

Diatomées des herbiers de phanérogames marines de Martinique

RAPPORT

Par

Gilles Gassiole¹ & Olivier Monnier²

¹ MicPhyc ; ² ADLaF

Introduction

Peu d'études concernent les diatomées associées aux phanérogames marines (De Stefano *et al.* 2000, Mazzela *et al.* 1994, Corlett & Jones 2007, Hein *et al.* 2008). Elles constituent pourtant une source de nourriture importante pour certaines espèces de l'écosystème « herbier » (Heijs 1984, Uku 2005), comme la Grande Conche (*Lobatus gigas*), qui est une espèce protégée (Boman *et al.* 2019). En Martinique, si des travaux récents concernent les diatomées marines (Desrosiers *et al.* 2013, 2014a, 2014b, Riaux-Gobin *et al.* 2017, Kaleli *et al.* 2018, Loir & Gianfranco 2014), aucune ne concerne les herbiers de phanérogames. Par ailleurs, l'INPN ne comprend aucune donnée diatomées sur les eaux marines de Martinique. Cette étude exploratoire permettra donc d'intégrer une première liste de données sur un phylum absent de l'INPN pour les eaux marines de Martinique.

A l'occasion d'une campagne d'acquisition de données sur les herbiers de phanérogames marines de Martinique (Le Moal *et al.* 2015), neuf échantillons d'épiphyton ont été prélevés sur les feuilles des principales espèces de phanérogames, *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* et *Halophila stipulacea*. Dans ce rapport, les communautés de diatomées sont analysées afin d'établir la liste des espèces et de dégager une typologie des assemblages. Toutes les données taxinomiques produites sont géoréférencées pour permettre leur inclusion à l'INPN. Par ailleurs, ces données ont commencé à être valorisées à l'occasion d'une communication orale au colloque de l'Association des diatomistes de langue française (ADLaF), à Limoges en septembre 2024 (Annexe 1), et un article est en préparation pour les actes du colloque, à paraître dans *Botany Letters*.

Matériel et Méthode

La Martinique et ses herbiers : principales espèces de phanérogames

Trois espèces de phanérogames dominent les herbiers de Martinique :

- ***Thalassia testudinum*** Banks ex König 1805, est l'espèce dite « climacique » (Short *et al.* 2007, 2010b),
- ***Syringodium filiforme*** Kützinger 1860, est une espèce plus opportuniste, qui profite notamment de perturbations physiques de l'environnement (Short *et al.* 2007, 2010a),
- ***Halophila stipulacea*** (Forsskål) Ascherson 1867, est une espèce invasive originaire de l'Indopacifique (Maréchal *et al.* 2013, Willette *et al.* 2014).

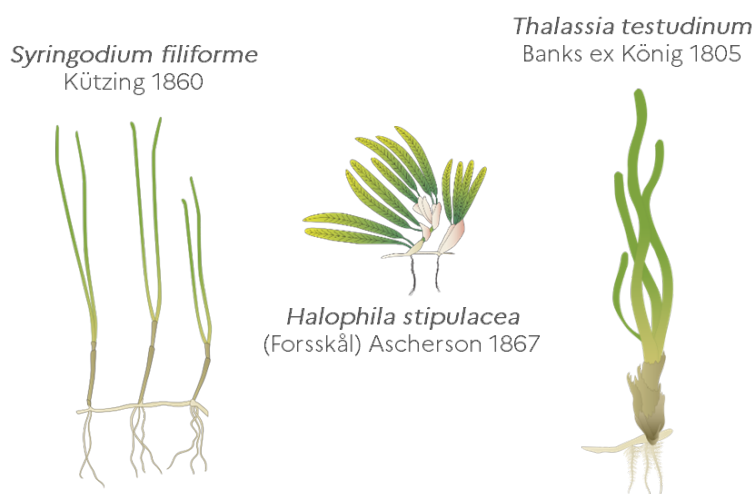


Figure 1. Les trois principales espèces de phanérogames marines de Martinique. Source des illustrations : ian.umces.edu.

Map of the French West Indies (Guadeloupe and Martinique) showing sampling locations for seagrass meadows and associated species. The map includes a legend, a scale bar (0-10 km), and an inset map of the Caribbean Sea. Coordinates are 61°15'W, 61°W, 14°45'N, and 14°30'N. Specific locations labeled are Baie de Fort-de-France and Baie des Anglais.

Legend:

- Seagrass meadows (Green area)
- $\bullet$ *T. testudinum*
- $\blacktriangle$ *S. filiforme* & *T. testudinum*
- $\star$ *H. stipulacea*
- $\blacklozenge$ Other

Echantillonnage, traitement et analyse microscopique des échantillons

Tableau 1. Liste des échantillons de biofilm prélevés sur les feuilles de phanérogames

Date	Heure	N°Ech	N° st. Herb.	Préleveur	GPS X	GPS Y	Alt.	Nom site	Support (phanérogames)
08/05/2013	11:10	1	31	OM	61°13'15,3"	14°47'35,6"	-5	Le Prêcheur	<i>Halophila stipulacea</i>
08/05/2013	14:20	2	30	OM	61°10'52,4"	14°43'45,8"	-6	Saint-Pierre	<i>Halophila stipulacea</i>
09/05/2013	15:50	3	27	OM	61°04'4,8"	14°36'02,9"	-2	Savanne	<i>Halophila stipulacea</i>
10/05/2013	15:05	4	29	OM	61°11'06,1"	14°42'25,0"	-6	Carbet	<i>Halophila stipulacea</i>
15/05/2013	11:10	5	15	OM	60°51'59,1"	14°23'34,6"	-1,5	Ilet Cabrit	<i>Thalassia testudinum</i> , <i>Syringodium filiforme</i>
15/05/2013	15:25	6	16	OM	60°52'46,7"	14°24'08,2"	-3	Saline	<i>Thalassia testudinum</i> , <i>Syringodium filiforme</i>
17/05/2013	14:45	7	21	OM	61°05'22,7"	14°30'21,8"	-5	Cap Salomon	<i>Thalassia testudinum</i> , <i>Halophila stipulacea</i>
18/05/2013	10:50	8	23	OM	61°03'17,1"	14°33'13,0"	-5	Anse Mitan	<i>Halophila stipulacea</i>
18/05/2013	14:40	9	22	OM	61°04'00,6"	14°32'34,7"	-4	Anse à l'Âne	<i>Thalassia testudinum</i>

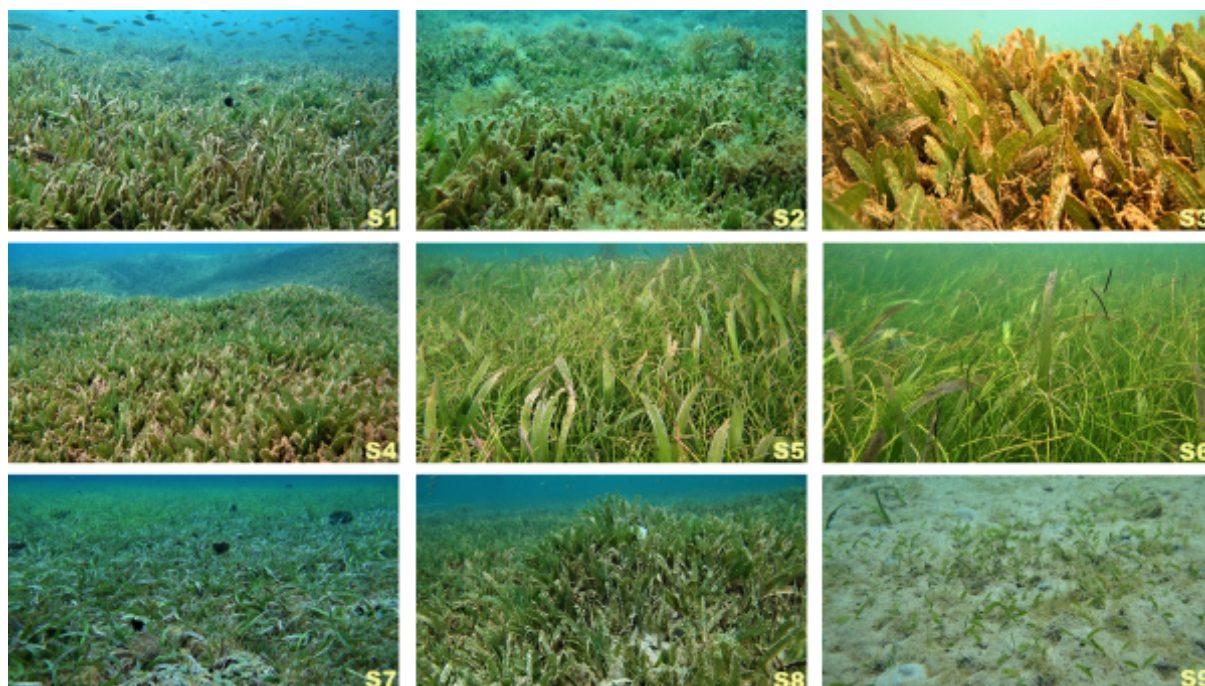


Figure 3. Illustrations des neuf stations échantillonnées. L'important biofilm à diatomées est bien visible sur la photographie de la station n°3.

Au laboratoire, les échantillons ont été traités à l'acide nitrique à chaud, afin de les débarrasser de leur matière organique. Après rinçage, ils ont été montés entre lame et lamelle au Naphrax® pour les observations en microscopie optique. La détermination d'au moins 200 valves a été faite sur chaque échantillon, à l'aide des sources bibliographiques suivantes : Al-Handal *et al.* 2016, Hein *et al.* 2008, Lobban *et al.* 2012, Lobban *et al.* 2022, Loir & Gianfranco 2014, López-Fuerte *et al.* 2010, Paulmier 1997, Peragallo & Peragallo 1897-1908, Stidolph *et al.* 2012, Witkowski *et al.* 2000.

Traitements statistiques

Pour les analyses statistiques, les différents taxons inventoriés ont été codés (4 signes). Différents indicateurs de diversité ont été calculés : comme l'entropie de Shannon (H , Shannon 1948) et l'équitabilité de Pielou (J , Pielou 1966). Deux méthodes ont été utilisées pour établir la typologie des assemblages : la classification hiérarchique ascendante (CAH, Ward 1963) et la méthode des *K-means* (Dolnicar *et al.* 1999). La distance de Hellinger a été utilisée pour normaliser les données d'inventaires afin de réduire les effets des valeurs nulles dans les inventaires, toutes les espèces n'étant pas présentes dans chaque inventaire (Legendre & Gallagher 2001). Les combinaisons de taxons les plus structurants des différents types d'assemblages obtenus avec la méthode des *K-means*, ont été déterminées avec la méthode « multipatt » (*multilevel pattern analysis*, De Cáceres & Legendre 2009, De Cáceres *et al.* 2010), basée sur la fonction IndVal (Dufrêne & Legendre 1997), et appliquée aux 68 taxons inventoriés lors des comptages. Les taxons les plus représentatifs des différents groupes ou de combinaisons de groupes ont également été déterminés.

Les différents traitements statistiques ont été réalisés avec les packages *vegan*, *indicspecies* et *labdsv* du logiciel R (Oksanen *et al.* 2022, De Cáceres & Legendre 2009, Roberts 2023).

Résultats

Relation phanérogames-diatomées

Il s'avère que deux échantillons (stations 5 et 6) étaient dépourvus de diatomées. Il s'agit de deux herbiers mixtes à *T. testudinum* et *S. filiforme*. Par ailleurs, l'échantillon 7, qui provient d'un herbier mixte à *T. testudinum* et *H. stipulacea* est nettement moins riche en diatomées que les échantillons

provenant d'herbiers monospécifiques à *H. stipuleacea*. Nous supposons que *T. testudinum* et *S. filiforme* présentent des capacités antifouling ne permettant pas leur colonisation par les diatomées, qu'il existe un biais d'échantillonnage lié à l'espèce de phanérogame, ou bien que les conditions naturelles n'étaient pas propices aux diatomées pour ces stations-là.

