UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

ECOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA VIE, DE LA SANTE ET DE L'ENVIRONNEMENT 'ED-SEV'

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

***Année* : 2016** ***N° d'ordre* : 223**

THESE DE DOCTORAT

Spécialité : Botanique Systématique

Présentée par Madiop GUEYE

Contribution à la connaissance de la diversité et de la dynamique spatiotemporelle des cyanophytes et microalgues marines de la Presqu'île du Cap Vert et de la Petite Côte (Sénégal)

Soutenue publiquement **le 25 mai 2016** devant le jury composé de :

Président :	**M. Léonard Elie AKPO**	**Professeur Titulaire**	**UCAD/FST**
Rapporteurs :	**M. Saliou NDIAYE**	**Maître de Conférences**	**ENSA/UT**
	M. Malick DIOUF	**Maître de Conférences**	**UCAD/IUPA**
	M. Aboubacry KANE	**Maître de Conférences**	**UCAD/FST**
Examinateurs :	**M. Mame Samba MBAYE**	**Maître de Conférences**	**UCAD/FST**
	M. Ngansoumana BA	**Maître-Assistant**	**UCAD/FST**
Directeur de thèse :	**Pr. Kandioura NOBA**	**Professeur Titulaire**	**UCAD/FST**

DEDICACES

Ce modeste travail est dédié

A la mémoire de mon père Djibril GUEYE, de mes grands-parents El Hadji Idrissa DIOP et Aïda SECK, de mes amis Amadou FALL et Amadou DIA Maodo, de Mère Touty DIENG, de El Hadji Ababacar SOW, qu'ALLAH les accueille dans son paradis éternel ;

A ma mère Fatou DIOP, ma source de motivation, qu'ALLAH lui donne longue vie ;

A mes frères et sœurs et à toute ma famille ;

A mon instituteur M. Oumar SARR ;

Aux familles ATHIE et SALL à Dakar ;

A tous mes amis.

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué au sein du Laboratoire de Botanique et Biodiversité (LBB) du Département de Biologie Végétale de la Faculté des Sciences et Techniques (UCAD).

J'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation.

Je tiens particulièrement à remercier le Professeur Kandioura NOBA qui a dirigé cette thèse. Il m'a accueilli dans ce laboratoire et m'a encadré pour la préparation de mon mémoire de DEA. Merci pour l'encadrement de grande qualité, les conseils scientifiques, la rigueur et surtout pour la confiance de tous les jours.

Je remercie le Docteur Ngansoumana BA qui a guidé mes premiers pas de jeune chercheur. Il m'a inculqué une rigueur dans la démarche scientifique, m'a accompagné sur le terrain et a assuré un suivi permanent de mes travaux. Ses critiques pertinentes, ses suggestions, ses encouragements ont été déterminants.

Le Docteur Mame Samba MBAYE a suivi toutes les étapes de ce travail ; la pertinence de ses critiques et commentaires m'a aidé dans mes réflexions scientifiques et dans l'amélioration de mon travail. Merci aussi pour le soutien moral et la confiance que vous avez en moi en m'associant à la coordination du Master TABEC-RN.

Merci au Docteur Aboubacry KANE qui m'a intégré dans l'équipe de Cryptogamie ; merci pour la disponibilité et les encouragements.

Je remercie aussi le Pr El Hadj Samba Ndao Sylla, M. Abdoul Aziz Camara, M. Maurice Sagna et M. Papa Demba Hane pour leur soutien et leur encouragement.

Merci au Pr El Hadji SOW du Département de Géologie ainsi qu'à son équipe pour nous avoir aidés à traiter les diatomées et à confectionner des lames.

J'exprime ma gratitude au Professeur Léonard Elie AKPO pour l'honneur qu'il me fait en présidant mon Jury de Thèse.

Je remercie les rapporteurs Pr Saliou NDIAYE, Pr Malick Diouf et Pr Aboubacry KANE pour avoir lu mon manuscrit et l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail. Je remercie aussi les autres membres du jury pour avoir accepté d'apporter leur jugement malgré leurs contraintes de temps, mais aussi pour leurs nombreux conseils dans le but de parfaire le manuscrit.

Je remercie également la Fondation Mitsubishi pour l'octroi de la bourse doctorale.

Merci à M. BODIAN qui m'a toujours accompagné sur le terrain et à toute la famille MBENGUE de Ngor qui avait mis à ma disposition leur pirogue.

Je remercie tout le personnel du Laboratoire de Botanique et Biodiversité, tous les doctorants; merci aux Docteurs César Bassène, Maimouna Kane, Ibou Diop et Seyni Sané.

Mention spéciale au Doctorant Albaye Ngom avec qui j'ai passé des nuits blanches pendant la rédaction ; il est devenu un de mes meilleurs amis et a toujours été là pendant les moments difficiles.

Merci à tous les jeunes de mon village, Ndioungue Mberess, qui m'ont fait confiance en me portant à la tête de l'AJNM.

Un grand merci à mes amis Alyma Ndiaye, Ali SALL, Mame Birane DIOP, Mbaye DIEYE, Samba MBAYE, Ndeye Fatou Diouf Ndiaye, Samba DIOP, Cheikh ATHIE, Madani KANE, Insa DIOP, Fatima Diarra…

Table des matières

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES ..... **viii**

LISTE DES FIGURES ..... **ix**

LISTE DES TABLEAUX ..... **x**

LISTE DES PLANCHES ..... **xii**

RESUME ..... **xiv**

INTRODUCTION GENERALE **1**

CHAPITRE I SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE 3

I.1. PRESENTATION DES CARACTERES BOTANIQUES DES CYANOPHYTES ET MICROALGUES 3

I.1.1. Caractères morphologiques 3

I.1.1.1. Morphologie des cyanophytes 3

I.1.1.2. Morphologie des microalgues 4

I.1.2. Modes de reproduction 5

I.1.2.1. Reproduction des cyanophytes 5

I.1.2.2. Reproduction des microalgues 5

1.1.3. Importance des caractères botaniques dans l'identification des taxons 7

I. 2. TAXONOMIE ET DIVERSITE 8

1.2.1. Taxonomie des Cyanophytes 8

1.2.2. Taxonomie des microalgues 8

1.2.3. Diversité 12

1.3. DYNAMIQUE SPATIOTEMPORELLE DES CYANOPHYTES ET MICROALGUES EN MILIEU AQUATIQUE 13

I.4. INTERETS ET NUISANCES DES CYANOPHYTES ET MICROALGUES EN MILIEU AQUATIQUE 14

I.4.1. Intérêts des cyanophytes et microalgues 14

I.4.2. Nuisances des cyanophytes et microalgues 16

1.4.2.1. Toxicité des cyanophytes et microalgues 16

I.4.2.2. Eutrophisation et efflorescence 17

CHAPITRE II – PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT MARIN ET COTIER DU SENEGAL ET DES ZONES D'ETUDE **18**

II.1. PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT MARIN ET COTIER DU SENEGAL 18

II.1.1. Situation géographique et caractéristiques géomorphologiques 18

II.1.2. Cadre climatique et caractéristiques océanographiques 20

II.1.2.1. Cadre climatique 20

II.1.2.1.1. Masses d'air 20

II.1.2.1.2. Température 21
II.1.2.1.3. Pluviométrie 21
II.1.2.2. Caractéristiques océanographiques 21
II.1.2.2.1. Masses d'eau 22
II.1.2.2.2. Courants océaniques 23
II.1.2.2.3. Les upwellings 24
II.1.2.2.3. Types de houles 27
II.1.2.2.4. Marées 27
II.1.3. Faune et flore 28
II.1.3.1. Faune 28
II.1.3.1. Ichtyofaune 28
II.1.3.2. Les mammifères marins 28
II.1.3.3. Oiseaux marins 28
II.1.3.4. Tortues marines 28
II.1.3.5. Zooplancton 28
II.3.2. Flore 29
II.1.4. Activités économiques 29
II.1.4.1. La pêche 30
II.1.4.2. Tourisme 31
II.1.4.3.Ostréiculture 31
II.2. PRESENTATION DES ZONES D'ETUDE 32
II.2.1. Présentation de la Petite Côte 32
II.2.1.1. Caractéristiques de la lagune de Joal-Fadiouth 33
II.2.1.2. Caractéristiques de la lagune de Somone 33
II.2.2. Présentation de Ngor 34
CHAPITRE III ETUDE MORPHOLOGIQUE DES CYANOPHYTES ET MICROALGUES 36
INTRODUCTION 36
III.1. METHODOLOGIE 36
III.1.2. Description des taxons 37
III.1.2.2. Description des taxons 39
III.1.3. Identification et élaboration de clé de détermination des taxons 40
III.2. RESULTATS 40
III.2.1. Description morphologique, identification et élaboration de clés de détermination des genres et espèces de cyanophytes rencontrés 40
III.2.1.1. Description morphologique et identification 40

III.2.1.2. Elaboration de clés de détermination des genres et espèces de cyanophytes rencontrés 64
III.2.1.2.1 Clé de détermination des genres de cyanophytes 64
III.2.1.2.2. Clé de détermination des espèces de cyanophytes 68
III.2.2. Description morphologique, identification et élaboration de clés de détermination des genres et espèces de microalgues rencontrées 72
III.2.2.1. Phylum des *Bacillariophyta* 72
III.2.2.1.1. Description morphologique et identification 72
III.2.2.1.2. Elaboration de clés de détermination des genres et espèces de diatomées 131
III.2.2.2. Phylum des *Chlorophyta* 152
III.2.2.2.1. Description morphologique et identification 152
III.2.2.2.2. Clé de détermination des espèces 153
III.2.2.3. Phylum des *Chromophyta* 154
III.2.2.3.1. Description morphologique et identification 154
III.2.2.4. Phylum des *Dinophyta* (ou *Pyrrophyta*) 154
III.2.2.4.1. Description morphologique et identification 154
III.2.2.4.2. Clé de détermination des espèces des *Dinophyta* 157
III.2.3. Elaboration de clé de détermination de l'ensemble des espèces de cyanophytes et microalgues rencontrées 158
III.3. DISCUSSION 165
CONCLUSION 167
CHAPITRE IV DIVERSITE ET STRUCTURE TAXONOMIQUE DE LA MICROFLORE 168
INTRODUCTION 168
IV.1. METHODOLOGIE 168
IV.2. RESULTATS 169
IV.2.1. DIVERSITE ET STRUCTURE TAXONOMIQUE DE LA MICROFLORE GLOBALE 169
IV.2.1.1. Diversité et structure globale de la microflore 169
IV.2.2. DIVERSITE ET STRUCTURE TAXONOMIQUE DE LA MICROFLORE PAR SITES D'ETUDE 176
IV.2.3. MICROFLORE NOCIVE 180
IV.3. DISCUSSION 181
CONCLUSION 188
CHAPITRE V DYNAMIQUE SPATIOTEMPORELLE DES DIFFERENTES ESPECES 189
INTRODUCTION 189
V.1. METHODOLOGIE 189
V.2. RESULTATS 193

V.2.1. Dynamique spatiale des différentes espèces inventoriées entre Ngor, Joal-Fadiouth et Somone 193
V.2.2. Dynamique spatiotemporelle des espèces à Ngor 194
V.2.2.1. Dynamique spatiale des différentes espèces 194
V.2.2.2. Contribution en espèces des 5 phylums au niveau des quatre points de prélèvement 198
V.2.2.3. Dynamique temporelle des espèces de Ngor 199
V.2.2.3.1. Variation temporelle du nombre d'espèces total et par phylum 199
V.2.2.3.2. Variation temporelle du nombre d'espèces par point d'échantillonnage 200
V.2.2.3.3. Variation temporelle du nombre d'espèces par phylum et par point d'échantillonnage 201
V.2.2.4. Fréquence temporelle des différentes espèces à Ngor 202
V.2.2.5. Fréquence temporelle des différentes espèces par point d'échantillonnage 207
V.2.3. Dynamique spatiotemporelle des espèces à Joal-Fadiouth et Somone 208
V.2.4. Détermination des fréquences temporelles à Joal-Fadiouth et Somone 209
V.2. Discussion 212
V.2.1. Dynamique spatiale des différentes espèces inventoriées 212
V.2.2. Dynamique spatiotemporelle des espèces à Ngor 213
V.2.2.1. Dynamique spatiale 213
V.2.2.2. Dynamique temporelle 213
V.2.2.3. Détermination des fréquences temporelles des espèces 215
V.2.3. Dynamique spatiotemporelle des espèces à Joal-Fadiouth et Somone 215
V.2.4. Détermination de la fréquence temporelle des espèces à Joal-Fadiouth et Somone . 216
CONCLUSION 216
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES 218
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 220
ANNEXE 231

LISTE DES ABREVIATIONS ET SIGLES

ASP : Amnesic Shellfish Poisoning

CDB : Convention sur la Diversité Biologique

CFP : Ciguatera Fish Poisoning

DECC : Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés

ENSA : Ecole Nationale Supérieure d‟Agriculture

IUC : Indice d‟Upwelling Côtier

IUPA : Institut Universitaire de Pêche et d‟Aquaculture

MEDD : Ministère de l‟Environnement et du Développement Durable

MEPN : Ministère de l‟Environnement et de Protection de la Nature

PSP : Paralytic Shellfish Poisoning

UCAD : Université Cheikh Anta DIOP de Dakar

UT : Université de Thiès

ZITC : Zone Inter-Tropicale de Convergence

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Modes de reproduction des diatomées 7

Figure 2 : Structure des diatomées (d'après Paulmier, 1997) 10

Figure 3 : Structure d'une cellule de dinophyte (d'après Fensome *et al.*, 1996) 11

Figure 4 : Géomorphologie du littoral sénégalais (MEPN, 2010) 19

Figure 5 : Circulation océanique de surface dans l'Atlantique Tropical Est (d'après Mittlestaedt, 1983) 24

Figure 6 : Localisation des principaux upwellings côtiers de l'Afrique de l'Ouest (d'après Roy, 1992) 26

Figure 7 : Modèles de propagation des houles (d'après Nardari, 1993) 27

Figure 8 : Localisation des sites d'étude 32

Figure 9 : Méthodes d'échantillonnage 37

Figure 10 : Préparation de lames de diatomées 39

Figure 11 : Contribution (en %) des différentes classes à la richesse spécifique totale (RST) 175

Figure 12 : Supports artificiels, tube PVC (à gauche) et verre (à droite) 190

Figure 13 : Localisation des différents points d'échantillonnage 192

Figure 14 : Contribution en espèces des 5 phylums aux quatre points d'échantillonnage 199

Figure 15 : Variation temporelle du nombre d'espèces à Ngor 200

Figure 16 : Variation temporelle du nombre d'espèces par point d'échantillonnage 201

Figure 17 : Variation temporelle du nombre d'espèces par phylum par point d'échantillonnage 202

Figure 18 : Contribution (en %) des espèces constantes (Cs), communes (Cm), peu communes (Pc) et rares (Rr) à Ngor 203

Figure 19 : Contribution (en %) des espèces constantes (Cs), communes (Cm), peu communes (Pc) et rares (Rr) par point d'échantillonnage à Ngor. 207

Figure 20 : Variation temporelle du nombre d'espèces à Joal-Fadiouth et Somone 209

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractères principaux des espèces du genre *Chroococcus* 42

Tableau 2 : Caractères principaux des espèces du genre *Microcystis* 44

Tableau 3 : Caractères principaux des espèces du genre *Spirulina* 45

Tableau 4 : Caractères principaux des espèces du genre *Aphanocapsa* 47

Tableau 5 : Caractères principaux des espèces du genre *Merismopedia* 48

Tableau 6 : Caractères principaux des espèces du genre *Lyngbya* 51

Tableau 7 : Caractères principaux des espèces du genre *Oscillatoria* 55

Tableau 8 : Caractères principaux des espèces du genre *Phormidium* 58

Tableau 9 : Caractères principaux des espèces du genre *Planktothrix* 60

Tableau 10 : Caractères principaux des espèces du genre *Pseudanabaena* 62

Tableau 11 : Caractères principaux des genres de cyanophytes rencontrés 65

Tableau 12 : Caractères principaux des espèces du genre *Melosira* 75

Tableau 13 : Caractères principaux des espèces du genre *Coscinodiscus* 76

Tableau 14 : Caractères principaux des espèces du genre *Auliscus* 79

Tableau 15 : Caractères principaux des espèces du genre *Odontella* 81

Tableau 16 : Caractères principaux des espèces du genre *Triceratium* 83

Tableau 17 : Caractères principaux des espèces du genre *Plagiogramma* 84

Tableau 18 : Caractères principaux des espèces du genre *Biddulphia* 85

Tableau 19 : Caractères principaux des espèces du genre *Opephora* 89

Tableau 20 : Caractères principaux des espèces du genre *Licmophora* 90

Tableau 21 : Caractères principaux des espèces du genre *Delphineis* 93

Tableau 22 : Caractères principaux des espèces du genre *Ardisonnia* 95

Tableau 23 : Caractères principaux des espèces du genre *Rhabdonema* 98

Tableau 24 : Caractères principaux des espèces du genre *Grammatophora* 99

Tableau 25 : Caractères principaux des espèces du genre *Achnanhes* 105

Tableau 26 : Caractères principaux des espèces du genre *Cocconeis* 108

Tableau 27 : Caractères principaux des espèces du genre *Diploneis* 110

Tableau 28 : Caractères principaux des espèces du genre *Navicula* 113

Tableau 29 : Caractères principaux des espèces du genre *Gyrosigma* 115

Tableau 30 : Caractères principaux des espèces du genre *Amphora* 119

Tableau 31 : Caractères principaux des espèces du genre *Cylindrotheca* 121

Tableau 32 : Caractères principaux des espèces du genre *Nitzschia* 125

Tableau 33 : Caractères principaux des espèces du genre *Campylodiscus* 129

Tableau 34 : Caractères principaux des genres de diatomées centriques 131

Tableau 35 : Caractères principaux des genres de diatomées pennées araphidées..... 135

Tableau 36 : Caractères principaux des genres de diatomées pennées mono et biraphidées 137

Tableau 37 : Liste des taxons inventoriés dans la Presqu'île du Cap Vert et sur la Petite Côte..... 170

Tableau 38 : Structure taxonomique globale de la microflore 174

Tableau 39 : Liste des taxons inventoriés à Ngor, Joal-Fadiouth et Somone..... 176

Tableau 40 : Structure taxonomique des microflores de Ngor, Joal Fadiouth et Somone 180

Tableau 41 : Diversité des diatomées dans trois études différentes (N=nombre d'espèces) 184

Tableau 42 : Diversité des cyanophytes marines de quatre études..... 185

Tableau 43 : Diversité des cyanophytes à Joal-Fadiouth, Bahia Blanca (Argentine) et Maranhão (Brésil)..... 186

Tableau 44 : Points d'échantillonnage à Ngor et leurs coordonnées géographiques..... 190

Tableau 45 : Calendrier des sorties 191

Tableau 46 : Présence (+) et absence () des différentes espèces aux points N1, N2, V1 et V2 194

Tableau 47 : Contribution en espèces des 5 phylums au niveau des quatre points d'échantillonage.. 198

Tableau 48 : Classification des espèces de Ngor selon leur fréquence temporelle 203

Tableau 49 : Variation spatiotemporelle des espèces à Joal-Fadiouth (JF) et Somone (SOM)..... 208

Tableau 50 : Classification des espèces rencontrées à Somone selon leur fréquence temporelle 209

Tableau 51 : Classification des espèces rencontrées à Joal-Fadiouth selon leur fréquence temporelle 211

LISTE DES PLANCHES

Planche 1. A : *Chroococcus minor ;* B : *Chroococcus minutus;* C : *Chroococcus varius ;* D : *Myxosarcina sp;* E : *Pleurocapsa sp ;* F : *Aphanocapsa littoralis ;* G : *Aphanocapsa marina ;* H : *Merismopedia minima;* I : *Merismopedia mediterránea;* J : *Rhabdoderma lineare;* K : *Johannesbaptistia pellucida*; L : *Microcystis sp ;* M : *Komvophoron sp;* N : *Lyngbya confervoides;* O : *Lyngbya semiplena;* P : *Lyngbya sp;* Q : *Lyngbya sp1;* R : *Oscillatoria acuta;* S : *Oscillatoria articulata*. 53

Planche 2. A : *Oscillatoria chlorina;* B: *Oscillatoria limosa;* C : *Oscillatoria nigroviridis;* D: *Oscillatoria subbrevis;* E : *Oscillatoria sp;* F : *Blennothrix lyngbyacea;* G : *Phormidium autumnale;* H: *Phormidium corium ;* I: *Phormidium hamellii ;* J: *Phormidium retzii ;* K : *Planktothrix isothrix ;* L : *Planktothrix raciborskii ;* M : *Leptolyngbya cf foveolarum ;* N : *Pseudanabaena catenata ;* O : *Pseudanabaena sp ;* P : *Pseudanabaena sp 1;* Q: *Spirulina subsalsa ;* R : *Spirulina labyrinthiformis ;* S : *Calothrix sp* 63

Planche 3. A : *Chroococcus sp* ; B : *Merismopedia sp* ; C : *Microcystis sp1* ; D : *Aphanothece sp* ; E : *Spirulina sp* ; F: *Oscillatoria sp1* ; G : *Oscillatoria sp2* ; H : *Oscillatoria sp3* ; I : *Oscillatoria sp4* ; J : *Lyngbya nordgaardii.* 64

Planche 4. A : *Thalassiosira eccentrica*, vue valvaire ; B : *Cyclotella stylorum,* vue valvaire ; C-D : *Chrysanthemodiscus floreatus,* C : partie d'une colonie montrant la liaison intercellulaire, D : Vue connective montrant la structure du cingulun, l'aréolation et les lignes de suture ; E : *Melosira crenulata*, vue cingulaire ; F : *Melosira granulata*, vue cingulaire ; G : *Paralia sulcata*, vue valvaire ; H : *Coscinodiscus oculus-iridis*, vue valvaire ; I : *Coscinodiscus oculus-iridis var. borealis*, vue valvaire. 78

Planche 5. A : *Actinoptychus senarius*, vue valvaire (photo de Park et al. 2012) ; B : *Auliscus caelatus*, vue valvaire ; C : *Auliscus sculptus,* vue valvaire (B, C, E, photos de Paulmier ,1997) ; D : *Auliscus sp*, vue valvaire ; E : *Odontella aurita*, vue cingulaire ; F : *Odontella obtusa*, vue valvaire. 82

Planche 6. A : *Triceratium antediluvianum*, vue valvaire ; B : *Triceratium reticulum*, vue valvaire ; C: *Plagiogramma pulchellum,* vue valvaire ; D : *Plagiogramma pulchellum var. pygmaea*, vue valvaire ; E-F : *Biddulphia pulchella*, colonie de 2 cellules montrant la liaison intercellulaire (E), vue cingulaire (F) ; G : *Biddulphia tuomeyi* : vue valvaire ; H-I : *Terpsinoe musica* (photos de Peragallo & Peragallo, 1908), vue cingulaire (H), vue valvaire (I). 87

Planche 7. A : *Eunotogramma marinum,* vue valvaire ; B : *Opephora pinnata var. lanceolata*, vue valvaire ; C : Opephora *schwartzii*, vue valvaire ; D : *Rhizosolenia bergonii*, vue montrant l'apex tronqué et l'épine : E : *Licmophora ehrenbergii*, vue valvaire ; F : *Licmophora flabellata*, cellules regroupées en colonie stipitée ; G : *Licmophora dalmatica var. tenella*, vue cingulaire ; H : *Plagiotropis lepidoptera*, vue cingulaire de 2 cellules non encore nettoyées. 92

Planche 8. A : *Delphineis surirella*, vue valvaire ; B : *Delphineis surirella var. australis,* vue valvaire ; C : *Raphoneis amphiceros var. rhombica*, vue valvaire ; D : *Ardisonnia robusta* : vue valvaire montrant une extrémité atténuée obtuse ; E : *Psammodiscus nitidus*, vue valvaire ; F-G : *Ardissonia fulgens*, (F) montrant la partie centrale dilatée et (G) une extrémité dilatée. 96

Planche 9. A-B : *Toxarium undulatum*, (A) montrant la partie centrale élargie et (B) l'apex dilaté arrondi ; C : *Thalassionema bacillare*, vue valvaire ; D : *Rhabdonema adriaticum*, frustule tabulaire avec l'emplacement des foramen visible entre les bandes intercalaires ; E : *Rhabdonema punctatum,* frustule tabulaire montrant des ponctuations irrégulièrement dispersées le long des bandes intercalaires ; F : *Grammatophora hamulifera*, vue connective ; G : *Grammatophora oceanica*, vue connective ; H : *Grammatophora oceanica f. minuscula*, vue connective ; I : *Grammatophora marina*, vue connective. 101

Planche 10. A : *Mastogloia exigua*, vue valvaire ; B : *Lyrella abrupta*, vue valvaire. C : *Climacosphenia moniligera* : vue valvaire montrant le cloisonnement ; D-E : *Achnanthes breviceps*, (D) vue valvaire et (E) colonie de 3 cellules en vue cingulaire ; F-G : *Achnanthes brevipes var. intermedia*, (F) vue valvaire et (G) vue cingulaire ; H : *Achnanthes longipes f. lata*, vue valvaire ; I : *Achnanthes subconstricta*, vue valvaire montrant les orbicules aux apex..... 105

Planche 11. A : *Cocconeis placentula*, vue valvaire ; B : *Cocconeis scutellum*, vue valvaire ; C : *Cocconeis scutellum var. ornata*, vue valvaire ; D : *Fallacia forcipata*, vue valvaire ; E : *Diploneis bombus*, vue valvaire ; F : *Diploneis elliptica*, vue valvaire ; G : *Diploneis gruendleri*, vue valvaire ; H : *Diploneis weissflogii*, vue valvaire ; I : *Navicula cancellata*, vue cingulaire ; J : *Navicula pennata,* vue valvaire ; K : *Navicula tripunctata*, vue valvaire ; L : *Navicula sp*, vue valvaire. 114

Planche 12. A-B : *Trachyneis aspera,* (A) vue valvaire et (B) vue cingulaire ; C-D : *Gyrosigma balticum,* (C) vue valvaire montrant la striation, le raphé et l‟apex, (D) vue valvaire montrant l‟aire centrale et le parallélisme des marges ; E : *Gyrosigma attenuatum*, valve entière ; F : *Pleurosigma diverse-striatum*, vue valvaire montrant l‟aire centrale, la striation et la position excentrique du raphé ver les apex. 117

Planche 13. A : *Amphora bigibba*, vue cingulaire ; B : *Amphora proteus*, vue cingulaire ; C : *Amphora turgida*, vue cingulaire ; D : *Hantzschia amphioxis*, vue valvaire ; E : *Bacillaria paxillifera*, colonie rubannée ; F : *Amphora costata*, vue valvaire ; G : *Cylindrotheca closterium*, vue cingulaire ; H : *Cylindrotheca gracilis,* vue cingulaire. 123

Planche 14. A : *Nitzschia coarctata* ; B : *Nitzschia granulata* ; C : *Nitzschia sigma* ; D : *Nitzschia lorenziana* ; E : *Nitzschia cancellata* ; F : *Nitzschia obtusa*, G : *Nitzschia panduriformis.* 127

Planche 15. A : *Rhopalodia gibba var. ventricosa* ; B : *Campylodiscus thurettii* ; C : *Campylodiscus ralfsii* ; D : *Campylodiscus decorus* ; E : *Petrodictyon gemma* ; F : *Surirella fastuosa*..... 131

Planche 16. A : *Scenedesmus quadricauda ;* B : *Scenedesmus subspicatus* ; C : *Scenedesmus sp* ; D : *Pterosperma undulatum* (photo de Al Kandari *et al.,* 2009) ; E : *Dictyocha fibula ;* F : *Euglena spirogyra* (photo de Mirande & Tracanna, 2004) ; G : *Prorocentrum lima* ; H : *Dinophysis mitra* ; I : *Gyrodinium sp* ; J : *Protoperidinium sp*. 157

UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
ECOLE DOCTORALE SCIENCES DE LA VIE, DE LA SANTE ET DE L'ENVIRONNEMENT
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES

THESE DE DOCTORAT
Spécialité : Botanique systématique

NOM et Prénom du Candidat : GUEYE Madiop
Titre : Contribution à la connaissance de la diversité et de la dynamique spatiotemporelle des cyanophytes et microalgues marines de la Presqu'île du Cap Vert et de la Petite Côte (Sénégal)

Date et lieu de soutenance : 25 mai 2016, UCAD
Membres du Jury: M. Léonard Elie AKPO Professeur Titulaire, UCAD Président
M. Saliou NDIAYE Maître de Conférences, UT Rapporteur
M. Malick DIOUF Maître de Conférences, UCAD Rapporteur
M. Aboubacry KANE Maître de Conférences, UCAD Rapporteur
M. Mame Samba MBAYE Maître de Conférences, UCAD Examinateur
M. Ngansoumana BA Maître-Assistant, UCAD Examinateur
M. Kandioura NOBA Professeur Titulaire, UCAD Directeur de thèse

RESUME

Au Sénégal, la flore phanérogamique est riche de 2500 espèces. Cependant, les cyanophytes et microalgues, surtout celles marines, y sont peu connues malgré les 700 km de côtes. Notre étude se propose de contribuer à une meilleure connaissance des cyanophytes et microalgues marines de la Presqu'île du Cap-Vert (à Ngor) et de la Petite Côte (à Joal-Fadiouth et Somone) grâce à la description morphologique, à l'inventaire et à l'analyse de la dynamique spatiotemporelle des différents taxons rencontrés.

L'échantillonnage a été réalisé entre Juillet 2009 et Juin 2013 à Ngor, Joal-Fadiouth et Somone grâce à un filet à plancton pour le phytoplancton et par grattage de différents supports pour le phytobenthos. Pour l'étude de la dynamique, des prélèvements de 15 jours et d'un mois ont été respectivement effectués à Ngor et dans la Petite Côte, sur des supports en verre et des tubes en PVC placés aux différents points.

L'étude descriptive a permis de proposer des clés de détermination dichotomiques des genres et espèces de chaque phylum et une clé de détermination de l'ensemble des 145 espèces de cyanophytes et microalgues rencontrées.

Les 145 espèces inventoriées sont réparties en 73 genres, 57 familles et 5 phylums. Les *Bacillariophyta* sont fortement représentées avec 60 % des espèces et sont suivies des *Cyanophyta* (33,1 %). 136 espèces ont été inventoriées à Ngor, 50 à Somone et 34 à Joal-Fadiouth. Les *Bacillariophyta* puis les *Cyanophyta* dominent la composition taxonomique dans ces trois sites.

Quarante huit espèces de cyanophytes et 54 espèces de microalgues sont nouvellement signalées dans les eaux marines du Sénégal. Des espèces toxiques (*Planktothrix raciborskii*, *Dinophysis mitra*), une espèce provocatrice d'anoxie (*Paralia sulcata*) et des espèces vulnérantes (*Dictyocha fibula, Rhizolenia bergonii*) ont été aussi inventoriées.

Les résultats de l'étude de la dynamique spatiotemporelle ont montré que 17 espèces sont communes à Ngor, Joal-Fadiouth et Somone et 38 à deux sites. Pendant toute l'étude, la structure taxonomique est caractérisée par une dominance des *Bacillariophyta* avec au moins 50% des espèces. Les richesses spécifiques les plus élevées ont été enregistrées pendant les périodes d'upwelling, en fin mai et vers mi- octobre 2011 dans la Presqu'île du Cap Vert et en fin mars 2013 dans la Petite Côte (Joal-Fadiouth, Somone). Plus de la moitié des espèces sont rares ou peu communes à Ngor alors qu'à Joal-Fadiouth et Somone, seul le 1/3 des espèces sont constantes.

Mots clés : diversité, dynamique, cyanophytes, microalgues, Sénégal.

ABSTRACT

In Senegal, the phanerogamic flora consists of 2500 species. However, cyanophyta and microalgae, particularly those marinate, are little known in spite of 700 km of coast. Our study suggests contributing to a better knowledge of cyanophytes and microalgae of the the Peninsula of Cape Verde (to Ngor) and of the Small Coast (to Joal-Fadiouth and Somone) with the morphological description, the inventory and the analysis of the spatiotemporal dynamics of the different met taxa.

The sampling was realized between July, 2009 and June, 2013 to Ngor, Joal-Fadiouth and Somone with plankton net for the phytoplankton and by scratching of various supports for the phytobenthos. For the study of the dynamics, takings of 15 days and of month were respectively made to Ngor and in the Small Coast, on glass supports and PVC tubes were placed in different points.

The descriptive study allowed proposing dichotomous keys of determination of the genera and the species of every phylum and a key of all the 145 species of cyanophyta and microalgae met.

The 145 inventoried species are divided into 73 genera, 57 families and 5 phyla. The *Bacillariophyta* are strongly represented with 60 % of the species and are followed by *Cyanophyta* (33, 1 %). 136 species were inventoried to Ngor, 50 to Somone and 34 to Joal-Fadiouth. *Bacillariophyta* then *Cyanophyta* dominate taxonomic composition in these three sites.

Forty - eight species of cyanophyta and 54 species of microalgae are newly reported in the marine waters of Senegal. Toxic species (*Planktothrix raciborskii*, *Dinophysis mitra*), an anoxia-provoking species (*Paralia sulcata*) and vulnerant species (*Dictyocha fibula*, *Rhizolenia bergonii*) were also inventoried.

The results of the study of the spatiotemporal dynamics showed that 17 species are common to Ngor, Joal-Fadiouth and Somone and 38 to two sites. Throughout the study, the taxonomic structure is characterized by *Bacillariophyta* dominance with at least 50% of the species. The highest specific richness was recorded during upwelling periods in late May and mid-October 2011 in the Peninsula of Cape Verde and at the end of March 2013 in the Small Coast (Joal-Fadiouth, Somone). More than half of the species are rare or uncommon in Ngor, while in Joal-Fadiouth and Somone, only 1/3 of the species are constant.

Keywords: diversity, dynamic, cyanophyta, microalgae, Senegal.

INTRODUCTION GENERALE

Le Sommet de la Terre sur l'environnement et le développement tenu, à Rio en juin 1992, a été le premier événement international qui a attiré l'attention sur les enjeux de la biodiversité. Ce sommet a conduit à l'adoption de trois conventions dont la Convention sur la Diversité Biologique (CDB). Cette dernière constitue la première manifestation en droit international de la volonté des Etats de considérer la biodiversité de manière globale et fut signée le 5 juin 1992 par 186 Etats (Guilloux & Zakovska, 2004). Dans la mise en œuvre de cette convention, le Sénégal, à l'instar de plusieurs pays africains, a développé une stratégie et un plan d'actions pour une connaissance de la biodiversité à travers une monographie. Les résultats obtenus ont montré que le Sénégal présente une diversité spécifique importante avec une flore phanérogamique (plantes à fleur) constituée par environ 2500 espèces (Ba & Noba, 2001). Cependant, il existe plusieurs groupes végétaux représentés au Sénégal dont les cyanophytes et les algues (micro et macroalgues) qui sont encore très peu connus.

Pour ce qui est des macroalgues, les quelques études systématiques ont été menées par Dangeard (1952), Bodard & Mollion (1974), Harper & Garbary (1997), Bodian (2000) et Diedhiou (2010). Plus de 260 espèces ont été inventoriées ; elles sont réparties dans 105 genres et 3 classes : *Ulvophyceae* (13), *Phaeophyceae* (19) et *Rhodophyceae* (73) (MEDD, 2014).

Quant aux cyanophytes et microalgues, les études réalisées ont porté essentiellement sur les milieux d'eau douce. Ce sont les travaux de Guermeur (1954), de De Poucques (1956), de Dia & Reynaud (1982), de Compère (1991), de Cogels & Gac (1995), de Carlbro (1999), de Berger et *al*. (2005), de Ba et *al*. (2006) et de Gueye et *al*. (2013).

En milieu marin, les seuls travaux menés sont ceux de Formorel (1898) et d'Amossé (1970) sur les diatomées et ceux de Dia (1983) sur la biologie et la biomasse du phytoplancton. A part ces travaux, il n'y a pas eu d'étude systématique, de description morphologique, d'inventaire ou de détermination de la structure taxonomique de ces microphytes.

La relation entre la biodiversité et le fonctionnement des écosystèmes étant une question écologique fondamentale, pour comprendre la structure et le fonctionnement d'un écosystème, il est indispensable de connaître les différents éléments qui le composent, *i.e.* la distribution des organismes dans le temps et dans l'espace (Bengtsson, 1998).

Par ailleurs, les cyanophytes et les microalgues sont le plus souvent autotrophes, régulent le flux des substances nutritives et de l'oxygène à l'interface eau-sédiment et contribuent significativement à la production primaire (MacIntyre *et al.,* 1996).

Certaines espèces de cyanophytes et de microalgues peuvent également être utilisées pour la production d'énergie renouvelable (hydrocarbures, hydrogène, etc.) alors que d'autres sont nuisibles à cause de la production de toxines et des phénomènes d'eutrophisation.

C'est ainsi que cette étude se propose de contribuer à une meilleure connaissance des cyanophytes et microalgues marines de la Presqu'ile du Cap Vert (Ngor) et de la Petite Côte (Joal-Fadiouth et Somone) avec comme objectifs spécifiques :

- décrire morphologiquement les taxons récoltés ; ce qui devrait permettre leur identification et l'élaboration de clés de détermination pour faciliter la reconnaissance de ces différents taxons rencontrés ;
- inventorier les cyanophytes et microalgues de Ngor, Joal-Fadiouth et Somone pour connaître la diversité spécifique et la structure taxonomique de la microflore ;
- analyser la dynamique spatiotemporelle des différents taxons rencontrés.

Ce mémoire est structuré de la manière suivante :

- ✓ le chapitre 1 est une synthèse bibliographique ;
- ✓ le chapitre 2 porte sur la présentation de l'environnement marin et côtier du Sénégal et des différentes zones de notre étude ;
- ✓ le chapitre 3 concerne l'étude morphologique des cyanophytes et microalgues rencontrées ;
- ✓ le chapitre 4 correspond à l'étude de la diversité et à la détermination de la structure taxonomique de la microflore ;
- ✓ le chapitre 5 porte sur la dynamique spatiotemporelle des cyanophytes et microalgues ;
- ✓ enfin la dernière partie correspond à la conclusion générale des résultats de l'étude et aux perspectives.

CHAPITRE I SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. PRESENTATION DES CARACTERES BOTANIQUES DES CYANOPHYTES ET MICROALGUES

Les cyanophytes et les microalgues sont des thallophytes vivant en milieu aquatique ou dans des endroits humides, libres, fixés, en symbiose ou parasites.

Les microalgues sont des eucaryotes ; elles sont souvent chlorophylliennes (présence de pigments chlorophylliens dont majoritairement la chlorophylle *a*) d'où un métabolisme dominé par le mode de vie autotrophe.

Contrairement aux microalgues, les cyanophytes sont des procaryotes et ont été pendant longtemps considérées comme des algues bleues. Du fait de leur affinité avec les bactéries (absence de noyau, de mitochondrie, d'appareil de Golgi et de réticulum endoplasmique), les microbiologistes les ont nommées cyanobactéries. Ce sont des procaryotes à Gram négatif, photosynthétiques (Briand, 2008) mais, leur type de photosynthèse les sépare des bactéries autotrophes. En effet, les cyanophytes réalisent une photosynthèse oxygénique contrairement aux bactéries à photosynthèse anoxygénique

I.1.1. Caractères morphologiques

I.1.1.1. Morphologie des cyanophytes

Ces microorganismes présentent une large gamme d'organisation morphologique (Bourrelly, 1985). Elles sont unicellulaires (coccoïdes) de forme sphérique, ellipsoïdale, cylindrique, ovoïde ou piriforme, isolés ou agrégés en colonies de forme irrégulière, sphérique, globuleuse, lobée, quadratique ou plane. Les formes pluricellulaires filamenteuses peuvent être uni- ou plurisériées (une ou plusieurs séries de cellules jointives) avec ou sans gaine (on parle alors respectivement de filaments et de trichomes), avec ou sans ramifications (vraies ou fausses). Comme pour les colonies, un mucilage peut entourer les trichomes et filaments et présenter des contours nets ou diffluents et une coloration plus ou moins marquée (Briand, 2008).

Les cyanophytes sont par ailleurs capables de différencier trois types cellulaires (Komarek *et al.,* 2003) :

- ✓ les cellules végétatives, au contenu cellulaire assez homogène pouvant contenir des granules ou encore, chez certaines espèces planctoniques, des vésicules à gaz ou pseudovacuoles ; ces organites leur confèrent une flottabilité dans la colonne d'eau et permettent à certaines espèces de s'accumuler à la surface des plans d'eau ;
- ✓ les hétérocystes, observés chez certaines formes filamenteuses, sont des cellules différenciées, à paroi épaisse, spécialisées dans la fixation de l'azote atmosphérique par réduction du N_2 en NH^{4+} catalysée par la nitrogénase ; les espèces qui possèdent ces structures peuvent être autotrophes vis-à-vis de l'azote ;

✓ les akinètes ou spores de reproduction, observés également chez certaines formes filamenteuses, sont des cellules différenciées de grande taille, à paroi épaisse, riches en polypeptides qui constituent des formes de résistance permettant la survie des cyanobactéries lorsque les conditions environnementales sont défavorables.

Ces hétérocystes et akinètes (parfois ornementées) ont des formes et des positions variables et sont utilisées dans la systématique.

I.1.1.2. Morphologie des microalgues

Les microalgues présentent des formes très variées. On peut ainsi distinguer les formes unicellulaires isolées, les formes coloniales, les formes filamenteuses (Iltis, 1980).

❖ **Formes unicellulaires isolées**

Elles peuvent être de trois types :

✓ le type rhizopodial ; ce sont en général des cellules nues ou contenues dans des thèques d'où sortent les pseudopodes ; ce type se rencontre chez les Chrysophytes et sont relativement rares en eau douce ;

✓ le type coccoïde correspond aux thalles unicellulaires immobiles ; chaque cellule est entourée d'une membrane ferme et bien définie, leur paroi étant souvent ornée d'épines, de côtes, de pores, d'appendices branchiaux, etc ; il existe des formes simples sphériques subsphériques, triangulaires, discoïdes, quadrangulaires, allongées, fusiformes ; d'autres cellules ont des formes plus compliquées (Diatomées, Desmidiées) ;

✓ le type flagellé ou monadoïde qui correspond à des cellules mobiles possédant 1, 2, rarement 3 (2 fouets égaux et un appendice flagelliforme), ou 4 flagelles ; la taille et la localisation des flagelles varient en fonction des espèces (Iltis, 1980).

❖ **Formes coloniales**

On peut distinguer deux sortes de colonies : les colonies mucilagineuses et les cénobes (Iltis, 1980).

✓ Les colonies mucilagineuses sont constituées de cellules groupées dans une gelée englobant l'ensemble. Certaines de ces colonies sont mobiles car constituées de cellules flagellées (*Pandorina*, *Volvox* (Chlorophytes)) incluses dans une enveloppe gélatineuse traversée par les flagelles qui battent librement à l'extérieur ;

✓ Les cénobes sont des colonies immobiles ayant toujours une structure régulière et sont fréquents chez les Scenedesmacées (*Coelastrum, Scenedesmus*, *Tetrastrum*) ; les cellules marginales peuvent ne pas avoir le même aspect que celles internes (*Pediastrum*, *Scenedesmus*) ; des méats peuvent exister entre les cellules (certaines espèces de *Pediastrum*, de *Scenedesmus*…) (Iltis, 1980).

❖ **Formes filamenteuses**

Comme chez les cyanophytes, les filaments des microalgues peuvent être simples ou ramifiés mais sont dépourvus d'hétérocyste et d'akinètes.

I.1.2. Modes de reproduction

I.1.2.1. Reproduction des cyanophytes

Les cyanophycées n'ont pas de reproduction sexuée (Compère, 1974). La multiplication est végétative, c'est-à-dire asexuée. Elle s'effectue par division binaire d'une cellule mère en deux cellules filles, par bourgeonnement ou par divisions multiples suivant une ou plusieurs directions. Selon les espèces et les conditions environnementales, les temps de doublement des populations varient de quelques heures à plusieurs jours. Chez les formes unicellulaires, la division successive de la cellule mère libère des nanocytes ou des baeocytes (Briand, 2008).

Chez les formes filamenteuses, la fragmentation se fait au niveau des nécridies (cellules dégénérescentes), puis les hormogonies (courts trichomes ou filaments mobiles) sont libérées et peuvent se disperser.

Cette fragmentation peut également se faire au niveau des hétérocystes chez les formes hétérocystées.

Certaines cyanobactéries filamenteuses sont capables de différencier des cellules de résistance, les akinètes, lorsque les conditions environnementales sont défavorables. Ces cellules peuvent ainsi survivre dans les sédiments durant l'hiver et même durant plusieurs années en consommant leurs réserves d'hydrates de carbone par respiration ou fermentation. Lorsque les conditions environnementales redeviennent propices au développement, des cellules végétatives sont générées à partir de ces cellules (Latour *et al.*, 2004).

I.1.2.2. Reproduction des microalgues

Chez les algues, on rencontre les deux types de reproduction observés chez les végétaux, à savoir une reproduction sexuée et une reproduction asexuée (Gayral, 1975).

- ✓ **Reproduction asexuée**

La reproduction asexuée existe seule ou, du moins est la seule connue chez certaines algues. Mais, bien souvent, elle se rencontre chez des espèces qui, à un moment donné, présentent des phénomènes de sexualité (Gayral, 1975).

Elle peut se faire par une multiplication cellulaire (ou division binaire) qui constitue le mode de reproduction normal de nombreuses algues unicellulaires cénobiales ou coloniales. Il s'agit de division par mitoses normales d'un individu en deux nouveaux individus identiques.

Chez certaines formes filamenteuses elle peut consister en une simple fragmentation des thalles en petits fragments pluricellulaires alors que chez d'autres on peut avoir la sporulation. Cette dernière correspond à la dissémination de cellules spécialisées appelées spores et dont la germination aboutit à la formation d'un organisme identique à celui qui les a produits (Gayral, 1975). Chez les algues, les spores se forment à l'intérieur de sporocystes provenant du développement d'une cellule-mère d'abord uninucléée et qui, à la suite de divisions nucléaires, répartit son contenu en un certain nombre de spores mobiles ou immobiles (Ozenda, 1990). La sporulation se rencontre chez beaucoup d'algues, même si celles-ci ont une reproduction sexuée (Gayral, 1975).

- ✓ **Reproduction sexuée**

Cette reproduction est caractérisée par la fécondation ou gamie qui correspond à la fusion de gamètes mâle et femelle. Cependant chez certaines espèces il n‟y a pas de production de vrais gamètes (cystogamie).

La fécondation aboutit à la formation d‟un zygote. A partir de ce zygote, une série d'évènements se succèdent formant un cycle de développement complet jusqu'à l'apparition d'un nouveau zygote.

Cette reproduction sexuée offre des modalités variées de fécondation et de cycle de reproduction. Selon les espèces, le cycle peut être monogénétique, digénétique ou trigénétique. Dans tous ces cas les cycles peuvent être isomorphes ou hétéromorphes, selon que les générations sont morphologiquement identiques ou pas (Gayral, 1975).

Exemple de reproduction des diatomées (Fig. 1)

Les diatomées sont caractérisées par une membrane bivalve imprégnée de silice hydratée appelée frustule ; ce dernier est divisé en deux valves emboîtées de taille différente : l‟hypothèque, la plus petite des deux valves, vient s‟emboîter dans l‟épithèque.

Le cycle de développement des diatomées est relativement court, de l‟ordre de quelques heures à quelques jours. Deux types de reproduction sont possibles chez les diatomées, la multiplication végétative et la reproduction sexuée (Frémy & Lassus, 2001).

La multiplication végétative se fait par division cellulaire. Le protoplasme s‟accroît, exerçant de la pression sur la paroi cellulaire écartant les deux valves et une mitose s‟en suit. Chaque cellule-fille conserve une valve de la cellule mère et en fabrique une nouvelle, plus petite que la première. Au fil des générations, on observera ainsi, des individus ayant la même taille que la cellule mère, et d‟autres individus qui ont subi une réduction progressive de leur taille. Quand les frustules atteignent la dimension minimale compatible avec la vie ou lorsque les conditions environnementales ne sont pas favorables à la multiplication végétative, la reproduction sexuée (production d‟auxospores) intervient (Frémy & Lassus, 2001).

Cette reproduction sexuée permet de regagner la taille maximale de l‟espèce (Lavoie *et al.,* 2008).

Les diatomées étant des organismes diploïdes, l‟auxosporulation (production de cellules-oeuf) nécessite la formation de gamètes mâles flagellés et de gamètes femelles par méiose et produit une nouvelle cellule, appelée cellule initiale, dont la morphologie est un peu différente de celle des cellules végétatives (Lavoie *et al.,* 2008).

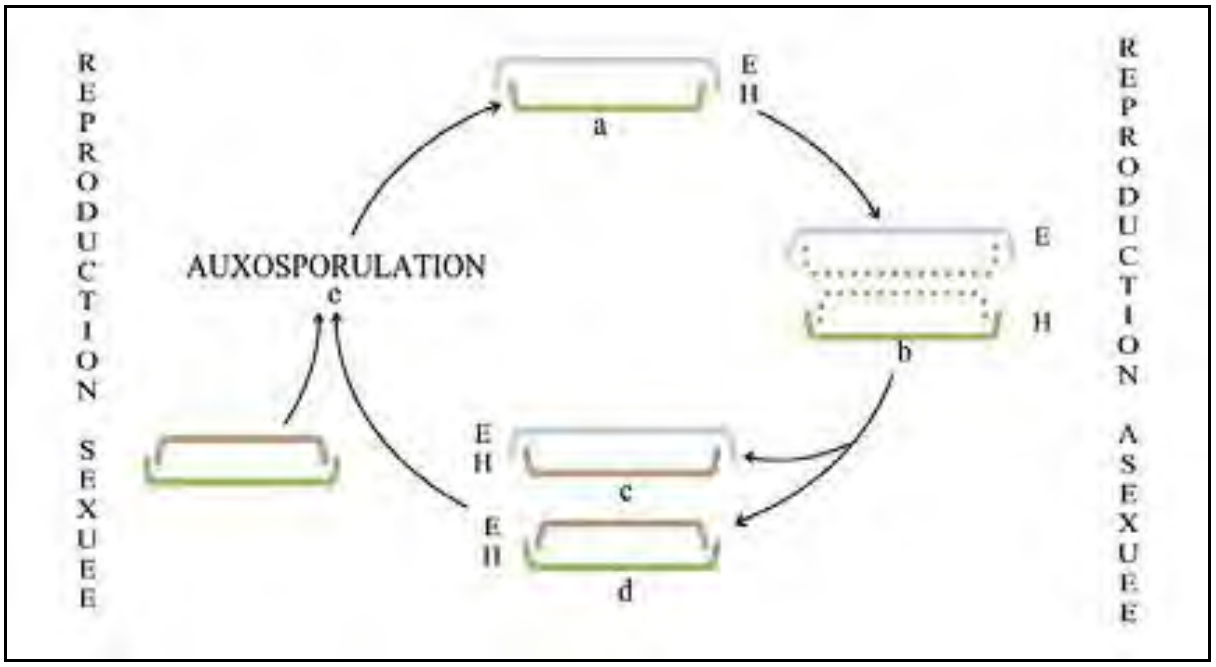


Figure 1 : Modes de reproduction des diatomées

Seules les valves (E=épithèque ; H=hypothèque) sont représentées (d'après Round *et al.,* 1990)

1.1.3. Importance des caractères botaniques dans l'identification des taxons

L'identification des cyanophytes et microalgues est essentiellement basée sur des caractères morphologiques, cytologiques et de reproduction. Cependant, les caractères morphologiques sont d'une très grande importance.

Parmi les caractères morphologiques qui peuvent permettre de distinguer les taxons, on peut citer le type de thalle, la forme du thalle, la forme et l'agencement des cellules, la présence ou l'absence d'appendices, la présence ou l'absence d'appareils locomoteurs... Pour les cyanophytes, on peut également noter la présence ou l'absence d'hétérocyste ou d'akinète, la présence ou l'absence d'enveloppe gélatineuse (gaine) et le type d'ornementation (granulations, pseudovacuoles ou aérotopes), le mode et les éléments de division...

Chez les diatomées, on a la forme générale, l'ornementation valvaire, la présence d'appendices, la présence ou l'absence de raphé ou pseudoraphé, la formation en colonie ou l'état solitaire. Pour les dinoflagellés, la classification repose sur la morphologie externe et pour les cellules avec thèque ou cuirassées, sur l'étude de la tabulation (i.e., le nombre et l'arrangement des plaques).

A partir de ces différents caractères on peut élaborer des clés de détermination qui permettront de faciliter l'identification des différents taxons de cyanophytes et microalgues.

Au Sénégal, la seule clé de détermination qui existe a été élaborée par Gueye *et al.* (2013) et permet seulement d'identifier des espèces d'eau douce (diatomées exclues).

I. 2. TAXONOMIE ET DIVERSITE

1.2.1. Taxonomie des Cyanophytes

La classification des cyanophytes a été modifiée de nombreuses fois par Geitler (1932), Frisch (1945), Desikachary (1956), Drouet & Daily (1956), Starmach (1966), Drouet (1968, 1978, 1981) et Bourelly (1985).

Plus récemment, on a une approche moderne du système de classification incluant des données moléculaires et adoptée par Anagnostidis & Komárek (1988, 1990), Komárek & Anagnostidis (1989, 1998, 2005) et Hoffman *et al.* (2005). Et comme le signale Anagnostidis (2001), beaucoup de genres ont été divisés, nouvellement décrits et de nombreuses espèces ont été transférées dans des entités génériques, caractérisés sur la base moléculaire, écologique et de critères morphologiques révisés. Mais dans tous les cas, les noms de genres et d"espèces utilisés pour l"identification et la systématique sont ceux empruntés à la botanique (Briand, 2008).

Au cours de cette étude nous allons suivre la classification de Komárek & Hauer (2011) qui est une synthèse de ces différents travaux. Ils se sont basés sur les travaux de Komárek (1992) complétés par ceux de Geitler (1932), Desikachary (1956), Starmach (1966), Drouet (1968, 1978, 1981), Bourelly (1985) et de Hoffman *et al.* (2005).

Le phylum des Cyanophyta ne comprend qu"une seule classe, celle des Cyanophyceae.

1.2.2. Taxonomie des microalgues

Comme les cyanophytes, la classification des microalgues diffère selon les auteurs. Plusieurs types de classification subdivisent les microalgues en plusieurs phylums ou divisions ; elles sont basées sur la couleur des chloroplastes, elle-même déterminée par les pigments plus ou moins abondants accompagnant la chlorophylle, mais également sur la structure des membranes, la biochimie des réserves (Ozenda, 1990).

En 1960, Chadefaud & Emberger les regroupent en 3 embranchements (Rhodophycophytes ou algues rouges, les Chromophycophytes ou algues brunes et les Chlorophycophytes ou algues vertes) tandis que Bourrelly (1966) les a subdivisées en 5 embranchements que sont les Rhodophytes, les Chrysophytes, les Phéophytes, les Pyrrophytes (aux quelles se rattachent les Euglénophycées, et les Chloromonadophycées) et les Chlorophytes. De Reviers (2003) les classe en 6 embranchements (*Rhodophyta*, *Chlorophyta*, *Cryptophyta*, *Heterocontophyta*, *Euglenophyta* et *Dinophyta*).

Pour les microalgues, nous allons suivre la classification de Tomas (1997) qui prend en compte les microalgues marines avec les phylums des *Bacillariophyta*, des *Chlorophyta* (Euglenophytes inclues), des *Chromophyta* et des *Dinophyta*.

- **Phylum des *Bacillariophyta***

Les *Bacillariophyta* ou diatomées sont des algues unicellulaires ou coloniales qui possèdent les chlorophylles *a* et *c*, du *β* carotène et des xanthophylles (Bourrelly, 1981) mais qui sont

surtout caractérisées par la présence d'une capsule protectrice siliceuse, le frustule. Celui-ci est constitué de deux parties emboîtées l'une dans l'autre. Ces deux éléments sont ornés de fines sculptures, de pores, d'aiguillons, d'épines, etc. La classification est essentiellement basée sur la morphologie et sur la structure du frustule, la forme et le mode d'accrochage des colonies, les plastes, etc (Fig.2).

Pour ce phylum, nous allons suivre la classification de Round *et al.* (1990) qui l‟ont subdivisé en trois classes : les *Coscinodiscophyceae*, les *Fragilariophyceae* et les *Bacillariophyceae*.

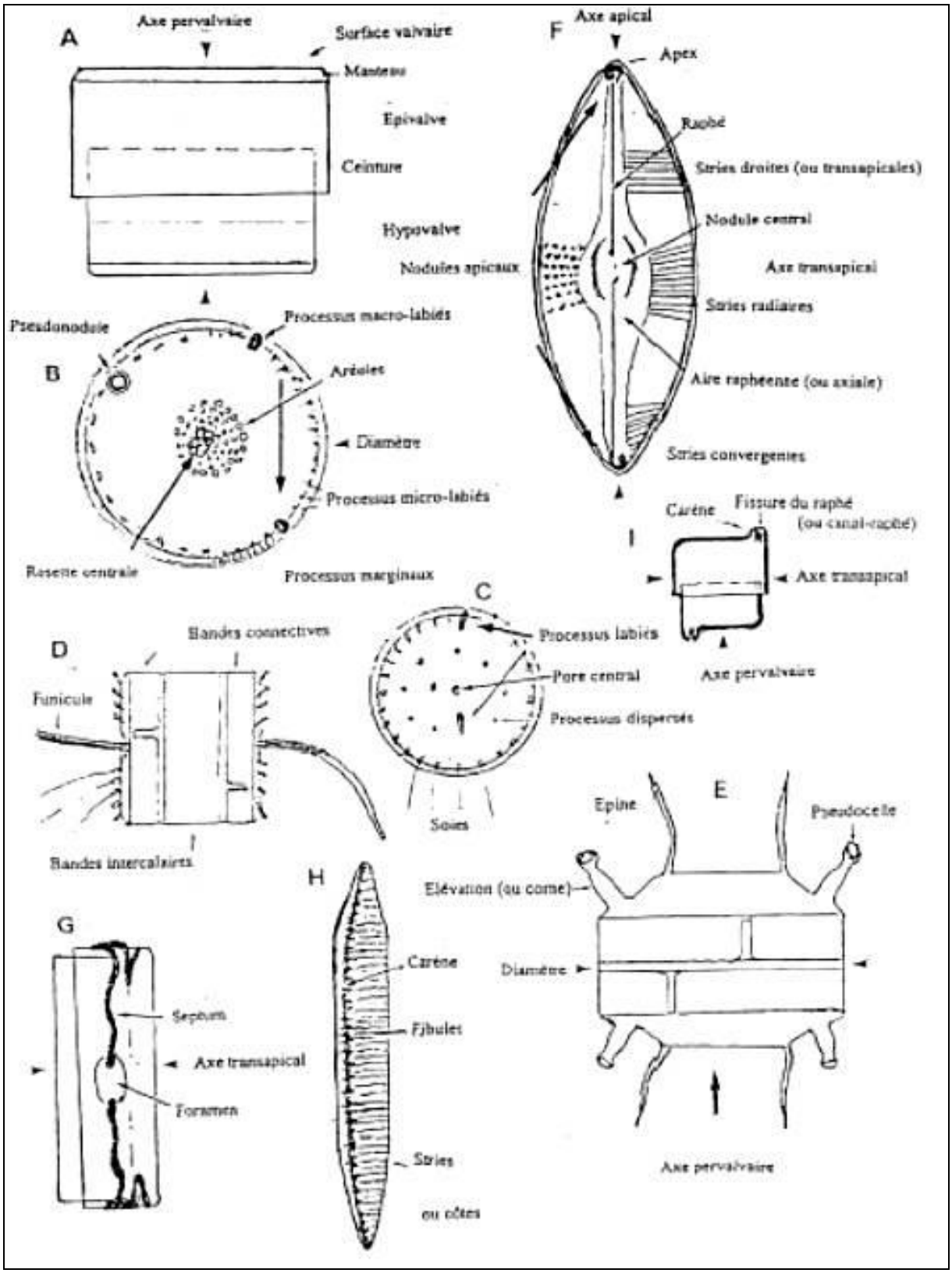


Figure 2 : Structure des diatomées (d'après Paulmier, 1997)

A : Centrale en vue connective montrant les 2 parties du frustule. B-C : Centrales en vue valvaire. D-E : Centrales en vue connective. F : Pennale en vue valvaire. G : Pennale en vue connective, cellule avec septum. H : Pennale en vue valvaire. I : Pennale en vue cingulaire étroite ou apicale.

