-sur-mer. Géneralités. Genre *Trididemnum.* Ann. Inst. Océanogr., Paris, 50 (2): 173-184.

Lafargue F., 1976 – Revision taxonomique des Didemnidae des côtes de France (Ascidies composées). Les espèces de Banyuls-sur-mer. Genre *Didemnum.* 2 eme partie : larves à deux ventouses. Ann ; inst. Océanogr., Paris, 52 (2): 259-281.

Lafargue F., 1977 – Révision taxonomique des Didemnidae des côtes de France (Ascidies composées). Sybthése des resultats principaux. Ann ; inst. Océanogr., Paris, 53 (1): 135-153.

Lafargue F., and Tursi A., 1975 – Contribution à la connaissance des Didemnidae (Ascidies composes) des côtes des Pouilles (Mer Ioniennes et Mer Adriatique). Vie Milieu, 25 (1b): 33-48.

Lafargue F., Ramos A. A., Turon X., Banaigs B., Wahl M., 1986 - The littoral ascidians of the Spanish Mediterranean. 1. From Port Bou to the Islas Medas. Vie Milieu, 36 (2): 133-139.

Lafargue F. et Wahl M., 1987 - Faune de France des Ascidies Didemnidae. Ann. Institut Océanographique de Paris, 63 : 1-46.

Lahill F., 1987 - Faune ascidiologique de Banyuls-sur-mer. C.R. Societé d'histoire naturelle de Toulouse, 21: 57-59.

Lahill F., 1890 – Recherches sur les Tuniciers des côtes de France. Thése de doctorat, Université de Paris.

Lansiaux A., and Bailly C., 1999 - Ecteinascidin 743: Bull. Canc. 86: 139-141.

Laubier L. and Emig C.C., 1993 - La faune benthique profonde de Méditerranée. *In:* Della Croce F.R. (ed.), Symposium Mediterranen Seas 2000.- Istituto de Scienze ambientale marina, S. Margherita Ligure, 397-428.

Lemoalle J., 1986 - Etude de la lagune El Bibane. 1. Les conditions de milieu. Rapports et Documents - INSTOP, 3-78.

Lessios H.A., 1988 - Mass mortality of *Diadema anrillarum* in the Caribbean: what have we learned? Annu. Rev. Ecol. Syst., 19: 371-393.

Leung Tack Kit D., 1975 /76 – Etude qualitative et quantitative des salissures biologiques de plaques expérimentales immerges en pleine eau 5. Les ascidies. Tethys, 7 (2/3): 223-234.

Levi C., 1955 – Inventaire de la faune marine de Roscoff. Némertes, Tuniciers. Trav. Stn. Biol. Roscoff. 6: 1-17.

Levi C., and Gontcharoff M., 1955 - Inventaire de la faune marine de Roscoff. Nemertes-Tuniciers. Supplement 7, Aux travaux de la station biologique de Roscoff.

Lindquist N., 2002 - Chemical defense of early life stages of benthic marine invertebrates. J. Chem. Ecol. 28: 1987-2000.

Lindquist N., and Hay M.E., 1996 - Palatability and chemical defense of marine invertebrate larvae. Ecol. Monogr. Vol. 66: 431-450.

Lindsay B.S., Barrows L.R., and Copp B.R., 1995 – Structural requirements for biological activity of the marine alkaloid ascididemin. Bioorg. Med. Chem.; let. 5 (7): 739-742.

Littler M.M., and Littler D.S., 1995 - Impact of CLOD pathogen on Pacific coral reefs. Science, 267: 1356-1360.

Lopèz-Legentil S., 2005 - Multidisciplinary studies of the Genus *Cystodytes* (Ascidiacea) from molecules to species. PhD thesis. University of Perpignan-University of Barcelona, 229 p.

Lopèz-Legentil S., and Turon X., 2005 - How do morphotypes and chemotypes relate to genotype? The colonial ascidian *Cystodytes* (Polycitoridae). Zool. Scr. 34: 3-14.

Lopèz-Legentil S., Dieckman R., Bontemps-Subielos N., Turon X., Banaigs B., 2005 - Qualitative variation of alkaloids in color morphs of Cystodytes (Ascidiacea). Biochem. System. Ecol. 33: 1107-1119.

Lopèz-Legentil S., Bontemps-Subielos N., Turon X., Banaigs B., 2006 - Temporal Variation in Production of Four Secondary Metabolites in a Colonial Ascidian. J. Chem. Ecol. Rapid communication.

Lozano G., 1972 – Nota sobre el hallazgo de dos especies de Urocordados (Tunicata), nueva para la fauna marina de Tenerife. Vieraea, 45-51.

Lubet P., et Azzouz A., 1969 - Etude des fonds chalutables du golfe de Tunis. Bulletin de l'Institut d'Océanographie et de Pêche de Salammbô, 1(3): 87-111.

Macpherson, E., 2003 - Species range size distributions for some marine taxa in the Atlantic Ocean. Effect of latitude and depth. Biological Journal of the Linnean Society, 80: 437 455.

Maida M., Carroll A.R., Coll J.C., 1993 - Variability of terpene content in the soft coral Sinularia flexibilis (Coelenterata, Octocorallia), and its ecological implications. J.Chem. Ecol. 19: 2285-2296.

Mansouri T., 1996 - Application de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques à l'étude du fonctionnement hydrologique du lac de Bizerte et de son bassin versant. D.E.A, Géologie appliquée à l'environnement, Université de Tunis II, Faculté des Sciences de Tunis, 101 p.

MarinLit, 2007 - database of the marine natural products literature. In addition to the usual bibliographic data, the database contains an extensive collection of keywords, trivial names, compound information including structures, formulae, molecular mass, numbers of various functional groups, and UV data.

Marques V.M., 1984 – Contribuiçao para o estudo dos povoamentos bentonicos (substrato rochoso) da costa de Ferrel (Peniche). These de doctorat, Lisboa.

Marshall, K. M., and Barrows L. R., 2004 - Biological activities of pyridoacridines. Nat. Prod. Rep. 21: 731-751.

Martí R., 2002 - Spatial and temporal variation of the natural toxicity in benthic communities of Mediterranean caves. PhD. thesis. University of Barcelona, Spain, 270 p.

Mastrotottaro F., Petrocell, A., Cecer E. and Matarrese A., 2004 - Non indigenous species settle down in the Taranto seas, Biogeographia, 25.

Mastrototaro F., et Dappiano M., 2005 - New record of the non-indigenous species Microcosmus squamiger (Ascidiaceaa: Stolidobranchia) in the harbour of Salerno (Tyrrhenian Sea, Italy) JMBA2- Biodiversity records 3.

Mastrototaro F., D'onghia G. and Tursi A., 2008 - Spatial and seasonal distribution of ascidians in a semi-enclosed basin of the Mediterranean Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 88(5): 1053–1061.

McClintock J.B., 1987 - Investigation of the relationship between invertebrate predation and biochemical composition, energy content, spicule armament and toxicity of benthic sponges at McMurdo Sound, Antarctica. Mar. Biol. 94: 479-487.

McClintock J.B., Baker B.J., 2001 - Marine chemical ecology. CRC Press, Boca Raton, Florida, 610 p.

Médioni A., 1970 a – Ascidie du benthos rocheux du Banyuls-sur-mer. *Didemnidae* (Ascidies composées). Vie Milieu, 21: 25-48.

Médioni A., 1970 b – Ascidies du benthos rocheux du Banyuls-sur-mer. *Polyclinidae* (Ascidie composées). Vie Milieu, 21: 287-308.

Médioni A., 1970 c - Les peuplements sessiles des fonds rocheux de la région de Banyuls-sur-mer. Ascidies-Bryozoaires (1ére partie). Vie Milieu, 21: 591-656.

Médioni A., 1971 - Les peuplements sessiles des fonds rocheux de la région de Banyuls-sur-mer. Ascidies-Bryozoaires (2ére partie). Vie Milieu, 22: 541-456.

Méliane I., 2002 - Contribution to the knowledge of the ascidian fauna in the South East of Tunisia. MS thesis, University of Alicante, Spain.

Mestiri M., 2005 - Systématique des Ascidies (Ascidiacea) du parc marin de Zembra (Tunisie) et biodiversité des Ascidies tunisiennes. Mémoire de Mastère à l'Institut National Agronomique de Tunis, 109 p.

Mestiri M., Ramos A.A., BEN MUSTAPHA K. et ROMDHANE M.S., 2005 - Contribution à l'inventaire des ascidies (chordata: ascidiacea) du parc marin de Zembra-Zembretta (nord Tunisie). Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. de la Mer de Salammbô. 32 : 45-51.

Michaelsen W., 1915 - Tunicata. In: Beitrage zur Kenntnis der Meeresfauna westafrikas, Hamburg 1: 312-518.

Millar R.H., 1953 - On the collection of ascidians from the Gold Coast. Proceedings of the Zoological Society, London. 123 (2): 277-325.

Millar R.H., 1962 - Some ascidians from the Caribbean. Studies on the fauna of Curacao and other Caribbean Islands. 13: 61-77.

Millar R.H., 1965 - Ascidians from the tropical coast of west Africa. Atlantide Report, Scientific Results of the Danish Expedition to the Coasts of Tropical West Africa, 1945-1946, 8: 247-255.

Millar R.H., 1966 - Ascidiacea, Port Phillip Survey. Memoirs of the National Museum of Victoria, 27: 357–384.

Millar R.H., 1967 a - Ascidians from the Tristan da Cunha group of islands. Results of the Norwegian Scientific Expedition to Tristan da Cunha, 1937-1938, 53: 1-15.

Millar R.H., 1967 b - Ascidians of Rabat, Marocco. Bulletin de la Société des Sciences Naturelles et Physiques du Maroc, 47: 201-206.

Millar R.H., 1970 - British ascidians Tunicata: Ascidiacea. Key and notes for the identification of the species. London, New York, 92 p.

Millar R.H., 1977 - Ascidians (Tunicata: Ascidiacea) from the northern and northeastern Brazilian shelf. Journal of Natural History, 11: 169-223.

Millar R.H., 1978 - Ascidians from the Guyana shelf. Netherlands Journal of Sea Research, 12(1): 99-106.

Milne-Edwards H., 1841 - Observations sur les ascidies composées des côtes de la Manche. Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, 18: 1–117.

Molinier R., 1954 – Première contribution à l'étude des peuplements marins superficiels des îles Pithyuses (Baléares). Vie Milieu, 5: 226-242.

Molinier R., 1960 – Etude des biocénoses marines du Cap Corse (France). Vegetatio, 9: 121-312.

Monniot C., 1956 - Etude systématique et évolutive de la famille des Pyrudae (Ascidiacea). Thèse de Doctorat, Faculté des sciences de l'université de paris, 203 p.

Monniot C., 1962 – Les parasites de *Microcosmus* Heller et les modalités de leur réparation. Vie Milieu, 12 (3): 397-432.

Monniot C., 1969 a – Les *Molgulidae* des mers européens ; Mém. Mus. Nat. Hist. Nat. Ser. A. Zool., 60: 172-272.

Monniot C., 1983c - Ascides littorales de Guadeloupe VI Pyuridae et Molgulidae. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris, 4: 1021-1044.

Monniot C., et Monniot F., 1967 – Tuniciers benthiques : Campagne de la Calypso aux îles du Cap Vert (1959). Ann. Inst. Océanogr. Paris, 45: 1-18.

Monniot C., et Monniot F., 1970 – Quelques ascidies de l'Adriatique. Bull. Mus. Hist. Nat. 2eme Ser., 42: 1189-1199.

Monniot C., et Monniot F., 1972 - Clé mondiale des genres d'Ascidies. Arch. Zool. Exp. Gén., 113: 311-367.

Monniot C., Monniot F., 1979 - Tuniciers benthiques récoltés au cours de la champagne Norbi en mer de Norvège. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris*, sér. 4 (1): 563-573.

Monniot C., Monniot F., Laboute P., 1991 - Coral reef ascidians of New Caledonia. Orstom, Paris.

Monniot F., 1979 - Microfiltres et ciliatures branchiales des ascidies littorales en microscopie Électronique. Bull. Mus. natn. Hist. nat. Paris, 4 sér., 1 : 843-859.

Monniot F., et Monniot C., 1975 - Sept espèces d'ascidies profondes de Méditerranée. Bull.Mus.Natn.Hist.Nat., Paris, 330 (zool. 232): 1117-1134.

Monniot F., Martoja R., Monniot C., 1992 - Silica distribution in ascidian ovaries, a tool for systematics. Biochemical Systematics and Ecology, Vol. 20 (6): 541-552.

Monniot F., and Monniot C., 2001 - Ascidians from the tropical western Pacific. Zoosystema 23: 201-383.

Montanari M., and Relini G., 1970 a – Fouling di zone inquinate. Osservazioni nel porto di Genova: Idroidi e Ascidiacei. Publl. Staz. Zool. Napoli, 38 suppl : 34-54.

Montanari M., and Relini G., 1975 – Incidenza degli Ascidiacei nel fouling ligure. Publl. Staz. Zool. Napoli, 39 suppl : 86-104.

Morales E., and Arias E., 1979 – Variacion estacional del fouling en el Puerto de Guetaria (Norte de Espana). Inv. Pesq., 43: 353-384.

Mouldi B., 2002 - Rapport final : Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. II. Golfe de Tunis : Sédimentologie et dynamique sedimentaire dans le golfe de Tunis (direction générale de l'environnement et de la qualité de la vie et l'I.N.S.T.M. : 53 p.

Nakauchi M., 1973 – Annotated list of ascidians collected near the USA biological station. Rep. USA. Mar. Biol. Stat., 20: 7-11.

Naranjo S. A., Carballo J. L., Garcia-Gomez J. C., 1996 - Effects of environmental stress on ascidian populations in Algeciras Bay (southern Spain). Possible marine bioindicators? Marine Ecology Progress Series, 144: 119-131.

Naranjo, S., Carballo, J.L. and García-Gómez, J.C., 1998 - Towards a knowledge of marine boundaries using ascidians as indicators: characterizing transition zones for species distribution along Atlantic-Mediterranean shores. *Biological Journal of the Linnean Society*, 64: 151-177.

Nishikawa T., 1980 – Ascidians from the coast of Kii Peninsula, Middle Japan, with descriptions of two new species. Mem. Natn. Sci. Mus. Tokyo, 13: 97-111.

Nishikawa T., 1984 - Ascidians from the Trunk Island, Ponape Island and Majuro atoll (Tunicata: Ascidiacea). Proc. Jap. Soc. Syst. Zool., 27: 107-140.

Ortea J., et Vizcaino A., 1981 – Primera cita de *Styela clava* Herdman, 1882 (Tunicata, Ascidiacea) para el litoral ibérico. Bol. Cienc. Nat. I.D.E.A., 27 : 159-162.

Ouakad, M., 2000 - Caractères sédimentologiques et géochimiques des dépôts superficiels de la lagune de Bizerte (Tunisie septentrionale). 187-194.

Oueslati A., 1993 - Les côtes de la Tunisie géomorphologie, environnement et aptitude à l'aménagement. Pub. De la Faculté des sciences humaines et sociale de Tunis, 387 p.

Pacholski M.L., Winograd N., 1999 - Imaging with mass spectrometry. Chem Rev 99: 2977-3005.

Papadopoulou C, Kania G., 1977 - Tunicate species as marine pollution indicators. Mar. Pollut. Bull., 8: 229–231.

Parry D.L., 1984 - Chemical properties of the test of ascidians in relation to predation. Mar. Ecol. Prog. Ser. 17: 279-282.

Paul V.J., 1992 - Ecological roles of marine natural products**.** Comstock, Ithaca, 245 p.

Pawlik J.R., 1992 - Chemical ecology of the settlement of benthic marine invertebrates. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.,* Vol. 30: 273-335.

Pawlik J.R., 1993 - Marine invertebrate chemical defenses. Chem. Rev**.,** 93: 1911-1922.

Pawlik J.R., Burch M.T. and Fenical W., 1987 - Patterns of chemical defenses among Caribbean gorgonian corals: a preliminary survey. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 108: 55-66.

Pawlik J.R., Chanas B. Toonen R.J. and Fenical W., 1995 - Defenses of Caribbean sponges against predatory reef fish. I. chemical deterrency. Mar. Ecol. Prog. Ser., 127 : 83-194.

Pérès, J.M., 1949 - Contribution l'étude des Ascidies de la côte occidentale d'Afrique. Bulletin de l'Institut français d'Afrique noire, 11: 159–207.

Pérès, J.M., 1951 – Nouvelle contribution à l'étude des ascidies de la côte occidentale d'Afrique. Bull. inst. Franç. Afr. Noire, 13: 1051-1071.

Pérès, J.M., 1952 – Ascidies de la roche littorale Corse. Rec. Trav. Stn. Mar. Endoume, 2 (6): 35-43.

Pérès J.M., 1954 - Contribution à l'étude des Ascidies de Tunisie. Bulletin de la station océanographique de Salammbô 49: 1- 21.

Pérès J.M., 1956 a - Ascidies : Résultats des campagnes scientifiques de la « Calypso » ; études sur le seuil Siculo-tunisien, Vol. II. Ann. Institut Océanographique de Paris, 32: 256-304.

Pérès J.M., 1958 - Origine et affinités du peuplement en Ascidies de la Méditerranée. Rapp. P.v. Réun. Comm. Int. Explor. Scient. Mer Méditerr., 14: 493-502.

Pérès J.M., et Picard J., 1958 – Capagne de la Calypso en Méditerranée nord-orientale 2. Recherches sur les peuplements benthiques de la Méditerranée nord-orientale. Ann. Inst. Océanogr., Paris, 34: 214-291.

Pérès J.M., et Picard J., 1964 - Nouveau manuel de bionomie benthique. Recueil des Travaux de la Station Marine d'Endoume, Marseille, Vol. 31, fasc. 47: 5-137.

Perez R., 2000 - Ces algues qui nous entourent, Ed IFREMER ISBN. 253 p.

Perrier, J.O.E., 1898 - Note sur la classification des Tuniciers. *C. R. acad. Sci. Paris*, 124: 1758-1762.

Philips A., Blein M., Robert A., Chambon J.P., Baghdiguian S., Weill M. and Fort P., 2003 - Ascidians as a vertebrate-like model organism for physiological studies of Rho GTPase signaling. Biology of the Cell, 95: 295–302.

Picard J., 1965 – Recherches qualitatives sur les biocénoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. Rec. Trav. Stn. Mar. Endoume, 52: 3-160.

Pimienta J., 1959 – Le cycle Pliocéne actuel dans le bassin paralique de Tunis. Mem. Soc. Géol. France, 85 : 35-40.

Plante R., Vasseur P., 1966 - Sur une collection d'ascidies de la region Tulear (côte sud-ouest de Madagascar). Annls. Univ. Madagascar, 4: 143-158.

Plough H.H., 1978 - Sea squirts of the Atlantic Continental Shelf from Maine to Texas. The Johns Hopkins University Press.

Quinn J.F., 1982 - Competitive hierarchies in marine benthic communities. Oecologia (Berl.), 54: 129-135.

Raffi S., 1986 - The significance of marine boreal molluscs in the early Pleistocene faunas of the Mediterranean area.- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Amsterdam, 52: 267-289.

Rallo A., Arteche I., Ascacibar M., and Iturrondobeitia J.C., 1987 – Una coleccion de invertebratos recogia en el cano del Trocadero (bahía de cadiz), con notas sobre su biología. Cuad. Marisq. Publ. Tec., 11: 255-274.

Ramos A. A., 1982 - Tunicados Bentónicos (Ascidiacea) de la campaña "Islas Menores" (Costa E, Peninsula Ibérica). Abstract, III Simposio Ibérico de Estudios del Bentos marino, Spain.

Ramos A.A., 1984 - Els ascidis de les Illes Medes. In: Ros JD, Olivella I, Gili JM (eds) Els sistemes naturals de les Illes Medes, IEC, Barcelona, 1-581.

Ramos A.A., 1985 – Contribucion al conocimiento de las biocenosis bentónicas litorales de la isla Pana o Nueva Tabarca (Alicante). La reserva marina de la isla Plana o nueva Tabarca (Alicante). Ayuntamiento y Universidad de Alicante: 111-147.