Taxons inventoriés

98 espèces ou supposées espèces de diatomées ont été inventoriées. La liste des taxons est présentée ci-dessous (Tab. 2). La classification proposée est celle de l'AlgaeBase (Guiry 2024, Guiry & Guiry 2024). Pour certains taxons, des vérifications et ajustements ont été faits, s'inspirant entre autres de Adl *et al.* (2019), Medlin & Kaczmarska (2004), Medlin & Desdevises (2020) et Round *et al.* (1990). La plupart des taxons inventoriés est illustrée planches 1 à 5.

Tableau 2. Classification linnéenne des taxons du clade « diatomées » (*Diatomeae* Dumortier 1821, d'après Adl *et al.* 2019) inventoriés dans les herbiers de phanérogames de Martinique. *Espèces recensées hors inventaires. (?) Identification incertaine. (!) Position systématique incertaine

- Classe :** Coscinodiscophyceae Round & R.M. Crawford 1990, emend. Medlin & Kaczmarska 2004
 - Ordre :** Paraliales Crawford in Round *et al.* 1990
 - Famille :** Paraliaceae Crawford 1988
 - Genre :** *Paralia* Heiberg 1863
 - Paralia* cf. *sulcata* (Ehrenberg) Cleve 1873
 - Ordre :** Stephanopyxales Nikolaev ???? (!)
 - Famille :** Hydroseraceae Nikolaev & Harwood 2002
 - Genre :** *Hydrosera* Wallich 1858
 - Hydrosera* sp.*
 - Ordre :** Coscinodiscales Round & Crawford in Round *et al.* 1990
 - Famille :** Hemidiscaceae Hendey 1937 emend. Simonsen 1975
 - Genre :** *Actinocyclus* Ehrenberg 1837
 - Actinocyclus* cf. *subtilis* (W.Gregory) Ralfs 1861*
- Classe :** Mediophyceae (Jousé & Proshkina-Lavrenko) Medlin & Kaczmarska 2004
 - Ordre :** Ardissonaeales Round 1990, emend. Lobban & Ashworth 2022
 - Famille :** Ardissonaceae Round 1990, emend. Lobban & Ashworth 2022
 - Genre :** *Ardissona* De Notaris 1870, emend. Poulin *et al.* 1986, emend. Lobban & Ashworth 2022
 - Ardissona formosa* (Hantzsch) Grunow 1880
 - Ardissona* sp.*
 - Genre :** *Synedrosphenia* (H.Peragallo) Azpeitia 1911
 - Synedrosphenia* cf. *crystallina* (C.Agardh) Lobban & Ashworth 2022
 - Genre :** *Climacosphenia* Ehrenberg 1841
 - Climacosphenia* cf. *elongata* J.W.Bailey 1854*
 - Genre :** *Toxarium* Bailey 1854
 - Toxarium* cf. *hennedyanum* (W.Gregory) Pelletan 1889
 - Toxarium undulatum* J.W.Bailey 1854*
 - Ordre :** Hemiaulales Round & R.M.Crawford 1990
 - Famille :** Isthmiaceae Schütt 1896 ? (!)
 - Genre :** *Isthmia* C.A. Agardh 1832
 - Isthmia enervis* Ehrenberg 1838
 - Ordre :** Thalassiosirales Glezer & Makarova 1986
 - Famille :** Skeletonemataceae Lebour 1930
 - Genre :** *Skeletonema* Greville 1865, nom. et typ. cons.
 - Skeletonema* sp.
 - Famille :** Thalassiosiraceae Lebour 1930
 - Genre :** *Thalassiosira* Cleve 1873
 - Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve 1904
 - Thalassiosira oestrupii* (Ostenfeld) Proshkina-Lavrenko ex Hasle 1960*
 - Thalassiosira* sp.

Ordre : Cymatosirales Round & Crawford 1990
Famille : Cymatosiraceae Hasle, von Stosch & Syversten 1983
Genre : *Cymatosira* Grunow 1862
Cymatosira lorenziana Grunow 1862

Ordre : Eupodiscales V.A.Nikolaev & D.M.Harwood 2000
Famille : Odontellaceae P.A.Sims, D.M.Williams & Ashworth 2018
Genre : *Odontella* C.Agardh 1832
Odontella aurita (Lyngbye) C.Agardh 1832*
Genre : *Pseudictyota* P.A.Sims & D.M.Williams 2018
Pseudictyota dubia (Brightwell) P.A.Sims & D.M.Williams 2018*

Classe : Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarek 2004

Ordre : Fragilariales Silva 1962 emend. Round in Round *et al.* 1990
Famille : Fragilariaceae Greville 1833
Genre : *Fragilaria* Lyngbye 1819
Fragilaria striatula Lyngbye 1819 (?)
Genre : *Pseudostaurosira* D.M.Williams & Round 1987
Pseudostaurosira bronkei (Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin) C.E.Wetzel & E.A.Morales 2019
Genre : *Synedra* Ehrenberg 1830
Synedra gaillonii (Bory) Ehrenberg 1830

Ordre : Licmophorales Round 1990
Famille : Licmophoraceae Kützing 1844
Genre : *Licmophora* C.Agardh 1827, nom. et typ. cons.
Licmophora sp.*
Genre : *Podocystis* Bailey 1854, nom. cons.
Podocystis adriatica (Kützing) Ralfs 1861*

Ordre : Rhabdonematales Round & R.M.Crawford 1990
Famille : Grammatophoraceae Lobban & Ashworth 2014
Genre : *Grammatophora* Ehrenberg 1840
Grammatophora oceanica var. *subtilissima* (Bailey) Grunow 1881
Grammatophora sp.*
Famille : Rhabdonemataceae Round & R.M.Crawford 1990
Genre : *Rhabdonema* Kützing, 1844 nom. cons.
Rhabdonema adriaticum Kützing 1844*

Ordre : Rhaphoneidales Round in Round *et al.* 1990
Famille : Rhaphoneidaceae Forti 1912
Genre : *Delphineis* Andrews 1977
Delphineis minutissima (Hustedt) Simonsen 1987*
Delphineis sp.

Ordre : Lyrellales D.G.Mann 1990
Famille : Lyrellaceae D.G.Mann 1990
Genre : *Lyrella* Karayeva 1978
Lyrella sp.*

Ordre : Mastogloiales D.G.Mann in Round *et al.* 1990
Famille : Mastogloiaceae Mereschkowsky 1903
Genre : *Mastogloia* Thwaites ex W.Smith 1856
Mastogloia braunii Grunow 1863
Mastogloia cocconeiformis Grunow 1860*
Mastogloia corsicana (Grunow) H.Peragallo & M.Peragallo 1897
Mastogloia fimbriata (T.Brightwell) Grunow 1863*
Mastogloia grunowii A.W.F.Schmidt 1893
Mastogloia ignorata Hustedt 1933
Mastogloia cf. *delicatissima* Hustedt 1933
Mastogloia sp. 5
Mastogloia sp. 7

Ordre : Achnanthesales Silva 1962
Famille : Cocconeidaceae Kützing 1844

Genre : *Amphicocconeis* M.De Stefano & D.Marino 2003
Amphicocconeis disculoides (Hustedt) Stefano & Marino 2003*

Genre : *Cocconeis* Ehrenberg 1837
Cocconeis coronatoides Riaux-Gobin & Romero 2011*
Cocconeis distans W.Gregory 1855
Cocconeis krammeri Lange-Bertalot & Metzeltin 1996
Cocconeis scutellum Ehrenberg 1838*
Cocconeis stauroneiformis H.Okuno 1957
Cocconeis woodii Reyes-Vasquez 1970

Famille : Achnanthidiaceae D.G.Mann in Round et al. 1990

Genre : *Planothidium* Round et Bukhtiyarova 1996
Planothidium delicatulum (Kützing) Round et Bukhtiyarova 1996
Planothidium cf. *engelbrechtii* (Cholnoky) Round et Bukhtiyarova 1996

Ordre : Naviculales Bessey 1907 emend. D.G.Mann in Round et al. 1990

Famille : Amphipleuraceae Grunow 1862

Genre : *Fallacia* Stickle et D.G.Mann 1990
Fallacia florinae (M.Møller) Witkowski 1993

Genre : *Halamphora* (Cleve) Mereschkowsky 1903
Halamphora acutiuscula (Kützing) Levkov 2009

Famille : Diploneidaceae D.G.Mann in Round et al. 1990

Genre : *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve 1894
Diploneis suborbicularis (W.Gregory) Cleve 1894*
Diploneis cf. *incurvata* (W.Gregory) Cleve 1894
Diploneis sp. 1
Diploneis sp. 3
Diploneis sp. 5
Diploneis sp. 6

Famille : Naviculaceae Kützing 1844 emend. D.G.Mann in Round et al. 1990

Genre : *Haslea* Simonsen 1974
Haslea nautica (Cholnoky) M.F.Giffen 1980

Genre : *Navicula* Bory 1822
Navicula flagellifera Hustedt 1939
Navicula longa var. *irregularis* Hustedt 1955
Navicula pennata A.W.F.Schmidt 1876
Navicula platyventris F.Meister 1935
Navicula sp.

Genre : *Gyrosigma* Hassall 1845, nom. cons.
Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Rabenhorst 1853

Genre : *Seminavis* D.G.Mann in Round et al. 1990
Seminavis sp.
Seminavis strigosa (Hustedt) Danieledis & Economou-Amilli 2003

Famille : Naviculales incertae sedis

Genre : *Fogedia* Witkowski, Lange-Bertalot, Metzeltin & Bafana 1997
Fogedia sp.

Genre : *Navicula* sensu lato
Navicula s.l. sp. 1
Navicula s.l. sp. 2
Navicula s.l. sp. 3
Navicula s.l. sp. 7
Navicula s.l. sp. 8*
Navicula s.l. sp. 9

Famille : Pleurosigmataceae Mereschkowsky 1903

Genre : *Pleurosigma* W.Smith 1852, nom. et typ. cons.
Pleurosigma inflatum Shadbolt 1853
Pleurosigma sp. 2

Ordre : Thalassiophysales D. G. Mann in Round et al. 1990

Famille : Catenulaceae Mereschkowsky 1902

- Genre** : *Amphora* Ehrenberg ex Kützing 1844
Amphora bigibba Grunow 1875
Amphora helenensis Giffen 1973
Amphora sp.*
Amphora proteus W.Gregory 1857
- Ordre** : Bacillariales Hendey 1937 emend. D. G. Mann in Round et al. 1990
- Famille** : Bacillariaceae Ehrenberg 1831
- Genre** : *Bacillaria* Gmelin 1791
Bacillaria socialis (W.Gregory) Ralfs 1861
Bacillaria sp.*
- Genre** : *Cylindrotheca* Rabenhorst 1859, nom. cons.
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin 1964
- Genre** : *Homoeocladia* C.Agardh 1827, nom. rejic.
Homoeocladia distans (W.Gregory) Kuntze 1898
- Genre** : *Nitzschia* Hassall 1845
Nitzschia aurariae Cholnoky 1966
Nitzschia bergii A.Cleve 1952
Nitzschia cf. *bulnheimiana* (Rabenhorst) H.L.Smith 1888
Nitzschia microcephala Grunow 1880
Nitzschia perindistincta Cholnoky 1960
Nitzschia scalpelliformis Grunow 1880*
Nitzschia sigma var. *intercedens* Grunow 1878
Nitzschia sp. 5
- Genre** : *Psammodictyon* D.G.Mann 1990
Psammodictyon (*Nitzschia*) *constrictum* (W.Gregory) D.G.Mann 1990*
- Genre** : *Tryblionella* W.Smith 1853
Tryblionella acuta (Cleve) D.G.Mann 1990*
Tryblionella apiculata W.Gregory 1857
Tryblionella cf. *coarctata* (Grunow) D.G.Mann 1990
- Ordre** : Rhopalodiales D.G.Mann in Round et al. 1990
- Famille** : Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevsky et Oksiyuk 1960
- Genre** : *Epithemia* Kützing 1844
Epithemia cf. *gibberula* (Ehrenberg) Kützing 1844*
Epithemia musculus Kützing 1844
- Ordre** : Surirellales D.G.Mann in Round et al. 1990
- Famille** : Surirellaceae Kützing 1844
- Genre** : *Surirella* Turpin 1828
Surirella sp.
- Genre** : *Campylodiscus* Ehrenberg ex Kützing 1844
Campylodiscus neofastuosus Ruck & Nakov 2016*
Campylodiscus simulans W.Gregory 1857
Campylodiscus sp.