- **Phylum des *Dinophyta* (ou *Pyrrophyta*)**

Les Dinophytes ou Péridiniens sont des microorganismes unicellulaires dont les formes typiques sont revêtues d'une carapace de plaques cellulosiques (Fig. 3). Certaines sont coloniales, d'autres filamenteuses. (Ozenda, 1990). Les formes mobiles possèdent deux fouets : l'un ondulant dans un sillon équatorial (cingulum) et l'autre dans un sillon longitudinal (sulcus) perpendiculaire au précédent (Iltis, 1980). La carapace est souvent ornée de prolongements en cornes ou en ailes (Ozenda, 1990). Ils contiennent des chlorophylles *a* et *c*. L'hydrate de carbone de réserve est l'amidon synthétisé à l'extérieur du plaste. Les Dinophytes sont majoritairement marines.

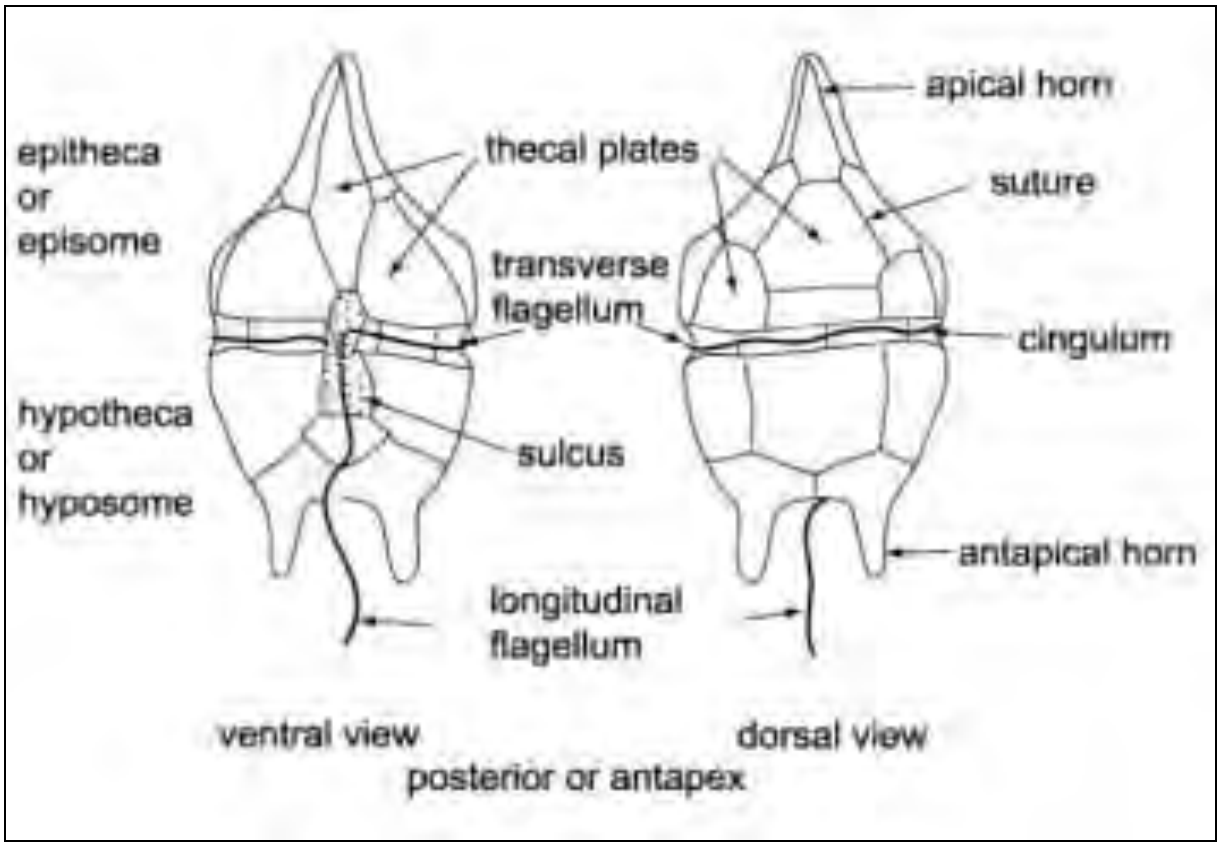


Figure 3 : Structure d'une cellule de dinophyte (d'après Fensome *et al.*, 1996)

Deux classes forment ce phylum. Les *Dinophyceae* regroupent les représentants les plus primitifs des Dinoflagellées, avec des flagelles insérés au niveau de l'apex ; on y trouve aussi bien les espèces à cellules « nues » ou à thèque primitive que celles avec vraie thèque. Les *Desmophyceae* regroupent les espèces avec des flagelles insérés latéralement (Steidinger & Tangen, 1997).

- **Phylum des *Chlorophyta***

Ces organismes sont pourvus de chlorophylles *a* et *b* et des chloroplastes verts avec une structure granulaire ou lamellaires Throndsen (1997) ; Les formes unicellulaires peuvent être flagellées ou immobiles ; les flagellées ont généralement deux flagelles de même taille, parfois 4 ou un multiple de 4, insérés à l'apex de la cellule (Bourrelly, 1973).

On y rencontre les classes des *Chlorophyceae*, des *Prasinophyceae* et des *Euglenophyceae*.

- **Phylum des *Chromophyta***

Cette division ou phylum renferme des espèces possèdant la chlorophylle *a* et dépourvues de chlorophylle *b*. Les chloroplastes sont de couleur vert jaunâtre, d'or, bleu, ou rouge avec des lames (Throndsen, 1997).

Les principales classes sont les *Cryptophyceae*, les *Chrysophyceae*, les *Dictyochophyceae*, les *Prymnesiophyceae* et les *Raphidophyceae*.

1.2.3. Diversité

Les microalgues sont estimées entre 474-504 genres regroupant 3444 à 4375 espèces selon les auteurs mais ces chiffres augmentent au gré des découvertes (ird.nc/BASE/BIODIVERSITE, 2004).

Les Cyanophycées regroupent 124 à 150 genres pour 2000 à 2500 espèces (Anagnostidis & Komarek, 1985, 1988 et 1990 ; Komarek & Anagnostidis, 1986, 1989, 1998, 2005 ; Komarek *et al*., 2003 ; Levy *et al.,* 2006).

Le nombre d'espèces phytoplanctoniques marines a été estimé à 3910 ± 465 espèces, réparties en 489 ± 15 genres (Sournia *et al.* 1991a). Ce nombre peut paraître faible par rapport au nombre d'espèces dulçaquicoles estimé à 14900 par Bourrelly (1985). Le phytoplancton marin est essentiellement constitué par des diatomées (164 genres et1365 à 1783 espèces) et des dinoflagellés (115 à 131 genres et 1424 à 1772 espèces).

En Afrique de l'Ouest, les études ont plus porté sur les cyanophytes et microalgues d'eau douce. Il s'agit de celles de Zongo & Guinko (1999a, b) et de Zongo *et al.* (2008) au Burkina Faso, de Konan *et al.* (2012) et de Ouattara *et al.* (2000) en Côte d'Ivoire, de Bourrelly (1961, 1975) et de Frémy (1945) en Guinée. Les diatomées ont été aussi beaucoup étudiées en Gambie par Foged (1986), en Sierra Léone par Carter & Denny (1982, 1987, 1992) et Mölder (1962), au Ghana par Foged (1966) et en Mauritanie par D'Hollander & Caljon (1978).

Au Sénégal, les diatomées ont été étudiées par Guermeur (1954) et celles fossiles par Sow & Diène (2002), Sow (2004), et Sow *et al.* (2005, 2006a, b). Les autres études réalisées ont porté essentiellement sur les milieux d'eau douce ; ce sont celles de De Poucques (1956), de Dia & Reynaud (1982), de Compère (1991), de Cogels & Gac (1995), de Carlbro (1999), de Berger *et al*. (2005), de Ba *et al*. (2006) et de Gueye *et al*. (2013). Ces travaux en milieux d'eau douce et saumâtre ont permis de noter la présence de 125 espèces de Cyanophytes réparties en 30 genres et de 648 espèces de microalgues regroupées dans 166 genres (MEDD, 2014).

En milieu marin, les seuls travaux menés sont ceux de Formorel (1898) et d'Amossé (1970) sur les diatomées et ceux de Dia (1983) sur la biologie et la biomasse du phytoplancton.

Cependant, le nombre exact de cyanophytes et microalgues au Sénégal n'est pas connu. Ba & Noba (2001), en faisant l'inventaire de l'ensemble des espèces végétales au Sénégal, ont donné le nombre d'algues sans pour autant différencier les macros des microalgues.

1.3. DYNAMIQUE SPATIOTEMPORELLE DES CYANOPHYTES ET MICROALGUES EN MILIEU AQUATIQUE

La plupart des cyanophytes et des microalgues vivent en milieu aquatique. Elles se rencontrent dans les eaux douces, marines ou saumâtres. Les espèces microscopiques qui, passives ou douées de faible mobilité, se maintiennent en flottaison constituent le phytoplancton (Gayral, 1975). Les espèces fixées ou libres, vivant sur le fond ou près des rives sont groupées sous le vocable de périphyton (Iltis, 1980).

L'importance des microalgues et cyanophytes dans le milieu aquatique est due à leur situation à la base du cycle biologique existant dans l'eau (Iltis, 1980). En effet, ces organismes jouent un rôle primordial, aussi bien en milieu marin que dans les eaux douces car ils constituent le premier maillon du réseau trophique dans la voie herbivore dont l'établissement conditionne l'équilibre biologique du domaine aquatique (Gayral, 1975).

Trop souvent, seule la composante pélagique est prise en compte, tandis que la composante benthique est ignorée. Des études récentes ont montré l'importance de la contribution de la production primaire benthique (microphytobenthos). Celle-ci pourrait contribuer jusqu'à 40 % des besoins nutritionnels de la faune benthique et en particulier des espèces d'intérêt commercial (coquille Saint Jacques, huîtres..). Par son activité photosynthétique, elle régule aussi la concentration d'oxygène et les flux de nutriments à l'interface eau-sédiment avec des répercussions importantes sur leur disponibilité pour le phytoplancton dans la colonne d'eau, et donc sur la production pélagique (Paulmier, 1993).

La plupart des organismes marins dépendent directement ou par le biais de stades intermédiaires, de la productivité primaire. C'est le cas de beaucoup de bivalves commerciaux ou non et des stades larvaires ou juvéniles de beaucoup de poissons et grands crustacés, durant leur phase planctonique pendant laquelle leur développement se fait soit directement aux dépends des microphytes pélagiques ou microphytobenthiques, soit aux dépens du microzooplancton qui s'en nourrit. Il apparaît donc que les potentialités nutritives du milieu peuvent avoir un impact sur la production halieutique ou aquacole et contribuer à l'explication de leur variabilité (Paulmier, 1993).

Cette production primaire en milieu marin est l'un des processus moteurs des transferts de dioxyde de carbone entre les «compartiments» océanique et atmosphérique ; elle est contrôlée par des facteurs physiques dont les «effets biologiques» s'observent à différentes échelles. Les eaux côtières sont également soumises aux cycles saisonniers de variation thermique et photopériodique, ainsi qu'aux variations saisonnières de la profondeur de la couche de mélange, mais de nombreux autres facteurs peuvent également influer sur le développement des populations phytoplanctoniques (*e.g. upwellings* côtiers, fronts de marée, apports d'eau douce). Ainsi, la dynamique spatio-temporelle des populations de cyanophytes er microalgues est contrôlée par l'interaction de paramètres hydrodynamiques, physico-chimiques et biologiques (Gailhard, 2003) dont l'importance relative sur la succession des assemblages est difficile à évaluer (Hallegraeff & Reid, 1986).

La variété des taxons présents dans un prélèvement, leur assemblage, la présence ou l'absence de groupes sensibles aux pollutions par exemple, donnent une indication sur la qualité des milieux. Ainsi, Blandin (1986) a donné au terme bio-indicateur la définition suivante : « un indicateur biologique (ou bio-indicateur) est un organisme ou un ensemble d'organismes qui – par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques – permet, de façon pratique et sûre, de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un écocomplexe et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications, naturelles ou provoquées ».

Très peu d'études sur la dynamique spatiotemporelle des cyanophytes et microalgues ont été réalisées au Sénégal.

En milieu d'eau douce, Sané (2006) a étudié la caractérisation des différentes variables hydrobiologiques et leurs effets sur le développement du phytoplancton et l'apparition d'efflorescences algales au niveau du Lac de Guiers ; Ba (2006) a également étudié les variations temporelles du phytoplancton au niveau du Lac de Guiers.

En milieu marin, seul Dia (1983) a effectué, entre Dakar et Joal, une étude échelonnée sur un cycle annuel pour observer les variations saisonnières qualitatives et quantitatives du phytoplancton des zones côtières.

I.4. INTERETS ET NUISANCES DES CYANOPHYTES ET MICROALGUES EN MILIEU AQUATIQUE

I.4.1. Intérêts des cyanophytes et microalgues

En dehors de leur rôle dans le milieu aquatique, les espèces de cyanophytes et de microalgues ont des usages multiples mais d'intérêt inégal.

1.4.1.1. Dans le milieu aquatique

L'importance des cyanophytes et microalgues dans le milieu aquatique est due à leur situation à la base du cycle biologique existant dans l'eau. En effet, ces organismes jouent un rôle primordial, car ils constituent le premier maillon de la chaine alimentaire dont l'établissement conditionne l'équilibre biologique du domaine aquatique. Elles représentent le moteur principal de la production aquatique.

Le phytoplancton constitue aussi un très bon indicateur biologique de pollution des eaux douces. Une bonne connaissance du phytoplancton existant permet donc une appréciation sur la qualité de l'eau et sa valeur pour la production piscicole. Dans les régions tempérées, les eaux les plus pures sont peuplées par des Rhodophycées, mais sont envahies par des Cyanophytes, puis des Euglénophytes lorsque le milieu devient plus eutrophes.

1.4.1.2. Dans l'alimentation

Au Tchad, la cyanophycée *Oscillatoria platensis*, est récoltée dans les mares natronées situées au nord du lac Tchad où elle se développe en masse (Iltis, 1980). En Europe, des cultures semi-industrielles ont été tentées avec les microalgues des genres *Chlorella*, *Scenedesmus*,

Oscillatoria en vue d‟obtenir des produits riches en protéines utilisables soit directement pour l‟alimentation humaine, soit pour le nourrissage de la volaille ou du bétail.

Notons aussi que depuis quelques temps la spiruline est très utilisée dans le domaine de la production agroalimentaire. Elle est commercialisée sous forme de complément alimentaire riche en protéines et en vitamines.

1.4.1.3. Dans l'industrie

Les carapaces siliceuses de Diatomées ont constitué dans certains sédiments des couches d‟une roche friable, la diatomite, utilisée comme poudre abrasive, ou comme support de la nitroglycérine dans la dynamite.

Le biodiésel algal obtenu par la culture de microalgues est aujourd‟hui candidat sérieux dans la recherche de sources énergétiques renouvelables et de biocarburants. Cela est dû à la forte teneur en lipides de certaines espèces.

Un nombre croissant de sociétés sont intéressées par la production de microalgues car de nombreux métabolites peuvent être purifiés : vitamines, colorants, acides gras, phospholipides, enzymes, hydrocarbures, polysaccharides, toxines, antibiotiques, inhibiteurs d'enzymes... Ces produits sont destinés à l'alimentation, la cosmétologie, et la pharmacie. Les résidus d'extraction peuvent être valorisés par la production de méthane ou d'alcool.

1.4.1.4. Dans l'aquaculture

En aquaculture dite extensive, le grossissement des animaux repose entièrement sur les ressources présentes dans le milieu aquatique, c'est à dire essentiellement sur le plancton. L'une des meilleures valorisations de la production primaire de l'océan est assurée par des Mollusques tels que les huîtres (154 000 t vendues en France en 2001), les moules (80 000 t), les coques et les palourdes (5500 t). La chaîne phytoplancton-Mollusques étant courte, sans intermédiaires, est d'un bon rendement.

Le verdissement des huîtres de Marennes est dû à l'absorption par les branchies d'un pigment vert que rejette une espèce de Diatomée (*Haslea ostrearia*) présente dans les claires.

Les étendues lagunaires présentant un fort potentiel de production, diverses espèces de Poissons y sont élevées. C'est le cas par exemple du milkfish, Poisson phytophage dont il est produit en Asie près de 150 000 tonnes par an dans des lagunes communiquant avec la mer et dont la surface totale avoisine 300 000 hectares.

L'alimentation, éventuellement des géniteurs, puis des larves obtenues et des post-larvesnécessite de disposer de proies vivantes dont la taille corresponde à celle de la bouche des larves. Les cultures monospécifiques (une seule espèce) de microalgues et de microinvertébrés constituent des sources de nourriture satisfaisantes pour les larves de poissons et d'invertébrés. La culture d‟espèces sélectionnées de diverses microalgues et de Diatomées permet d‟obtenir des productions continues et d‟améliorer leur valeur nutritionnelle ainsi que leur capacité à inhiber d'éventuelles proliférations microbiennes.

Les larves sont généralement nourries avec un mélange contenant une ou deux espèces de Diatomées, quelques espèces d'autres microalgues et une ou deux espèces de microinvertébrés.

I.4.2. Nuisances des cyanophytes et microalgues

1.4.2.1. Toxicité des cyanophytes et microalgues

Malgrè leur importance, les cyanophytes et microalgues peuvent constituer une source potentielle de danger pour l‟homme :

- ✓ soit directement à travers l‟eau de consommation ou de baignade ;
- ✓ soit indirectement par les espèces comestibles qui ingèrent ces microphytes ou via des niveaux supérieurs de la chaîne alimentaire aquatique.

Certaines toxines produites par les cyanophytes et microalgues sont libérées dans l‟eau et sont directement nocives, voire mortelles, pour les animaux qui vivent dans le milieu marin. D‟autres toxines s‟accumulent dans les animaux marins se nourrissant de phytoplancton ou de périphyton, comme les coquillages ; ceux-ci n‟en sont pas affectés, mais ils deviennent eux-mêmes toxiques pour qui les consomme.

Les animaux marins (bivalves, gastéropodes, crustacés) accumulent ces toxines soit directement par filtration des cellules planctoniques soit indirectement par ingestion d‟organismes contaminés pour les espèces carnivores ou nécrophages.

Les phycotoxines sont produites par les microalgues et sont classées en cinq grandes familles selon les symptômes apparents chez l‟homme (Frémy & Lassus, 2001) : (i) les toxines amnésiantes (ASP : Amnesic Shellfish Poisoning) ; (ii) les toxines diarrhéiques (DSP : Diarrheic Shellfish Poisoning ; (iv) les toxines paralysantes (PSP : Paralytic Shellfish Poisoning ; (v) la ciguatéra (CFP : Ciguatera Fish Poisoning).

Les microalgues productrices de toxines sont au nombre de 60 à 78 espèces (soit 1,8 à 1,9 % de la microflore pélagique mondiale). Parmi ces espèces, 90% sont des Flagellés, et plus particulièrement des Dinoflagellés (Smayda, 1997).

Les cyanophytes peuvent produire plusieurs types de cyanotoxines agissant sur différents organes cibles (foie, système nerveux). Ces toxines sont intracellulaires et synthétisées par les cellules en croissance et sont le plus souvent libérées dans le milieu à l‟occasion de la sénescence, de la mort ou de la lyse cellulaire. En phase de croissance, les toxines sont essentiellement intracellulaires, moins de 10 à 20 % de la teneur totale en toxine est extracellulaire. Cependant dans certains cas, comme celui de la cylindrospermopsine, une proportion importante de la toxine peut être libérée dans le milieu par les cellules en croissance (Levi *et al.,* 2006).

Ces cyanotoxines présentent une grande diversité de structures chimiques et de mécanismes toxiques (Sivonen & Jones, 1999). Elles peuvent être classées en fonction de leur structure chimique (peptides cycliques, alcaloïdes ou lipopolysaccharides (LPS)) (Ouellet, 2012) ou selon leur mode d‟action : les hépatotoxines (agissant sur le foie), les neurotoxines (agissant

sur le système nerveux) et les dermatotoxines (agissant sur la peau). Actuellement, vingt genres et plus de quarante espèces sont connus pour synthétiser des toxines (Berger, 2005). D‟après Brusle (1995), une soixantaine d‟espèces dans le monde ont déjà été impliquées dans des proliférations mortelles.

La croissance de ces espèces produisant des biotoxines représente une menace sérieuse pour la santé publique et l‟exploitation commerciale de plusieurs organismes marins comme les mollusques filtreurs.

I.4.2.2. Eutrophisation et efflorescence

La pression anthropique croissante exercée sur les milieux aquatiques augmente le phénomène d‟eutrophisation de ces milieux, c‟est à dire leur enrichissement en nutriments, notamment en azote et phosphore. Ces apports associés à des conditions favorables de développement, permettent à certaines espèces de microalgues et de cyanophytes de croître très rapidement et de former des efflorescences ou boom mono ou plurispécifiques (Chorus & Bartram, 1999).

Parmi les espèces planctoniques marines recensées à travers le monde, 5.5 à 6.7 % (184-267 espèces) ont été identifiées comme responsables d‟efflorescences algales massives (Sournia, 1995). Parmi celles-ci, environ la moitié est constituée de Dinoflagellés, les Diatomées arrivant en seconde position.

Le développement d‟une biomasse importante de phytoplancton peut être suivi dans certaines conditions hydrodynamiques, par une chute spectaculaire des concentrations en oxygène dissous dans l‟eau surtout prés du fond. En effet, lors de la mort, puis la dégradation bactérienne de cette biomasse algale et par respiration nocturne des algues, la consommation de l‟oxygène dissous peut dépasser les apports au milieu (par photosynthèse, ré-aération à partir de l‟atmosphère ou par diffusion à partir d‟eaux plus oxygénées) (Briand, 2008). Ces cyanophytes et microalgues nuisibles sont des provocatrices d‟anoxie.

D‟autres espèces ne produisent pas de toxines et ne provoquent pas d‟anoxie du milieu mais quand elles se développent intensément, elles deviennent nuisibles en raison d‟expansions squelettiques (cas de *Dictyocha*) ou de soies épineuses (cas de *Chaetoceros*). Ces constitutions sont aptes de causer des hémorragies chez les invertébrés marins et les poissons par colmatage et blessure de leurs tissus branchiaux (Briand, 2008).

Parmi les espèces planctoniques marines recensées à travers le monde, 5 à 7 % ont été identifiées comme responsables d„efflorescences algales massives (Sournia, 1995). Au cours des dernières années, l‟observation accrue d‟efflorescences «toxiques ou nuisibles», liée à l‟extension des usages du domaine côtier, a vu l‟augmentation de la liste des espèces suspectes (Zingone & Enevoldsen, 2000).

Ainsi, à l‟échelle mondiale, les proliférations de cyanophytes et microalgues nuisibles sont considérées comme un des principaux risques de la dégradation des écosystèmes côtiers.

CHAPITRE II – PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT MARIN ET COTIER DU SENEGAL ET DES ZONES D'ETUDE

II.1. PRESENTATION DE L'ENVIRONNEMENT MARIN ET COTIER DU SENEGAL

II.1.1. Situation géographique et caractéristiques géomorphologiques

Le Sénégal se situe à l'extrême ouest du continent africain entre 12 ° 20' et 16 ° 40'de latitude Nord et 11° 20' et 17° 30' de longitude Ouest. Il est limité au Nord par la République Islamique de Mauritanie, à l'Est par le Mali, au Sud par la République de Guinée et la Guinée Bissau et à l'Ouest par l'Océan atlantique (MEPN, 2010). Il est à cheval sur le domaine sahélien au nord, soudanien au centre, et sub-guinéen au sud avec à l'ouest une côte maritime longue de plus de 700 km. Cette situation détermine des conditions favorables à une diversification des écosystèmes et des espèces (DECC, 2010).

Le domaine maritime sénégalais s'étend de 18°00 N, -20°00 W, -16°30 E, 12°15 S ; la presqu'île du Cap-Vert située entre 14°30 N et 15°00 N le divise en deux zones aux caractéristiques topographiques distinctes. Au nord, le plateau continental est peu étendu vers le large et orienté Nord-Nord/Est, au sud de la Presqu'île du Cap Vert, le plateau s'élargit et le talus continental est orienté nord-sud. L'embouchure du fleuve Sénégal au Sénégal au Nord de la presqu'île du Cap-Vert et celles de la Gambie et de la Casamance au Sud constituent également un trait marquant de cette région (MEPN, 2010).

Du point de vue géomorphologique, les côtes sénégalaises sont essentiellement de trois (03) types : côtes sableuses, côtes rocheuses, estuaires à mangroves (Fig. 4) (MEPN, 2010 ; Diaw, 1984). Les côtes rocheuses sont limitées à la presqu'île du Cap Vert et à quelques caps situés au Sud de Dakar. Les estuaires à mangrove caractérisent la plupart des embouchures de grands fleuves tels que le Sénégal où la mangrove est relique, le Saloum et la Casamance. Les côtes sableuses occupent plus de la moitié du littoral et forment deux grands ensembles séparés par la Presqu'île du Cap Vert (Diaw, 1984).

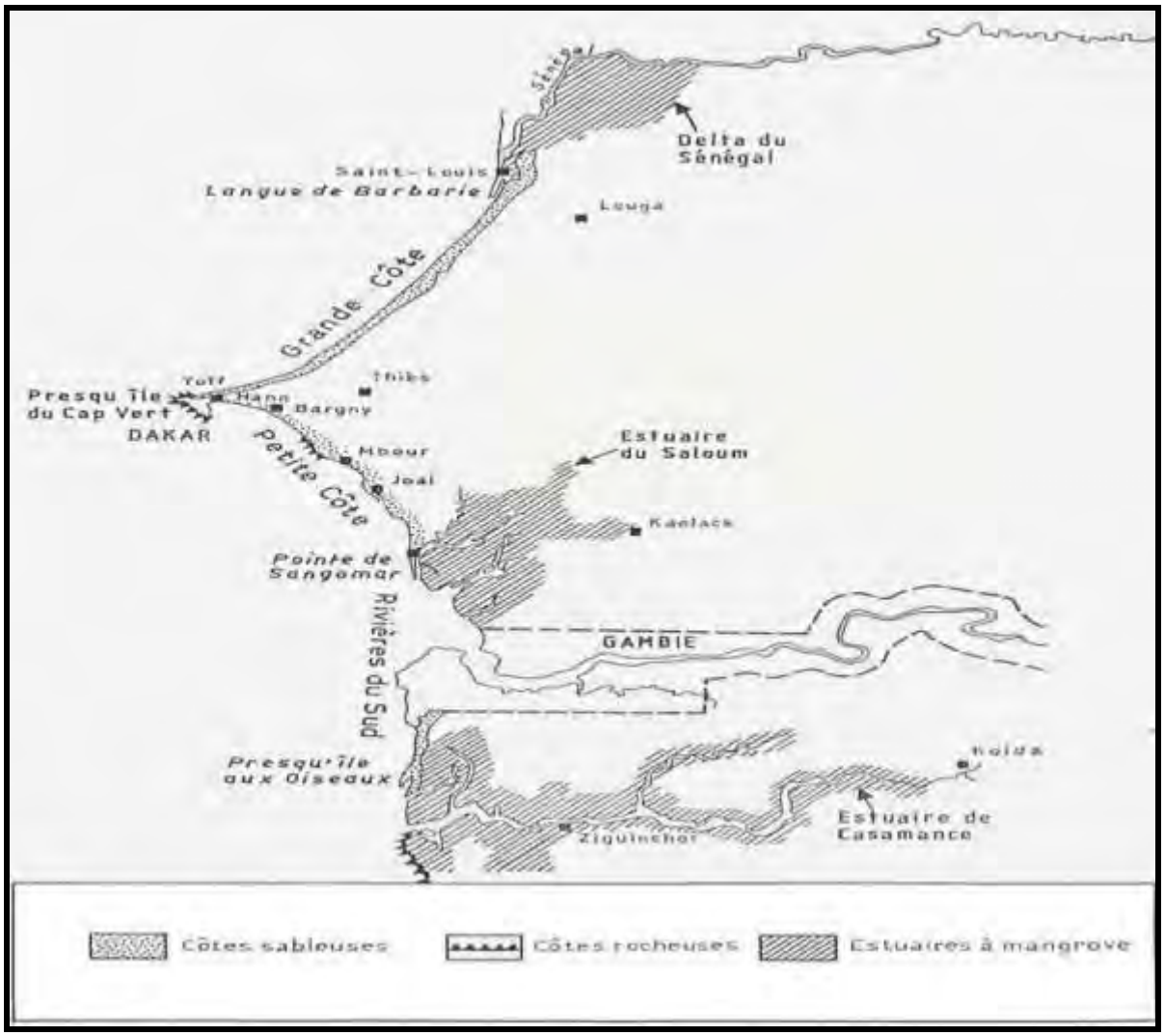


Figure 4 : Géomorphologie du littoral sénégalais (MEPN, 2010)

Du Nord au Sud, on distingue cinq parties.

- de la frontière Nord à la Presqu‟île du Cap-Vert, une plaine côtière avec des formations dunaires est observée avec un processus d‟accumulation notamment de type dunaire ; cette partie abrite également le delta du fleuve Sénégal dont l'embouchure est déviée vers le Sud par une longue flèche sableuse en prolongement des côtes mauritaniennes, et le cordon de la Langue de Barbarie qui sépare le fleuve Sénégal de l‟Océan , le fleuve Sénégal est à l‟origine d‟importants apports sédimentaires terrigènes (Turmine, 2000). La Grande Côte ou la Côte du Nord marquée par son homogénéité texturale morphologique se situe dans cette partie. Cette grande plage s'appuie sur un massif dunaire hérité et dont le contact est symbolisé par des dépressions humides interdunaires : les Niayes (Turmine, 2000).

- La Presqu'île du Cap-Vert s'inscrit dans le prolongement du littoral nord mais où le massif volcanique a fixé le cordon littoral avec des dépressions interdunaires de type Niayes (Turmine, 2000) ; c‟est une côte essentiellement rocheuse et découpée ; elle présente de hautes falaises, de nombreuses pointes (Almadies. Cap-Vert, Pointe de Fann, Cap .Manuel, Pointe de Bel-Air), des baies (Ngor, Soumbédioune, Anse de Bernard, Hann) et des îles Yoff,

Ngor, Almadies, Madeleines et Gorée) ; les seuls reliefs sont constitués sur la côte des Mamelles (104 m pour la grande et 90 m pour la petite Mamelle) ; néanmoins il existe des plages et des falaises entre le Cap Fann et le Cap Manuel ; la Presqu'île du Cap Vert, d'orientation EW, est une zone à côte escarpée bordée de falaises, d'îles et de quelques plages sableuses.

- Entre la Presqu'île du Cap-Vert et l'Estuaire de Saloum, les côtes sableuses sont caractérisées par des processus successifs d'érosion et d'accumulation : c'est la Petite Côte ; elle est sableuse, segmentée par de petits affleurements rocheux et par des petites baies formant un littoral en échelons. Elle se distingue par la présence également de lagunes et de flèches qui ne sont pas sans rappeler la Langue de Barbarie (Turmine, 2000).

- Le delta du Saloum interrompt ce dispositif sableux. Ce delta, parfois appelé delta à marée, réagit comme un véritable bras de mer. L'influence maritime est totale avec un paysage de mangroves et de tannes (Turmine, 2000) ; l'Estuaire du Saloum, formée de plaines deltaïques bordées à l'Ouest par le cordon littoral de la Pointe de Sangomar s'étend jusqu'à la frontière Nord de la Gambie ;

- De la frontière Sud de la Gambie à l'estuaire de la Casamance les côtes sont sableuses avec des falaises et de l'estuaire de la Casamance à la frontière avec la Guinée Bissau les plaines deltaïques se terminent au Sud par une côte rocheuse (DECC, 2010) ; la Casamance est un fleuve côtier inséré dans le paysage de mangroves réagissant de la même façon que le Saloum mais dont l'influence marine est plus linéaire et pénètre plus dans les terres. C'est le paysage des « Rivières du Sud » (Turmine, 2000).

II.1.2. Cadre climatique et caractéristiques océanographiques

II.1.2.1. Cadre climatique

Sur le plan climatique, le Sénégal se situe à cheval sur le domaine soudanien au centre, sahélien au nord et sub-guinéen au sud avec une côte longue maritime (DECC, 2010).

Pays sahélien, le Sénégal connaît deux saisons bien distinctes :

- une saison chaude et pluvieuse de Juin à Octobre marquée par le passage de la mousson, vent chaud et humide en provenance de l'anticyclone de Saint Hélène ;
- une saison sèche et froide (de Novembre à Mai) influencée par les alizés du Nord (alizé maritime issu de l'anticyclone des Açores et harmattan issu de l'anticyclone de Libye).

II.1.2.1.1. Masses d'air

Au sol, le littoral sénégalais se trouve sous l'influence de trois masses d'air principales au cours de l'année. Deux sont d'origine boréale, l'une d'origine australe. Le couple température-humidité permet de les différencier hors de la zone de mélange.

- La masse d'air continentale est caractérisée par une température élevée à forte variation diurne et un bas point de rosée ; c'est l'air chaud et sec qui recouvre la

majeure partie du pays mais qu'on ne trouve en zone côtière que pendant une période assez réduite de l'année (décembre à février) et pratiquement pas en mer où, venant de l'est, elle surmonte une masse d' air plus dense qui s'enfonce en coin dans un. mouvement général vers le sud, l'air maritime.

- La masse d'air maritime boréale est un air frais et humide. Il s'agit d'air polaire dont le réchauffement dans le trajet vers le sud. a été ralenti par le courant froid des Canaries et notamment par les upwellings côtiers. La limite de cette masse d'air avec la précédente forme au sol une ligne nord-sud assez proche de la côte qui coupe la presqu'île du Cap-Vert et lui confère son climat propre (dit sub-canarien) bien connu.
- La masse d'air australe ne s'observe au Sénégal que durant la période d'hivernage, c'est-à:-dire de mai à octobre dans la partie sud et de juillet (Rebert, 1983)

II.1.2.1.2. Température

Du fait de la latitude tropicale du Sénégal, les températures sont généralement élevées. Mais elles varient dans le temps, avec les saisons (notamment avec les pluies qui les abaissent), et dans l'espace (proximité ou éloignement de l'océan) ; l'amplitude thermique subit la même variation. Par exemple sur la grande côte, la quasi-permanence de l'Alizé maritime et du courant des Canaries explique la faiblesse des températures, à Dakar et Saint-Louis, maximum en septembre-octobre (30-32°C), minimum en février (20-22°C). A l'intérieur, la continentalité explique la forte amplitude thermique qui peut aller jusqu'à 20°C.

II.1.2.1.3. Pluviométrie

Le Sénégal est inégalement arrosé dans le temps et dans l'espace. Le Sud du pays est humide avec une pluviométrie annuelle supérieure à 1000 mm tandis que le Nord reçoit moins de 500 mm de pluie par an.

La pluviométrie en zone côtière est essentiellement concentrée en une saison unique (l'hivernage) dont la durée va décroisant du sud au nord, et centrée sur le mois d'août. Le gradient pluviométrique, dont la distribution est à peu près méridienne, est extrêmement élevé puisqu'on passe de plus de 1 800 mm de précipitation annuelle moyenne pour l'extrême sud, à moins de 300 mm pour le nord.

Les précipitations sont, très schématiquement, dues à la pénétration de la mousson précédée, au nord, d'une zone de lignes de grains dont la formation a lieu au sud du FIT et qui se propagent d'est en ouest. La mousson proprement dite n'intéresse en fait que la partie sud du pays. Cet ensemble de phénomènes se traduit de plus par une très forte variabilité spatiale et temporelle (Rebert, 1983).

II.1.2.2. Caractéristiques océanographiques

Sur les côtes sénégalaises, la marée est semi- diurne. Le marnage, faible, varie entre 1,2 et 1,6 m en marée de vive eau et entre 0,5 et 0,6 m en marée de morte eau. Les courants de marée sont faibles avec des vitesses maxima inférieures à 0,15 m. s^{-1}.

Selon MEPN (2010), les travaux réalisés au Sénégal en océanographie ont montré :

- l'existence de deux saisons marines aux caractéristiques très différentes qui se succèdent : une saison chaude de juillet à octobre et une saison froide de décembre à mai ; la transition entre les deux étant extrêmement rapide ; en fait ce sont principalement les mouvements océaniques qui confèrent ce caractère thermique propre à la climatologie côtière, caractère qui s'atténue très rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la côte (Rebert, 1983) ; pendant la saison froide, les alizés (vent de secteur nord-ouest à nord-est) s'établissent et engendrent à la côte une résurgence d'eau profonde (Upwelling) vers la surface ;
- la mise en évidence de systèmes de grands courants aux caractéristiques différentes : le courant des Canaries et le contre courant équatorial ;
- la description de trois grandes houles au large du Sénégal que sont la houle de Nord-Nord ouest qui a lieu toute l'année, la houle de Sud-Sud ouest apparaissant pendant l'hivernage et la houle d'ouest possible aux environs du mois de novembre.

II.1.2.2.1. Masses d'eau

La dynamique des masses d'eaux le long des côtes sénégalaises est responsable de la répartition saisonnière des eaux de surface. En prenant comme limites de température 24°C et de salinité 35g/l, elle permet de distinguer trois grandes catégories d'eaux (Domain, 1980 ; Laloë & Samba, 1990).

- Les eaux canariennes froides (température inférieure à 20°C) et salées (entre 35 et 36 g/l). Elles se mélangent avec les eaux profondes de l'upwelling côtier. Elles apparaissent dès le mois d'octobre dans le nord, recouvrent la totalité du plateau continental à partir du mois de janvier en moyenne. Elles sont constituées en quasi-totalité d'eau centrale sud-atlantique qui remonte en surface par le mécanisme de l'upwelling côtier. Ses caractéristiques en surface sont cependant légèrement différentes de celles qu'elles ont en profondeur (Rebert, 1983).
- Les eaux tropicales du contre-courant équatorial qui ont une température élevée (plus de 24°C) et des salinités fortes (environ 36 g/l). Leur épaisseur varie entre 30 et 50 mètres. Elles apparaissent à la renverse de courant, vers le mois de mai, et sont transportées par la branche nord du contre-courant équatorial. Elles sont formées' au sud du tourbillon nord-atlantique. Leurs caractéristiques varient entre leur date d'apparition sur le plateau continental et les mois consécutifs (Rebert, 1983).
- Les eaux guinéennes qui sont chaudes (plus de 24°C) et dessalées (moins de 35 g/l). Ces eaux résultent du mélange des eaux tropicales avec les eaux de pluie de la mousson et surtout avec les apports fluviaux côtiers. Cette dessalure se remarque notamment dans le sud où les pluies sont plus importantes et au voisinage de l'embouchure des différents cours d'eau (fleuves Sénégal, Gambie, Casamance, etc.).

II.1.2.2.2. Courants océaniques

Au Sénégal, les eaux de surface sont sous l‟influence de deux principaux courants océaniques aux caractéristiques très différentes (Rebert & Domain, 1977).

- ✓ Venant du nord, le courant froid des Canaries dont une branche bifurque vers l‟ouest au niveau du Cap Blanc pour former le courant nord équatorial, se déplace vers le sud tout le long de la côte de la Mauritanie et du Sénégal. Il s‟agit d‟un courant de dérive quasi permanent pendant toute la saison des alizés. Les eaux de surface subissant un entraînement mécanique sous l‟influence du vent du nord. Il peut alors exister, surtout au sud du Cap Vert, un contre courant remontant le long de la côte ;
- ✓ Venant de l‟ouest, le contre courant équatorial chaud s‟écoule vers l‟est de la côte d‟Afrique où il forme le courant de Guinée. En saison chaude, il peut cependant se diriger vers le nord. Ce courant est beaucoup plus variable que le précédent.

Selon Mix *et al.* (1986), entre ces deux courants, sur la façade nord-occidentale de l‟Afrique, qui appartient à1' Atlantique tropical, s'intercale le contre-courant nord-équatorial, plus ou moins liée à la Zone Inter-Tropicale de Convergence (ZITC), qui transporte vers l'Est les eaux chaudes et salées (eaux tropicales), formées sur le bord occidental de 1'Atlantique va donner naissance au courant de Guinée (Fig.5). Particulièrement intense lors de l'été boréal, il va amener les eaux tropicales qui envahissent à cette époque les côtes sénégalaises. Cette circulation zonale, qui détermine un transfert prédominant des eaux de surface vers l'Ouest, induit un déficit d'eau le long du plateau continental sénégalais qui est compensé de deux manières (Wooster *et al.,* 1976 ; Mittlestaedt, 1983) :

- par une circulation méridienne contrôlée par les alizés avec, en saison sèche (novembre à mai), une advection des eaux de surface froides vers le Sud et, en saison des pluies (juin à octobre), une advection vers le Nord, d'abord des eaux tropicales (chaudes et salées), puis des eaux guinéennes (chaudes et dessalées) ; ces courants géostrophiques ont des vitesses moyennes de 20 $cm.s^{-1}$ et atteignent leur maximum d'intensité (environ 50 $cm.s^{-1}$) en avril-mai ;
- par des remontées d'eaux profondes ou upwellings qui se produisent en saison sèche, sous l'influence des alizés de Nord-Est.

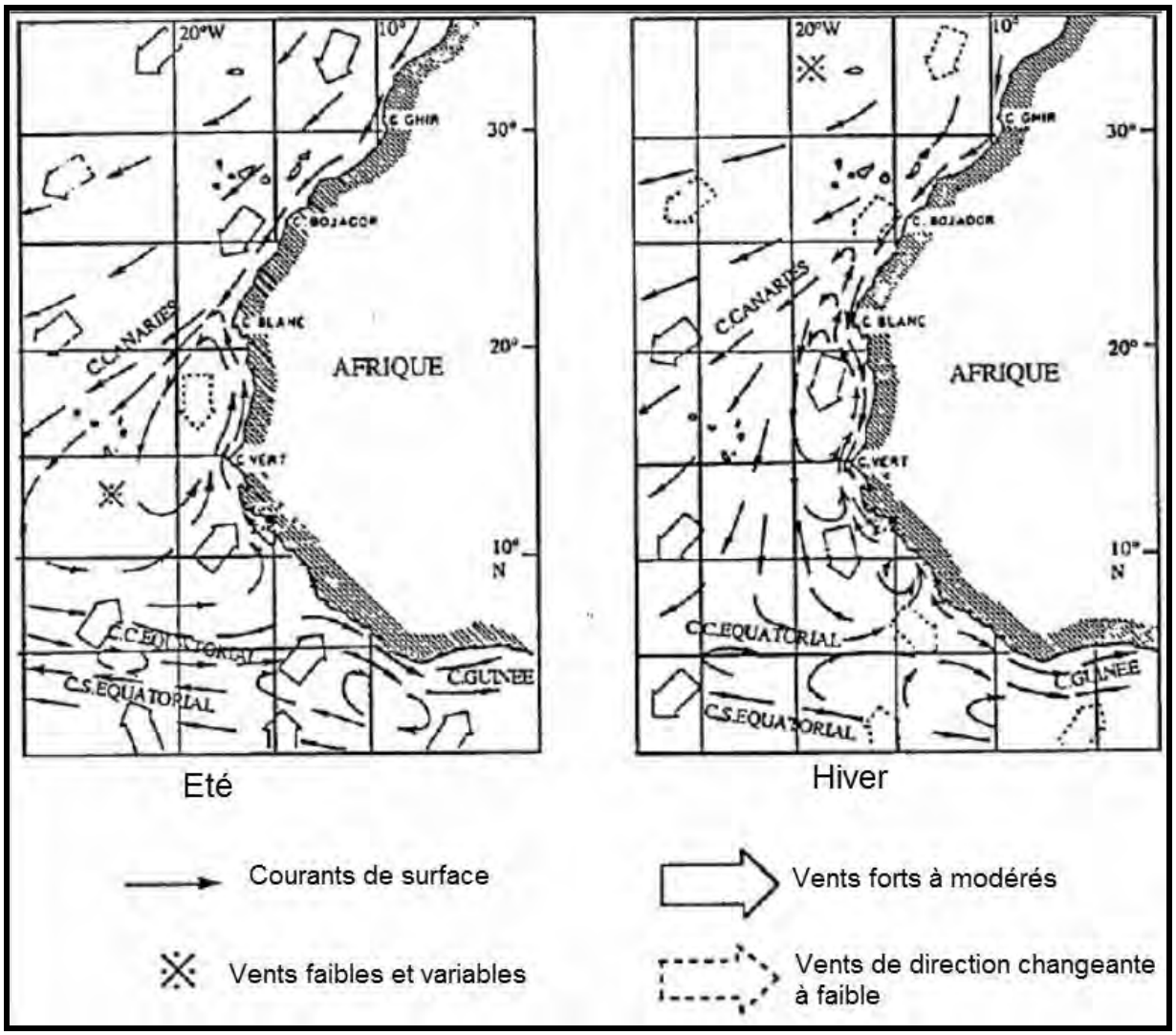


Figure 5 : Circulation océanique de surface dans l'Atlantique Tropical Est (d'après Mittlestaedt, 1983)

II.1.2.2.3. Les upwellings

Un upwelling côtier est un processus physique qui crée sous l'action du vent, un flux vertical ascendant à la côte. Ce flux prend naissance le long du talus continental et est dirigé vers la surface. Il apporte sur le plateau continental des eaux d'origine sub-superficielle. Ces eaux sont ensuite entraînées vers le large, en dehors de la zone de remontée, par la dérive de surface. La manifestation la plus évidente d'un upwelling côtier est la formation d'un gradient de température entre la côte et le large, les eaux issues de la résurgence étant plus froides que les eaux de surface adjacentes. Un upwelling apporte dans la couche euphotique des éléments minéraux originaires des couches sub-superficielles (Roy, 1992).

Si le rôle du vent est déterminant dans le mécanisme de l'upwelling du nord-ouest africain (Wooster *et al.,* 1976), celui de certains grands courants horizontaux de la région (courant des Canaries, courant nord-équatorial) ne doit pas pour autant être négligé. Par le fait qu'ils drainent une grande quantité des eaux côtières de surface vers le large, ces courants peuvent être aussi à l'origine d'upwellings permanents. Au large, par contre, les mouvements verticaux

ascendants peuvent être engendrés aussi bien par les vents que par les causes physico-dynamiques. En effet, les limites des masses d'eau divergentes comme les circulations marines de type cyclonique sont aussi le siège de mouvements verticaux ascendants.

C'est un phénomène majeur de la circulation océanique du plateau continental sénégalais. Les upwellings sont engendrés par l'interaction complexe des alizés de Nord-Est plus ou moins parallèles à la côte et du courant des Canaries (Sarntheeitn *et al.,* 1982).

Selon Roy (1992), les côtes sénégalaises sont marquées par l‟affluence saisonnière d‟eaux froides issues d‟upwellings côtiers (Fig. 6). Le long des côtes sénégalo-mauritaniennes, l‟alizé contribue à repousser au large les eaux superficielles déjà fraîches et à permettre ainsi la remontée d‟eaux profondes encore plus froides. Les remontées d‟eaux froides profondes riches en sels minéraux sont permanentes au dessus de 20° nord et saisonnières au sud de cette latitude. La manifestation des upwellings côtiers peut être repérée à travers les chutes de température de surface observées au niveau des stations côtières. De novembre à janvier, l‟upwelling est dû au vent de direction nord-est et est légèrement plus intense sur la côte nord. En février, la dominante nord-ouest dans les alizés favorise la côte sud mieux exposée où l‟upwelling devient plus intense. La saison d‟upwelling s‟étend jusqu‟en juin sur la côte nord et juillet sur la côte sud mais son intensité est maximale entre mars et avril. Cette situation peut être perturbée par des chutes de l‟intensité des alizés de nord-ouest remplacés par des vents d‟harmattan fort avec un réchauffement local.

Les travaux de Teisson (1983) ont permis de distinguer deux types d‟upwelling de part et d‟autre de la presqu‟île du Cap-Vert. Au nord, l‟upwelling est plus proche du rivage et la température de surface de la mer à la côte est plus fraîche (17 à 19° C). Au sud, l‟upwelling a une structure en forme de langue dirigée vers SSW. L‟upwelling sud s‟éloigne de la côte de 20 à 30 km et sa température augmente progressivement vers le sud.

Les deux upwellings sont liés à la bathymétrie du plateau continental car au nord, la faible largeur du plateau continental permet aux eaux profondes de remonter à la surface à environ 5 km du rivage tandis que la configuration bathymétrique de la Petite Côte bloque les remontées d‟eaux froides à plus de 30 km au large de Mbour et 40 km au niveau de Joal.

Le long des côtes sénégalaises, l‟upwelling est particulièrement bien développé au Sud de la presqu'ile du Cap Vert, ce qui pourrait être dû l'effet de cap (Rebert, 1983). De plus, le passage, vers mars, à des alizés de secteur Nord-Ouest à Nord, intensifierait I'upwelling le long de la côte sud (Roy, 1992). Enfin, la baie de Gorée présente ses propres particularités avec un upwelling localisé très près de la côte, ce qui se traduit par des minima de températures (17° C) le long de la côte entre Thiaroye et le Cap des Biches (Rebert, 1983). En pleine saison sèche (janvier-février), se développe même un upwelling secondaire sur le rebord du plateau continental qui serait dû à la pente très forte du plateau dans ce secteur (Touré, 1983).

Au Sénégal, on note que la majeure partie de la saison d‟upwellings se produirait avec des vents supérieurs à 6,0 m/s (Roy, 1992). Les eaux froides issues d‟upwelling se propagent du nord vers le sud (Laloë & Samba, 1990), envahissant la côte nord à la latitude de Saint-Louis (deuxième quinzaine d‟octobre), puis celle de Kayar et Yoff (première quinzaine de

novembre). L'épaisseur de ce courant superficiel oscille entre 20 et 50 mètres. L'intensité de l'upwelling est couramment mesurée par l'indice d'upwelling côtier (IUC) qui estime la quantité d'eau déplacée vers le large par le vent. Des valeurs élevées de cet indice sont notées jusqu'au mois de mai alors que la température commence à s'accroître dès le mois d'avril. Globalement, l'IUC reste supérieur à 1 m^3.s-1.m-1 entre décembre à avril (Oudot & Roy, 1991).

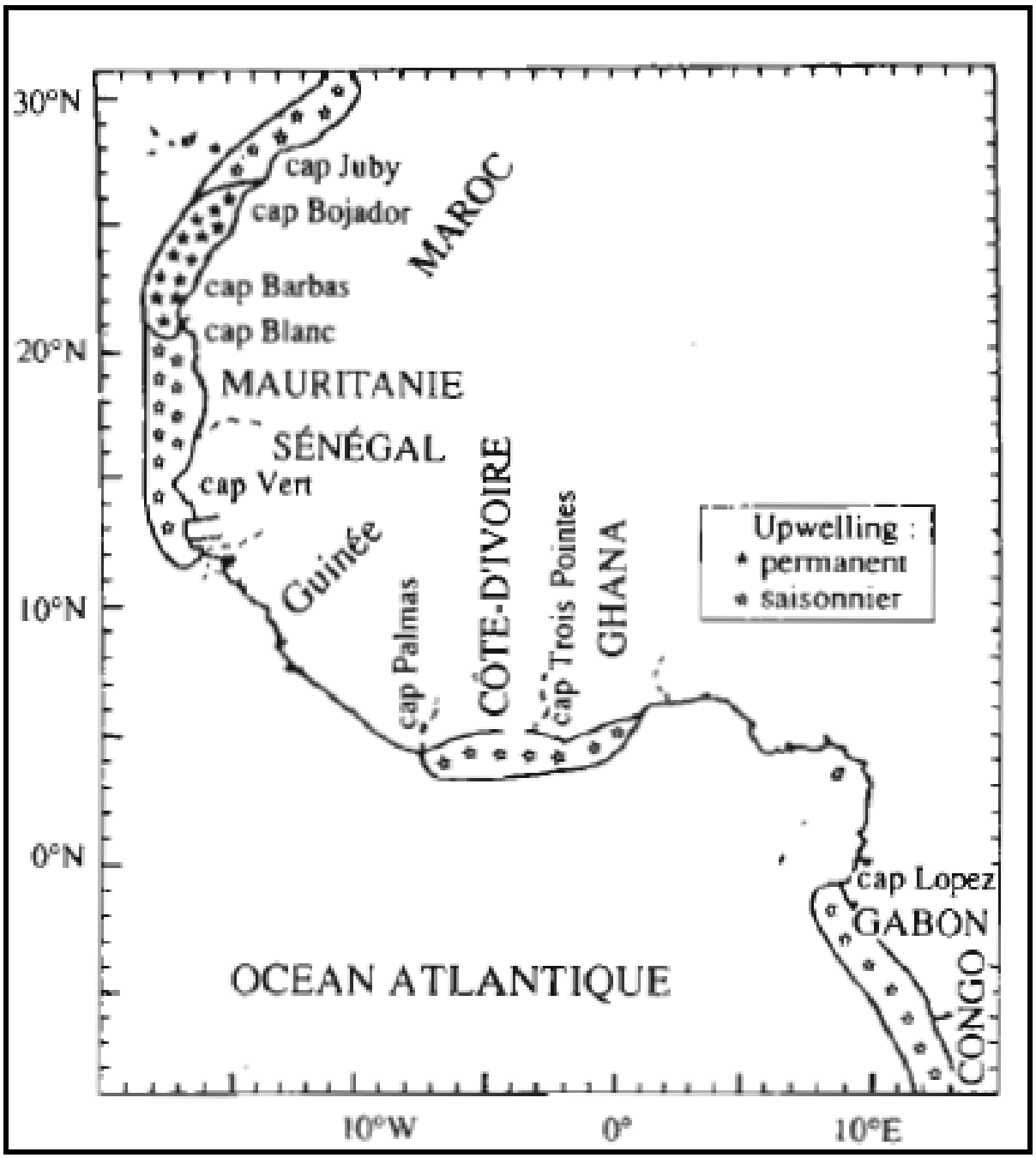


Figure 6 : Localisation des principaux upwellings côtiers de l'Afrique de l'Ouest (d'après Roy, 1992)

II.1.2.2.3. Types de houles

A coté des grands courants océaniques, il faut aussi noter que les côtes sénégalaises sont affectées par deux grands types de houles longues « swells », issues des hautes latitudes (entre 40° et 60°) des deux hémisphères.

- les houles de Nord-Ouest (N320" à 20"E) sont issues de l'Atlantique nord et sont présentes toute l'année. En arrivant à la côte, ces houles subissent des phénomènes de réfraction. De plus, elles effectuent une rotation autour de la tête de la presqu'île du Cap Vert, suite à des diffractions sur au moins trois points : la pointe des Almadies, le Cap Manuel et la pointe de Bel Air (Riffault, 1980). Il s'ensuit donc des modifications de direction mais aussi un amortissement de la houle quand elle atteint la Petite Côte, au Sud de Dakar ;
- les houles de Sud-Ouest (N 180° à 230° E) sont issues de l'Atlantique sud. Elles n'affectent que la côte au Sud de Dakar et ceci uniquement de juillet à octobre. En fait, la Petite Côte semble être la limite septentrionale de la zone d'action de ces houles.

En plus de ces deux grandes catégories de houle, le littoral peut être atteint par des houles exceptionnelles d'Ouest (N 260° à 270°E), se produisant en général entre octobre et décembre, et qui seraient engendrées par des cyclones dans la mer des Caraïbes (Fig.6).

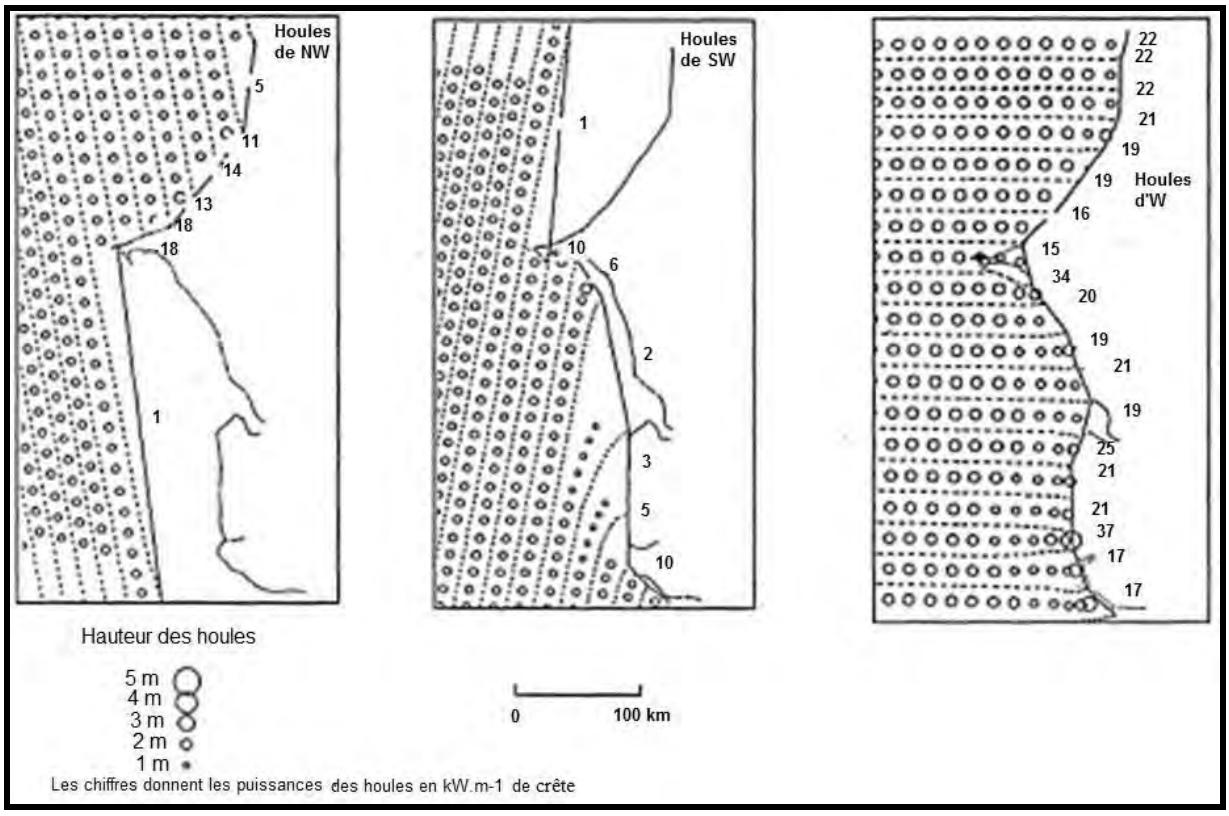


Figure 7 : Modèles de propagation des houles (d'après Nardari, 1993)

II.1.2.2.4. Marées

Les marées qu'on enregistre le long des côtes sénégalaises appartiennent au type semi-diurne ayant une période voisine de 24 heures. Elles sont caractérisées par un marnage faible < à 2m.

Seules les grandes marées (plus de 4 m) déterminent un démaigrissement important, mais momentané des plages du Cap-Vert (Courel, 1974) tandis que le faible marnage a pour conséquence, le développement réduit de l'estran (Masse, 1968).

II.1.3. Faune et flore

II.1.3.1. Faune

II.1.3.1. Ichtyofaune

Les espèces marines et saumâtres forment la plus grande diversité des côtes sénégalaises. Selon le guide de la FAO (Bellemans *et al.,* 1988) sur l'identification des ressources halieutiques du Sénégal et de la Gambie (espèces marines et saumâtres), les poissons peuvent être réparties dans 72 familles.

L'encyclopédie électronique des poissons a recensé au total 779 espèces au Sénégal dont 619 ont été identifiées comme vivant en milieu marin. En fonction de leur répartition, il est classique de distinguer les poissons littoraux et la grande diversité du peuplement du plateau continental composé, selon la profondeur, des poissons pélagiques et des poissons démersaux et semi-démersaux (CRODT, 2005).

II.1.3.2. Les mammifères marins

Les mammifères marins inventoriés sont les baleines (*Balaenoptera physalus et Balaenoptera edeni*), les dauphins (*Delphinus, Tursiops, Stenella*) et les lamantins (*Trichechus senegalensis*). D'autres espèces de mammifères ont été également signalées dans la Zone Economique Exclusive sénégalaises (marsouins, cachalot, orque épaulard et phoques moines).

II.1.3.3. Oiseaux marins

Les oiseaux marins de la zone nord-ouest africaine sont principalement des espèces migratrices et surtout présentes durant la période comprise entre novembre et mars (hiver de l'hémisphère nord). Ces oiseaux sont représentés majoritairement par les goélands, les sternes, les mouettes, les cormorans, les gravelots, les aigrettes et les huîtriers-pies.

II.1.3.4. Tortues marines

La côte atlantique du Sénégal comporte à la fois des corridors, des aires d'alimentation et des sites de reproduction de grande importance pour une dizaine d'espèces de tortues marines, comme les *Caretta caretta,* les *Chelonia mydas,* les *Lepidochelys kempii,* les *Lepidochelys olivacea,* les *Eretmochelys imbricata,* les *Dermochelys coriacea* (MEPN, 2010).