Ramos A., A., 1987 - Ascidias de las Islas Columbretes In: Alonso LA, Carretero JC, García-Carrascosa AM (eds) Islas Columbretes: Contribución al estudio de su medio natural. Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Tranposrts, Generalitat Valenciana, València, 477 p.

Ramos-Espla A.A., 1988 - Ascidias littorales del Mediterraneo Ibérico: faunistica, ecologia y biogeografia. Ph. D. Thesis, Univ. Of Barcelona; 405 p.

Ramos Espla A. A., Buencuerpo V., Vasquez E., Lafargue F., 1992 - Some biogeographical remarks about the ascidian littoral fauna of the Straits of Gibraltar (Iberian sector). Bull. Inst. Océan. Monaco, N° spécial 9.

Ramos-Espla A., Ouergui A., Bayle J.T., Ben Mbarek N., Fernandez-Troquemada Y. Gallouza S. Khidri R., Sanchez-Lizaso J.L., Yamak S., 2000 - Contribution à la caractérisation des herbiers à *Posidonia oceanica* (L.) Delile aux îles Kerkennah (est de la

Tunisie, Méditerranée orientalee). Proceedings of the First Mediterranean Symposium on marine vegetation. 177-181.

Ramos A. A., and Ros J., 2004 - Tipos biologicos en ascidias litorales de substratos duros. Benthos 6, editoral bilbilis.

Rees H. L., Waldock R., Matthiessen P., and Pendle M. A., 2001 - Improvements in the epifauna of the Crouch Estuary (United Kingdom) following a decline in TBT concentrations. Mar. Pollution Bull., 42: 137-144.

Reyss D., 1970 - Bionomie benthique de deux canyons sous-marins de la mer Catalane: le rech du Cap et le rech Lacaze-Duthiers.- Thèse de Doctorat-es-Sciences, Université de Paris, 251 p.

Riding R., Braga J.C., and Martín J.M., 1999 - Late Miocene Mediterranean desiccation: topography and significance of the "Salinity Crisis" erosion surface on-land in southeast Spain.- *Sedimentary Geology*, Amsterdam, 123: 1-7.

Rinehart K.L., Holt T.G., Fregeau N.L., Stroth J.G., Keifer P.A., Sun F., Li LH. And Martin D.G., 1990 - Ecteinascidins 729, 743, 745, 759B and 770. Potent antitumor agents from the Carribean tunicate *Ecteinascidia turbinata*. J. Org. Chem. 55: 4512-4515.

Rios M., and Brito A., 1984 - Iniciación al conocimiento de la fauna ascidiológica de las Islas Canarias. Ann Fac Cien 10:25-50.

Rios M., 1985 - Ascidias (Ascidiacea, Tunicata) de la Isla de Fuerteventura. Vieraea 15:123-138.

Rodriguez E., 1914 – Notas sobre algunos Urocordios de Santander. Mem. R. soc.esp. Hist. Nat., 9: 489-512.

Rodriguez E., 1922 – Fauna Baleare: Tunicados existents en la coleccion del laboratorio biologic-marino de Baleares. Bol. Pescas. Int. Esp. Oceanogr., 7 (2): 279-296.

Rohling E.J., 1994 - Review and new aspects concerning the formation of eastern Mediterranean sapropels.- *Marine Geology*, Amsterdam, 122: 1-28.

Roman G. and Pérez A., 1982 – Estudio del mejillon y de su epifauna en los cultivos flotantes de la ria de Arosa. Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 7 (2) : 279-296.

Romdhane N., 2003 - Enclave coralligène de l'infralittoral de Korbus : Aire minimale qualitative et inventaires spécifiques. DEA. INAT. 78 p.

Ros J.D, Romero J., Ballesteros E. and Gili J.M., 1985- Diving in blue wáter. The benthos. En: Western Mediterranean: 233-295 (R. Margalef, Ed.). Pergamon Press. Oxford.

Rottmayr E-M., Steffan B., Wanner G., 2000 - Pigmentation and tunic cells in *Cystodytes dellechiajei* (Urochordata, Ascidiacea). Zoomorphology, 120:159-170

Rouchy J.M., 1986 - Les évaporites miocènes de la Méditerranée et de la mer Rouge et leurs enseignements pour l'interprétation des grandes accumulations évaporitiques d'origine marine. Bulletin de la Société géologique de France, Paris, (8), 2 : 511-520.

Roule L., 1884 – Recherches sur les ascidies simples des côtes de Provence. Phallusiadées. Ann. Mus. Hist. Nat., Marseille, 2: 1-270.

Roussenov V., Stanev E., Artale V., and Pinardi N., 1995 - A seasonal model of the Mediterranean Sea general circulation, J. Geophys. Res. C, 100: 13515–13538.

Rubio M., 1971 – Contribucion al estudio de la fauna bentonica del litoral de Blanes. Resumen Tesis doctoral, Universidad de Baecelona.

Sabbadin A., 1958 – Sur les caractéristiques du cycle biologique de quelques ascidies dans la lagune de Venise, en rapport avec le régime thérmique. Rapp. P. reun. Comm. Int. Expl. Sci. Médit., 14: 544-581.

Saldanha L., 1974 – Estudio do povoamento dos horizontes superiores da rocha litoral da costa de Arrabida (Portugal). Arq. Mus. Bocage, 2e. Ser., 5 (1): 1-382.

Salfi M., 1931 - Gli ascidiacei del golfo di Napoli, 360 p.

Salomon C.E., Faulkner D.J., 2002 - Localization studies of bioactive cyclic peptides in the ascidian Lissoclinum patella. J. Nat. Prod., 65: 689-692

Sammari C. 2003 – Rapport final : Elaboration d'une étude de création d'aires marines protégées et de récifs artificiels. II. Golfe de Tunis : Caractéristiques hydrologiques et météo-océaniques du golfe de Tunis (direction générale de l'environnement et de la qualité de la vie et l'I.N.S.T.M. : 53 p.

Sammari C., et Gana S., 1995 - Revue de l'hydrodynamique le long des côtes tunisiennes. Bull. de I'INSTM. 22-95.

Savigny, J.C., 1816 - Mémoires sur les Animaux sans vertèbres. Seconde partie. Panckoucke C.L.F., Paris, 239 p.

Schmitz F.J., DeGuzman F.S., Hossain M.B., and Van der Helm D., 1991 - Cytotoxic aromatic alkaloids fom the ascidian Amphicarpa meridiana and Leptoclinides sp.: Meridine and 11-Hydroxyascididemin. J. Org. Chem., 56: 804-808.

Schmitt T.M., Hay M.E. and Lindquist N., 1995 - Constraints on chemically mediated coevolution: multiple functions of seaweed secondary metabohtes. Ecology, 6: 107-123.

Sedra S. N. and Khalil S.H., 1972 – Studies on the protochordates of the Alexandria distric. Bull. Zool. Soc. Egypt, (23) : 75-89.

Sluiter C.P., 1927 - Les ascidies de la côte Atlantique du Maroc. Bull. Soc.Sci .Nat. Maroc., 7: 50-99.

Sluiter C.P., 1928 – Première note complémentaire sur les Ascidies de la côte Atlantique du Maroc. Bull. soc. Sci. Nat. Maroc, 8: 162-172.

Soussi N., 1981 - Mécanismes de la sédimentation et évolution paléogéographique de la lagune de Bizerte (Tunisie) durant le quaternaire récent. Thèse spéciale Toulouse, 229 p.

Steinberg P.D., 1992 - Geographical variation in the interaction between marine herbivores and brown algal secondary metabolites. In, Ecological Roles for Marine Secondary Mefabolites, edited by V.J. Paul, Comstock Publishing Associates, Ithaca, 51-92.

Steinberg, P.D., Estes J.A. and Winter F.C. 1995 - Evolutionary consequences of food chain length in kelp forest communities. Proc. Nat. Acad. Sci. USA**,** 92: 8145-8148.

Steiniger F.F. & Rögl F.R., 1984 - Paleogeography and palinspastic reconstruction of the Neogene of the Mediterranean and Paratethys. *In:* Dixon J.E. & Robertson A.H.F. (eds.), The geological evolution of the eastern Mediterranean.- Blackwell scientific Publications, Oxford, 659-668.

Stoecker D., 1978 - Resistance of a tunicate to fouling. Biol. Bull. 155: 615-626.

Stoeckli M., Chaurand P., Hallahan D.E., Caprioli M., 2001 - Imaging mass spectrometry, a new technology for the analysis of protein expression in mammalian tissues. Nat Med 7: 493-496.

Stoner D.S., Ben-Shlomo R., Rinkevich B., Weissman I.L., 2002 - Genetic variability of *Botryllys schlosseri* invasions to the east and west coasts of the USA. Mar. Ecol. Prog. Ser., 243: 93-100.

Svane I., 1988 - Recruiment and development of epibioses on artificial and cleard substrata at two sites in Gullmarsfjorden on the Swedish West Coast. Ophelia, 29: 25-41.

Swannie H.C. and Kaye S.B., 2002 - Protein kinase-Cinhibitors. Curr. Oncol. Rep. 4: 37-46.

Takebayashi Y., Pourquier P., Zimonjic D.B., Nakayama K., Emmert S., Ueda T., Urasaky A., Akiyama S., Popescu N., Kraemer K.H. and Pommier Y., 2001 - Antiproliferative activity of ecteinascidine 743 is dependant upon transcription-coupled nucleotide-excision repair. Nature Medicine, 7: 961-966.

Tarjuelo I., Posada D., Crandall K.A., Pascual M., Turon X., 2004 - Phylogeography, selection and speciation of color morphs in the colonial ascidian *Pseudodistoma crucigaster*. Mol. Ecol., 13: 3125-3136.

Taviani M., 2002. The Mediterranean benthos from late Miocene up to present: ten million years of dramatic climatic and geologic vicissitudes. Biologia Marina Mediterranea, Genova, 9: 445-463.

Templado J., 1984 – Las praderas de *Posidonia oceanica* en el sureste espanol y su biocenosis. Int. Works. *Posidonia* beds, 1: 159-172.

Teo S.L., and Ryland J.S., 1995 - Potential antifouling mechanisms using toxic chemicals in some Britsh ascidians. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 188: 49-62.

Todd P.J., Schaaff T.G., Chaurand P., and Caprioli M., 2001 - Organic ion imaging of biological tissue with secondary ion mass spectrometry and matrix-assisted laser desorption/ionization. J Mass Spectrom 36: 355-369.

Tokioka T., 1963 – Contrbution to Japanese ascidian fauna. X.X. the outline of Japenese ascidian fauna as compared with that of the Pacific coast of north America. Publ. steo. Mar. boil. Lab., 11: 131-156.

Tokioka T., and Nishikawa T., 1975 – Contribution to the Japenese ascidian fauna XVII. Some ascidians from Okinawa, with notes on a small collection from Hon kong. Publ. steo. Mar. boil. Lab., 22 (5): 323-341.

Torres Y.R., Bugni T.S., Berlinck R.G.S., Ireland C.M., Magalhaes A., Ferreira A.G., and Moreira da Rocha R., 2002 - Sebastianines A and B, novel biologically active pyridoacridine alkaloids from the Brazilian ascidian Cystodytes dellechiajei. J Org Chem 67: 5429- 5432.

Traustdt M.P.A., 1883 – Die einfachen ascidien (Ascidiae simplices) des Golfes von Neapel. Mitt. Stn. Neaple, 4: 448-488.

Turon X., 1985 – Ascidias del Cbo de Creus (Costa NE española). Misc. Zool., 9: 265-271.

Turon X., 1987 - Estudio de las ascidias de las costas de Cataluña e Islas Baleares. PhD thesis. University of Barcelona, Spain.

Turon X., 1988 - Estudio de la distribution ecologica del grupo de las ascidias en el litoral de Cataluna e Islas Baleares (Mediterraneo occidentale). Misc. Zool., 12: 219-236.

Turon X., 1990 - Distribution and abondance of Ascidians from a locality on the North east coast of Spain. Marine Ecology, 11 (4): 291-308.

Turon X., Becerro M.A., Uriz M.J., 2000 - Distribution of brominated compounds within the sponge Aplysina aerophoba, coupling of X-ray microanalysis with cryofixation techniques. Cell. Tissue. Res., 301: 311-322.

Tursi A., 1976 b – Ascidies de la mer Ionienne des parages du nouveau port Italsider (Taranto). Première note : campagne 1975. Oebalia, 2 (1): 153-163.

Tursi A., 1980 – Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costieri italiane. 4. Ascidiacei. Consiglio nazionale delle ricerche.

Tursi A., Partore M., and Panetta P., 1974 – Aspetti ecologici del mar Picolo di Toranto: Ascidie, Crostacei Decapodi e Mollschi. Att IV Simp; Naz. Cons. Nat. Ist. Zool. Bari, 2: 93-117.

Tursi A., Vaccarella R., Matarrese A., 1979 - Distribuzione degli ascidiacei nel porto di bari, memoria di biologia marina e di ocenogaphia fasc. 6: 185-202.

Unson M.D., Holland N.D., Faulkner D.J., 1994 - A brominated secondary metabolite synthesized by the cyanobacterial symbiont of a marine sponge and accumulation of the crystalline metabolite in the sponge tissue. Mar. Biol., 119: 1-11

Urdiales J.L., Morata P., Nunez de Castro I. and Sanchez-Jimenez F., 1996 - Antiproliferative effect of didehydrodidemnin B (DDB), a depsipeptide isolated from Mediterranean tunicates. Cancer Letters, 102: 31-37.

Uriz M. J., Martin D., Turón X., Ballesteros E., Hughes R., and Acebal C., 1991 - An approach to the ecological significance of chemically mediated bioactivity in Mediterranean benthic communities. Mar. Ecol. Prog. Ser.70: 175–188.

Uttenweiler-Joseph S., Moniatte M., Lagueux M., van Dorsselaer A., Hoffmann J.A., Bulet P., 1998 - Differential display of peptides induced during the immune response of Drosophila, a matrix-assisted laser desorption ionization time-of-flight mass spectrometry study. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, 95: 11342-11346.

Van Name W.G., 1945 - The North and South American ascidians. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., 84: 1-476.

Valls R., 1993 - Séparation, identification, étude spectroscopique des métabolites secondaires d'algues brunes (Cystoseiracées). PhD. Thesis. Univeristy of Aix-Marseille III, France.

Vàzquez E., Ramos-Espla A.A. and Turon X., 1995 - The genus *Polycarpa* (Ascidiacea, Styelidae) on the Atlantic and Mediterranean coast of the Iberian Peninsula. Journal of Zoology London, 237: 593-614.

Vidal A., 1967 – Etude des fonds rocheux circalittoraux le long de la côte du Roussillon. Vie Milieu, 18 (1b): 167-219.

Wahl M., 1989 - Marine epibiosis I. Fouling and antifouling: some basic aspects. Mar. Ecol. Prog. Ser. 58: 175-189.

Woodin S.A., Marinelli R.L. and Lincoln D.E., 1993 - Allelochemical inhibition of recruitment in a sedementary assemblage. J. Chem. Ecol., 19: 517-530.

Zaouali J., 1982 - La mer des Bibans (Tunisie méridionale) : Aperçu générale et problèmes de la pêche. Extrait des Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, 93-103.

Zoghlami O., 1991 – Contribution à l'étude de la pêche côtière dans le golfe de Tunis : Mise en application d'une strategie d'échantillonnage. Univ. Tunis, 136 p.