Remarques sur quelques taxons

Stephanopyxales Nikolaev

Il n'a pas été possible de déterminer l'année d'invention de cet ordre –apparaissant dans la classification proposée par AlgaeBase– sur la base des travaux de Nikolaev ou d'autres auteurs que nous avons pu consulter, et nous n'avons pas la certitude de sa validité au regard du code de nomenclature (Turland *et al.* 2018), le type n'étant pas indiqué dans AlgaeBase. La citation la plus ancienne rencontrée date de 2001 (Nikolaev *et al.* 2001, Nikolaev & Harwood 2002b). Il est donc probable que l'invention de ce taxon soit antérieure à cette publication. Cependant, ni Round *et al.* (1990), ni Medlin & Kaczmarska (2004), qui se réfèrent à Round *et al.* (1990) pour les taxons du niveau de l'ordre, ne font mention des Stephanopyxales dans leur affectation des ordres à la classe des Coscinodiscophyceae. Dans cet ouvrage, les familles composant l'ordre des Stephanopyxales

(Endictyaceae R.M.Crawford 1990 et Stephanopyxidaceae Nikolaev ???), sont affectées à l'ordre des Melosirales R.M.Crawford 1990, selon l'AlgaeBase, à l'exception de la famille des Hydroseraceae Nikolaev & Harwood 2002 (2002a), qui n'existait pas encore.

Isthmiaceae Schütt

Cette famille aurait été créée par Schütt, sans que l'AlgaeBase n'en mentionne l'année ni la source, ni le type, sans doute en suivant la nomenclature donnée dans la publication de Nikolaev & Harwood (2002a). La principale publication de Schütt relative à la classification des diatomées date de 1896 (Schütt 1896). La classification de Schütt n'est pas claire concernant les niveaux nomenclaturaux auxquels celui-ci attribut les différents taxons (voir Williams & Kociolek 2011). Au quatrième niveau nomenclatural de la taxinomie de Schütt, apparaissent les Isthmiinae. La syntaxe fait plutôt penser à un sous-ordre, à une famille ou à une tribu. Bessey (1900), qui reprend la classification de Schütt (d'après Williams & Kociolek 2011), distingue quatre niveaux également, qui sont : la famille, la sous-famille, la tribu et le genre. Le genre *Isthmia* est attribué à la tribu des Biddulphiaceae, qui appartient à la sous-famille des Centricae, qui elle-même est incluse dans la famille des Bacillariaceae (les diatomées). Il n'est donc pas question d'une famille des Isthmiaceae dans ces écrits. Il ne semble pas possible non plus d'établir le lien entre les niveaux nomenclaturaux de Bessey et ceux de Schütt, sans se référer à la publication de ce dernier.

Dans l'AlgaeBase, la famille des Isthmiaceae ne comprend que le genre *Isthmia* comme genre valide. Round *et al.* (1990) ne font pas mention de cette famille dans leur classification. Ils classent le genre *Isthmia* dans la famille des Biddulphiaceae, avec six autres genres, soit dans un autre ordre (Biddulphiales) que l'AlgaeBase (Hemiaulales).

***Synedrosphenia* cf. *crystallina* (C.Agardh) Lobban & Ashworth (Pl. 1, fig. 7)**

Les spécimens observés diffèrent des données de la littérature (Lobban *et al.* 2022) par le nombre de stries, ici plus denses (18 en 10 µm contre 11).

***Toxarium* cf. *hennedyanum* (W.Gregory) Pelletan (Pl. 1, fig. 7)**

Chez les spécimens observés, la partie centrale renflée est plus large que ce que décrit la littérature.

***Pseudostaurosira bronkei* (Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin) C.E.Wetzel & E.A.Morales (Pl. 2, fig. 2)**

Plusieurs genres et espèces de diatomées pénnées araphidées possèdent une forme similaire et une structure très hyaline (p. ex. *Anaulus simonsenii*, *Parvifusus hyalinus*, *Tabularia waernii*...). L'identification de *P. bronkei* devra être confirmée, peut-être au moyen de la microscopie électronique.

***Mastogloia fimbriata* (T.Brightwell) Grunow 1863 (Pl. 4, fig. 2)**

Le nombre de chambres marginales est variable d'un spécimen à l'autre. Certains spécimens observés présentent seulement 6 chambres marginales contre 8 dans la majorité des cas (Hein *et al.* 2008, Loir & Gianfranco 2014, Witkowski *et al.* 2000). Cependant, Lobban *et al.* (2012) montrent un individu avec 10 chambres marginales et Park *et al.* (2018) un individu avec 6 chambres. Al-Handal *et al.* (2016) montrent un individu avec 5 chambres d'un côté et 4 de l'autre.

***Mastogloia* sp. 5 (Pl. 4, fig. 4)**

Proche de *M. ovum-paschale* (A.W.F.Schmidt) A.Mann 1925, mais avec des extrémités obtuses.

***Diploneis* sp. 3 (Pl. 4, fig. 28)**

Semble être la même chose que *Diploneis* sp. 1 dans Park *et al.* (2018).

***Diploneis* sp. 5** (Pl. 4, fig. 27)

Proche de *D. littoralis* var. *clathrata* (Østrup) Cleve 1896 et de *D. vacillans* (A.W.F.Schmidt) Cleve 1894.

Amphora bigibba Grunow 1875 (Pl. 4, fig. 20)

Vérifier qu'il s'agit bien de *A. bigibba*, car semble proche de *Halamphora kolbei* (Aleem) Álvarez-Blanco & S.Blanco 2014

Psammodictyon* (*Nitzschia*) *constrictum (W.Gregory) D.G.Mann 1990 (Pl. 5, fig. 4)

Selon Lobban *et al.* (2012), l'absence d'interruption des stries questionne sur l'appartenance de cette espèce au genre *Psammodictyon*.

Tryblionella* cf. *coarctata (Grunow) D.G.Mann 1990 (Pl. 5, fig. 5)

Pour cette population, le rapport longueur-largeur est plus faible que chez *T. coarctata*.

Nitzschia* cf. *bulnheimiana (Rabenhorst) H.L.Smith 1888 (Pl. 5, fig. 7)

Les bords des spécimens observés sont moins parallèles que chez *N. bulnheimiana*.

Nitzschia aurariae Cholnoky 1966 (Pl. 5, fig. 12)

Observée en populations très nombreuses. La forme de l'extrémité des valves semble pouvoir être variable, avec des individus présentant des extrémités larges et rondes (Witkowski *et al.* 2000) et d'autres des extrémités plus pincées (Lange-Bertalot & Krammer 1987).

Nitzschia microcephala Grunow 1880 (Pl. 5, fig. 10)

Il s'agit d'une des espèces les plus communes de cette étude. Elle est présente dans 6 des 7 échantillons, avec des abondances relatives variant de 3,5 % à 38,7 %.

La localité type de *N. microcephala* est un milieu d'eau douce (Riesenthal near Berlin, Lange-Bertalot 1980). Cependant, cette espèce est indifféremment citée des eaux douces (Kociolek 2005, Lange-Bertalot *et al.* 2017) et des eaux salées (Witkowski *et al.* 2000, Hein *et al.* 2008, Monnier *et al.* 2001, López Fuerte *et al.* 2010, Peragallo & Peragallo 1897-1908). L'espèce est considérée comme tolérante aux changements de pression osmotique et il ne semble pas qu'on la trouve dans des eaux faiblement minéralisées (Taylor 2007, Lange-Bertalot *et al.* 2017).

Epithemia* cf. *gibberula (Ehrenberg) Kützing 1844 (Pl. 5, fig. 18)

Cette espèce est difficile à distinguer d'autres espèces, et nous ne sommes pas certains à ce stade qu'il ne s'agisse pas d'une autre espèce comme *E. guettingeri* (Krammer) Lobban & J.S.Park 2018 ou *E. pacifica* (Krammer) Lobban & J.S.Park 2018.

Diversité

La diversité des assemblages de diatomées des herbiers de phanérogames de Martinique est assez constante d'une station à l'autre (Tab. 3), avec des assemblages bien équilibrés (J), à l'exception de la station 7, qui présente des valeurs moindres que les autres stations. Ceci pourrait s'expliquer par la nature de l'herbier (herbier mixte à *T. testudinum* et *H. stipulacea*), moins favorable aux diatomées, semble-t-il, que les herbiers monospécifiques à *H. stipulacea*.

Tableau 3. Métriques de diversité des assemblages de diatomées des herbiers de phanérogames de Martinique

Station	Richesse	Shannon (H')	Pielou (J)
1	25	2,72	0,84
2	25	2,72	0,85
3	22	2,69	0,87
4	25	2,71	0,84
7	14	2,02	0,76
8	23	2,58	0,82
9	21	2,43	0,80

Typologie des assemblages

On obtient les mêmes résultats avec les deux méthodes utilisées pour établir la typologie des assemblages (classification hiérarchique ascendante et K-means ; Fig. 4). Les sept stations se regroupent en quatre groupes.

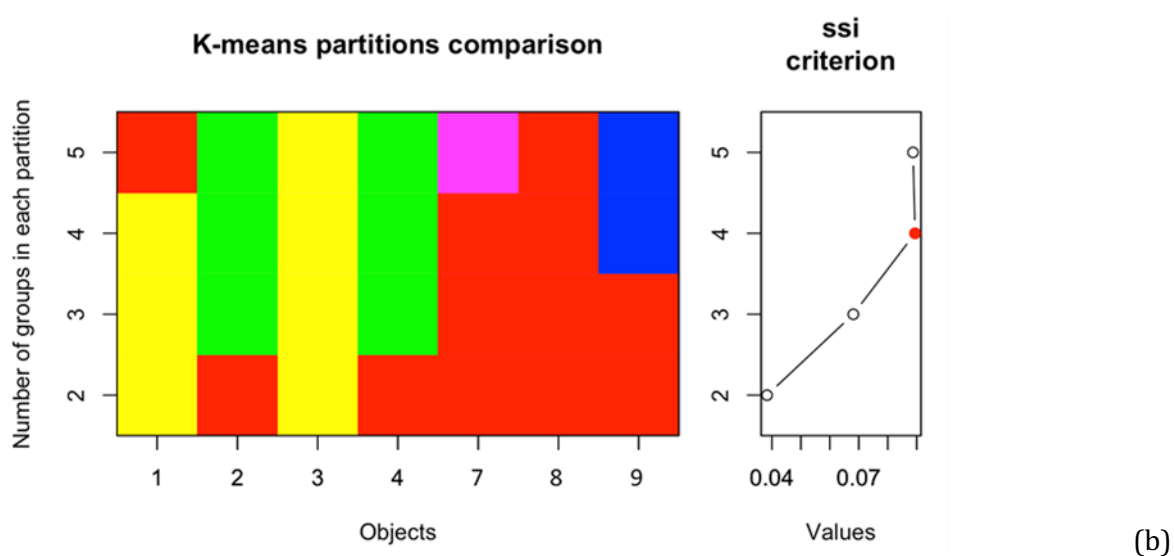
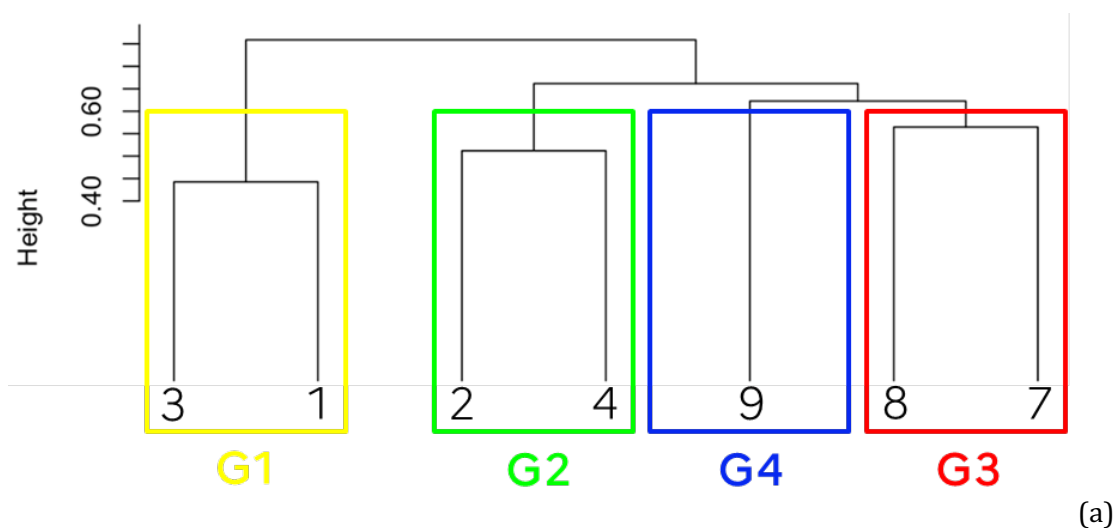


Figure 4. Regroupements typologiques des assemblages réalisés par classification hiérarchique ascendante (a) et par K-means (b). En abscisse : n° des stations ; G = groupe.