II.1.3.5. Zooplancton

Par comparaison avec d'autres zones côtières de l'Afrique de l'Ouest, le zooplancton du Sénégal peut être considéré comme étant diversifié. En effet, plus de 180 espèces et plus 50 types de larves et d'œufs ont été signalés. Au point de vue abondance, les Copépodes sont dominants (jusqu'à plus 90 % du zooplancton total en période d'upwelling) (Thiao, 2009).

II.3.2. Flore

Parmi les ressources végétales côtières qui ont une importance particulière, on note l'écosystème de mangrove qui occupe une superficie d'environ 300 000 hectares, essentiellement dans les estuaires du Saloum (environ 80 000 ha) et de la Casamance (environ 250 000 ha). Les mangroves occupent les parties aval des estuaires, des deltas et des principales embouchures des fleuves. Elles se développent dans la zone de fluctuation des marées et sont constituées par six espèces très caractéristiques : *Rhizophora racemosa, R. harisonnii*, *R. mangle, Avicennia africana, Laguncularia racemosa* et *Conocarpus erectus*. (MEPN, 2010).

En ce qui concerne la caractérisation des autres peuplements de la flore marine le long des côtes sénégalaise, les connaissances scientifiques sont très peu développées.

Pour le cas particulier de la flore algale du plateau continental, Fréon (1988) signale qu'elle comprend essentiellement les genres *Ulva*, *Hypnea*, *Cladophora* et *Sargassum.*

La dernière étude systématique (Bodian, 2000) se base à la fois sur une large revue bibliographique et l'identification des échantillons d'algues récoltées au gré des marées basses à Dakar et sur la Petite Côte. Elle révèle la présence de près de 260 espèces sur les côtes sénégalaises.

Les données de recherche disponibles indiquent pour le Sénégal une biomasse annuelle moyenne variant entre 1 100 tonnes et 9 700 tonnes. Cette biomasse peut atteindre, en année favorable 15 000 tonnes (DEEC, 2010).

II.1.4. Activités économiques

La zone côtière joue un rôle extrêmement important dans l'économie sénégalaise en particulier, ce qui se traduit par une forte concentration de la population en relation avec le développement de certaines activités économiques particulières et de nombreuses infrastructures.

La population en activité dans la zone côtière en 1992 était estimée à 1 185 666 personnes, soit 43,24% des actifs mais on y trouve également 75,4% des chômeurs. Si l'on examine cette population du point de vue de ses activités, on constate aussi que, dans tous les secteurs, la zone côtière concentre les actifs : 67,67% des actifs du secteur agricole sur environ 31% des superficies cultivées du pays, 72% des actifs du secteur industriel, 63,6% des actifs du secteur des services marchands et 73,58% des actifs du secteur des services non marchands.

Ainsi, la zone côtière, en 1992, a participé pour 67,86% à la réalisation du Produit Intérieur Brut du Sénégal. Ceci traduit toute l'importance de la zone littorale dans l'économie du pays. Si l'on considère la nature des activités économiques menées dans la zone côtière, trois grands types sont inféodés à des ressources côtières : la pêche, le tourisme et certaines activités agricoles.

II.1.4.1. La pêche

Elle est surtout de type artisanal, les pêcheries industrielles étant concentrées à Dakar. Cette activité est pratiquée aussi bien dans la zone économique exclusive, où elle est très liée aux upwellings, que dans les estuaires (Diouf *et al.*, 1993). Elle constitue l'activité principale de 65 000 pêcheurs (soit environ 5,5% des actifs) et génère plus de 220 000 emplois indirects : elle concerne donc environ 15% de la population active. Depuis 1986, le secteur de la pêche occupe le premier poste des exportations du pays devant l'arachide et les phosphates (37% des recettes d'exportation en 2000). Par ailleurs, la production assure 75% des apports en protéine animale de la population.

En 2000, les débarquements ont été d'environ 390 000 tonnes représentant une valeur commerciale de 87,2 milliards. Ils sont assurés à 87% par la pêche artisanale (environ 338 000 tonnes pour une valeur de 54,3 milliards de FCFA), le reste relevant de la pêche industrielle. S'y ajoutent les captures non débarquées qui représenteraient environ 28 500 tonnes. Les exportations se situent à environ 88 000 tonnes pour une valeur commerciale d'environ 186 milliards de FCFA. La pêche représente ainsi le premier poste des exportations en valeur (37,7% en 2000). On note depuis 1993 une baisse de la production, en particulier de celle relevant de la pêche industrielle. Enfin, la pêche génère aux alentours de 10 milliards de recettes fiscales diverses (accords et licences de pêche, amendes diverses, redevances des mareyeurs).

En 1997, la pêche artisanale alignait environ 10 700 pirogues dont 7 616 pirogues de mer. Les principaux centres de débarquement sont Saint-Louis, Kayar, Dakar, Mbour, Joal, Kafountine et Cap Skirring (Dione, 1986), la région de Thiès fournissant l'essentiel des mises à terre (246 775 tonnes). Sur les 338 208 tonnes débarquées en 2000, 182 353 tonnes ont été mareyées. La transformation artisanale (fumage, séchage) est assurée essentiellement par les femmes et a concerné environ 37 000 tonnes de poissons en 2000. Les débarquements de poissons par la pêche industrielle ont été d'environ 52 000 tonnes en 2000 pour une valeur de 33 milliards de FCFA environ, enregistrant une baisse par rapport aux années précédentes. Elle est exportée à 90% sur les marchés internationaux, principalement en Europe. 188 navires sénégalais sont actuellement en activité la majorité (177) étant des chalutiers.

Par ailleurs, des activités d'aquaculture marine (ostréiculture et crevetticulture) ont été tentées dans les estuaires mais elles se sont heurtées à différentes difficultés qui ont souvent conduit à leur abandon (Bousso et *al.* 1993).

Concernant l'utilisation des algues deux espèces sont actuellement ciblées et commercialisées (*Hypnea musciformis* et *Meristotheca senegalensis*). Il existe d'autres espèces ayant un intérêt probable, notamment : *Gracilaria*, *Anatheca* et *Gigartina* qui sont des algues rouges, *Ulva*, une algue verte et *Sargassum*, une algue brune.

Des professionnels de la filière ont évoqué des possibilités d'exporter 3550 tonnes d'algues séchées (2000 tonnes d'*Hypnea musciformis*, 1000 tonnes d'*Ulva sp*, 200 tonnes de *Gracilaria dentata*, 100 tonnes de *Sargassium sp* et 50 tonnes de *Gracilaria verrucosa*. Ces quantités ne représentent qu'une partie de production estimée, face à une demande internationale forte en matières premières, en produits semi finis et en produits raffinés.

II.1.4.2. Tourisme

Il est très développé surtout le long de la Petite Côte et en Casamance (Sène-Diouf, 1993). Si la plupart des réceptifs sont destinés aux touristes étrangers, il commence à exister un Tourisme de week end pour les nationaux. De plus, à côté des grandes structures hôtelières liées à des grandes chaînes internationales de voyage (Saly, Cap Skirring), se développent des infrastructures villageoises gérées de façon communautaire (Diop, 1993). Pour les populations côtières, le tourisme peut aussi bien être source de revenus supplémentaires (cas du tourisme en villages) que source de conflits, liés à l'accaparement des terres par les hôteliers ou à des phénomènes sociaux (développement de la prostitution et du trafic de drogue). Ce tourisme est d'abord un tourisme balnéaire bien que se développe un tourisme d'affaires, essentiellement à Dakar, et un tourisme de découverte basé sur les réserves et parcs nationaux.

Le tourisme constitue l'une des principales sources de devises du pays dont il représente la deuxième activité économique après la pêche (273 milliards de FCFA de recettes en 2002). Il contribue pour environ 4,6% à la formation du PIB, avec environs 26 75 000 emplois directs et 25 000 emplois indirects.

II.1.4.3.Ostréiculture

L'ostréiculture est aussi une activité économique très développée le long des mangroves à Joal-Fadiouth et à Somone.

Les premiers essais datent de 1909 et en 1940, la station ostréicole de Joal-Fadiouth est créée. Les gisements naturels de l'huître des palétuviers, *Crassostrea gasar*, se situent dans la mangrove de Joal Fadiouth, les iles du Saloum, la partie maritime du Fleuve Casamance. Ces huitres sont fixées sur les racines échasses des palétuviers. Leur élevage a permis aux coopératives privées de producteurs de réaliser de bonnes productions. A coté de l'élevage, le ramassage des huîtres est une activité très importante. Cette récolte est consommée par les populations sous forme d'huîtres séchées, cuites ou fumées (Belot & Niamadio, 1988).

Au regard des facteurs qui menacent le secteur de la pêche, l'aquaculture apparaît aujourd'hui comme un secteur incontournable dans toutes les politiques publiques en cours pour jouer un important rôle dans la réduction de la pauvreté, la sécurité alimentaire et la croissance économique du pays. C'est dans ce contexte que des unités piscicole et ostréicole constituées de cages flottantes estuariennes et de guirlandes sont installées dans les bolongs comme dans ceux de « Mboss ndo » situés dans la Réserve Naturelle Communautaire de Palmarin. Ainsi, l'ostréiculture artisanale est progressivement en modernisation avec un grossissement en pochons et en lanternes qui donnent des produits de meilleure qualité. La production d'huîtres est passée de 118,2 à 232 tonnes de2011 à 2014 (FAO, 2015).

II.2. PRESENTATION DES ZONES D'ETUDE

Notre étude a été réalisée dans les eaux marines de Ngor, sur la Presqu'île du Cap Vert et dans les lagunes de Joal-Fadiouth et de Somone situées sur la Petite Côte (Fig. 8).

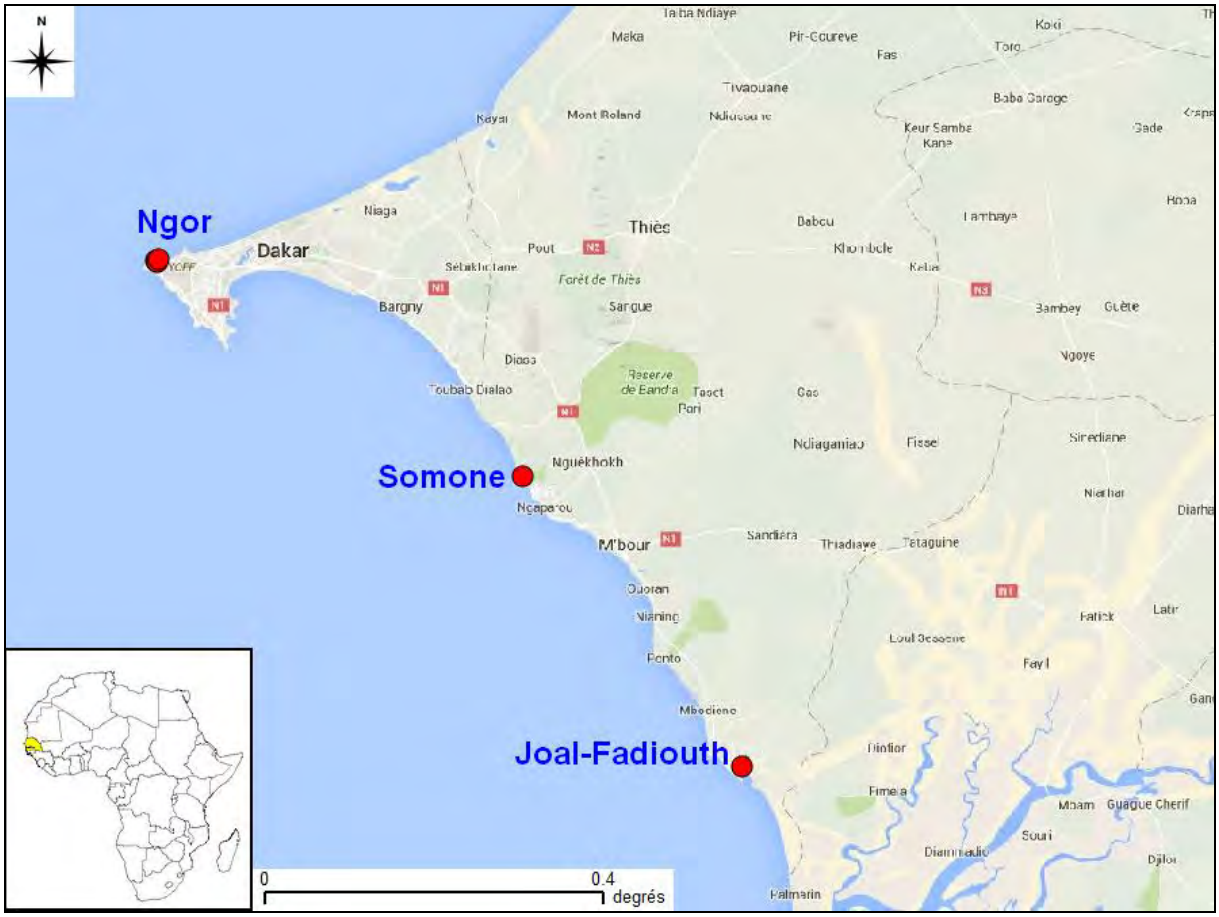


Figure 8 : Localisation des sites d'étude

II.2.1. Présentation de la Petite Côte

La Petite Côte se situe en effet au Sud de la Presqu'île du Cap-Vert et se prolonge jusqu'à l'embouchure du Sine Saloum. Son orientation générale est Sud-Sud Est malgré la présence de caps la compartimentant (Turmine, 2000).

Au point de vue climatique, la zone compte deux saisons contrastées (Faye, 2010) :

- ✓ une saison sèche de novembre à juin où les températures sont souvent fortes 27 °C ;
- ✓ une saison chaude et humide à faible pluviométrie, soit une moyenne 496 mm à Mbour et 525 mm à Joal. Cette période est aussi marquée par les vents de mousson qui représentent de 50 à 80 % de l'effectif complété par les vents du nord-est.

Ce climat est sous l'influence continentale malgré sa position littorale. De ce fait, la saison sèche, que l'on pourrait également qualifier de « saison continentale », dure 9 mois avec 7 mois très secs et deux mois (juin et octobre) où les précipitations mensuelles dépassent rarement 50 mm. Il y a donc véritablement que 3 mois humides avec des pluies relativement modérées (Turmine, 2000).

II.2.1.1. Caractéristiques de la lagune de Joal-Fadiouth

Joal-Fadiouth est une commune située localisée à 16° 49' 60 Ouest de longitude et 14°10' 0 Nord de latitude à l'extrémité de la Petite Côte, à 114 km au sud-est de Dakar. Elle réunit en réalité deux villages, Joal (5023 ha), établi sur le littoral, et Fadiouth (12 ha), une île artificielle constituée d'amoncellements de coquillages et reliée à la côte par un pont de bois.

A l'ouest, elle est limitée par l'Océan Atlantique, permettant ainsi la navigation vers la Casamance et la Gambie. A l'est, la commune s'ouvre sur le bassin arachidier. Ces trois arrondissements que sont l'Ile de Fadiouth, la presqu'île de Joal et Ngazobil bordent le littoral.

Large de 4 km et longue de 10 km du nord au sud, la lagune de Joal est la plus grande lagune de la Petite Côte ; elle est considérablement ramifiée par des marigots et des bolons et est constituée d'îles sablolimoneuses où se développe une large forêt de mangrove entrecoupée par ces bolons et des tannes. Cette lagune subit donc l'action marine et l'influence continentale mais il semble que la première soit permanente tandis que la deuxième suit les irrégularités du climat. Elle marque la limite sud de la Petite Côte, ce littoral se terminant par l'extrémité de la flèche de Joal (Turmine, 2000).

Des données environnementales relatives à la zone côtière de Joal-Fadiouth ont été enregistrées (CRODT, 2006). Les eaux de surface sont chaudes avec une température minimale moyenne de 30,2°C ; elles sont moins salées au niveau de la côte qu'au large avec une valeur minimale est 34,52 % et une valeur maximale de 35,61%o. Les valeurs moyennes en oxygène dissous sont de 65 % et décroissent de la surface au fond. La chlorophylle totale est sensiblement homogène (moyenne de 8 µg/l). Les eaux sont basiques et le pH n'accuse aucune variation sensible aussi bien sur le plan vertical que sur le plan longitudinal. La turbidité décroît de la côte au large et de la surface au fond ; les valeurs enregistrées sont relativement faibles (6 à 7 ppm). La turbidité est équivalente entre la surface et le fond au niveau de la côte (CRODT, 2006).

Dans une journée il y'a quatre marées : deux marées hautes et deux marées basses. L'intervalle de temps entre une marée haute et une marée basse est environ de 6 heures. A Joal-Fadiouth, le niveau moyen des marées basses est 0, 85 m contre 1,29 m pour les marées hautes (CRODT, 2006).

II.2.1.2. Caractéristiques de la lagune de Somone

La lagune se trouve dans le bassin versant de la Somone situé à 60 km au Sud de Dakar, entre le village de Ndiass et la ville de Mbour. Somone est limité à l'ouest par l'Océan Atlantique et les rebords du massif de Ndiass, au nord par ceux de la falaise de Thiès, à l'est et au sud par la plaine sableuse qui va de Tasset à Ngaparou en passant par Nguékhokh (Diop & Konate, 2005). D'une superficie de 7 km^2, l'écosystème laguno-estuarien de la Somone a été érigé en Réserve Naturelle d'Intérêt Communautaire en 1999 (Sakho, 2011).

La présence de la lagune (sur le cours inférieur) résulte d'un apport d'eau marine toute l'année qui entretient une mangrove très importante aux plans écologique et économique. C'est un écosystème entretenu par les échanges entre l'eau douce provenant du ruissellement

des versants et de la vallée de la Somone, ainsi que l‟eau salée venant de la mer. Mais aujourd'hui, les apports du bassin versant sont inexistants du fait de la combinaison de plusieurs facteurs dont le barrage de Bandia. Les seuls apports en eau douce se font par les précipitations et la nappe (Diop & Konate, 2005). Ainsi, le système laguno-estuarien de la Somone est caractérisé par un fonctionnement hydrologique inverse où les influences marines prédominent.

La température des eaux de surface de la lagune de Somone sont plus chaudes en saison humide avec un maximum de 31 °C lié aux températures élevées de l‟air, avoisinant les 30 °C en moyenne (Sakho, 2011). La saison sèche présente ainsi un gradient de température croissant d‟aval en amont ; la température des eaux au mois de janvier est comprise entre 20 et 28 °C (Sakho, 2011).

La salinité de la Somone varie de 28 à 40 g/l avec des valeurs plus élevées pendant la saison sèche (Ndour *et al.,* 2009). Les travaux de Sakho (2011) montrent que de janvier à juillet, le gradient est inverse, marquée par une augmentation de la salinité d‟aval en amont. Sur cette période, elle varie de 35 g/l à l‟embouchure à 42 g/l à 4 km en amont. A partir d‟août jusqu‟au mois de novembre, le gradient devient normal avec une diminution de la salinité vers l‟amont. Les eaux sont basiques (pH 7,7 à 8,4) et les variations spatiales des pH sont faibles (Sakho, 2011).

Les .profondeurs sont, dans l'ensemble, inférieures à un mètre, sauf dans quelques chenaux (parcourus par des courants de marée) qui peuvent atteindre près de 2 m en marée haute (Pages & Leung Tak, 1984). Une marée de type semi-diurne s‟exerce toute l‟année. Elle contrôle ainsi le cycle immersion/émersion dans l‟écosystème lagunoestuarien de la Somone (Sakho, 2011).

II.2.2. Présentation de Ngor

La commune d‟arrondissement de Ngor est située à la pointe occidentale de Dakar. Elle constitue un promontoire qui prolonge la tête de la presqu‟île du Cap Vert dans l‟Océan Atlantique. Considérée comme la partie la plus occidentale de l‟Afrique, elle couvre une superficie de 4,5 Km^2 et présente la particularité d‟être située sur un site balnéaire.

L‟île de Ngor se trouve dans l‟Océan Atlantique, à 800 m de la côte dakaroise à 14°45'30‟‟N et 17°30'56‟‟W, dans la Presqu‟île du Cap Vert.

Les principales limites géographiques de la commune d‟arrondissement sont ainsi la commune d‟arrondissement de Yoff au Nord-Est, la commune d‟arrondissement de Ouakam au Sud-Est et l‟Océan Atlantique qui la borne du Nord-Ouest au Sud-Ouest.

Au Nord, le littoral englobe l‟île de Ngor et la pointe des Almadies jusqu‟à la transversale du mur occidental de la zone aéroportuaire.

L‟île de Ngor est donc située à l‟Ouest du village de Ngor au milieu d‟une baie protégée et constituée par les coulées d'hawaïte à texture doléritique du volcanisme basaltique quaternaire des Mamelles.

Du point de vue géomophologique, l‟île est localisée dans la partie Nord-Ouest de Dakar qui correspond au second massif d‟origine volcanique dont l‟altitude moyenne est la plus élevée de la région (plus de 60 m).

Du point de vue climatique elle appartient à la zone micro climatique de la grande côte sénégalaise qui, au sein du domaine intertropical présente des particularités qui la différencient de l'intérieur du pays. Cette zone est soumise aux effets de masses d'airs (alizé, mousson, harmattan) déterminées par les champs de pressions (les anticyclones des Açores, de Sainte-Hélène et de Libye et de la dépression saharienne).

Elle bénéficie, du fait de sa situation côtière, de températures idéales (25°C) pendant presque toute l‟année avec des pointes de 18°C mini en février et de 32°C maxi en Octobre.

CHAPITRE III ETUDE MORPHOLOGIQUE DES CYANOPHYTES ET MICROALGUES

INTRODUCTION

Etant à la base du réseau trophique, les cyanophytes et microalgues sont d'une grande importance en milieu aquatique ; ainsi, leur étude systématique est primordiale pour toutes les autres études.

Au Sénégal, malgré l'importance du réseau hydrographique et de la diversité des écosystèmes marins, les cyanophytes et microalgues y sont très peu étudiés.

A notre connaissance, les premiers travaux sont ceux de Leuduger-Fortmorel (1898) sur deux récoltes pélagiques au large de Dakar à 40 et 75 m de profondeur, de Amossé (1970) sur le littoral marin et dans quelques stations saumâtres de la Presqu'île du Cap Vert et de Dia (1983) sur la biologie, la biomasse et l'inventaire du phytoplancton le long de la Petite Côte sénégalaise.

Ces études ont été réalisées essentiellement dans la Presqu'île du Cap Vert sur les diatomées et ont consisté à des études d'inventaire ; il n'existe pas d'étude morphologique, ni de clé de détermination. Ainsi, il nous a paru intéressant :

- d'étudier, en plus des diatomées, les cyanophytes et les autres groupes de microalgues dans des zones non encore inventoriées comme Ngor, Joal- Fadiouth et Somone ;
- de caractériser ldes différents taxons rencontrés et d'établir des clés de détermination pouvant faciliter l'identification des cyanophytes et microalgues marines préalable à toutes les autres études (inventaire, dynamique…).

III.1. METHODOLOGIE

III.1.1. Prélèvement des échantillons

Pour l'étude de la description morphologique, les échantillonnages ont été effectués à Ngor, Joal-Fadiouth et Somone, à divers endroits, sur divers supports et souvent à intervalles irréguliers. A Ngor, les échantillonnages ont été effectués dans les eaux marines, sur la plage de l'île de Ngor et de celle de Ngor-village entre juillet 2009 et Novembre 2011. A Joal-Fadiouth et Somone, les échantillonnages ont eu lieu entre mars et juin 2013.

Ces échantillonages ont été effectués grâce à une pirogue motorisée.

Au cours de cette étude, deux modes de récolte ont été utilisés dans le but d'échantillonner aussi bien les espèces planctoniques que celles fixées (Fig. 9).

- Les prélèvements des espèces planctoniques ont été effectués à l'aide d'un filet à plancton de 10 µm de maille à la surface des plans d'eau ; une fraction de cette eau a été placée dans des flacons de 60 ml.
- Les espèces benthiques ont été récoltées par grattage ; cette opération consistait à gratter la surface de tout support immergé présent au niveau des stations (rochers,

bouteilles, chaussures, flotteurs des installations de *Meristotheca,* coquilles de mollusques, thalle de macroalgues…) à l'aide d'une brosse et de l'eau distillée ; des espèces épiphytes, vivant sur des thalles de macroalgues ont été également récoltées. Une partie de l'eau a été recueillie dans des flacons de 60 ml.

Au cours de cette étude, les prélèvements benthiques sont majoritaires en raison de l'étude de la dynamique qui a nécessité des supports.

Après la récolte, les échantillons ont été immédiatement fixés avec du formol 4 % afin de préserver les espèces d'une décomposition.

Figure 9 : Méthodes d'échantillonnage

III.1.2. Description des taxons

III.1.2.1. Observation microscopique

Après le dépôt au fond du flacon des individus, une goutte d'eau a été prélevée à l'aide d'une pipette pasteur et est déposée entre lame et lamelle pour une observation. Ces observations ont été faites à l'aide d'un microscope (Motic Digital Microscope) doté d'un appareil photo numérique incorporé et relié à un ordinateur pour une mensuration plus aisée. Cette opération a été répétée 3 fois pour chaque échantillon.

Pour les diatomées dont la systématique est basée sur l'ornementation des frustules, leur observation a nécessite d'abord un traitement permettant de les débarrasser de la matière organique. Ainsi, des sous-échantillons ont subi un traitement de nettoyage des frustules par combinaison de la calcination à l'attaque chimique de la matière organique, avant d'être montés au Baume de Canada entre lame et lamelle pour l'identification des diatomées.

Dans cette étude, le traitement a été réalisé comme suit (Fig. 10) :

1- Mettre 20 ml de l'échantillon dans un bécher de 200 ml ;
2- Ajouter la même quantité d'eau oxygénée ;
3- Placer les béchers sur une plaque chauffante ;

4- Chauffer lentement et veiller à ce que toute l‟eau ne s‟évapore pas en y ajoutant de temps en temps de l‟eau distillée pour essayer de conserver les 40 ml et éviter que l‟eau touche la paroi du bécher ;
5- Ajouter quelques gouttes d‟eau oxygénée pour retrouver la couleur de départ ;
6- Enlever les béchers de la plaque ;
7- Après refroidissement, prélever 20 à 30 ml et les mettre dans des tubes ;
8- Centrifuger pendant 10 min à 3500 tours/min pour éliminer le surnageant et mettre le restant dans le bécher (rinçage) ;
9- Ajouter de l‟eau distillée jusqu‟à 20 ml ;
10- Centrifuger 3 à 4 fois (rinçage) ;
11- Remuer ;
12- Ajouter une goutte de Baume de Canada sur la lame ;
13- Sur la lamelle, étaler quelques gouttes d‟eau distillée ;
14- Ajouter 2 à 3 gouttes de l‟échantillon et mettre sur la lamelle et chauffer ;
15- Après séchage de la lamelle, la mettre sur la lame en appuyant doucement pour éliminer l‟excès de baume ;
16- Attendre 2 semaines pour que le baume s‟assèche.
17- Ainsi les lames sont prêtes pour l‟observation.

Figure 10 : Préparation de lames de diatomées

(A : béchers sur plaque chauffante, B : centrifugeuse, C : lamelle chauffée, D : lame avec une goutte de baume de Canada)

III.1.2.2. Description des taxons

Au cours de ces observations, les différents taxons ont été décrits. Plusieurs caractères ont été pris en compte ; parmi eux on peut citer : le type de thalle, la forme du thalle, la forme et l'agencement des cellules, la présence ou l'absence d'appendices, la présence ou l'absence d'appareils locomoteurs...

Pour les cyanophytes, des caractères comme la présence ou l'absence d'hétérosyste ou d'akinète, la présence ou l'absence d'enveloppe gélatineuse (gaine) et le type d'ornementation (granulations, pseudovacuoles ou aérotopes), le mode et les éléments de division ont été pris.

Pour les microalgues, le type de thalle, la présence ou l'absence de frustule, le mode d'agencement, la forme, la couleur et les dimensions des cellules, la présence ou l'absence d'appendices et le type d'ornemention ont été utilisés.

Chez les diatomées, la forme générale, l'ornementation valvaire, la formation en colonies ou l'état solitaire ont été donnés.

Pour les dinoflagellés, les caractères morphologiques externes (nombre et arrangement des plaques) ont été pris.

En même temps des photos et des dessins ont été réalisés ainsi que des mesures de dimensions grâce à un oculaire gradué et étalonné avec une lame micrométrique.

III.1.3. Identification et élaboration de clé de détermination des taxons

A partir de la description, des photos, des dessins et des dimensions, une identification des taxons a été rendue possible par comparaison de nos données aux travaux de Cupp (1943), de Compère (1975), de D'hont & Coppejans (1988), de Rumeau & Coste (1988), de Round *et al.* (1990), de Paulmier (1993, 1997), de Stoermer & Julius (2003), de Naz *et al.* (2004) et de Da Rodda & Parodi (2005).

A partir de la description morphologique et de l'identification, des clés de détermination dichotomiques ont été proposées pour faciliter la reconnaissance des différents taxons rencontrés. Ainsi, pour chaque phylum une clé de détermination des genres et une clé des espèces rencontrées a été proposées. Enfin, une clé de détermination de l'ensemble des taxons de cyanophytes et microalgues rencontrées été proposée.

III.2. RESULTATS

Dans cette partie, les caractères généraux des différents genres rencontrés sont présentés et pour chaque taxon, les caractères morphologiques, les dimensions (longueur, largeur, diamètre…), l'écologie, la répartition géographique (distribution) et la bibliographie utilisée pour l'identification sont donnés.

Pour les genres plurispécifiques, une clé de détermination est proposée, de même pour chaque division (phylum).

III.2.1. Description morphologique, identification et élaboration de clés de détermination des genres et espèces de cyanophytes rencontrés

III.2.1.1. Description morphologique et identification

Les différents ordres rencontrés sont les Chroococcales, les Synechococcales, les Oscillatoriales et les Nostocales.

- **Ordre des Chroococcales**

Dans cet ordre, on a les familles des *Chroococaceae*, des *Xenococcaceae*, des *Hydrococcaceae*, des *Microcystaceae*, des *Entophysalidaceae*, des *Spirulinaceae* et des *Cyanobacteriaceae*.

Famille des *Chroococaceae*

Genre *Chroococcus* Nägeli

Les colonies sont gélatineuses et microscopiques, avec un petit nombre de cellules, plus ou moins sphériques, rarement formées de beaucoup de cellules ;

La gaine coloniale est diffluente, homogène et incolore ou lamellée, rarement colorée ; les gaines gélatineuses individuelles autour des cellules réunies en colonies sont homogènes ou lamellées.

Les cellules sont de couleur pâle, bleu-vert, jaunâtre, rosâtre ou violet, rarement sphériques (jeunes cellules de reproduction), d'habitude hémisphériques à irrégulières, avec contenu homogène ou granulaire, rarement avec pseudovacuoles (chez certaines espèces planctoniques).

***Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli (Pl 1 A)**

Syn. Protococcus minor Kützing

L'espèce est formée de 3 à 4 petites cellules hémisphériques à subsphériques, de couleur vert-jaune. Leur diamètre est de 4-4,5 µm. Le diamètre de la gelée est de 9 µm. La description ressemble à celle donnée par D'hont & Coppejans (1988) et John *et al.* (2002).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli (Pl 1 B)**

Deux cellules subsphériques et pourvues de granulations forment l'espèce ; elles ont une couleur vert-jaune, tendant vers le beige. Leur diamètre est de 8 µm et leur longueur varie entre 9 et 10 µm. Ces cellules observées présentent les mêmes caractères que celles décrites par John *et al.* (2002).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Chroococcus varius* A. Braun (Pl 1 C)**

Les cellules sphériques, de couleur verte, sont regroupées par 4 en une petite colonie et sont pourvues d'une sorte de membrane individuelle lamellaire. Leur diamètre est de 3µm et celui de la colonie de 9-10µm. Ces caractères sont également notés par John *et al.* (2002) et Naz *et al.* (2004).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Chroococcus sp* (Pl 3A)**

La colonie est formée de plusieurs cellules de couleur verte, pourvues de granulations noires et disposées autour d'un support. Ces cellules sont hémisphériques et leur diamètre est de 7-11 µm.

Tableau 1 : Caractères principaux des espèces du genre *Chroococcus*

Espèces	Nombre de cellules/colonie	Cellules		
		Forme	Couleur	Diamètre (µm)
Chroococcus minor	3 à 4	hémisphériques à subsphériques	vert-jaune	4-4,5
Chroococcus minutus	2	subsphériques	vert-jaune, tendant vers beige	8
Chroococcus varius	4	sphérique	verte	3
Chroococcus sp	plusieurs	hémisphériques	verte	7-11

L'analyse de ce tableau montre que parmi ces espèces du genre *Chroococcus,* seule *C. varius* a des cellules sphériques (3 µm de diamètre) ; ces cellules sont hémisphériques chez *C. minor* et *C. sp* avec respectivement des colonies de 4 cellules de 4 à 4,5 µm de diamètre et de plusieurs cellules de 9-10 µm de diamètre. Par contre chez *C. minutus* on a colonie de deux cellules subsphériques de 8 µm de diamètre.

Clé de détermination des espèces du genre *Chroococcus*

1. Cellules sphériques, de 3 µm de diamètre…….……..……..…. *C. varius*

1'. Cellules non sphériques

2. Cellules subsphériques, de 8 µm de diamètre……..……... *C. minutus*

2'. Cellules hémisphériques

3. Colonie de 4 cellules de 4 à 4,5 µm de diamètre……..…*C. minor*

3'. Colonie de plusieurs cellules de 9-10 µm de diamètre……..……..…… *C. sp*

La forme des cellules, leurs dimensions et leur nombre sont les principaux caractères morphologiques qui ont permis de différencier les quatre espèces de *Chroococcus* rencontrées.

Famille des *Xenococcaceae*

Genre *Myxosarcina* Printz

Les cellules sont densément regroupées en glomérules (sous-colonies), avec jusqu'à 32 cellules ; des gaines ou enveloppes mucilagineuses réduites ou très légèrement élargies, distinctes, fermes, incolores ou jaunes-brunes sont présentes.

Les cellules sont de formes arrondies, polygonales ou arrondies-irrégulières, formant des rangées perpendiculaires plus ou moins courtes dans les colonies jeunes, mais plus tard elles se disposent irrégulièrement.

***Myxosarcina sp* (Pl 1 D)**

Le thalle de couleur bleu noirâtre est formé de plusieurs cellules pas totalement sphériques (parfois polygonales), parfois regroupées par 4 (en division) ou plus en sorte de glomérules. Le diamètre du thalle est environ égal à 27 µm, celui des cellules varie entre 2 et 3µm.

Famille des *Hydrococcaceae*

Genre *Pleurocapsa*

Le thalle est rampant sur le substrat (rocher) en une couche mince ou sous forme de groupes tridimensionnels avec des rangées de cellules irrégulières ou radiales ; les rangées sont parfois irrégulièrement ou pseudodichotomiquement ramifiées formant des pseudofilaments en partie endolithiques chez plusieurs espèces. Les rangées de cellules uni-ou multisériées, sont plus ou moins enveloppées par une gaine parfois lamellée, de couleur jaune-brune latéralement confluente.

Les cellules, de taille variable, s'allongent parfois légèrement au niveau des pseudofilaments ou pseudotrichomes, avec un contenu homogène ou légèrement granulaire, parfois avec plusieurs granules ; ces cellules sont de couleur bleu-vert, pâle ou rosâtre.

***Pleurocapsa sp* (Pl 1 E)**

Le thalle de cette espèce est de couleur verte et est formée de plusieurs cellules sphériques, parfois polygonales regroupées en un amas irrégulier (pseudotrichomes ou pseudofilaments). Leur diamètre varie entre 3 et 7 µm.

Famille des *Entophysalidaceae*

Genre *Johannesbaptistia* De Toni fil.

Le thalle est unicellulaire et sous forme de pseudofilaments (pseudotrichomes) solitaires droits ou légèrement onduleux, non ramifiés ou rarement latéralement ou pseudodichotomiquement ramifiés ; les rangées de cellules sont orientées perpendiculairement à l'axe longitudinal des pseudofilaments. Les enveloppes mucilagineuses sont en forme de tube, incolores, sans structure, légèrement diffluentes ou plus ou moins distinctes à la marge et arrondies aux extrémités. Des espaces clairs sont visibles entre les cellules-filles qui restent contiguës seulement après la division cellulaire.

Les cellules sont plus ou moins discoïdes, de couleur pâle, gris-bleu ou bleu-vert avec un contenu granulaire sans vésicules à gaz ; la cellule apicale est arrondie.

***Johannesbaptistia pellucida* (Dickie) Taylor et Drouet (Pl 1K)**

Syn. : *Hormospora pellucida* Dickie

Le thalle est linéaire cylindrique, entouré d'un mucilage hyalin et formé de cellules rectangulaires à discoïdes, arrangées sur une seule série ; leur diamètre est de 9 à 10 µm et leur longueur dépasse parfois 4 µm. Le diamètre de la gaine mucilagineuse est de 5 à 6 µm. L'espèce présente les mêmes caractères que celle décrite par Da Rodda & Parodi (2005) mais les cellules de cette espèce ont un diamètre légèrement inférieur (5,5 – 8,5 µm).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

Famille des *Microcystaceae*

Genre *Microcystis* Lemmermann

Les colonies sont sphériques, ovales, irrégulières, ou allongées, parfois composées de sous-colonies ; les cellules sont plus ou moins densément arrangées dans un mucilage commun incolore, d'habitude homogène, diffluente ou distincte et délimitée, avec un contour réfringent chez plusieurs espèces ; ces cellules sont sphériques ou hémisphériques après division, régulièrement disposées, avec 3 plans de division et avec parfois des vésicules à gaz.

***Microcystis sp* (Fig. 13) (Pl 1L)**

La colonie est de très grande taille et est formée de nombreuses cellules sphériques pourvues de granulations ; les cellules ne sont pas densément regroupées. Leur diamètre varie entre 2 et 3,5 µm.

***Microcystis sp1* (Pl 3C)**

La colonie est formée de 14 cellules sphériques de 4-4,5 µm de diamètre, de couleur verte, disposées à 2. Ces cellules sont entourées par une gelée sphérique de 40 µm de diamètre et disposées au centre de la colonie. Elles sont dépourvues de granulations.

Tableau 2 : Caractères principaux des espèces du genre *Microcystis*

Espèces	Nombre de cellules	Forme des cellules	Ornementation	Diamètre (µm)
Microcystis sp	nombreuses	sphériques	granulation	2-3,5
Microcystis sp 1	14	sphériques	pas de granulation	4- 4,5

Ce tableau montre que chez les deux espèces rencontrées toutes les cellules sont sphériques avec des diamètres de 2-3,5 µm chez *M. sp* et de 4-4,5 µm chez *M. sp1*. Cependant chez la première elles sont pourvues de granulations.

Clé de détermination des espèces du genre *Microcystis*

1. Cellules sphériques avec granulations, de 2-3,5 µm de diamètre……...… *M. sp*

1‟. Cellules sphériques sans granulations, de 4-4,5 µm de diamètre……..…..….. *M. sp1*

Le diamètre des cellules et la présence ou l‟absence de granulations sont les caractères distinctifs des deux espèces de *Microcystis* rencontrées.

Famille des *Spirulinaceae*

Genre *Spirulina* Turpin ex Gomont

Non ramifiés, les trichomes sont d'habitude regroupés, toujours sans gaine et enroulés sur toute leur longueur avec le diamètre des spires constant ; les spires sont très densément serrées, collées l‟une à l‟autre ou avec de petits espaces entre elles. Les trichomes sont isopolaires à cloisons d'habitude non visibles au microscope optique, non atténués vers les extrémités et intensément mobile.

Les cellules, sans aérotopes, sont plus ou moins isodiamétriques, d'habitude avec un contenu homogène, pâle bleu-vert, olive-vert ou rosâtre ; les cellules apicales sont largement arrondies, sans parois cellulaires épaissies ou calyptres. Les hétérocystes et les akinètes sont absents.

***Spirulina subsalsa* Oersted. ex Gomont (Pl 2Q)**

Le trichome de l'espèce est hélicoïdal avec un contenu cellulaire vert-jaune ; le diamètre du trichome est d'environ 1 µm et celui des spires contigües est de 3 µm. Notre échantillon est identique à ceux de D'hont & Coppejans (1988) et de Da Rodda & Parodi (2005).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Spirulina labyrinthiformis* Kütz. ex Gomont (Pl 2R)**

Le trichome de l'espèce est hélicoïdal avec un contenu cellulaire vert-jaune. Le diamètre du trichome est légèrement inférieur à 1 µm. Le diamètre des spires de 1,5-2 µm. L'espèce est décrite de la même façon par Crispino & Sant'Anna (2006).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Spirulina sp* (Pl 3E)**

Le trichome de l'espèce est hélicoïdal avec un contenu cellulaire pourvu de granulations ; le diamètre du trichome est d'environ 1-1,5 µm et celui des spires est de 3 µm.

Tableau 3 : Caractères principaux des espèces du genre *Spirulina*

Espèces	Diamètre du trichome (µm)	Diamètre des spires (µm)	Ornementation
Spirulina subsalsa	1	3	vert-jaune sans granulations
Spirulina labyrinthiformis	< 1	1,5- 2	vert-jaune sans granulations
Spirulina sp	1-1,5	3	granulations

D'après ce tableau, parmi les trois espèces à trichome hélicoïdal rencontrées, seuls les trichomes de *Spirulina sp* présentent des granulations. Ceux de *S. subsalsa* ont des spires de 1 µm de diamètre et des cellules de 3 µm alors que ceux de *S. labyrinthiformis* ont des spires de diamètre inférieurs à 1 µm et des cellules de 1,5-2 µm de diamètre.

Clé de détermination des espèces du genre *Spirulina*

1. Présence de granulations……. *S. sp*

1'. Absence de granulations

2. Diamètre des spires= 1 µm, diamètre du trichome : 3 µm……..….. *S. subsalsa*

2'. Diamètre des spires < 1 µm, diamètre du trichome : 1,5-2 µm…*S. labyrinthiformis*

Les caractères morphologiques qui ont permis de distinguer les trois espèces de *Spirulina* rencontrées sont la présence ou l‟absence de granulations, le diamètre des spires et celui des cellules

Famille des *Cyanobacteriaceae*

Genre *Aphanothece* Nägeli

Le thalle est colonial ; les colonies micro à macroscopique, de couleur verdâtre, bleu-vert ou brune sont sphériques ou (d'habitude) amorphes avec des cellules arrangées irrégulièrement, lâchement ou densément dans un mucilage commun gélatineux ; le mucilage commun, est incolore, homogène, diffluent, délimité, plus ou moins sur la surface, ou lamellé dans les parties marginales et jaunâtre ou jaune - brun (rarement rougeâtre).

Les cellules sont en général ovoïdes à cylindriques avec des extrémités arrondies, ovoïdes-fusiformes, droites ou légèrement arquées, parfois avec chromatoplasme clairement visible ; présence des aérotopes sont parfois chez quelques espèces planctoniques.

***Aphanothece sp* (Pl 3D)**

La colonie formée de plusieurs cellules plus ou moins ovoïdes de couleur verte et dépourvues de granulations. Leur diamètre est d‟environ 1-2 µm.

- **Ordre des Synechococcales**

Les familles rencontrées dans cet ordre sont les *Synechococcaceae* et les *Merismopediaceae*.

Famille des *Merismopediaceae*

Dans cette famile, on a rencontré les genres *Aphanocapsa* et *Merismopedia*.

Genre *Aphanocapsa*

Les colonies microscopiques plus ou moins sphériques, irrégulières ou plates chez certaines espèces et macroscopiques chez d‟autres. Elles sont d'habitude formées de nombreuses cellules, peu ou densément réunies mais de manière irrégulière ; le mucilage colonial est principalement incolore, plus ou moins homogène avec une marge indistincte ou informe ; les cellules plus ou moins sphériques, hémisphériques après division (2 plans de divisions), sans aérotopes et sans enveloppes gélatineuses individuelles.

***Aphanocapsa littoralis* Hansgirg (Pl 1F)**

Le thalle est formé de 7 à 8 cellules sphériques groupées en colonie, de manière compacte ; les cellules présentent des granulations. Leur diamètre est de 6-7µm. La description correspond à celle donnée par D‟hont & Coppejans (1988).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Aphanocapsa marina* Hansgirg (Pl 1G)**

Syn. : *Microcystis marina* (Hansgirg) Kosinnskaja

Le thalle est une petite colonie amorphe formée de nombreuses cellules sphériques d‟environ 0,5 µm de diamètre et entourée d‟un fin mucilage. Les cellules sont pourvues de granulations

et densément groupées. Les cellules ont le même diamètre que celles de l'espèce décrite par John *et al.* (2002).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

Tableau 4 : Caractères principaux des espèces du genre *Aphanocapsa*

Espèces	Nombre de cellules	Forme des cellules	Ornementation	Diamètre (µm)
Aphanocapsa littoralis	7 à 8	sphériques	granulations	6-7
Aphanocapsa marina	nombreuses	sphériques	granulations	0,5

D'après ce tableau, les deux espèces rencontrées ont des cellules sphériques mais de taille et de nombre différents. Elles sont au nombre de 7 avec 6-7 µm de diamètre chez *A. littoralis* et très nombreuses chez *A. marina* avec 0,5 µm de diamètre.

Clé de détermination des espèces du genre *Aphanocapsa*

1. Colonie de 7 cellules sphériques de 6-7 µm de diamètre……...……*A. littoralis*

1'. Colonie de nombreuses cellules sphériques de 0,5 µm de diamètre……..….*A. marina*

Le diamètre et le nombre de cellules ont permis de distinguer les deux espèces de *Aphanocapsa* rencontrées.

Genre *Merismopedia* Meyen

Les colonies libres et tabulaires sont formées de cellules densément ou lâchement arrangées ; ces colonies sont en forme de carré ou rectangulaire, pouvant devenir plus tard irrégulières ; les grandes colonies sont composées de plusieurs sous-colonies de 4-16 cellules, avec parfois chez certaines plus de 4000 cellules disposées en rangées perpendiculaires ; les enveloppes mucilagineuses coloniales sont incolores, sans structure, hyaline, d'habitude avec une marge étroite ou large indistincte.

Les cellules sont sphériques ou largement elliptiques (avant division), hémisphériques (après division), avec un contenu homogène, pâle ou brillant, bleu-vert ou rougeâtre (violet, rose) ; chez quelques espèces des aérotopes sont présentes dans les parties centrales de cellules.

***Merismopedia minima* G. Beck (Pl 1H)**

L'espèce se présente sous forme de petite colonie plate tabulaire, avec des cellules subsphériques. Leur diamètre est d'environ 1 µm et est légèrement inférieur au diamètre des cellules de l'espèce décrite par Naz *et al.* (2004).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Merismopedia mediterranea* Nägeli (Pl 1I)**

Syn. : *Merismopedia glauca f. mediterranea* (Nägeli) Collins

Les cellules sont sphériques à elliptiques formant une colonie plate, tabulaire. Elles sont granulées et disposées très régulièrement en rangées verticales et horizontales. Leur diamètre

est de 5-6 µm. *Merismopedia mediterranea* présente les mêmes caractéristiques que les types décrits par D‟hont & Coppejans (1988) et Crispino & Sant‟Anna (2006).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Merismopedia sp* (Pl 3B)**

Les cellules sont hémisphériques, de couleur verte et pourvues de pseudovacuoles avec 4 µm de diamètre et 2,5-3 µm de longueur Elles sont disposées très régulièrement en rangées verticales et horizontales formant une colonie plate, tabulaire.

Tableau 5 : Caractères principaux des espèces du genre *Merismopedia*

Espèces	Forme des cellules	Ornementation	Diamètre (µm)
Merismopedia minima	subsphériques	absente	1
Merismopedia mediterranea	sphériques à elliptiques	granulations	5-6
Merismopedia sp	hémisphériques	pseudovacuoles	4

Ce tableau montre que les trois espèces du genre *Merismopedia* se présentent sous forme tabulaire mais seule *Merismopedia minima* présente des cellules subsphériques de 1 µm de diamètre. Chez les deux autres les cellules sont sphériques à elliptiques avec 5-6 µm de diamètre chez *M. mediterranea* et hémisphériques de 4 µm de diamètre chez *M. sp* avec des pseudovacuoles.

Clé de détermination des espèces du genre *Merismopedia*

1. Cellules subsphériques de 1 µm de diamètre…….……*M. minima*

1‟. Cellules non subsphériques

2. Cellules sphériques à elliptiques de 5-6 µm de diamètre…….*M. mediterranea*

2‟. Cellules hémisphériques de 4 µm de diamètre, avec pseudovacuoles…….*M. sp*

Les espèces de *Merismopedia* rencontrées se différencient par la forme et le diamètre de leurs cellules

Famille des *Synechococcaceae*

Genre *Rhabdoderma* Schmidle et Lauterborn

Les cellules sont plus ou moins allongées, arrangées de façon éparse dans des colonies mucilagineuses irrégulières, plus ou moins orientées dans une direction. Le mucilage est incolore, homogène, parfois pâle ; les cellules présentent rarement une gaine individuelle et les enveloppes gélatineuses sont indistinctes.

Les cellules sont cylindriques, droites, arquées ou sigmoïdes, avec des extrémités arrondies, parfois plusieurs fois plus longues que larges, de couleur pâle, bleu-vert avec un contenu homogène rarement rosâtre.

***Rhabdoderma lineare* Schmidle & Lauterborn (Pl 1J)**

Syn. : *Gloeothece linearis* Nägeli

Les cellules regroupées en colonie sont cylindriques parfois légèrement courbées, à extrémités arrondies. Elles sont légèrement colorées avec des granulations noires à grises. Leur longueur est de 11-12 µm, leur diamètre de 3 à 4 µm. Notre échantillon a le même ordre de grandeur que ceux de John *et al.* (2002) et de Sant‟Anna *et al.* (2004).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

- **Ordre des Oscillatoriales**

Les différentes familles rencontrées dans cet ordre sont les suivantes : *Borziaceae*, *Oscillatoriaceae*, *Phormidiaceae*, *Pseudanabaenaceae*.

Famille des *Borziaceae*

Genre *Komvophoron* Anagnostidis & Komarek (Pl 1 A)

De forme filamenteuse, les trichomes sont solitaires ou agglomérés dans des colonies mucilagineuses, droits ou légèrement ondulés, simples, courts ou rarement longs (jusqu'à 650 µm), sans gaine ferme. Ces trichomes sont profondément et largement rétrécis, non atténués vers les extrémités.

Les cellules sont plus ou moins sphériques ou en tonnelet, jusqu'à 10 µm de diamètre, sans vésicules à gaz, parfois avec des granules irrégulièrement dispersés ; les cellules apicales sont arrondies ou avec des parois cellulaires extérieures coniques.

***Komvophoron sp* (Pl 1M)**

Le trichome est droit, de couleur verte et à cellules cylindriques (ou en tonnelet) apparemment non jointives. Les cellules sont légèrement rétrécies vers leur milieu. Leur diamètre est de 1,5 µm, leur longueur de 2 µm.

Famille des *Oscillatoriaceae*

Lyngbya, *Oscillatoria* et *Blennothrix* sont les genres rencontrés dans cette famille.

Genre *Lyngbya* C. Agardh

Les filaments sont épais avec des gaines fermes parfois lamellées ou stratifiées et brunâtres, non ramifiés ou avec parfois de courtes fausses ramifications. Leurs trichomes, isopolaires, droits à légèrement ondulés, épais, unisériés sont composés de cellules rectangulaires, cylindriques ou en forme de tonneau ; ces trichomes sont parfois constrictés aux cloisons, atténués ou non aux extrémités.

Les cellules, avec un diamètre parfois plusieurs fois plus grand que la longueur, sans ou rarement avec aérotopes, sont d'habitude finement granulées, parfois plus aux cloisons ; le contenu cellulaire est bleu-vert, olive-vert, jaunâtre, brunâtre ou rosâtre, avec des thylakoïdes enroulés dans tout le contenu cellulaire ; la cellule apicale présente parfois une paroi cellulaire extérieure épaissie ou un calyptre. Les hétérocystes et les akinètes sont absents.

***Lyngbya confervoides* C. Agardh (Pl 1N)**

De couleur verte, l'espèce présente des granulations et une gaine ; le trichome n'est pas rétréci aux cloisons ; ces cloisons apparaissent parfois comme des arcs. Les cellules sont rectangulaires avec un diamètre 11 µm et une longueur d'environ 2 µm. Le diamètre du filament est de 13 µm. Les caractères observés chez cette espèce ont été également décrits par D'hont & Coppejans (1988), Da Rodda & Parodi (2005) et Crispino & Sant'Anna (2006).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Lyngbya nordgaardii* Wille (Pl 3J)**

Les filaments (5µm de diamètre) de cette espèce sont fixés à leur base sur un support ; de couleur vert-jaune et pourvues de granulations noires, les cellules sont plus ou moins carrées avec un diamètre d'environ 3 µm. Les trichomes sont légèrement constrictés aux cloisons qui sont bien visibles.

La même espèce épiphyte a été rencontrée par D'hont & Coppejans (1988) avec les mêmes caractères morphologiques.

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Lyngbya semiplena* J. Agardh ex Gomont (Pl 1O)**

Le filament présente une gaine ferme accolée au trichome. Ce dernier est formé de cellules rectangulaires avec beaucoup de granulations noirâtres. Les granulations sont plus nombreuses au niveau des cloisons. Le trichome est très légèrement constricté aux cloisons. Le diamètre des cellules est de 9 µm, leur longueur de 2-3 µm. La description de l'espèce correspond à celle de Branco & al. (2003) et de Crispino & Sant'Anna (2006).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Lyngbya sp* (Pl 1P)**

L'espèce présente un filament droit avec un trichome constricté au niveau des cloisons. Le filament, à gaine ferme ou collée au trichome, a un diamètre de 5 µm. Les cellules sont rectangulaires avec environ 1,5 µm de long.

***Lyngbya sp1* (Pl 1Q)**

L'espèce présente un trichome droit entouré d'une gaine de 1 µm de diamètre. Le trichome, de couleur vert-jaune, est dépourvu de granules au niveau des cloisons. Les cellules sont rectangulaires avec 3-4 µm de diamètre et 1 µm de longueur. Le diamètre du filament est des 5-6 µm.

Tableau 6 : Caractères principaux des espèces du genre *Lyngbya*

Espèces	Diamètre du filament (en µm)	Forme du trichome	Cellules	
			Forme	Diamètre (µm)
Lyngbya confervoides	13	vert, cloisons en arc, non constricté	rectangulaires	11
Lyngbya nordgaardii	5	vert-jaune, légèrement constricté	plus ou moins carrées	3
Lyngbya semiplena	9	légèrement constricté, nombreuses granulations noirâtres aux cloisons	rectangulaires	9
Lyngbya sp	5	constricté	rectangulaires	5
Lyngbya sp1	5 à 6	vert-jaune, non constricté	rectangulaires	3 à 4

A partir de ce tableau, le diamètre des filaments permet de subdiviser les espèces en deux groupes, celles avec des diamètres ≤ 6 µm et celles des diamètres > à 6 µm comme *Lyngbya semiplena* et *Lyngbya confervoides* mais on note la présence de granulations au niveau des cloisons de *L. semiplana*.

Dans le premier groupe seul le trichome de *Lyngbya sp2* est non constricté ; ceux de *Lyngbya sp1* et *Lyngbya nordgaardii* sont constrictés avec respectivement des cellules rectangulaires de 5 µm de diamètre et des cellules plus ou moins carrées de 3 µm de diamètre.

Clé de détermination des espèces du genre *Lyngbya*

1. Filament à diamètre ≤ 6 µm
    2. Trichome constricté
        3. Cellules rectangulaires de 5 µm de diamètre……..…….… *Lyngbya sp*
        3‟. Cellules plus ou moins carrées de 3 µm de diamètre……..…. *Lyngbya nordgaardii*
    2‟. Trichome non constricté……..…. *Lyngbya sp1*

1‟. Filament à diamètre > 6 µm

4. Présence de granulations au niveau des cloisons…….. *Lyngbya semiplena*

4‟. Absence de granulations au niveau des cloisons……..…… *Lyngbya confervoides*

Chez le genre *Lyngbya*, les caractères morphologiques qui ont permis de distinguer les espèces rencontrées sont : le diamètre du trichome, la constriction ou non du trichome, la présence ou l‟absence de granulations au niveau des cloisons et la forme des cellules.

Genre *Oscillatoria* Vaucher

Les trichomes sont isopolaires, droits ou légèrement recourbés, non ramifiés, rarement solitaires ou en petits groupes ; unisériés, ces trichomes sont composés de cellules

rectangulaires, discoïdes, cylindriques. Ils sont constrictés ou non aux cloisons, atténués ou non aux extrémités et mobiles dans des conditions environnementales commodes.

Les cellules sont dépourvues d‟aérotopes mais avec une forte granulation (parfois au niveau des cloisons) ou avec des granules solitaires ; elles sont de couleur bleu-vert, brunâtre ou rosâtre, avec des thylakoïdes enroulés, placés d'habitude irrégulièrement partout dans le contenu cellulaire. Les hétérocystes et akinètes sont absents.

***Oscillatoria acuta* Bruhl et Biswas ex Geitler (Pl 1R)**

Le trichome est de couleur verte et est caractérisé par un apex effilé (cellule apicale conique) et incurvé. Les cellules granulées sont carrées à légèrement cylindriques avec 4-5 µm de diamètre et 4-5 µm de longueur. La description est identique à celles de Compère (1974) et d‟Alvarez *et al.* (2000). Cependant les cellules sont carrées chez Compère (1974) mais moins longues que larges chez Alvarez *et al.* (2000).

Ecologie et distribution : paléotropical

***Oscillatoria articulata* Gardner (Pl 1S)**

Syn. : *Phormidium articulatum* (Gard.) Anag. & Kom.

Le trichome est droit, avec des constrictions très légères aux articulations, les cloisons sont très bien marquées ; les cellules sont plus ou moins carrées. Leur diamètre est de 3 µm alors que leur longueur varie entre 2 et 2,5 µm ; notre échantillon a le même ordre de grandeur que ceux de Compère (1974) et de Starmach (1995).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

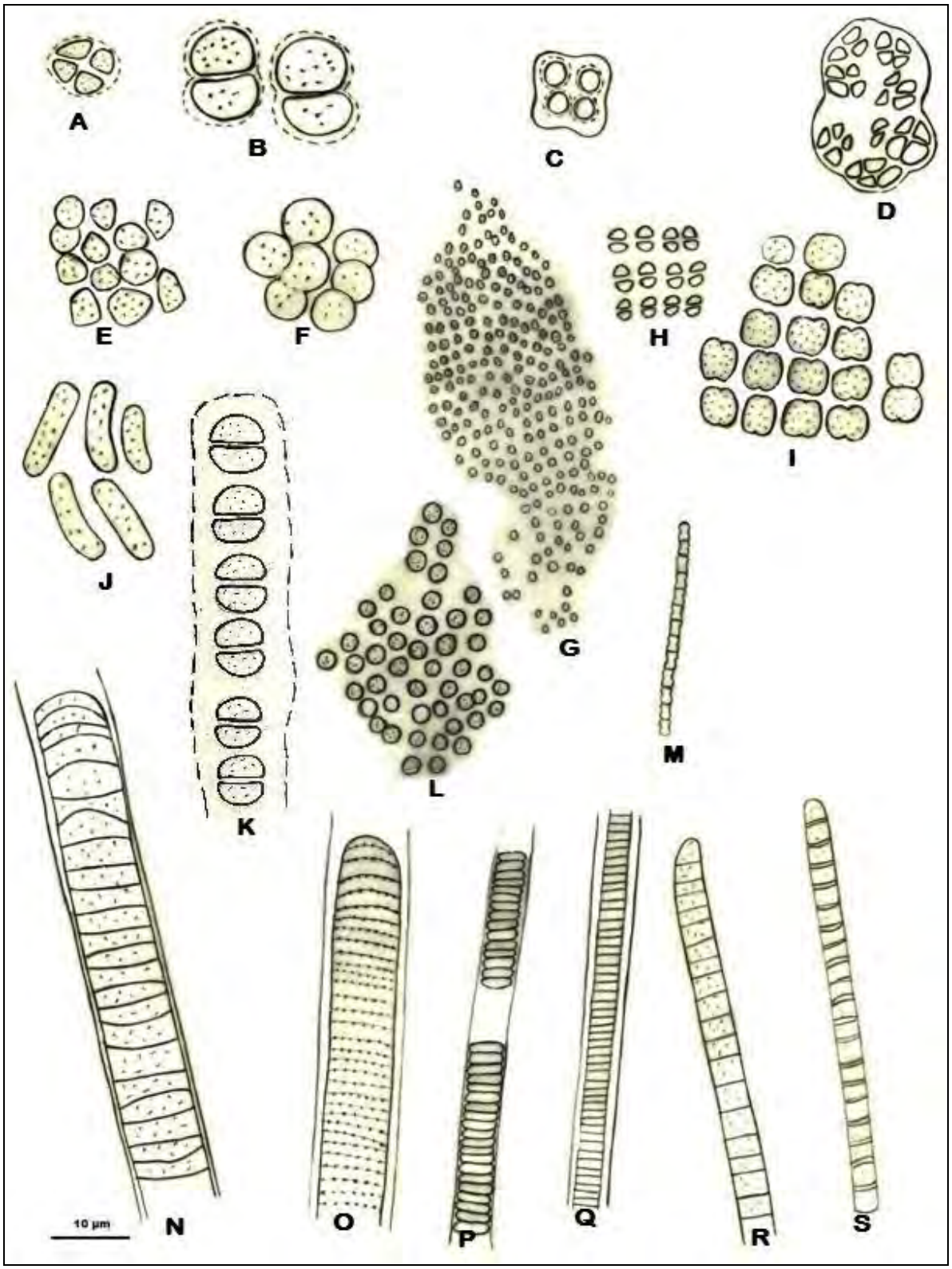


Planche 1. A : *Chroococcus minor ;* B : *Chroococcus minutus;* C : *Chroococcus varius ;* D : *Myxosarcina sp;* E : *Pleurocapsa sp ;* F : *Aphanocapsa littoralis ;* G : *Aphanocapsa marina ;* H : *Merismopedia minima;* I : *Merismopedia mediterránea;* J : *Rhabdoderma lineare;* K : *Johannesbaptistia pellucida*; L : *Microcystis sp ;* M : *Komvophoron sp;* N : *Lyngbya confervoides;* O : *Lyngbya semiplena;* P : *Lyngbya sp;* Q : *Lyngbya sp1;* R : *Oscillatoria acuta;* S : *Oscillatoria articulata*.