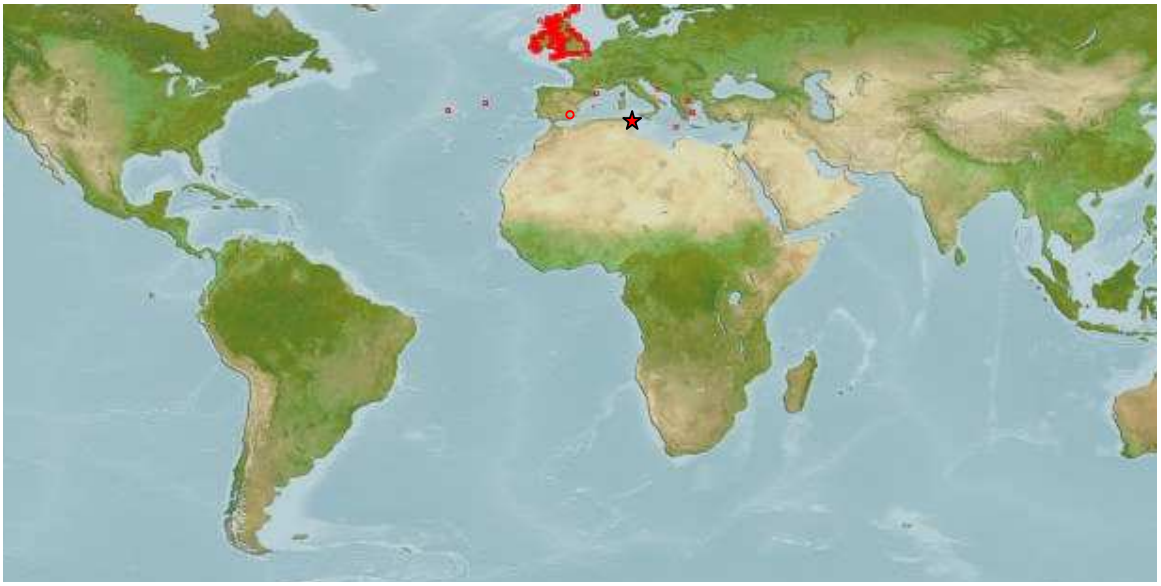
Annexes

I

Cartes de distributions des ascidies par Famille

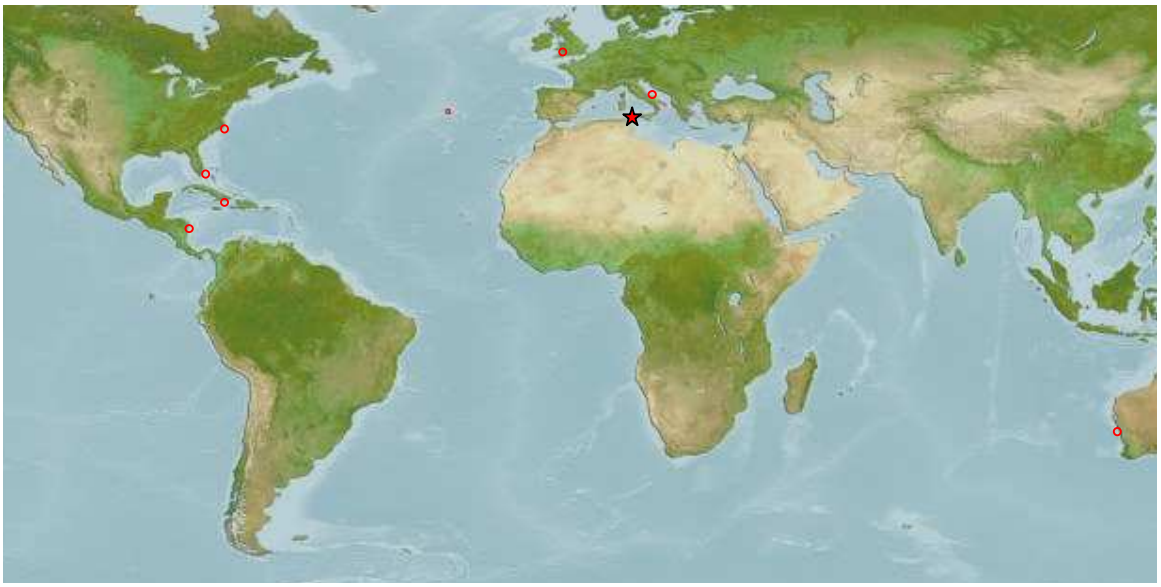
I) Clavelinidae

Clavelina lepadiformis



II) Polycitoridae

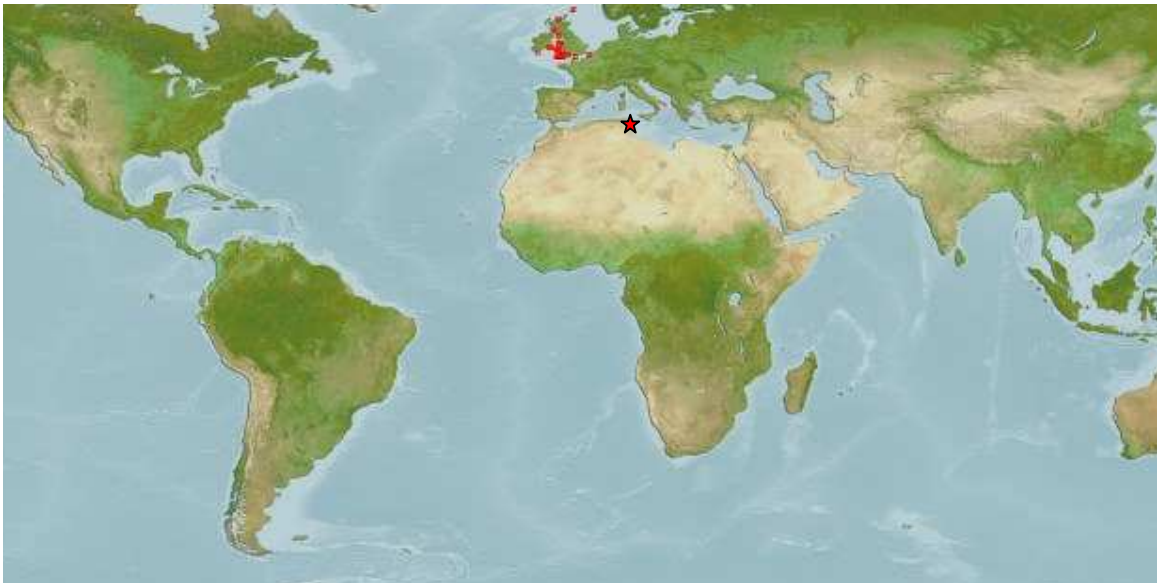
Cystodytes dellachiajei



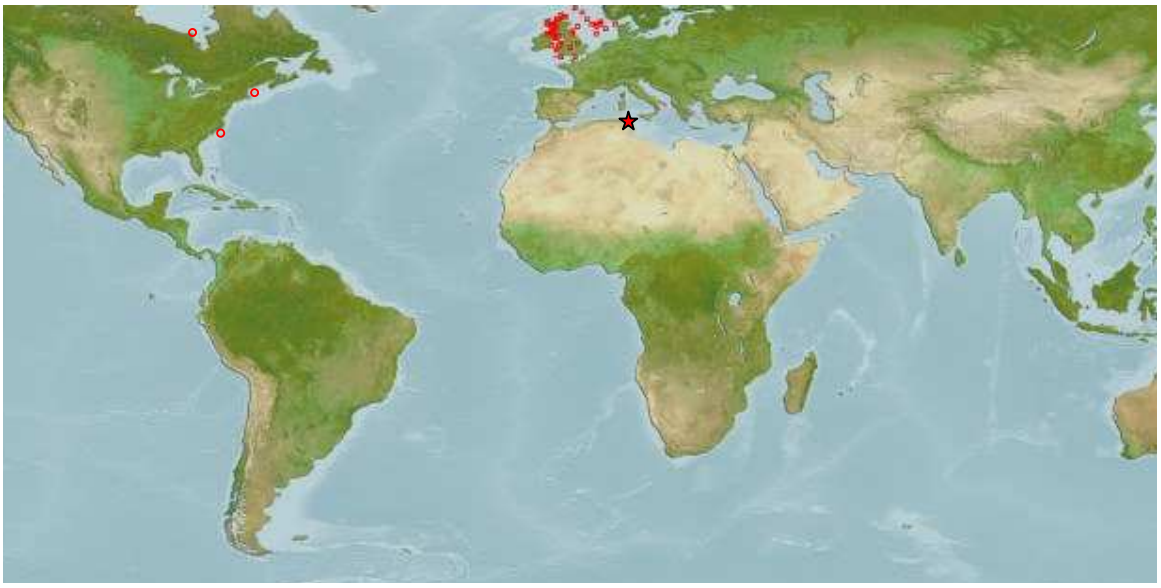
III) Polyclinidae

Eudistoma mucosum

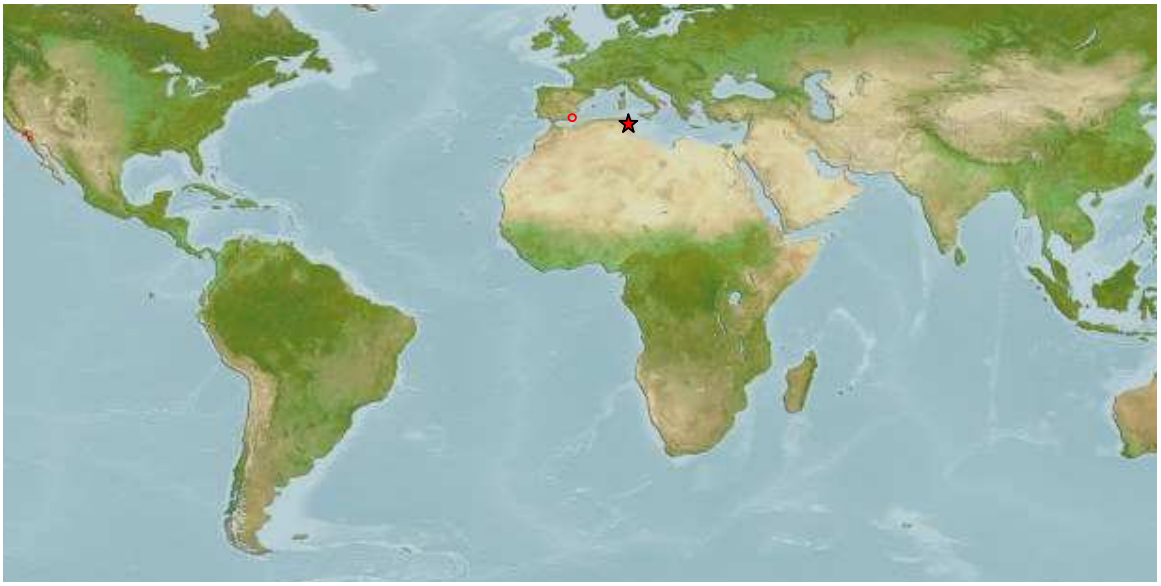
Sidnyum elegans



Synoicum pulmonaria

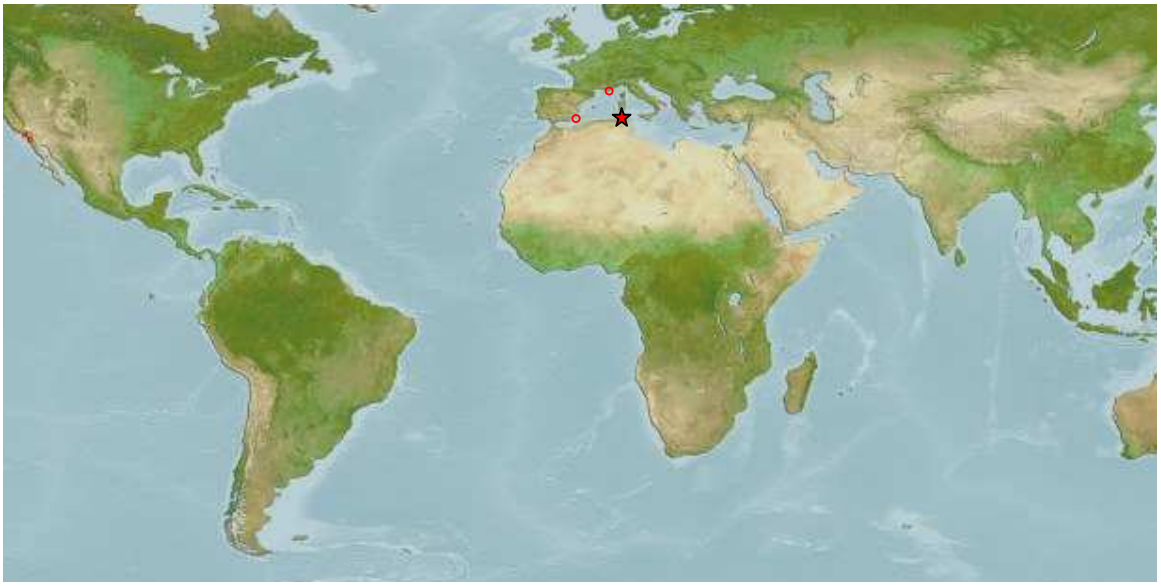


Pseudodistoma crucigaster



Pseudodistoma oscurum

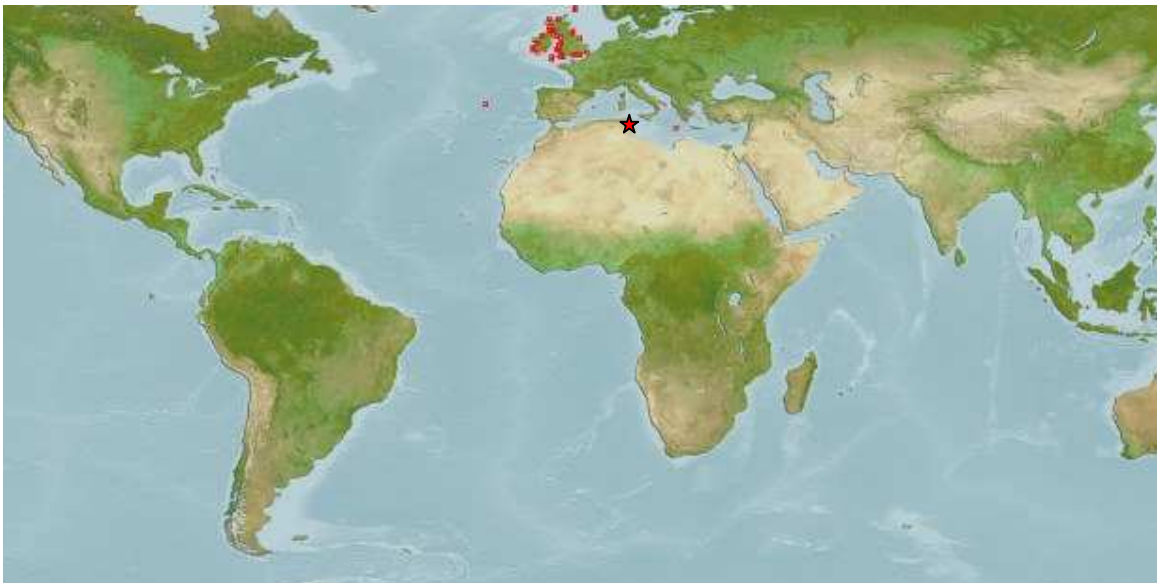
Synoicum lacazei



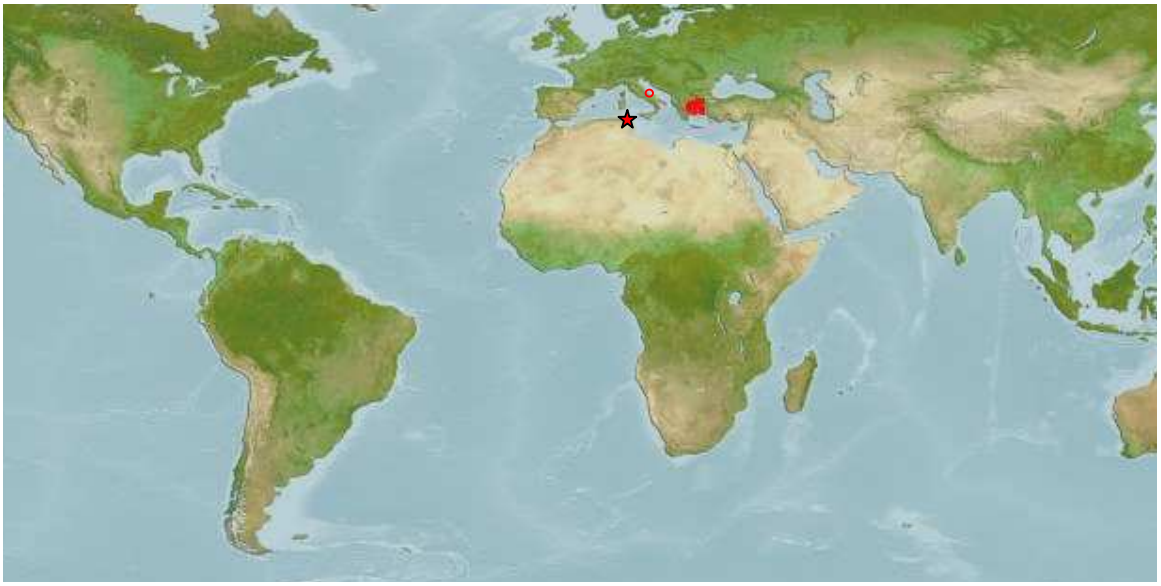
Aplidium conicum

Aplidium mediteraneum

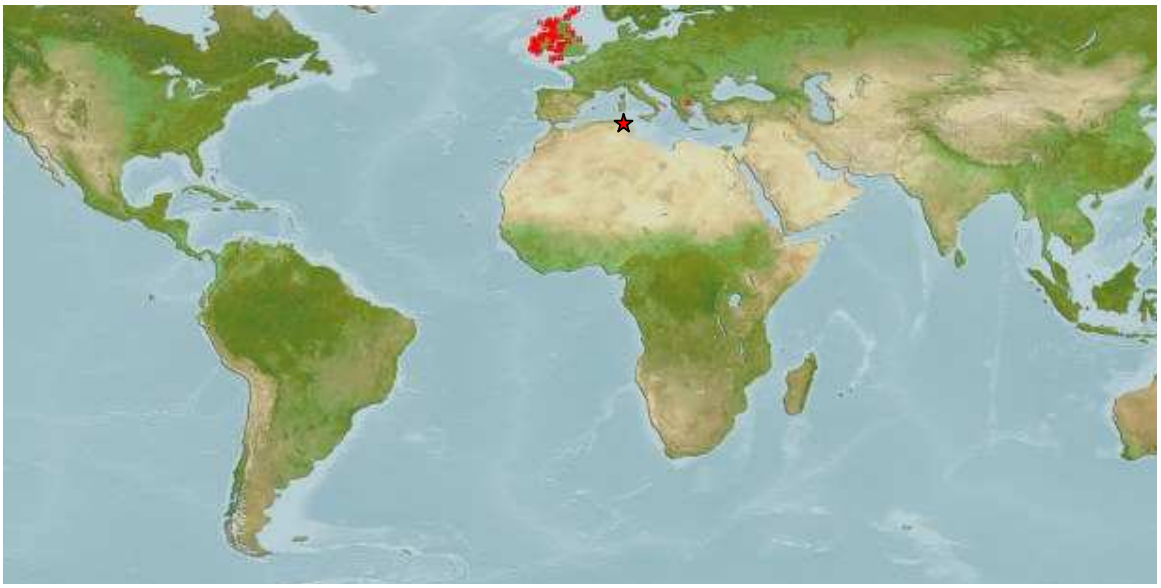
Aplidium proliferum



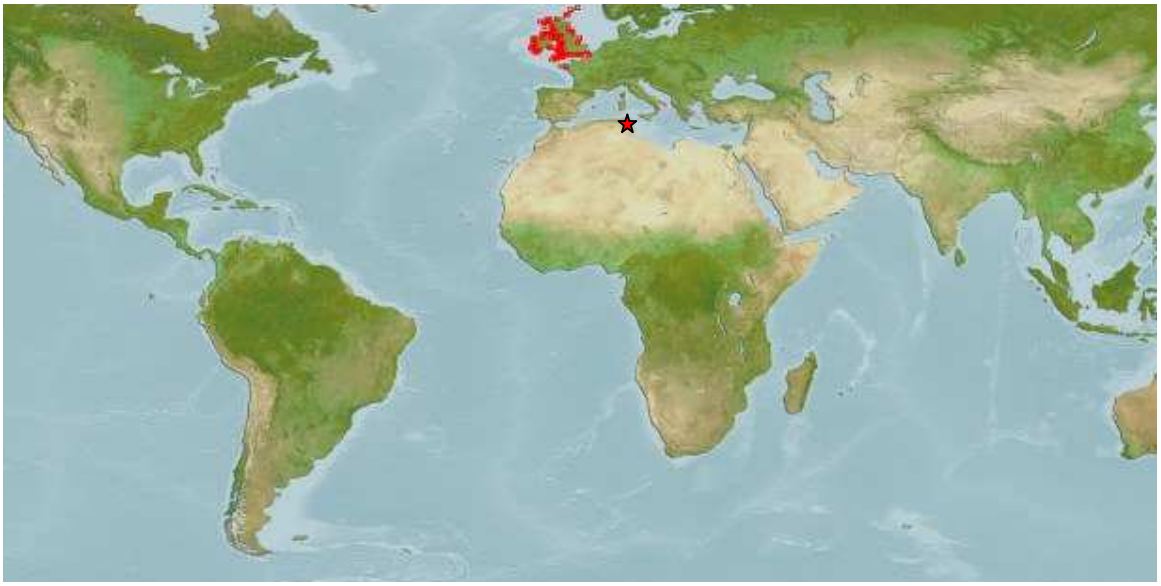
Aplidium albicans



Aplidium nordmanni

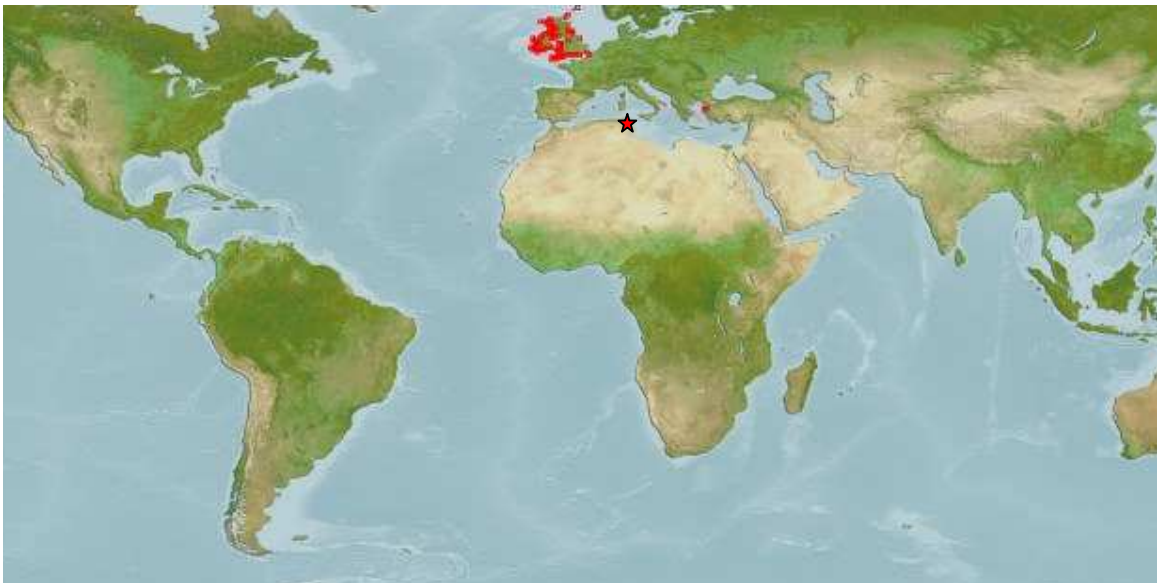


Morchellium argus

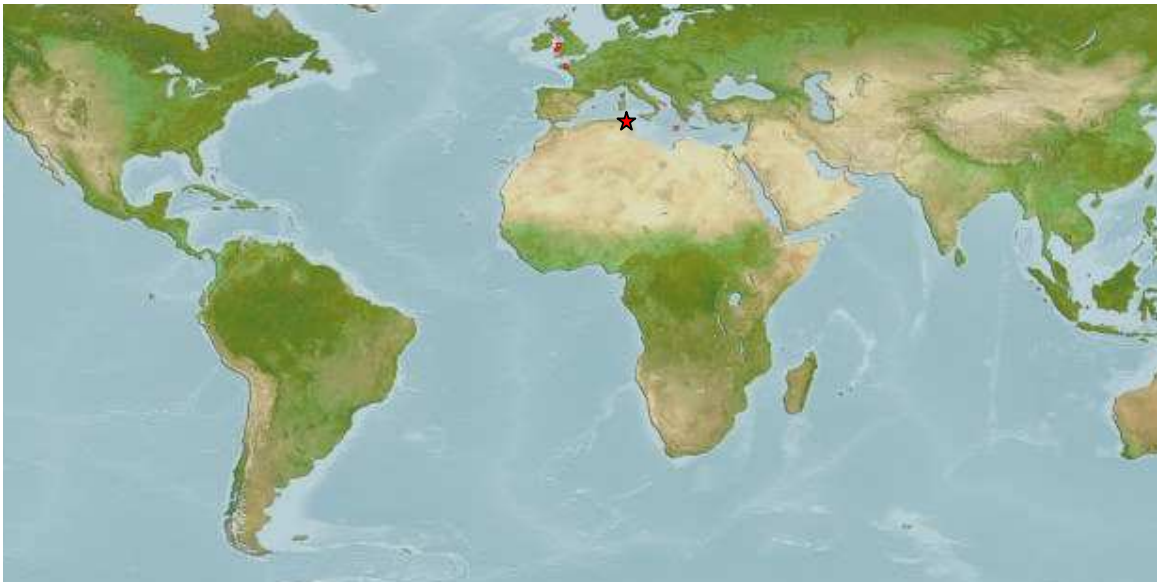


IV) Didemnidae

Didemnum maculosum

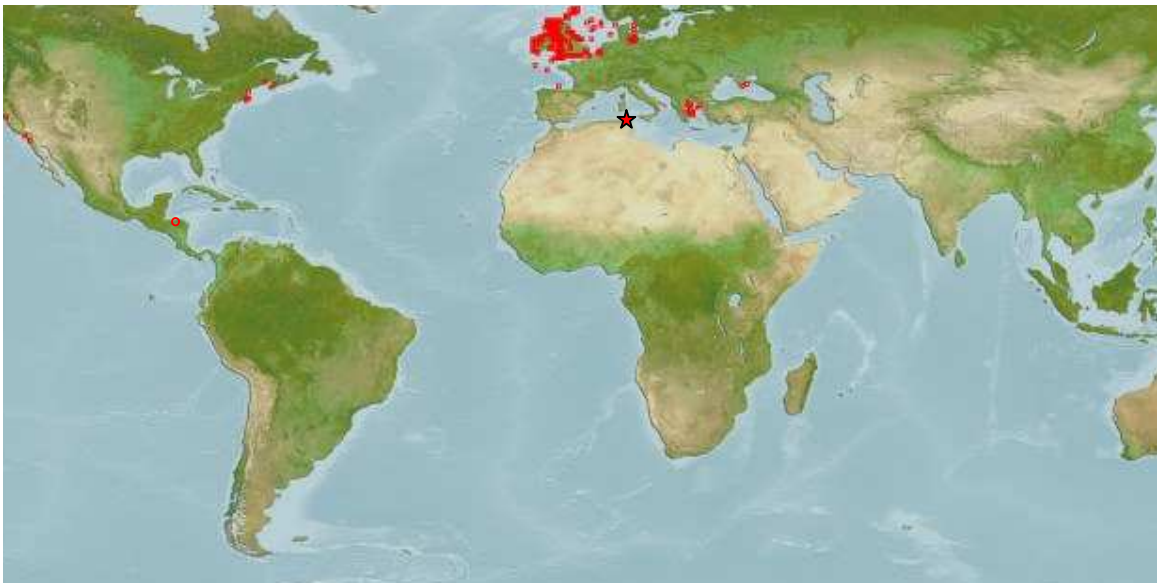


Polysyncraton lacazei

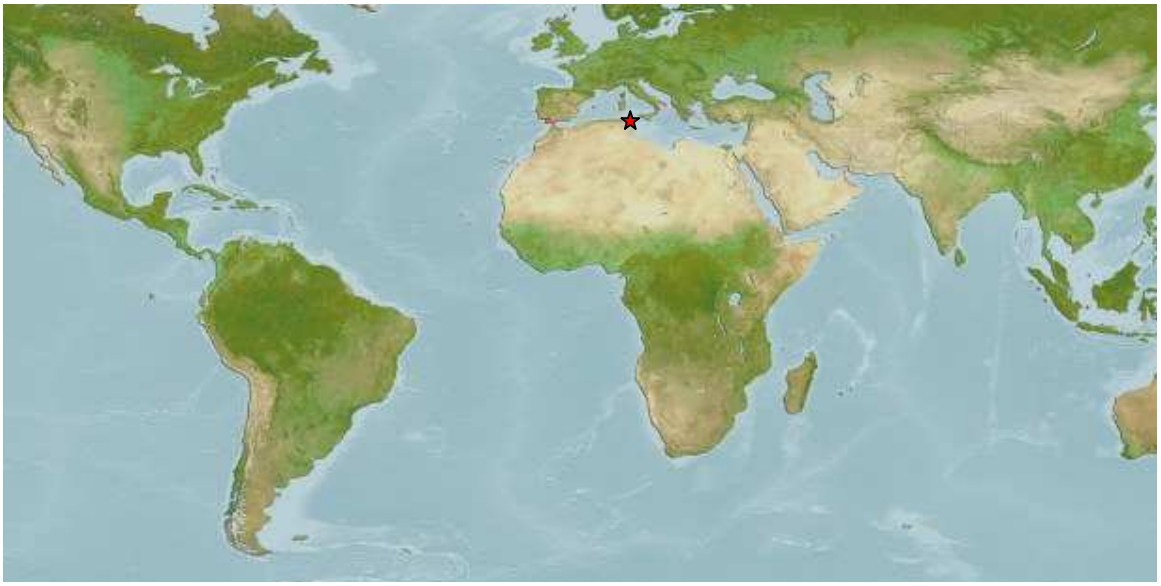


V) Cionidae

Ciona intestinalis

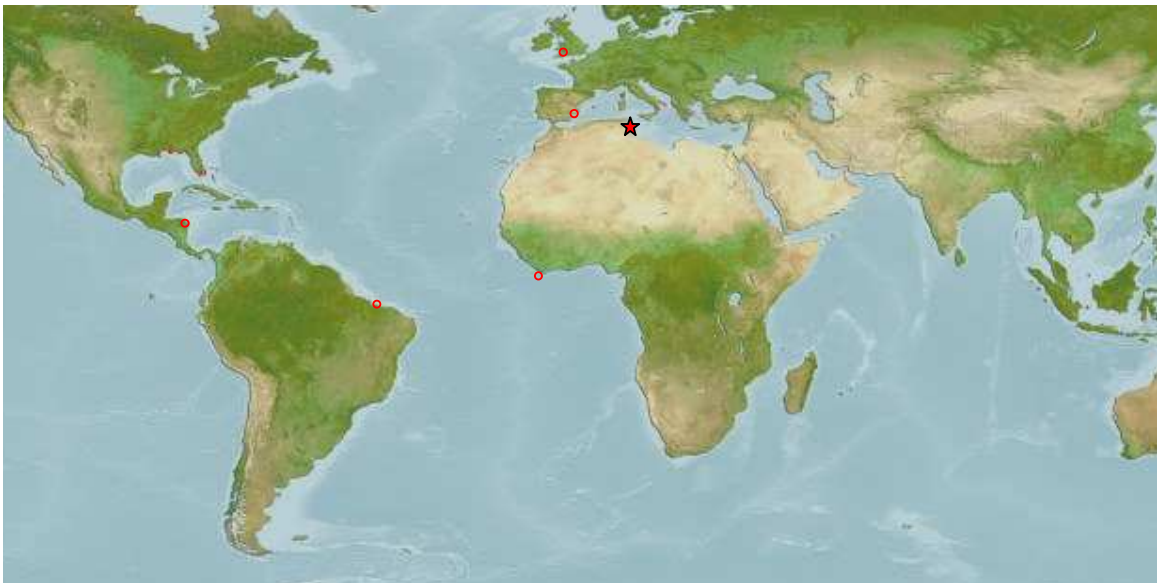


Ropalaea neapolitana



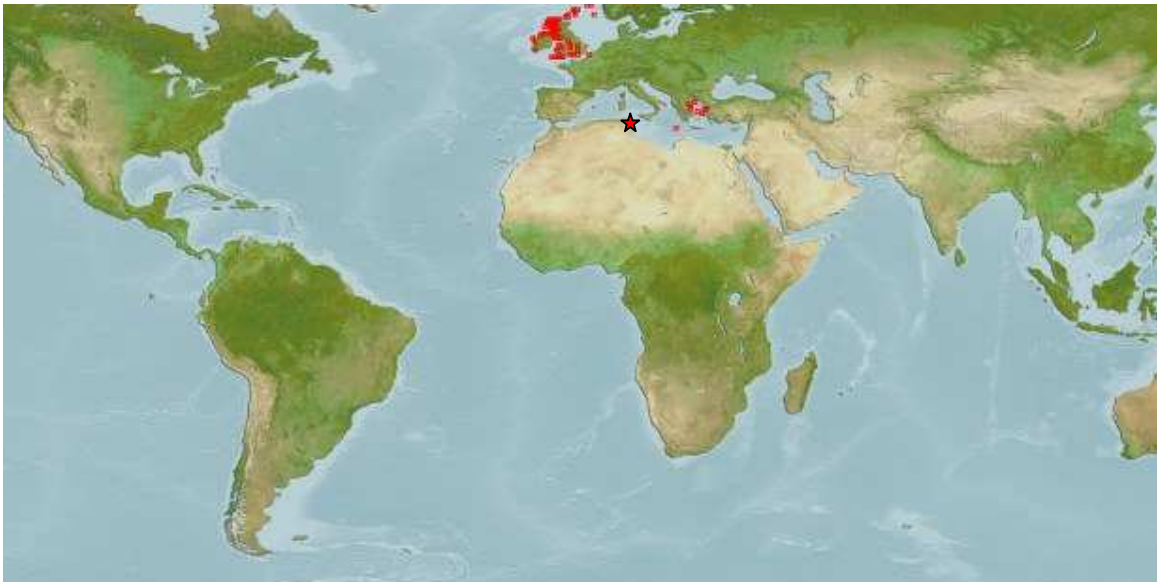
VI) Perphoridae

Ecteinascidia turbinata

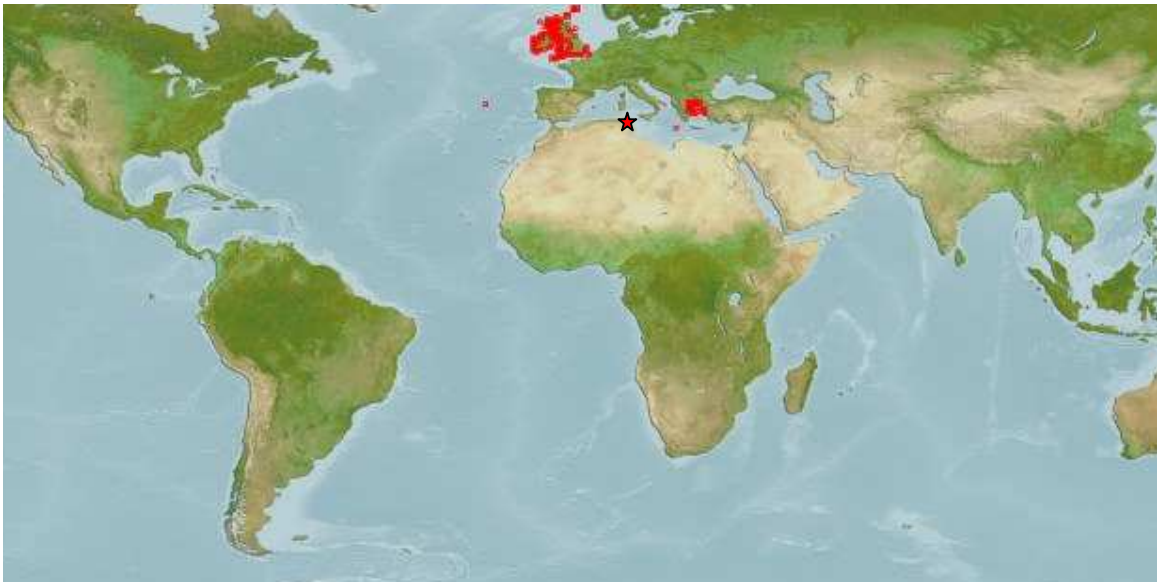


VII) Ascididae

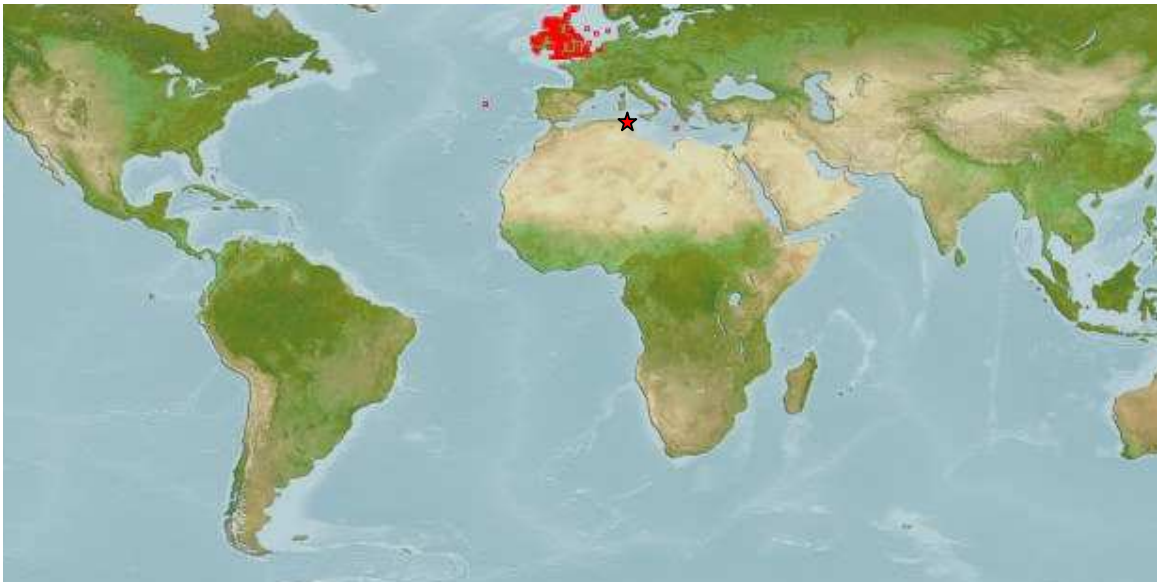
Ascidia virginea



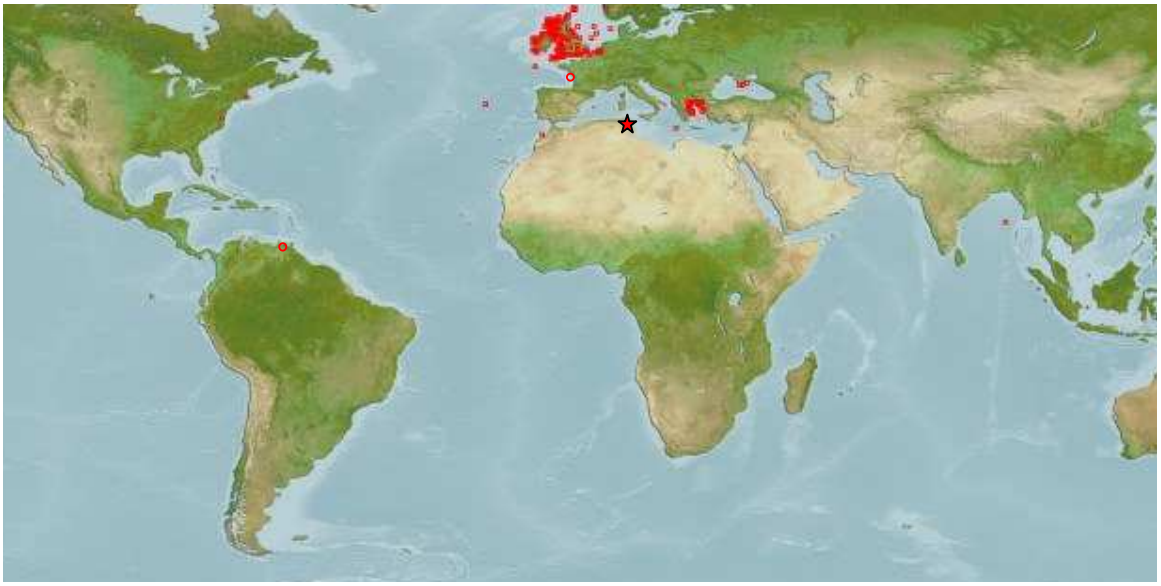
Ascidia mentula



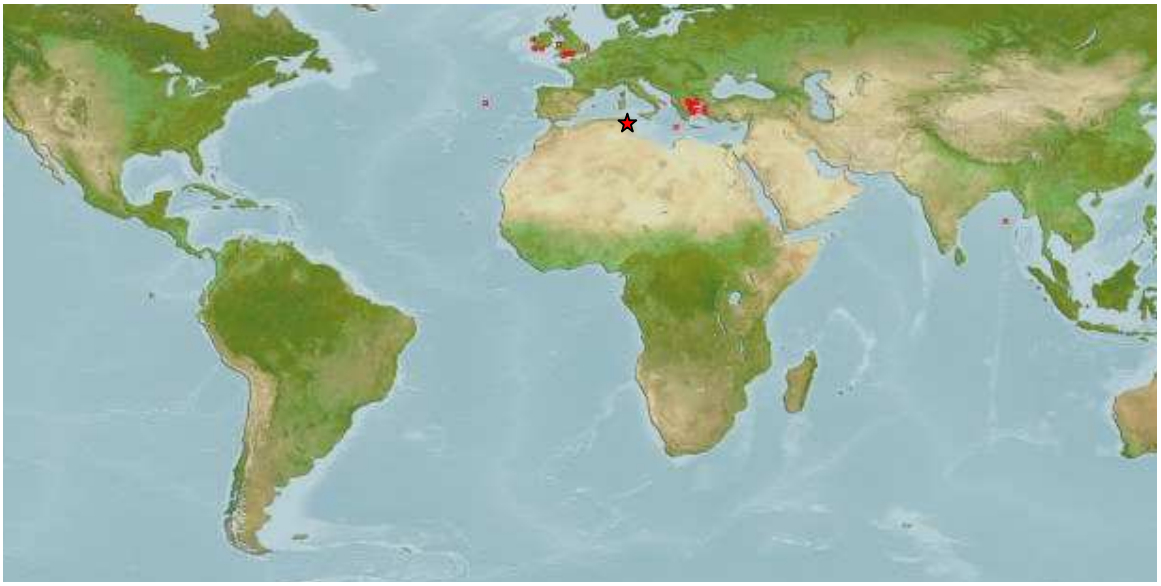
Ascidiella scabra



Ascidiella aspersa

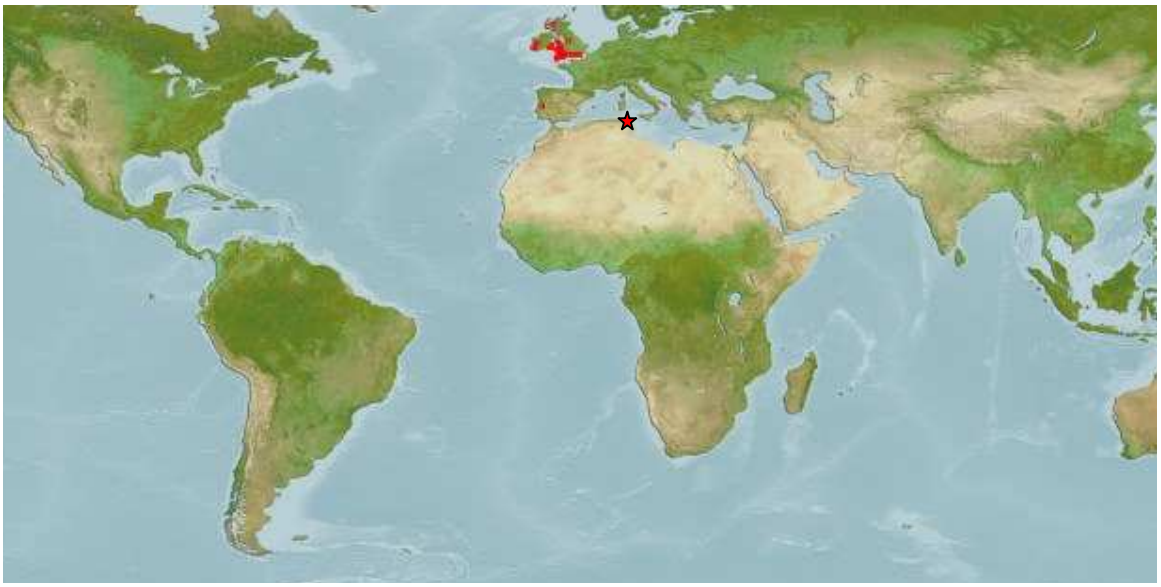


Phallusia mammillata

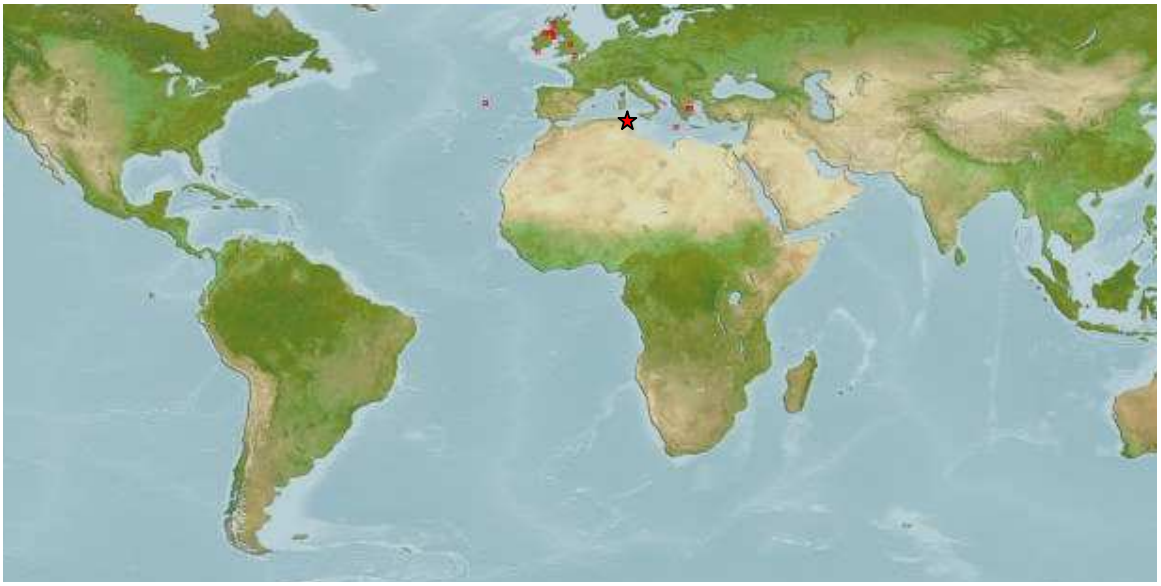


VIII) Styelidae

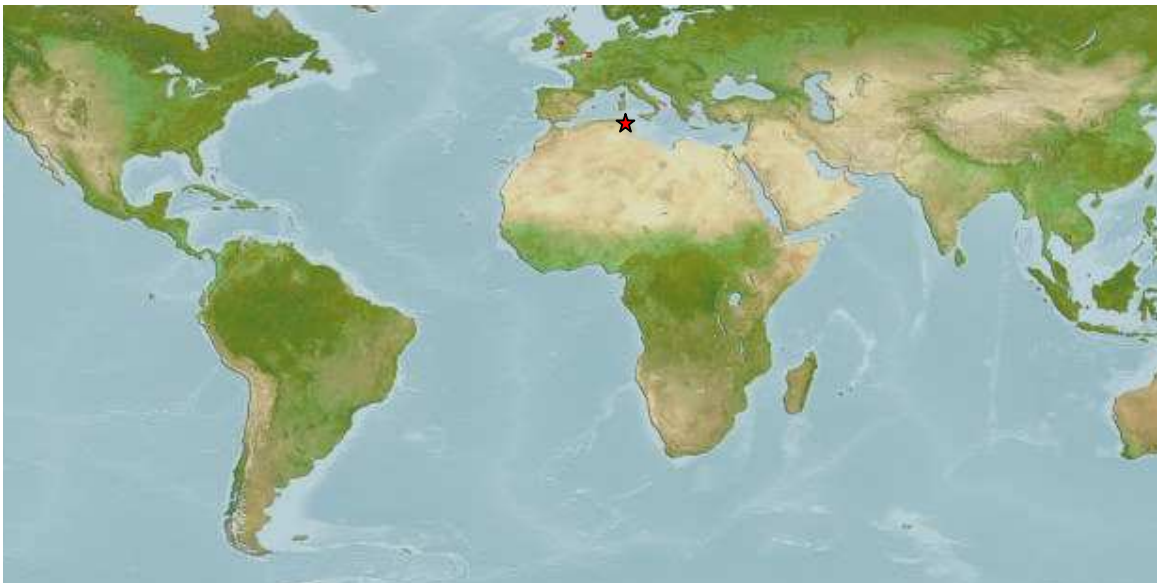
Distomus variolosus



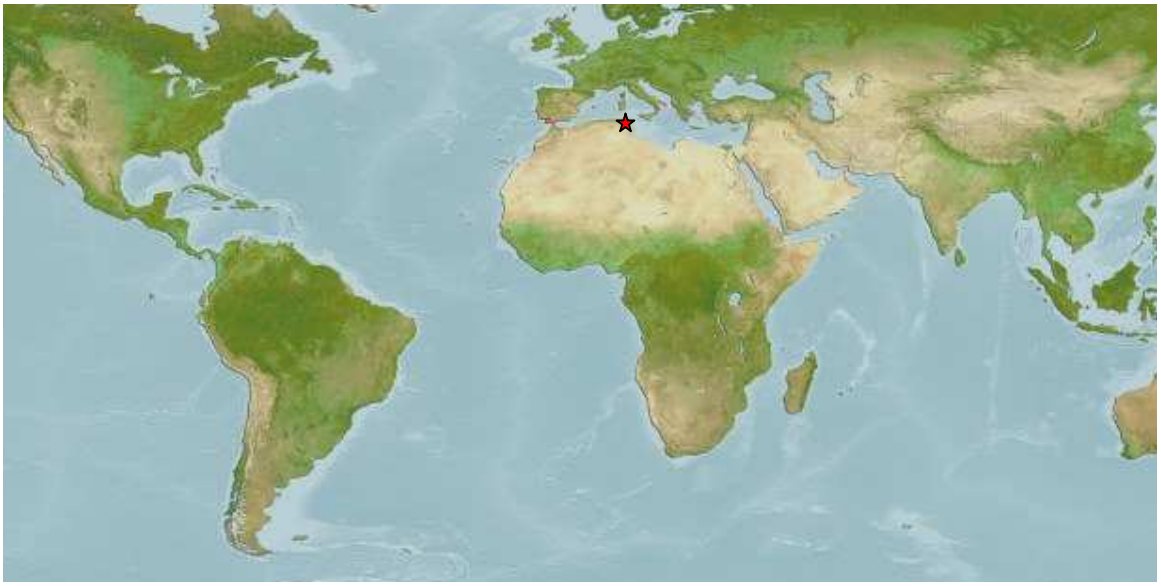
Polycarpa gracilis



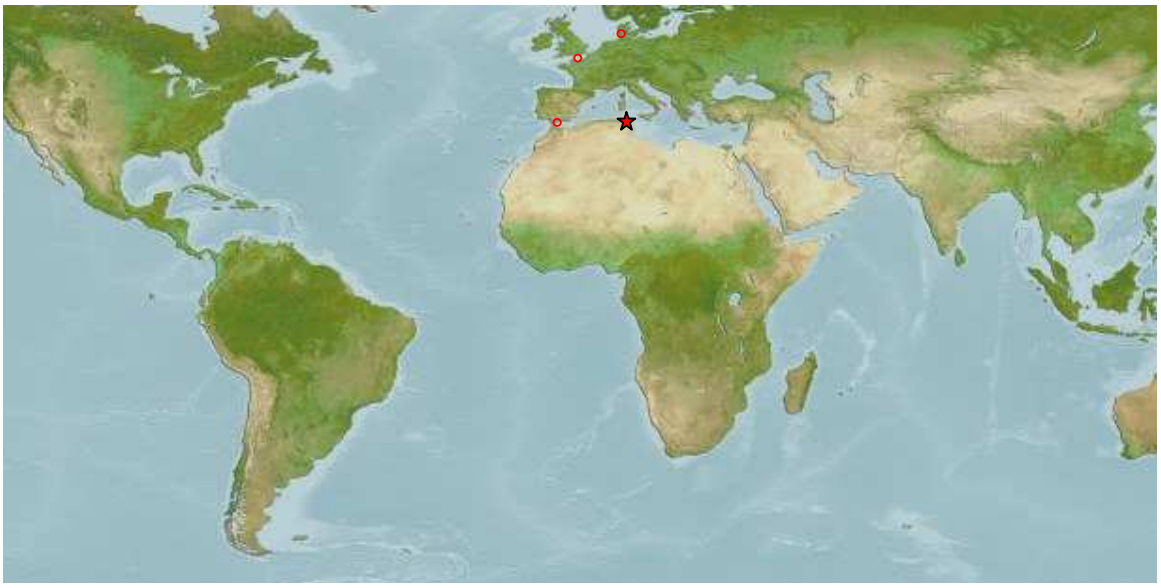
Polycarpa violacea



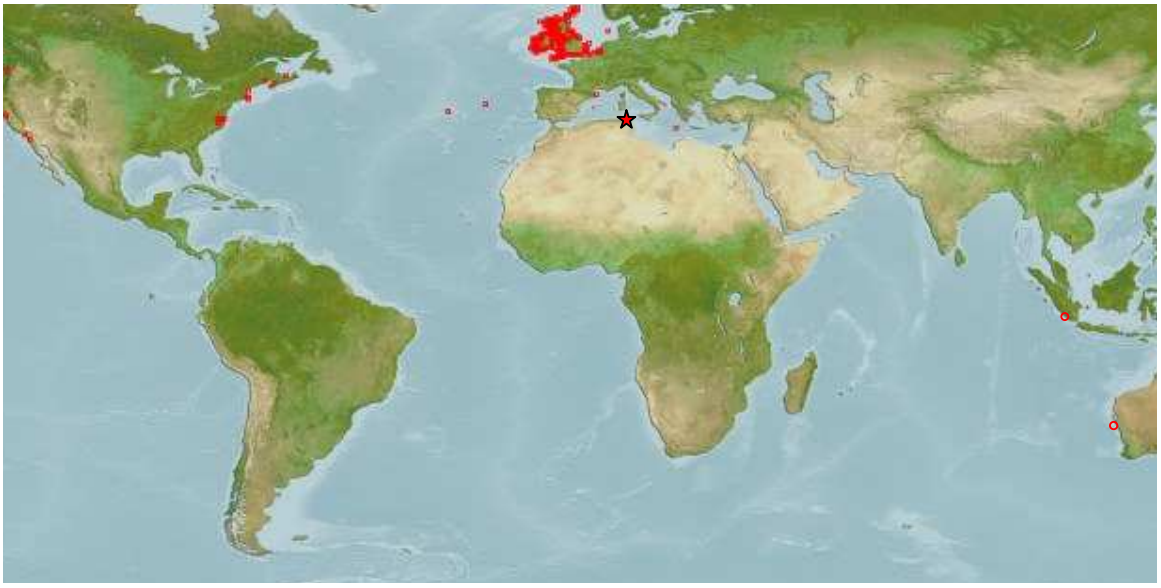
Polycarpa mamillaris



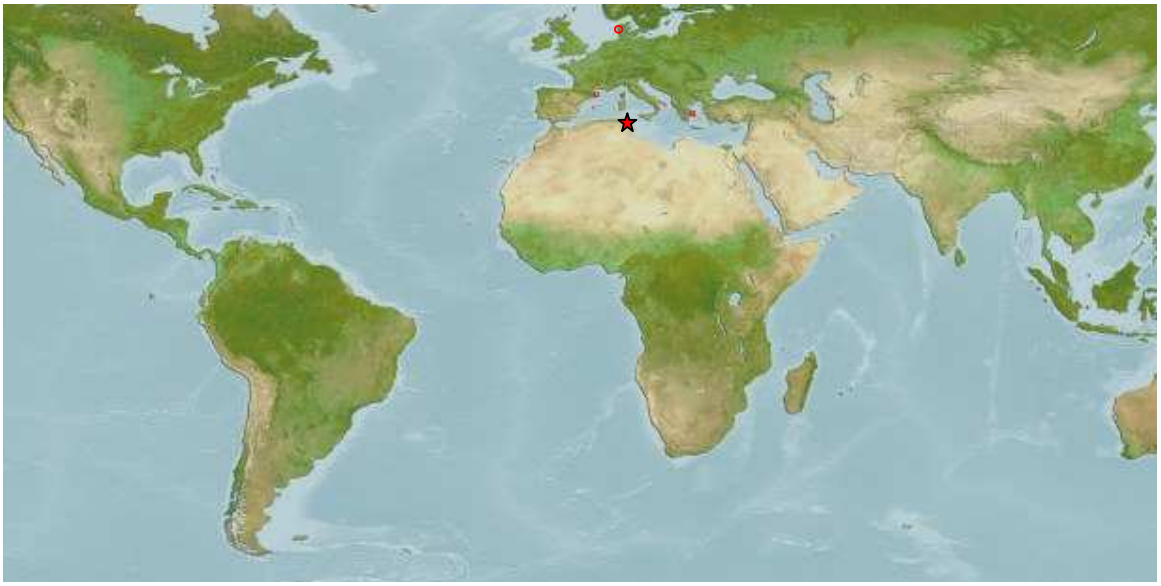
Polycarpa kornogi



Botryllus schlosseri

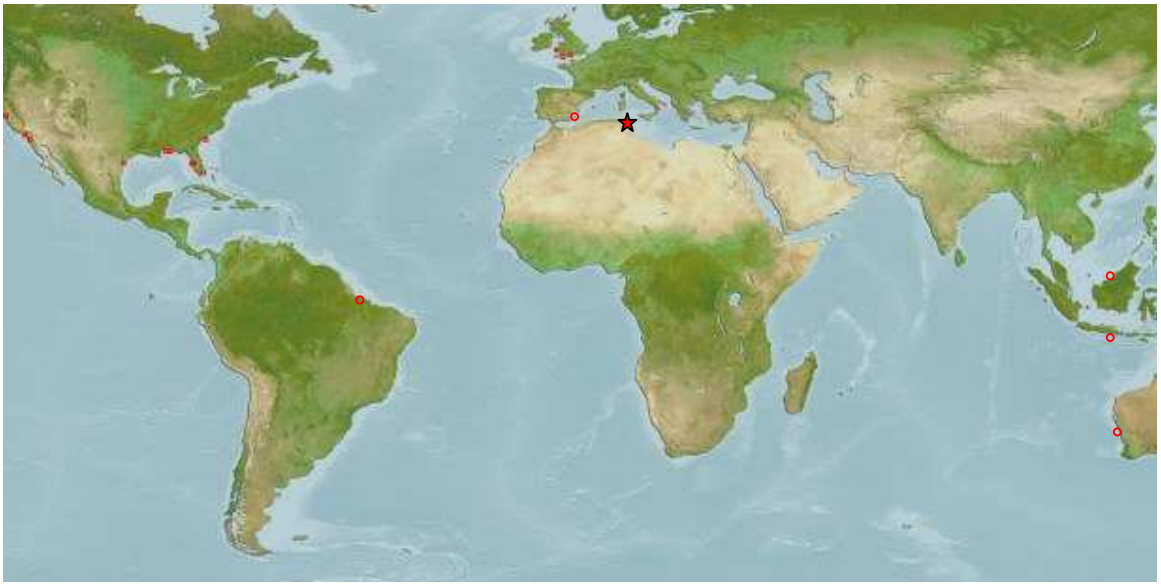


Botryllus leachi



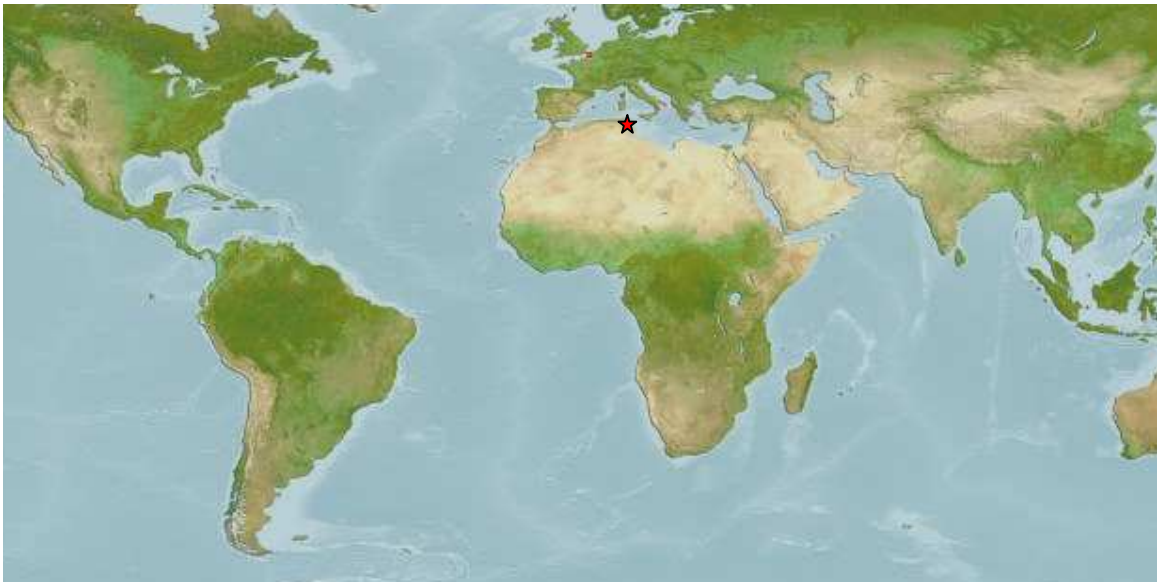
Styela canopus

Styela plicata

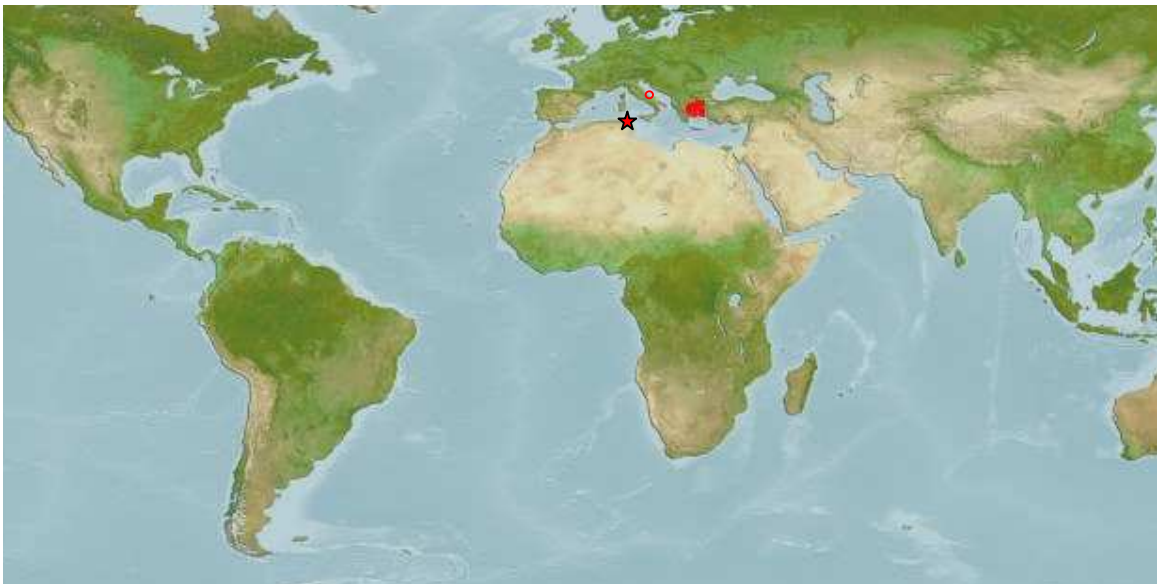


IX) Pyuridae

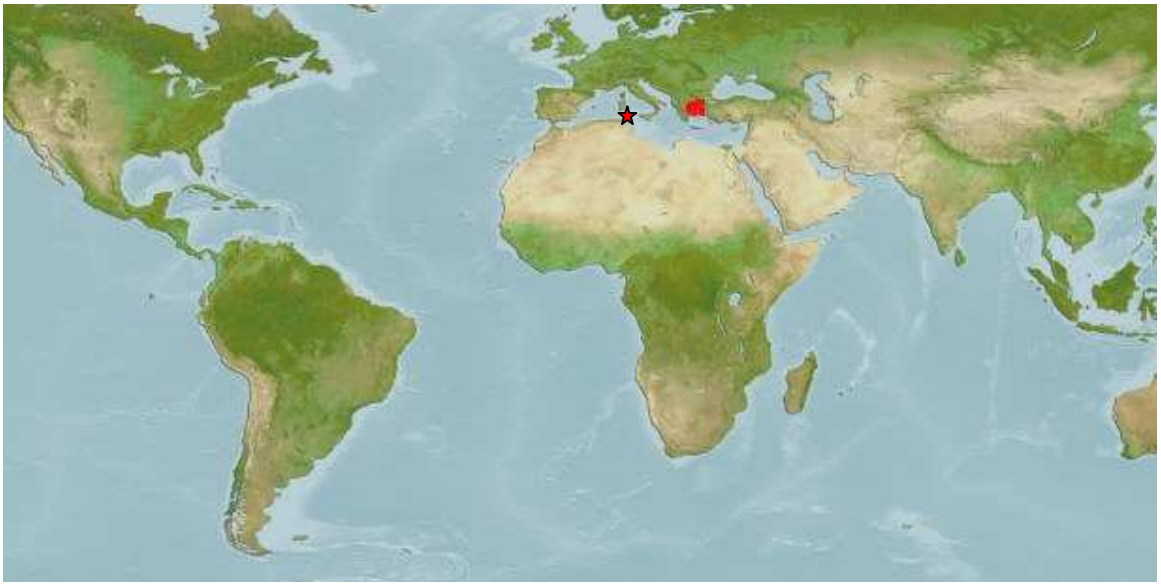
Microcosmus savigni



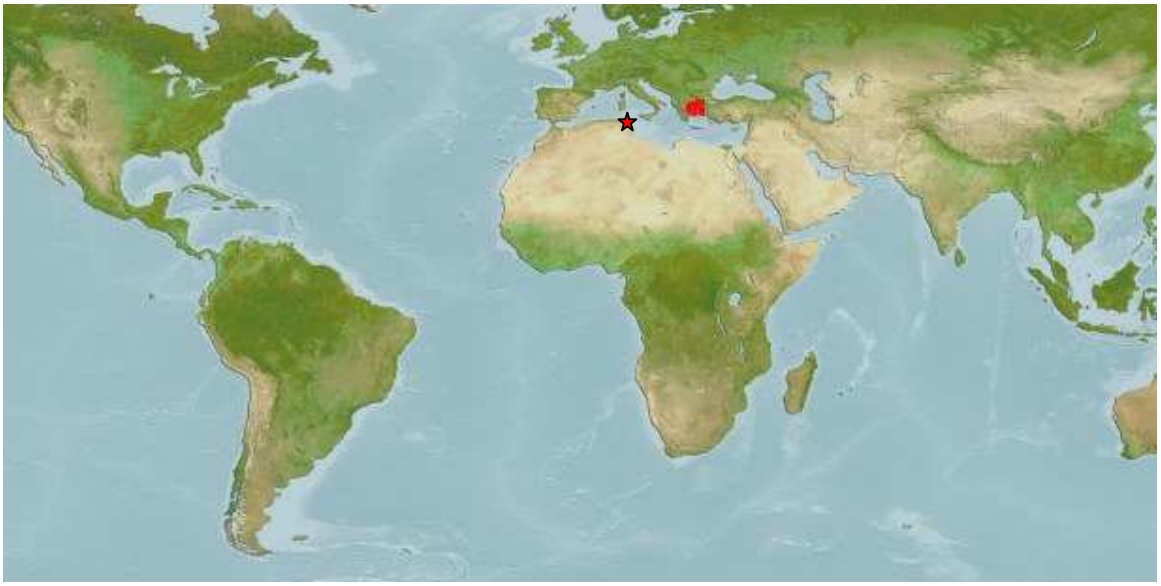
Microcosmus sabatieri



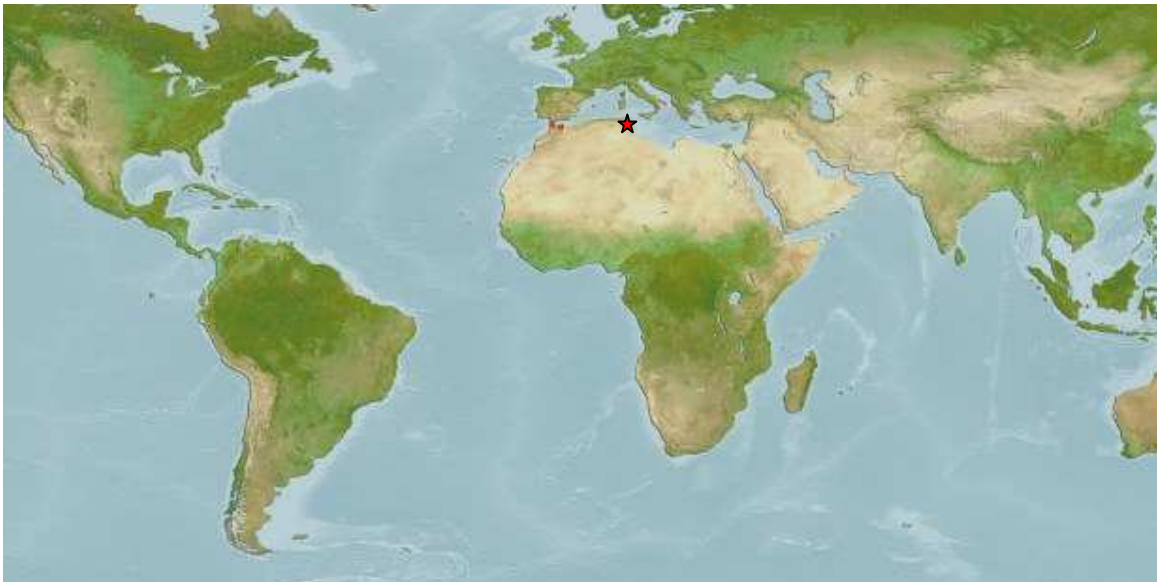
Microcosmus polymorphus



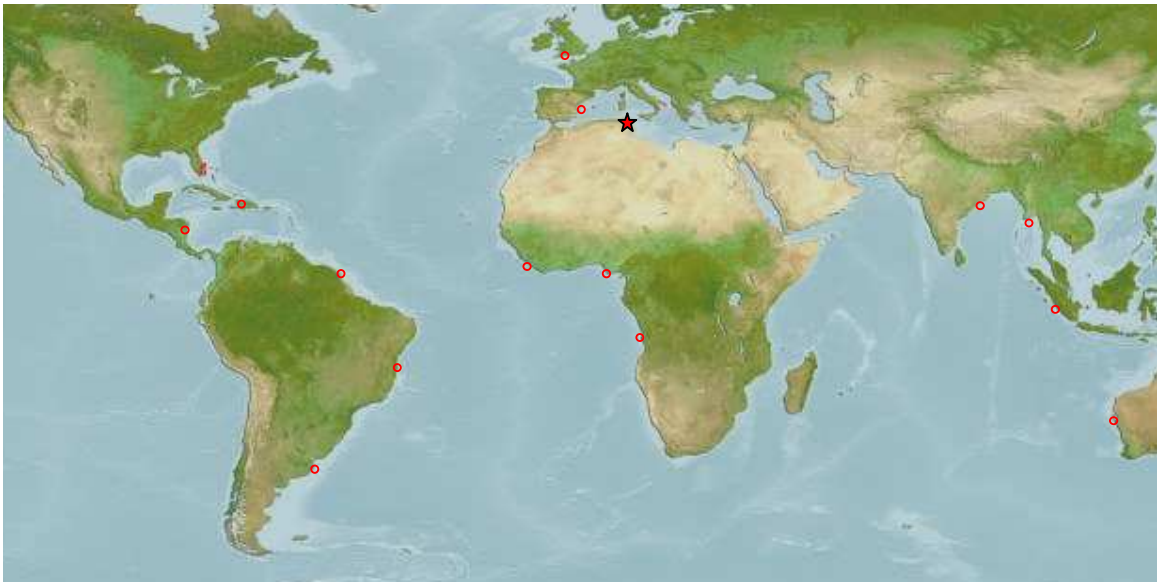
Microcosmus nudistigma



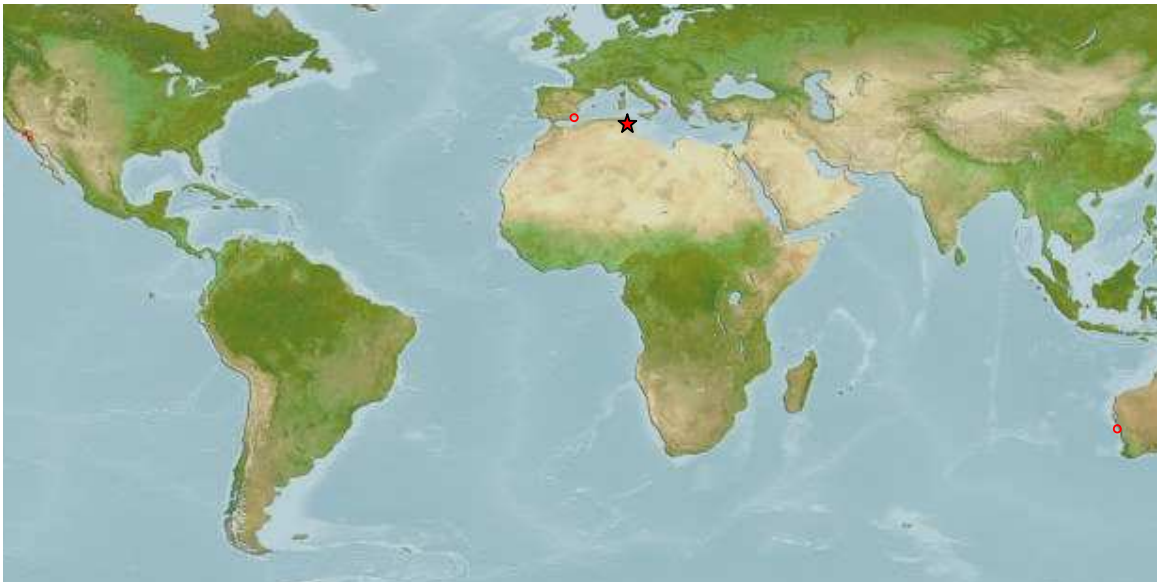
Microcosmus vulgaris



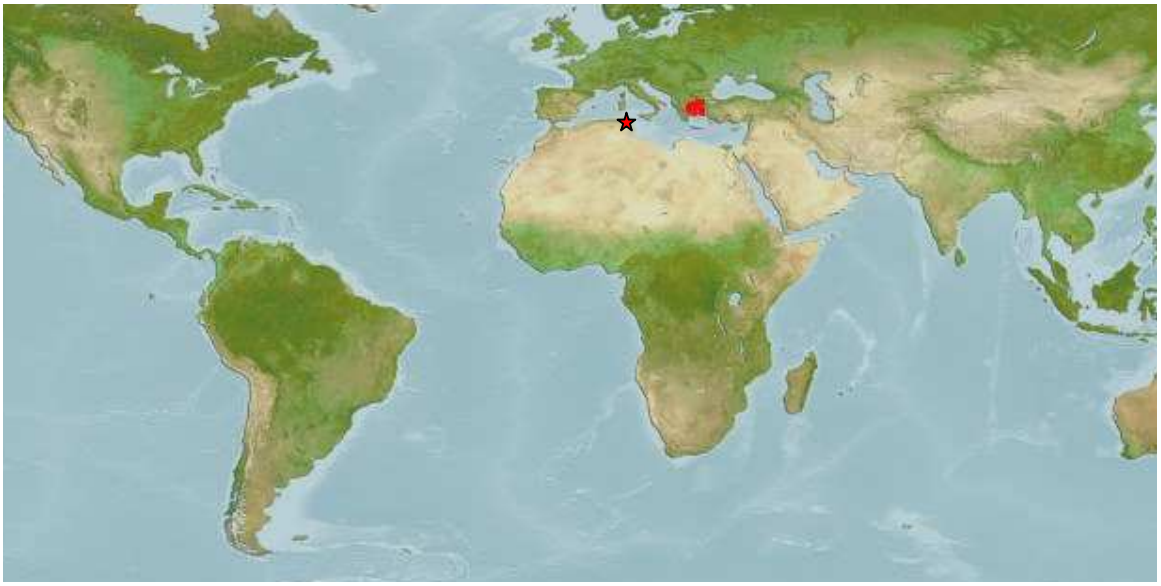
Microcosmus exasperatus



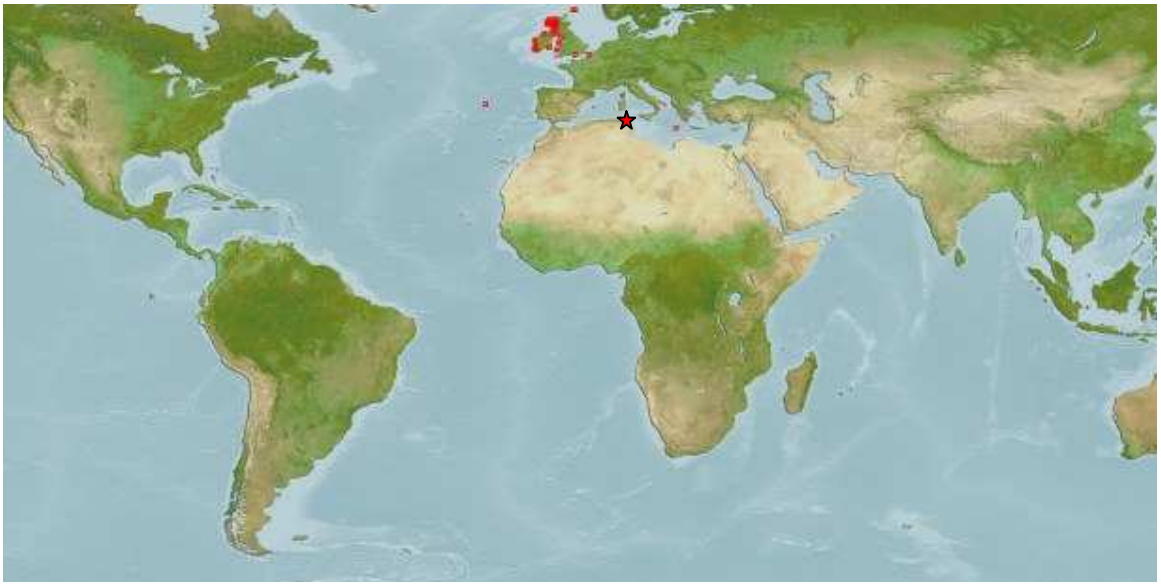
Microcosmus squamiger



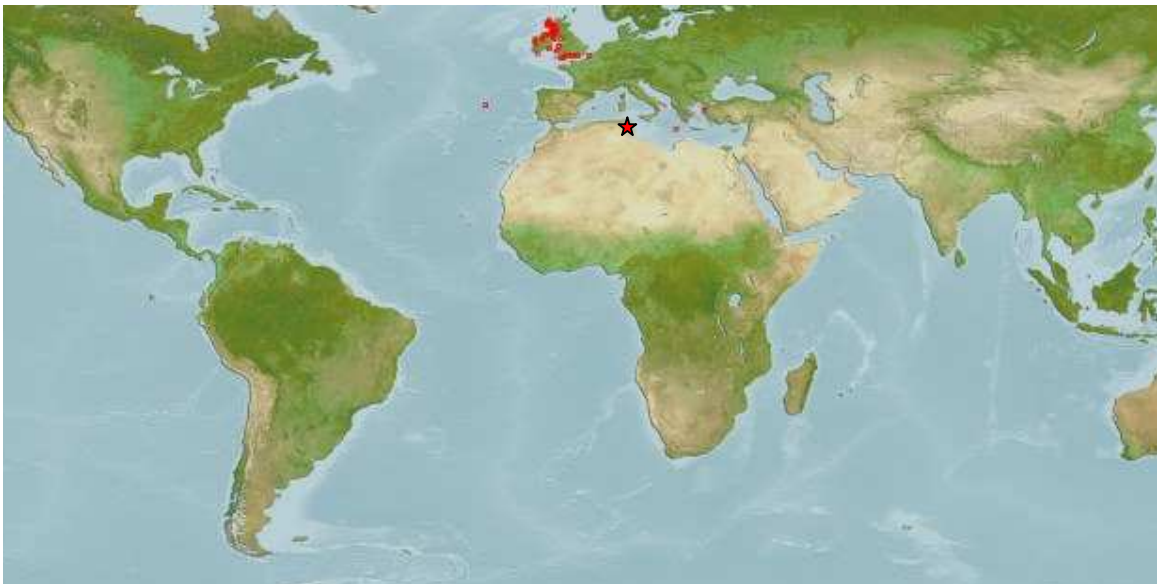
Pyura dura



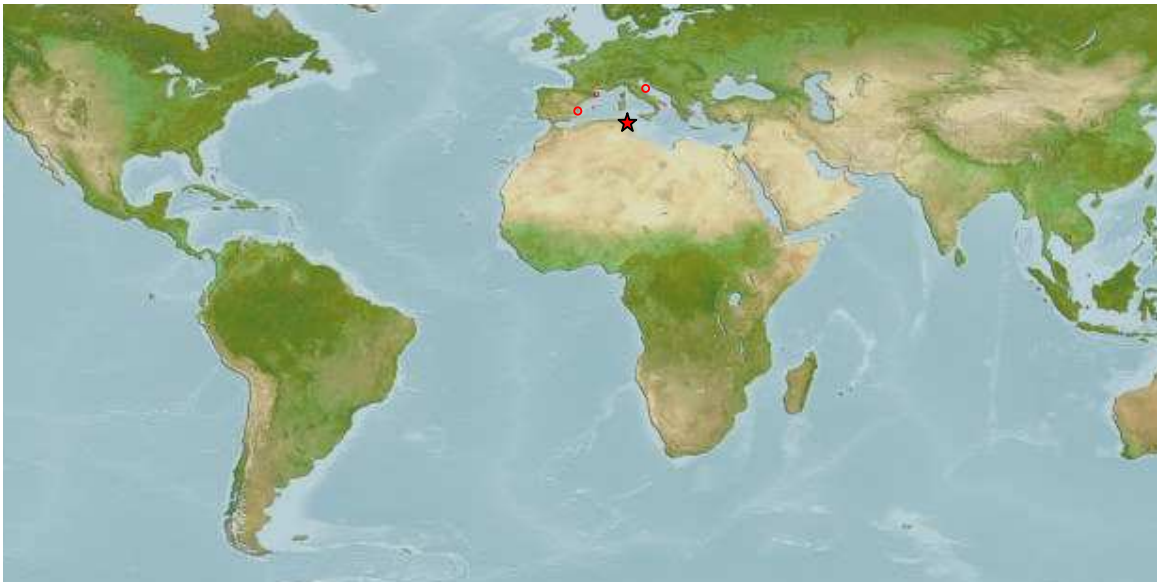
Pyura squamulosa



Pyura microcosmus

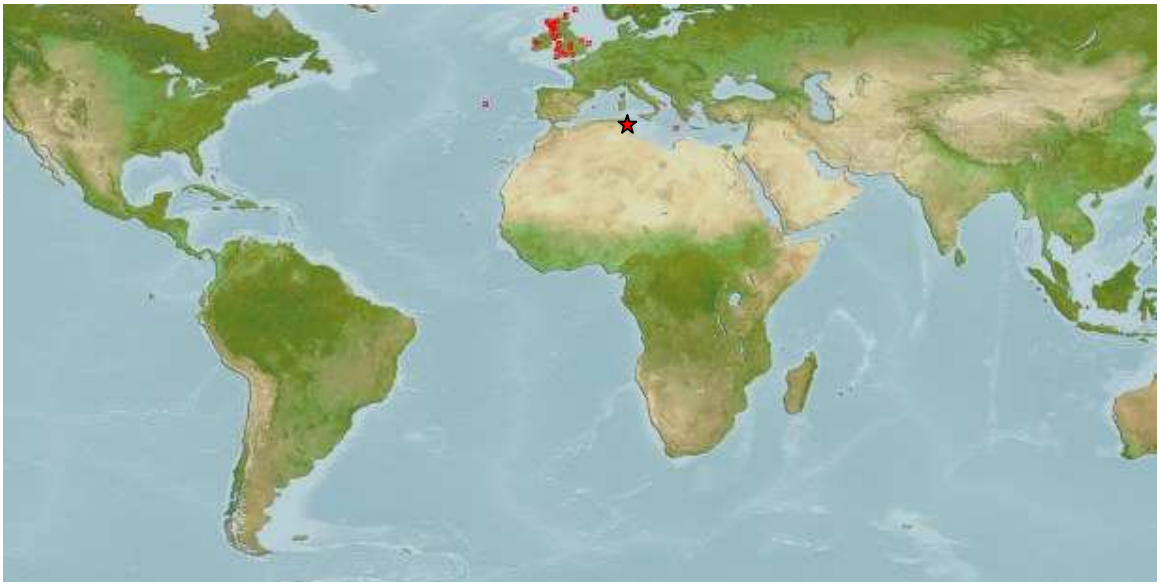


Halocynthia pappilosa

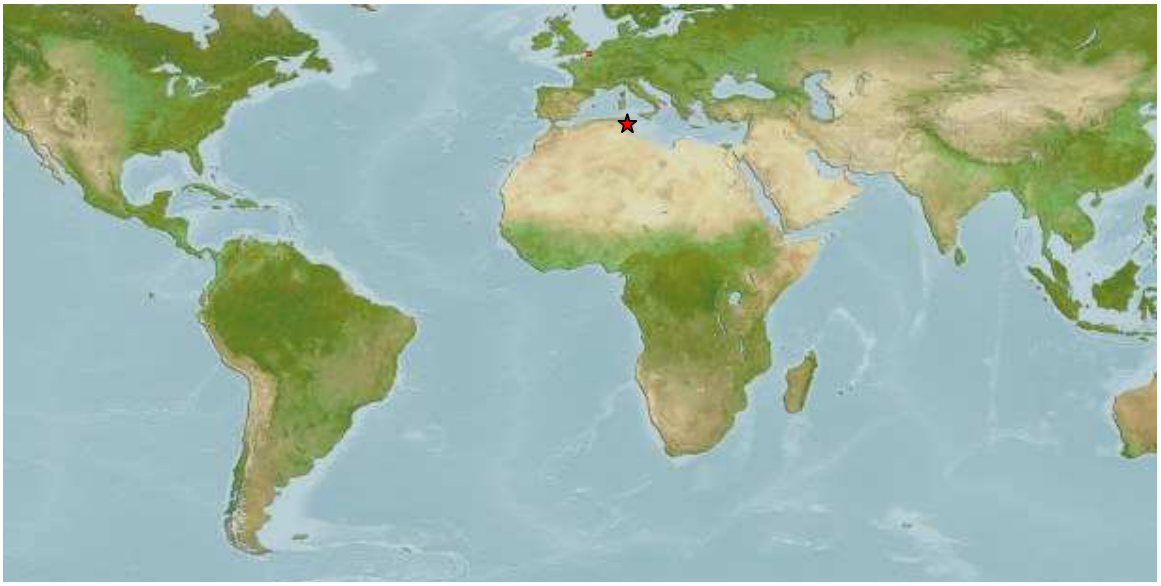