Taxons les plus représentatifs dans les différents groupes biotypologiques

Le tableau 4 présente les taxons les plus abondants dans les différents échantillons et dans les différents groupes biotypologiques.

Tableau 4. Taxons les plus abondants dans les différents échantillons (fréquence relative $\geq 5\%$) et dans les différents groupes biotypologique (fréquences cumulées $\geq 10\%$, en **gras**). Les fréquences relatives sont arrondies au 10^e près

Taxons	G1 (E.1&3)	G2 (E.2&4)	G3 (E.7&8)	G4 (E.9)
<i>Amphora proteus</i> W.Gregory 1857				11,0
<i>Bacillaria socialis</i> (W.Gregory) Ralfs 1861	9,4	6,9		
<i>Cocconeis distans</i> W.Gregory 1855				14,8
<i>Cocconeis krammeri</i> Lange-Bertalot & Metzeltin 1996			9,3	
<i>Cocconeis stauroneiformis</i> H.Okuno 1957	23,0	25,2	12,2	
<i>Cocconeis woodii</i> Reyes-Vasquez 1970	12,7			
<i>Fogedia</i> sp.	8,9			
<i>Homoeocladia distans</i> (W.Gregory) Kuntze 1898	16,9	17,2	22,4	8,1
<i>Mastogloia grunowii</i> A.W.F.Schmidt 1893		9,7		
<i>Mastogloia</i> cf. <i>delicatissima</i> Hustedt 1933		5,5		
<i>Navicula</i> s.l. sp. 2	7,6			
<i>Navicula</i> s.l. sp. 7			5,4	
<i>Nitzschia bergii</i> A.Cleve 1952			9,2	
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow 1880	19,4	9,0	65,4	9,1
<i>Nitzschia aurariae</i> Cholnoky 1966		31,0	17,1	27,3
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing 1844		19,5		
<i>Seminavis</i> sp.	19,3	12,0		
<i>Thalassiosira eccentrica</i> (Ehrenberg) Cleve 1904	20,0			
<i>Thalassiosira</i> sp.	7,0			
<i>Tryblionella</i> cf. <i>coarctata</i> (Grunow) D.G.Mann 1990		7,1		

Le tableau 5 et la figure 5 montre les taxons indicateurs de chaque groupe, ainsi que les taxons indicateurs de combinaisons de groupes. Il apparait de fait que les taxons les plus caractéristiques ne sont pas forcément les plus abondants.

Tableau 5. Taxons associés à chaque groupe ou à des combinaisons de groupes, selon les méthodes Multipatt et IndVal.

Taxon	IndVal.g	p.value	Groupes
<i>Navicula pennata</i> A.W.F.Schmidt 1876	1	0,125	1
<i>Campylodiscus simulans</i> W.Gregory 1857	1	0,125	1
<i>Rhabdonema adriaticum</i> Kützing 1844	1	0,165	2
<i>Pleurosigma inflatum</i> Shadbolt 1853	1	0,165	2
<i>Epithemia</i> cf. <i>gibberula</i> ((Ehrenberg) Kützing 1844	0,872	0,5	2
<i>Mastogloia ignorata</i> Hustedt 1933	1	0,185	3
<i>Amphora proteus</i> W.Gregory 1857	1	0,145	4
<i>Cylindrotheca closterium</i> (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin 1964	1	0,145	4
<i>Diploneis</i> sp. 6	1	0,145	4
<i>Navicula</i> s.l. sp. 9	1	0,145	4
<i>Diploneis</i> sp. 5	1	0,145	4
<i>Seminavis strigosa</i> (Hustedt) Danieledis & Economou-Amilli 2003	1	0,145	4
<i>Gyrosigma balticum</i> (Ehrenberg) Rabenhorst 1853	1	0,145	4
<i>Synedra gaillonii</i> (Bory) Ehrenberg 1830	0,862	0,255	4
<i>Amphora helenensis</i> Giffen 1973	0,858	0,47	4
<i>Psammodictyon</i> (<i>Nitzschia</i>) <i>constrictum</i> (W.Gregory) D.G.Mann 1990	1	0,12	1+2
<i>Seminavis</i> sp.	0,956	0,185	1+2
<i>Mastogloia</i> cf. <i>delicatissima</i> Hustedt 1933	0,866	0,425	1+2
<i>Cocconeis woodii</i> Reyes-Vasquez 1970	0,866	0,43	1+3
<i>Amphicocconeis disculoides</i> (Hustedt) Stefano & Marino 2003	1	0,11	1+4
<i>Nitzschia sigma</i> var. <i>intercedens</i> Grunow 1878	1	0,11	1+4
<i>Delphineis</i> sp.	0,816	0,475	1+4
<i>Ardissonea formosa</i> (Hantzsch) Grunow 1880	0,866	0,44	2+3
<i>Nitzschia aurariae</i> Cholnoky 1966	0,913	0,195	2+4
<i>Fallacia</i> sp.	0,939	0,25	3+4
<i>Cocconeis stauroneiformis</i> H.Okuno 1957	1	0,145	1+2+3

Conclusion et perspectives

Cette étude brosse un premier tableau de la diversité des diatomées épiphytes des phanérogames marines de Martinique. Il semble que des différences très significatives de présence des diatomées existent d'une espèce de phanérogames à l'autre. Cependant, compte tenu du faible nombre d'échantillons concernés, il conviendra de vérifier cela sur un nombre plus grand d'échantillons, en systématisant au mieux le protocole. En fonction des résultats ainsi obtenus, il conviendra de rechercher et de confirmer des hypothèses sur les relations phanérogames / diatomées.

La taxinomie des diatomées benthiques marines est bien moins connue que celle des diatomées d'eau douce. Plusieurs taxons présentent des problèmes d'identité, certains pouvant être des espèces nouvelles. Une investigation plus poussée, utilisant notamment la microscopie électronique à balayage devra être conduite.

Enfin, il pourrait être intéressant d'explorer le potentiel bioindicateur des assemblages de diatomées associées aux phanérogames marines. En effet, tout au moins pour l'espèce *Halophila stipulacea*, la richesse et la diversité des assemblages de diatomées pourraient être reliées aux pressions s'exerçant sur le milieu, en particulier celles affectant la qualité de l'eau. Pour cela, après avoir étendu l'échantillonnage, il conviendra de croiser la biotypologie des assemblages de diatomées avec les paramètres environnementaux dans le but de détecter d'éventuels effets anthropiques, comme cela a pu être fait concernant les phanérogames eux-mêmes (Kerninon *et al.* 2021).

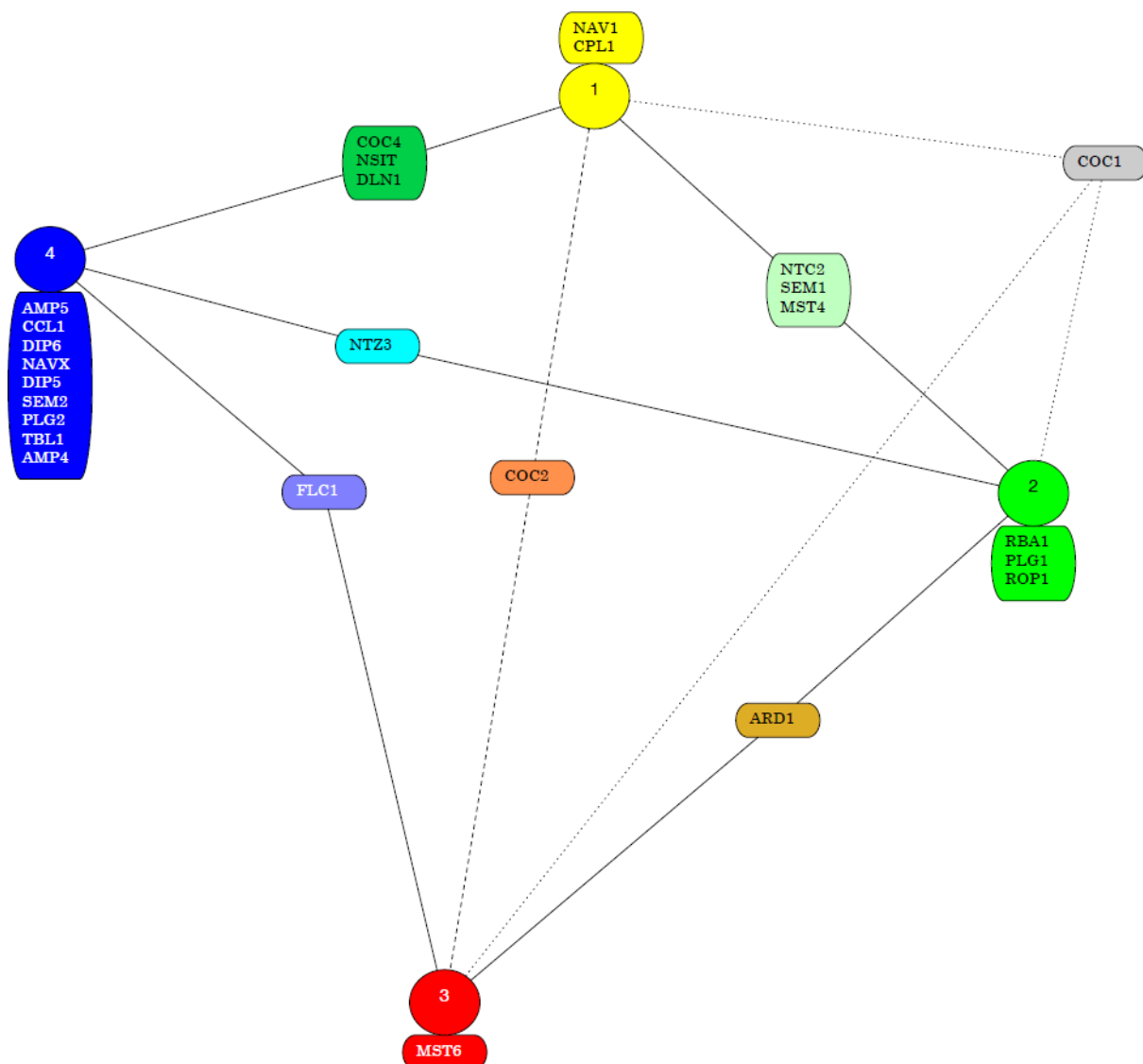


Figure 5. Taxons indicateurs de chaque groupe et de combinaisons de groupes.