***Oscillatoria chlorina* Kützing ex Gomont (Pl 2A)**

Le trichome est droit, de couleur verte à « bleu-verdâtre » avec des granulations ; les cloisons sont nettes et les constrictions ne sont pas très accentuées. Les cellules sont carrées à cylindriques ; le diamètre est de 5 µm et leur longueur de 5-6 µm.

Nos échantillons sont identiques à ceux de Compère (1974), de Couté (1979) et de Naz *et al.* (2004).

Ecologie et distribution :

***Oscillatoria limosa* C. Agardh ex Gomont (Pl 2B)**

Le trichome ne présente pas de rétrécissement au niveau des articulations. Il est de couleur brunâtre ; la cellule apicale est hémisphérique et les autres cellules rectangulaires ; elles sont toutes granulées. Leur diamètre est de 17 µm avec des longueurs de 2-3 µm. Ces caractères morphologiques ont été retrouvés dans la description des espèces rencontrées par D'hont & Coppejans (1988) & Da Rodda & Parodi (2005).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Oscillatoria nigroviridis* Thwaites ex Gomont (Pl 2C)**

Le trichome est de couleur verte avec de nombreuses granulations ; les cellules sont rectangulaires mais la cellule apicale est hémisphérique. On note une constriction au niveau des cloisons. Le diamètre des cellules est de 5-6 µm, avec une longueur de 1,5- 2,5 µm. Ces caractères ont été décrits par D'hont & Coppejans (1988) et Da Rodda et Parodi (2005).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Oscillatoria subbrevis* Schmidle (Pl 2D)**

Le trichome est droit de couleur vert-noirâtre avec beaucoup de granulations ; les cellules sont rectangulaires avec des cloisons nettes. Leur diamètre est de 5 µm et leur longueur de 3 µm. Nos échantillons ont le même diamètre que ceux de John & al. (2002) mais les cellules de l'espèce décrite par ces derniers ont une longueur de 1-2 µm.

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Oscillatoria sp* (Pl 2E)**

Le trichome de l'espèce est droit et très légèrement constricté aux cloisons ; les cellules sont plus ou moins rectangulaires. Leur diamètre est de 3 µm et leur longueur de 2 µm.

***Oscillatoria sp 1* (Pl 3F)**

Le trichome droit, de couleur vert-jaune, présente de légers rétrécissements au niveau des cloisons ; de nombreuses granulations noires et blanches sont réparties sur toute la surface. Les cellules sont rectangulaires avec 9 µm de diamètre et 2-3 µm de longueur.

***Oscillatoria sp2* (Pl 3G)**

De couleur vert-jaune, le trichome est formé de cellules rectangulaires, de 22-23 µm de diamètre et 6-8 µm de longueur, pourvues de granulations sur toute leur surface. Le trichome est constricté au niveau des cloisons.

***Oscillatoria sp3* (Pl 3H)**

Le trichome est droit, de couleur vert sombre, à apex effilé. Les cellules sont rectangulaires avec 7 µm de diamètre et 3 µm de longueur ; elles sont pourvues de nombreuses granulations mais ne présentent pas de rétrécissement au niveau des cloisons.

***Oscillatoria sp4* (Pl 3I)**

Le trichome est de couleur rougeâtre avec des marges légèrement verdâtres et un léger rétrécissement au niveau des cloisons. L'apex est effilé (cellule apicale conique). Les cellules pourvues de granulations sont rectangulaires avec 14 µm de diamètre et 5 µm de longueur.

Tableau 7 : Caractères principaux des espèces du genre *Oscillatoria*

Espèces	Trichome			Cellules	
	Couleur	Cloison	Apex	Forme	Dimensions (µm)
Oscillatoria acuta	verte	non constricté	effilé, incurvé	carrée à légèrement cylindrique	4-5 x 4-5
Oscillatoria articulata		bien marquée, constriction très légère	droit, arrondi	plus ou moins carrée	3 x 2-2,5
Oscillatoria chlorina	verte à bleu-verdâtre	nette, non constrictée	droit, arrondi	carrée à cylindrique	5 x 5-6
Oscillatoria limosa	brunâtre	non constrictée	droit, hémisphérique	rectangulaire	17 x 2-3
Oscillatoria nigroviridis	verte	constrictée	droit, arrondi	rectangulaire	5-6 x 1,5- 2,5
Oscillatoria subbrevis	vert-noirâtre	nette, non constrictée	droit, arrondi	rectangulaire	5 x 3
Oscillatoria sp	-	légèrement constricté	droit, arrondi	plus ou moins rectangulaire	3 x 2
Oscillatoria sp 1	vert-jaune, nombreuses granulations noires et blanches	légèrement constricté	droit, arrondi	rectangulaire	9 x 2-3
Oscillatoria sp 2	vert-jaune, granulations	constrictée	droit, arrondi	rectangulaires	22-23 x 6-8
Oscillatoria sp3	vert sombre, nombreuses granulations	non constrictée	effilé	rectangulaires	7 x 3

Oscillatoria sp4	rougeâtre, à marges légèrement verdâtres	légèrement constricté	effilé	rectangulaires	14 x 5

L‟analyse de ce tableau montre que ces espèces ont soit des cellules plus ou moins carrées soit des cellules rectangulaires.

Dans le premier groupe, *O. acuta* est caractérisée par un trichome à apex effilé et incurvé alors que chez *O. articulata* et *O. chlorina* les apex ne le sont pas. Ces deux dernières ont respectivement des cellules de 3 et de 5 µm de diamètres mais chez *O. articulata* les cloisons cellulaires sont plus marquées.

Chez les formes à cellules rectangulaires, seules *O. sp3* et *O. sp4* ont des apex effilés mais chez la première, le trichome n‟est pas constricté et est formé de cellules de 5 µm de diamètre alors que le trichome de *O. sp4* est constricté avec des cellules de 14 µm de diamètre. Parmi les autres espèces à apex arrondis *O. limosa* et *O. subbrevis* présentent des trichomes constrictés avec respectivement 17 et 5 µm de diamètre. Le reste des espèces est caractérisé par des trichomes non constrictés mais avec des diamètres très différents. Ces diamètres sont de 3 µm chez *O. sp*, 5-6 µm chez *O. nigroviridis*, 9 µm chez *O. sp1* et 22-23 µm chez *O. sp2*

Clé de détermination des espèces du genre *Oscillatoria*

1. Trichomes à cellules plus ou moins carrées
   2. Apex effilé incurvé……...…… *O. acuta*
   2‟. Apex non effilé
      3. Cellules de 3 µm de diamètre avec cloisons très bien marquées…….. *O. articulata*
      3‟. Cellules de 5 µm de diamètre avec cloison pas très bien marquées…..… *O. chlorina*

1‟. Trichomes à cellules rectangulaires
   4. Apex effilé
      5. Cellules avec 5 µm de diamètre, sans constriction…… *O. sp3*
      5‟. Cellules de 14 µm de diamètre, avec constriction..……... *O. sp4*
   4‟. Apex non effilé
      6. Trichomes sans constriction
         7. Cellules avec 17 µm de diamètre……..…… *O. limosa*
         7‟. Cellules avec 5 µm de diamètre…….. *O. subbrevis*
      6‟. Trichomes avec constriction
         8. Diamètre des cellules < 9 µm
            9. Diamètre des cellules égal à 3 µm……...……. *O. sp*
            9‟. Diamètre des cellules égal à 5-6 µm…..……...… *O. nigroviridis*
         8‟. Diamètre des cellules ≥ 9 µm
            10. Diamètre égal à 9 µm……..……...…… *O. sp1*
            10‟. Diamètre égal à 22-23 µm……...……..……...…… *O. sp2*

La forme des trichomes (contricté ou non), de leurs apex, leur diamètre et celui des cellules et la forme des cloisons permettent de différencier les espèces du genre *Oscillatoria* rencontrées.

Genre *Blennothrix* Kützing ex Anagnostidis & Komárek

Les filaments sont solitaires ou en colonies, composés de 2 à plusieurs trichomes fermés dans une gaine plus ou moins mucilagineuse, d'habitude légèrement élargie, incolore, parfois

légèrement lamellée en longueur, ou des gaines diffluentes extérieures, s'ouvrent à l'apex ; les filaments sont isopolaires ou plus ou moins polarisés. Les trichomes, plus ou moins flexueux, sont isopolaires, légèrement constrictés ou non aux cloisons, et parfois atténués vers les extrémités.

Les cellules, avec toujours un diamètre plusieurs fois supérieur à la longueur, sont sans aérotopes mais d'habitude avec une forte granulation ; les cellules apicales sont largement arrondies, avec parfois un calyptra étroit. Les hétérocytes et les akinètes sont absents.

***Blennothrix lyngbyacea* (Gomont) Anagn. & Komàrek (Pl 2F)**

Syn. : *Hydrocoleum lyngbyaceum* Kütz. ex Gomont

L'espèce est formée de trichomes non constrictés de couleur verte, entourés d'une gaine et s'atténuant très légèrement vers l'apex. Les trichomes ont un diamètre de 13-14 µm ; les cellules sont rectangulaires avec une longueur de 1,5-2 µm. La cellule apicale est couverte d'un calyptre lentiliforme aplati (diamètre=6µm). La gaine est jaune-clair et est épaisse de 5 à 7 µm.

L'espèce a les mêmes ordres de grandeur et les mêmes caractères morphologiques que celle de Crispino & Sant'Anna (2006). Elle a été décrite par D'hont & Coppejans (1988) sous le nom de *Hydrocoleum lyngbyaceum* Kütz. ex Gomont.

Pour le dessin, un seul trichome a été représenté.

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

Famille des *Phormidiaceae*

Genre *Phormidium* Kütz. Ex Gom.

Leurs trichomes ne sont pas ramifiés et rarement solitaires ; des gaines fermes peuvent se développer facultativement seulement dans des conditions sous optimales ; ces trichomes sont isopolaires, non ramifiés, plus ou moins droits, enroulés et unisériés.

Les cellules plus ou moins isodiamétriques ou légèrement plus courtes ou plus longues que larges, rétrécies ou non aux cloisons, parfois incurvés vers les extrémités ; elles sont sans aérotopes ou exceptionnellement avec des aérotopes ; les cellules apicales sont largement arrondies, atténuées ou non, et ont parfois avec un calyptre. Le contenu cellulaire, parfois granulaire, est d'habitude bleu-vert, rarement brunâtre, rosâtre ou violet. Les thylakoïdes sont placés perpendiculairement à la paroi cellulaire.

***Phormidium autumnale* (Agardh) Trevisan ex Gomont 1892 (Pl 2G)**

Le trichome, de couleur verte, est légèrement incurvé ; il n'est pas rétréci au niveau des cloisons et présente des granulations. Chaque cellule est divisée par une cloison incomplète. Les cellules sont rectangulaires, de diamètre 5 µm et de longueur égale à 3 µm.

Les caractères observés ont été décrits par Matula *et al.* (2007).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Phormidium corium* (Agardh) Gomont (Fig. 29) (Pl 2H)**

Syn. : *Lyngbya corium* (Gom.)

Oscillatoria corium Agardh

L‟espèce présente un trichome de couleur bleu-vert ou vert sombre, non rétréci et entouré d‟une sorte de gaine. Les cellules sont carrées à cylindriques et présentent ici des granulations. Elles ont 5 µm de diamètre et 5 à 7 µm de long.

Notre échantillon présente des caractères communs avec ceux de Mirande & Tracanna (2004), de Da Rodda & Parodi (2005) et de Crispino & Sant‟Anna (2006).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Phormidium hamellii* (Frémy) Anag. & Kom. (Pl 2I)**

Syn. : *Oscillatoria hamellii* Frémy

Le trichome est droit, court, de couleur verte et pourvu de granulations en son centre. Il est très légèrement rétréci au niveau des articulations. Les cellules ou articles sont cylindriques avec 5 µm de diamètre. Leur longueur est de 6-7 µm.

Cette espèce présente des caractères communs avec celles décrites par Tell (1994). Compère (1974) et Couté (1979) l‟ont dénommée *Oscillatoria hamellii* Frémy.

***Phormidium retzii* Ag. (Pl 2J)**

L‟espèce présente un trichome droit pourvu de granulations noires et des pseudovacuoles blanches. Le trichome est légèrement rétréci aux articulations et présente un apex arrondi. Les cellules sont plus ou moins carrées. Leur diamètre est de 5-6 µm, leur longueur de 4 à 5 µm. L‟espèce est identique à celles décrites par Da Rodda & Parodi (2005) et Hussain *et al.* (2009).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

Tableau 8 : Caractères principaux des espèces du genre *Phormidium*

Espèces	Trichome		Cellules	
	Ornementation	Cloison	Forme	Dimensions (µm)
Phormidium autumnale	vert avec granulations	non rétréci, légèrement incurvé	rectangulaire, avec cloison incomplète au milieu	5 x 3
Phormidium corium	bleu-vert ou vert sombre avec granulations	non rétréci	carrées à cylindriques	5 x 5-7
Phormidium hamellii	droit, vert avec granulations au centre	très légèrement rétréci	cylindriques	5 x 6-7
Phormidium retzii	granulations noires, pseudovacuoles blanches	légèrement rétréci	plus ou moins carrées	5-6 x 4-5

D‟après ce tableau, *Ph. autumnale* est la seule parmi les espèces du genre *Phormidium* à avoir des cellules rectangulaires ; les autres ont des cellules carrées à cylindriques et seul le trichome *Ph. corium* n‟est pas constricté au niveau des cloisons. Chez *Ph. hamelli* les trichomes sont formés de cellules cylindriques granulées alors que les trichomes de *Ph. retzii* sont plus ou moins carrées avec des granulations et des pseudovacuoles.

Clé de détermination des espèces du genre *Phormidium*

1. Cellules rectangulaires……...……. *Ph. autumnale*

1‟. Cellules carrées à cylindriques

2. Trichome non constricté……...……..……. *Ph. corium*

2‟. Trichome constricté

3. Cellules cylindriques avec granulations……...…….. *Ph. hamellii*

3‟. Cellules plus ou carrées avec granulations et pseudovacuoles…..…….. *Ph. retzii*

Les espèces de *Phormidium* rencontrées diffèrent par la forme de leurs cellules, la contriction ou non des trichomes au niveau des cloisons, le type de granulations et la présence ou l‟absence de pseudovacuoles.

Genre *Planktothrix* Anagnostidis et Komárek

Les trichomes sont solitaires, rarement en petits fascicules irréguliers, plus ou moins droits ou légèrement ondulés, isopolaires, sans gaine ; ils sont légèrement rétrécis ou constrictés aux cloisons, parfois légèrement effilés aux extrémités.

Les cellules sont légèrement plus larges que longues, parfois +/- isodiamétriques, rarement plus longues que larges, avec la présence d‟aérotopes dans toute la cellule ; celles apicales sont largement arrondies ou légèrement rétrécies et avec une paroi cellulaire extérieure épaissie ou avec un calyptre. Les hétérocytes et les akinètes sont absents.

***Planktothrix isothrix* (Wołosz.) Anag. & Kom.1988 (Pl 2K)**

Syn. : *Planktothrix mougeotii* (Bory ex Gom.) Anagn. & Kom.

Oscillatoria mougeotii Kützing ex Lemmermann

Oscillatoria agardhii var. isothrix Skuja

Planktothricoides raciborskii (WOŁOSZ.) Suda & Watanabe

L‟espèce présente un trichome droit, sans constriction et à apex non atténué. Les cellules sont rectangulaires et pourvues de très nombreuses vacuoles à gaz. Le diamètre du trichome est de 9 µm, la longueur des cellules de 5-6 µm.

Ces caractères morphologiques ont été retrouvés chez l‟espèce décrite par Komárek & Komárková (2004). La description ressemble à celle de Compère (1974) et à celle de John *et. al.* (2002) qui l‟ont nommé respectivement *Oscillatoria mougeotii* et *Oscillatoria agardhii var. isothrix.*

Ecologie et distribution : espèce subcosmopolite

***Planktothrix raciborskii* (Wołosz.) Anagn. & Kom. (Pl 2L)**

Syn. : *Planktothricoides raciborskii* (Wołosz.) Suda & Watanabe

Oscillatoria raciborskii Wołosz

Le trichome, de couleur verte, n"est pas rétréci au niveau des cloisons et présente des aérotopes ou pseudovacuoles. Les cellules sont rectangulaires, de diamètre 4-4,5 µm et de longueur égale à 2-3 µm. Les cellules terminales, coniques, ont 3 µm de diamètre et 4-5 µm de longueur.

Komárek & Komárková (2004) l"ont décrite sous le nom de *Planktothricoides raciborskii*.

Ecologie et distribution :

Tableau 9 : Caractères principaux des espèces du genre *Planktothrix*

Espèces	Trichome			Cellules	
	Ornementation	Cloison	Apex	Forme	Dimensions (µm)
Planktothrix isothrix	pseudovacuoles	non constrictté	non atténué	rectangulaires	9 x 5-6
Planktothrix raciborskii	pseudovacuoles	non constricté	atténué (conique)	rectangulaires	4-4,5 x 2-3

Ces espèces du genre *Planktothrix* présentent toutes les deux des cellules rectangulaires (de diamètres différents) pourvues de pseudovacuoles réparties dans tout le contenu cellulaire mais les apex des trichomes sont atténués chez *Pl. raciborskii* mais ne le sont pas chez *Pl. raciborskii.*

Clé de détermination des espèces du genre *Planktothrix*

1. Trichome à apex atténué, de 4-4,5 µm de diamètre…… *Pl. raciborskii*

1". Trichome à apex non atténué, de 9 µm de diamètre……. *Pl. isothrix*

Les deux espèces rencontrées se différencient par la forme de leurs apex.

Famille des Pseudanabaenaceae

Dans cette famille, deux genres ont été rencontrés, ce sont les genres *Leptolyngbya* et *Pseudanabaena*.

Genre *Leptolyngbya* Anagnostidis et Komárek

Les filaments sont solitaires, longs, droits, ondulés ou intensément enroulés, isopolaires, minces, avec 0,5-3,2 µm de diamètre, avec gaines simples, minces, fermes ou légèrement éloignées du trichome. Leurs trichomes, cylindriques, parfois légèrement atténués, avec des cellules apicales arrondies ou coniques, constrictés ou non aux cloisons.

Les cellules sont plus ou isodiamétriques ou plus longues que larges (jusqu'à plusieurs fois), cylindriques, avec un contenu plus ou moins homogène, sans aérotopes et rarement avec granulations ; elles sont de couleur pâle bleu-vert, grisâtre, olive-vert, jaunâtre ou rougeâtre. Les hétérocystes et les akinètes sont absents.

***Leptolyngbya cf. foveolarum* (Rabenhorst ex Gomont) (Pl 2M)**

Syn. : *Lyngbya foveolarum* (Gom.) Hansg.

Phormidium foveolarum Gomont

Le filament est de 1,5-2 µm de diamètre. Le trichome, de couleur verte, est à peine rétréci aux articulations. Les cellules sont d'environ 1 µm de long.

Notre spécimen a le même ordre de grandeur que celui de Matula *et al.* (2007).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite

Genre *Pseudanabaena* Lauterborn

Les trichomes sont solitaires ou agglomérés, droits ou ont légèrement ondulés, non ramifiés, cylindriques avec légères constrictions aux cloisons. Les extrémités des trichomes ne sont pas atténuées, mais la cellule apicale est parfois conique.

Les cellules, apparemment non-jointives, sont en tonnelet, cylindriques, toujours plus longues que larges, sans aérotopes, mais parfois avec des granules solitaires ou avec des vésicules à gaz localisées aux extrémités des cellules apicales arrondies, ou plus ou moins conique jusqu'à fortement pointue.

***Pseudanabaena catenata* Lauterb. (Pl 2N)**

Le trichome de couleur verte est formé de cellules cylindriques apparemment non jointives ; les cellules ont 1,5 µm de diamètre et 3-3,5 µm de longueur. Certains taxons présentent des cellules de 6-7 µm de longueur.

Notre spécimen est morphologiquement identique à ceux de Tell (1994) et de Gueye *et al.* (2013).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

***Pseudanabaena sp* (Pl 2O)**

L'espèce présente un trichome droit de couleur verdâtre et formé de cellules cylindriques ; la cellule terminale est arrondie.

Les rebords du trichome sont plus verts que le centre qui est parfois clair ; Le diamètre des cellules est de 2 µm, leur longueur de 3-3,5 µm.

***Pseudanabaena sp 1* (Pl 2P)**

Le trichome vert est formé de cellules plus ou moins carrées (carrées à légèrement cylindriques), à cotés arrondis (en tonnelet). Les dimensions des cellules sont de 1 µm x 1-1,5 µm.

Tableau 10 : Caractères principaux des espèces du genre *Pseudanabaena*

Espèces	Trichome	Cellules	
		Forme	Dimensions (µ)
Pseudanabaena catenata	vert	cylindrique	1,5 x 3-7
Pseudanabaena sp	vert, rebords plus verts	cylindrique	2 x 3-3,5
Pseudanabaena sp 1	vert	tonnelet (carrée à cylindrique à bords arrondis)	1 x 1-1,5

L'analyse de ce tableau montre que les cellules sont en tonnelet (plus ou moins carrées, à bords arrondis) chez *Pseudanabaeana sp1* et cylindriques chez *P. catenata* et *P. sp*. Cependant les cellules de *P. catenata* ont 1, 5 µm de diamètre et un contenu cellulaire homogène alors que celles de *P. sp* ont 2 µm de diamètre avec des bordures plus vertes que le centre.

Clé des espèces du genre *Pseudanabaena*

1. Cellules en tonnelet (carrées à cylindriques à bords arrondis, 1 x 1-1,5 µm)…..…… *P. sp1*

1'. Cellules cylindriques

2. Trichome (1,5 µm de diamètre) à contenu cellulaire verdâtre homogène…..*P. catenata*

2'. Trichome (2 µm de diamètre) avec bordure plus verte que le centre……..…*P. sp*

Ces espèces du genre *Pseudanabaena* se différencient par la forme, le diamètre et la couleur de leurs cellules.

- **Ordre des Nostocales**

  Famille des *Rivulariaceae*

Genre *Calothrix* Agardh ex Bornet et Flahault

Les filaments sont hétéropolaires, différenciés en partie basale (d'habitude fixée au substrat) et en partie apicale, simples, solitaires ou en petits groupes, rarement avec des fausses simples ramifications latérales ; la partie basale du trichome présente toujours un hétérocyste plus ou moins sphérique ou hémisphérique ; on note parfois la présence d'' hétérocystes intercalaires cylindriques. Les trichomes, parfois à base élargie, sont constrictés ou non aux cloisons cellulaires et terminés par un apex ressemblant à des poils ; les gaines sont toujours présentes, parfois lamellées et jaune-brunâtre, ou en forme d'entonnoir élargi aux extrémités.

Les cellules sont cylindriques ou en forme de tonneau. Les aérotopes sont absents dans les cellules végétatives et les akinètes rarement présents dans les parties basales (chez peu d'espèces seulement).

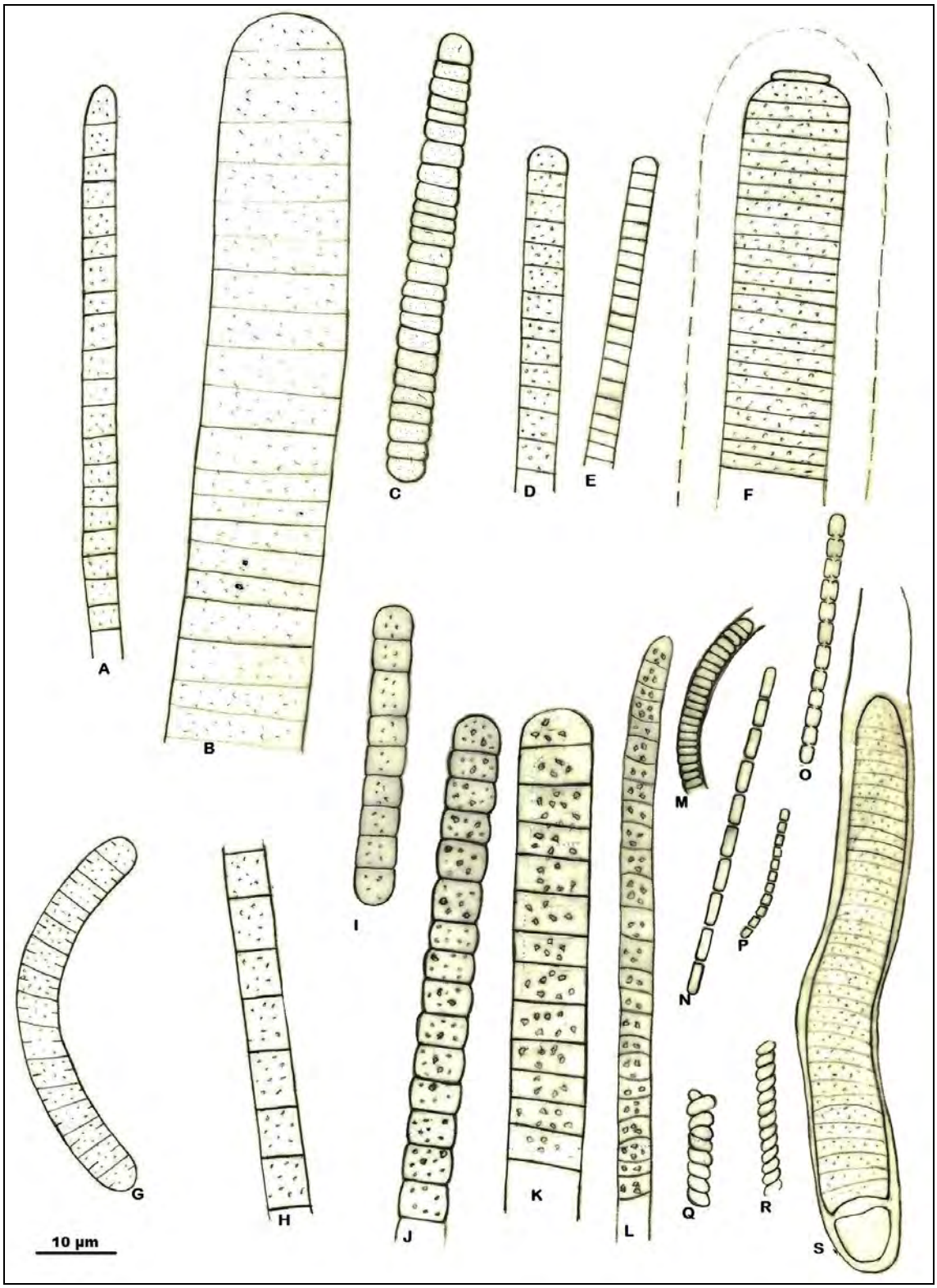


Planche 2. A : *Oscillatoria chlorina;* B: *Oscillatoria limosa;* C : *Oscillatoria nigroviridis;* D: *Oscillatoria subbrevis;* E : *Oscillatoria sp;* F : *Blennothrix lyngbyacea;* G : *Phormidium autumnale;* H: *Phormidium corium ;* I: *Phormidium hamellii ;* J: *Phormidium retzii ;* K : *Planktothrix isothrix ;* L : *Planktothrix raciborskii ;* M : *Leptolyngbya cf foveolarum ;* N : *Pseudanabaena catenata ;* O : *Pseudanabaena sp ;* P : *Pseudanabaena sp 1;* Q: *Spirulina subsalsa ;* R : *Spirulina labyrinthiformis ;* S : *Calothrix sp*

***Calothrix sp* (Pl 2S)**

Le filament est solitaire, pourvu d'une gaine et effilé au sommet ; il présente un hétérocyste basal. Le trichome est de couleur brun-rouge et présente des granulations. Les cellules sont rectangulaires ; le diamètre à la base est de 11-12 µm ; la longueur des cellules varie entre 2 et 3 µm. L'hétérocyste basal à un diamètre de 6-7 µm et une longueur d'environ 6 µm.

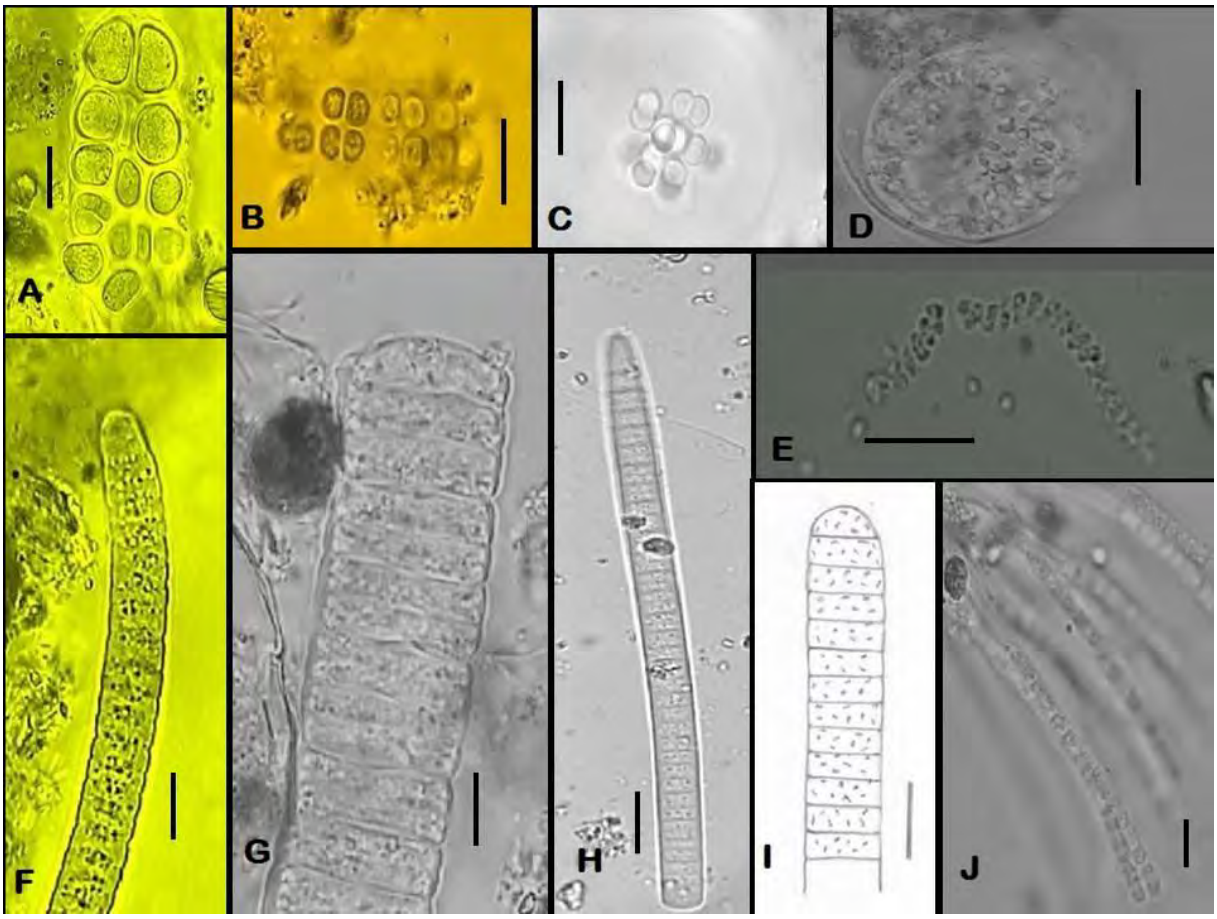


Planche 3. A : *Chroococcus sp* ; B : *Merismopedia sp* ; C : *Microcystis sp1* ; D : *Aphanothece sp* ; E : *Spirulina sp* ; F: *Oscillatoria sp1* ; G : *Oscillatoria sp2* ; H : *Oscillatoria sp3* ; I : *Oscillatoria sp4* ; J : *Lyngbya nordgaardii.*

III.2.1.2. Elaboration de clés de détermination des genres et espèces de cyanophytes rencontrés

III.2.1.2.1 Clé de détermination des genres de cyanophytes

L'étude morphologique des différents genres de cyanophytes rencontrés a donné les résultats consignés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Caractères principaux des genres de cyanophytes rencontrés

Genre	Thalle	Cellules		Ornementation	Eléments de rupture	Enveloppe
		Agencement	Forme			
Chroococcus	unicellulaire	colonie gélatineuse	sphériques à subsphériques	granulations, rarement pseudovacuoles	absent	gélatineuses commune et individuelle
Myxosarcina	unicellulaire	glomérules	arrondies, polygonales ou arrondies-irrégulières	-	absent	gélatineuse commune
Pleurocapsa	unicellulaire	pseudotrichomes, cellules contiguës	sphériques, parfois polygonales	légère granulation	absent	gélatineuse commune
Johannesbaptistia	unicellulaire	tube cylindrique, cellules non contiguës	rectangulaires à plus ou moins discoïdes	granulation	absent	gélatineuse en tube
Microcystis	unicellulaire	colonie gélatineuse, disposition régulière	sphériques à hémisphériques (3 plans de division)	granulation avec parfois vésicules à gaz	absent	gélatineuse commune
Aphanothece	unicellulaire	colonie gélatineuse	ovoïdes	parfois présence d'aérotopes	absent	gélatineuse commune
Aphanocapsa	unicellulaire	colonie gélatineuse, disposition irrégulière	sphériques à hémisphériques (2 plans de division)	granulation	absent	gélatineuse commune
Merismopedia	unicellulaire	colonie gélatineuse tabulaire	sphériques, subsphériques, largement elliptiques, hémisphériques	granulation, parfois aérotopes centraux	absent	gélatineuse commune
Rhabdoderma	unicellulaire	colonie gélatineuse	cylindriques à extrémités arrondies	granulation	absent	gélatineuse commune
Spirulina	filamenteux	trichome spiralé	plus ou moins isodiamétriques	contenu homogène	absent	absente
Komvophoron	filamenteux	trichome avec cellules apparemment non-jointives	plus ou moins sphériques ou en tonnelet, rétrécies au milieu	granules irrégulièrement dispersés	absent	absente
Lyngbya	filamenteux	filament	rectangulaires, cylindriques ou en tonnelet	fine granulation, parfois présence d'aérotopes	absent	gaine

Oscillatoria	filamenteux	trichome	rectangulaires, discoïdes, cylindriques à thylakoïdes enroulés	forte granulation	absent	absente
Blennothrix	filamenteux	filament (plusieurs trichomes par gaine)	rectangulaires	forte granulation	absent	gaine
Phormidium	filamenteux	trichome	plus ou moins isodiamétriques	granulation, parfois présence aérotope	absent	absente
Planktothrix	filamenteux	trichome	légèrement plus larges que longues, parfois +/- isodiamétriques	aérotopes	absent	absente
Leptolyngbya	filamenteux	filament	plus ou isodiamétriques ou plus longues que larges, cylindriques	rare granulation	absent	gaine
Pseudanabaena	filamenteux	trichome avec cellules apparemment non-jointives	tonnelet, cylindriques	rare granulation, vésicules à gaz	absent	absente
Calothrix	filamenteux	filament	cylindriques ou en forme de tonneau	granulations	hétrocyste terminal, akinète	gaine en entonnoir

L'analyse de ce tableau montre que des caractères différentiels peuvent être notés entre les différents genres de cyanophytes. En effet, le thalle est soit filamenteux (avec ou sans gaine), soit unicellulaire c'est à dire en colonies gélatineuses ou sous forme de pseudotrichomes.

Chez les formes filamenteuses rencontrées, seul le genre *Calothrix* est hétérocysté. Les genres homocystés ont soit des trichomes, soit des filaments (trichome + gaine). Ceux qui ont comme thalle des filaments sont les genres *Blennothrix*, *Lyngbya* et *Leptolyngbya*. Le genre *Blennothrix* est caractérisé par un filament avec plusieurs trichomes enveloppés par une seule gaine alors que chez les autres, on a un trichome par gaine et leur différence se trouve au niveau du diamètre du trichome. Ces diamètres sont inférieurs à 3 µm chez le genre *Leptolyngbya* et ≥ 3 µm chez les espèces du genre *Lyngbya*.

Spirulina est le seul genre à thalle filamenteux dont le trichome est nu et spiralé. Chez les autres, les trichomes ne sont pas spiralés ; les cellules sont jointives ou apparemment non jointives comme chez *Pseudanabaena* et *Komvophoron* ; chez ce dernier, les cellules sont caractérisées par un rétrécissement en leur milieu.

Parmi les genres à cellules jointives, on peut noter la présence massive d'aérotopes (pseudovacuoles) répartis dans tout le contenu cellulaire des espèces du genre *Planktothrix*, ce qui n'est pas le cas chez *Oscillatoria* et *Phormidium* caractérisés respectivement par des

cellules rectangulaires à cylindriques à thylacoïdes enroulés et des cellules plus ou moins isodiamètriques à thylacoïdes disposés radialement.

Chez les formes non filamenteuses, les cellules sont regroupées en colonies gélatineuses ou sous forme de pseudotrichomes comme chez *Johannesbaptistia* et *Pleurocapsa*. Cependant, chez *Pleurocapsa,* les cellules sont contiguës alors que chez *Johannesbaptistia* elles ne le sont pas et sont disposées en un tube cylindrique.

Le genre *Chroococcus* se différencie des autres formes coloniales par la présence de gaine individuelle de ses cellules. Parmi les autres genres, *Merismopedia* se différencie par sa forme tabulaire plate et *Myxosarcina* par ses cellules disposées en glomérules. Les autres genres se différencient par la forme générale de leurs cellules. Ces dernières sont cylindriques allongées chez le genre *Rhabdoderma*, ovoïdes chez *Aphanothece* et sphériques (hémisphériques après disposition) chez *Microcystis* et *Aphanocapsa*. Mais elles sont disposées irrégulièrement et ont 2 plans de division chez *Aphanocapsa* et régulièrement disposées, avec 3 plans de division chez *Microcystis*.

Ainsi la clé suivante est proposée :

1. Thalle filamenteux (trichome avec ou sans gaine)
   2. Présence d'hétérocystes……..…….... *Calothrix*
   2'. Absence d'hétérocystes
      3. Présence de gaine
         4. Plusieurs trichomes par gaine……..……...…… *Blennothrix*
         4'. Un trichome par gaine
            5. Diamètre du trichome < 3 µm……..……... *Leptolyngbya*
            5'. Diamètre du trichome ≥ 3 µm……..……. *Lyngbya*
      3'. Absence de gaine
         6. Trichome spiralé…….……... *Spirulina*
         6'. Trichome non spiralé
            7. Présence d'aérotopes réparties dans tout le contenu cellulaire…..…*Planktothrix*
            7'. Absence d'aérotopes
               8. Cellules apparemment non jointives
                  9. Cellules rétrécies en leur milieu……..…..……. *Komvophoron*
                  9'. Cellules non rétrécies en leur milieu…..……..……*Pseudanabaena*
               8'. Cellules jointives
                  10 Cellules rectangulaires à cylindriques, à thylacoïdes enroulés…*Oscillatoria*
                  10'. Cellules + ou – isodiamétriques, à thylacoïdes disposés radialement……*Phormidium*

1‟ Thalle unicellulaire, en colonie ou formant de petites rangées (pseudotrichomes)

11. Pseudotrichomes

12. Cellules contiguës……..…. *Pleurocapsa*

12‟. Cellules non contiguës disposées en tube cylindrique……..….*Johannesbaptistia*

11‟. Colonies gélatineuses

13. Présence de gaine gélatineuse individuelle……..…….. *Chroococcus*

13‟. Absence de gaine gélatineuse individuelle

14. Forme tabulaire plate……...…..…….. *Merismopedia*

14‟. Forme non tabulaire

15. Cellules disposées en glomérules……...…...……. *Myxosarcina*

15‟. Cellules non disposées en glomérules

16. Cellules cylindriques allongées……...……..… *Rhabdoderma*

16‟. Cellules ovoïdes ou sphériques (hémisphériques après division)

17. Cellules ovoïdes……..…….……. *Aphanothece*

17‟. Cellules sphériques (hémisphériques après division)

18. Cellules disposées irrégulièrement, avec 2 plans de division……..*Aphanocapsa*

18‟. Cellules disposées régulièrement, avec plus de 3 plans de division……...……..*Microcystis*

III.2.1.2.2. Clé de détermination des espèces de cyanophytes

A la suite de cette étude morphologique, une clé de détermination pour l‟ensemble des espèces de cyanophytes récoltées dans la Presqu‟île du Cap Vert et sur la Petite Côte est proposée.

Clé des genres et espèces de cyanophytes rencontrés

1. Thalle filamenteux (trichome avec ou sans gaine)
   2. Présence d‟hétérocystes de 6-7 µm de diamètre ……. *Calothrix sp*
   2‟. Absence d‟hétérocystes
      3. Présence de gaine
         4. Plusieurs trichomes par gaine……..... *Blennothrix lyngbyacea*
         4.‟ Un trichome par gaine
            5. Diamètre du trichome < 3 µm……..…..*Leptolyngbya cf. foveolarum*
            5.‟ Diamètre du trichome ≥ 3 µm……..……. *Lyngbya*
               6. Filament à diamètre ≤ 6 µm
                  7. Trichome constricté
                     8. Cellules rectangulaires de 5 µm de diamètre……...……... *L. sp*
                     8‟. Cellules plus ou moins carrées de 3 µm de diamètre……..…….....*L.nordgaardii*

7‟. Trichome non constricté……..……...…..... *L. sp1*

6‟. Filament à diamètre > 6 µm

9. Présence de granulations au niveau des cloisons……...*L. semiplena*

9‟.Absence de granulations au niveau des cloisons……...*L. confervoides*

3‟. Absence de gaine

10. Trichome spiralé…….……... *Spirulina*

11. Présence de granulations…….……. *S. sp*

11‟. Absence de granulations

12. Diamètre des spires= 1 µm, diamètre du trichome : 3 µm….. *S. subsalsa*

12‟. Diamètre des spires < 1 µm, diamètre du trichome : 1,5-2 µm……..*S. labyrinthiformis*

10‟. Trichome non spiralé

13 Présence d‟aérotopes réparties dans tout le contenu cellulaire…*Planktothrix*

14 Trichome à apex atténué, de 4-4,5 µm de diamètre…… *Pl. raciborskii*

14‟. Trichome à apex non atténué, de 9 µm de diamètre……. *Pl. isothrix*

13‟. Absence d‟aérotopes

15 Cellules apparemment non jointives

16 Cellules rétrécies en leur milieu……..……*Komvophoron sp*

16‟. Cellules non rétrécies en leur milieu…...……*Pseudanabaena*

17.Cellules en tonnelet (carrées à cylindriques à bords arrondis, 1 x 1-1,5 µm)…..…… *P. sp1*

17‟. Cellules cylindriques

18. Trichome (1,5 µm de diamètre) à contenu cellulaire verdâtre homogène……...*P. catenata*

18‟. Trichome (2 µm de diamètre) avec bordure plus verte que le centre……..……...…*P. sp*

15‟. Cellules jointives

19. Cellules rectangulaires à cylindriques, à thylacoïdes enroulés…….....*Oscillatoria*

20. Trichomes à cellules plus ou moins carrées

21.Apex effilé incurvé……...…… *O. acuta*

21‟. Apex non effilé

22. Cellules de 3 µm de diamètre avec cloisons très bien marquées……..….. *O. articulata*

22‟. Cellules de 5 µm de diamètre avec cloison pas très bien marquées…… *O. chlorina*

20‟. Trichomes à cellules rectangulaires

23. Apex effilé

24. Cellules avec 5 µm de diamètre, sans constriction…… *O. sp3*

24‟. Cellules avec 14 µm de diamètre, avec constriction.... *O. sp4*

23‟. Apex non effilé

25. Trichomes sans constriction

26. Cellules avec 17 µm de diamètre…….…… *O. limosa*

26‟. Cellules avec 5 µm de diamètre……..…*O. subbrevis*

25‟. Trichomes avec constriction

27. Diamètre des cellules < 9 µm

28. Diamètre des cellules égal à 3 µm……..…..…. *O. sp*

28‟. Diamètre des cellules égal à 5-6 µm…..*O. nigroviridis*

27‟. Diamètre des cellules ≥ 9 µm

29. Diamètre égal à 9 µm……..…… *O. sp1*

29‟. Diamètre égal à 22-23 µm……..…..…… *O. sp2*

19‟. Cellules + ou – isodiamétriques, à thylacoïdes disposés radialement……...…*Phormidium*

30. Cellules rectangulaires…….……. *Ph. autumnale*

30‟. Cellules carrées à cylindriques

31. Trichome non constricté…….....…… *Ph. corium*

31‟. Trichome constricté

32. Cellules cylindriques avec granulations…….. *Ph. hamellii*

32‟. Cellules plus ou carrées avec granulations et pseudovacuoles……..... *Ph. retzii*

1‟ Thalle unicellulaire, en colonie ou formant de petites rangées (pseudotrichomes)

33. Pseudotrichomes

34. Cellules contiguës……..…… *Pleurocapsa sp*

34‟.Cellules non contiguës disposées en tube cylindrique...*Johannesbaptistia pellucida*

33‟. Colonies gélatineuses

35. Présence de gaine gélatineuse individuelle……..…….. *Chroococcus*

36.Cellules sphériques, de 3 µm de diamètre……...……...…. *C. varius*

36‟. Cellules non sphériques

37. Cellules subsphériques, de 8 µm de diamètre……..……... *C. minutus*

37‟. Cellules hémisphériques

38. Colonie de 4 cellules de 4 à 4,5 µm de diamètre……..…*C. minor*

38‟. Colonie de plusieurs cellules de 9-10 µm de diamètre……... *C. sp*

35‟. Absence de gaine gélatineuse individuelle

39.Forme tabulaire plate……...…….. *Merismopedia*

40. Cellules subsphériques de 1 µm de diamètre…….……..…*M. minima*

40‟. Cellules non subsphériques

41. Cellules sphériques à elliptiques de 5-6 µm de diamètre……..*M. mediterranea*

41‟. Cellules hémisphériques de 4 µm de diamètre, avec pseudovacuoles……..……*M. sp*

39‟. Forme non tabulaire

42. Cellules disposées en glomérules……...……. *Myxosarcina sp*

42‟. Cellules non disposées en glomérules

43. Cellules cylindriques allongées…… *Rhabdoderma lineare*

43‟. Cellules ovoïdes ou sphériques (hémisphériques après division)

44. Cellules ovoïde…….……..…. *Aphanothece sp*

44‟. Cellules sphériques (hémisphériques après division)

45. Cellules disposées irrégulièrement, avec 2 plans de division…….*Aphanocapsa*

46. Colonie de 7 cellules sphériques de 6-7 µm de diamètre……..…….. *A. littoralis*

46‟. Colonie de nombreuses cellules sphériques de 0,5 µm de diamètre……..……..*A. marina*

45‟. Cellules disposées régulièrement, avec plus de 3 plans de division……..*Microcystis*

47. Cellules sphériques avec granulations, de 2-3,5 µm de diamètre……..…..… *M. sp*

47‟. Cellules sphériques sans granulations, de 4-4,5 µm de diamètre……..……..….. *M. sp1*

III.2.2. Description morphologique, identification et élaboration de clés de détermination des genres et espèces de microalgues rencontrées

III.2.2.1. Phylum des *Bacillariophyta*

III.2.2.1.1. Description morphologique et identification

Ce phylum est subdivisé en trois classes (*Coscinodiscophyceae*, *Fragilariophyceae*, *Bacillariophyceae*) par Round *et al.* (1990).

- **Classe des *Coscinodiscophyceae* Round & Crawford, 1990 (Diatomées centriques)**

Elle regroupe les Sous-classes des *Rhizosoleniophycidae*, des *Coscinodiscophycidae*, des *Biddulphiophycidae* et des *Thalassiosirophycidae*.

Sous-classe des *Thalassiosirophycidae* Round & Crawford 1990

Ordre des Thalassiosirales Glezer & Makarova 1986

Elle compte deux familles, les *Thalassiosiraceae* et les *Stephanodiscaceae*.

Famille des *Thalassiosiraceae* Lebour 1930

Genre *Thalassiosira* Cleve 1873

Les cellules sont tympaniformes, parfois cylindriques et plus ou moins allongées sur l‟axe pervalvaire. La surface valvaire aréolée, structurée de diverses façons, plus ou moins forte, parfois très délicate. La présence d‟excroissances de formes variées a été notée : un ou plusieurs processus renforcés tubulaires ou non, répartis en un ou plusieurs anneaux périphériques ou encore sans règle particulière, le plus souvent avec au moins un processus renforcé central ; ces derniers et les processus tubulaires émettent des filaments chitineux pour la réunion des cellules en amas muqueux (gélatinueux) ou des soies muqueuses probablement utiles pour la flottaison. Les processus valvaires sont souvent visibles en microscope photonique sous forme de ponctuation, sombre ou plus claire et d‟aspect réfringent, et dans certains cas, peuvent être assez bien définis à forts grossissements.

***Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve (Pl. 4A)**

Les frustules sont rectangulaires en vue cingulaire. Les valves sont circulaires, plates. La surface valvaire est fortement aréolée. De grandes aréoles hexagonales sont étroitement arrangées en rangées tangentielles courbées. Ses aréoles diminuent de taille vers la marge de la valve. L'aréole centrale est entourée par sept aréoles. Un processus labié central minuscule est situé près de l'aréole centrale. La marge de la valve est pourvue de petites épines marginales mais qui ne sont pas très visibles de même que le processus labié.

Dimensions: diamètre de la valve 28-42 µm.

L‟identification a été rendue possible grâce aux travaux de Paulmier (1997), de Al Kandari *et al.* (2009), de Al Yamani & Saburova (2011) et de Siqueiros-Beltrones & Hernández-Almeida (2012).

Ecologie et distribution: espèce littorale cosmopolite.

Famille des *Stephanodiscaceae* Glezer & Makarova 1986

Genre *Cyclotella* (Kützing) Brebisson 1838

Les frustules sont cylindriques, circulaires en vue valvaire apparemment ondulés en vue cingulaire. La marge est côtelée ou striée, l‟aire centrale lisse ou finement et plus ou moins régulièrement ponctuée. Les processus labiés sont perceptibles. Les cellules sont le plus souvent isolées, rarement unies en chaines par les surfaces valvaires ou par des funicules.

***Cyclotella stylorum* Brightwell 1860 (Pl. 4B)**

La valve circulaire est divisée en régions centrale et marginale. La région centrale est composée d‟aréoles plus grossières groupées dans deux plans semi-circulaires différents. La région marginale montre de petites aréoles ordonnées dans un modèle radial et formant des secteurs bordés par des côtes radiales. Un anneau marginal de fultoportulae est localisé à la base des côtes et alternativement.

Diamètre : 11-32 µm

Elle a été également décrite par Paulmier (1993, 1997), Fernandes *et al.* (1999), Al Kandari *et al.* (2009) et Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce marine à large distribution géographique, fréquente sur les côtes des régions tropicales.

Sous-classe des *Coscinodiscophycidae* Round & Crawford 1990

Les ordres des Chrysanthemodiscales, des Melosirales, des Paraliales et des Coscinodiscales constituent cette sous-classe.

Ordre des Chrysanthemodiscales F.E. Round

Famille des *Chrysanthemodiscaceae* Round, 1978

Genre *Chrysanthemodiscus* A. Mann, 1925

Les frustules sont cylindriques allongés, à section circulaire ; les valves convexes ou à tendance conique. Pas de processus apparent. La structure valvaire et cingulaire est aréolée. On note la présence de nombreuses bandes intercalaires. La connexion typique se fait par coussinets mucilagineux formant ainsi des colonies (chaînes) en zigzag. Le champ central valvaire est apparenté à un pseudocelle.

***Chrysanthemodiscus floreatus* Mann, 1925 (Pl. 4C-D)**

Les cellules sont sub-cylindriques et forment des chaînes reliées par de petits tampons muqueux excentrés. Les valves sont circulaires convexes ou légèrement tronconiques, munies d‟un champ central d‟aspect ombilical mais apparente à un pseudocelle. La large zone connective est constituée de 8 à 12 bandes intercalaires ou plus, de 10 µm de diamètre. L‟ornementation est faite d‟aréoles polygonales arrondies ou anguleuses, disposées en stries sur le cingulum, 12 aréoles/10 µm.

Dimensions : diamètre de la cellule 20 µm, longueur 80 µm.

Les travaux de Sournia (1968), de Paulmier (1993) et de Ojedo (2011) nous ont permis d'identifier cette espèce.

Ecologie et distribution : espèce marine présente dans les eaux tempérées et tropicales.

Ordre des Melosirales Crawford 1990

Famille des *Melosiraceae* Kützing 1844

Genre *Melosira* Agardh 1824

Les cellules sont globuleuses, cylindriques ou tympaniformes avec des valves planes ou convexes. Le plan valvaire est circulaire avec la présence ou non de bandes intercalaires. L'ornementation formée de ponctuations ou d'aréolations. Les espèces de ce genre se rencontrent le plus souvent en colonies (chaînes) filamenteuses moniliformes ou rectilignes, dont l'une des extrémités est généralement fixée à un support stable (roche) ou mouvant (algues supérieures). La réunion de 2 cellules contiguës se fait soit directement par les surfaces valvaires épineuses ou non, ou simplement par leurs parties centrales, soit par l'intermédiaire de coussinets mucilagineux.

***Melosira crenulata* (Ehr.) Kuetz (Pl 4E)**

Les frustules sont cylindriques à plus ou moins carrés, avec des sillons sur chaque côté de la suture ; les marges des valves sont dentées à la jonction des frustules ; les points sont disposés en rangées longitudinales. En vue valvaire, les points sont dispersés au centre et rayonnants à la circonférence.

Dimensions : longueur 15 µm, diamètre 12 µm.

Cette espèce a été identifiée grâce aux travaux de Boyer (1916).

Ecologie et distribution : espèce commune aux eaux douces.

***Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs (Pl. 4F)**

Syn. : *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen

Les frustules sont cylindriques, robustes avec de grands granules forment des lignes longitudinales, parfois en spirale, variables en taille et en mode d'arrangement dans le même filament. En vue valvaire, la valve montre des points dispersés au centre.

Dimensions : longueur 20 µm, diamètre 4 µm.

M. granulata, également appelée *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen comme dans les travaux de Sow *et al.* (2006) et de Park *et al.* (2012), a été identifiée à partir des travaux de Boyer (1916) et de Compère (1975).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite planctonique d'eau douce, eutrophe (Sow, 2006).

Tableau 12 : Caractères principaux des espèces du genre *Melosira*

Espèces	Forme	Dimensions (µm)	Ornementation	Appendices
Melosira crenulata	cylindrique à +/ carrée	L=15 D=12	granules fins, dispersés au centre & rayonnants vers périphérie	dents à la jonction cellulaire
Melosira granulata	cylindrique	L=20 D =4	grands granules, dispersés au centre	absents

Au niveau de ce genre, les cellules sont cylindriques à +/ carrées chez *M. crenulata* et cylindriques chez *M. granulata*. Leur ornementation est formée de grands granules chez cette dernière alors que chez *M. crenulata* les granules sont fins avec à la jonction des cellules la présence de dents.

Clé de détermination des espèces du genre *Melosira*

1. Frustules cylindriques à +/- carrées, à granules fins, dentés à la jonction…*Melosira crenulata*

1‟. Frustules cylindriques, à grands granules…… *Melosira granulata*

Ordre des Paraliales Crawford in Round et al. 1990

Famille des *Paraliaceae* Crawford 1988

Genre *Paralia* Heiberg 1863

Les cellules sont courtement cylindriques, unies en chaînes linéaires par les bords valvaires, munis d‟épines spatulées ; la section est circulaire avec une structure valvaire ponctuée aréolée. En vue cingulaire, le manteau apparaît orné de fortes côtes formant de petites chambres ou locules. Le genre est séparé de *Melosira* par la structure valvaire particulière et le mode d‟union cellulaire.

***Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve (Pl. 4G)**

Syn.: *Melosira sulcata* Van Heurck

Les cellules sont courtement cylindriques et unies en chaînes linéaires par les bords valvaires. La valve est circulaire, ponctuée-aréolée. En vue cingulaire, le manteau apparaît orné de fortes côtes formant de petites chambres ou locules.

Notre spécimen a été observé en vue valvaire.

Elle est morphologiquement identique à celles décrites par Meunier (1915), Fernandes *et al.* (1999), Beltrones. & Fuerte (2006), Moura *et al.* (2007), Al Kandari *et al.* (2009) et Park *et al.* (2012).

Dimension : diamètre de la valve 47 µm.

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite marine et saumâtre.

Ordre des Coscinodiscales Round and Crawford

Deux familles ont été rencontrées dans cet ordre : les *Coscinodiscaceae* et les *Heliopeltaceae*.

Famille des *Coscinodiscaceae* Kützing 1844

Genre *Coscinodiscus* Ehrenberg 1838

Les frustules sont discoïdes ou tympaniformes ; l‟axe pervalvaire est généralement inférieur aux diamètres des valves. Le plan valvaire est circulaire, ovalaire ou d‟une autre forme. La valve a un aspect rectangulaire en vue sagittale mais la surface valvaire peut être convexe ou peut présenter une concavité centrale. Le cingulum est relativement étroit. L‟ornementation est formée d‟aréoles loculées, hexagonales. Une ou plusieurs couronnes de processus renforcés marginaux (spinules, rimoportules, 1 ou 2 grands processus labiés marginaux (apicules, macrorimoportules) sont visible; on note également la présence d‟un processus labié central et parfois des épines. Les aréoles sont disposées selon 4 types d‟ornementation : ponctuée, radiante, fasciculée ou tangentielle linéaire ou courbe concave. L‟aire centrale est hyaline ou formée d‟aréoles en rosette ou non différentes.

Coscinodiscus oculus-iridis Ehrenberg (Pl. 4H)

Les valves sont discoïdes, presque plates, ou faiblement convexes couvertes de grandes aréoles polygonales, arrangées en lignes rayonnantes longues et courtes. La rosette centrale est grande et formée de cinq aréoles. Les aréoles, petites au centre de la valve, augmentent progressivement de taille vers la périphérie mais celles périphériques sont d'habitude beaucoup plus petites. Les aréoles présentent une structure secondaire et tertiaire et sont associées à des pores.

Dimension : diamètre 84 µm.

Meunier (1915), Sournia (1968), Paulmier (1993, 1997) et Al Kandari *et al.* (2009) ont décrit la même forme.

Ecologie et distribution : espèce océanique cosmopolite.

Coscinodiscus oculus-iridis var. borealis (Bailey) (Cleve, 1883) (Pl. 4I)

Les valves sont discoïdes, presque planes, ornées d‟aréoles de taille croissante du centre jusqu‟au 2/3 du rayon, puis décroissant vers la périphérie, 4-5/10 µm. La ponctuation est marginale et on peut noter la présence d‟une pseudorosette centrale. La marge est striée, environ 13-14 stries/10 µm.

Dimension : diamètre 88 µm.

L‟espèce espèce présente les mêmes caractères morphologiques que celles rencontrées par Paulmier (1993) et Al Kandari *et al.* (2009).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite océanique.