X) Molgulidae

Molgula occulata



Molgula socialis



II

Photos de quelques ascidies récoltées

Cystodytes dellechiajei

Pseudodistoma oscurum

Aplidium argus

Aplidium conicum

Ectinascidia turbinata

Ascidia mentula

Rhopalea neapolitana

Ciona intestinalis

Phallusia mammilata

Ascidia virginea

Ascidiella scabra

Polycarpa mammilaris

Polycarpa kornogi

Distomus variolosus

Halocynthia pappilosa

Microcosmus squamiger

Microcosmus polymorphus

Pyura squamulosa

Microcosmus sabateri

Molgula socialis

Annexes III

Tableau II : Liste des différentes stations à Gammarrth suivant les données géographiques, physique et écologiques

Stations	Profondeur (m)	Position GPS	Orientation	Biocénoses (communautés)
S1	0.5 - 2	36°54'08.38"N 10°19'03.36"E	Nord ouest	DC (*Cystoseira zosteroides*)
S2	2 - 4	36°54'08.44"N 10°19'06.78"E	Nord ouest	DC (*Cystoseira zosteroides*)
S3	4 – 6	36°54'08.54"N 10°19'09.48"E	Nord ouest	HP- MP
S4	6 – 8	36°54'08.65"N 10°19'14.69"E	Nord ouest	HP- MP

Tableau III : Liste des différentes stations à Sid Raïs suivant les données géographique, physique et écologique

Stations	Profondeur (m)	Position GPS	Orientation	Biocénoses (communautés)
S1	0.5 - 2	36°46'09.74"N 10°32'52.39"E	Nord est	EI (*Padina pavonica*)
S2	2 - 4	36°46'10.23"N 10°32'51.51"E	Nord est	DC (*Cystoseira zosteroides*)
S3	4 – 6	36°46'09.64"N 10°32'45.92"E	Nord est	HP- MP
S4	6 – 8	36°46'09.42"N 10°32'43.46"E	Nord est	HP- MP
S5	8-10	36°46'09.03"N 10°32'41.53"E	Nord est	HP- MP

Tableau IV : Liste des différentes stations à Haouaria suivant les données géographiques, physiques et écologiques

Stations	Profondeur (m)	Position GPS	Orientation	Biocénoses (communautés)
S1	0.5 - 2	37°02'33.22"N 11°04'02.91"E	Nord ouest	EI (*Padina pavonica*)
S2	2 - 4	37°02'33.09"N 11°04'03.34"E	Nord ouest	EI (*Padina pavonica*)
S3	4 – 6	37°02'32.88"N 11°04'04.01"E	Nord ouest	DC (*Cystoseira zosteroides*)
S4	6 – 8	37°02'32.71"N 11°04'04.62"E	Nord ouest	DC (*Cystoseira zosteroides*)
S5	8 – 10	37°02'32.57"N 11°04'05.08"E	Nord ouest	HP et MP
S6	10 -12	37°02'32.40"N 11°04'05.47"E	Nord ouest	Hp et MP
S7	12 – 15	37°02'32.35"N 11°04'05.61"E	Nord ouest	HP et MP

Tableau V : Liste des différentes stations à Hammamet suivant les données géographiques, physiques et écologiques

Stations (Hammamet nord)	Profondeur (m)	Coordonnées	Biocénoses (communautés)
S1	0.5 - 2	36°22’30.31”N 10° 31’34.90”E	AP (*Padina pavonica*)
S2	2-4	36°22’28.72” N 10°32’13.78” E	AP (*Padina pavonica*)
S3	4 – 6	36°22’26.55” N 10°32’56.98” E	SD (Substrat dur naturelle ou artificiel)
S4	6 – 8	36°22’24.44” N 10°33’15.24” E	SD (Substrat dur naturelle ou artificiel)
S5	8 – 10	36°22’22.38 “ N 10°33’22. 98” E	HP et MP
S6	10-12	36°22’20.16” N 10°33’34.80” E	SD (Substrat dur naturelle ou artificiel)
S7	12 – 14	36°22’18.17” N 10° 34’ 54.80” E	HP et MP
S8	14 – 16	36° 20’16.78” N 10° 35’14.61” E	HP et MP