Equivalence code/taxon : NAV1 = *Navicula pennata* A.W.F.Schmidt 1876 ; CPL1 = *Campylodiscus simulans* W.Gregory 1857 ; RBA1 = *Rhabdonema adriaticum* Kützing 1844 ; PLG1 = *Pleurosigma inflatum* Shadbolt 1853 ; ROP1 = *Epithemia cf. gibberula* (Ehrenberg) Kützing 1844 ; MST6 = *Mastogloia ignorata* Hustedt 1933 ; AMP5 = *Amphora proteus* W.Gregory 1857 ; CCL1 = *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin 1964 ; DIP6 = *Diploneis* sp. 6 ; NAVX = *Navicula phyllepta* Kützing 1844 ; DIP5 = *Diploneis* sp. 5 ; SEM2 = *Seminavis strigosa* (Hustedt) Danieleadis & Economou-Amilli 2003 ; PLG2 = *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst 1853 ; TBL1 = *Synedra gaillonii* (Bory) Ehrenberg 1830 ; AMP4 = *Amphora helenensis* Giffen 1973 ; NTC2 = *Psammodictyon (Nitzschia) constrictum* (W.Gregory) D.G.Mann 1990 ; SEM1 = *Seminavis* sp. ; MST4 = *Mastogloia cf. delicatissima* Hustedt 1933 ; COC2 = *Cocconeis woodii* Reyes-Vasquez 1970 ; COC4 = *Amphicocconeis disculoides* (Hustedt) Stefano & Marino 2003 ; NSIT = *Nitzschia sigma* var. *intercedens* Grunow 1878 ; DLN1 = *Delphineis* sp. ; ARD1 = *Ardissonea formosa* (Hantzsch) Grunow 1880 ; NTZ3 = *Nitzschia aurariae* Chlonokey 1966 ; FLC1 = *Fallacia* sp. ; COC1 = *Cocconeis stauroneiformis* H.Okuno 1957.

REFERENCES

- Adl, S. M., Bass, D., Lane, C. E., Lukeš, J., Schoch, C. L., Smirnov, A., Agatha, S., Berney, C., Brown, M. W., Burki, F., Cárdenas, P., Čepička, I., Chistyakova, L., Del Campo, J., Dunthorn, M., Edvardsen, B., Eglit, Y., Guillou, L., Hampl, V., Heiss, A.A., Hoppenrath, M., James, T.Y., Karnkowska, A., Karpov, S., Kim, E.S., Kolisko, M., Kudryavtsev, A., Lahr, D.J.G., Lara, E., Le Gall, L., Lynn, D.H., Mann, D.G., Massana, R., Mitchell, E.A.D., Morrow, C., Park, J.S., Pawlowski, J.W., Powell, M.J., Richter, D.J., Rueckert, S., Shadwick, L., Shimano, S., Spiegel, F.W., Torruella, G., Youssef, N., Zlatogursky, V. & Zhang, Q. Q. (2019). Revisions to the classification, nomenclature, and diversity of eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 66, 4–119.
- Al-Handal A., Compère P., Riaux-Gobin C. (2016). Marine benthic diatoms in the coral reefs of La Réunion and Rodrigues Islands, West Indian Ocean. *Micronesica* 2016-03, 77 pp.
- Boman, E. M., Bervoets, T., De Graaf, M., Dewenter, J., Maitz, A., Zu Schlochtern, M. P. M., Stapel J., Smaal A.C. & Nagelkerke, L. A. (2019). Diet and growth of juvenile queen conch *Lobatus gigas* (Gastropoda: Strombidae) in native, mixed and invasive seagrass habitats. *Marine Ecology Progress Series*, 621, 143-154.
- Corlett, H., Jones, B. (2007). Epiphyte communities on *Thalassia testudinum* from Grand Cayman, British West Indies: Their composition, structure, and contribution to lagoonal sediments. *Sedimentary Geology* 194, 245–262.
- De Cáceres M., Legendre P. (2009). Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology*, 90: 3566-3574.
- De Cáceres, M., Legendre, P., Moretti, M. (2010). Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos* 119: 1674-1684.
- Desrosiers C., Leflaive J., Eulin A. & Ten-Hage L. (2013). Bioindicators in marine waters: benthic diatoms as a tool to assess water quality from eutrophic to oligotrophic coastal ecosystems. *Ecological Indicators* 32: 25–34.
- Desrosiers C., Leflaive J., Eulin A. & Ten-Hage L. (2014). Optimal colonization and growth of marine benthic diatoms on artificial substrata: protocol for a routine use in bioindication. *Journal of Applied Phycology* 26: 1759–1771.
- Desrosiers C., Witkowski A., Riaux-Gobin C., Zgłobicka I., Kurzydłowski K.J., Eulin A., Leflaive J., Ten-Hage L. (2014). *Madinithidium gen. nov.* (Bacillariophyceae), a new monoraphid diatom genus from the tropical marine coastal zone. *Phycologia*, 53 (6), 583–592.
- De Stefano M., Marino D., Mazzela L. (2000). Marine taxa of *Cocconeis* on leaves of *Posidonia oceanica*, including a new species and two new varieties. *Eur. J. Phycol.*, 35: 225-242.
- Dolnicar S., Grabler K., Mazanec J.A. (1999). A tale of three cities: perceptual charting for analyzing destination images. in: Woodside A. *et al.* [eds.] *Consumer psychology of tourism, hospitality and leisure*. CAB International, New York, p. 39-62.
- Dufrêne M., Legendre P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366.
- Dunic J.C., Brown C.J., Connolly R.M., Turschwell M.P. & Côté I.M., 2021. Long-term declines and recovery of meadow area across the world's seagrass bioregions. *Global Change Biology* 27: 4096–4109.

- Guiry, M.D. (2024). How many species of algae are there? A reprise. Four kingdoms, 14 phyla, 63 classes and still growing. *Journal of Phycology*, 60: 214-228.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2024. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, University of Galway. <https://www.algaebase.org>; searched on 14 septembre 2024
- Heijs F.M.L. (1984). Annual biomass and production of epiphytes in three monospecific seagrass communities of *Thalassia hemprichii* (Ehrenb.) Aschers. *Aquatic Botany* 20, 195–218.
- Hein M.K., B.M. Winsborough & M.J. Sullivan. (2008). Bacillariophyta (diatoms) of the Bahamas. *Iconographia Diatomologica* 19. Gantner Verlag, Ruggell, Germany.
- Kaleli A., Krzywda M., Witkowski A., Riaux–Gobin C., Solak C.N., Zgłobicka I., Płociński T., Grzonka J., Kurzydłowski K.J., Car A., Desrosiers C., Kaska Y., McCartney K. (2018). A new sediment dwelling and epizoic species of *Olifantiella* (Bacillariophyceae), with an account on the genus ultrastructure based on Focused Ion Beam nanocuts. *Fottea*, 18: 212–226.
- Kerninon F., Payri C., Le Loc'h F., Alcoverro T., Maréchal J.-P., Julien C., Gréaux S., Mège S., Anthanase J., Cordonnier S., Rouget M.-L., Lorre E., Uboldi T., Monnier O., Hellio C. (2021). Selection of parameters for seagrass management: Towards the development of integrated indicators for French Antilles. *Marine Pollution Bulletin* 170, 112646.
- Kocielek J.P. (2005). A checklist and preliminary bibliography of the recent, freshwater diatoms of inland environments of the continental United States. *Proceedings California Academy of Sciences* 56, 395 p.
- Lange-Bertalot H. (1980). New species, combinations and synonyms in the genus *Nitzschia*. *Bacillaria* 3: 41-77.
- Lange-Bertalot, H. & Krammer, K. (1987). Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen und Ergänzungen zu den Naviculaceae. *Bibliotheca Diatomologica* 15: 1-289
- Legendre P. & Gallagher E.D. (2001). Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129: 271–280.
- Le Moal M., Kerninon F., Aish A., Monnier O., Doré A., Witté I. & Payri C. (2015). *Développement d'indicateurs benthiques DCE (benthos récifal et herbiers de phanérogames) dans les DOM. Typologie des herbiers de Martinique*. MNHN, IRD, CNRS, Onema, 31 p.
- Lobban C.S., Ashworth M.P., Camacho T., Lam D.W., Theriot E.C. (2022). Revision of Ardissonaceae (Bacillariophyta, Mediophyceae) from Micronesian populations, with descriptions of two new genera, *Ardissonopsis* and *Grunowago*, and new species in *Ardissona*, *Synedrosphenia* and *Climacosphenia*. *PhytoKeys* 208: 103-184.
- Lobban C.S., Schefter M., Jordan R.W., Arai Y., Sasaki A., Theriot E.C., Ashworth M., Ruck E.C., Pennesi C. (2012). Coral-reef diatoms (Bacillariophyta) from Guam: new records and preliminary checklist, with emphasis on epiphytic species from farmer-fish territories. *Micronesica*: 237 – 479.
- Loir M., Gianfranco N. (2014). Marine *Mastogloia* Thwaites ex W. Sm. and *Stigmaphora* Wallich species from the French Lesser Antilles. *Diatom Monographs* 16: 1-133.
- López Fuerte F.O., Siqueiros Beltrones D.A., Navarro J.N. (2010). *Benthic diatoms associated with mangrove environments in the Northwest region of México*. CICIMAR-Oceánides, Mexico, 217 p.
- Maréchal J.-P., Meesters E.H., Védie F., Hellio C., 2013. Occurrence of the alien seagrass *Halophila stipulacea* in Martinique (French West Indies). *Marine Biodiversity Records* 6, e127

- Mazzella, L., Buia, M.C. & Spinoccia, L. (1994). Biodiversity of epiphytic diatom community on leaves of *Posidonia oceanica*. In *Proceeding of the Thirteenth International Diatom Symposium* (Marino, D. & Montresor, M., editors), 241-251. Biopress, Bristol.
- Medlin L.K. & Desdevises Y. (2020). Phylogenetic reconstruction of diatoms using a seven-gene dataset, multiple outgroups, and morphological data for a total evidence approach. *Phycologia*, 59:422-436.
- Medlin L.K. & I. Kaczmarek (2004). Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *Phycologia* 43: 245-270.
- Monnier O., Bertrand J., Lange-Bertalot H., Güttinger W. (2001). Observations préliminaires sur les diatomées en aquarium. *Symbioses* 5: 25-35.
- Nikolaev, V.A., Kociolek J.P., Fourtanier E., Barron J.A. & Harwood, D.M. (2001). Late cretaceous diatoms (Bacillariophyceae) from Marca shale member of the Moreno formation, California. *Occasional papers of the California Academy of Sciences*, 152, 124 p.
- Nikolaev, V.A. & Harwood, D.M. (2002a). Diversity and system of classification [in] centric diatoms, In: A. Economu-Amilli (ed.) *Proceedings of the 16th International Diatom Symposium*, University of Athens, Greece, pp. 127-152.
- Nikolaev, V.A. & Harwood, D.M. (2002b). Diversity and system of classification of centric diatoms. In: *The origin and early evolution of the diatoms: fossil, molecular and biogeographical approaches*, (Witkowski, A. & Sieminska, J. Eds), pp. 37-53. Krakow: W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences.
- Oksanen J., Simpson G., Blanchet F., Kindt R., Legendre P., Minchin P., O'Hara R., Solymos P., Stevens M., Szoecs E., Wagner H., Barbour M., Bedward M., Bolker B., Borcard D., Carvalho G., Chirico M., De Caceres M., Durand S., Evangelista H., FitzJohn R., Friendly M., Furneaux B., Hannigan G., Hill M., Lahti L., McGlinn D., Ouellette M., Ribeiro Cunha E., Smith T., Stier A., Ter Braak C., Weedon J. (2022). *Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.6-4*, <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>.
- Park, J.S., Lobban, C.S. & Lee, K.-W. (2018). Diatoms associated with seaweeds from Moen Island in Chuuk Lagoon, Micronesia. *Phytotaxa* 351(2): 101-140.
- Paulmier G. (1997). *Atlas des Diatomophycées des côtes françaises et des aires marines adjacentes*. Ifremer, 439 p.
- Peragallo H., Peragallo M. (1897-1908). *Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins*. M.J. Tempère, Grez-sur-Loing, 493 p. + CXXXVII planches.
- Pielou E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Riaux-Gobin C., Witkowski A., Kociolek J.P., Ector L., Chevallier D., Compère P. (2017) New epizoid diatom (Bacillariophyta) species from sea turtles in the Eastern Caribbean and South Pacific. *Diatom Research*, 32: 109-125.
- Roberts D.W. (2023). *Labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 2.1-0*, <<https://CRAN.R-project.org/package=labdsv>>.
- Round F.E., R.M. Crawford & D.G. Mann (1990). *The Diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 747 p.
- Shannon C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27: 379-423, 623-656.
- Schutt, F. (1896) Bacillariales, In: A. Engler and K. Prantl (eds.) *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, vol. 1(1b). W. Englemann, Leipzig, pp. 31-153.