Tableau 13 : Caractères principaux des espèces du genre *Coscinodiscus*

Espèces	Forme valve	Diamètre (µm)	Ornementation	Partie centrale
Coscinodiscus oculus-iridis	discoïde, faiblement convexe	84	aréoles polygonales rayonnantes+ pores	rosette à 5 aréoles
Coscinodiscus oculus-iridis var. borealis	discoïde, presque plane	88	aréoles rayonnantes + striation marginale	pseudorosette

D‟après ce tableau, les valves de ces deux espèces sont discoïdes avec une ornementation aérolée ; cependant chez *C. oculus-iridis* les aréoles sont associées à des pores. On note la présence d‟une rosette centrale chez *Coscinodiscus oculus-iridis* et d‟une pseudorosette chez *C. oculus-iridis var. borealis.*

Clé de détermination des espèces du genre *Coscinodiscus*

1. Aréoles associées à des pores, rosette centrale……...……..*C. oculus-iridis*

1‟. Aréoles non associées à des pores, pseudorosette centrale….. *C. oculus-iridis var. borealis*

La présence ou l‟absence de pores associés aux aréoles et le type de rosette centrale permet de distinguer les deux espèces de *Coscinodiscus* rencontrées.

Famille des *Heliopeltaceae* H.L. Smith, 1872

Genre *Actinoptychus* C.G. Ehrenberg, 1839

Les cellules sont solitaires ou parfois réunies par une sorte de mucilage. Leur surface est divisée en secteurs alternativement surélevés et déprimés. L‟ornementation est complexe. Un processus labié marginal est présent au centre de chaque secteur surélevé.

***Actinoptychus senarius* Ehrenberg (Pl. 5A)**

Syn. : *Actinoptychus undulatus* (Kuetz.) Ralfs

Les valves sont divisées en 6 secteurs alternativement déprimés et surélevés ; l‟ornementation est formée d‟une fine ponctuation superposée à de grandes aréoles.

Dimensions : diamètre 48 µm.

L‟identification a été faite grâce aux travaux de Compère (1975), de Paulmier (1993, 1997) et de Park *et al.* (2012).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite littorale, marine, estuarienne, avec une large distribution en mers tempérées.

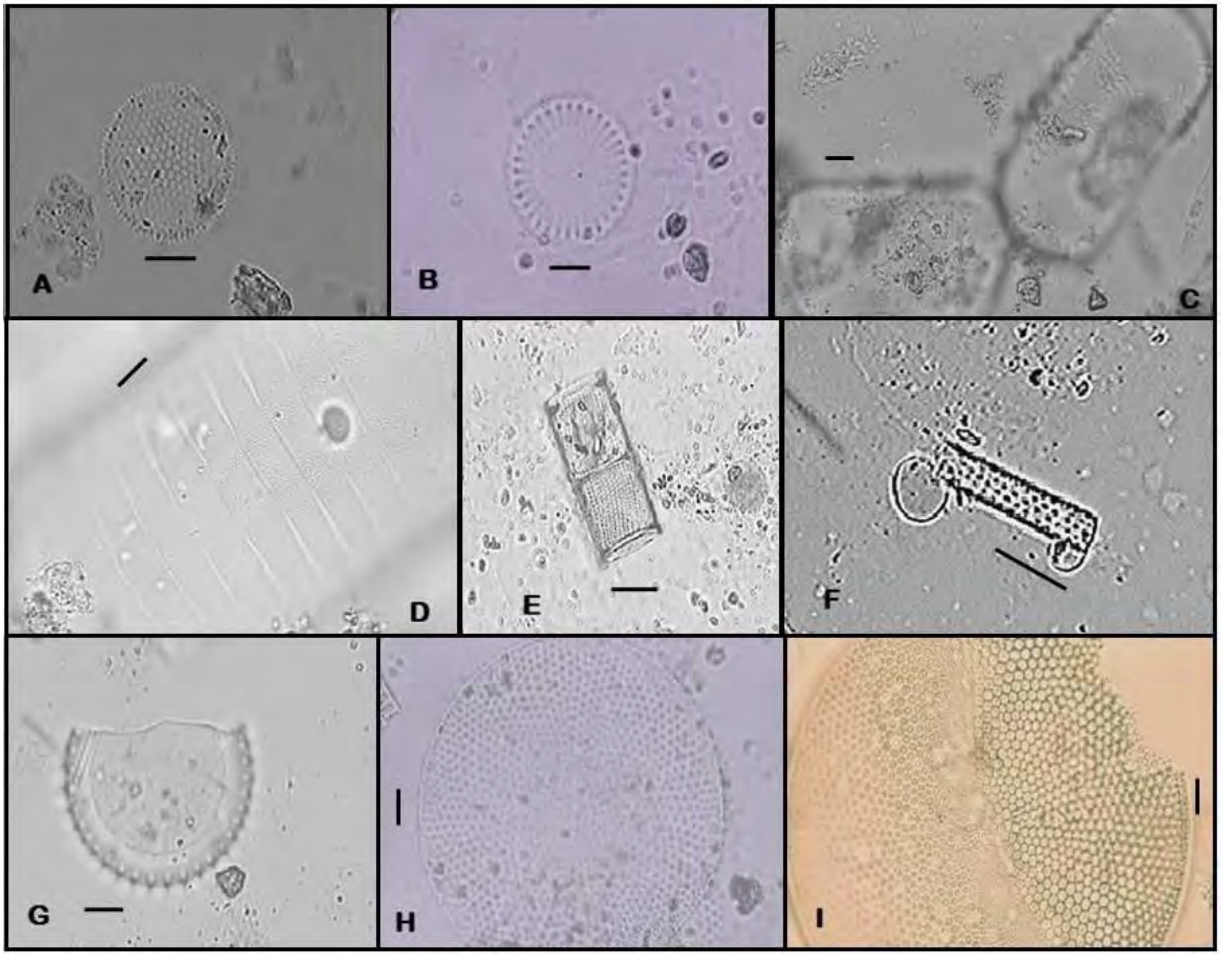


Planche 4. A : *Thalassiosira eccentrica*, vue valvaire ; B : *Cyclotella stylorum,* vue valvaire ; C-D : *Chrysanthemodiscus floreatus,* C : partie d'une colonie montrant la liaison intercellulaire, D : Vue connective montrant la structure du cingulun, l'aréolation et les lignes de suture ; E : *Melosira crenulata*, vue cingulaire ; F : *Melosira granulata*, vue cingulaire ; G : *Paralia sulcata*, vue valvaire ; H : *Coscinodiscus oculus-iridis*, vue valvaire ; I : *Coscinodiscus oculus-iridis var. borealis*, vue valvaire.

Sous-classe des *Biddulphiophycidae* Round & Crawford 1990

Les ordres rencontrés dans cette sous-classe sont : les Tricératiales, les Anaulales et les Bidduphiales.

Ordre des Triceratiales Round & Crawford 1990

Les *Triceratiaceae* et les *Plagiogrammaceae* sont les deux familles de cet ordre.

Famille des *Triceratiaceae* (Schütt) Lemmermann 1899

Les différents genres de cette famille sont *Auliscus, Odontella* et *Triceratium.*

Genre *Auliscus* Ehrenberg 1843

Les valves sont pourvues d'ocelles avec des rangées longitudinales finement ponctuées. Elles sont circulaires ou elliptiques, planes, sauf près des ocelles ; la zone centrale est hyaline, d'habitude circulaire. Deux types d'ornementation : des granules radiants ou dispersés et des

côtes radiantes proéminentes ou indistinctes. Les ocelles, deux ou trois, sont grands, courts, cylindriques, avec une surface hyaline, et situés près des extrémités de l'axe majeur, sur une ligne oblique.

***Auliscus caelatus* Bailey (Pl. 5B)**

La valve est elliptique à subcirculaire, avec des côtes rayonnantes, plus évidentes autour de la zone médiane et à la marge, convergeant vers les deux ocelles arrondis, avec des lignes intermédiaires ponctuées rayonnantes. L'espace central est arrondi ou irrégulier.

Dimensions : diamètre 33 µm.

Cette espèce présente les mêmes caractères morphologiques que celles rencontrées par Peragallo & Peragallo (1908), Boyer (1916), Paulmier (1997) et Cremer *et al.* (2007).

Ecologie et distribution : espèce littorale marine, saumâtre.

***Auliscus sculptus* (W. Smith) Ralfs 1861 (Pl. 5C)**

La valve est subcirculaire avec une zone médiane arrondie distincte, circonscrite par des côtes grossières éloignées rayonnantes près de la marge où elles sont plus évidentes et convergeantes vers les deux processus (ou ocelles) arrondis. Les zones périphérique, longitudinale et transversale sont côtelées. L'espace central est arrondi.

Dimensions : diamètre 44 µm.

Les travaux de Peragallo & Peragallo (1908), de Boyer (1916), de Paulmier (1997) et de Ojeda (2011) nous ont permis d‟identifier cette espèce.

Ecologie et distribution : espèce marine.

***Auliscus sp* (Pl 5D)**

Ce spécimen est pourvu de 3 ocelles. La surface entière de la valve circulaire est finement ponctuée-granulée, les côtes sont indistintes.

Dimensions : diamètre 80 µm.

Tableau 14 : Caractères principaux des espèces du genre *Auliscus*

Espèces	Forme	Diamètre (µm)	Nombre d'ocelles	Ornementation
Auliscus caelatus	elliptique à subcirculaire	33	2	côtes - évidentes, interespaces striés
Auliscus sculptus	subcirculaire	44	2	côtes grossières, interespaces apparemment hyalines
Auliscus sp	circulaire	80	3	fine ponctuation

Parmi les trois espèces rencontrées, seule *Auliscus sp* est pourvue de 3 ocelles, les deux autres en ont deux. *A. sulptus* a des côtes plus grossières et les interespaces sont hyalines, ou apparemment ainsi, tandis que chez *A. caelatus* les stries ponctuées entre les côtes sont plus évidentes (interespaces striés) (Bory, 1916). Alors que pour Peragallo & Peragallo (1908), *A. caelatus* ne se distingue de *A. sculptus* que par la réticulation des côtes de son aire

transversale. Cependant Al Yamani & Saburova (2011) les considèrent comme des synonymes.

Clé de détermination des espèces du genre *Auliscus*

1. Cellule à 3 ocelles……..*Auliscus sp*

1‟. Cellules à 2 ocelles

2. Côtes plus grossières et interespaces apparemment hyalines……..….*Auliscus sculptus*

2‟. Côtes moins évidentes avec interespaces striés……..*Auliscus caelatus*

Ces trois espèces du genre *Auliscus* se distinguent par le nombre d‟œlles et le type d‟ornementation.

Genre *Odontella* Agardh 1832

Les frustules sont biddulphioïdes, de diverses formes en vue sagittale mais à configuration générale rectangulaire. Les valves bipolaires sont elliptiques à lancéolées, rhombiques en vue faciale avec sur chaque pôle une élévation de longueur et d‟épaisseur variable, portant un ocelle. La structure est aréolée et souvent plus dense à la périphérie ; les aréoles sont parfois cernées de petits processus épineux quelquefois perceptibles à fort grossissement. Les processus labiés situés près des ocelles sont peu ou pas visibles en microscope photonique. De fortes épines sont parfois présentes sur les valves. Le manteau est réduit et le cingulum avec des bandes connectives est séparé du manteau par un sillon. Les cellules sont isolées ou en colonies droites ou en zigzag.

***Odontella aurita* (Lyngbye) Agardh 1832 (Pl. 5E)**

Syn. : *Biddulphia aurita* (Lyngbye) Brébisson, 1838

Les cellules sont réunies en chaînes droites ou en zigzag avec des processus (appendices) assez allongés, obtus et gonflés à la base, avec deux ocelles aux extrémités. La partie centrale de la cellule est convexe, plus ou moins aplanie en haut avec deux processus labiés (épines). La ceinture est brusquement différenciée de la zone valvaire par une dépression claire. La paroi cellulaire fortement siliceuse est aréolée-ponctuée.

Dimensions : diamètre 45 µm, longueur de l‟axe apical 12–97µm.

Elle a été identifiée grâce aux travaux de Paulmier (1997), de Al Kandari *et al.* (2009), de Al Yamani & Saburova (2011) et de Ojenda (2011) mais a été nommée *Biddulphia aurita* par Peragallo & Peragallo (1908), Meunier (1915) et Cupp (1943).

Ecologie et distribution : espèce littorale cosmopolite.

***Odontella obtusa* Kùtzing (Pl. 5F)**

Syn.: *Biddulphia aurita var. obtusa* (Kützing) Hustedt

Elle diffère de *Odontella aurita* principalement par ses processus plus courts, sa partie centrale moins convexe et l'absence d'épines centrales. La différence au niveau des processus n'est pas toujours très apparente.

Dimensions : longueur le long de l'axe apical 24-70 µm.

Notre spécimen est morphologique identique à celui rencontré par Paulmier (1997). Cependant le même spécimen a été nommé *B. aurita var. obtusa* par Cupp (1943).

Ecologie et distribution : espèce marine, retrouvée parfois dans le contenu stomacal des huîtres.

Tableau 15 : Caractères principaux des espèces du genre *Odontella*

Espèces	Disposition	Forme	Ornementation	Appendices
Odontella aurita	chaînes droites ou en zigzag	centre convexe, dépression entre valves & ceinture	aréolée-ponctuée	processus assez allongés + ocelles, épines centrales
Odontella obtusa	chaînes droites ou en zigzag	centre - convexe, dépression entre valves & ceinture	aréolée-ponctuée	processus courts + ocelles

L'analyse de ce tableau montre que *O. obtusa* dont les processus sont plus courts est dépourvue d'épines centrales qui, chez *O. aurita* sont disposées au niveau de la partie centrale de la cellule qui est est plus convexe que celle de *O. obtusa*.

Clé de détermination des espèces du genre *Odontella*

1. Processus assez allongés, présence d'épines centrales……..…*Odontella aurita*

1'. Processus plus courts, absence d'épines centrales…..…...…….. *Odontella obtusa*

La longueur des processus et la présence ou l'absence des épines permettent de distinguer ces deux espèces de *Odontella*.

Genre *Triceratium* Ehrenberg 1841

Les frustules sont pyxiformes, à contour habituellement rectangulaire en vue sagittale, polygonal, tripolaire à multipolaire en vue faciale. Les côtés sont droits, convexes ou concaves et parois fortement siliciées. Des élévations ou apophyses angulaires de taille variable suivant les taxons et portant un ocelle sont présentes. On note parfois la présence d'épines ou d'autres processus sur les élévations ou les valves. L'ornementation prononcée est aréolée ou loculée, de structure radiale. La ceinture est simple ou peut présenter des pleures. Une membrane aliforme marginale est présente chez certaines formes. Les cellules sont souvent réunies en chaînes, l'adhérence se faisant par les pôles, les épines et la membrane aliforme.

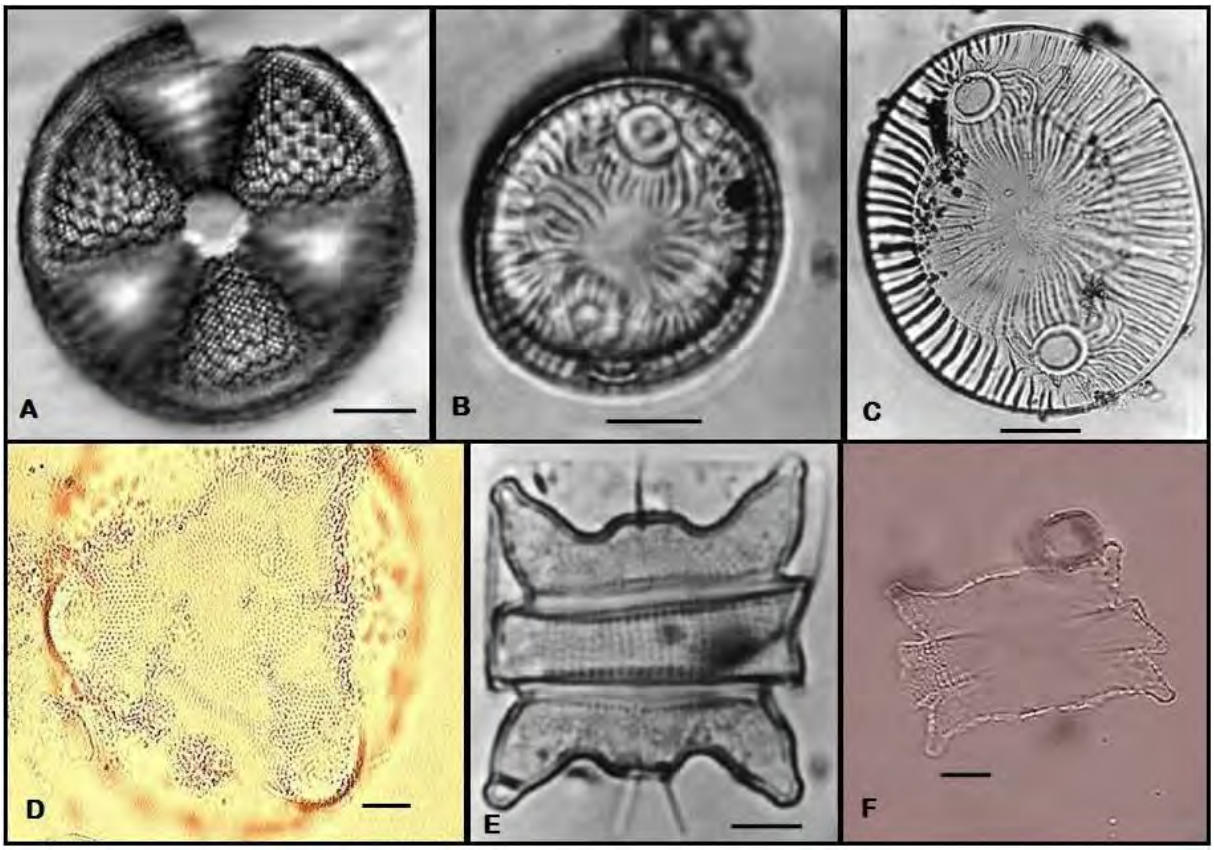


Planche 5. A : *Actinoptychus senarius*, vue valvaire (photo de Park *et al.*, 2012) ; B : *Auliscus caelatus*, vue valvaire ; C : *Auliscus sculptus,* vue valvaire (B, C, E, photos de Paulmier ,1997) ; D : *Auliscus sp*, vue valvaire ; E : *Odontella aurita*, vue cingulaire ; F : *Odontella obtusa*, vue valvaire.

***Triceratium antediluvianum* (Ehr.) Grunow (Pl. 6A)**

Syn. : *Biddulphia antediluviana* (Her.) V. H

La valve est quadrangulaire avec des côtés concaves. Leur surface est ponctuée de grosses alvéoles au nombre de 4 par 10 µm, arrangées en lignes concentriques et rayonnantes augmentant vers la circonférence. Chaque angle arrondi est muni d'un grand ocelle (processus).

Dimensions : longueur du côté 50 µm.

Notre spécimen est morphologiquement identique à ceux de Rivera & Gebauer (1989) et de Stidolph *et al.* (2012).

Ecologie et distribution : espèce marine largement distribuée dans les zones tropicales et subtropicales.

***Triceratium reticulum* Ehrenberg 1845 (Pl. 6B)**

Les valves sont triangulaires avec des côtés légèrement convexes. Les apex sont légèrement élevés et sont pourvus d'un ocelle. La surface valvaire est finement aréolée.

Dimensions : longueur de côté 27-45 µm.

L‟identification a été rendue possible grâce aux travaux de Al Kandari *et al.* (2009), de Al Yamani & Saburova (2011) et de Stidolph *et al.* (2012).

Ecologie et distribution : espèce littorale marine largement distribuée dans zones tropicales et subtropicales.

Tableau 16 : Caractères principaux des espèces du genre *Triceratium*

Espèces	Forme	Longueur côté (µm)	Ornementation	Appendices
Triceratium antediluvianum	quadrangulaire à côtés concaves	50	grosses alvéoles (4 par 10 µm), en lignes concentriques & rayonnantes	angle arrondi à grand ocelle
Triceratium reticulum	triangulaire à côtés légèrement convexes	27-45	finement aréolée	apex légèrement élevés avec ocelle

T. antediluvianum et *T. reticulum* présentent toutes les deux des ocelles au niveau de leurs angles mais les cellules sont rectangulaires avec des cotés concaves chez la 1ere et triangulaires à cotés légèrement convexes chez la dernière.

Clé de détermination des espèces du genre *Triceratium*

1. Valve rectangulaire à côtés concaves……..…….*Triceratium antediluvianum*

1‟. Valve triangulaire à côtés légèrement convexes……*Triceratium reticulum*

La forme des valves et de leurs côtés ont permis de distinguer ces deux espèces.

Famille des *Plagiogrammaceae* De Toni 1890

Genre *Plagiogramma* Greville 1859

Les cellules sont unies en chaînes rubanées, généralement par les extrémités et la partie médiane, laissant deux lumens intercellulaires. Les frustules sont plus ou moins rectangulaires en vue connective, les valves naviculaires avec des apex hyalins correspondant aux champs de pores apicaux et un fascia central réfringent. Les septa internes sont médians. L‟ornementation est formée de lignes transversales ponctuées, parfois interrompues par des bandes hyalines.

***Plagiogramma pulchellum* (Pl. 6C)**

La valve est lancéolée, renflée à la partie médiane avec des extrémités obtuses ; les « mamelons » ou lumens sont plats et larges et les espaces intermédiaires ornementées de côtes perlées radiantes, 5 à 6 en 10 µm.

Dimensions : diamètre 6 µm, longueur 25-29 µm

Les travaux de Peragallo & Peragallo (1908) et de Fernandes *et al.* (1990) nous ont permis d‟identifier l‟espèce. Cependant, le spécimen décrit par Siqueiros-Beltrones & Hernández-Almeida (2012) comme *P. pulchellum* est différente car sa partie médiane n‟est pas renflée.

Ecologie et distribution : espèce marine littorale.

***Plagiogramma pulchellum var. pygmaea* Grev. (Pl. 6D)**

Elle diffère du précédent que par la forme bacillaire de ses valves non renflées au centre.

Dimensions : diamètre 4 µm, longueur 24 µm.

Peragallo & Peragallo (1908) l‟ont décrite comme *Plagiogramma pulchellum var. pygmaea* Grev tandis que Boyer (1916) et Siqueiros-Beltrones & Hernández-Almeida (2012) ont nommée un spécimen très identique au nôtre sous le nom *Plagiogramma wallichianum Grev.*

Tableau 17 : Caractères principaux des espèces du genre *Plagiogramma*

Espèces	Forme	Dimensions (µm)	Ornementation
Plagiogramma pulchellum	lancéolée, partie médiane renflée, extrémités obtuses	D= 6 L = 25-29	2 lumens+ côtes perlées radiantes
Plagiogramma pulchellum var. pygmaea	bacillaire	D= 4 L= 24	2 lumens + côtes perlées radiantes

Le tableau montre que l‟ornementation chez ces deux espèces est constituée de côtes perlées radiantes mais les valves sont lancéolées avec une partie médiane renflée chez *Plagiogramma pulchellum* et bacillaires sans renflement chez *Plagiogramma pulchellum var. pygmaea*.

Clé de détermination des espèces du genre

1. Valve lancéolée, renflée à la partie médiane…….……*Plagiogramma pulchellum*

1‟. Valve bacillaire, non renflée à la partie médiane…*lagiogramma pulchellum var. pygmaea*

La forme valvaire permet de distinguer ces deux espèces.

Ordre des Bidduphiales

Famille des *Biddulphiaceae* Kützing, 1844

Les genres *Biddulphia* et *Terpsinoe* ont été rencontrés dans cette famille.

Genre *Biddulphia* S.F. Gray, 1821

Les frustules sont pyxiformes ; les valves symétriques sont elliptiques ou multiangulaires et divisées par de grosses côtes transversales. Leurs angles sont munis d‟un pseudocelle et de divers prolongements apicaux avec parfois une ou plusieurs épines sur la surface valvaire, ainsi que de petits processus tubulés. La ceinture est généralement simple et large, avec une ornementation différente de celle des valves.

Les cellules sont isolées ou caténées formant des chaînes droites ou en zigzag.

***Biddulphia pulchella* Gray, 1821 (Pl. 6E-F)**

Syn.: *Biddulphia bidulphiana* (Smith) (Boyer, 1901)

L‟espèce se présente sous forme de chaîne droite ou en zigzag par la réunion de leurs cornes valvaires. Le contour extérieur du frustule est quadrangulaire. Les extrémités angulaires sont terminées par de petites élévations (processus) arrondies avec de très fines pores au sommet

où on peut noter la présence de pseudocelle globulaire. Les valves sont elliptiques, convexes, divisées transversalement par deux à six côtes avec des côtés onduleux. Le manteau valvaire sillonne profondément à la jonction avec la ceinture ; 4-5 aréoles dans 10 µm près de bord. La ceinture est aréolée de la même façon avec des lignes presque parallèles.

Dimensions : diamètre de la cellule 42-72 µm, longueur 70 µm ; longueur des cornes 19-20µm.

L'identification a été faite par comparaison aux travaux de Peragallo & Peragallo (1908), de Meunier (1915), de Boyer (1916), de Cupp (1943), de Paulmier (1993, 1997), de Al Kandari *et al.* (2009) et de Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce littorale rencontrée dans les mers tempérées et tropicales.

***Biddulphia tuomeyi* (J.W. Bailey) Roper 1859 (Pl. 6G)**

L'espèce se présente sous forme de chaînes ; ses frustules sont quadrangulaires et ses valves elliptiques à contour ondulé, montrant parfois une asymétrie surtout au niveau des prolongements angulaires. La surface valvaire est ponctuée, irrégulièrement compartimentée par de fortes côtes, formant en vue cingulaire des dômes presque hémisphériques, le médian étant le plus développé. Les cornes ou processus angulaires sont arrondies.

Dimension : largeur 86 µrn.

Notre spécimen a été observé en vue cingulaire et présente les mêmes caractères morphologiques que ceux des spécimens de Peragallo & Peragallo (1908), de Paulmier (1993) et de Stidolph *et al.* (2012).

Ecologie et distribution : espèce tychopélagique, fréquente dans les eaux tropicales et subtropicales.

Tableau 18 : Caractères principaux des espèces du genre *Biddulphia*

Espèces	Disposition	Frustule	Forme valvaire	Ornementation	Appendices
Biddulphia pulchella	chaîne droite ou zigzag par cornes valvaires	quadrangulaire	elliptique convexe (côtés onduleux), 2 à 6 côtes	aréolée en lignes presque parallèles	processus arrondis + pseudocelle globulaire
Biddulphia tuomeyi	chaîne droite ou en zigzag par cornes valvaires	quadrangulaire	elliptique (contour ondulé), fortes côtes, dômes presque hémisphériques	ponctuée	processus arrondis + pseudocelle globulaire

Les deux espèces ont en commun la forme quadrangulaire de leur frustules en vue cingulaire avec la présence de cornes ou processus angulaires et des valves compartimentées par de fortes côtes longitudinales. Cependant chez *Biddulphia tuomeyi* on note la présence de trois dômes ou surélevations bien développées.

Clé de détermination des espèces du genre *Biddulphia*

1. Présence de 3 dômes (surélevations) bien développés…….....*Biddulphia tuomeyi*

1‟. Absence de dômes……..… *Biddulphia pulchella*

La présence ou l‟absence de dômes différencie ces deux espèces de Biddulphia.

Genre *Terpsinoe* Ehrenberg, 1843

Les cellules sont quadrangulaires en vue connective avec un manteau valvaire profond. Les valves sont bipolaires avec des côtés onduleux. On note la présence d‟un pseudocelle à chaque pôle. Des pseudoseptums marquent les constrictions valvaires en divisant les côtés onduleux en trois sections ou plus ; l‟ornementation cellulaire est aréolée ou ponctuée.

Les cellules sont solitaires ou en chaînes jointes par les coins.

***Terpsinoe musica* (Ehrenberg, 1843) (Pl. 6H-I)**

Les bords valvaires sont ondulés avec un pseudoseptum à chaque constriction, s‟enfonçant dans la valve et ayant extérieurement l‟aspect d‟une note de musique.

L‟espèce a été observée en vue cingulaire. Le frustule est quadrangulaire avec des coins légèrement relevés, arrondis et hyalins ; les pseudoseptums à marges intérieures courbées sont épaissies sur les bords, présentant l'aspect de « notes de musique ».

Dimension : longueur 26 µm, diamètre 15 µm.

Ces mêmes caractères morphologiques ont été retrouvés chez les espèces décrites par Peragallo & Peragallo (1908) et Paulmier (1993)

Écologie et distribution : espèce présente dans les eaux marines, estuariennes et douces.

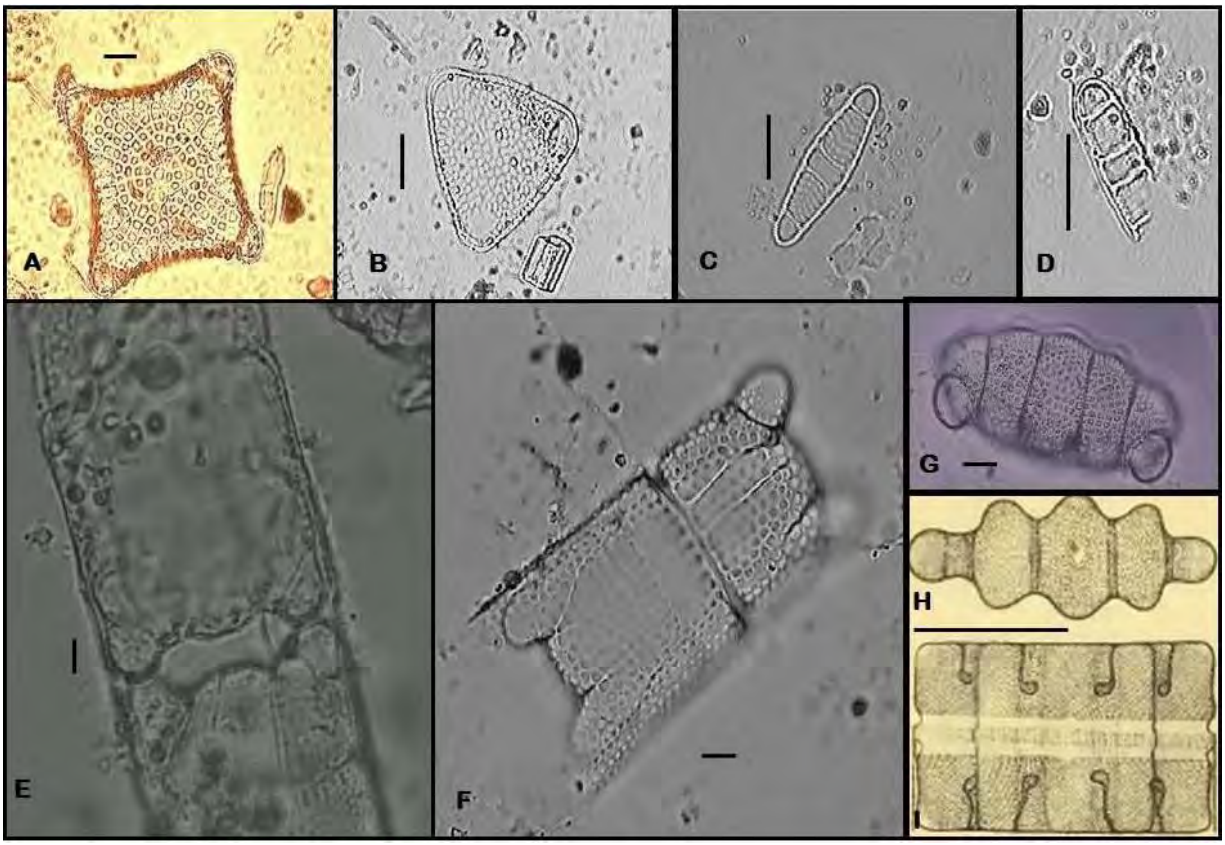


Planche 6. A : *Triceratium antediluvianum*, vue valvaire ; B : *Triceratium reticulum*, vue valvaire ; C: *Plagiogramma pulchellum,* vue valvaire ; D : *Plagiogramma pulchellum var. pygmaea*, vue valvaire ; E-F : *Biddulphia pulchella*, colonie de 2 cellules montrant la liaison intercellulaire (E), vue cingulaire (F) ; G : *Biddulphia tuomeyi* : vue valvaire ; H-I : *Terpsinoe musica* (photos de Peragallo & Peragallo, 1908), vue cingulaire (H), vue valvaire (I).

Ordre des Anaulales Round & Crawford 1990

Famille des *Anaulaceae* (Schütt) Lemmermann 1899

Genre *Eunotogramma* Weisse 1854

Le frustule est rectangulaire en vue connective. Les valves sont elliptiques ou lunulées avec 2 à 8 pseudoseptums rétrécis à la marge. L‟ornementation est ponctuée mais parfois peu visible en microscope photonique.

***Eunotogramma marinum* (W. Smith) Peragallo 1897 (Pl. 7A)**

Les valves sont semi-lancéolées ou lunées à extrémités obtuses, avec 7 pseudoseptums. La striation est ici indistincte.

Dimensions : longueur 20-25 µm, diamètre 5-6 µm.

Notre spécimen présente les mêmes caractères morphologiques que ceux rencontrés par Al Yamani & Saburova (2011) et Siqueiros-Beltrones & Hernández-Almeida (2012). Cependant, le spécimen identifié sous le nom de *Eunotogramma laeve* Grun par Boyer (1916) et Lopes *et al.* (2010) présente des caractères morphologiques proches.

Ecologie et distribution : espèce marine littorale.

Sous-classe des *Rhizosoleniophycidae* Round and Crawford in Round et al. 1990

Ordre des Rhizosoleniales Silva 1962

Famille des *Rhizosoleniaceae* Petit 1888

Genre *Rhizosolenia* Brightwell 1858

Les frustules, isolées ou en chaîne, sont en forme de bâtonnets cylindriques ou tubulaires, à section circulaire ou elliptique, allongés sur l‟axe pervalvaire. Les valves (calyptrées) sont plates, coniques, subconiques, convexes ou en dôme, dissymétriques, portant ou non un style massif ou creux, court ou terminé par une soie, plutôt excentré. La ceinture est allongée et constituée de bandes intercalaires annulaires ou scaliformes. L‟ornementation est délicate ; elle est ponctuée ou finement striée, rarement visible en microscope optique.

***Rhizosolenia bergonii* H. Peragallo, 1892 (Pl. 7D)**

Les cellules sont cylindriques, parfois légèrement aplanies. Les valves forment un long cône avec des côtés légèrement concaves et se terminant par une épine (soie) courte qui a un apex tronqué. Ici l‟ornementation n‟est pas bien visible.

Dimensions : diamètre 17 µm

Notre spécimen présente la même morphologie que ceux rencontrés par Paulmier (1993) et Al Kandari *et al*. (2009).

Ecologie et distribution : espèce planctonique des eaux tempérées et substropicales.

- **Classe des *Fragilariophyceae* Round 1990 (Diatomées pennées araphidées)**

Sous-classe des *Fragilariophycidae* Round 1990

Les principaux ordres rencontrés dans cette sous-classe sont les Fragilariales, les Licmophorales, les Rhaphoneidales, les Ardissoneales, les Toxariales, les Climacospheniales, les Rhabdonematales, les Striatellales et les Thalassionematales.

Ordre des Fragilariales Silva 1962

Famille des *Fragilariaceae* Greville 1833

Genre *Opephora* Petit 1888

Les cellules sont solitaires et les frustules rectangulaires en vue cingulaire. Les valves, cunéiformes ou linéaire-elliptiques, sont symétriques sur l'axe apical, asymétriques sur l'axe transapical. Leur surface est pourvue de stries transversales ou d‟aréoles grossières, séparées par un espace hyalin ou pseudoraphé dans l'axe apical. La ceinture ne présente pas de septums ou de bandes intercalaires.

***Opephora pinnata var. lanceolata* Boyer 1916 (Pl. 7B)**

La valve est lancéolée avec des côtes légèrement rayonnantes, aréolées ; la zone médiane est large.

Dimensions : longueur 25 µm, diamètre 7 µm.

L‟espèce a été identifiée grâce aux travaux de Boyer (1916).

Ecologie et distribution :

***Opephora schwartzii* (Grunow) Petit (Pl. 7C)**

La valve est ovale ou presque linéaire avec des apex arrondis, l‟apex inférieur étant plus étroit. La surface valvaire est pourvue d'aréoles grossières perpendiculaires au pseudoraphé étroit situé dans l'axe apical ; 3 à 4 aréoles dans 10µm.

Dimensions : longueur 28 µm, diamètre 8 µm.

Boyer (1916), Al Kandari *et al.* (2009), Lopes *et al.* (2010) et Stidolph *et al.* (2012) ont rencontré une espèce avec des caractères morphologiques proches de ceux de notre spécimen.

Ecologie et distribution : espèce marine littorale, connue dans toutes les océans.

Tableau 19 : Caractères principaux des espèces du genre *Opephora*

Espèces	Forme	Dimensions (µm)	Ornementation
Opephora pinnata var. lanceolata	lancéolée à zone médiane large.	L= 25, D= 7	Aréoles+ côtes légèrement rayonnantes
Opephora schwartzii	ovale-linéaire à apex arrondis	L= 28, D= 8	aréoles grossières perpendiculaires au pseudoraphé

L‟ornementation chez ces deux espèces est formée de grosses aréoles mais les valves sont lancéolées avec une partie médiane large chez *O. pinnata var. lanceolata* et ovales à presque linéaires chez *Opephora schwartzii*, avec l‟apex inférieur plus étroit.

Clé de détermination des espèces du genre *Opephora*

1. Valve lancéolée à partie médiane large……...……...…*Opephora pinnata var. lanceolata*

1‟. Valve ovale-linéaire……..……..*Opephora schwartzii*

La forme valvaire permet de distinguer ces deux espèces rencontrées.

Ordre Licmophorales Round in Round et al. 1990

Famille des *Licmophoraceae* Kützing 1844

Genre *Licmophora* Agardh 1827

Les frustules présentent des valves hétéropolaires, flabelliformes en vue cingulaire. Ces valves sont symétriques sur l‟axe apical et cunèiformes avec un pseudoraphé médian. La striation transversale est à tendance radiaire aux extrémités. La ceinture présente des bandes intercalaires. Des septums apicaux sont présents.

Les ccellules sont en colonies flabellées buissonnantes, stipitées.

***Licmophora dalmatica var. tenella* K. (Pl. 7G)**

Les frustules sont largement cunéiformes à angles très arrondis ; les valves sont rétrécies et aigues à la partie inférieure. Les stries sont très fines, environ 30 en 10 µm.

Dimensions : diamètre 35 µm, longueur 65 µm.

Cette espèce a été identifiée à partir des travaux de Peragallo & Peragallo (1908).

Ecologie et distribution : espèce très répandue

***Licmophora ehrenbergii* (Kuetz.) Grun. (Pl. 7E)**

Les frustules sont étroitement cunéiformes, avec une cloison peu profonde. Les valves cunéiformes allongées, avec des bords rectilignes, sont un peu renflées à la base, subcapitées au sommet et avec des stries très robustes (perlées?) 8 à 10 en 10µm.

Dimension : longueur 155 µm, diamètre 18 µm.

La même espèce a été décrite par Peragallo & Peragallo (1908) et Boyer (1916).

Ecologie et distribution : espèce présente le long des côtes.

***Licmophora flabellata* (Carm.) Ag. (Pl. 7F)**

Syn. : *Licmophora splendida* Wm. Sm.

Le frustule est étroit et peu cunéiforme avec des cloisons tout à fait rudimentaires. Les valves sont étroitement lancéolées avec une tête subcapitée et une base rétrécie et renflée ; ces valves sont ici regroupées en colonies flabellées stipitées. Les stries sont très fines, environ 30 en 10 µm.

Dimensions : longueur 90 µm, diamètre 7 µm

Peragallo & Peragallo (1908) et Boyer (1916) ont décrit la même espèce dans leurs travaux.

Ecologie et distribution : espèce marine, côtière, benthique ou planctonique.

Tableau 20 : Caractères principaux des espèces du genre *Licmophora*

Espèces	Frustule	Valve	Dimensions (µm)	Ornementation
Licmophora dalmatica var. tenella	largement cunéiforme (angles très arrondis)	partie inférieure rétrécie & aigue	L= 65, D= 35	stries très fines, 30/10 µ
Licmophora ehrenbergii	étroitement cunéiforme	cunéiforme allongée, base peu renflée, sommet subcapité, cloisons peu profondes	L= 155, D=18	stries très robustes (perlées?), 8 à 10/10µ
Licmophora flabellata	étroit, peu cunéiforme	étroitement lancéolée, tête subcapitée, base rétrécie & renflée, cloisons peu profondes	L= 90, D= 7	stries très fines, 30/10 µ

Les frustules sont cunéiformes chez les trois espèces mais plus largement et à angles très arrondis chez *Licmophora dalmatica var. tenella*. *Licmophora ehrenbergii* et *Licmophora flabellata* diffèrent par la forme de leurs cloisons qui sont peu profondes chez la première et rudimentaires chez la deuxième.

Clé de détermination des espèces du genre *Licmophora*

1. Frustules largement cunéiformes à angles très arrondis……*L. dalmatica var. tenella*

1‟. Frustules étroitement cunéiformes

2. Cloisons peu profondes avec striation robuste……..……*L. ehrenbergii*

2‟. Cloisons rudimentaires avec striation très fine…….. *L. flabellata*

Ces espèces se différencient par la forme de leur frustule, des cloisons et du type de striation.

Ordre des Rhaphoneidales Round 1990

Cet ordre est représenté ici par deux familles : les *Psammodiscaceae* et les *Rhaphoneidaceae*.

Famille des *Psammodiscaceae* F.E. Round & D.G. Mann

Genre *Psammodiscus* F.E. Round & D.G. Mann, 1980

Les valves sont solitaires, circulaires avec une ornementation formée d‟aréoles rondes disposées en réseau discontinu. Ce genre est caractérisé par la présence d‟un petit pore et parfois d‟un rimoportula au centre de la valve.

***Psammodiscus nitidus* (Greg.) Round & Mann (Pl. 8E)**

Syn. : *Coscinodiscus nitidus* Gregory

Les valves sont circulaires avec des aréoles arrondies, éloignées, radiantes et diminuant de taille vers la périphérie qui est grossièrement rayée.

Dimensions : diamètre 28 µm.

L‟espèce a été identifiée grâce aux travaux de Paulmier (1997), de Stidolph *et al.* (2012) et de Watanabe *et al.* (2013). Cependant, dans les anciens travaux de Peragallo & Peragallo (1908), de Boyer (1916) et de Cupp (1943), elle a été identifiée comme *Coscinodiscus nitidus*.

Ecologie et distribution : espèce marine côtière.

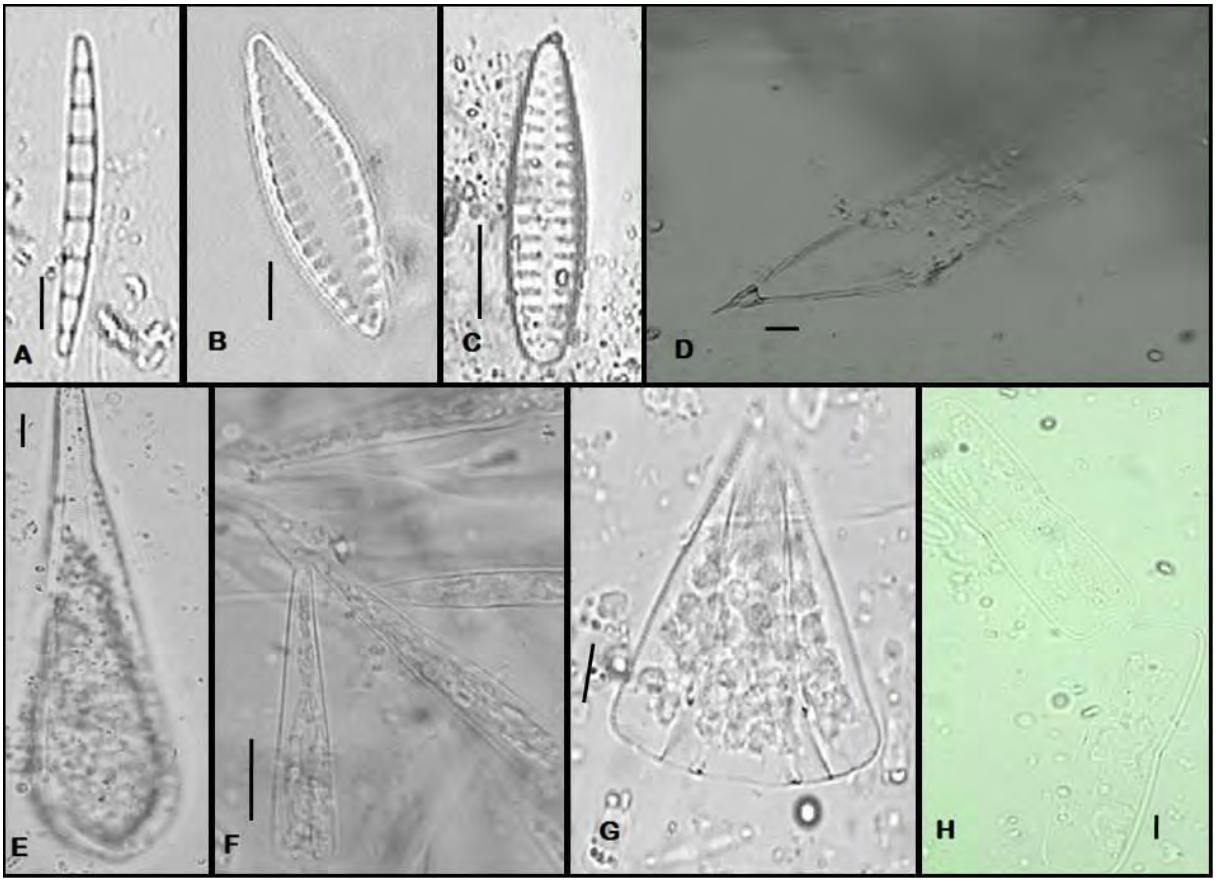


Planche 7. A : *Eunotogramma marinum,* vue valvaire ; B : *Opephora pinnata var. lanceolata*, vue valvaire ; C : Opephora *schwartzii*, vue valvaire ; D : *Rhizosolenia bergonii*, vue montrant l‟apex tronqué et l‟épine : E : *Licmophora ehrenbergii*, vue valvaire ; F : *Licmophora flabellata*, cellules regroupées en colonie stipitée ; G : *Licmophora dalmatica var. tenella*, vue cingulaire ; H : *Plagiotropis lepidoptera*, vue cingulaire de 2 cellules non encore nettoyées.

Famille des *Rhaphoneidaceae* Forti 1912

Deux genres y ont été rencontrés, *Delphineis* et *Raphoneis.*

Genre *Delphineis* Andrews 1977

Les cellules sont solitaires ou en rubans. Le contour valvaire est linéaire ou largement elliptique à lancéolée. L‟aire axiale est bien définie, élargie aux extrémités. Les stries sont parallèles et légèrement radiantes. Les rangées de deux ou trois aréoles continuent autour des apex de la valve.

Delphineis surirella Ehr. Andrews (Pl. 8A)

Les valves sont presque arrondies chez les petits spécimens, lancéolées, avec des extrémités non rostrées, arrondies, obtuses. Les stries transapicales, au nombre de 9 à 12 par 10 µm, sont parallèles à la ligne médiane ou légèrement radiantes et les aréoles arrondies disposées en lignes longitudinales légèrement ondulées. Le pseudo raphé est étroit, linéaire dans sa partie moyenne et élargi en poinçon sous les pôles.

Dimensions : 15 µm de longueur et 8 µm de diamètre.

Hasle *et al.* (1996), Paulmier (1997), Park *et al.* (2012) et Stidolph *et al.* (2012) ont décrit cette espèce avec les mêmes caractères morphologiques.

Ecologie et distribution : espèce marine commune toute l'année (Lopes et al. (2010)).

***Delphineis surirella var. australis* (Petit) Navarro (Pl. 8B)**

Diffère de *Delphineis surirella* par ses valves linéaires-elliptiques et sa longueur plus grande ; 6 stries en 10 µm.

Dimensions : longueur 47 µm, diamètre 17 µm.

Elle a été identifiée grâce aux travaux de Fernandes *et al.* (1990, 1999) et de Lopes *et al.* (2010).

Ecologie et distribution : espèce marine.

Tableau 21 : Caractères principaux des espèces du genre *Delphineis*

Espèces	Valve	Dimensions (µm)	Ornementation	Forme pseudoraphé
Delphineis surirella	lancéolée, extrémités arrondies, obtuses	L= 15, D=8	stries transapicales (9 à 12/10 µm), aréoles arrondies en lignes longitudinales légèrement ondulées	étroit, linéaire au milieu, en poinçon vers pôles
Delphineis surirella var. australis	linéaire-elliptique	L= 47, D=17	stries transapicales (6/10 µm), aréoles arrondies en lignes longitudinales légèrement ondulées	étroit, linéaire au milieu, en poinçon vers pôles

D'après ce tableau, les deux espèces du genre *Delphineis* sont caractérisées par un pseudo raphé étroit, linéaire dans sa partie moyenne et élargi en poinçon sous les pôles. Leur différence se trouve au niveau de la forme des valves qui sont arrondies à lancéolées chez *D. surirella* et linéaire-elliptiques chez *Delphineis surirella var. australis.*Chez ctte dernière les longueurs sont plus grandes.

Cependant, dans des travaux comme ceux de Velásquez & Alfonso (2010) on considère ces deux taxons comme étant la même espèce.

Clé de détermination des espèces du genre *Delphineis*

1. Valves arrondies à lancéolées……*Delphineis surirella*

1'. Valves linéaires-elliptiques……*Delphineis surirella var. australis*

La forme valvaire permet d'identifier ces deux espèces rencontrées.

Genre *Raphoneis* Ehrenberg, 1844

La valve est rhomboïdale, lancéolée ou elliptique à stries transversales, moniliformes, généralement radiantes, très distinctes, ou plutôt creusées d'alvéoles disposées de la même façon que les perles apparentes en milieu réfringent. Le pseudo-raphé est plus ou moins distinct, l'aire axiale étroite parfois peu définie. La face latérale est étroitement linéaire.

Les frustules sont souvent disposés en colonies rubanées courtes et fixés aux objets flottants.

***Raphoneis amphiceros var. rhombica* Grun (Pl. 8C)**

La valve est largement lancéolée, à extrémités faiblement ou à peine rostrées ; les stries plus ou moins courbées sont radiantes, formées en milieu réfringent de grosses ponctuations ou, en milieu aqueux d'alvéoles placés à distance égale. Ces stries, 6 en 10 µm, forment des lignes longitudinales presque droites ; la médiane et parfois les plus voisines de celle-ci écourtées.

L'espèce présente les mêmes caractères morphologiques que celles décrites par Peragallo & Peragallo (1908) et Meunier (1915), mais Paulmier (1997) l'a nommée *Rhaphoneis amphiceros* (Ehrenberg) Ehrenberg car cette dernière est décrite comme étant moins renflée et avec des extrémités rostrées et parfois subcapitées.

Ecologie et distribution : espèce littorale marine, estuarienne

Ordre des Ardissoneales Round 1990

Famille des *Ardissoneaceae* Round 1990

***Genre Ardissonia* De Notaris 1870**

Les cellules sont de grande taille, linéaires arrondies à lancéolées. Les valves, fortement silicifiées, sont isopolaires avec parfois une dilatation centrale et apicale. Des côtes ou bandes longitudinales axiales (sternum) et marginales sont présentes ; la striation transversale est formée de lignes d'aréoles disposées entre les côtes. Les stries sont radiales apicales avec la présence de champs de pores aux extrémités.

***Ardissonia fulgens* (Greville) (Pl. 8F-G)**

Syn. : *Synedra fulgens* (Greville) W. Smith 185

Les cellules sont linéaires en forme de longs bâtonnets. Leurs extrémités et leur région médiane sont légèrement dilatées. La côte longitudinale axiale est peu distincte. Les côtes marginales sont parallèles à l'axe apical et bien marquées. La striation est fine mais robuste, 13-15 stries/10 µm.

Dimensions : 12 µm.

L'identification de cette espèce a été faite grâce aux travaux de Peragallo &. Peragallo (1908), de Boyer (1916), de Paulmier (1993, 1997) et de Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce très répandue, marine, saumâtre, littorale et estuarienne, dans les eaux tropicales à tempérées.

***Ardisonnia robusta* (Ralfs) de Notaris & Baglietto (Pl. 8D)**

Syn.: *Synedra robusta* Walfs in Pritchard 1861

Les cellules sont linéaire-elliptiques. Les bords valvaires sont droits ou légèrement curvilignes avec des extrémités atténuées obtuses. L'axe apical et les bandes longitudinales sont bien distincts. Les stries transversales sont robustes, 5 à 9 dans 10 µm.

Dimension : diamètre 30 µm

Notre spécimen est morphologiquement identique à ceux décrits par Peragallo & Peragallo (1908) et Paulmier (1993) mais elle ressemble un peu à l‟espèce *Ardissonia formosa* (Hantzsch) Grunow décrite par Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : Martinique, Guadeloupe, fréquente dans la Méditerranée.

Tableau 22 : Caractères principaux des espèces du genre *Ardisonnia*

Espèces	Forme	Dimensions (µm)	Côtes	Striation
Ardissonia fulgens	linéaire, extrémités & région médiane légèrement dilatées	D=12	longitudinale axiale peu distincte, marginales bien marquées.	stries fines robustes, 13-15 /10 µm.
Ardisonnia robusta	linéaire-elliptique droite ou légèrement curviligne à extrémités atténuées obtuses	D=30	longitudinales bien distinctes	stries transversales robustes, 5 à /10 µm.

Les frustules des deux espèces sont longues, linéaires chez *Ardissonia fulgens* et linéaire-elliptiques chez *Ardissonia robusta* avec des bandes longitudinales bien distinctes. Chez cette dernière les extrémités sont atténuées obtuses alors que chez *Ardissonia fulgens* les extrémités et la partie centrale des frustules sont légèrement dilatées.

Clé de détermination des espèces du genre *Ardissonia*

1. Frustules linéaires à extrémités et région médiane légèrement dilatées.*Ardissonia fulgens*

1‟. Frustule linéaire elliptique à extrémités atténuées obtuses……..…….*Ardissonia robusta*

Ces deux espèces se différencient par la forme de leurs frustules.

Ordre des Toxariales Round 1990

Famille des *Toxariaceae* Round 1990

Genre *Toxarium* Bailey 1854

Les frustules sont allongés sur l‟axe apical et isovalvaires. Les valves sont à contour rectiligne ou ondulée, souvent dilatées au centre et aux extrémités. L‟aire axiale centrale ou sternum est absente. L‟aréolation est plutôt irrégulièrement ponctuée avec l‟absence de champs de pores apicaux.

***Toxarium undulatum* (Bailey, 1854) (Pl. 9A-B)**

Syn. : *Synedra undulata* (Bailey) Gregory 1857

Les cellules sont solitaires, plus ou moins arquées avec les bords valvaires ondulés. Les valves sont élargies dans la partie médiane et dilatées arrondies aux apex. L‟ornementation est finement ponctuée-striée.

Dimension : longueur 260 µm, diamètre 8 µm.

Notre spécimen est morphologiquement identique à ceux rencontrés par Paulmier (1993), Al Yamani & Saburova (2011) et Stidolph *et al.* (2012). Mais l'espèce est très souvent appelée *Synedra undulata* car ce genre est considéré par certains auteurs comme un sous-genre de *Synedra.*

Ecologie et distribution : espèce marine et estuarienne, fréquente dans les eaux tropicales et subtropicales.

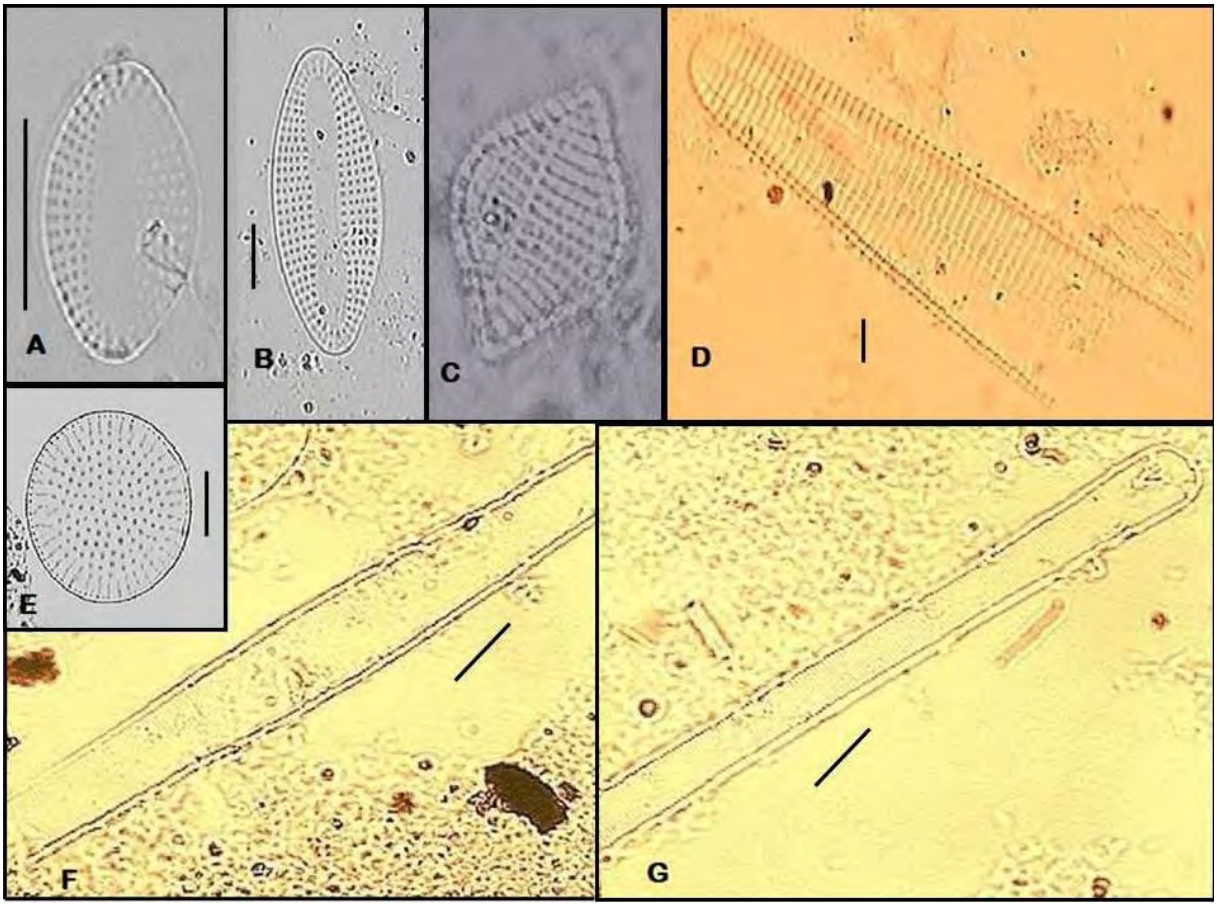


Planche 8. A : *Delphineis surirella*, vue valvaire ; B : *Delphineis surirella var. australis,* vue valvaire ; C : *Raphoneis amphiceros var. rhombica*, vue valvaire ; D : *Ardisonnia robusta* : vue valvaire montrant une extrémité atténuée obtuse ; E : *Psammodiscus nitidus*, vue valvaire ; F-G : *Ardissonia fulgens*, (F) montrant la partie centrale dilatée et (G) une extrémité dilatée.

Ordre des Thalassionematales Round in Round et al. 1990

Famille des *Thalassionemataceae* Round in Round et al. 1990

Genre *Thalassionema* Grunow 1902

Les cellules sont rectangulaires en vue cingulaire, isopolaires ou hétéropolaires. En vue valvaire elles sont faiblement ou distinctement dilatées au centre et aux apex, ou arrondies à un apex et légèrement effilées à l'autre. Le sternum est large et l'aire axiale distincte. Les valves présentent un profil linéaire avec un rang d'aréoles (granules) marginales (ou courtes côtes).

Les cellules sont en colonies étoilées et en zigzag, unies par de petits coussinets mucilagineux.

***Thalassionema bacillare* (Heiden) Kolbe (Pl. 9C)**

La valve est linéaire avec une partie centrale un peu élargie et des apex arrondis. L‟aire axiale est distincte et ornementation formée d‟un rang d‟aréoles (granules) marginales.

Dimensions : longueur 82 µm, diamètre 4 µm.

Notre spécimen est morphologiquement identique à ceux décrits par Hasle *et al.* (1996) et Rivera *et al.* (2006).

Ecologie et distribution : espèce signalée dans les eaux des régions chaudes.

Ordre des Rhabdonematales Round and Crawford in Round et al. 1990

Famille des *Rhabdonemataceae* Round and Crawford in Round et al. 1990

Genre *Rhabdonema* Kützing 1844

Les frustules robustes sont tabulaires en vue connective. Les valves isopolaires, linéaires-lancéolées ont un pseudoraphé étroit. Les bandes intercalaires et septa internes sont nombreux avec une ou plusieurs “fenêtres” ou foramen rompant la monotonie de la valve. La striation est côtelée et transapicale.

Les cellules sont en chaînes rubanées compactes, épiphytiques, fixées au substratum par un coussinet mucilagineux.