S9	16 - 18	36° 19’ 14.80” N 10°36’ 08.23” E	HP et MP

S10	0.5 - 2	36°22'30.77" N 10°32'43.78" E	SD (Substrat dur naturelle ou artificiel)
S11	2 – 3	36° 22'29.67" N 10°32'53.80" E	SD (Substrat dur naturelle ou artificiel)
S12	3-5	36°22'30.07"N 10°32'50.97" E	SD (Substrat dur naturelle ou artificiel)

Tableau VI : Liste des différentes stations dans la lagune d'El Bibane suivant la profondeur et le type de biocénose associée

Stations	Profondeur (m)	Biocénoses (communautés)
S1	0.5	*Cymodocea nodosa*
S2	2	*Halimeda tuna*
S3	2,9	*Cymodocea nodosa*
S4	4	*Ruppia maritima et Posidonia oceanica*
S5	7	*Cymodocea nodosa et Posidonia oceanica*
S6	5	*Posidonia oceanica*

Tableau VII : Liste et nombre d'espèces trouvées par site

	Gammarth	**Sidi Raïs**	**Haouaria**	**Hammamet**	**Lagune de Bizerte**	**Lagune d'El Bibane**
Order : Aplousoubranchia Lahille, 1890						
Family Clavelinidae						
Clavelina lepadiformis		**16**	**10**	**12**	**16**	**20**
Family : Polycitoridae						
Cystodytes dellechiajei		**20**	**16**	**14**		**6**
Distaplia magnilarva		**4**				
Polycitor adriaticus	**3**		**8**	**4**		**3**
Eudistoma planum	**5**		**6**			**5**
Eudistoma mucosum				**1**		
Eudistoma costai			**3**			
Family: Polyclinidae						
Synoicum lacazei		**6**		**8**		

Synoicum duboscqui		**3**	**2**			
Sidnyum elegans			**2**	**3**		**2**
Aplidium albicans	**3**		**2**			
Aplidium pulmonaria			**12**	**2**		
Aplidium proliferum		**4**	**3**	**4**		
Pseudodistoma crucigaster	**3**					
Pseudodistoma obscrurum				**2**		
Pseudodistoma cyrnusense				**2**		
Pseudodistoma ärnbäcki						**4**
Aplidium mediterraneum		**3**		**5**		
Aplidium sp.			**1**			
Aplidium conicum	**5**	**3**	**2**	**5**		
Aplidium argus			**20**	**18**		
Aplidium aff. nordmanni		**20**	**18**	**16**		
Aplidium hyalinum		**3**		**2**		
Aplidium pseudolobatum			**4**			
Aplidium caeruleum						**3**
Aplidium haouarianum			**6**			
Family: Didemnidae						
***Didemnum* sp.**			**2**	**3**		
Didemnum maculosum						**2**
Didemnum aff. comune				**3**		
Didemnum sp.1			**2**			
Didemnum sp.2				**1**		
Trididemnum inarmatum?				**2**		
Trididemnum cereum?						**2**
Polysyncraton lacazei			**3**	**3**		
Order: Phelobranchia Lahille, 1890						
Family: Cionidae						
Ciona intestinalis			**6**		**20**	

Rhopalaea neapolitana						
Family: Perophoridae						
Ecteinascidia turbinata						**30**
Family: Ascididae						
Ascidia sp.					**3**	
Ascidia mentula					**16**	
Ascidia virginea		**8**			**10**	
Ascidiella scabra		**18**				
Ascidiella aspersa		**6**			**30**	**12**
Phallusia mammilata				**6**	**12**	
Order: Stolidobranchia Lahille, 1890						
Family: Styelidae						
Styela plicata				**12**	**20**	
Styela canopus				**16**	**18**	
***Botryllus* schlosseri**			**2**	**2**	**6**	**4**
Botryllus leachi			**2**	**2**	**3**	
Polycarpa kornogi		**3**				
Polycarpa mamillaris		**8**				