- Short F., Carruthers T., Dennison W., Waycott M. (2007). Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350: 3–20.
- Short F.T., Carruthers T.J.R., van Tussenbroek B., Zieman J. (2010a). *Syringodium filiforme*. *The IUCN Red List of Threatened Species*.
- Short F.T., Carruthers T.J.R., van Tussenbroek B., Zieman J. (2010b). *Thalassia testudinum*. *The IUCN Red List of Threatened Species*.
- Stidolph S.R., Sterrenburg F.A.S., Smith K.E.L., Kraberg A. (2012). *Stuart R. Stidolph Diatom Atlas*. U.S. Geological Survey Open-File Report 2012-1163, 199 p.
- Taylor J.C., Harding W.R., Archibald C.G.M. (2007). *An Illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa*. Water Research Commission Report TT 282/07, Pretoria, South Africa, 225 p.
- Turland, N.J., Wiersema, J.H., Barrie, F.R., Greuter, W., Hawksworth, D.L., Herendeen, P.S., Knapp, S., Kusber, W.-H., Li, D.-Z., Marhold, K., May, T.W., McNeill, J., Monro, A.M., Prado, J., Price, M.J. & Smith, G.F., editors (2018). *International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants (Shenzhen Code)* adopted by the Nineteenth International Botanical Congress Shenzhen, China, July 2017. *Regnum Vegetabile*, Vol. 159. Pp. [i]–xxxviii, 1–253. Glashutten: Koeltz Botanical Books.
- Uku J. (2005). *Seagrasses and their epiphytes : Characterization of abundance and productivity in tropical seagrass beds*. Doctoral thesis in plant physiology, Stockholm University, Sweden.
- Ward J.H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* 58: 236–244.
- Willette D.A., Ambrose R.F., 2012. Effects of the invasive seagrass *Halophila stipulacea* on the native seagrass, *Syringodium filiforme*, and associated fish and epibiota communities in the Eastern Caribbean. *Aquatic Botany* 103: 74–82.
- Willette D.A., Chalifour J., Debrot A.O.D., Engel M.S., Miller J., Oxenford H.A., Short F.T., Steiner S.C.C., Védie F. (2014). Continued expansion of the trans-Atlantic invasive marine angiosperm *Halophila stipulacea* in the Eastern Caribbean. *Aquatic Botany* 112: 98–102.
- Williams D.M., Kociolek J.P. (2011). An overview of Diatom classification with some prospects for the future. In J. Seckbach and J.P. Kociolek (eds.), *The Diatom World*, Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology 19, 47–91.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. (2000). Diatom flora of marine coasts. *Iconographia Diatomologica*, 7: 1–925.

Planches

Planche 1 (Microscopie optique, barre d'échelle 10µm)

1 - *Paralia* cf. *sulcata* (Ehrenberg) Cleve 1873

2 - *Skeletonema* sp.

3 - *Pseudostaurosira bronkei* (Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin) C.E.Wetzel & E.A.Morales 2019

4 - *Hydrosera* sp.

5 - *Actinocyclus* cf. *subtilis* (W.Gregory) Ralfs 1861

6 - *Ardissonaea formosa* (Hantzsch) Grunow 1880

7 - *Synedrosphenia* cf. *crystallina* (C.Agardh) Lobban & Ashworth 2022

8 - *Cymatosira lorenziana* Grunow 1862

9 - *Delphineis* sp.

10 - *Delphineis minutissima* (Hustedt) Simonsen 1987

11 - (X500) *Climacosphenia* cf. *elongata* J.W.Bailey 1854

12 - *Toxarium* cf. *hennedyanum* (W.Gregory) Pelletan 1889

13 - *Toxarium undulatum* J.W.Bailey 1854

14, 15 - *Synedra gaillonii* (Bory) Ehrenberg 1830

16 - *Diploneis suborbicularis* (W.Gregory) Cleve 1894

17 - *Fragilaria striatula* Lyngbye 1819 (?)

1, 6, 10 - site : Carbet - support : *Halophila stipulacea*.

2 - site : Anse Mitan - support : *Halophila stipulacea*.

3, 12, 14, 15 - site : Le Prêcheur - support : *Halophila stipulacea*

4, 5, 8, 9, 11, 13, 16 - site : Saint Pierre - support : *Halophila stipulacea*

7, 17 - site : Anse à l'Âne - support : *Thalassia testudinum*

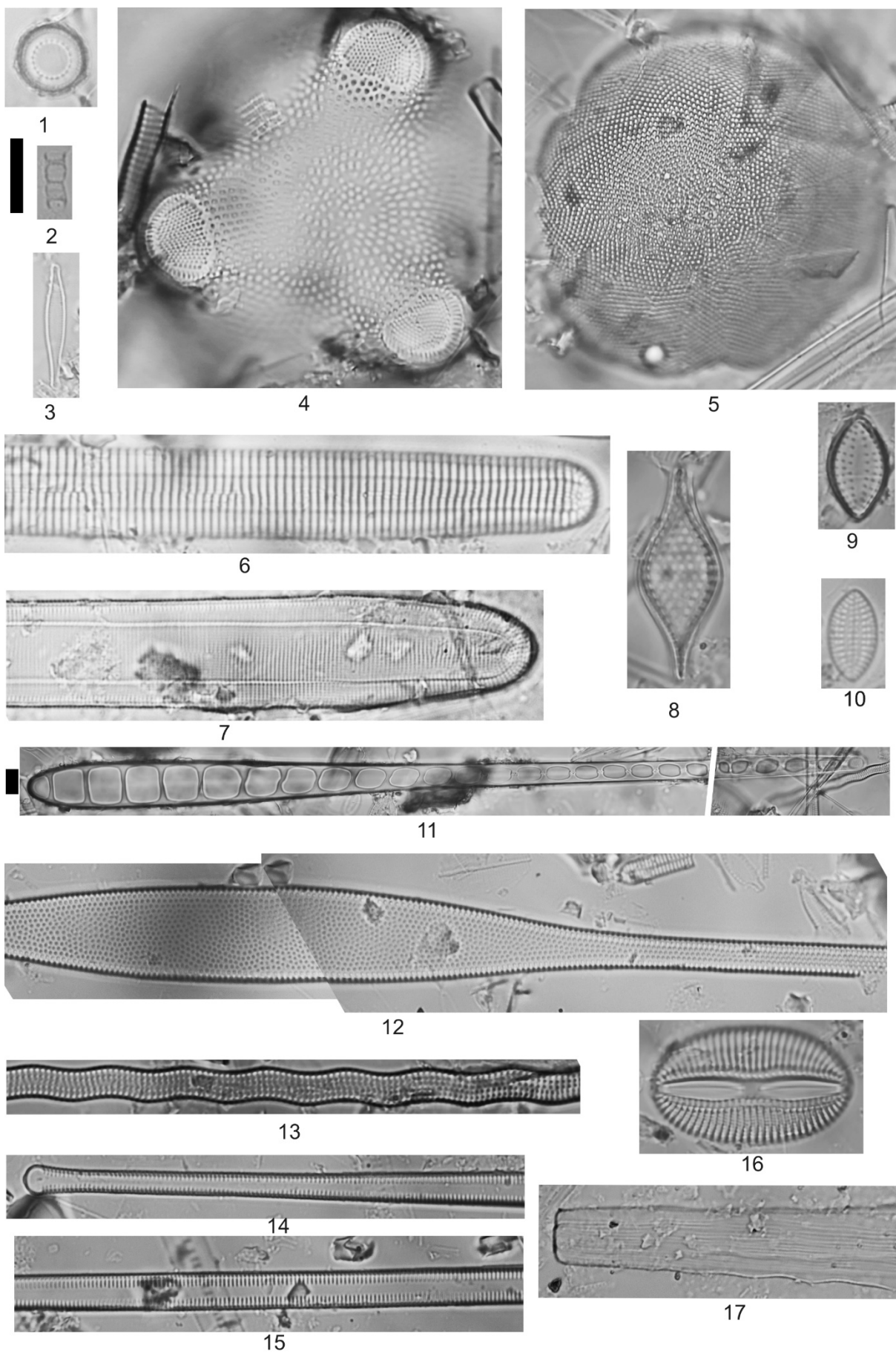


Planche 2 (Microscopie optique, barre d'échelle 10µm)

1, 2 - *Isthmia enervis* Ehrenberg 1838

3 - *Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve 1904

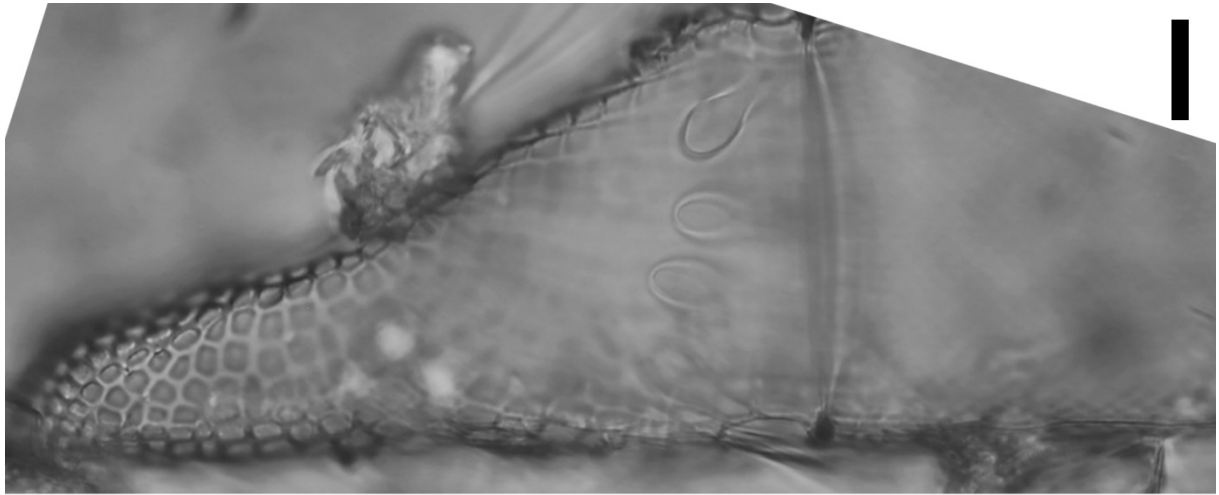
4 - *Thalassiosira oestrupii* (Ostenfeld) Proshkina-Lavrenko ex Hasle 1960

5 - *Odontella aurita* (Lyngbye) C.Agardh 1832

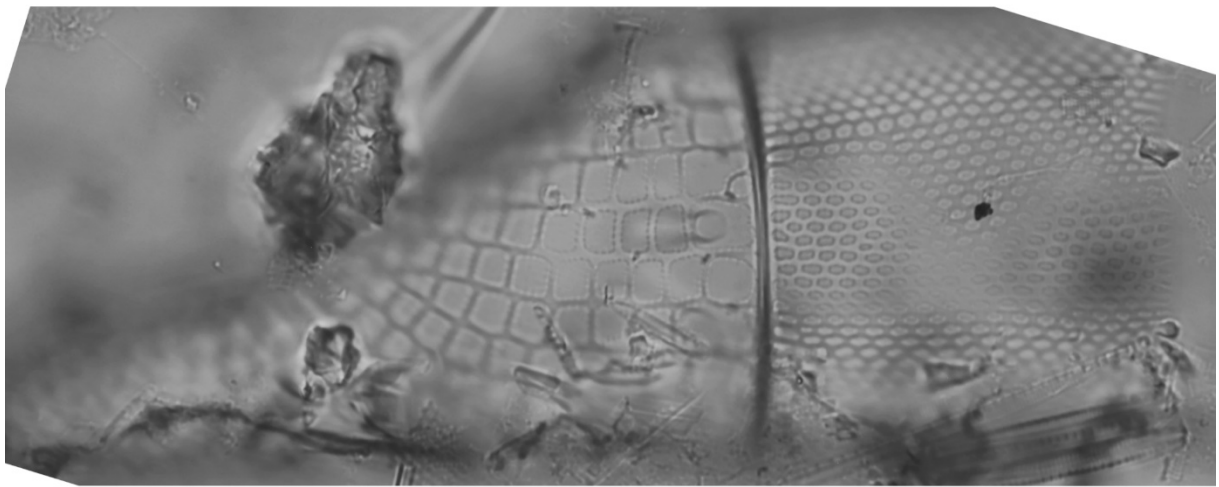
1, 2 - site : Saint Pierre - support : *Halophila stipulacea*