***Rhabdonema adriaticum* Kuetz (Pl. 9D)**

Les cellules sont rectangulaires en vue connective, avec les angles arrondis et hyalins. Les valves sont linéaires-elliptiques avec une striation transversale, 8-9/10 µm. De nombreux septa, percés de trois fenêtres, sont présentes, la centrale de taille variable.

Notre spécimen présente les caractères morphologiques proches de ceux de Peragallo & Peragallo (1908), de Boyer (1916), de Sournia (1968), de Paulmier (1993) et de Stidolph *et al.* (2012).

Ecologie et distribution : espèce littorale cosmopolite, plus rare dans les mers froides.

***Rhabdonema punctatum* (Hawey & Bailey) Stodder ex Boyer, 1926 (Pl. 9E)**

Les cellules sont aplaties, solitaires ou formant des chaînes rubanées. En vue connective le contour est quadrangulaire avec des angles arrondis et hyalins. La ceinture est élargie par de nombreuses bandes intercalaires, ainsi que de nombreux septa et foramen. L‟ornementation est striée avec des ponctuations plus ou moins régulièrement disposées.

Dimension : diamètre 85 µm, longueur 145 µm.

Notre espèce a été identifiée à partir des travaux de Sournia (1968), de Paulmier (1993) et de Stidolph *et al.* (2012).

Ecologie et distribution : espèce marine littorale tropicale.

Tableau 23 : Caractères principaux des espèces du genre *Rhabdonema*

Espèces	Forme	Ornementation	Septum & foramen
Rhabdonema adriaticum	tabulaire rectangulaire, angles arrondis & hyalins	stries transversales, ceinture + bandes intercalaires	nombreux septa, 3 foramen
Rhabdonema punctatum	tabulaire quadrangulaire, angles arrondis & hyalins	stries avec ponctuations à disposition +/- régulière, ceinture + bandes intercalaires	nombreux septa & foramen

Ce tableau montre que *R. adriaticum* et *R. punctatum* sont observés en vue connective sous forme tabulaire avec des bandes intercalaires et septa visibles, montrant également l‟emplacement des foramen qui sont au nombre de 3 chez la première et plusieurs chez la deuxième. La striation est ponctuée et plus ou moins régulièrement disposée chez *R. punctatum*.

Clé de détermination des espèces du genre de *Rhabdonema*

1. Présence de 3 foramen……*Rhabdonema adriaticum*

1‟. Présence de plusieurs foramens……*Rhabdonema punctatum*

Le nombre de foramen est le principal caractère morphologique qui permet de distinguer ces deux espèces du genre *Rhabdonema*.

Ordre des Striatellales Round 1990

Famille des *Striatellaceae* Kützing 1844

Genre *Grammatophora* Ehrenberg 1839

Les frustules sont quadrangulaires en vue connective, oblongues ou oblongue-elliptiques en vue valvaire. Les valves sont isopolaires avec des bords droits, convexes ou ondulés et la présence d‟un pseudoraphé. Deux septa droits ou sinueux, bien définis, sont visibles en vue connective, montrant une “fenêtre” médiane. Les ponctuations sont disposées en stries transversales et les bandes intercalaires nombreuses.

Ces cellules forment des chaînes ou colonies en zigzag

***Grammatophora hamulifera* Kützing (Pl. 9F)**

Syn.: *Grammatophora angulosa var. hamulifera* Kuetz*:*

Le frrustule est rectangulaire en vue cingulaire avec deux septas terminés en crochet. Les stries sont transapicales et fines, 15 dans 10 µm.

Dimensions: longueur 23 µm, largeur 16 µm.

Notre spécimen a été identifié grâce aux travaux de Boyer (1916), de Peragallo & Peragallo (1908), de Rivera & Gebauer (1989) et de Moura *et al.* (2007).

Ecologie et distribution : espèce littorale.

***Grammatophora marina* (Lyngbye) Kützing (Pl. 9I)**

Le frustule est rectangulaire en vue connective, linéaire-elliptique et renflée au centre avec des extrémités arrondies en vue valvaire. Les septa sont légèrement onduleux (deux ondulations) et se terminent par un nodule. 15 stries/10 µm.

Dimensions : longueur 30 µm, largeur 18 µm.

Les travaux de Boyer (1916), de Peragallo & Peragallo (1908), de Moura et al. (2007) et de Al Kandari et al. (2009) nous ont permis d"identifier cette espèce.

Ecologie et distribution : espèce littorale fréquente dans les eaux chaudes et tempérées..

***Grammatophora oceanica* Ehrenberg 1841 (Pl. 9G)**

Les frustules sont rectangulaires en vue connective. Les septa ont une seule et légère ondulation près de la base et se terminent en formation nodulaire. Les valves sont linéaires, légèrement renflées au milieu.

Les stries transapicales sont finement ponctuées, 25-28 dans 10 µm.

Dimensions : longueur 27 µm, largeur 10 µm.

Cette description est identique à celles de Peragallo & Peragallo (1908), de Al Kandari *et al.* (2009) et de Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce marine cosmopolite.

***Grammatophora oceanica f. minuscula* Per. (Pl. 9H)**

Elle ne diffère de *G. oceanica* que par sa taille très réduite mais le spécimen que nous avons rencontré est plus ou moins carré.

Dimensions : longueur du côté 15 µm.

L"espèce a été identifiée grâce aux travaux de Peragallo & Peragallo (1908).

Ecologie et distribution : espèce très répandue.

Tableau 24 : Caractères principaux des espèces du genre *Grammatophora*

Espèces	Forme	Dimensions (µm)	Septum	Striation
Grammatophora hamulifera	rectangulaire (VC)	L=23 l=16	terminé en crochet	stries transapicales fines, 15/10 µm
Grammatophora marina	rectangulaire (VC), linéaire-elliptique, centre renflé, extrémités arrondies (VV)	L=30 l=18	onduleux (2 ondulations) terminés par un nodule	15 stries/10 µm
Grammatophora oceanica	rectangulaire (VC), linéaires, légèrement renflées au milieu (VV)	L=27 l=10	légère ondulation vers base, nodule terminal	stries transapicales finement ponctuées, 25-28 /10 µm

Grammatophora oceanica f. minuscula	carré	côté= 15	légère ondulation vers base, nodule terminal	stries transapicales finement ponctuées

L'analyse de ce tableau montre que les deux septa ne se terminent en crochet que chez *G. hamulifera*. Chez les autres ils se terminent en formation nodulaire avec à la base deux ondulations chez *G. marina* et une ondulation chez *G. oceanica* et *G. oceanica f. minuscula*. Ces deux dernières ne diffèrent que par leur taille (Peragallo & Peragallo, 1908) mais ici les frustules sont carrés chez *G. oceanica f. minuscula.*

Clé de détermination des espèces du genre *Grammatophora*

1. Septa terminés en crochet……*G. hamulifera*

1'. Septa non terminés en crochet

2. Septa avec 2 ondulations à la base……...……....*G. marina*

2'. Septa avec une ondulation

3. Cellule carrée de 15 µm de côté ……..……*G.oceanica f. minuscula*

3'. Cellules rectangulaires (27 µm x 10 µm)……...……..…*G. oceanica*

Les principaux caractères qui ont permis de distinguer ces quatre espèces sont la forme des septa et celle des cellules.

Ordre des Climacospheniales Round 1990

Famille des *Climacospheniaceae* Round 1990

Genre *Climacosphenia* Ehrenberg 1843

Le frustule est cunéiforme en vue connective et claviforme en vue valvaire, relativement allongé sur l'axe apical. Les valves sont hétéropolaires et présentent sur toute la longueur un septum ou cloison, percé de "fenêtres" bien ouvertes. Absence de pseudoraphé apparent, mais deux lignes longitudinales submarginales.

***Climacosphenia moniligera* Ehrenberg (Pl 10 C)**

Les frustules sont cunéiformes très allongés et présentent sur toute leur longueur une cloison percée de longues ouvertures séparées par des bandes généralement assez larges. Les valves sont claviformes, arrondies, sans pseudo-raphé mais avec deux lignes longitudinales submarginales. Les stries sont ponctuées et relativement visibles, 16 à 17 en bas, 19 à 20 en haut sur les valves, 13 de haut en bas sur les connectifs.

Dimensions : longueur 190 µm.

En vue connective : base 37 µm, longueur 210 µm.

Les travaux de Peragallo & Peragallo (1908), de Cupp (1943), de Paulmier (1993), de Siqueiros-Beltrones *et al.* (2004) et de Siqueiros-Beltrones & Hernández-Almeida (2012) nous ont permis d'identifier cette espèce.

Ecologie et distribution : espèce littorale plus fréquente dans les eaux chaudes tropicales et subtropicales.

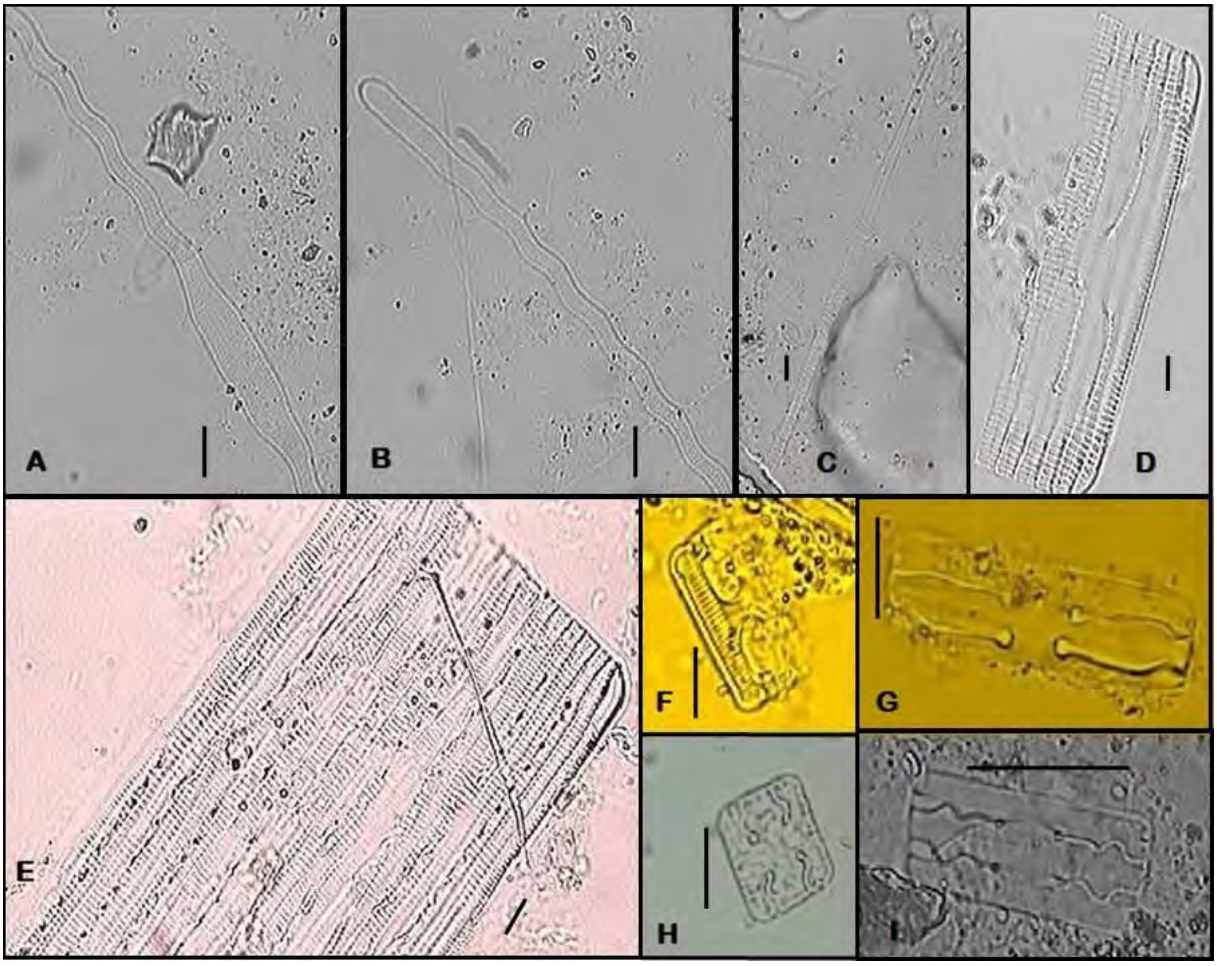


Planche 9. A-B : *Toxarium undulatum*, (A) montrant la partie centrale élargie et (B) l‟apex dilaté arrondi ; C : *Thalassionema bacillare*, vue valvaire ; D : *Rhabdonema adriaticum*, frustule tabulaire avec l‟emplacement des foramen visible entre les bandes intercalaires ; E : *Rhabdonema punctatum,* frustule tabulaire montrant des ponctuations irrégulièrement dispersées le long des bandes intercalaires ; F : *Grammatophora hamulifera*, vue connective ; G : *Grammatophora oceanica*, vue connective ; H : *Grammatophora oceanica f. minuscula*, vue connective ; I : *Grammatophora marina*, vue connective.

- **Classe des *Bacillariophyceae* Haeckel 1878 (Diatomées pennées raphidées)**

Sous-classe des *Bacillariophycidae* (Haeckel 1878) Mann 1990

Cette sous-classe comprend les ordres suivants : Lyrellales, Mastogloiales, Achnanthales, Naviculales, Thalassiophysales, Bacillariales, Rhopalodiales, Surirellales.

Ordre des Lyrellales Mann 1990

Famille des *Lyrellaceae* Mann 1990

Genre *Lyrella* Karayeva 1978

Proche du genre *Navicula* dont il est issu, il regroupe un certain nombre d'espèces caractérisées par deux aires hyalines en forme de H ou de doubles lyres ou lyriformes, se joignant au niveau du nodule central. Elles sont prolongées par des extensions latérales qui n'atteignent pas les apex.

***Lyrella abrupta* (Gregory) Mann 1990 (Pl. 10B)**

Syn. : *Navicula abrupta (Gregory) Donkin*

Navicula hennedyi var. crassa Per.

Les valves sont elliptiques-lancéolées à apex arrondis ; le raphé est droit et l'aire axiale étroite, plus large au milieu. Cette aire axiale est transversalement prolongée par des extensions latérales rétrécies au milieu de la valve et formant une aire hyaline lyriforme ou en H. Ces extensions sont étroites au milieu mais s'élargissent vers les apex qu'elles n'atteignent pas. La surface valvaire est striée mais ces stries sont interrompues par l'aire hyaline en H. Les stries transapicales sont parallèles au milieu et radiantes vers les apex, 12-14/10 µm.

Dimensions : longueur 58 µm, diamètre 22 µm.

On a pu identifier cette espèce grâce aux travaux de Al Kandari *et al.* (2009), de Lopes *et al.* (2010) et de Al Yamani & Saburova (2011). Cependant, d'autres auteurs comme Peragallo & Peragallo (1908) et Paulmier (1997) l'avaient nommée *Navicula abrupta*.

Ecologie et distribution : espèce littorale marine cosmopolite.

Ordre des Mastogloiales Mann *in* Round *et al.* 1990

Famille des *Mastogloiaceae* Mereschkowsky 1903

Genre *Mastogloia* Thwaites *in* Wm. Smith 1856

Les frustules sont généralement de forme naviculaire et les valves linéaires-lancéolées, lancéolés-rhombiques ou elliptiques, avec souvent des apex rostrés. L'aire axiale est droite ou indistincte avec la présence ou non d'une gouttière raphéenne. Les nodules polaires sont petits avec parfois un champ central élargi transversalement. Le raphé est droit ou sinueux. Entre la valve et la ceinture se trouve un septum en plaques siliceuses internes marginales, constitué de logettes ou locules en vue valvaire, de plusieurs types.

***Mastogloia exigua* Lewis (Pl. 10A)**

La valve est lancéolée à linéaire-lancéolée avec un raphé. 4 locules ou logettes plus larges au milieu et à contours arrondis sont présentes, formant deux segments dont les bords internes sont parallèles au raphé.

Dimensions : longueur 22 µm, diamètre 10 µm.

M. exigua a été identifiée à partir des travaux de Peragallo & Peragallo (1908), de Boyer (1916), de Paulmier (1993) et de Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite saumâtre et marine.

Ordre des Achnanthales Silva 1962

Deux familles constituent cet ordre, ce sont les *Achnanthaceae* et les *Cocconeidaceae*.

Famille des *Achnanthaceae* Kützing 1844

Genre *Achnanthes* Bory 1822

Les valves sont dissymétriques sur les axes (pervalvaire et transapical), de forme naviculaire, lancéolée ou elliptique, l'une munie d'un raphé, l'autre d'un pseudoraphé. En vue connective, elles apparaissent incurvées dans le même sens, en forme de chevron. L'ornementation est généralement formée d'une ou de deux rangées transapicales striées, rarement avec l'espace entre les rangées, épaissie en de fortes côtes, ou avec la paroi cellulaire entière aréolée.

Les cellules sont solitaires ou unies en chaînes par les surfaces valvaires, la cellule de base fixée à un support par un stipe muqueux plus ou moins long.

***Achnanthes breviceps* Ag. (Pl. 10D-E)**

Les valves sont linéaires-oblongues à largement elliptiques avec des apex cunéiformes, légèrement resserrés (contractées) au milieu. Les frustules en vue cingulaire sont infléchis ; la valve avec raphé (VR) est concave. Le raphé est légèrement plissé, la zone axiale étroite, linéaire. L'aire centrale forme un fascia (stauros) transversal étroit atteignant les marges de la valve. Les stries transapicales sont grossièrement ponctuées, radiantes partout, 8-9 dans 10 µm et croisées par des côtes longitudinales irrégulièrement onduleuses. Au niveau de la valve sans raphé ou araphidée (VA) le sternum est linéaire et très étroit ; les stries transapicales sont parallèles au milieu et radiantes près des apex. Plusieurs chloroplastes brun-dorés sont rangés autour de la ceinture.

Dimensions : longueur 52 µm, diamètre 15 µm (vue cingulaire)

Les travaux de Beltrones & Fuerte (2006) et de Al Yamani & Saburova (2011) nous ont permis d'identifier cette espèce.

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite littorale, marine et saumâtre.

***Achnanthes brevipes var. intermedia* Agardh (Pl. 10F-G)**

Syn. : *Achnanthes intermedia* Kützing 1833

Achnanthes subsessilis Kützing 1833

Les frustules en vue cingulaire sont infléchis au milieu, les valves linéaires à apex largement arrondis. La valve avec le raphé est concave et ce raphé est légèrement plié, la zone axiale étroite, linéaire. L'aire centrale forme un fascia transversal étroit atteignant les marges de valve ; la valve sans raphé avec un sternum très étroit, linéaire. Les stries transapicales sont grossièrement ponctuées, 6-9 dans 10 µm, croisées par côtes longitudinales irrégulièrement onduleuses. Deux ou plusieurs chloroplastes brun-doré sont disposés autour de la ceinture.

Dimensions : longueur 46 µm, diamètre 12 µm.

L'espèce est morphologiquement identique à celles décrites par Beltrones & Fuerte (2006), El Kandari *et al.* (2009), Al Yamani & Saburova (2011) et Lee *et al.* (2013).

Ecologie et distribution : espèce littorale commune dans des estuaires et des ports où on a des conditions entièrement salines.

***Achnanthes longipes f. lata* Agardh (Pl. 10H)**

Les valves sont linéaires-elliptiques à largement elliptiques à apex cunéiformes, très légèrement rétrécies au milieu ; la valve supérieure a un pseudo-raphé formé par une côte transversale et la valve inférieure avec une aire axiale et un stauros étroit ; les côtes sont robustes sur les deux valves.

Dimensions : longueur 35 µm, diamètre 15 µm.

Elle est morphologiquement identique à celles décrites par Peragallo & Peragallo (1908).

Ecologie et distribution : espèce saumâtre et marine très répandue, présente le long des côtes et dans les estuaires.

***Achnanthes subconstricta* (Meister) Toyoda (Pl. 10I)**

Syn. : *Achnanthes javanica var. subconstricta* Meister 1932.

Les valves sont linéaires-elliptiques, resserrées au milieu et à apex cunéiformes. En vue cingulaire elle est légèrement courbée. Les stries sont bi-à tétraseriées sur les deux valves avec 4-5 stries dans 10 µm sur la valve araphidée et 5-6 stries dans 10 µm sur la valve raphidée. Les valves internes présentent des côtes transversales épaissies et les stries transapicales sont légèrement radiales. Des orbicules terminales sont présentes au niveau des deux apex.

Dimensions : longueur 80 µm, diamètre 15 µm.

Cette forme ressemble à celle décrite par Lee *et al.* (2013).

Ecologie et distribution : espèce côtière et estuarienne.

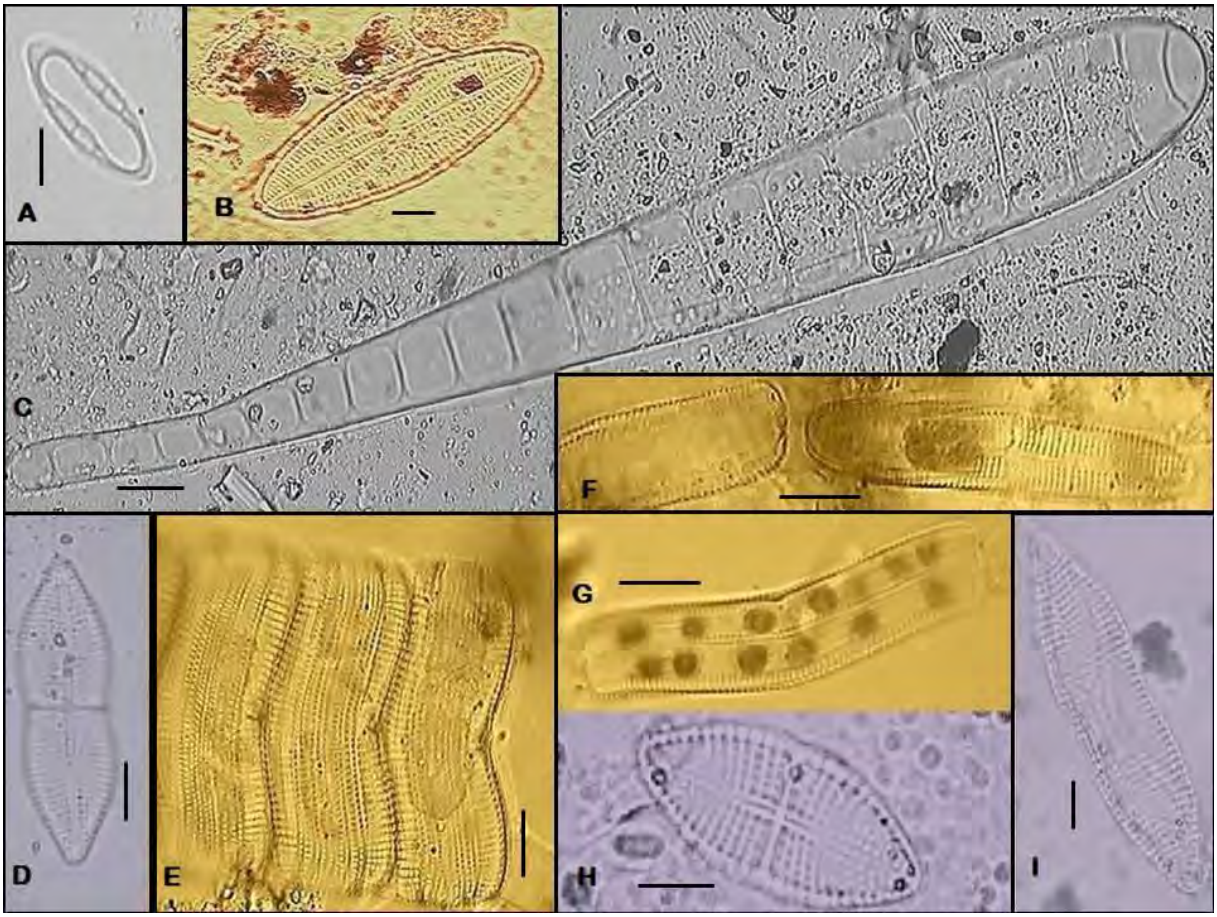


Planche 10. A : *Mastogloia exigua*, vue valvaire ; B : *Lyrella abrupta*, vue valvaire. C : *Climacosphenia moniligera* : vue valvaire montrant le cloisonnement ; D-E : *Achnanthes breviceps*, (D) vue valvaire et (E) colonie de 3 cellules en vue cingulaire ; F-G : *Achnanthes brevipes var. intermedia*, (F) vue valvaire et (G) vue cingulaire ; H : *Achnanthes longipes f. lata*, vue valvaire ; I : *Achnanthes subconstricta*, vue valvaire montrant les orbicules aux apex.

Tableau 25 : Caractères principaux des espèces du genre *Achnanhes*

Espèces	Forme générale	VR	VA	Ornementation
Achnanthes breviceps	linéaire-oblongue à largement elliptique, légèrement infléchie au milieu, apex cunéiformes	concave, raphé légèrement plissé, zone axiale étroite, linéaire, fascia (stauros) transversal étroit atteignant les marges	sternum linéaire, très étroit	stries transapicales grossièrement ponctuées, radiantes, côtes longitudinales irrégulièrement onduleuses(VR) ; stries transapicales parallèles au vers apex (VA)
Achnanthes brevipes var. intermedia	linéaire à apex largement arrondis	concave, raphé légèrement plié, zone axiale étroite, linéaire, fascia transversal étroit atteignant marges	sternum très étroit, linéaire,	stries transapicales sont grossièrement ponctuées, côtes longitudinales irrégulièrement onduleuses

Achnanthes longipes f. lata	linéaire-elliptique à largement elliptique à apex cunéiformes, très légèrement rétrécie au milieu	aire axiale & stauros étroits	pseudo-raphé en une côte transversale	côtes robustes sur les 2 valves
Achnanthes subconstricta	linéaire-elliptique à apex cunéiformes pourvus d'orbicules terminales	légèrement courbée	légèrement courbée	stries bi-à tétraseriées, côtes transversales épaissies & stries transapicales légèrement radiales (VR)

Achnanthes subconstricta est la seule à disposer d'orbicules terminales aux apex. Chez *A. breviceps var. intermedia* les valves sont linéaires alors qu'elles sont linéaires-elliptiques et très légèrement rétrécies au milieu chez *A. longipes*. Les valves sont également légèrement rétrécies en leur milieu mais ont une forme linéaire-oblongue à largement elliptique chez *A. breviceps*.

Clé de détermination des espèces du genre *Achnantes*

1. Présence d'orbicules terminales aux apex…….*A. subconstricta*

1' Absence d'orbicules terminales aux apex

2. Valves linéaires…….……*A. brevipes var. intermedia*

2' Valves avec une autre forme

3. Valves linéaires-oblongues à largement elliptiques, légèrement rétrécies au milieu.....*A. breviceps*

3' Valves linéaires elliptiques, très légèrement rétrécies au milieu…*A. longipes f. lata*

La forme générale des valves et la présence ou l'absence d'orbicules permettent de distinguer ces différentes espèces.

Famille des *Cocconeidaceae* Kützing 1844

Genre *Cocconeis* Ehrenberg 1837

Les cellules sont épiphytiques ou épibiontiques, tychoplanctoniques, habituellement solitaires et sessiles.

Les valves, dissemblables, sont elliptiques, ovales ou presque discoïdales, dissymétriques sur les axes pervalvaire et transapical. La valve supérieure (VA) présente un espace hyalin, médian longitudinal ou pseudoraphé et la valve inférieure (VR) un raphé ; deux nodules polaires et un central sont présents. L'ornementation est ponctuée ou loculée et côtelée, disposée en bandes ou non. Les valves sont parfois cintrées sur l'axe apical.

Cocconeis placentula Ehr. (Pl. 11A)

Les valves sont elliptiques ; la valve supérieure à une aire centrale étroite et linéaire. Les stries, au nombre de 2 dans 10 µm sont parallèles et forment des bandes longitudinales ondulées. La valve inférieure a une bordure marginale et des stries légèrement radiantes et finement ponctuées au nombre de 23/10µm.

Dimensions : diamètre 12 µm, longueur 18 µm.

Les espèces décrites par Peragallo & Peragallo (1908), Boyer (1916), Paulmier (1997) et Martin *et al.* (2007) sont morphologiquement identiques à la nôtre.

Ecologie et distribution : espèce commune des eaux douces, salées et saumâtres.

***Cocconeis scutellum* Ehr. (Pl. 11B)**

Syn. : Rhaphoneis scutellum Ehrenberg 1844

Les valves sont elliptiques ; la valve supérieure présente de grosses ponctuations disposées en lignes rayonnantes finissant près des bords en une couronne marginale d'expansions triangulaires finement ponctuées ; la valve inférieure dispose d‟un raphé droit, d‟une aire axiale très droite, centrale petite et arrondie ; les stries radiales sont finement ponctuées avec 8-10/10 µm s‟unissant prés des bords en une couronne marginale loculiforme.

Elle a été rencontrée par Peragallo & Peragallo (1908), Paulmier (1997), Cramer *et al.* (2007), Sar (2007) et Siqueiros-Beltrones & Hernández-Almeida (2012).

Ecologie et distribution : espèce marine vivant souvent le long des côtes

***Cocconeis scutellum var. ornata* Grun (Pl. 11C)**

Syn. : *Raphoneis marginata* Grun.

Diffère du type par les grosses ponctuations carrées de sa valve supérieure nettement arrangées en lignes transversales rayonnantes et longitudinales droites ou excentriques.

Dimensions : longueur 20-30 µm, diamètre 13-18 µm.

L‟identification de cette espèce a été faite à partir des travaux de Peragallo & Peragallo (1908) et de Boyer (1916).

Cependant, le spécimen décrit par Al Kandari *et al.* (2009) comme étant *Cocconeis guttata* Hustedt & Aleem est identique au nôtre, avec de grosses ponctuations carrées alors que dans les travaux de Sar (2007) et Al Yamani & Saburova (2011) *C. guttata* présente des ponctuations arrondies.

Ecologie et distribution : espèce marine signalée en Océan Atlantique et dans les eaux Koweitiennes.

Tableau 26 : Caractères principaux des espèces du genre *Cocconeis*

Espèces	Forme	Dimensions (µm)	Valve supérieure	Valve inférieure
Cocconeis placentula	elliptiques	D=12 L=18	aire centrale étroite & linéaire, stries parallèles en bandes longitudinales ondulées	bordure marginale & stries légèrement radiantes, finement ponctuées, 23/10µ
Cocconeis scutellum	elliptiques	D=6 L=16	grosses ponctuations rayonnantes terminées en couronne marginale d'expansions triangulaires finement ponctuées	raphé droit, aire axiale droite, petite & arrondie, stries radiales finement ponctuées 8-10/10 µ formant couronne marginale loculiforme
Cocconeis scutellum var. ornata	elliptiques	L=20-30 D=13-18	grosses ponctuations carrées en lignes transversales rayonnantes & longitudinales droites ou excentriques	-

De l'analyse de tableau, il ressort que *Cocconeis placentula* est la seule parmi les trois espèces rencontrées à avoir des stries formant des bandes longitudinales ondulées. Par contre chez les autres l'ornementation est formée de grosses ponctuations carrées chez C. *scutellum var. ornata* et de ponctuations plus ou moins grosses et arrondies chez *Cocconeis scutellum*.

Clé de détermination des espèces du genre *Cocconeis*

1. Stries formant des bandes longitudinales ondulées……..*C. placentula*

1' Stries ne formant pas de bandes longitudinales ondulées

2. Ornementation formée de grosses ponctuations carrées……...*C. scutellum var. ornata*

2'. Ornementation formée de ponctuations +/- grosses et arrondies…….……....*C. scutellum*

Ordre des Naviculales Bessey, 1907

Cet ordre comprend les sous-ordres que sont les *Sellaphorineae*, les *Diploneidineae* et les *Naviculineae*.

Sous-ordre des *Sellaphorineae* D.G. Mann, *in* F.E. Round *et al.,* 1990

Famille des *Sellaphoraceae* Mereschkowsky, 1902

Genre *Fallacia* Stickle & Mann 1990

Les valves sont elliptiques à lancéolées à surface plate, se courbant près de la marge avec un système raphé double. La zone hyaline est lyriforme ou en H et est prolongée par des extensions latérales qui atteignent les apex contrairement au genre *Lyrella* Karajeva.

***Fallacia forcipata* (Greville) Stickle and Mann (Pl. 11D)**

Syn. *: Navicula forcipata* Grev.M.

Les valves sont linéaires avec des extrémités subarrondies à arrondies ; l'aire axiale est prolongée par des extensions latérales formant une aire hyaline lyriforme ou en H. les extensions latérales sont rétrécies au milieu de la valve. Elles sont étroites au milieu mais

s‟élargissent vers les apex qu‟elles atteignent. La surface valvaire est striée mais ces stries sont interrompues par l‟aire hyaline en H.

Dimensions : longueur 38 µm, diamètre 13 µm.

Cette même forme a été rencontrée par Lopes *et al.* (2010) et Stidolph *et al.* (2012), ce qui nous a permis de l‟identifier. Mais, dans les travaux de Peragallo & Peragallo (1908) et de Paulmier (1997), elle a été identifiée sous le nom de *Navicula forcipata* Grev.M.

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite, marine à saumâtre.

Sous-ordre des *Diploneidineae* Mann 1990

Famille des *Diploneidaceae* Mann 1990

Genre *Diploneis* (Ehrenberg) Cleve 1894

Les cellules sont solitaires, libres et benthiques littorales.

Les valves sont elliptiques, linéaires-elliptiques ou panduriformes, avec des apex arrondis ou cunéiformes. Le raphé est droit et les nodules alignés ; le nodule central est quadrangulaire pouvant être très développé. L‟aire axiale présente des côtes et bourrelets plus ou moins robustes, de part et d‟autre du raphé ; le champ hyalin est médian et prolongé par des expansions longitudinales fourchues ou des cordons siliceux. Cette structure est bordée de sillons ou de plis lisses et hyalins ou contenant un rang d‟aréoles perlées pouvant s‟intercaler avec des côtes transversales. Des aires lunulées sont parfois présentes en arrière des sillons. L‟aréolation est côtelée alvéolée.

***Diploneis bombus* (Ehrenberg) Ehrenberg ex Cleve (Pl. 11E)**

Les valves sont panduriformes avec une constriction médiane profonde. La structure de l‟aire axiale typique du genre, bordée par deux petites côtes longitudinales. Les valves sont ornées de côtes légèrement radiantes, croisées par des plis longitudinaux (3-5) donnant un aspect ponctué ou réticulé, 9-10 côtes/l0 µm.

Dimensions : diamètre des lobes 19 µm, longueur des valves 59 µm.

L‟espèce a été décrite de la même manière par Peragallo & Peragallo (1908), Paulmier (1993, 1997), Fernandes *et al.* (1999), Moura *et al.* (2007) et Stidolph *et al.* (2012).

Distribution : espèce cosmopolite épiphyte, marine, rencontrée le plus souvent dans les eaux littorales.

***Diploneis elliptica* (Kuetz.) Cl. (Pl. 11F)**

Syn. : *Diploneis ovalis* Hilse

La valve est elliptique avec un nodule central grand ; les sillons sont étroits et courbés près des apex ; les stries sont ponctuées, de plus en plus rayonnants vers les extrémités, 10 à 13 dans 10 µm.

Dimension : longueur 38 µm, diamètre 18 µm.

Peragallo & Peragallo (1908), Fernandes & Souza-Mosimann (1994), Paulmier (1997) ont décrit de la même façon cette espèce.

Distribution : espèce marine, littorale et benthique également présente dans les eaux saumâtres ou douces.

***Diploneis gruendleri* (A. Schmidt) Cleve (Pl 11G)**

La valve est panduriforme avec une constriction médiane profonde et resserrée. L"aire axiale est bordée de deux lignes d"alvéoles, les sillons étroits ; la structure est côtelée-ponctuée, 8/10 µm. Les côtes sont transversales et croisées par 3 à 7 côtes longitudinales et interrompues au milieu à la marge.

Dimensions : longueur 44 µm, diamètre des lobes 20 µm.

Les spécimens de Boyer (1916), Paulmier (1993, 1997), Fernandes & Souza-Mosimann (1994) et Stidolph *et al.* (2012) sont morphologiquement identiques au nôtre.

Ecologie et distribution : espèce marine, néritique.

***Diploneis weissflogii* (A. Schmidt) Cleve (Pl. 11H)**

L"espèce présente une valve panduriforme à convexité atténuée, avec une légère constriction médiane. L"aire axiale raphéenne est étroite, bordée par deux petites côtes longitudinales d"abord rectilignes puis convergeant vers les extrémités. La structure, transversale et axiale, est double. Les côtes sont légèrement radiantes, plus espacées au niveau de la constriction, 12-14 stries/10 µm.

Dimension : longueur 60 µm, diamètre 22 µm

L"espèce a été identifiée grâce aux travaux de Fernandes et al. (1999) et de Moura *et al.* (2007).

Ecologie et distribution :

Tableau 27 : Caractères principaux des espèces du genre *Diploneis*

Espèces	Forme	Dimensions (µm)	Aire axiale	Ornementation
Diploneis bombus	panduriforme à constriction médiane profonde	D lobe=19 L valve=59	bordée de 2 petites côtes longitudinales	côtes légèrement radiantes croisées (3-5) plis longitudinaux ponctués ou réticulés, 9-10 côtes/l0 µ
Diploneis elliptica	elliptique	L =38 D=18	nodule central grand, sillons étroits, courbés vers apex	stries ponctuées, rayonnants vers extrémités (10 à 13/10 µm)
Diploneis gruendleri	panduriforme à constriction médiane profonde	L= 44 D lobe=20	bordée de 2 lignes d"alvéoles, sillons étroits	côtes transversales croisées 3 à 7 côtes longitudinales, interrompues au milieu à la marge; structure côtelée ponctuée (8/10 µm)
Diploneis weissflogii	panduriforme à convexité atténuée, légère constriction médiane	L=60, D lobe= 22	étroite, 2 petites côtes longitudinales rectilignes, convergeant vers extrémités	double structure transversale & axiale, côtes légèrement radiantes, plus espacées vers constriction, 12-14 stries/10 µ

Parmi les quatre espèces rencontrées, seule *Diploneis elliptica* présente des valves elliptiques ; chez les autres elles sont pandurifomes mais avec une aire axiale bordée de deux lignes d‟alvéoles chez *Diploneis gruendleri.* Les valves de *Diploneis weissflogii* présentent une légère constriction médiane et une convexité atténuée alors que celles de *Diploneis bombus* sont profondément constrictées avec donc une forte convexité.

Clé de détermination des espèces du genre *Diploneis*

1. Valve elliptique……...……..…….*D. elliptica*

1‟. Valve panduriforme

2. Aire axiale bordée de 2 lignes d‟alvéoles……...……*D. gruendleri*

2‟. Aire axiale bordée de 2 côtes longitudinales

3. Valve à légère constriction médiane, convexité atténuée……*D. weissflogii*

3‟. Valve à profonde constriction médiane……..….. *Diploneis bombus*

Chez le genre *Diploneis*, la forme des valves et l‟ornementation autour de l‟aire axiale permettent de distinguer les espèces rencontrées.

Sous-ordre des *Naviculineae* (Bessey 1907) Hendey 1937

Les *Plagiotropidaceae*, les *Pleurosigmataceae* et les *Naviculaceae* sont les différentes familles rencontrées dans ce sous-ordre.

Famille des *Naviculaceae* Kützing 1844

Les genres *Navicula* et *Trachyneis* représentent cette famille.

Genre *Navicula*

Les cellules sont solitaires, le plus souvent mobiles, ou coloniales parfois en gaines ou tubes mucilagineux.

Les frustules sont de configuration variable. Les valves sont symétriques par rapport à l‟axe longitudinal, linéaires, lancéolées, rhombiques ou elliptiques. L‟aire axiale valvaire est toujours bien définie et le raphé non caréné. Les nodules polaires et central sont alignés. La ceinture est habituellement simple mais finement ornementée. La surface valvaire présente une aréolation ponctuée, disposée en stries transversales ou à tendance radiaire et convergente, ou encore en granules dispersés.

***Navicula cancellata* Donkin 1873 (Pl. 11I)**

Le frustule est rectangulaire, resserré au milieu en vue cingulaire. Les valves sont linéaires-lancéolées, avec des apex subaigus ou subarrondis. Le raphé est droit, l‟aire axiale indistincte et l‟aire centrale arrondie. Les stries transapicales sont robustes, 5 à 7 dans 10 µm, distinctement linéolées, les médianes légèrement radiantes, les extrêmes presque parallèles.

Dimensions : en vue cingulaire, largeur 14 µm, longueur 38 µm.

Elle a identifiée grâce aux travaux de Peragallo & Peragallo (1908), de Paulmier (1997) et de Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce marine cosmopolite.

***Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory (1822) (Pl. 11K)**

Syn. : *Navicula gracilis* Ehrenberg

Navicula transversa Bory

Les cellules sont rectangulaires en vue cingulaire ; les valves linéaires-lancéolées avec des apex obtus, souvent plutôt cunéiformes. Les stries sont parallèles presque partout dans la valve, bien légèrement rayonnantes au centre et légèrement convergentes près des apex. 2 ou 3 paires de stries centrales sont plus courtes, donc la zone centrale est rectangulaire et occupe environ la moitié de la largeur de valve. Les stries comprenant clairement des pores, linéolées, 10-11 dans 10 µm.

Dimensions : longueur de la valve 52-95 µm, diamètre 7-14µm.

Elle a été identifiée grâce aux travaux de Paulmier (1997).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite, fréquemment rencontrée en milieu d‟eau douce.

***Navicula pennata* A. S. (Pl. 11J)**

La valve est lancéolée, subaiguë à aigüe, à aire axiale étroite, souvent unilatérale ; la zone centrale est plus ou moins carrée avec 3 paires de stries centrales plus courtes. Les stries sont radiantes (rayonnantes) grossières et nettement linéolées sur toute la valve, 5 dans 10 µm.

La même espèce a été décrite par Peragallo & Peragallo (1908), Boyer (1916), Paulmier (1997) et Beltrones & Fuerte (2006).

Dimensions : longueur de la valve 50-113 µm, diamètre 7-14µm.

Ecologie et distribution : commune dans la Méditerranée, les mers chaudes, les mangroves.

***Navicula sp* (Pl. 11L)**

Les valves sont lancéolées, avec des apex étroitement rostrés. Les stries très légèrement rayonnantes au centre, devenant convergentes aux apex ; la zone centrale est plus ou moins carrée et les stries centrales étant plus courtes.

Dimensions : longueur 37 µm, diamètre 8 µm.

Tableau 28 : Caractères principaux des espèces du genre *Navicula*

Espèces	Forme	Dimensions (µm)	Aire centrale	Stries
Navicula cancellata	linéaire-lancéolée, apex subaigus ou subarrondis;	VC : l= 14 L= 38	arrondie	transapicales robustes (5-7/ 10 µ), linéolées, légèrement radiantes au milieu, presque parallèles aux apex
Navicula tripunctata	linéaire-lancéolée, apex obtus	L =52-95 D= 7-14	rectangulaire	parallèles, avec pores, linéolées (10-11/10 µm)
Navicula pennata	lancéolée, apex subaiguë à aigüe	L=50-113 D =7-14	+ ou - carrée	radiantes grossières & nettement linéolées, 5/10 µm
Navicula sp	lancéolée, apex étroitement rostrés	L =37 D= 8	+ ou - carrée	rayonnantes au centre, convergentes aux apex

Navicula sp est la seule à présenter des valves avec des apex rostrés. Parmi les autres, les frustules de *N. cancellata* sont les seuls resserrés au milieu. Si les valves de *N. pennata* sont lancéolées avec des stries radiantes grossières, celles de *N. tripunctata* sont linéaire-lancéolées avec des stries radiantes au milieu et convergentes vers les apex.

Clé de détermination des espèces du genre *Navicula*

1. Valve à apex rostrés……..…..……*N. sp*

1‟. Valve à apex non rostrés

2. Frustule rectangulaire resserré au milieu en vue cingulaire……*N. cancellata*

2‟. Frustule rectangulaire non resserré au milieu en vue cingulaire

3. Valve linéaire-lancéolée, stries radiantes au milieu, convergentes vers les apex ……....*N. tripunctata*

3‟. Valve lancéolée, stries toujours radiantes grossières……...……...*N. pennata*

La forme des frustules, celle des valves et de leurs apex et la disposition des stries sont les caractères permettannt de différencier ces espèces du genre *Navicula* rencontrées.

Genre *Trachyneis* Cleve 1894

Les cellules solitaires, libres, benthiques.

Les valves sont lancéolées à elliptiques. L‟aire axiale est généralement étroite mais s‟élargissant vers le centre ou non et occupée par un champ hyalin semblable à un stauros à côtés non parallèles, parfois aussi large que l‟axe transapical. La structure valvaire est complexe, prenant l‟aspect d‟un réseau alvéolaire formé par la superposition de 2 ou 3 plaques de structure différente : fines perforations, locules ou fines striations ponctuées.

***Trachyneis aspera* Ehr. (Pl. 12A-B)**

Syn.: *Trachyneis aspera* var. *pulchella* (Wm. Smith) Cleve, 1894.

Les frustules sont rectangulaires avec des angles arrondis. Les valves sont elliptiques à linéaire-elliptiques avec des apex obtusément ou largement arrondis. L‟aire axiale est étroite

et unilatérale, l‟aire centrale stauronéiforme et le raphé droit. La striation transapicale est composée d'alvéoles rectangulaires disposées en rangées transversales. 6-8/10 µm.

Dimensions : longueur 87 µm, diamètre 15 µm.

Al Kandari *et al.* (2009), Al Yamani & Saburova (2011), Park *et al.* (2012) et Stidolph *et al.* (2012) ont décrit la même espèce.

Ecologie et distribution : espèce marine cosmopolite.

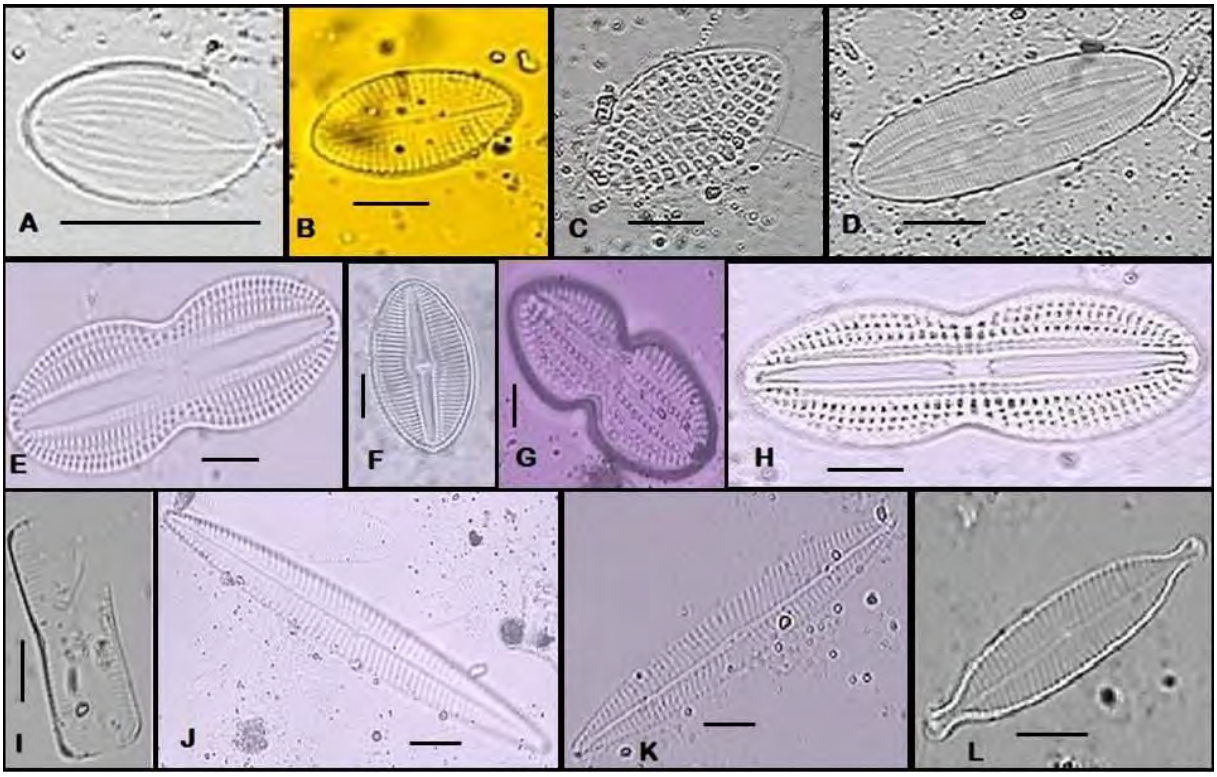


Planche 11. A : *Cocconeis placentula*, vue valvaire ; B : *Cocconeis scutellum*, vue valvaire ; C : *Cocconeis scutellum var. ornata*, vue valvaire ; D : *Fallacia forcipata*, vue valvaire ; E : *Diploneis bombus*, vue valvaire ; F : *Diploneis elliptica*, vue valvaire ; G : *Diploneis gruendleri*, vue valvaire ; H : *Diploneis weissflogii*, vue valvaire ; I : *Navicula cancellata*, vue cingulaire ; J : *Navicula pennata,* vue valvaire ; K : *Navicula tripunctata*, vue valvaire ; L : *Navicula sp*, vue valvaire.

Famille des *Pleurosigmataceae* Mereschkowsky 1903

Elle a deux genres : *Gyrosigma* et *Pleurosigma.*

Genre *Gyrosigma* Hassall 1845

Les cellules sont sigmoïdes en vue valvaire, étroitement rectangulaires en vue cingulaire, solitaires ; celles vivantes ont deux chloroplastes lamelliformes se trouvant le long de chaque côté de la ceinture. Les valves sont bilatéralement symétriques avec un raphé sigmoïde, plus ou moins central (médian) ; le nodule central est petit. Les striations transversale et longitudinale se croisent orthogonalement.

***Gyrosigma attenuatum* (Kuetz.) Cl. (Pl. 12E)**

Syn. : *Gyrosigma hippocampus* (Ehrenberg)

Pleurosigma hippocampus (Ehr.) Wm. Sm

Les valves sont légèrement lancéolées au centre, sigmoïdement déviées vers les apex arrondis. La fente du raphé est plus près de la marge, convexe près des pôles, recourbant légèrement près de la zone centrale. La striation transversale est parallèle et est croisée par une striation longitudinale plus espacée et moins distincte.

Dimensions : diamètre 24 µm, longueur 95 µm.

Ce spécimen présente les mêmes caractères morphologiques que celui de Al Yamani & Saburova (2011). Elle a été décrite comme *Gyrosigma hippocampus* (Ehrenberg) par Boyer (1916).

Ecologie et distribution : espèce marine, estuarienne et d‟eau douce.

***Gyrosigma balticum* (Ehrenberg) Rabenhorst (Pl. 12C-D)**

Syn. : *Pleurosigma balticum* (Ehrenberg) W. Smith 1852

Les valves sont linéaires avec des marges parallèles presque jusqu‟aux extrémités et qui sont soudainement unilatéralement sous-coniques et obtuses ; le raphé est sigmoïde ; les striations transversale et longitudinale sont presque également éloignées, 15 dans 10 µm

Dimensions : longueur 180 µm, diamètre 18 µm.

L‟espèce a été également décrite par Peragallo & Peragallo (1908), Boyer (1916), Paulmier (1997) et Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce littorale marine, estuarienne et d‟eau saumâtre.

Tableau 29 : Caractères principaux des espèces du genre *Gyrosigma*

Espèces	Forme	Dimensions (µm)	Raphé	Striation
Gyrosigma attenuatum	légèrement lancéolée au centre, apex arrondis	D=24 L=95	sigmoïde vers marge, convexe aux apex, recourbant légèrement en zone centrale.	striation transversale parallèle & striation longitudinale + espacée & distincte
Gyrosigma balticum	linéaire, apex sous-coniques & obtus	L=180 D=18	sigmoïde	striations transversale & longitudinale presque également éloignées, 15/10 µm

Chez les espèces du genre *Gyrosigma* les valves sont sigmoïdes mais lancéolées au centre chez *G. attenuatum* et linéaires à marges parallèles chez *G. balticum*. Les apex sont arrondis chez la première et sous-coniques et obtus chez la deuxième.

Clé de détermination des espèces du genre *Gyrosigma*

1. Valve lancéolée en son centre, à apex arrondis……...*Gyrosigma attenuatum*

1‟. Valve linéaire à marges parallèles en son centre, à apex sous-coniques et obtus……..*Gyrosigma balticum*

Genre *Pleurosigma* Smith 1852

Les cellules sont solitaires, libres ou assemblées en colonies dans des gaines mucilagineuses. Les valves sont symétriques, linéaires-lancéolées ou lancéolées-rhombiques, montrant le plus souvent une flexion sigmoïde. L‟aire axiale est étroite ou indistincte, le raphé plutôt sigmoïde, central ou excentré et plus ou moins près du bord marginal. La striation décussée (quinconce), est formée par trois systèmes de stries se coupant à 60°. Les frustules sont rectangulaires en vue connective, avec une ceinture simple.

***Pleurosigma diverse-striatum* Meister 1935 (Pl. 12F)**

Les valves sont sigmoïdes, lancéolées au milieu, légèrement effilées aux apex qui sont intensément arrondis. Le raphé central, fortement sigmoïde, est excentrique près des apex. La courbure du raphé est plus grande que celle de la valve. Le nodule central est arrondi. 18-19 stries obliques dans 10 µm et 16 stries transapicales dans 10 µm. L‟angle de croisement des stries est d'environ 65 º. Les stries situées au milieu de la valve autour de nodule central sont plus grossières que celles situées au niveau des apex.

Dimensions : longueur 104 µm, diamètre 18-22 µm.

L‟espèce décrite est morphologiquement identique à celles rencontrées par Al Kandari *et al.* (2009), Al Yamani & Saburova (2011) et Park *et al.* (2012)

Ecologie et distribution : espèce signalée dans les eaux marines Koweitiennes.

Famille des *Plagiotropidaceae* Mann 1990

Genre *Plagiotropis* Pfitzer 1871

Les cellules, libres et mobiles sont benthiques.

Les valves sont lancéolées ou linéaires-lancéolées avec des apex acuminés ou rostrés. Le raphé droit naviculoïde est disposé sur une carène droite ou biarquée et est placé au centre de la valve ou excentré. Les expansions aliformes valvaires sont plus ou moins développées. L‟aire axiale est indistincte avec un espace dilaté et arrondi au niveau du nodule central. La striation transversale est ponctuée ; la ceinture est simple.

***Plagiotropis lepidoptera* (Gregory) Küntze 1898 (Pl. 7H)**

Syn. : *Amphiprora lepidoptera* Gregory 1857

Tropidoneis lepidoptera var. *mediterranea* Peragallo 1897-1908

Tropidoneis lepidoptera (Gregory) Cleve 1894

Les frustules sont rectangulaires, oblongues, resserrés au milieu, avec des ailes distinctes saillant au dessus et en-dessous du nodule central. Le pli longitudinal est fortement marqué, la

ceinture simple. Les valves sont linéairement lancéolées. Le raphé est central et est porté par une carène. La zone centrale est petite et transversalement dilatée.

Les stries transapicales sont finement ponctuées et parallèles. On note également la présence de chloroplastes lamelliformes ou irréguliers brun-doré arrangés le long de ceinture.

Dimensions : longueur 68 µm, diamètre 25 µm.

L‟identification a été faite grâce aux travaux de Peragallo & Peragallo (1908), de Al Kandari *et al.* (2009) et de Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce marine et d'eau saumâtre, largement distribuée principalement dans zones tempérées.

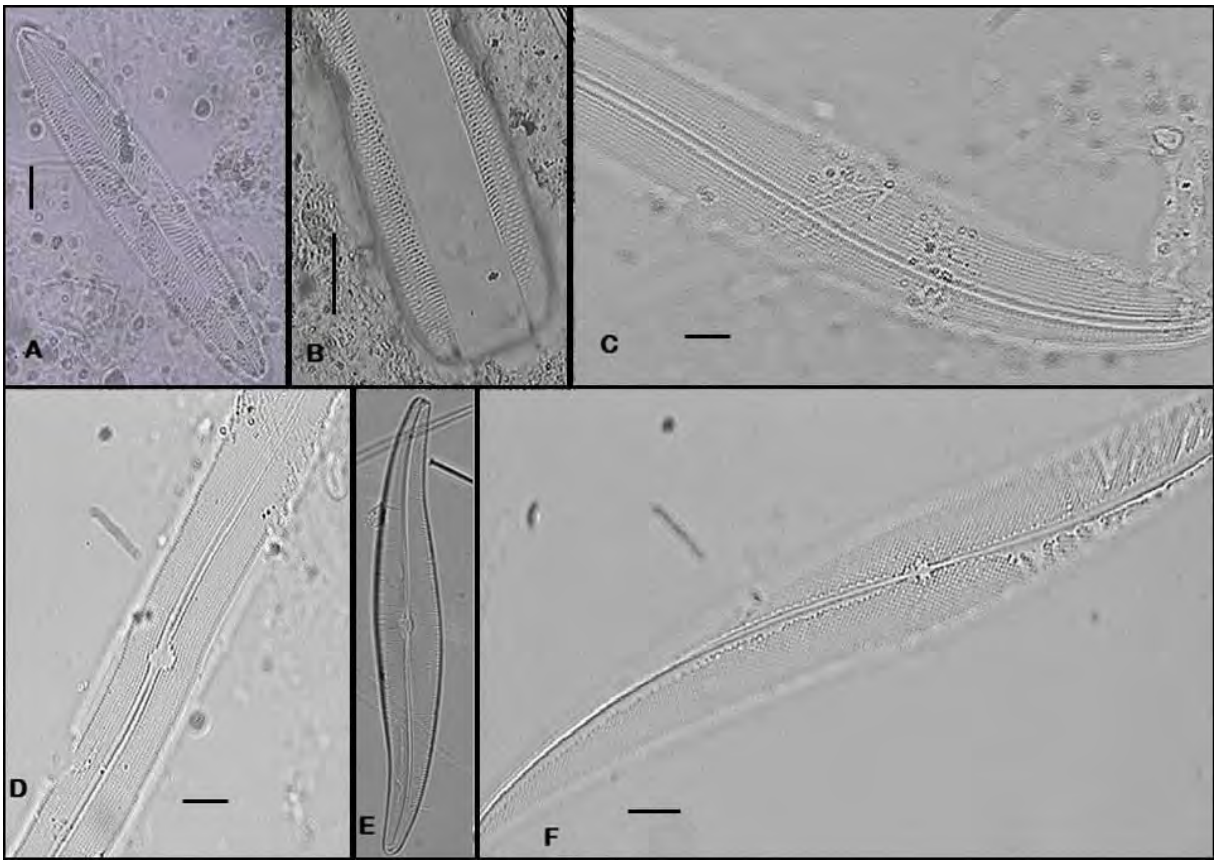


Planche 12. A-B : *Trachyneis aspera,* (A) vue valvaire et (B) vue cingulaire ; C-D : *Gyrosigma balticum,* (C) vue valvaire montrant la striation, le raphé et l‟apex, (D) vue valvaire montrant l‟aire centrale et le parallélisme des marges ; E : *Gyrosigma attenuatum*, valve entière ; F : *Pleurosigma diverse-striatum*, vue valvaire montrant l‟aire centrale, la striation et la position excentrique du raphé ver les apex.

Ordre des Thalassiophysales Mann in Round et al. 1990

Famille des *Catenulaceae* Mereschkowsky 1902

Genre *Amphora* Ehrenberg 1840

Les cellules sont solitaires, libres ou adhérant à un substratum par un film muqueux.

Les frustules sont elliptiques en vue cingulaire avec des extrémités planes, arrondies obtuses ou protractées en forme de secteur sphérique. Les valves sont asymétrriques par rapport à l‟axe longitudinal. La face ventrale est constituée par les deux surfaces valvaires situées sur le même plan, la face dorsale opposée et bombée correspond à la ceinture. Les valves sont courbées ou sub-lunulaires, ou cymbiformes ou encore plus ou moins linéaires. Le raphé est habituellement excentré et ferme la marge ventrale parfois bordée par un bourrelet siliceux. L‟ornementation valvaire est variée, la ceinture plus ou moins complexe avec des bandes intercalaires.

***Amphora bigibba* Grun (Pl. 13A)**

Syn. : *Amphora binodis* var. *bigibba* Grunow 1875

Le frustule est allongé et fortement contracté au milieu. La valve est bigibbeuse avec des extrémités recourbées et un côté ventral nettement gibbeux au centre. Le raphé est du bord ventral. Le coté dorsal avec des stries très lisses, interrompues au milieu.

Dimensions : longueur 15 µm, diamètre 3-5 µm.