Polycarpa violacea		**10**				**8**
Polycarpa gracilis		**2**				
Polycarpa sp.		**2**				
Distomus variolosus		**12**	**6**			
Family: Pyuridae						
Halocynthia papillosa		**6**		**4**		
Microcosmus savignyi		**3**				
Microcosmus squamiger		**6**		**7**	**16**	**1**
Microcosmus sabatieri			**5**		**2**	
Microcosmus polymorphus		**14**	**10**			
Microcosmus vulgaris		**1**	**1**			
Microcosmus nudistigma		**4**				
Microcosmus sp.1			**4**			
Microcosmus sp.2		**3**				
Pyura dura	**6**	**8**	**8**			**6**
Pyura squamulosa		**5**				**1**
Pyura microcosmus		**2**				

Pyura sp.						**1**
Family: Molgulidae						
Molgula appendiculata		**10**				
Molgula socialis	**10**	**12**	**8**			
Molgula occulata			***2***			
Molgula sp.		**4**				
Total	***35***	***222***	**174**	***158***	***172***	***110***
Nombre d'espèces	**7**	**30**	**30**	**28**	**14**	**16**

Tableau VIII : Liste des espèces trouvées dans le présent travail et celle trouvée dans la bibliographie

Présent travail	**Bibliographie :** (Azouz et Capapé, 1971 ; Bayle et al., 2003 a., b ; Ben Mustapha et al., 1999 ; Ben Mustapha et al., 2002 a., Ben Mustapha et al., 2003 ; Ben Mustapha, 2004 ; Boudouresque et al., 1986 ; Bradai, 2000 ; Hamza, 1998 ; Lubet et Azouz, 1969 ; Méliane 2003 et Méstiri et al., 2005 ; Pérès, 1954-56 ; Romdhane, 2003)
Clavelina lepadiformis *Cystodytes dellechiajei* *Distaplia magnilarva* *Polycitor adriaticus* *Eudistoma planum* *Eudistoma mucosum* *Eudistoma costai* *Synoicum lacazei* *Synoicum duboscqui* *Sidnyum elegans* *Aplidium albicans* *Aplidium pulmonaria* ou *Synoicum pulmonaria* *Aplidium proliferum* *Pseudodistoma crucigaster* *Pseudodistoma obscurum* *Pseudodistoma cyrnusense* *Pseudodistoma arnbacki* *Aplidium mediterraneum* *Aplidium sp.* *Aplidium conicum* *Morchellium argus* *Aplidium aff. nordmanni* *Aplidium hyalinum* *Aplidium aff. pseudolobatum* *Aplidium coerulum* *Aplidium haouarianum* *Didemnum aff. comune* *Trididemnum inarmatum ?* *Trididemnum cereum ?*	*Clavelina lepadiformis* *Clavelina dellavallei* *Clavelina nana* *Cystodytes dellechiajei* *Cystodytes philippensis* *Cystodytes tunisiensis* *Distaplia stylifera* *Diazona violacea* *Polycitor crystallinus* *Polycitor adriaticus* *Polysyncraton cantense* *Polysyncraton lacazei* *Polysyncraton amethyseteum* *Polysyncraton bilobatum* *Pseudodistoma cyrnusense* *Pseudodistoma oscurum* *Pseudodistoma crucigaster* *Distoma adriatica* *Polyclinella azemai* *Polyclinum aurantium* *Eudistoma tridentatum* *Eudistoma plumbeum* *Eudistoma paesslerioides* *Eudistoma banyulensis* *Eudistoma magnum* *Eudistoma mucosum* *Eudistoma planum* *Eudistoma costai* *Lissoclinum pseudoleptoclinum* *Aplidium haouarianum*

Didemnum sp.	*Amaroucium lobatum*
Didemnum sp.1	*Amaroucium pseudolobatum*
Didemnum sp.2	*Amaroucium profundum*
Didemnum maculosum	*Synoicum blochmanni*