3 - site : Anse Mitan - support : *Halophila stipulacea*

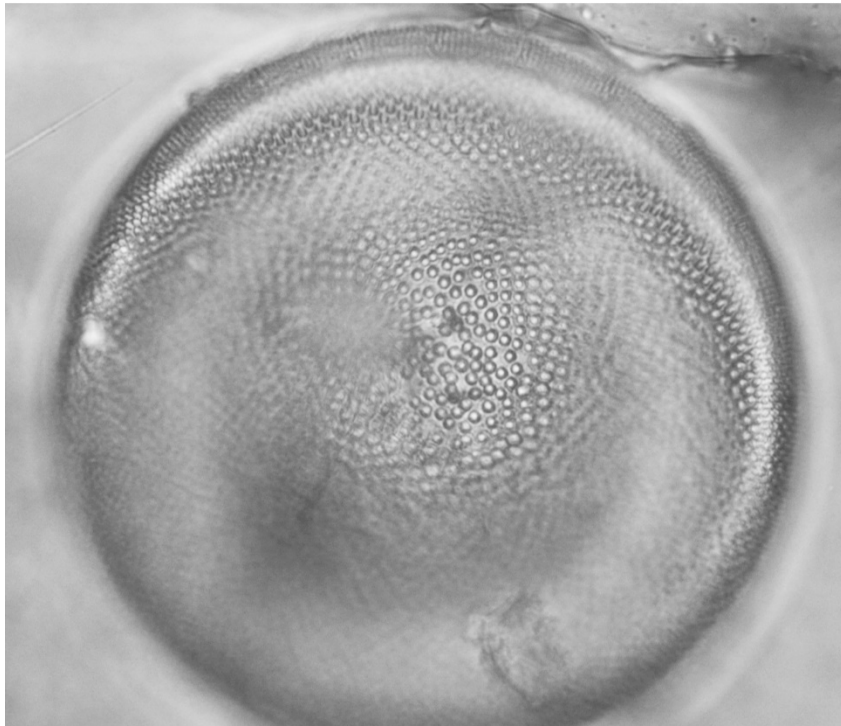
4, 5 - site : Anse à l'Âne - support : *Thalassia testudinum*



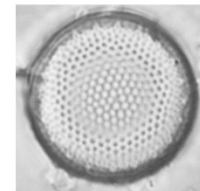
1



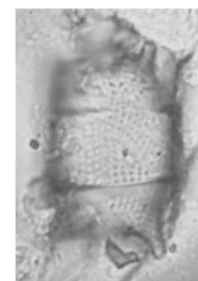
2



3



4



5

Planche 3 (Microscopie optique, barre d'échelle 10µm)

1, 2 - *Pseudictyota dubia* (Brightwell) P.A.Sims & D.M.Williams 2018

3 - *Licmophora* sp.

4 - *Haslea nautica* (Cholnoky) M.F.Giffen 1980

5 - *Podocystis adriatica* (Kützing) Ralfs 1861

6 - *Grammatophora oceanica* var. *subtilissima* (Bailey) Grunow 1881

7 - *Grammatophora* sp.

8 - *Navicula platyventris* F.Meister 1935

9 - *Navicula* s.l. sp. 9

10 - *Navicula platyventris* F.Meister 1935

11 - *Navicula* s.l. sp. 2

12 - *Seminavis* sp.

13 - *Seminavis strigosa* (Hustedt) Danieledis & Economou-Amilli 2003

14 - *Rhabdonema adriaticum* Kützing 1844

15 - *Navicula flagellifera* Hustedt 1939

16 - *Navicula* s.l. sp. 3

17 - *Navicula* s.l. sp. 7

18 - *Navicula* s.l. sp. 8

19 - *Navicula longa* var. *irregularis* Hustedt 1955

1, 2, 3, 6, 7, 10, 14, 17, 18 - site : Saint Pierre - support : *Halophila stipulacea*

4, 5, 8, 15 - site : Carbet - support : *Halophila stipulacea*

9, 13 - site : Anse à l'Âne - support : *Thalassia testudinum*

11, 12, 16, 19 - site : Le Prêcheur - support : *Halophila stipulacea*

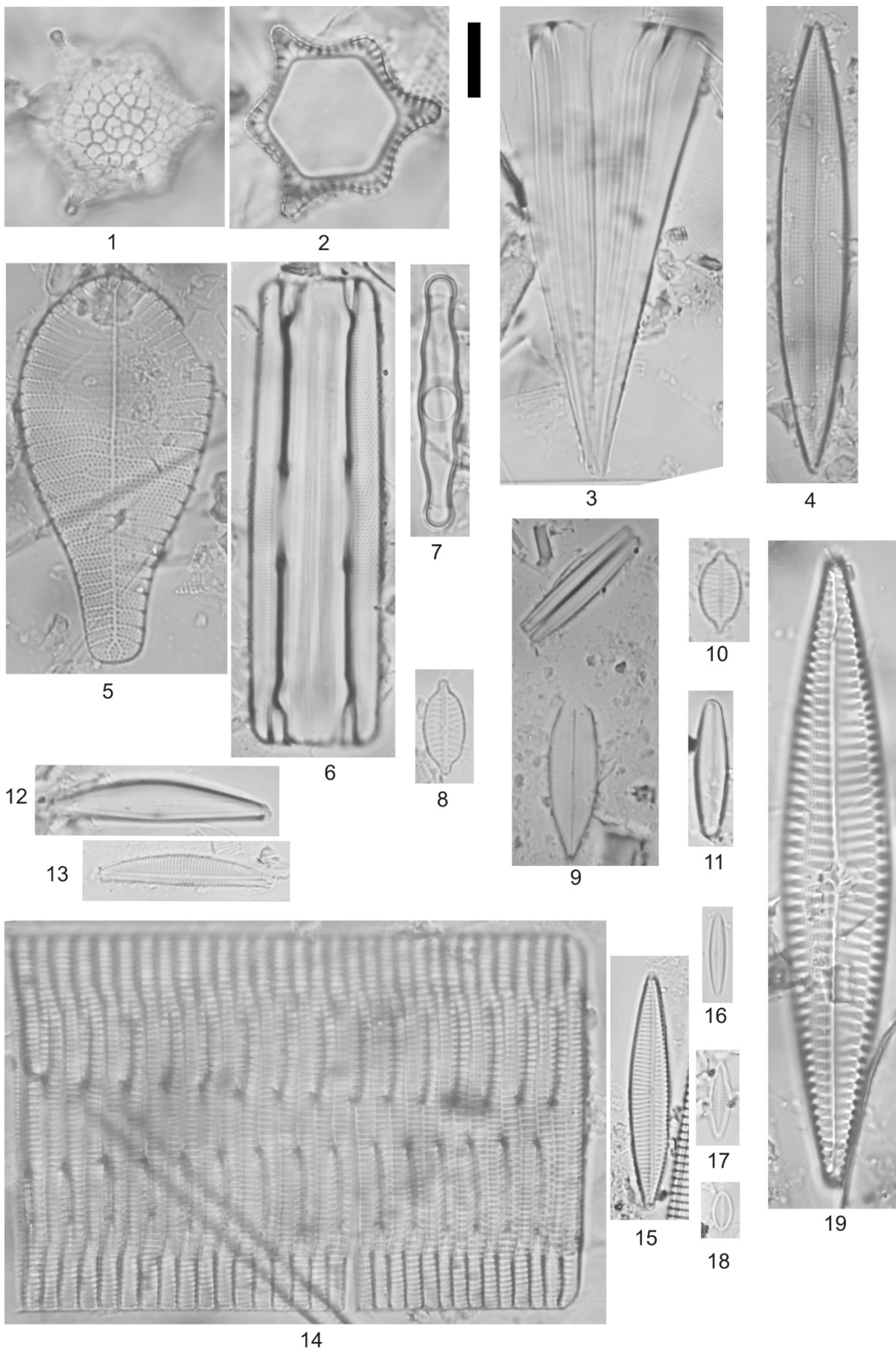


Planche 4 (Microscopie optique, barre d'échelle 10µm)

- 1 - *Mastogloia cocconeiformis* Grunow 1860
- 2 - *Mastogloia fimbriata* (T.Brightwell) Grunow 1863
- 3 - *Mastogloia braunii* Grunow 1863
- 4 - *Mastogloia* sp. 5
- 5 - *Mastogloia ignorata* Hustedt 1933
- 6 - *Mastogloia* sp. 7
- 7 - *Mastogloia grunowii* A.W.F.Schmidt 1893
- 8 - *Mastogloia* cf. *delicatissima* Hustedt 1933
- 9 - *Mastogloia corsicana* (Grunow) H.Peragallo & M.Peragallo 1897
- 10 - *Planothidium* cf. *engelbrechtii* (Cholnoky) Round & Bukhtiyarova 1996
- 11 - *Planothidium delicatulum* (Kützing) Round & Bukhtiyarova 1996
- 12 - *Fallacia florinae* (M.Møller) Witkowski 1993
- 13 - *Navicula* s.l. sp. 1
- 14 - *Amphicocconeis disculoides* (Hustedt) Stefano & Marino 2003
- 15 - *Cocconeis coronatoides* Riaux-Gobin & Romero 2011
- 16 - *Cocconeis dirupta* W.Gregory 1857
- 17 - *Cocconeis scutellum* Ehrenberg 1838*
- 18 - *Cocconeis stauroneiformis* H.Okuno 1957
- 19 - *Halumphora acutiuscula* (Kützing) Levkov 2009
- 20 - *Amphora bigibba* Grunow 1875
- 21 - *Cocconeis woodii* Reyes-Vasquez 1970
- 22 - *Amphora* cf. *bigibba* var. *interrupta* (Grunow) Cleve 1895
- 23 - *Amphora proteus* W.Gregory 1857
- 24 - *Diploneis suborbicularis* (W.Gregory) Cleve 1894
- 25 - *Diploneis* cf. *incurvata* (W.Gregory) Cleve 1894
- 26 - *Diploneis* sp. 6
- 27 - *Diploneis* sp. 5
- 28 - *Diploneis* sp. 3
- 29 - *Pleurosigma inflatum* Shadbolt 1853
- 30 - *Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst 1853

- 1, 9, 13, 14, 18, 20, 21 - site : Le Prêcheur - support : *Halophila stipulacea*
2, 4, 10, 11, 17 - site : Carbet - support : *Halophila stipulacea*
3, 8, 22, 24, 25 - site : Saint Pierre - support : *Halophila stipulacea*
5, 16, 7 - site : Cap Salomon - support : *Thalassia testudinum* & *Halophila stipulacea*
12 - site : Anse Mitan - support : *Halophila stipulacea*
15, 23, 26, 27, 29, 30 - site : Anse à l'Âne - support : *Thalassia testudinum*
19, 28 - site : Savanne - support : *Halophila stipulacea*