Elle a été identifiée grâce aux travaux de Peragallo et Peragallo (1908), de Al Yamani & Saburova (2011) et de Stidolph *et al.* (2012).

Ecologie et distribution : espèce largement distribuée dans les eaux chaudes, signalée dans les eaux Koweitiennes.

***Amphora costata* Sm. (Pl. 13F)**

Les frustules sont elliptiques, avec des extrémités produites et tronquées, et très nettement striées. La valve est cymbiforme avec des extrémités rostrées, un raphé droit et un coté ventral assez étroit, 7 stries en 10 µm distinctement granulées.

Dimensions : longueur 20-22 µm, diamètre 4-5 µm.

L‟identification a été faite grâce aux travaux de Peragallo & Peragallo (1908), de Paulmier (1997) et de Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce marine et estuarienne largement distribuée.

***Amphora proteus* Gregory (Pl. 13B)**

Syn. : *Amphora affinis* var. *proteus* (Gregory) Tempère & Peragallo 1908

Le frustule est elliptique, allongé, à extrémités tronquées ; les valves sont semi-elliptiques avec une marge dorsale convexe, une marge ventrale légèrement concave et des apex obtusément arrondis ; le raphé est biarqué et est éloigné de la marge ventrale. Les aires centrale et axiale sont faibles ou nulles sur le côté dorsal. Les stries transapicales sont radiantes partout sur le côté dorsal et croisées par des côtes longitudinales onduleuses : 9-11 dans 10 µm au milieu, 10-13 dans 10 µm aux apex, 8-12 dans 10 µm au côté ventral.

Dimensions : longueur 29-79 µm, diamètre 8-16 µm.

Ce spécimen présente les mêmes caractères morphologiques que ceux décrits par Peragallo et Peragallo (1908), Al Kandari *et al.* (2009) et Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite répandue le long du littoral marin.

***Amphora turgida* Gregory (Pl. 13C)**

Le frustule est largement elliptique à orbiculaire avec des extrémités rostrées (capitées). Les valves sont semi-lancéolées avec une marge ventrale droite, une marge dorsale large et arquée et des apex légèrement produits. Le raphé est tout droit et près de la marge ventrale ; les zones axiale et centrale sont absentes. Les stries transapicales sont parallèles au milieu et radiantes vers les apex, 13 dans 10 µm.

Dimensions : diamètre 12 µm, longueur 24 µm.

Notre spécimen est morphologiquement identique à celles décrites par Peragallo &. Peragallo (1908), Paulmier (1997) et Al Kandari *et al.* (2009).

Ecologie et distribution : espèce littorale marine de distribution mondiale large, trouvée de l'arctique aux tropiques.

Tableau 30 : Caractères principaux des espèces du genre *Amphora*

Espèces	Frustule	Valve	Dimensions (µm)	Raphé	Striation
Amphora bigibba	allongé, fortement contracté au milieu	bigibbeuse, extrémités recourbées, côté ventral gibbeux	L=15 D=3-5.	vers bord ventral	côté dorsal avec stries très lisses, interrompues au milieu
Amphora costata	elliptique, extrémités produites & tronquées	cymbiforme à extrémités rostrées ; coté ventral assez étroit	L=20-22 D= 4-5	droit	7 stries /10 µ distinctement granulées
Amphora proteus	elliptique, allongé, extrémités tronquées	semi-elliptique, marge dorsale convexe, marge ventrale légèrement concave, apex obtusément arrondis	L= 29-79 D= 8-16	biarqué, éloigné de la marge ventrale	stries transapicales radiantes au côté dorsal, croisées par côtes longitudinales onduleuses
Amphora turgida	largement elliptique à orbiculaire, extrémités rostrées	semi-lancéolée, marge ventrale droite, marge dorsale large & arquée, apex légèrement produits	D=12 L=24	droit, proche marge ventrale	stries transapicales parallèles au milieu & radiantes vers apex, 13/10 µ

L'analyse de ce tableau montre que *Amphora bigibba* et *Amphora costata* présentent respectivement des valves bigibbeuses et cymbiformes à extrémités rostrées. Cependant, *Amphora proteus* a des valves semi-elliptiques à apex obtusément arrondis et à raphé biarqué et *Amphora turgida* des valves semi-lancéolées à apex légèrement produits et à raphé droit.

Clé de détermination des espèces du genre *Amphora*

1. Valve bigibbeuse……*Amphora bigibba*

1‟. Valve non gibbeuse

2. Valve cymbiforme à extrémités rostrées……*Amphora costata*

2‟. Valve non cymbiforme

3. Valves semi-elliptiques à apex obtusément arrondis et à raphé biarqué….....*Amphora proteus*

3‟. Valves semi-lancéolées à apex légèrement produits et raphé droit*Amphora turgida*

Ordre Bacillariales Hendey 1937

Famille des *Bacillariaceae* Ehrenberg 1831

On y rencontre les genres *Bacillaria, Cylindrotheca, Hantzschia* et *Nitzschia.*

Genre *Bacillaria Gmelin 1791*

Les cellules sont en colonies rubanées mobiles, se déplaçant par glissement continu les unes contre les autres.

Les frustules sont bacilliformes et étroitement rectangulaires en vue connective. Les valves sont linéaires-lancéolées avec les extrémités atténuées ou effilées. Le raphé est porté par une carène axiale. L‟ornementation valvaire est striée.

***Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) Hendey (Pl. 13E)**

Syn. : *Bacillaria paxillifer* (O. F. Müller) Nitzsch 1817

Bacillaria paradoxa J. F. Gmelin 1791

Nitzschia paradoxa (J. F. Gmelin 1791) Grunow 1880

Nitzschia paxillifer (O. F. Müller 1786) Heiberg 1863

Les frustules sont bacilliformes et regroupés en colonies rubanées. Les valves sont linéaires-lancéolées à lancéolées, avec des extrémités atténuées. La carène occupe une position centrale sur la valve. Les points carinaux sont robustes, 7-9 dans 10 µm. la surface valvaire est ornementée de stries transversales, 20-21 stries dans 10 µm.

Dimensions : longueur 70-115 µm, diamètre 5-6 µm.

Le spécimen rencontré présente des caractères morphologiques identiques à ceux décrits par Paulmier (1993), Hasle *et al.* (1996) et Al Kandari *et al.* (2009).

Ecologie et distribution : espèce littorale, marine et d'eau saumâtre, fortement euryhaline.

Genre *Cylindrotheca* Rabenhorst 1859

Les cellules sont solitaires, parfois emmêlées sous forme de masses denses.

Les frustules sont cylindriques, les valves fusiformes avec la présence d‟une carène marginale. Le raphé est hélicoïdalement tordu. Les stries sont imperceptibles en microscopie optique, ainsi les valves semblent être hyalines.

***Cylindrotheca closterium* (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964 (Pl. 13G)**

Syn.: *Nitzschia closterium* (Ehr.) W. Smith

Nitzschiella tenuirostris Mereschkowsky 1901

Les cellules sont solitaires avec des valves fusiformes, une partie centrale oblongue et des extrémités finement allongées, droites ou légèrement courbées. Les stries sont imperceptibles en microscopie optique. Les chromatophores sont subdivisés en deux.

Dimensions : longueur 34-195 µm, diamètre 2-5 µm.

Les espèces décrites par Beťard-Therriault *et al.* (1999) et Al Yamani & Saburova (2011) présentent la même morphologie que la nôtre.

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite marine et d‟eau saumâtre.

***Cylindrotheca gracilis* (Breb.) Grunow (Pl. 13H)**

Les cellules sont fusiformes, avec une partie centrale cylindrique et à extrémités finement allongées, pourvues de nombreux chromatophores. Les apex de la partie centrale sont légèrement arrondis et les stries imperceptibles en microscope optique. L‟espèce présente parfois une partie centrale à marge ondulée.

Dimension : longueur 85 µm, diamètre 4-5 µm.

Le diamètre de la partie centrale est et de 4-5 µm, sa longueur d‟environ 15 µm. la longueur de chaque extrémité est de 35 µm.

Cette espèce a été identifiée grâce aux travaux de Beťard-Therriault *et al.* (1999).

Tableau 31 : Caractères principaux des espèces du genre *Cylindrotheca*

Espèces	Forme générale	Partie centrale	Extrémités	Dimensions (µm)
Cylindrotheca closterium	fusiforme	oblongue	finement allongées, droites ou légèrement courbées	L=34-195 D= 2-5
Cylindrotheca gracilis	fusiforme	cylindrique	finement allongées	L=85 µm D= 4-5 µm

Ces deux espèces du genre *Cylindrotheca* ont des valves fusiformes avec des extrémités finement allongées mais leur partie centrale est cylindrique chez *C. gracilis* et oblongue chez *C. closterium*.

Clé de détermination des espèces du genre *Cylindrotheca*

1. Cellules à partie centrale cylindrique……..…..…..*Cylindrotheca gracilis*

1‟. Cellules à partie centrale oblongue……...……..*Cylindrotheca closterium*

Genre *Hantzschia* Grunow 1877

Les cellules sont solitaires.

Les frustules sont isopolaires mais dorsoventralement. Les valves isolées sont presque toujours en vue valvaire, souvent légèrement recourbées en forme de croissant ou de banane, rarement droites ou sigmoïdes ; elles sont donc bilatéralement asymétriques (dorsiventrale), avec une marge ventrale légèrement concave, droite ou légèrement convexe et une marge dorsale convexe. Les pôles sont simplement arrondis, rostrés ou capités. La carène et le canal raphéen sont situés du même côté (côté concave) de chaque valve et donc superposés ; le canal raphéen est orné de point carinaux parfois prolongés transversalement dans la valve. L'ornementation est formée de stries transapicales plus ou moins fortes, parfois distinctement ponctuées. Les points carinaux centraux sont souvent séparés par un nodule central.

***Hantzschia amphioxis* (Ehrenberg) Grunow (Pl. 13D)**

Les valves sont un peu courbées en croissant ou en forme de banane ; les apex sont courtement atténués, un peu rostrés ; on note 5-10 points carinaux en 10 µm, les médians étant généralement un peu écartés ; les stries transapicales sont indistinctement ponctuées, 15-25 en 10 µm. Le raphé est excentriquement placé sur la valve.

Dimensions *:* longueur 58 µm, diamètre 4 µm.

La même espèce a été rencontrée par Boyer (1916), Compère (1975) et Al Kandari *et al.* (2009).

Ecologie et distribution : espèce largement distribuée en milieu marin et d'eau douce.

Genre *Nitzschia* Hassall 1845

Les cellules sont solitaires ou en colonies réunies par l'adhérence des extrémités effilées, ou encore en tube mucilagineux, filaments, frondes.

Les frustules sont fusiformes, bacilliformes, souvent sigmoïdes on linéaires, non symétriques sur les deux axes en vue valvaire. Les carènes sont marginales et les canaux raphéens placés diagonalement, alternes, opposés, ou parfois en position médiane. Les fibules sont courtes, allongées ou encore arrondies, espacées par des intervalles plus ou moins réguliers. Les fibules centrales sont souvent plus larges ou plus espacées. Un petit processus médian (nodule) est parfois présent. La surface valvaire est striée-ponctuée, la striation parfois interrompue par des aires hyalines longitudinales correspondant à des ondulations valvaires.

***Nitzschia coarctata* Grunow (Pl 14A)**

Syn : *N. punctata var. coarctata* (Grunow) Hustedt

Tryblionella coarctata (Grunow) Mann

Les valves sont panduriformes avec des apex largement cunéiformes, courtement rostrés. Le raphé est fortement excentrique avec des points carinaux de même nombre que les stries dans 10 µm. Les stries transapicales sont ponctuées, 8-10 dans 10 µm et les points sont disposés en rangées transversales, interrompues par un pli longitudinal.

Dimensions : longueur 50 µm, diamètre 17 µm.

Peragallo & Peragallo (1908), Boyer (1916), Martin *et al.* (2007) et Al Kandari *et al* (2009) ont décrit l'espèce de la même manière mais Fernandes & Souza-Mosimann (1994), Moura *et al.* (2007), Lee *et al.* (2012) l'ont identifiée comme *Tryblionella coarctata* (Grunow).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite marine, d'eau saumâtre.

***Nitzschia granulata* Grun. (Pl. 14B)**

Les valves sont elliptiques à elliptique-lancéolées avec un raphé excentrique et des points carinaux nets ; les stries disposées en rangées doubles, chaque rangée de trois ou quatre petits points le long de la marge et des rangées de grands points environ 6/10 µm à travers la valve.

Dimensions : diamètre 12 µm, longueur 36 µm.

L'espèce est identique à celle rencontrée par Peragallo & Peragallo (1908), Boyer (1916), Wood (1961) et Martin *et al.* (2007). Cependant Fernandes & Brandini (1999), Moura *et al.* (2007) et Park *et al.* (2012) l'ont nommée *Tryblionella granulata* (Grunow) D.G.Mann 1990.

Ecologie et distribution : le long des côtes.

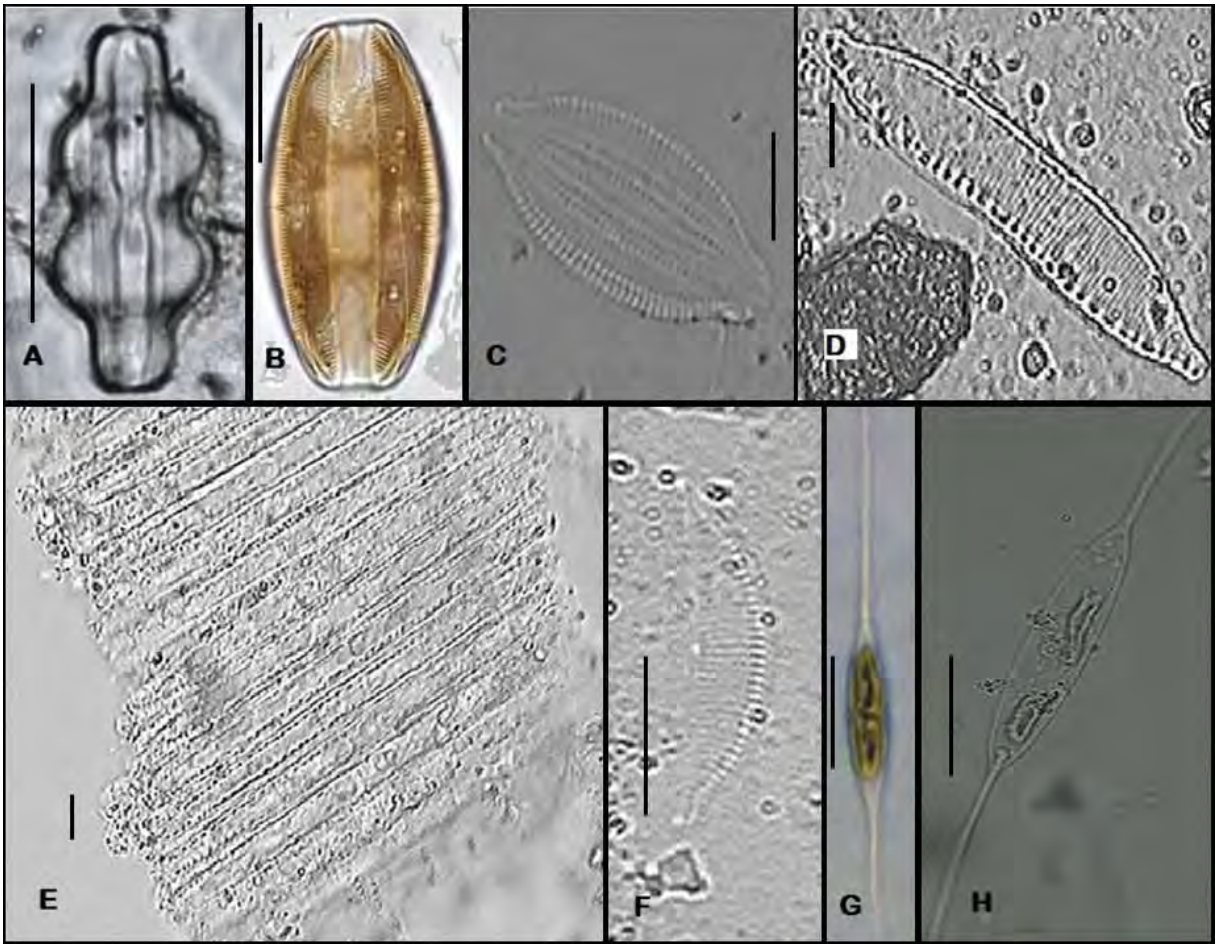


Planche 13. A : *Amphora bigibba*, vue cingulaire ; B : *Amphora proteus*, vue cingulaire ; C : *Amphora turgida*, vue cingulaire ; D : *Hantzschia amphioxis*, vue valvaire ; E : *Bacillaria paxillifera*, colonie rubannée ; F : *Amphora costata*, vue valvaire ; G : *Cylindrotheca closterium*, vue cingulaire ; H : *Cylindrotheca gracilis,* vue cingulaire.

***Nitzschia lorenziana* Grunow (Pl. 14D)**

Syn. : *Nitzschia incurva var. lorenziana* (Grunow in Cleve & Grunow) (Ross, 1986)

Le frustule est sigmoïde en vue cingulaire. Les valves sigmoïdes et étroitement lancéolées ont de longs apex rostrés et arrondis. Le raphé est excentrique, les fibules ou points carinaux sont également espacés mais les deux médianes plus écartées que les autres, 6-10 dans 10 µm ; les stries sont transapicales, 13-19 dans 10 µm.

Dimensions : longueur 80 µm, 4-7 µm de diamètre.

Ces mêmes caractères morphologiques ont été décrits par Peragallo. & Peragallo (1908), Paulmier (1993), Al Kandari *et al.* (2009) et Al Yamani & Saburova (2011).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite présente le long des côtes marines, en milieu d'eau douce ou saumâtre.

***Nitzschia obtusa* (W. Smith, 1853) (Pl. 14F)**

Le frustule est linéaire en vue connective, linéaire et légèrement sigmoïde aux extrémités en vue valvaire. Les apex sont cunéiformes arrondis. La carène est bien marquée et est presque médiane, s'infléchissant vers le centre valvaire et les parties distales. 6-7 fibules par 10 µm non prolongées. La striation transversale est fine.

Dimensions : longueur 102-115 µm, diamètre 6-7 µm.

Les espèces récoltées par Peragallo & Peragallo (1908), Boyer (1916), Compère (1975) et Paulmier (1993, 1997) présentent les mêmes caractères morphologiques que notre spécimen.

Ecologie et distribution : espèce marine à saumâtre.

***Nitzschia panduriformis* Gregory 1857 (Pl. 14G)**

Syn. : Psammodictyon panduriforme (Gregory) Mann

La cellule est solitaire, rectangulaire en vue cingulaire. Les valves panduriformes linéaires-elliptiques ont des côtés concaves, resserrés au milieu, divisant la valve en deux. Les apex sont largement cunéiformes. Les carènes sont marginales et fortement marquées, 6 points carinaux/10 µm. La surface valvaire présente un pli longitudinal plus ou moins distinct dans l'axe apical, mais d'habitude légèrement déplacé vers la marge de la carène. La surface valvaire est striée et les stries sont arrangées en lignes transversales et obliques, 14-19/10 µm.

Dimensions : longueur 78 µm, diamètre 24 µm

L'espèce a été décrite sous ce nom par Boyer (1916), Paulmier (1997) et Al Kandari *et al.* (2009) mais Fernandes *et al.* (1999), Cremer *et al.* (2007), Moura *et al.* (2007) et *Stidolph et al.* (2012) l'ont nommée *Psammodictyon panduriforme* (Gregory) Mann.

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite marine, saumâtre, estuarienne.

***Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith (1853) (Pl. 14C)**

Le frustule est linéaire, sigmoïde ; les valves linéaires, légèrement sigmoïdes, s‟effilant aux apex qui sont subaigus ; la carène est excentrique et les points carinaux arrondis sont très réfringents, 6 à 9/10 µm ; les stries sont très fines, 20 à 24 /10 µm.

Dimensions : longueur 74 µm, diamètre 6-7 µm.

Elle a été rencontrée par Compère (1975), Cremer *et al.* (2007) et Park *et al.* (2012).

Ecologie et distribution : forme cosmopolite marine et d'eau douce, très commune dans les zones côtières.

***Nitzschia spathulata* Bréb. (Pl. 14E)**

Les frustules sont renflés au centre, fortement spatulés aux extrémités ; valves lancéolées, subaigües avec une carène centrale accompagnée de lignes longitudinales, 4 à 5 points carénaux en 10 µm. Les stries sont très fines.

Dimensions : longueur 52 µm, diamètre 7 µm.

Peragallo & Peragallo (1908), Boyer (1916), Sournia (1968) et Al Yamani & Saburova (2011) l‟ont décrite de la même manière.

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite toutefois plus abondante dans les mers tempérées.

Tableau 32 : Caractères principaux des espèces du genre *Nitzschia*

Espèces	Forme	Dimensions (µm)	Raphé & carène	Striation
Nitzschia coarctata	panduriformes, apex largement cunéiformes, courtement rostrés	L=50 D=17	raphé fortement excentrique, nombre points carinaux & stries égaux, pli longitudinal	stries transapicales ponctuées (8-10/10 µ)
Nitzschia granulata	elliptiques à elliptique-lancéolées	L=36 D=12	raphé excentrique, points carinaux nets	rangée de 3 ou 4 petits points marginaux & rangée de grands points à travers la valve
Nitzschia lorenziana	sigmoïdes étroitement lancéolées, apex longs rostrés & arrondis	L= 80 D=4-7.	raphé excentrique, points carinaux espacés (6-10/10 µ)	stries transapicales, 13-19/ 10 µ
Nitzschia obtusa	linéaires & légèrement sigmoïdes vers extrémités, apex cunéiformes arrondis	L=102-115 D= 6-7	carène presque médiane, infléchie au centre & aux parties distales	striation transversale fine

Nitzschia panduriformis	panduriformes linéaires-elliptiques, resserrés au milieu, apex largement cunéiformes	L=78 D=24	carène marginale fortement marquée (6 /10 µ), pli longitudinal vers marge	stries en lignes transversales & obliques, 14-19/10 µ
Nitzschia sigma	linéaires, légèrement sigmoïdes, apex effilées subaigus	L= 74 D=6-7	carène excentrique, points carinaux arrondis très réfringents	très fines, 20 à 24 /10 µm.
Nitzschia spathulata	renflés au centre, extrémités fortement spatulés; valves lancéolées, subaigües	L= 52 D= 7	carène centrale avec lignes longitudinales, 4 à 5 points carinaux/10 µ	très fines

Parmi les espèces du genre *Nitzschia* rencontrées, seule *N. obtusa* est pourvue d‟une carène infléchie en son milieu et seule *N. spathula* présente des frustules spathulés aux extrémités. *Nitzschia coarctata* et *Nitzschia panduriformis* ont des valves panduriformes mais chez la première les apex sont courtement rostrés. Si les valves sont elliptiques à elliptique-lancéolées chez *Nitzschia granulata,* elles sont sigmoïdes chez *Nitzschia sigma* et *Nitzschia lorenziana.* Chez la première elles sont légèrement sigmoïdes aux apex qui sont effilés subaigus alors que chez la deuxième elles sont étroitement lancéolées avec de longs apex rostrés et arrondis.

Clé de détermination des espèces du genre *Nitzschia*

1. Carène infléchie……..…….*Nitzschia obtusa*
1‟. Carène non infléchie
   2. Frustule fortement spathulé aux extrémités……..*Nitzschia spathulata*
   2‟. Frustule non spathulé aux extrémités
      3. Valve panduriforme
         4. Apex largement cunéiformes, courtement rostrés……...*Nitzschia coarctata*
         4‟. Apex largement cunéiformes non rostrés……..…...*Nitzschia panduriformis*
      3‟. Valve non panduriforme
         5. Valve sigmoïde
            6. Etroitement lancéolée à longs apex rostrés et arrondis..*Nitzschia lorenziana*
            6‟. Linéaire, légèrement sigmoïde à apex effilés subaigus……..*Nitzschia sigma*
         5‟. Valve elliptique à elliptique-lancéolée……*Nitzschia granulata*

La forme des frustules, des valves, des carènes et des apex sontles principaux caractères qui ont permis de différencier les espèces du genre *Nitzschia* rencontrées.

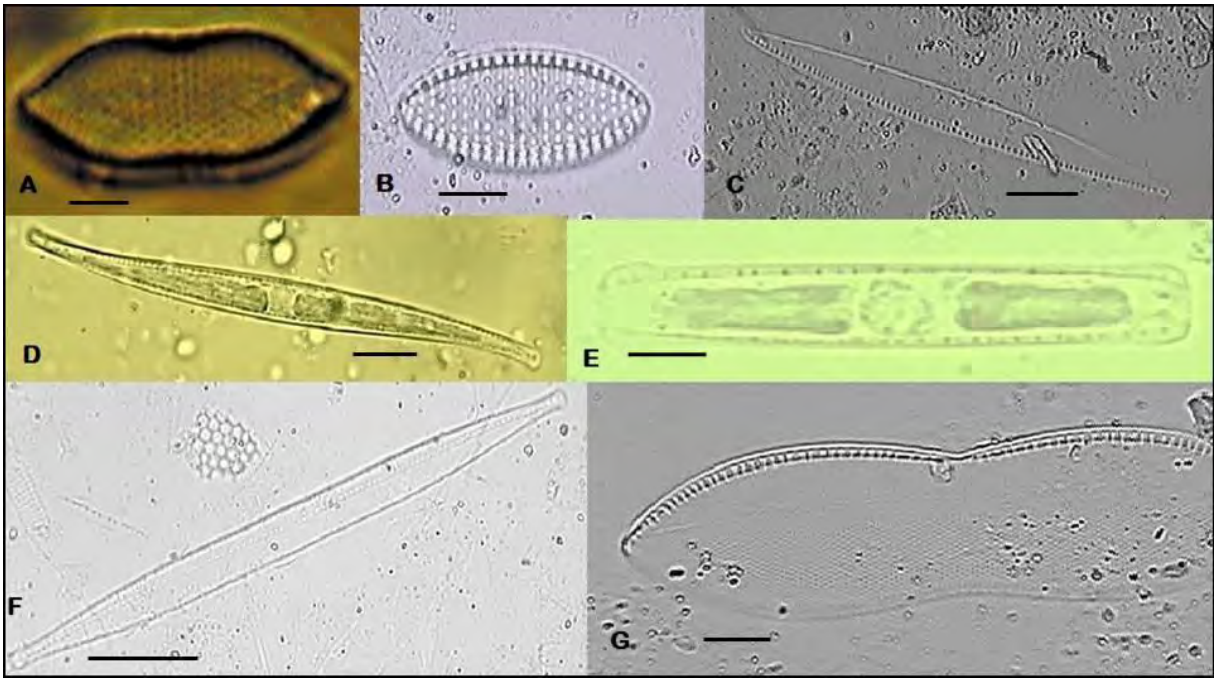


Planche 14. A : *Nitzschia coarctata* ; B : *Nitzschia granulata* ; C : *Nitzschia sigma* ; D : *Nitzschia lorenziana* ; E : *Nitzschia cancellata* ; F : *Nitzschia obtusa*, G : *Nitzschia panduriformis.*

Ordre des Rhopalodiales Mann 1990

Famille des *Rhopalodiaceae* (Karsten) Topachevs'kyj & Oksiyuk 1960

Genre *Rhopalodia* Muller 1895

Les valves sont plus ou moins allongées, semi-elliptiques ou en croissant de lune, souvent échancrées au milieu de la marge dorsale, parfois hétéropolaires (un pôle plus étroit que l"autre), dépourvues de cloisons perforées internes ; le canal raphéen est logé dans une crête plus ou moins saillante (carène primitive), parcourant le côté dorsal (convexe). L"ornementation est formée de fortes côtes transapicales alternant avec des rangées d"aréoles plus fines (stries).

***Rhopalodia gibba var. ventricosa* (Kütz.) H. & M. Perag (Pl. 15A)**

Le frustule est linéaire gibbeux avec des valves à coté ventral droit et à coté dorsal convexe et très gibbeux à la partie médiane. Les côtes transapicales sont fortes, 6-8 en 10 µm, et séparées par 2-3 rangées d"aréoles ou stries plus faibles.

Dimensions : longueur 40 µm, diamètre 8 µm.

Ces mêmes caractères morphologiques ont été retrouvés chez les espèces décrites par Peragallo & Peragallo (1908), Boyer (1916) et Compère (1975).

Ecologie et distribution : espèce cosmopolite.

Ordre des Surirellales Mann 1990

Famille des *Surirellaceae* Kützing 1844

Les genres *Campylodiscus* et *Petrodictyon* sont rencontrés dans cette famille.

Genre *Campylodiscus* (Ebrenberg, 1841)

Les cellules sont solitaires benthiques.

Le frustule est incurvé en forme de selle, plus ou moins complexe en vue connective. Les valves sont presque circulaires, parfois ondulées. Les axes valvaires se croisent en formant un angle d‟ouverture variable. Les bords valvaires sont relevés avec un système alaire formant le limbe. L‟espace central est de forme variée, souvent elliptique, hyalin, strié, plissé ou ponctué. La structure valvaire estplissée ou côtelée ou encore avec des vallécules ; le canal raphéen est périphérique avec deux interruptions au niveau des nodules apicaux peu distincts.

***Campylodiscus decorus* Bréb. (Pl. 15D)**

La valve presque circulaire est très courbée et d'apparence irrégulière ; le limbe occupant presque toute la surface de la valve, composé de côtes terminées par des cupules pyriformes allongées. Les sillons intercostaux sont remplis de fines stries ponctuées atteignant l‟aire centrale ; un centre formé par une aire hyaline lancéolée, étroite.

Notre spécimen présente les mêmes caractères morphologiques que ceux décrits par Peragallo & Peragallo (1908) et Paulmier (1997).

Dimensions : diamètre 29 µm

Ecologie et distribution : espèce marine très répandue.

***Campylodiscus ralfsii* W. Smith 1853 (Pl. 15C)**

Les valves sont circulaires avec à la surface des côtes radiantes par rapport une zone centrale étroite allongée, réduite à une ligne. Plusieurs rangées de pores parallèles occupent les zones intercostales.

Dimensions : diamètre 27-30 µm.

Ce spécimen présente la même forme que celles rencontrées par Peragallo & Peragallo (1908) et Stidolph *et al.* (2012).

Ecologie et distribution :

***Campylodiscus thurettii* Brébisson (Pl. 15B)**

Les cellules sont presque circulaires, à structure fortement côtelée, disposée symétriquement de part et d‟autre d‟une aire centrale linéaire-lancéolée, striée et plissée transversalement. Les côtes sont épaissies près du centre, se dilatent ensuite pour se terminer par une cupule marginale.

Dimensions: diamètre 27 µm.

Peragallo & Peragallo (1908) et Stidolph *et al.* (2012) l‟ont nommée *Campylodiscus thurettii* Brébisson mais dans les travaux de Paulmier (1993, 1997) on l‟a identifiée comme *C. fastuosus* Ehr.

Ecologie et distribution : espèce signalée en Amérique du Sud, Méditerranée.

Tableau 33 : Caractères principaux des espèces du genre *Campylodiscus*

Espèces	Forme	Diamètre (µm)	Aire centrale	Structure valvaire
Campylodiscus decorus	très courbée, d'apparence irrégulière	29	aire hyaline lancéolée, étroite	côtes terminées par cupules pyriformes allongées, sillons intercostaux finement striées ponctuées atteignant aire centrale
Campylodiscus ralfsii	circulaires	27-30	étroite allongée, réduite à une ligne	rangées de pores parallèles entre côtes radiantes
Campylodiscus thurettii	presque circulaires	27	linéaire-lancéolée, striée et plissée transversalement	côtes fortes épaissies près du centre, terminées par cupule marginale.

Les valves des espèces rencontrées sont caractérisées par une aire centrale réduite en une ligne chez *Campylodiscus ralfsii*, une aire centrale hyaline lancéolée et étroite chez *Campylodiscus decorus* et une aire centrale finement striée et plissée tranversalement chez *Campylodiscus thurettii.*

Clé de détermination des espèces du genre *Campylodiscus*

1. Valve à aire centrale réduite à une ligne……..…..*Campylodiscus ralfsii*

1‟. Valve à aire centrale non réduite à une ligne

2. Aire centrale hyaline lancéolée, étroite……*Campylodiscus decorus*

2‟. Aire centrale finement striée et plissée tranversalement…...*Campylodiscus thurettii*

La forme de l‟aire centrale et le type de striation ont permis de différencier les espèces du genre *Campylodiscus* rencontrées.

Genre *Petrodictyon* Mann 1990

Les valves sont largement linéaires, elliptiques ou ovales, parfois hétéropolaires**.** La face valvaire esy presque plane ; l‟ornementation est formée de côtes siliceuses transapicales étroites alternant avec des stries unisériées. Le canal raphéen est marginal et circulaire, tout autour de la valve, à la marge du manteau. De grands poroïdes plus ou moins quadrangulaires, fermés par un cribrum complexe sont présents.

***Petrodictyon gemma (*Ehrenberg) D. G. Mann (Pl. 15E)**

Syn. : *Surirella gemma* Ehr.

La valve est ovale-elliptique, arrondie à chaque extrémité ; le canal raphéen très étroit. Les côtes linéaires sont irrégulièrement espacées, environ 2/10 µm, quelque peu radiantes, atteignant le raphé ; les stries sont ponctuées, 20 dans 10 µm.

Dimensions : Longueur 57 µm, diamètre 23 µm.

L‟espèce a été identifiée à partir des travaux de Lopes *et al.* (2010), de Ojedo (2011) et de Lee *et al.* (2013) mais a été nommée *Surirella gemma* Ehr. par Peragallo & Peragallo (1908) et Boyer (1916).

Ecologie et distribution : espèce littorale.

Genre *Surirella* Turpin 1828

Le frustule est ovalaire, linéaire-elliptique, lancéolé ou pandurifomre en vue valvaire, cunéiforme ou avec une torsion spiralée en vue connective. L‟axe longitudinal est dans un seul plan. Le canal raphéen est bordé d‟expansions aliformes entourant presque la valve ; le raphé étant en communication avec l‟intérieur de la cellule par de fins canalicules. Les valves sont planes ou ondulées transversalement, au moins aux marges, plissées, sans vraies côtes siliceuses mais avec de petits poroïdes fermés par des volae. L‟ornementation est formée de stries unisériées ou multisériées. On note la présence d‟un espace central plus ou moins lisse, parfois plus court que l‟axe apical.

***Surirella fastuosa* (Ehrenberg) (Kützing, 1844) (Pl 15F)**

Le frustule est ovale ou largement elliptique en vue faciale. La carène alaire est réduite. La structure des valves est formée de côtes dilatées, plus étroites vers la marge et d‟aspect hyalin vers le centre ; la striation valvaire étant apparente à la périphérie. L‟espace central est largement lancéolée, côtelée ou plissée irrégulièrement et cernée d‟une bande striée, 11-12 stries/10 µm et 2 côtes/10 µm.

Dimensions : longueur 90 µm.

La même espèce a été décrite par Peragallo & Peragallo (1908), Boyer (1916), Paulmier (1993), Al Kandari *et al.* (2009) et Stidolph *et al.* (2012).

Ecologie et distribution : espèce estuarienne, littorale.

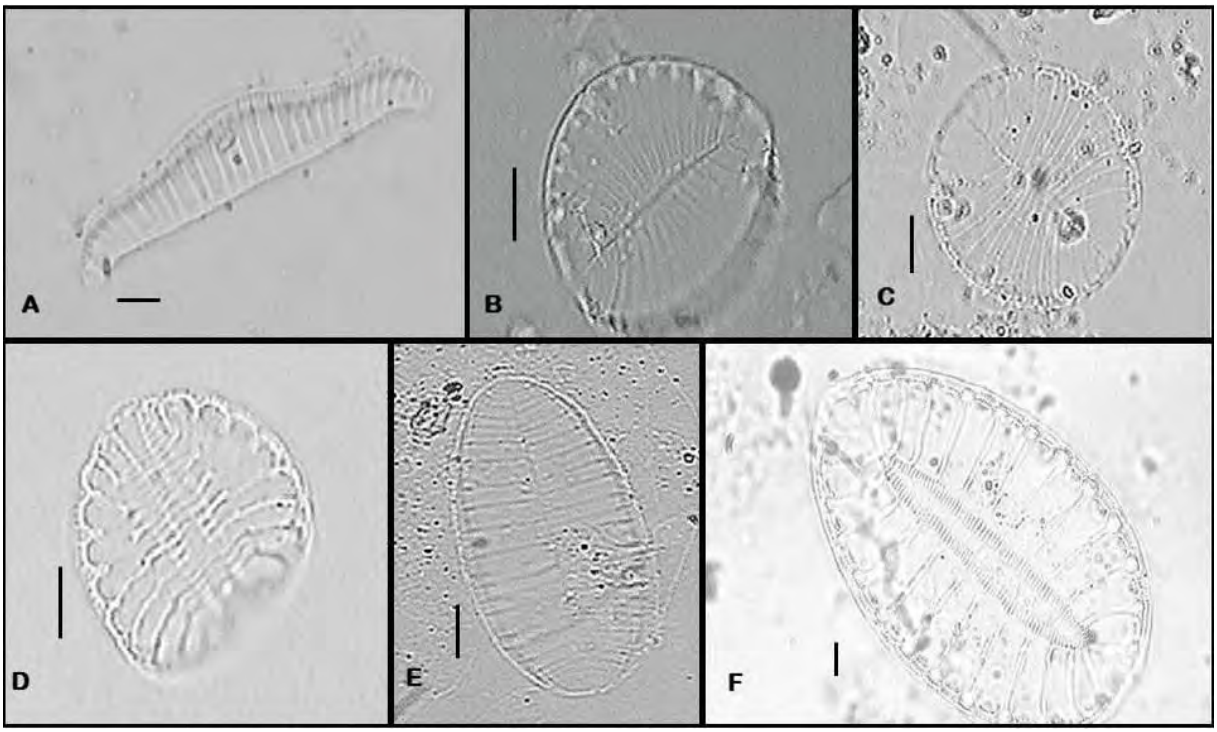


Planche 15. A : *Rhopalodia gibba var. ventricosa* ; B : *Campylodiscus thurettii* ; C : *Campylodiscus ralfsii* ; D : *Campylodiscus decorus* ; E : *Petrodictyon gemma* ; F : *Surirella fastuosa*.

III.2.2.1.2. Elaboration de clés de détermination des genres et espèces de diatomées

- **Clé de détermination des genres de diatomées**

Les *Bacillariophyta* sont divisées en trois classes: les *Coscinodiscophyceae* (diatomées centrales), les *Fragilariophyceae* (diatomées pennées araphidées) et les *Bacillariophyceae* (diatomées pennées biraphidées).

Les diatomées centrales incluent généralement les formes radialement symétriques sans raphé. Les diatomées pennées araphidées sont généralement bilatéralement symétriques sans aucun raphé ; les diatomées pennées raphidées pouvant être symétriques ou asymétriques, ont au moins un raphé dans une valve.

Clé de détermination des genres de diatomées centriques

L'étude morphologique des différents genres de diatomées centriques rencontrés a donné les résultats consignés dans ce tableau.

Tableau 34 : Caractères principaux des genres de diatomées centriques

Genre	Disposition	Forme	Structure valvaire	Appendices
Thalassiosira	chaîne (filaments chitineux ou soies muqueuses)	tympaniformes (VC), cylindriques ou +/- allongées,	aréolée	processus valvaires en anneaux périphériques

Cyclotella	solitaire, rarement en chaine	cylindriques (VC), circulaires (VV)	marge côtelée ou striée, aire centrale lisse ou ponctuée	Processus labiés
Chrysanthemodiscus	chaîne en zigzag (coussinets mucilagineux)	cylindriques allongés, section circulaire, valves convexes ou coniques	aréolée avec bandes intercalaires, champ central ombilical (pseudocelle)	absents
Melosira	chaîne filamenteuse moniliforme ou rectiligne	globuleuses, cylindriques ou tympaniformes; valves circulaires planes ou convexes	ponctuée ou aréolée	absents
Paralia	chaîne linéaire (bords valvaires), épines spatulées	courtement cylindrique, valve circulaire	fortes côtes en petites chambres ou locules	épines spatulées
Coscinodiscus	solitaire	discoïdes ou tympaniformes (VC), circulaire, ovalaire convexe ou à concavité centrale (VV)	aréoles loculées hexagonales	spinules, rimoportules, apicules, macrorimoportules
Actinoptychus	solitaire ou parfois réunies par mucilage	surface en secteurs alternativement surélevés & déprimés	ornementation complexe	secteur surélevé avec processus labié marginal central
Auliscus	solitaire	valves circulaires ou elliptiques, planes (sauf près des ocelles) ; zone centrale hyaline	rangées longitudinales finement ponctuées, granules radiants ou dispersés, ou indistinctes	2 ou 3 ocelles, grands, courts, cylindriques à surface hyaline
Odontella	solitaire ou chaînes droites ou en zigzag.	biddulphioïdes, généralement rectangulaire (vue sagittale), valves bipolaires elliptiques à lancéolées, rhombiques en vue faciale; manteau réduit ; cingulum avec bandes connectives, sillon	aréoles (parfois cernées de petits processus épineux) plus denses vers périphérie	processus labiés près des ocelles, élévation avec ocelle; parfois avec fortes épines
Triceratium	souvent en chaîne par pôles, épines ou membrane aliforme.	pyxiformes rectangulaire (vue sagittale), polygonal, tripolaire à multipolaire (vue faciale)	aréolée ou loculée, structure radiale; ceinture simple ou avec pleures, membrane aliforme marginale	apophyses angulaires avec ocelle, parfois + épines
Plagiogramma	chaîne rubanée	plus ou - rectangulaire (VC), valves naviculaires à apex hyalins, fascia central réfringent	Septa internes médians, lignes transversales ponctuées, parfois interrompues par bandes hyalines	absents
Biddulphia	solitaire ou en chaînes droites ou en zigzag.	frustules pyxiformes, valves symétriques elliptiques ou multiangulaires,	ponctées ou aréolées, grosses côtes transversales, valves compartimentées	angle avec pseudocelle, parfois une ou plusieurs épines,

		ceinture simple large		petits processus tubulés
Terpsinoe	solitaire ou en chaînes	quadrangulaires (VC), valves bipolaires à côtés onduleux, manteau valvaire profond	aréolée ou ponctuée, pseudoseptums avec 3 sections ou plus	absents
Eunotogramma	solitaire	rectangulaire (VC), elliptiques ou lunulées (VV)	ponctuée, 2 à 8 pseudoseptums rétrécis à la marge	absents
Psammodiscus	solitaire	circulaires	aréoles rondes en réseau discontinu	1 petit pore & parfois 1 rimoportula au centre valvaire

L‟analyse de ce tableau montre que chez les genres de diatomées centriques rencontrés, certains sont pourvus d‟ocelles ou de pseudocelles alors que d‟autres en sont dépourvus.

Au sein du premier groupe, les ocelles ou pseudocelles sont nettement définis chez les genres *Auliscus, Triceratium, Odontella* et *Biddulphia* mais ne sont pas nettement définis chez le genre *Chrysanthemodiscus* où elles correspondent aux ombilics centraux. Cependant, chez *Auliscus* les frustules ont des sections circulaires ou elliptiques avec 2 ou 3 ocelles mais sans élévations (appendices ou processus) contrairement aux genres *Triceratium, Odontella* et *Biddulphia*.

Ces élévations sont peu développées chez *Triceratium* dont les valves sont tri ou multipolaires. Pourvus tous les deux d‟élévations bien développées, les genres *Biddulphia* et *Odontella* se différencient par leurs valves divisées par des côtes internes chez le premier alors que chez le deuxième ces côtes internes n‟existent pas.

Parmi les genres centriques restants et dépourvus d‟ocelles ou de pseudocelles, *Plagiogramma* se différencie par ses valves à lumens.

Ensuite, les genres *Terpsinoe* et *Eunotogramma* sont caractérisés par des valves divisées par des pseudosepta ; ces valves sont elliptiques ou plus ou moins lunulées chez *Eunotogramma* et fortement ondulées chez *Terpsinoe*. Chez les autres genres dépourvus de pseudoseptas, *Actynoptychus* se distinguent par des valves sectorisées contrairement aux autres ; parmi ces derniers, seul le genre *Rhizolenia* présente des cellules bacilliformes avec des valves pourvues d‟un processus terminal bien développé prolongé en soie. Les genres *Thalassiosira*, *Melosira* et *Paralia* ont des cellules formant toujours des chaînes contrairement aux genres *Cyclotella, Psammodiscus* et *Coscinodiscus* qui ont des cellules solitaires.

Chez *Thalassiosira*, les cellules sont groupées par des filaments muqueux, avec de nombreux processus valvaires en anneaux périphériques alors que chez *Melosira* et *Paralia* ces cellules se présentent sous forme de chaînes moniliformes ou rectilignes.

Le genre *Paralia* est séparé du genre *Melosira* par la structure valvaire particulière et le mode d‟union cellulaire. Chez le dernier l‟union des cellules qui ont une structure valvaire ponctuée se fait grâce à des coussinets mucilagineux, par surfaces épineuses (non spathulées) ou par les parties centrales alors que chez les espèces du genre *Paralia* la structure valvaire est ponctuée

aréolée et l‟union des cellules se fait par les bords valvaires qui sont munis d‟épines spathulées.

Parmi les genres à cellules solitaires, *Cyclotella* présente une structure valvaire en deux parties, une périphérie côtelée ou striée et centre lisse ou finement ponctuée contrairement aux genres *Psammodiscus* et *Coscinodiscus* qui ont respectivement une structure valvaire formée d‟aréoles rondes en réseau discontinu et une structure d‟aréoles polygonales en réseau continu.

Ainsi, la clé suivante est proposée :

1. Présence d‟ocelles ou de pseudocelles
  2. Ocelles ou pseudocelles nettement définis
    3. Frustules avec élévations plus ou moins développées
      4. Valves tri ou multipolaires avec élévations peu développées…..……...*Triceratium*
      4‟. Valves bipolaires avec élévations très développées
        5 Valves divisées par des côtes internes ou septa……*Biddulphia*
        5‟Valves non divisées par des côtes internes……..……..... *Odontella*
    3‟. Frustule sans élévations, à section circulaire ou elliptiques avec 2 ou 3 ocelles……..*Auliscus*
  2‟. Ocelles pas nettement définies, correspondant à l‟ombilic central…..*Chrysanthemodiscus*
1‟. Absence d‟ocelles ou de pseudocelles
  6. Valves pourvues de lumens…….……...…….*Plagiogramma*
  6‟ Valves dépourvues de lumens
    7 Présence de pseudoseptums
      8 Valves elliptiques ou plus ou moins lunulées……..*Eunotogramma*
      8‟. Valves fortement ondulées, divisées par plusieurs pseudoseptums…..……..*Terpsinoe*
    7‟. Absence de pseudoseptums
      9. Valves sectorisées…….…….……...…….....*Actynoptychus*
      9‟. Valves non sectorisées
        10. Cellules bacilliformes, valves avec processus terminal bien développé prolongé en soie……..…....*Rhizolenia*
        10‟. Cellules de forme différente sans processus terminal bien développé prolongé en soie
          11. Cellules formant toujours des chaînes
            12. Cellules groupées par des filaments muqueux, avec nombreux processus valvaires en anneaux périphériques…… *Thalassiosira*
            12‟. Chaînes moniliformes ou rectilignes
              13. Union des cellules par coussinets mucilagineux ou par surfaces épineuses (non spathulées) ou non, ou par parties centrales, structure valvaire ponctuée....*Melosira*
              13‟. Union des cellules par bords valvaires munies d‟épines spathulées, structure valvaire ponctuée aréolée….....*Paralia*
          11‟. Cellules solitaires
            14. Structure valvaire en 2 parties, périphérie côtelée ou striée, centre lisse ou finement ponctuée…….....*Cyclotella*

14‟. Structure valvaire différente

15. Valves à aréoles rondes en réseau discontinu……..……*Psammodiscus*

15‟. Valves à aréoles polygonales en réseau continu…..…….….. *Coscinodiscus*

Clé de détermination des genres de diatomées pennées araphidées

L‟étude morphologique des différents genres de diatomées pennées araphidées rencontrés a donné les résultats consignés dans ce tableau.

Tableau 35 : Caractères principaux des genres de diatomées pennées araphidées

Genres	Disposition	Forme	Structure valvaire	Aire axiale & septum
Opephora	solitaires	rectangulaires (VC), cunéiformes ou linéaire-elliptiques (VV), symétriques sur axe apical, asymétriques axe transapical	stries transversales ou aréoles grossières,	pseudoraphé dans axe apical
Licmophora	colonies flabellées buissonnantes, stipitées	hétéropolaires, flabelliformes (VC), valves cunèiformes symétriques sur l‟axe apical,	pseudoraphé médian, striation transversale radiaire aux extrémités, ceinture avec bandes intercalaires.	septums apicaux.
Delphineis	solitaires ou en rubans	linéaire ou largement elliptique à lancéolée	stries parallèles légèrement radiantes; rangées de 2 ou 3 aréoles autour des apex	Aire axiale, élargie aux extrémités
Raphoneis	colonies rubanées, courtes	rhomboïdale lancéolée ou elliptique	stries transversales, moniliformes, généralement radiantes, parfois creusées d'alvéoles	Pseudoraphé +/- distinct, aire axiale étroite parfois peu définie.
Ardissonia	solitaires	linéaires arrondies à lancéolées, valves isopolaires avec parfois une dilatation centrale et apicale	striation transversale en lignes d‟aréoles entre des côtes, stries radiales apicales, champs de pores aux extrémités.	côtes ou bandes longitudinales axiales (sternum) et marginales
Toxarium	solitaires	frustules allongés, isovalvaires, valve rectiligne ou ondulée, souvent dilatées (centre, extrémités)	aréolation irrégulièrement ponctuée	aire axiale ou sternum absente
Thalassionema	colonies étoilées ou en zigzag, (petits coussinets mucilagineux)	rectangulaires (VC), valve linéaire parfois faiblement dilaté (apex ou centre), apex arrondi & légèrement effilés	rang d‟aréoles (granules) marginales ou courtes côtes	aire axiale indistinte

Rhabdonema	chaînes rubanées	tabulaire (VC), isopolaires, linéaires-lancéolées (VV)	striation côtelée transapicale	pseudoraphé étroit, bandes intercalaires & septa internes nombreux (1 ou plusieurs foramen)
Grammatophora	chaînes ou colonies en zigzag	quadrangulaires (VC), oblongues ou oblongue-elliptiques (VV), valves isopolaires, bords droits, convexes ou ondulés	ponctuations en stries transversales, nombreuses bandes intercalaires	pseudoraphé, 2 septa droits ou sinueux (“fenêtre” médiane)
Climacosphenia	solitaires	cunéiforme (VC) et claviforme (VV), allongé sur axe apical, hétéropolaires	-	septum percé de “fenêtres”, 2 lignes longitudinales submarginales

L‟analyse de ce tableau montre que chez les pennées araphidées certains genres sont caractérisés par la présence de septums internes alors que les autres n‟en ont pas.

Parmi les premiers, on a les genres *Rhabdonema* et *Grammatophora* dont les frustules sont tabulaires en vue connective et les genres *Climacosphenia* et *Licmophora* à frustules cunéiformes en vue connective.

Les frustules du genre *Rhabdonema* sont pourvus de nombreux septums percés d'un ou de plusieurs foramens alors que ceux de *Grammatophora* en ont deux.

Chez *Climacosphenia,* les septums sont développés et percés de nombreux foramens mais ils sont réduits et localisés à l'extrémité proximale du frustule et sans foramen chez *Licmophora.*

Les espèces dépourvues de septums ont des frustules naviculiformes ou claviformes comme chez *Opephora*, *Raphoneis*, et *Delphineis* ou bacilliformes chez les autres. Contrairement aux genres *Raphoneis* et *Delphineis*, l‟aire axiale est large chez *Opephora.* Cette aire est étroite chez *Delphineis* et *Raphoneis* mais élargie aux extrémités chez la première.

Les genres *Thalassionema*, *Toxarium* et *Ardissonia* ont des frustules bacilliformes mais chez le premier on note la présence de d‟aréoles marginales (courtes côtes).

Toxarium présente des cellules à structure ponctuée, plus ou moins ordonnée et à contour valvaire parfois ondulé alors que les frustules de *Ardissonia* ont une structure transversale côtelée perlée avec des côtes axiales et des champs de pores apicaux visibles.

Ainsi la clé suivante est proposée :

1. Présence de septums internes parallèles à la surface valvaire

2. Frustule tabulaire en vue connective

3. Nombreux septums percés d'1 ou plusieurs foramens……..…..*Rhabdonema*

3‟. 2 septums percés d'un large foramen central, plus 2 septums réduits par valve ……...…*Grammatophora*

2‟. Frustule cunéiforme en vue connective

4 Septum développé percé de nombreux foramens…….……...…*Climacosphenia*

4‟Septums apicaux réduits sans foramen……..*Licmophora*

1‟. Absence de septums internes

5. Frustules naviculiformes ou claviformes

6. Aire axiale large - fortes stries transapicales plutôt courtes……..…*Opephora*

6‟. Aire axiale étroite, structure valvaire différente, d'aspect réticulé

7. Cellule rhomboïdale polymorphe - aire axiale étroite parfois peu définie……*Raphoneis*

7‟. Cellule lancéolée - aire axiale bien définie, élargie aux extrémités……..…*Delphineis*

5‟. Frustules bacilliformes

8. Présence d‟aréoles marginales (courtes côtes)…….*Thalassionema*

8‟. Absence d'aréoles marginales

9. Cellules à structure ponctuée ± ordonnée – contour valvaire parfois ondulé….*Toxarium*

9‟. Cellules à structure transversale côtelée perlée - côtes axiales – champs de pores apicaux visibles……..…….*Ardissonia*

Clé de détermination des genres de diatomées pennées mono et biraphidées

L‟étude morphologique des différents genres de diatomées pennées mono et biraphidées rencontrés a donné les résultats consignés dans ce tableau.

Tableau 36 : Caractères principaux des genres de diatomées pennées mono et biraphidées

Genres	Disposition	Forme	Raphé & Aire axiale	Ornementation
Mastogloia	solitaires	naviculaire, linéaire-lancéolée, lancéolé-rhombique ou elliptiques, apex rostrés (VV)	aire axiale droite ou indistincte, avec ou sans gouttière raphéenne, raphé droit ou sinueux	nodules polaires, septum avec logettes ou locules (VV)
Achnanthes	solitaires ou en chaînes (surfaces valvaires)	dissymétrique naviculaire, lancéolée ou elliptique (VV), incurvées, en forme de chevron (VC)	raphé & pseudoraphé	rangées transapicales striées, fortes côtes, ou paroi cellulaire aréolée
Cocconeis	généralement solitaires	dissemblables, elliptiques, ovales ou	raphé & pseudoraphé	2 nodules polaires & 1 central;

		presque discoïdales, dissymétriques, parfois cintrées (axe apical)		ornementation ponctuée ou loculée & côtelée, en bandes ou non
Fallacia	solitaires	elliptiques à lancéolées à surface plate, courbées vers marge	raphé double, zone hyaline en H + 2 extensions latérales atteignant apex	ornementation striée
Diploneis	solitaires	elliptiques, linéaires-elliptiques ou panduriformes à apex arrondis ou cunéiformes	raphé droit avec champ hyalin médian + expansions longitudinales fourchues	côtes & bourrelets +/- robustes de part et d"autre du raphé, nodules alignés, nodule central quadrangulaire
Navicula	solitaires, ou coloniales (gaines ou tubes mucilagineux)	valves symétriques p/r axe longitudinal, linéaires, lancéolées, rhombiques ou elliptiques, ceinture simple	aire axiale bien définie, raphé non caréné	nodules polaires & central alignés
Trachyneis	solitaires	lancéolées à elliptiques	Aire axiale avec strauros évasé vers bords valvaires	réseau alvéolaire avec superposition de 2 ou 3 plaques avec fines perforations, locules ou fines striations ponctuées
Gyrosigma	solitaires	étroitement rectangulaires (VC), bilatéralement symétriques sigmoïdes (VV)	raphé sigmoïde, +/- médian, nodule central petit	striations transversale et longitudinale orthogonales
Pleurosigma	solitaires ou en colonies (gaines mucilagineuses)	symétriques linéaires-lancéolées ou lancéolées-rhombiques, avec flexion sigmoïde (VV), rectangulaire (VC), ceinture simple.	aire axiale étroite ou indistincte, raphé sigmoïde, central ou excentré	striation décussée (quinconce) avec 3 systèmes de stries se coupant à 60°.
Plagiotropis	solitaires	lancéolées ou linéaires-lancéolées à apex acuminés ou rostrés	raphé droit naviculoïde, carène droite ou biarquée;	striation transversale ponctuée, ceinture simple

			expansions aliformes valvaires, aire axiale indistincte, zone centrale dilatée et arrondie	
Amphora	solitaires	elliptiques (VC), face ventrale (2 surfaces valvaires de même plan) & face dorsale bombée (ceinture), courbées ou sub-lunulaires, ou cymbiformes ou +/- linéaires	raphé habituellement excentré, bourrelet siliceux bordant marge ventrale	ornementation variée, ceinture +/- complexe à bandes intercalaires
Bacillaria	colonies rubanées	bacilliformes, étroitement rectangulaires (VC), linéaires-lancéolées à extrémités atténuées ou effilées (VV)	raphé porté par carène axiale	striée
Cylindrotheca	solitaires, parfois en masses denses	cylindriques (VC), fusiformes (VV)	raphé hélicoïdalement tordu	stries imperceptibles en MO
Hantzschia	solitaires	dorsoventralement isopolaires VC), en croissant, rarement droites ou sigmoïdes, bilatéralement asymétriques (dorsiventrale) (VV) à pôles arrondis, rostrés ou capités	carène & canal raphéen sur côté concave	point carinaux parfois prolongés transversalement, nodule central, stries transapicales +/- fortes, parfois distinctement ponctuées
Nitzschia	solitaires ou en colonies	fusiformes, bacilliformes, souvent sigmoïdes ou linéaires, non symétriques sur 2 axes (VV)	carènes marginales & canaux raphéens opposés, parfois médianes; fibules courtes, allongées ou arrondies	striée-ponctuée, parfois aires hyalines longitudinales (ondulations valvaires)
Rhopalodia	solitaires	valves +/- allongées, semi-elliptiques ou en croissant, souvent	canal raphéen avec carène primitive (côté	fortes côtes transapicales alternant avec

		échancrées au milieu (marge dorsale), parfois hétéropolaires	dorsal convexe)	rangées d‟aréoles plus fines (stries)
Campylodiscus	solitaires	incurvées en selle(VC), circulaires, parfois ondulées (VV), bords valvaires relevés avec système alaire	centre elliptique, hyalin, strié, plissé ou ponctué; canal raphéen périphérique, nodules apicaux peu distincts	structure valvaire plissée ou côtelée ou avec vallécules
Petrodictyon	solitaires	largement linéaires, elliptiques ou ovales, parfois hétéropolaire, face valvaire presque plane (VV)	canal raphéen marginal & circulaire autour valve, vers marge du manteau, grands poroïdes +/- quadrangulaires fermés par cribrum	côtes siliceuses transapicales étroites alternant avec stries unisériées
Surirella	solitaires	ovalaires, cunéiformes ou avec torsion spiralée (VC); linéaire-elliptique, lancéolé ou pandurifomre (VV), planes ou ondulées transversalement, plissées	canal raphéen avec expansions aliformes, raphé avec fins canalicules internes, petits poroïdes fermés par volae; espace central +/- lisse	stries unisériées ou multisériées

D‟après ce tableau, les genres *Achnanthes* et *Cocconeis* ne présentent qu‟un seul raphé. Chez le premier, les valves sont dissymétriques sur les axes (pervalvaire et transapical) contrairement au genre *Cocconeis* dont les valves sont symétriques sur ces 2 axes.

Chez les biraphidées, le raphé peut être porté par une carène chez les uns et non chez les autres.

La carène est droite ou faiblement biarquée portant un raphé du type naviculoïde chez *Plagiotropis* et primitive chez *Rhopalodia* qui est caractérisé par des valves semi-elliptiques ornées de fortes côtes avec parfois une légère constriction dorsale.

Les genres *Campylodiscus*, *Petrodictyon* et *Surirella* ont des carènes avec un système alaire mais n‟ont pas de fibules comme chez le reste des genres.

Les frustules sont incurvés en forme de selle chez *Campylodiscus* mais non incurvés chez *Petrodityon* et *Surirella*. Chez *Petrodictyon,* la face valvaire est presque plane avec une

ornementation formée de côtes siliceuses transapicales étroites alternant avec des stries unisériées alors que chez le genre *Surirella* la face valvaire est ondulée transversalement, au moins aux marges avec une ornementation formée de stries unisériées ou multisériées, sans vraies côtes siliceuses.