Polysyncraton lacazei	*Synoicum cf. duboscqui*
Ciona intestinalis	*Aplidium proliferum*
Rhopalaea neapolitana	*Aplidium albicans*
Ecteinascidia turbinata	*Aplidium elegans*
Ascidia sp.	*Aplidium conicum*
Ascidia mentula	*Aplidium mediterraneum*
Ascidia virginea	*Aplidium aspersum*
Ascidiella scabra	*Aplidium brementi*
Ascidiella aspersa	*Aplidium tabarquensis*
Phallusia mammilata	*Didemum fulgens*
Styela plicata	*Didemun candidum*
Styela canopus Botryllus schlosseri	*Didemnum maculosum*
Botryllus leachi	*Didemnum comune*
Polycarpa kornogi	*Didemnum lahillei*
Polycarpa mamillaris	*Didemnum mucosum*
Polycarpa violacea	*Didemnum fulgens*
Polycarpa gracilis	*Didemnum coriaceum*
Polycarpa sp.	*Didemnum granulosum*
Distomus variolosus	*Diplosoma sp.*
Halocynthia papillosa	*Diplosoma listerianum*
Microcosmus savignyi	*Trididemnum cereum*
Microcosmus squamiger	*Trididemnum inarmatum*
Microcosmus sabatieri	*Trididemnum cf. savignyi*
Microcosmus polymorphus	*Polyclinum aurantium*
Microcosmus vulgaris	*Ciona intestinalis*
Microcosmus nudistigma	*Macroclinum calpsonis*
Microcosmus sp.1	*Metrocarpa nigrum*
Microcosmus sp.2	*Ecteinascidia turbinata*
Pyura dura	*Perphora listeri*
Pyura squamulosa	*Ascidia virginea*
Pyura microcosmus	*Ascidia mentula*
Pyura sp.	*Ascidiella aspersa*
Molgula appendiculata	*Ascidiella scabra*
Molgula socialis	*Phallusia mammilata*
Molgula occulata	*Phallusia ingeria*
Molgula sp.	*Phallusia fumigata*
	Microcosmus polymorphus
	Microcosmus exasperatus
	Microcosmus savigny
	Microcosmus sulcatus
	Microcosmus claudicans
	Microcosmus sulcatus
	Microcosmus sabatieri
	Microcosmus vulgaris
	Pyura squamulosa
	Pyura microcosmus

	Pyura dura *Halocynthia papillosa* *Polycarpa pomaria* *Polycarpa gracilis* *Polycarpa violacea* *Distomus variolosus* *Rhopalaea neapolitana* *Botryllus leachi* *Botryllus schlosseri* *Styela canopus* *Styela plicata* *Styela partita* *Molgula occulata* *Molgula ameasopheleba* *Molgula manhattensi* *Molgula bleizi* *Molgula appendiculata*

Tableau IX: Distribution des ascidies selon la profondeur

	0,5-2	2-4m	4-6m	6-8m	8-10m	10-12m	12-14m	14-16m	16-18m
Order : Aplousoubranchia Lahille, 1890									
Family Clavelinidae									
Clavelina lepadiformis	6	4	6	6	10	10	10	0	0
Family : Polycitoridae									
Cystodytes dellechiajei	0	5	8	10	12	12	0	0	0
Distaplia magnilarva	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Polycitor adriaticus	1	2	3	5	5	0	0	0	0
Eudistoma planum	1	0	2	3	3	3	0	0	0
Eudistoma mucosum	0	1	2	0	3	4	0	4	0
Family: Polyclinidae									
Synoicum lacazei	0	0	0	2	1	0	3	4	4
Synoicum duboscqui	0	0	0	3	2	0	0	0	0
Aplidium elegans	0	0	2	0	3	4	0	0	0
Aplidium albicans	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Aplidium pulmonaria	0	0	2	4	6	6	0	0	0
Aplidium proliferum	0	0	5	6	8	0	0	0	0
Pseudodistoma crucigaster	1	3	3	0	0	0	0	0	0
Pseudodistoma obscrurum	0	1	2	3	3	0	4	4	5