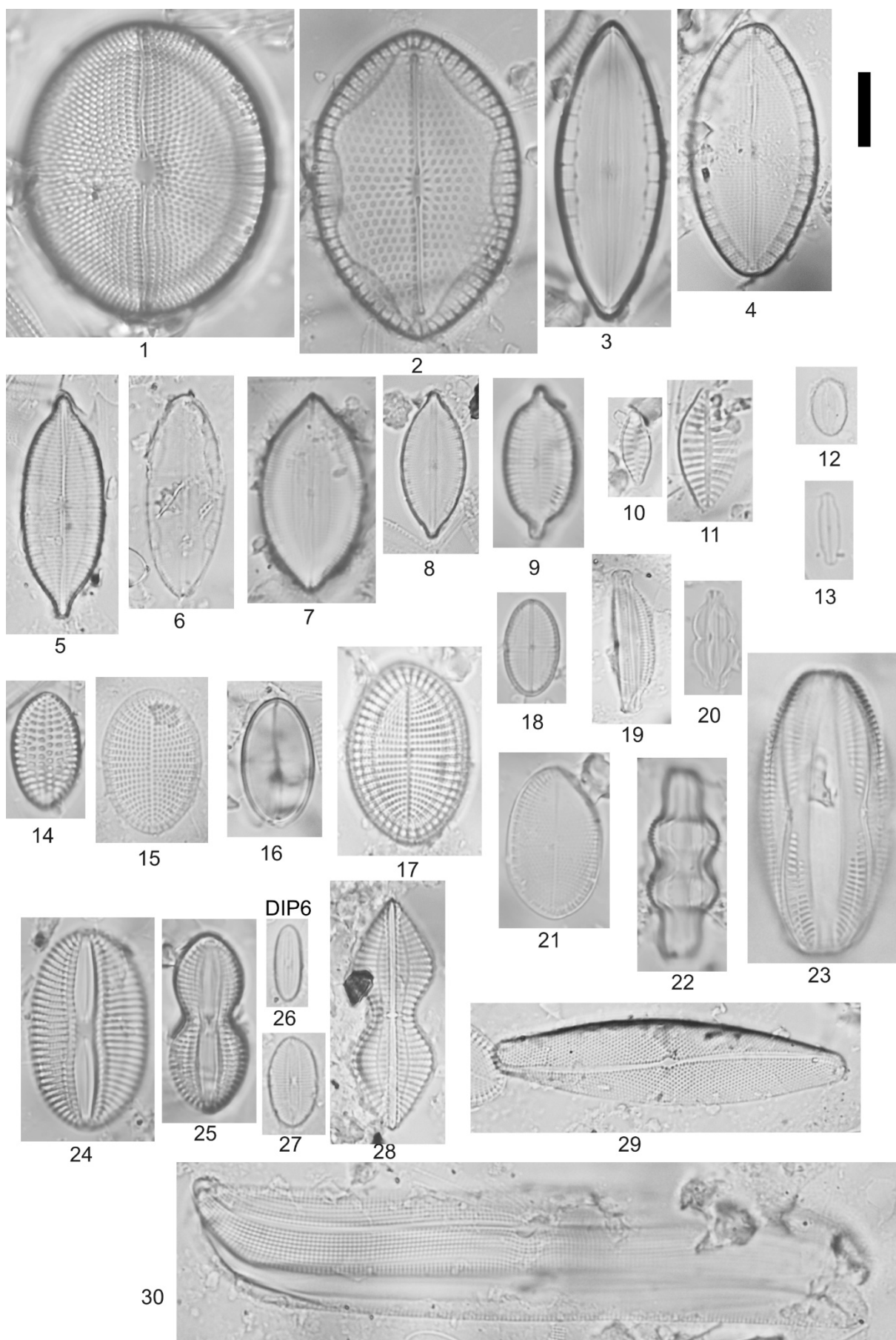


Planche 5 (Microscopie optique, barre d'échelle 10µm)

- 1 - *Bacillaria socialis* (W.Gregory) Ralfs 1861
- 2 - *Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & J.C.Lewin 1964
- 3 - *Tryblionella acuta* (Cleve) D.G.Mann 1990
- 4 - *Psammodictyon (Nitzschia) constrictum* (W.Gregory) D.G.Mann 1990
- 5 - *Tryblionella* cf. *coarctata* (Grunow) D.G.Mann 1990
- 6 - *Nitzschia perindistincta* Cholnoky 1960
- 7 - *Nitzschia* cf. *bulnheimiana* (Rabenhorst) H.L.Smith 1888
- 8 - *Nitzschia* sp. 5
- 9 - *Homoeocladia distans* (W.Gregory) Kuntze 1898
- 10 - *Nitzschia microcephala* Grunow 1880
- 11 - *Nitzschia bergii* A.Cleve 1952
- 12 - *Nitzschia aurariae* Cholnoky 1966
- 13 - *Nitzschia scalpelliformis* Grunow 1880
- 14 - *Nitzschia sigma* var. *intercedens* Grunow 1878
- 15 - *Campylodiscus* sp.
- 16 - *Campylodiscus simulans* W.Gregory 1857
- 17 - *Campylodiscus neofastuosus* Ruck & Nakov 2016
- 18 - *Epithemia* cf. *gibberula* (Ehrenberg) Kützing 1844
- 19 - *Epithemia musculus* Kützing 1844
- 20 - *Surirella* sp.

1, 6, 11, 14 - site : Anse Mitan - support : *Halophila stipulacea*

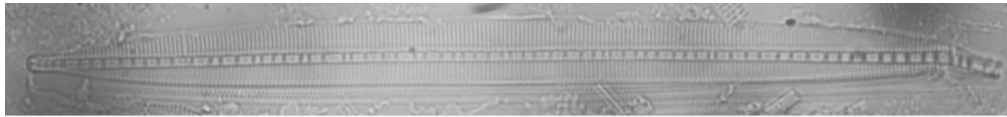
2, 4, 8, 15, 19 - site : Carbet - support : *Halophila stipulacea*

3, 7, 12, 17 - site : Cap Salomon - support : *Thalassia testudinum* & *Halophila stipulacea*

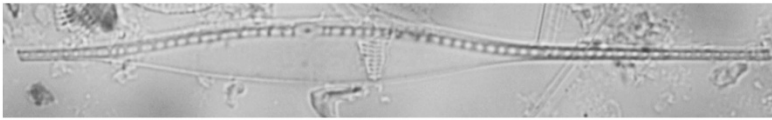
5 - site : Saint Pierre - support : *Halophila stipulacea*

9, 10, 13, 16, 18 - site : Le Prêcheur - support : *Halophila stipulacea*

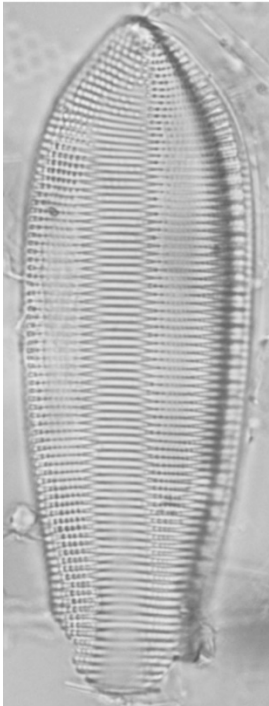
20 - site : Savanne - support : *Halophila stipulacea*



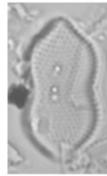
1



2



3



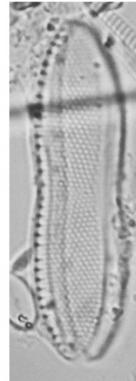
4



6



7



8



9



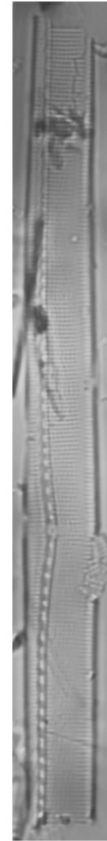
10



11



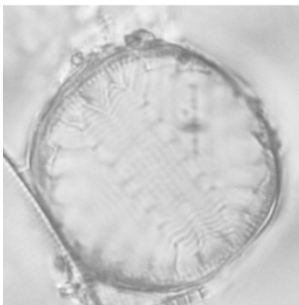
12



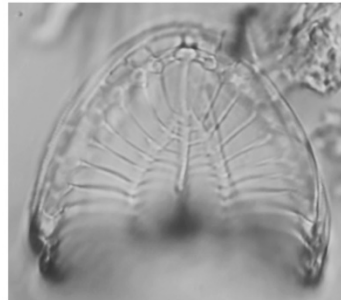
13



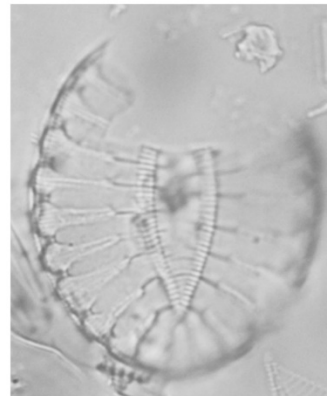
14



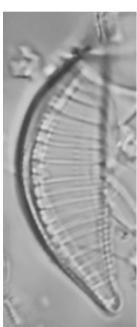
15



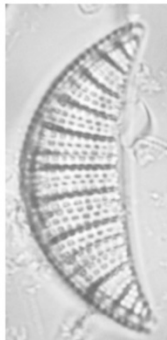
16



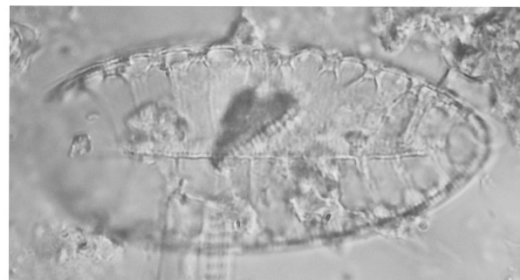
17



18



19



20

Annexe 1

42^{ème} Colloque des Diatomistes de Langue Française. Limoges, France, 09-13 septembre 2024

Communautés de diatomées épiphytes des herbiers de phanérogames marines de Martinique – liens typologiques diatomées/herbiers

Gilles Gassiole¹, Fanny Kerninon² & Olivier Monnier³

¹MicPhyc, Salazie

²UBO/Lemar, Plouzané

³OFB-DRAS/EcoAqua, Vincennes

Les diatomées associées aux herbiers de phanérogames marines de Martinique n'ont jamais été étudiées. A l'occasion d'une campagne d'acquisition de données sur les herbiers en 2013, neuf échantillons d'épiphyton avaient été prélevés sur les feuilles des principales espèces de phanérogames, *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* et *Halophila stipulacea*. Ces échantillons ont été analysés récemment en microscopie optique afin d'établir la liste des espèces de diatomées présentes et de confronter la typologie des assemblages de diatomées à celle qui avait été établie pour les herbiers (Le Moal *et al.* 2015).

31 sites « herbiers » avaient été sélectionnés en croisant les données de composition et de granulométrie du substrat avec les données de répartition des herbiers. Pour chaque site, une station avait été définie par reconnaissance visuelle et 35 paramètres avaient été relevés. 17 paramètres abiotiques, floristiques et faunistiques, parmi les moins soumis aux variations naturelles et les plus quantifiables avaient été retenus pour établir la typologie des herbiers. Après codage flou des valeurs des différentes variables, celles-ci avaient été analysées en composante principale (ACP) et trois grands types d'herbiers avaient ainsi pu être discriminés, principalement sur la base de leur composition taxinomique et de l'hydrodynamisme : les herbiers monospécifiques à *T. testudinum* ou à *H. stipulacea* à faible hydrodynamisme, et les herbiers mixtes à fort hydrodynamisme.

Afin de comparer cette typologie à celle des assemblages de diatomées, une classification hiérarchique ascendante des assemblages est réalisée et surimposée à la typologie des herbiers. Les relations typologiques herbiers/diatomées sont explorées par arbre de régression multivariable (ARM, De'ath 2002). Les taxons les plus structurants pour chaque type sont déterminés par la méthode IndVal (Dufrêne & Legendre 1997).

Enfin, la diversité des taxons de diatomées rencontrés au cours de l'étude est présentée et discutée.

Références:

- De'ath, G. 2002. Multivariate regression trees: a new technique for modeling species–environment relationships. *Ecology* 83: 1105–1117.
- Dufrêne, M. & Legendre, P. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345–366.
- Le Moal, M., Kerninon, F., Aish, A., Monnier, O., Doré, A., Witté, I. & Payri, C. 2015. *Développement d'indicateurs benthiques DCE (benthos récifal et herbiers de phanérogames) dans les DOM. Typologie des herbiers de Martinique*. Rapport MNHN, IRD, CNRS, Onema.