Pseudodistoma cyrnusense	0	1	1	2	3	0	0	0	0
Pseudodistoma arnbacki	0	0	1	3	0	0	0	0	0
Aplidium mediterraneum	0	0	4	4	5	6	6	0	0
Aplidium sp.	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Aplidium conicum	0	0	3	4	4	5	6	8	0
Aplidium argus	0	0	5	6	7	9	10	10	12
Aplidium aff. nordmanni	0	2	4	4	6	8	8	10	0
Aplidium hyalinum	0	0	2	1	2	0	0	0	0
Aplidium pseudolobatum	0	0	1	2	1	0	0	0	0
Aplidium caeruleum	0	0	2	1	0	0	0	0	0
Aplidium haouarianum	0	0	0	2	1	2	1	0	0
Family: Didemnidae									
Didemnum sp.	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Didemnum sp. 1	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Didemnum sp.2	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Didemnum maculosum	0	0	2	0	0	0	0	0	0
Didemnum aff. Maculosum	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Ttididemnum inarmatum?	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Trididemnum cereum?	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Polysyncraton lacazei	0	0	2	4	4	5	0	0	0
Order: Phelobranchia Lahille, 1890									
Family: Cionidae									
Ciona intestinalis	0	5	6	8	0	0	0	12	12
Rhopalaea neapolitana	0	0	0	0	0	0	0	6	8
Family: Perophoridae									
Ecteinascidia turbinata	10	16	18	20	0	0	0	0	0
Family: Ascididae									
Ascidia sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Ascidia mentula			5	6	0	0	0	0	0
Ascidia virginea	0	0	0	4	0	0	0	0	0
Ascidiella scabra	0	0	0	6	8	0	0	0	0
Ascidiella aspersa	0	2	4	4	6	0	0	0	0
Phallusia mammilata	0	0	4	6	8	0	10	0	13
Order: Stolidobranchia Lahille, 1890									
Family: Styelidae									

Styela plicata	3	3	4	6	10	0	0	0	0
Styela canopus	0	6	7	8	10	0	0	0	0
Botryllus schlosseri	4	5	5	0	6	6	0	0	0
Botryllus leachi	0	2	2	3	0	0	0	0	0
Polycarpa kornogi	0	0	1	2	2	0	0	0	0
Polycarpa mamillaris	0	3	5	6	9	0	0	0	0
Polycarpa violacea	4	6	8	9	0	11	0	0	0
Polycarpa gracialis	0	0	3	0	0	0	0	0	0
Polycarpa sp.	0	1	2	0	0	0	0	0	0
Distomus variolosus	0	4	8	0	0	0	0	0	0
Family: Pyuridae									
Halocynthia papillosa	0	0	0	0	0	0	5	0	6
Microcosmus savignyi	0	1	3	4	5	0	0	0	0
Microcosmus squamiger	0	0	1	7	6	11	2	0	0
Microcosmus sabatieri	0	0	0	0	0	4	0	7	0
Microcosmus polymorphus	0	2	9	10	12	14	0	0	0
Microcosmus vulgaris	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Microcosmus nudistigma	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Microcosmus sp.1	0	0	0	2	2	0	0	0	0
Microcosmus sp.2	0	0	0	0	2	1	0	0	0
Pyura dura	0	2	4	6	0	8	4	4	0
Pyura squamulosa	0	0	0	0	2	4	0	0	0
Pyura microcosmus	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Family: Molgulidae									
Molgula appendiculata	0	2	0	4	4	0	0	0	0
Molgula socialis	0	4	6	10	8	2	0	0	0
Molgula occulata	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Molgula sp.	0	0	0	2	0	0	2	0	0
Total	30	83	162	212	184	132	68	69	62
Moyenne	2,994	8,283	16,167	21,157	18,363	13,173	6,786	6,886	6,187
Nombre d'espèces	8	24	37	42	33	19	11	10	8

Tableau X: Liste des espèces d'Ascidies trouvées à Gammarth suivant les stations, le type de biocénose et le nombre d'individus

Espèces	Stations	Type de biocénose DC HP-MP	Nombre
Polycitor adriaticus	S1 –S2 –S3 –S4	0 3	3
Aplidium conicum	S2 –S3 –S4	1 4	5
Aplidium albicans	S3	0 3	3
Eudistoma planum	S1 –S3- S4	2 3	5
Pseudodistoma crucigaster	S2-S3	0 3	3
Pyura dura	S3- S4	1 5	6
Molgula socialis	S3- S4	3 7	10
Total		7 28	35

Tableau XI : Liste des espèces d'Ascidies trouvées à Sidi Raïs suivant les stations, le type de biocénose et le nombre d'individus

Espèces	Stations	Type de biocénose EI DC HP-MP	Nombre
Clavelina lepadiformis	S1-S3-S5	3 5 8	16
Cystodites dellachiajei	S2 -S3- S4-S5	0 10 10	20
Synoicum lacazei	S2-S4	0 3 3	6
Synoicum duboscqui	S2-S3	2 1 0	3
Aplidium conicum	S1 -S4 -S5	3 0 0	3
Aplidium mediterraneum	S1- S3- S5	0 3 0	3
Aplidium aff. nordmanni	S1-S2-S3-S5	3 7 10	20
Aplidium hyalinum	S5	0 0 3	3
Aplidium proliferum	S3	0 0 4	4
Ascidia virginea	S2-S3-S5	2 4 2	8
Ascidia scabra	S2-S3-S4-S5	4 6 8	18
Ascidiella aspersa	S3-S5	0 3 3	6
Phallusia mammilaris	S4-S5	0 0 8	8
Polycarpa violacea	S3-S5	0 4 6	10
Polycarpa gracilis	S2	0 2 0	2
Polycarpa kornogi	S4-S5	0 0 8	8
Distomus variolosus	S4-S5	0 0 12	12
Halocynthia papillosa	S4	0 0 6	6
Microcosmus sp.	S4	0 0 3	3
Microcosmus squamiger	S3-S4	0 2 4	6
Microcosmus polymorphus	S1–S2-S3 S4-S5	0 4 10	14
Microcosmus savignyi	S2-S3-S4-S5	0 0 3	3
Microcosmus	S2-S3	0 0 1	1

vulagaris					
Microcosmus nudistigma	S2-S3	0	4	0	4
Pyura dura	S3-S4	0	2	6	8
Pyura squamulosa	S4-S5	0	0	5	5
Pyura microcosmus	S3-S5	0	1	1	2
Molgula appendiculata	S1-S3-S4-S5	2	3	5	10
Molgula socialis	S1-S2-S3-S4-S5	3	4	5	12
Molgula sp.	S4	0	0	4	4
Total		22	62	138	222

Tableau XII: Liste des espèces d'Ascidies trouvées à Haouaria suivant les stations, le type de biocénose et le nombre d'individus

Espèces	Stations	Type de biocénose EI	DC	HP-MP	Nombre
Clavelina lepadiformis	S1-S3-S4	3	5	2	10
Cystodites dellachiajei	S2 -S3- S4-S5	4	6	6	16
Polycitor adriaticus	S3 -S5 -S6 -S7	1	3	4	8
Eudistoma planum	S3-S6	0	3	3	6
Eudistoma costai	S3	0	3	0	3
Synoicum dubosqui	S3	0	2	0	2
Sidnyum elegans	S3	0	2	0	2
Aplidium conicum	S1 -S4 -S5-S6- S7	0	2	0	2
Aplidium albicans	S1- S3- S5-S6- S7	0	0	2	2
Aplidium pulmonaria	S5-S6-S7	0	4	8	12
Aplidium proliferum	S6-S7	0	0	3	3
Aplidium argus	S1-S2-S5-S6	4	8	8	20
Aplidium aff. nordmanni	S1-S3-S5-S7	2	4	12	18
Aplidium pseudolobatum	S5	0	0	4	4
Aplidium haouarianum	S5-S6	0	0	6	6
Aplidium sp.	S5-S6	0	1	0	1
Didemnium sp.1	S5	0	0	2	2
Didemnium sp.	S3	0	2	0	2
Polysyncraton lacazei	S3 -S5- S6 -S7	0	1	2	3
Ciona intestinalis	S3-S5-S6	0	3	3	6
Botryllus schlosseri	S6	0	0	2	2
Botryllus leachi	S7	0	0	2	2
Distomus variolosus	S4-S5-S6	0	2	4	6
Microcosmus polymorphus	S2-S3	0	2	8	10

Microcosmus vulgaris	S3	0	1	0	1
Microcosmus sabatieri	S5-S6	0	2	3	5
Microcosmus sp.1	S6	0	0	4	4
Pyura dura	S1-S3-S6-S7	2	2	4	8
Molgula socialis	S4-S6-S7	0	2	6	8
Molgula occulata	S7	0	0	2	2
Total		16	60	100	174

Tableau XIII: Liste des espèces d'Ascidies trouvées dans le golfe de Hammamet suivant les stations, le type de biocénose et le nombre d'individus

Espèces	Stations	Type de substrat AP	SD	HP-MP	Nombre
Clavelina lepadiformis	S1, S2, S6, S10, 11 et S12	3	5	4	12
Cystodites dellachiajei	S2 -S3- S4-S5	4	6	6	14
Polycitor adriaticus	S6 –S7 –S8	0	1	3	4
Eudistoma planum	S3-S4	0	2	0	2
Eudistoma mucosum	S8	0	0	1	1
Synoicum lacazei	S4-S5	0	8	0	8
Aplidium elegans	S3	0	3	0	3
Aplidium conicum	S3 -S4 - S6	0	2	3	5
Aplidium proliferum	S5- S6	0	2	2	4
Aplidium pulmonaria	S6	0	0	2	2
Aplidium mediterraneum	S5-S7	0	2	3	5
Aplidium argus	S5-S7	0	8	10	18
Aplidium aff. nordmanni	S5-S7	0	4	12	16
Aplidium hyalinum	S7	0	0	2	2
Pseudodistoma obscurum	S5-S6	0	2	0	2
Pseudodistoma cyrnusense	S5	0	2	0	2
Didemnum aff. comune	S5	0	3	0	3
Didemnum sp.	S2-S3	1	2	0	3
Didemnum sp.2	S3	0	1	0	1
Trididemnum inarmatum?	S3	0	2	0	2
Polysyncraton lacazei	S5- S6 -S7	0	1	2	3
Phallusia mammilata	S8-S9	0	0	6	6
Styela plicata	S10-S11-S12	0	12	0	12
Styela canopus	S3-S4-S5-S6	0	8	8	16
Botryllus schlosseri	S12	0	2	0	2
Botryllus leachi	S10	0	2	0	2
Halocynthia pappilosa	S8-S9	0	0	4	4
Microcosmus squamiger	S5-S8-S9	0	2	2	4
Total		8	81	69	158

Tableau XIV: Liste des espèces d'Ascidies trouvées dans la lagune de Bizerte suivant les stations, le type de substrat et le nombre d'individu

Espèces	Stations	Type de support M R A	Nombre
Clavelina lepadiformis	S1-S2-S3-S4-S5-S6-S7	0 6 10	16
Ciona intestinalis	S2-S3-S4	20 0 0	20
Ascidia sp.	S2	3 0 0	3
Ascidia mentula	S1-S2-S3	10 6 0	16
Ascidia virginea	S1-S2	6 4 0	10
Ascidiella aspersa	S1	30 0 0	30
Phallusia mammilata	S1-S2-S3-S4	2 2 8	12
Styela plicata	S3-S4	0 8 12	20
Styela canopus	S3-S4	0 8 10	18
Botryllus scholseri	S1 –S4	2 0 1	3
Microcosmus sabateri	S2-S4-S5-S6-S7	4 0 1	5
Microcosmus squamiger	S2-S3-S4-S5-S6-S7	1 8 7	16
Total		75 42 49	169

Tableau XV : Liste des espèces d'Ascidies trouvées dans la lagune d'El Bibane suivant les stations, le type de substrat et le nombre d'individu
CN : biocénose composée de *Cymodocea nodosa*, HT : biocénose à *Halimeda tuna* ; SD : biocénose à supports solides (naturel et artificiel) ; HP-MP : biocénose à feuilles et mattes de *Posidonia oceanica* avec soit *Cymodocea nodosa*, soit *Rupia marittima*

Espèces	Stations	Type de biocénose CN HT SD HP-MP	Nombre
Clavelina lepadiformis	S5-S6	0 0 12 8	20
Cystodites dellachiajei	S4 –S5- S6	0 0 0 6	6
Polycitor adriaticus	S1 –S5 –S6	1 0 0 3	4
Aplidium elegans	S6	0 0 0 2	2
Eudistoma planum	S4 –S5 –S6	0 0 0 5	5
Pseudistoma arnbacki	S6	0 0 0 4	4
Aplidium coerulum	S6	0 0 0 3	3
Didemnum maculosum	S3-S5	1 0 0 2	3
Trididemnum cereum ?	S5	0 0 0 2	2
Ectinascidia turbinata	S1-S2-S3-S4	1 3 6 16	26
Ascidiella aspersa	S1-S2- S4-S5	5 2 4 3	14
Botryllus schlosseri	S4- S5-S6	0 0 0 4	4
Polycarpa violacea	S1-S5-S6	3 0 0 5	8
Microcosmus	S6	0 0 0 1	1

squamiger						
Pyura dura	S3-S5	2	0	0	4	6
Pyura squamulosa	S3	0	0	0	1	1
Pyura sp.	S5	0	0	0	1	1
Total		13	5	22	70	110

Tableau XVI : Pourcentages des ascidies coloniales et solitaires par sites

Sites	Espèces coloniales (%)	Espèces solitaires (%)	Famille prédominante	% de prédominance
Gammarth	66,7	33,3	Polycitoridae/ Polyclinidae	33,3
Sidi Raïs	32	68	Pyuridae	32
El Haouaria	70,8	29,2	Polyclinidae	37,5
Hammamet	75	25	Polyclinidae	37,5
Lagune de Bizerte	15,4	84,6	Ascididae	38,5
Lagune d'El Bibane	64,3	35,7	Polycitoridae/pyuridae	21,4

Tableau XVII : Distribution saisonnière des ascidies

	Hiver 2006	Printemps 2006	Eté 2006	Automne 2006	Hiver 2007	Printemps 2007	Eté 2007	Automne 2007	Hiver 2008
Ordre : Aplousoubranchia Lahille, 1890									
Famille Clavelinidae									
Clavelina lepadiformis	**10**	**14**	**16**	**13**	**12**	**14**	**17**	**15**	**12**
Famille : Polycitoridae									
Cystodytes dellechiajei	**18**	**18**	**15**	**14**	**20**	**18**	**17**	**15**	**20**
Distaplia magnilarva	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Polycitor adriaticum	**4**	**0**	**1**	**1**	**0**	**0**	**2**	**2**	**4**
Eudistoma planum	**0**	**2**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Eudistoma mucosum	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**
Famille: Polyclinidae									
Synoicum lacazei	**3**	**2**	**6**	**4**	**5**	**4**	**6**	**5**	**3**
Synoicum duboscqui	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**	**2**	**0**	**0**
Aplidium elegans	**0**	**2**	**4**	**0**	**4**	**0**	**1**	**3**	**0**

Aplidium albicans	**2**	**3**	**0**	**0**	**1**	**4**	**1**	**0**	**0**
Aplidium pulmonaria	**18**	**8**	**10**	**4**	**16**	**10**	**8**	**5**	**20**
Aplidium proliferum	**2**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**
Pseudodistoma crucigaster	**1**	**2**	**0**	**3**	**1**	**2**	**0**	**2**	**1**
Pseudodistoma obscrurum	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**
Pseudodistoma cyrnusense	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**
Pseudodistoma arnbacki	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Aplidium mediterraneum	**4**	**5**	**4**	**7**	**5**	**4**	**6**	**5**	**5**
Aplidium sp.	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**
Aplidium conicum	**12**	**10**	**4**	**0**	**14**	**10**	**6**	**0**	**9**
Aplidium argus	**10**	**9**	**7**	**0**	**8**	**9**	**10**	**0**	**14**
Aplidium aff. nordmanni	**10**	**9**	**8**	**10**	**12**	**13**	**14**	**16**	**18**
Aplidium hyalinum	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**3**
Aplidium pseudolobatum	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**
Aplidium coerulum	**2**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Aplidium haouarianum	**2**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**2**	**0**	**1**
Famille: Didemnidae									
Didemnum sp.		**2**	**1**	**1**	**2**		**2**		
Didemnum maculosum			**2**						
Didemnum aff. Commune	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Didemnum sp. 1	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**
Didemnum sp. 2	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Trididemnum inarmatum?	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**
Trididemnum cereum?	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Polysyncraton lacazei	**4**	**3**	**0**	**2**	**4**	**2**	**3**	**0**	**5**
Order: Phelobranchia Lahille, 1890									
Famille: Cionidae									
Ciona intestinalis	**5**	**6**	**10**	**8**	**10**	**12**	**6**	**8**	**14**
Rhopalaea neapolitana	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Famille: Perophoridae									
Ecteinascidia turbinata	**16**	**18**	**20**	**16**	**15**	**16**	**18**	**15**	**16**

Famille: Ascididae									
Ascidia sp.	**0**	**3**	**0**	**4**	**5**	**0**	**3**	**0**	**0**
Ascidia mentula	**6**	**4**	**7**	**5**	**6**	**4**	**3**	**5**	**9**
Ascidia virginea	**4**	**0**	**0**	**0**	**5**	**4**	**0**	**0**	**5**
Ascidiella scabra	**0**	**0**	**6**	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**12**
Ascidiella aspersa	**2**	**2**	**3**	**0**	**0**	**4**	**5**	**0**	**4**
Phallusia mammilata	**2**	**3**	**4**	**3**	**5**	**1**	**4**	**2**	**0**
Order: Stolidobranchia Lahille, 1890									
Famille: Styelidae									
Styela plicata	**9**	**10**	**14**	**15**	**13**	**11**	**13**	**14**	**15**
Styela canopus	**10**	**8**	**9**	**0**	**0**	**8**	**9**	**0**	**0**
Botryllus schlosseri	**5**	**4**	**4**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**5**
Botryllus leachi	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**
Polycarpa kornogi	**1**	**3**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**2**	**0**
Polycarpa mamillaris	**9**	**8**	**6**	**5**	**6**	**9**	**7**	**8**	**10**
Polycarpa violacea	**0**	**0**	**5**	**0**	**0**	**0**	**8**	**0**	**0**
Polycarpa gracialis	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Polycarpa sp.	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**
Distomus variolosus	**6**	**5**	**4**	**5**	**7**	**8**	**7**	**8**	**9**
Famille: Pyuridae									
Halocynthia papillosa	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**
Microcosmus savignyi	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**
Microcosmus squamiger	**8**	**1**	**3**	**1**	**5**	**3**	**2**	**1**	**6**
Microcosmus sabatieri	**0**	**0**	**3**	**3**	**0**	**2**	**0**	**0**	**2**
Microcosmus polymorphus	**10**	**9**	**8**	**2**	**9**	**7**	**2**	**9**	**10**
Microcosmus vulgaris	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**
Microcosmus nudistigma	**0**	**0**	**3**	**0**	**0**	**4**	**0**	**0**	**0**
Microcosmus sp.1	**2**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**
Microcosmus sp.2	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**2**
Pyura dura	**2**	**3**	**8**	**4**	**3**	**2**	**8**	**3**	**3**
Pyura squamulosa	**3**	**0**	**1**	**0**	**5**	**3**	**4**	**0**	**6**
Pyura microcosmus	**0**	**0**	**2**	**0**	**6**	**0**	**0**	**0**	**7**
Famille: Molgulidae									
Molgula appendiculata	**0**	**0**	**15**	**0**	**0**	**0**	**5**	**4**	**3**

Molgula socialis	**10**	**6**	**0**	**8**	**5**	**10**	**12**	**8**	**14**
Molgula occulata	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
Molgula sp.	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**
Moyenne	**212**	**186**	**233**	**144**	**209**	**212**	**233**	**155**	**264**
nombre moyen d'individus	**11,47**	**10,06**	**12,60**	**7,79**	**11,30**	**11,47**	**12,60**	**8,38**	**14,28**
nombre moyen d'espèces	**33**	**31**	**42**	**24**	**27**	**31**	**40**	**22**	**31**

Liste des abréviations chimiques

Abréviations	**Significations**
AcOH	Acide acétique
CH_2Cl_2	Dichlorométhane
CH_3CN	Acetonitrile
DEDL	Détecteur à diffusion de la lumière
ECIMAR	Ecologie Chimique Marine
HPLC	Chaine de Chromatographie Liquide Haute Performance
H_2O	Eau
LC/MS	Chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse
MHz	Méga Hertz
MeOH	Méthanol
MiliQ	Eau purifiée
mL/mn	Millilitre par minute
nm	Nanomètre
RMN	Résonance Magnétique Nucléaire
TFA	Acide Trifluoroacétique
UV	Ultra Violet