Au niveau des genres *Bacillaria*, *Cylindrotheca*, *Hantzschia* et *Nitzschia,* la carène est marginale, sub-marginale ou axiale mais avec la présence de fibules qui n‟existaient pas *Campylodiscus, Petrodityon* et *Surirella.*

Le genre *Bacillaria* dont les frustules sont bacilliformes et regroupées en colonies rubanées présente une carène axiale.

Le raphé est hélicoïdal chez *Cylindrotheca* et non hélicoïdal chez *Hantzschia* et *Nitzschia* qui ont respectivement des carènes disposées du même côté du frustule et des carènes opposées.

Parmi les genres dépourvus de carène, *Gyrosigma* et *Pleurosigma* sont caractérisés par un raphé sigmoïde mais les valves du premier ont une striation croisée orthogonale alors que chez *Pleurosigma* la striation des valves est croisée oblique (décussée). Le genre *Mastogloia* se distingue du reste du groupe par la présence d‟un septum interne constitué de logettes marginales. On a ensuite les genres *Diploneis*, *Lyrella* et *Fallacia* dont l‟aire nodulaire centrale des valves est prolongée par des extensions hyalines vers les pôles. Ces extensions sont lyriformes (en H) chez les deux derniers et non chez le premier. Elles atteignent les pôles chez *Fallacia* et non chez *Lyrella*. Cette aire nodulaire est dilatée en strauros s‟évasant vers les bords valvaires chez *Trachyneis* et non chez *Navicula* et *Amphora*. Les valves sont symétriques par rapport à l‟axe longitudinal, linéaires, lancéolées, rhombiques ou elliptiques, à ceinture habituellement simple mais finement ornementées chez *Navicula* mais asymétriques par rapport à l‟axe longitudinal, avec un côté (dorsal) toujours plus convexe que l‟autre et à ceinture plus ou moins complexe avec bandes intercalaires chez *Amphora*.

Ainsi cette clé de détermination des genres mono et biraphidés est proposée :

1. Frustules monoraphidés

2. Frustules, en vue connective, coudés vers le milieu, valves linéaires, linéaires-lancéolées ou oblongues-1ancéoles, valves dissymétriques sur les axes …….*Achnanthes*

2‟. Frustules, en vue connective, droits ou un peu courbés transversalement, valves elliptiques ou elliptiques oblongues, valves dissymétriques sur les 2 axes…….. *Cocconeis*

1‟. Frustules biraphidés

3. Raphé porté par une carène

4. Carène droite ou faiblement biarquée portant un raphé du type naviculoïde ……..…*Plagiotropis*

4‟. Carène différente…….…….13

5. Une carène primitive, valves semi-elliptiques ornées de fortes côtes - parfois une légère constriction dorsale……..… *Rhopalodia*

5‟. Carène différente

6. Carène avec un système alaire - raphé marginal - pas de fibule visible

7. Frustule incurvé en forme de selle - 1 valve convexe et 1 concave - limbe périphérique……..……...…..*Campylodiscus*

7‟. Frustules polymorphes non incurvés - axes apicaux parallèles

8. Face valvaire presque plane; ornementation formée de côtes siliceuses transapicales étroites alternant avec des stries unisériées; grands poroïdes, ± quadrangulaires, fermés par un cribrum complexe……...……...….*Petrodictyon*

8‟. Face valvaire ondulée transversalement, au moins aux marges; ornementation formée de stries unisériées ou multisériées, sans vraies côtes siliceuses ; petits poroïdes fermés par des volae……..……....*Surirella*

6‟. Carène sans système alaire marginale, sub-marginale ou axiale – présence de fibules

9. Carène axiale, frustules bacilliformes en colonies rubanées……...… *Bacillaria*

9‟. Carènes marginales ou sub-marginales

10. Raphé hélicoïdal……....*Cylindrotheca*

10‟. Raphé non hélicoïdal

11. Carènes disposées du même côté du frustule ……..…. *Hantzschia*

11‟. Carènes opposées…….……...……*Nitzschia*

3‟. Raphé non porté par une carène

12. Raphé sigmoïde

13. Valves à striation croisée oblique (décussée)……..……..… *Pleurosigma*

13.‟. Valves à striation croisée orthogonale……...……. *Gyrosigma*

12‟. Raphé droit ou parfois sinueux

14. Présence de septum interne constitué de logettes marginales…..…….... *Mastogloia*

14‟. Absence de septum interne

15. Aire nodulaire centrale avec extensions hyalines vers les pôles

16. Extensions hyalines en H (lyriformes)

17. Extensions atteignant les pôles……...…… *Fallacia*

17‟. Extensions n‟atteignant pas les pôles…….....*Lyrella*

16‟. Extensions hyalines pas en H…….……..…*Diploneis*

15‟. Aire nodulaire centrale sans extensions hyalines vers les pôles

18. Présence de strauros, s‟évasant vers les bords valvaires…..……*Trachyneis*

18‟. Absence de stauros

19. Valves symétriques par rapport à l‟axe longitudinal, linéaires, lancéolées, rhombiques ou elliptiques, à ceinture habituellement simple mais finement ornementée…….……*Navicula*

19‟. Valves asymétriques par rapport à l‟axe longitudinal, avec un côté (dorsal) toujours plus convexe que l‟autre, à ceinture plus ou moins complexe avec bandes intercalaires……..….*Amphora*

- **Clé de détermination des espèces de diatomées rencontrées**

A partir de la description morphologique et des clés précédentes, une clé de détermination des genres de diatomées est proposée.

1. Forme à symétrie radiale
2. Présence d‟ocelles ou de pseudocelles
3. Ocelles ou pseudocelles nettement définis
4. Frustules avec élévations plus ou moins développées
5. Valves tri ou multipolaires avec élévations peu développées…..……...*Triceratium*

5‟. Valves bipolaires avec élévations très développées

6. Valves divisées par des côtes internes ou septa……*Biddulphia*

6‟. Valves non divisées par des côtes internes……..……..... *Odontella*

4‟. Frustule sans élévations, à section circulaire ou elliptiques avec 2 ou 3 ocelles..*Auliscus*

3‟. Ocelles pas nettement définies, correspondant à l‟ombilic central…..*Chrysanthemodiscus*

2‟. Absence d‟ocelles ou de pseudocelles

7. Valves pourvues de lumens…….……...…….*Plagiogramma*

7‟ Valves dépourvues de lumens

8. Présence de pseudoseptums

9. Valves elliptiques ou plus ou moins lunulées……..*Eunotogramma*

9‟. Valves fortement ondulées, divisées par plusieurs pseudoseptums…..……..*Terpsinoe*

8‟. Absence de pseudoseptums

10. . Valves sectorisées…….……...…..…….....*Actynoptychus*

10‟. Valves non sectorisées

11. Cellules bacilliformes, valves avec processus terminal bien développé prolongé en soie…….……*Rhizolenia*

11‟. Cellules de forme différente, sans processus terminal bien développé prolongé en soie

12. Cellules formant toujours des chaînes

13. Cellules groupées par des filaments muqueux, avec nombreux processus valvaires en anneaux périphériques……..…… *Thalassiosira*

13‟. Chaines moniliformes ou rectilignes

14. Union des cellules par coussinets mucilagineux ou par surfaces épineuses (non spathulées) ou non, ou par parties centrales, structure valvaire ponctuée.....*Melosira*

14‟. Union des cellules par bords valvaires munies d‟épines spathulées, structure valvaire ponctuée aréolée….....*Paralia*

12‟. Cellules solitaires

15. Structure valvaire en 2 parties, périphérie côtelée ou striée, centre lisse ou finement ponctuée…….....*Cyclotella*

15‟. Structure valvaire différente

16. Valves à aréoles rondes en réseau discontinu……..*Psammodiscus*

16‟. Valves à aréoles polygonales en réseau continu…..….... *Coscinodiscus*

1‟. Forme à symétrie bilatérale

17. Frustules araphidés

18. Présence de septums internes parallèles à la surface valvaire

19. Frustule tabulaire en vue connective

20. Nombreux septums percés d'1 ou plusieurs foramens……..…….....*Rhabdonema*

20‟. 2 septums percés d'un large foramen central, plus 2 septums réduits par valve……...…*Grammatophora*

19‟. Frustule cunéiforme en vue connective

21. Septum développé percé de nombreux foramens……....…*Climacosphenia*

21‟. Septums apicaux réduits sans foramen……..*Licmophora*

18‟. Absence de septums internes

22. Frustules naviculiformes ou claviformes

23. Aire axiale large - fortes stries transapicales plutôt courtes……..…*Opephora*

23‟. Aire axiale étroite, structure valvaire différente, d'aspect réticulé

24. Cellule rhomboïdale polymorphe - aire axiale étroite parfois peu définie……..*Raphoneis*

24‟. Cellule lancéolée - aire axiale bien définie, élargie aux extrémités…*Delphineis*

22‟. Frustules bacilliformes

25. Présence d‟aréoles marginales (courtes côtes)…….*Thalassionema*

25‟. Absence d'aréoles marginales

26. Cellules à structure ponctuée ± ordonnée – contour valvaire parfois ondulé…….*Toxarium*

26‟. Cellules à structure transversale côtelée perlée - côtes axiales – champs de pores apicaux visibles…..……..*Ardissonia*

17‟. Frustules raphidés

27. Frustules monoraphidés

28. Frustules, en vue connective, coudés vers le milieu, valves linéaires, linéaires-lancéolées ou oblongues-1ancéoles, valves dissymétriques sur les axes …….*Achnanthes*

28‟. Frustules, en vue connective, droits ou un peu courbés transversalement, valves elliptiques ou elliptiques oblongues, valves dissymétriques sur les 2 axes…….. *Cocconeis*

27‟. Frustules biraphidés

29. Raphé porté par une carène

30. Carène droite ou faiblement biarquée portant un raphé du type naviculoïde ……...….*Plagiotropis*

30‟. Carène différente…….…….13

31. Carène primitive, valves semi-elliptiques ornées de fortes côtes - parfois une légère constriction dorsale…….……..… *Rhopalodia*

31‟. Carène différente

32. Carène avec un système alaire - raphé marginal - pas de fibule visible

33. Frustule incurvé en forme de selle - 1 valve convexe et 1 concave - limbe périphérique…….……...…..*Campylodiscus*

33‟. Frustules polymorphes non incurvés - axes apicaux parallèles

34. Face valvaire presque plane; ornementation formée de côtes siliceuses transapicales étroites alternant avec des stries unisériées; grands poroïdes, ± quadrangulaires, fermés par un cribrum complexe……...……...….*Petrodictyon*

34‟. Face valvaire ondulée transversalement, au moins aux marges; ornementation formée de stries unisériées ou multisériées, sans vraies côtes siliceuses ; petits poroïdes fermés par des volae…….……*Surirella*

32‟. Carène sans système alaire marginale, sub-marginale ou axiale – présence de fibules

35. Carène axiale, frustules bacilliformes en colonies rubanées……..…...*Bacillaria*

35‟. Carènes marginales ou sub-marginales

36. Raphé hélicoïdal……....*Cylindrotheca*

36‟. Raphé non hélicoïdal

37. Carènes disposées du même côté du frustule ……..…. *Hantzschia*

37‟. Carènes opposées…….……...……*Nitzschia*

29‟. Raphé non porté par une carène

38. Raphé sigmoïde

39. Valves à striation croisée oblique (décussée)……..……..… *Pleurosigma*

39.‟. Valves à striation croisée orthogonale…….....……. *Gyrosigma*

38‟. Raphé droit ou parfois sinueux

40. Présence de septum interne constitué de logettes marginales…..…….. *Mastogloia*

40‟. Absence de septum interne

41. Aire nodulaire centrale avec extensions hyalines vers les pôles

42. Extensions hyalines en H (lyriformes)

43. Extensions atteignant les pôles……...…… *Fallacia*

43‟. Extensions n‟atteignant pas les pôles…….....*Lyrella*

42‟. Extensions hyalines pas en H…….……..…*Diploneis*

41‟. Aire nodulaire centrale sans extensions hyalines vers les pôles

44. Présence de strauros, s‟évasant vers les bords valvaires…..……*Trachyneis*

44‟. Absence de stauros

45. Valves symétriques par rapport à l‟axe longitudinal, linéaires, lancéolées, rhombiques ou elliptiques, à ceinture habituellement simple mais finement ornementée…….…….*Navicula*

45‟. Valves asymétriques par rapport à l‟axe longitudinal, avec un côté (dorsal) toujours plus convexe que l‟autre, à ceinture plus ou moins complexe avec bandes intercalaires……...….*Amphora*

A partir de l‟ensemble de ces clés de détermination, celle des espèces de diatomées est ainsi proposée.

Clé de détermination des espèces de diatomées

1. Forme à symétrie radiale
   2. Présence d‟ocelles ou de pseudocelles
      3. Ocelles ou pseudocelles nettement définis
         4. Frustules avec élévations plus ou moins développées
            5. Valves tri ou multipolaires avec élévations peu développées….……...*Triceratium*
               6. Valve rectangulaire à côtés concaves…….……*Triceratium antediluvianum*
               6‟. Valve triangulaire à côtés légèrement convexes…...……*Triceratium reticulum*
            5‟. Valves bipolaires avec élévations très développées

7. Valves divisées par des côtes internes ou septa……*Biddulphia*

8. Présence de 3 dômes (surélevations) bien développés……...*Biddulphia tuomeyi*

8‟. Absence de dômes……..… *Biddulphia pulchella*

7‟. Valves non divisées par des côtes internes……..……..... *Odontella*

9. Processus assez allongés, présence d‟épines centrales……..…*Odontella aurita*

9‟. Processus plus courts, absence d‟épines centrales…..…….. *Odontella obtusa*

4‟. Frustule sans élévations, à section circulaire ou elliptiques avec 2 ou 3 ocelles..*Auliscus*

10. Cellule à 3 ocelles……..*Auliscus sp*

10‟. Cellules à 2 ocelles

11. Côtes plus grossières et interespaces apparemment hyalines….*Auliscus sculptus*

11‟. Côtes moins évidentes avec interespaces striés…...……..*Auliscus caelatus*

3‟. Ocelles pas nettement définies, correspondant à l‟ombilic central…….....*Chrysanthemodiscus floreatus*

2‟. Absence d‟ocelles ou de pseudocelles

12. Valves pourvues de lumens…….……...…….*Plagiogramma*

13. Valve lancéolée, renflée à la partie médiane……..……*P. pulchellum*

13‟. Valve bacillaire, non renflée à la partie médiane……..*P. pulchellum var. pygmaea*

12‟. Valves dépourvues de lumens

14. Présence de pseudoseptums

15. Valves elliptiques ou plus ou moins lunulées……...*Eunotogramma marinum*

15‟. Valves fortement ondulées, divisées par plusieurs pseudoseptums.*Terpsinoe musica*

14‟. Absence de pseudoseptums

16. . Valves sectorisées…….…….…….....*Actynoptychus senarius*

16‟. Valves non sectorisées

17. Cellules bacilliformes, valves avec processus terminal bien développé prolongé en soie……...……*Rhizolenia bergonii*

17‟. Cellules de forme différente, sans processus terminal bien développé prolongé en soie

18. Cellules formant toujours des chaînes

19. Cellules groupées par des filaments muqueux, avec nombreux processus valvaires en anneaux périphériques……*Thalassiosira eccentrica*

19‟. Chaines moniliformes ou rectilignes

20. Union des cellules par coussinets mucilagineux ou par surfaces épineuses (non spathulées) ou non, ou par parties centrales, structure valvaire ponctuée.....*Melosira*

21. Frustules cylindriques à +/- carrées, à granules fins, dentés à la jonction……...*Melosira crenulata*

21‟. Frustules cylindriques, à grands granules……*Melosira granulata*

20‟. Union des cellules par bords valvaires munies d‟épines spathulées, structure valvaire ponctuée aréolée….....*Paralia sulcata*

18‟. Cellules solitaires

22. Structure valvaire en 2 parties, périphérie côtelée ou striée, centre lisse ou finement ponctuée……..*Cyclotella stylorum*

22‟. Structure valvaire différente

23. Valves à aréoles rondes en réseau discontinu……*Psammodiscus nitidus*

23‟. Valves à aréoles polygonales en réseau continu…..…... *Coscinodiscus*

24. Aréoles associées à des pores, rosette centrale……....*C. oculus-iridis*

24‟. Aréoles non associées à des pores, pseudorosette centrale…….*C. oculus-iridis var. borealis*

1‟. Forme à symétrie bilatérale

25. Frustules araphidés

26. Présence de septums internes parallèles à la surface valvaire

27. Frustule tabulaire en vue connective

28. Nombreux septums percés d'1 ou plusieurs foramens……..……....*Rhabdonema*

29. Présence de 3 foramen……...…*Rhabdonema adriaticum*

29‟. Présence de plusieurs foramens…….....*Rhabdonema punctatum*

28‟. 2 septums percés d'un large foramen central, plus 2 septums réduits par valve……...…*Grammatophora*

30. Septa terminés en crochet……*G. hamulifera*

30‟. Septa non terminés en crochet

31. Septa avec 2 ondulations à la base……...……....*G. marina*

31‟. Septa avec une ondulation

32. Cellule carrée de 15 µm de côté……..……*G.oceanica f. minuscula*

32‟. Cellules rectangulaires (27 µm x 10 µm)……..*G. oceanica*

27‟. Frustule cunéiforme en vue connective

33. Septum développé percé de nombreux foramens……..*Climacosphenia moniligera*

33‟. Septums apicaux réduits sans foramen……..*Licmophora*

34. Frustules largement cunéiformes à angles très arrondis…*L. dalmatica var. tenella*

34‟. Frustules étroitement cunéiformes

35. Cloisons peu profondes avec striation robuste……..……*L. ehrenbergii*

35‟. Cloisons rudimentaires avec striation très fine……... *L. flabellata*

23‟. Absence de septums internes

36. Frustules naviculiformes ou claviformes

37. Aire axiale large - fortes stries transapicales plutôt courtes……..…*Opephora*

38. Valve lancéolée à partie médiane large…..…*Opephora pinnata var. lanceolata*

38‟. Valve ovale-linéaire……..……*Opephora schwartzii*

34‟. Aire axiale étroite, structure valvaire différente, d'aspect réticulé

39. Cellule rhomboïdale polymorphe - aire axiale étroite parfois peu définie……..*Raphoneis amphiceros var. rhombica*

39‟. Cellule lancéolée - aire axiale bien définie, élargie aux extrémités…*Delphineis*

40. Valves arrondies à lancéolées……*Delphineis surirella*

40‟. Valves linéaires-elliptiques……*Delphineis surirella var. australis*

36‟. Frustules bacilliformes

41. Présence d‟aréoles marginales (courtes côtes)……....*Thalassionema bacillare*

41‟. Absence d'aréoles marginales

42. Cellules à structure ponctuée ± ordonnée – contour valvaire parfois ondulé……..……*Toxarium undulatum*

42‟. Cellules à structure transversale côtelée perlée - côtes axiales – champs de pores apicaux visibles…..……..….*Ardissonia*

43. Frustules linéaires à extrémités et région médiane légèrement dilatées…….*Ardissonia fulgens*

43‟. Frustule linéaire elliptique à extrémités atténuées obtuses……..…..*Ardissonia robusta*

25‟. Frustules raphidés

44. Frustules monoraphidés

45. Frustules, en vue connective, coudés vers le milieu, valves linéaires, linéaires-lancéolées ou oblongues-1ancéoles, valves dissymétriques sur les axes ……...*Achnanthes*

46. Présence d‟orbicules terminales aux apex…….……*A. subconstricta*

46‟. Absence d‟orbicules terminales aux apex

47. Valves linéaires…….……..*A. brevipes var. intermedia*

47‟. Valves avec une autre forme

48. Valves linéaires-oblongues à largement elliptiques, légèrement rétrécies au milieu.....*A. breviceps*

48‟ Valves linéaires elliptiques, très légèrement rétrécies au milieu*A. longipes*

45‟. Frustules, en vue connective, droits ou un peu courbés transversalement, valves elliptiques ou elliptiques oblongues, valves dissymétriques sur les 2 axes…….. *Cocconeis*

49. Stries formant des bandes longitudinales ondulées…….……..*C. placentula*

49.‟ Stries ne formant pas de bandes longitudinales ondulées

50. Ornementation formée de grosses ponctuations carrées……..*C. scutellum var. ornata*

50‟. Ornementation formée de ponctuations +/- grosses et arrondies….*C. scutellum*

43‟. Frustules biraphidés

51. Raphé porté par une carène

52. Carène droite ou faiblement biarquée portant un raphé du type naviculoïde ……...……*Plagiotropis lepidoptera*

52‟. Carène différente

53. Une carène primitive, valves semi-elliptiques ornées de fortes côtes - parfois une légère constriction dorsale……..……*Rhopalodia gibba var. ventricosa*

53‟. Carène différente

54. Carène avec un système alaire - raphé marginal - pas de fibule visible

55. Frustule incurvé en forme de selle - 1 valve convexe et 1 concave - limbe périphérique…….……..…..*Campylodiscus*

56. Valve à aire centrale réduite à une ligne…….…….....*C. ralfsii*

56‟. Valve à aire centrale non réduite à une ligne

57. Aire centrale hyaline lancéolée, étroite……..…..…*C. decorus*

57‟. Aire centrale finement striée et plissée tranversalement…….....*C. thurettii*

55‟. Frustules polymorphes non incurvés - axes apicaux parallèles

58. Face valvaire presque plane; ornementation formée de côtes siliceuses transapicales étroites alternant avec des stries unisériées; grands poroïdes, ± quadrangulaires, fermés par un cribrum complexe…….....*Petrodictyon gemma*

58‟. Face valvaire ondulée transversalement, au moins aux marges; ornementation formée de stries unisériées ou multisériées, sans vraies côtes siliceuses ; petits poroïdes fermés par des volae……*Surirella fastuosa*

35‟. Carène sans système alaire marginale, sub-marginale ou axiale – présence de fibules

59. Carène axiale, frustules bacilliformes en colonies rubanées....*Bacillaria paxillifera*

59‟. Carènes marginales ou sub-marginales

60. Raphé hélicoïdal…….....*Cylindrotheca*

61.Cellules à partie centrale cylindrique……..……..…..*Cylindrotheca gracilis*

61‟. Cellules à partie centrale oblongue…….……..*Cylindrotheca closterium*

60‟. Raphé non hélicoïdal

62. Carènes disposées du même côté du frustule……..… *Hantzschia amphioxis*

62‟. Carènes opposées…….……...……*Nitzschia*

63. Carène infléchie…….…….....*N. obtusa*

63‟. Carène non infléchie

64. Frustule fortement spathulé aux extrémités……...…..*N. spathulata*

64‟. Frustule non spathulé aux extrémités

65. Valve panduriforme

66. Apex largement cunéiformes, courtement rostrés.....*N. coarctata*

66‟. Apex largement cunéiformes non rostrés……..*N. panduriformis*

65‟. Valve non panduriforme

67. Valve sigmoïde

68. Etroitement lancéolée à longs apex rostrés et arrondis……...……*N. lorenziana*

68‟. Linéaire, légèrement sigmoïde à apex effilés subaigus……*N. sigma*

67‟. Valve elliptique à elliptique-lancéolée……*N. granulata*

51‟. Raphé non porté par une carène

69. Raphé sigmoïde

70. Valves à striation croisée oblique (décussée)……..…*Pleurosigma diverse-striatum*

70.‟Valves à striation croisée orthogonale…….....……. *Gyrosigma*

71. Valve lancéolée en son centre, à apex arrondis……...*Gyrosigma attenuatum*

71‟. Valve linéaire à marges parallèles en son centre, à apex sous-coniques et obtus…….……..…..*Gyrosigma balticum*

69‟. Raphé droit ou parfois sinueux

72. Présence de septum interne constitué de logettes marginales…….*Mastogloia exigua*

72‟. Absence de septum interne

73. Aire nodulaire centrale avec extensions hyalines vers les pôles

74. Extensions hyalines en H (lyriformes)

75. Extensions atteignant les pôles……*Fallacia forcipata*

75‟. Extensions n‟atteignant pas les pôles…….....*Lyrella abrupta*

74‟. Extensions hyalines pas en H…….……..…*Diploneis*

76.Valve elliptique……...……..…..*D. elliptica*

76‟. Valve panduriforme

77. Aire axiale bordée de 2 lignes d‟alvéoles……...……*D. gruendleri*

77‟. Aire axiale bordée de 2 côtes longitudinales

78. Valve à légère constriction médiane, convexité atténuée…*D. weissflogii*

78‟. Valve à profonde constriction médiane……..…… *D. bombus*

73‟. Aire nodulaire centrale sans extensions hyalines vers les pôles

79. Présence de strauros, s‟évasant vers les bords valvaires……..*Trachyneis aspera*

79‟. Absence de stauros

80.Valves symétriques par rapport à l‟axe longitudinal, linéaires, lancéolées, rhombiques ou elliptiques, à ceinture habituellement simple mais finement ornementée…….…….*Navicula*

81. Valve à apex rostrés…….…..……*N. sp*

81‟. Valve à apex non rostrés

82. Frustule rectangulaire resserré au milieu en vue cingulaire*N. cancellata*

82‟. Frustule rectangulaire non resserré au milieu en vue cingulaire

83. Valve linéaire-lancéolée, stries radiantes au milieu, convergentes vers les apex …….……....*N. tripunctata*

83‟. Valve lancéolée, stries toujours radiantes grossières……*N. pennata*

80‟. Valves asymétriques par rapport à l‟axe longitudinal, avec un côté (dorsal) toujours plus convexe que l‟autre, à ceinture plus ou moins complexe avec bandes intercalaires……...….*Amphora*

84. Valve bigibbeuse…….……*Amphora bigibba*

84‟. Valve non gibbeuse

85. Valve cymbiforme à extrémités rostrées…….*Amphora costata*

85‟. Valve non cymbiforme

86. Valves semi-elliptiques à apex obtusément arrondis et à raphé biarqué.....*Amphora proteus*

86‟. Valves semi-lancéolées à apex légèrement produits et raphé droit……....*Amphora turgida*

Chez les diatomées, les caractères morphologiques à partir desquels a été élaborée cette clé de détermination sont : la symétrie des cellules, leur mode d‟agencement (solitaire, en colonie ou chaine), la structure valvaire, le type d‟ornementation, la présence ou l‟absence, le nombre et la disposition des raphés ou pseudoraphés, la forme, le nombre et le type d‟appendices.

III.2.2.2. Phylum des *Chlorophyta*

III.2.2.2.1. Description morphologique et identification

Dans ce phylum, trois classes y ont été rencontrées : les *Chlorophyceae*, les *Prasinophyceae* et les *Euglenophyceae*.

- **Classe des *Chlorophyceae***

  Ordre des Chlorococcales

  Famille des *Scenedesmaceae*

Genre *Scenedesmus* Meyer

Les cellules sont regroupées en cénobes plats, formés de 2, 4 ou 8 cellules disposées côte à côte en série linéaire, plus rarement en deux rangées alternantes ; chaque cellule a un seul plaste pariétal pourvu d'un pyrénoïde. Les cellules sont souvent ornementées d'épines, d'aiguillons, de pores, de côtes longitudinales ; les cellules marginales du cénobe ayant souvent une ornementation différente de celles du centre

***Scenedesmus subspicatus* (Pl 16B)**

Le cénobe est formé de 4 cellules cylindriques à oblongues. Les externes sont pourvues de 2 petits aiguillons, 1 au pôle et 1 sur le côté externe. Les cellules internes portent à chaque pôle un petit aiguillon. Un aiguillon plus développé est présent aux 2 angles opposés du cénobe en diagonale. Chaque cellule présente un pyrénoïde dans sa partie centrale.

Dimensions : longueur 7 µm, diamètre des cellules internes 2 µm, diamètre des cellules externes 3 µm

***Scenedesmus quadricauda* De Brebisson (Pl 16A)**

Le cénobe est formé de 4 cellules cylindriques pourvues chacune d'un pyrénoïde central ; le diamètre des cellules centrales est de 5 µm et celui de cellules externes un peu renflées vers l'extérieur est de 6 µm. Chaque pôle du cénobe porte une épine (4 au total) ; les deux de chaque côté sont identiques.

Dimensions : longueur10 µm, diamètre cellules internes 3 µm, diamètre cellules externes 3,5 µm.

L'espèce est morphologiquement identique à celle décrite par Paulmier (1992).

***Scenedesmus sp* (Pl 16C)**

Deux cellules cylindriques, convexes vers l'extérieur forment le cénobe. Chaque pôle est pourvu d'une épine (4 au total). Deux épines sont également présentes sur les cotés externes.

Dimensions : diamètre des cellules 2,5 µm, longueur 7 µm.

- **Classe des *Prasinophyceae* Moestrup & Throndsen 1988**

  Ordre des Chlorodendrales Fritsch 1917

  Famille des *Halosphaeraceae* Haeckel 1894

Genre *Pterosperma* Pouchet 1893

Les cellules mobiles sont à symétrie bilatérale et pourvues de 4 flagelles, fortifiés au stade immobile, avec des « ailes » ou sortes d'épines sur toute la surface, avec de nombreux chloroplates discoïdes de couleur vert-jaune à brun doré.

***Pterosperma undulatum Ostenfeld* (Pl 16D)**

La cellule est sphérique, incolore, de 7 µm de diamètre et pourvue de sortes d'épines sur toute la surface.

L'espèce est identique à celle décrite par Al Kandari et al. (2009).

- **Classe des *Euglenophyceae* Schoenichen 1925**

  Ordre des Euglenales Engler 1898

  Famille des *Euglenaceae*

Genre *Euglena* Ehrenberg

***Euglena spirogyra* Ehr (Pl 16F)**

Les cellules sont cylindriques, dorsoventralement aplanis, avec des extrémités antérieure arrondie et postérieure amincie et terminée dans un appendice caudal pointu. Elles sont parfois sous forme de croissant. L'ornementation est formée de rangées de perles à disposition hélicoïdale.

Dimensions : longueur 70-85, diamètre 20 µm.

Cette espèce présente les mêmes caractéristiques que celle décrite par Mirande & Tracanna (2004).

III.2.2.2.2. Clé de détermination des espèces

A partir de cette étude morphologique, cette clé de détermination des espèces de Chlorophytes est proposée.

1. Cellules regroupées en cénobe…...……..……. *Scenedesmus*

2. Cénobe de 4 cellules

3. Présence d'une épine (4 au total) par pôle du cénobe……...*S. quadricauda*

3'. Présence de 2 petits aiguillons sur les externes, 1 au pôle et 1 sur le coté externe et d'un aiguillon plus développé aux 2 angles opposés du cénobe……...*S. subspicatus*

2'. Cénobes de 2 cellules cylindriques, pourvues d'une épine par pôle (4 au total) et de deux épines sur les cotés externes…...……..……..*S. sp*

1'. Cellules isolées

4. Cellule sphérique pourvue de sorte d'épines sur toute la surface.....…*Pterosperma undulatum*

4‟. Cellule cylindrique, dorsoventralement aplanis, avec des rangées de perles à disposition hélicoïdale sur la surface…….…....*Euglena spirogyra*

Le type de thalle, le nombre et la forme des cellules, le type d‟ornementation, la présence ou l‟absence d‟appendices et leur position sont les principaux caractères morphologiques qui ont permis de différencier les espèces de chlorophytes rencontrés.

III.2.2.3. Phylum des *Chromophyta*

III.2.2.3.1. Description morphologique et identification

Classe des *Dictyochophyceae*

Ordre des Dictyochales Haeckel 1894

Famille des *Dictyochaceae* Lemmermann 1901

Genre *Dictyocha* Ehrenberg

Le squelette des cellules présente un anneau basal et une partie convexe qui relient les centres des secteurs de cet anneau basal qui peut être elliptique, ou triangulaire, ou plus ou moins en losanges. La partie convexe peut donc être une bande courbée, peut avoir trois ou quatre rayons. Il y‟a d'habitude, mais pas toujours des épines extérieures prolongeant les angles.

***Dictyocha fibula* Ehrenberg 1839 (Pl 16E)**

Petite cellule munie d'un squelette de forme carrée avec quatre "fenêtres" et des angles prolongés par des épines ou dents.

Dimensions : diamètre squelette + épines 35 µm.

L‟espèce présente les mêmes caractéristiques que celles décrites par Throndsen (1997), Al Kandari *et al.* (2009) et Bérard-Therriault *et al.* (1999).

Ecologie et distribution : Espèce cosmopolite, vivante ou fossile.

III.2.2.4. Phylum des *Dinophyta* (ou *Pyrrophyta*)

III.2.2.4.1. Description morphologique et identification

Les classes des *Dinophyceae* et des *Desmophyceae* forment ce phylum.

- **Classe des *Dinophyceae* Westand Fritch 1927**

Ordre des Prorocentrales Lemmermann 1910

Famille des *Prorocentraceae* Stein1883

Genre *Prorocentrum* Ehrenberg

Les cellules sont caractérisées par une thèque ou coque formée de 2 valves ou plaques, de nature cellulosique et percée de pores. Présence ou non d'une dent apicale bien visible, à la base de laquelle, quand elle existe, sont insérés ventralement 2 flagelles dissemblables. Des plaquettes apicales complètent la cuirasse. Les cellules ont des formes ovoïdes à lancéolées.

***Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge (Pl 16G)**

Syn. : *Cryptomonas lima* Ehrenberg 1859

Exuviaella lima (Ehrenberg) Butschii 1885

Prorocentrum marinum Dodge and Bibby 1973

L‟espèce présente une cellule plus ou moins ovoïde avec des pores dispersés sur la thèque. Elle est pourvue d‟une dépression apicale sans dent d‟environ 9 µm de diamètre :

Dimensions : diamètre au milieu de la cellule 26-38 µm, longueur de 39-50 µm.

L‟espèce présente les mêmes caractéristiques que celles décrites par Paulmier (1992), Steidinger & Tangen (1997) et Al Kandari *et al.* (2009).

Ecologie et distribution : espèce néritique et estuarienne à large distribution mondiale ; benthique/épiphyte mais pouvant être tychoplanctonique.

- **Classe des *Desmophyceae* Smith**

Cette classe est formée de trois ordres : Dinophysiales, Gymnodiniales, Péridiniales.

Ordre des Dinophysiales Lindemann 1928

Famille des *Dinophysiaceae* Stein 1883

Genre *Dinophysis* Ehrenberg 1839

Dinophycées à hypothèque bivalve et à suture sagittale souvent dentelée. Les valves sont composées de plusieurs plaques, environ 18 ? (Sournia, 1986). Les deux parties de la thèque séparées par une ceinture en position polaire, subpolaire ou tropicale, bordées par deux collerettes renforcées ou plissées, plus ou moins infundibuliformes. Sillon longitudinal court, bordé par 2 membranes alaires, la gauche étant plus longue et étayée par 3 nervures acanthiformes (R1 - R3). Axe transversal variable mais souvent étroit. L‟ornementation des plaques est faite d'alvéoles poroïdes.

***Dinophysis mitra* (Schutt) Abé 1967** (Pl 16H)

Syn. : *Phalacroma mitra* Schutt 1895.

Les cellules sont larges en forme de coin. Le côté dorsal est convexe, le côté ventral est plus ou moins droit près de la ceinture et de l‟extrémité de la membrane alaire gauche à l'antapex. L'épithèque est plat ou légèrement convexe, large ellipsoïde en vue apical. L‟hypothèque est plus large entre les deuxièmes et troisièmes côtes membrane alaire gauche. Les plaques de la thèque sont ornementées d'alvéoles poroïdes.

Dimensions : 55 µm.

L‟espèce a été identifiée grâce aux travaux de Al Kandari *et al.* (2009).

Ordre des Gymnodiniales Lemmermann 1910

Famille des *Gymnodiniaceae*

Genre *Gyrodinium* Kofoid et Swezy

Dinoflagellé « nu », c‟est-à-dire à thèque rudimentaire ; la ceinture est hélicoïdale, toujours ouverte et décalée de plus de 1/5 de la hauteur totale, sa longueur entre 1 et 1% tour, le sulcus est longitudinal ou présente une torsion généralement inférieure à un demi transdiamètre. Le sillon longitudinal va le plus souvent de l'apex à l'antapex. La morphologie est variable, surtout ovoïde à fusiforme. La membrane externe est lisse ou striée avec la présence d'argyrome.

***Gyrodinium sp* (Pl 16I)**

La cellule est fusiforme avec une membrane externe (thèque rudimentaire) apparemment striée.

Dimensions : longueur 24 µm, diamètre 12 µm.

Ordre des Péridiniales Haeckel 1894

Famille des *Protoperidiniaceae* F. J. R. Taylor

Genre *Protoperidinium* Bergh

Dinoflagellés de dimensions et de formes variables, munies de 3 plaques cingulaires. L‟épithèque est avec ou sans cheminée ou prolongement apical ; l‟hypothèque est arrondie ou non, avec ou sans cornes ou épines antapicales. La ceinture équatoriale est parfois décalée. Le sulcus se situe sur l'hypothèque avec parfois un léger empiètement sur l'épithèque.

***Protoperidinium sp* (Pl 16J)**

La cellule est petite, globuleuse à subsphérique. Les deux parties de la thèque sont presque hémisphériques. L‟épithèque est sans cheminée apicale et l‟hypothèque pourvue de 2 épines antapicales.

Dimensions : diamètre 23-24 µm.

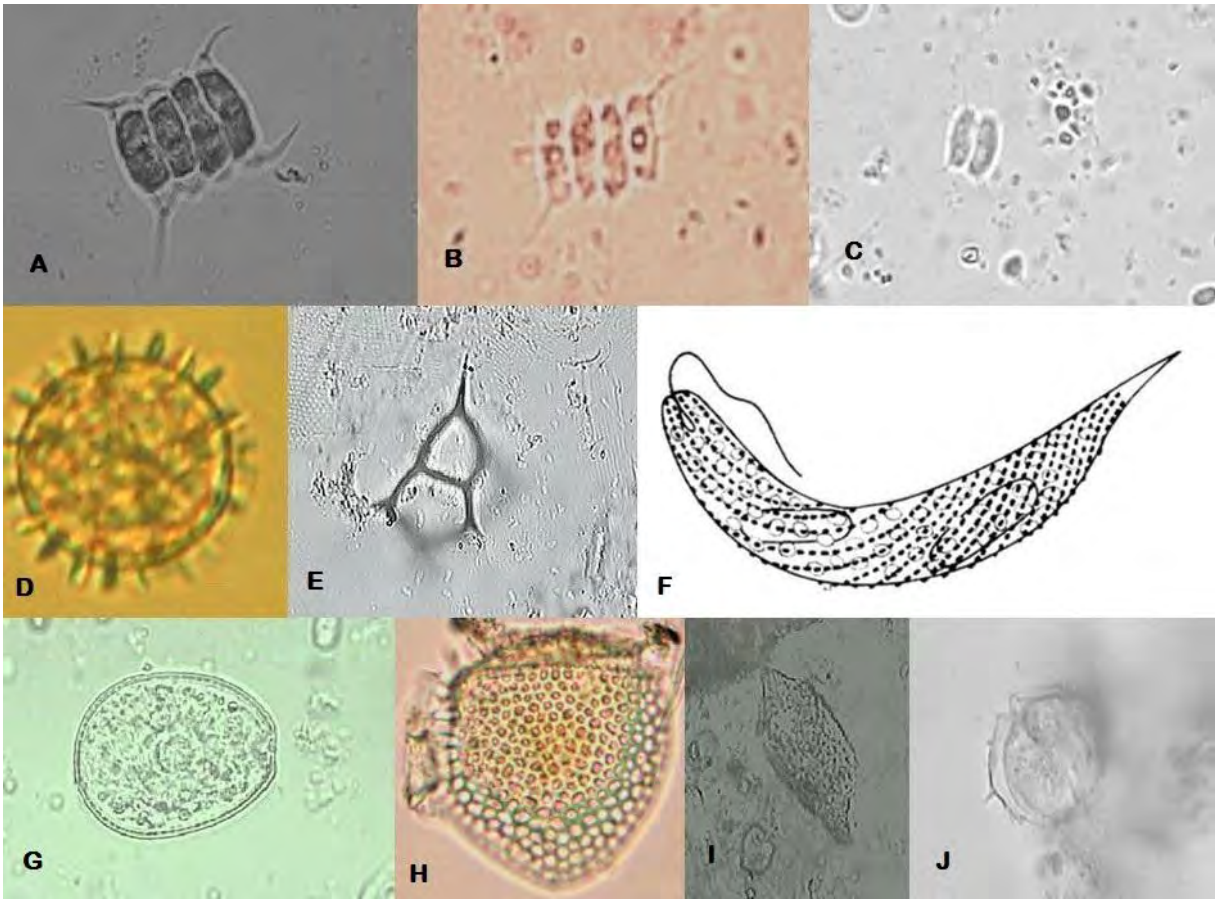


Planche 16. A : *Scenedesmus quadricauda ;* B : *Scenedesmus subspicatus* ; C : *Scenedesmus sp* ; D : *Pterosperma undulatum* (photo de Al Kandari *et al.,* 2009) ; E : *Dictyocha fibula ;* F : *Euglena spirogyra* (photo de Mirande & Tracanna, 2004) ; G : *Prorocentrum lima* ; H : *Dinophysis mitra* ; I : *Gyrodinium sp* ; J : *Protoperidinium sp*.

III.2.2.4.2. Clé de détermination des espèces des *Dinophyta*

Suite à cette étude morphologique, une clé de détermination de l'ensemble des espèces de *Dinophyta* est proposée.

1. Cellules pourvues de vraies thèques

    2. Thèque à plaques séparées par une ceinture

        3. Présence de collerettes bordant les 2 parties des thèques…..…*Dinophysis mitra*

        3'. Absence de collerettes, hypothèque pourvue de 2 épines antapicales……...……*Protoperidinium sp*

    2'. Thèque à plaques non séparées par une ceinture-cellule +/- ovoïde à dépression apicale sans dent……..……..…...*Prorocentrum lima*

1'. Cellules « nues », à thèque rudimentaire, fusiforme apparemment striée…….…….*Gyrodinium sp*

Les espèces de Dinophytes ont été différenciées grâce à des caractères comme la présence ou la nature de la thèque, l'organisation des plaques de cette thèque, la forme des cellules et la présence ou l'absence d'épines.

III.2.3. Elaboration de clé de détermination de l'ensemble des espèces de cyanophytes et microalgues rencontrées

A partir de la description morphologique des taxons rencontrés et des clés de détermination de genres et d'espèces des différents phylums, nous proposons la clé de détermination de l'ensemble des espèces de cyanophytes et microalgues marines rencontrées dans la Presqu'île du Cap Vert et sur la Petite Côte.

1. Cellule procaryote…….Cyanophytes
   2. Thalle filamenteux (trichome avec ou sans gaine)
      3. Présence d'hétérocystes de 6-7 µm de diamètre ……. *Calothrix sp*
      3'. Absence d'hétérocystes
         4. Présence de gaine
            5. Plusieurs trichomes par gaine…….. *Blennothrix lyngbyacea*
            5.' Un trichome par gaine
               6. Diamètre du trichome < 3 µm……..….*Leptolyngbya cf. foveolarum*
               6.' Diamètre du trichome ≥ 3 µm……..……. *Lyngbya*
                  7. Filament à diamètre ≤ 6 µm
                     8. Trichome constricté
                        9. Cellules rectangulaires de 5 µm de diamètre…… *Lyngbya sp*
                        9'. Cellules plus ou moins carrées de 3 µm de diamètre……...……..*Lyngbya nordgaardii*
                     8'. Trichome non constricté……..…... *Lyngbya sp1*
                  7'. Filament à diamètre > 6 µm
                     10. Présence de granulations au niveau des cloisons..*Lyngbya semiplena*
                     10'. Absence de granulations au niveau des cloisons…….*Lyngbya confervoides*
         4'. Absence de gaine
            11. Trichome spiralé……... *Spirulina*
               12. Présence de granulations……. *S. sp*
               12'. Absence de granulations
                  13. Diamètre des spires= 1 µm, diamètre du trichome : 3 µm….. *S. subsalsa*
                  13'. Diamètre des spires < 1 µm, diamètre du trichome : 1,5-2 µm……..*S. labyrinthiformis*
            11'. Trichome non spiralé
               14. Présence d'aérotopes réparties dans tout le contenu cellulaire…*Planktothrix*
                  15. Trichome à apex atténué, de 4-4,5 µm de diamètre…… *Pl. raciborskii*
                  15'. Trichome à apex non atténué, de 9 µm de diamètre……. *Pl. isothrix*
               14'. Absence d'aérotopes
                  16. Cellules apparemment non jointives
                     17. Cellules rétrécies en leur milieu……..…….*Komvophoron sp*
                     17'. Cellules non rétrécies en leur milieu…...……*Pseudanabaena*
                        18. Cellules en tonnelet (carrées à cylindriques à bords arrondis, 1 x 1-1,5 µm)…..…… *P. sp1*
                        18'. Cellules cylindriques

19. Trichome (1,5 µm de diamètre) à contenu cellulaire verdâtre homogène……...*P. catenata*

19‟. Trichome (2 µm de diamètre) avec bordure plus verte que le centre……..……..…*P. sp*

16‟. Cellules jointives

20. Cellules rectangulaires à cylindriques, à thylacoïdes enroulés……...*Oscillatoria*

21. Trichomes à cellules plus ou moins carrées

22. Apex effilé incurvé……...…… *O. acuta*

22‟. Apex non effilé

23. Cellules de 3 µm de diamètre avec cloisons très bien marquées……..…... *O. articulata*

23‟. Cellules de 5 µm de diamètre avec cloison pas très bien marquées…… *O. chlorina*

21‟. Trichomes à cellules rectangulaires

24.Apex effilé

25. Cellules avec 5 µm de diamètre, sans constriction…… *O. sp3*

25‟. Cellules avec 14 µm de diamètre, avec constriction.... *O. sp4*

24‟. Apex non effilé

26. Trichomes sans constriction

27. Cellules avec 17 µm de diamètre…… *O. limosa*

27‟. Cellules avec 5 µm de diamètre……*O. subbrevis*

26‟. Trichomes avec constriction

28. Diamètre des cellules < 9 µm

29. Diamètre des cellules égal à 3 µm……..…..…. *O. sp*

29‟. Diamètre des cellules égal à 5-6 µm…..*O. nigroviridis*

28‟. Diamètre des cellules ≥ 9 µm

30. Diamètre égal à 9 µm……..…… *O. sp1*

30‟. Diamètre égal à 22-23 µm……..…...…… *O. sp2*

20‟. Cellules + ou – isodiamétriques, à thylacoïdes disposés radialement…….……*Phormidium*

31. Cellules rectangulaires…….……. *Ph. autumnale*

31‟. Cellules carrées à cylindriques

32. Trichome non constricté…….....……. *Ph. corium*

32‟. Trichome constricté

33. Cellules cylindriques avec granulations…….. *Ph. hamellii*

33‟. Cellules plus ou carrées avec granulations et pseudovacuoles……..... *Ph. retzii*

1‟ Thalle unicellulaire, en colonie ou formant de petites rangées (pseudotrichomes)

34. Pseudotrichomes

35. Cellules contiguës……..…….. *Pleurocapsa sp*

35‟. Cellules non contiguës disposées en tube cylindrique…*Johannesbaptistia pellucida*

34‟. Colonies gélatineuses

36. Présence de gaine gélatineuse individuelle……..…….. *Chroococcus*

37. Cellules sphériques, de 3 µm de diamètre……...……...…. *C. varius*

37‟. Cellules non sphériques

38. Cellules subsphériques, de 8 µm de diamètre……..……... *C. minutus*

38‟. Cellules hémisphériques

39. Colonie de 4 cellules de 4 à 4,5 µm de diamètre……..…*C. minor*

39‟. Colonie de plusieurs cellules de 9-10 µm de diamètre……... *C. sp*

36‟. Absence de gaine gélatineuse individuelle

40.Forme tabulaire plate……..…….. *Merismopedia*

41. Cellules subsphériques de 1 µm de diamètre…….…….…*M. minima*

41‟. Cellules non subsphériques

42. Cellules sphériques à elliptiques de 5-6 µm de diamètre……..*M. mediterranea*

42‟. Cellules hémisphériques de 4 µm de diamètre, avec pseudovacuoles……..…….*M. sp*

40‟. Forme non tabulaire

43. Cellules disposées en glomérules……..……. *Myxosarcina sp*

43‟. Cellules non disposées en glomérules

44. Cellules cylindriques allongées…… *Rhabdoderma lineare*

44‟. Cellules ovoïdes ou sphériques (hémisphériques après division)

45. Cellules ovoïde…….…….…. *Aphanothece sp*

45‟. Cellules sphériques (hémisphériques après division)

46. Cellules disposées irrégulièrement, avec 2 plans de division…….*Aphanocapsa*

47. Colonie de 7 cellules sphériques de 6-7 µm de diamètre……...…….. *A. littoralis*

47‟. Colonie de nombreuses cellules sphériques de 0,5 µm de diamètre……...……..*A. marina*

46‟. Cellules disposées régulièrement, avec plus de 3 plans de division……..*Microcystis*

48. Cellules sphériques avec granulations, de 2-3,5 µm de diamètre……...…...… *M. sp*

48‟. Cellules sphériques sans granulations, de 4-4,5 µm de diamètre……..…….. *M. sp1*

1‟. Cellule eucaryote……...……....Microalgues

49. Présence de frustule

50. Forme à symétrie radiale

51. Présence d‟ocelles ou de pseudocelles

52. Ocelles ou pseudocelles nettement définis

53. Frustules avec élévations plus ou moins développées

54. Valves tri ou multipolaires avec élévations peu développées……...*Triceratium*

55. Valve rectangulaire à côtés concaves…….……*Triceratium antediluvianum*

55‟. Valve triangulaire à côtés légèrement convexes……*Triceratium reticulum*

54‟. Valves bipolaires avec élévations très développées

56. Valves divisées par des côtes internes ou septa……*Biddulphia*

57. Présence de 3 dômes (surélevations) bien développés……...*Biddulphia tuomeyi*

57‟. Absence de dômes……..… *Biddulphia pulchella*

56‟. Valves non divisées par des côtes internes……..…….... *Odontella*

58. Processus assez allongés, présence d‟épines centrales……..…..*Odontella aurita*

58‟. Processus plus courts, absence d‟épines centrales…..…….. *Odontella obtusa*

53‟. Frustule sans élévations, à section circulaire ou elliptiques avec 2 ou 3 ocelles……*Auliscus*

59. Cellule à 3 ocelles……..*Auliscus sp*

59‟. Cellules à 2 ocelles

60. Côtes plus grossières et interespaces apparemment hyalines….*Auliscus sculptus*

60‟. Côtes moins évidentes avec interespaces striés…..……..*Auliscus caelatus*

52‟. Ocelles pas nettement définies, correspondant à l‟ombilic central…….....*Chrysanthemodiscus floreatus*

51‟. Absence d‟ocelles ou de pseudocelles

61. Valves pourvues de lumens…….……...…….*Plagiogramma*

62. Valve lancéolée, renflée à la partie médiane……..……*P. pulchellum*

62‟. Valve bacillaire, non renflée à la partie médiane……..*P. pulchellum var. pygmaea*

61‟. Valves dépourvues de lumens

63. Présence de pseudoseptums

64. Valves elliptiques ou plus ou moins lunulées……...*Eunotogramma marinum*

64‟. Valves fortement ondulées, divisées par plusieurs pseudoseptums.*Terpsinoe musica*

63‟. Absence de pseudoseptums

65. . Valves sectorisées…….…….…….....*Actynoptychus senarius*

16‟. Valves non sectorisées

66. Cellules bacilliformes, valves avec processus terminal bien développé prolongé en soie……*Rhizolenia bergonii*

66‟. Cellules de forme différente, sans processus terminal bien développé prolongé en soie

67. Cellules formant toujours des chaînes

68. Cellules groupées par des filaments muqueux, avec nombreux processus valvaires en anneaux périphériques……*Thalassiosira eccentrica*

68‟. Chaines moniliformes ou rectilignes

69. Union des cellules par coussinets mucilagineux ou par surfaces épineuses (non spathulées) ou non, ou par parties centrales, structure valvaire ponctuée.....*Melosira*

70. Frustules cylindriques à +/- carrées, à granules fins, dentés à la jonction……...*Melosira crenulata*

70‟. Frustules cylindriques, à grands granules……*Melosira granulata*

69‟. Union des cellules par bords valvaires munies d‟épines spathulées, structure valvaire ponctuée aréolée….....*Paralia sulcata*

67‟. Cellules solitaires

71. Structure valvaire en 2 parties, périphérie côtelée ou striée, centre lisse ou finement ponctuée……..*Cyclotella stylorum*

71‟. Structure valvaire différente

72. Valves à aréoles rondes en réseau discontinu……*Psammodiscus nitidus*

72‟. Valves à aréoles polygonales en réseau continu…..….... *Coscinodiscus*

73. Aréoles associées à des pores, rosette centrale……....*C. oculus-iridis*

73‟. Aréoles non associées à des pores, pseudorosette centrale…….*C. oculus-iridis var. borealis*

50‟. Forme à symétrie bilatérale

74. Frustules araphidés

75. Présence de septums internes parallèles à la surface valvaire

76. Frustule tabulaire en vue connective

77. Nombreux septums percés d'1 ou plusieurs foramens……..……....*Rhabdonema*

78. Présence de 3 foramen……...*Rhabdonema adriaticum*

78‟. Présence de plusieurs foramens…….....*Rhabdonema punctatum*

77‟. 2 septums percés d'un large foramen central, plus 2 septums réduits par valve……..…*Grammatophora*

79. Septa terminés en crochet……..…*G. hamulifera*
79‟. Septa non terminés en crochet
80. Septa avec 2 ondulations à la base……...……....*G. marina*
80‟. Septa avec une ondulation
81. Cellule carrée de 15 µm de côté……..……*G.oceanica f. minuscula*
81‟. Cellules rectangulaires (27 µm x 10 µm)……...*G. oceanica*
76‟. Frustule cunéiforme en vue connective
82. Septum développé percé de nombreux foramens……..*Climacosphenia moniligera*
82‟. Septums apicaux réduits sans foramen……..*Licmophora*
83. Frustules largement cunéiformes à angles très arrondis…*L. dalmatica var. tenella*
83‟. Frustules étroitement cunéiformes
84. Cloisons peu profondes avec striation robuste……..……*L. ehrenbergii*
84‟. Cloisons rudimentaires avec striation très fine……... *L. flabellata*
75‟. Absence de septums internes
85. Frustules naviculiformes ou claviformes
86. Aire axiale large - fortes stries transapicales plutôt courtes……..…*Opephora*
87. Valve lancéolée à partie médiane large…..…*Opephora pinnata var. lanceolata*
87‟. Valve ovale-linéaire…….…….....*Opephora schwartzii*
86‟. Aire axiale étroite, structure valvaire différente, d'aspect réticulé
88. Cellule rhomboïdale polymorphe - aire axiale étroite parfois peu définie……..*Raphoneis amphiceros var. rhombica*
88‟. Cellule lancéolée - aire axiale bien définie, élargie aux extrémités…*Delphineis*
89. Valves arrondies à lancéolées……*Delphineis surirella*
89‟. Valves linéaires-elliptiques……*Delphineis surirella var. australis*
85‟. Frustules bacilliformes
90. Présence d‟aréoles marginales (courtes côtes)……....*Thalassionema bacillare*
90‟. Absence d'aréoles marginales
91. Cellules à structure ponctuée ± ordonnée – contour valvaire parfois ondulé……...……*Toxarium undulatum*
91‟. Cellules à structure transversale côtelée perlée - côtes axiales – champs de pores apicaux visibles…..…….....*Ardissonia*
92. Frustules linéaires à extrémités et région médiane légèrement dilatées……..*Ardissonia fulgens*
92‟. Frustule linéaire elliptique à extrémités atténuées obtuses…….…….....*Ardissonia robusta*
74‟. Frustules raphidés
93. Frustules monoraphidés
94. Frustules, en vue connective, coudés vers le milieu, valves linéaires, linéaires-lancéolées ou oblongues-lancéoles, valves dissymétriques sur les axes ……....*Achnanthes*
95. Présence d‟orbicules terminales aux apex…….……*A. subconstricta*
95‟. Absence d‟orbicules terminales aux apex
96. Valves linéaires…….……..*A. brevipes var. intermedia*
96‟. Valves avec une autre forme
97. Valves linéaires-oblongues à largement elliptiques, légèrement rétrécies au milieu.....*A. breviceps*
97‟ Valves linéaires elliptiques, très légèrement rétrécies au milieu...*A. longipes*
94‟. Frustules, en vue connective, droits ou un peu courbés transversalement, valves elliptiques ou elliptiques oblongues, valves dissymétriques sur les 2 axes…….. *Cocconeis*

98. Stries formant des bandes longitudinales ondulées……....*C. placentula*
49.‟ Stries ne formant pas de bandes longitudinales ondulées
99. Ornementation formée de grosses ponctuations carrées……..*C. scutellum var. ornata*
99‟. Ornementation formée de ponctuations +/- grosses et arrondies….*C. scutellum*
93‟. Frustules biraphidés
100. Raphé porté par une carène
101. Carène droite ou faiblement biarquée portant un raphé du type naviculoïde ……...……*Plagiotropis lepidoptera*
101‟. Carène différente
102. Carène primitive, valves semi-elliptiques ornées de fortes côtes - parfois une légère constriction dorsale……..……*Rhopalodia gibba var. ventricosa*
102‟. Carène différente
103. Carène avec un système alaire - raphé marginal - pas de fibule visible
104. Frustule incurvé en forme de selle - 1 valve convexe et 1 concave - limbe périphérique……...…..*Campylodiscus*
105. Valve à aire centrale réduite à une ligne……..*C. ralfsii*
105‟. Valve à aire centrale non réduite à une ligne
106. Aire centrale hyaline lancéolée, étroite……*C. decorus*
106‟. Aire centrale finement striée et plissée tranversalement.*C. thurettii*
104‟. Frustules polymorphes non incurvés - axes apicaux parallèles
107. Face valvaire presque plane; ornementation formée de côtes siliceuses transapicales étroites alternant avec des stries unisériées; grands poroïdes, ± quadrangulaires, fermés par un cribrum complexe……...*Petrodictyon gemma*
107‟. Face valvaire ondulée transversalement, au moins aux marges; ornementation formée de stries unisériées ou multisériées, sans vraies côtes siliceuses ; petits poroïdes fermés par des volae……*Surirella fastuosa*
103‟. Carène sans système alaire marginale, sub-marginale ou axiale – présence de fibules
108. Carène axiale, frustules bacilliformes en colonies rubanées……...*Bacillaria paxillifera*
108‟. Carènes marginales ou sub-marginales
109. Raphé hélicoïdal……....*Cylindrotheca*
110. Cellules à partie centrale cylindrique..……..*C. gracilis*
110‟. Cellules à partie centrale oblongue…….……....*C.closterium*
109‟. Raphé non hélicoïdal
111. Carènes disposées du même côté du frustule……..*Hantzschia amphioxis*
111‟. Carènes opposées……..…….……...……*Nitzschia*
112. Carène infléchie……..…..……*N. obtusa*
112‟. Carène non infléchie
113. Frustule fortement spathulé aux extrémités..*N. spathulata*
113‟. Frustule non spathulé aux extrémités
114. Valve panduriforme
115. Apex largement cunéiformes, courtement rostrés……...……..*N. coarctata*
115‟. Apex largement cunéiformes non rostrés……....*N. panduriformis*

114‟. Valve non panduriforme
116. Valve sigmoïde
117. Etroitement lancéolée à longs apex rostrés et arrondis……..…*N. lorenzianа*
117‟. Linéaire, légèrement sigmoïde à apex effilés subaigus…….*N. sigma*
116‟. Valve elliptique à elliptique-lancéolée….*N. granulata*
100‟. Raphé non porté par une carène
118. Raphé sigmoïde
119. Valves à striation croisée oblique (décussée)…...*Pleurosigma diverse-striatum*
119‟. Valves à striation croisée orthogonale……..…… *Gyrosigma*
120. Valve lancéolée en son centre, à apex arrondis……...*G. attenuatum*
120‟. Valve linéaire à marges parallèles en son centre, à apex sous-coniques et obtus……..*G. balticum*
118‟. Raphé droit ou parfois sinueux
121. Présence de septum interne constitué de logettes marginales……..*Mastogloia exigua*
121‟. Absence de septum interne
122. Aire nodulaire centrale avec extensions hyalines vers les pôles
123. Extensions hyalines en H (lyriformes)
124. Extensions atteignant les pôles……..…….*Fallacia forcipata*
124‟. Extensions n‟atteignant pas les pôles…….....*Lyrella abrupta*
123‟. Extensions hyalines pas en H…….……..……..….*Diploneis*
125. Valve elliptique……..……..*D. elliptica*
125‟. Valve panduriforme
126. Aire axiale bordée de 2 lignes d‟alvéoles…...……*D. gruendleri*
126‟. Aire axiale bordée de 2 côtes longitudinales
127. Valve à légère constriction médiane, convexité atténuée……*D. weissflogii*
127‟. Valve à profonde constriction médiane……... *D. bombus*
122‟. Aire nodulaire centrale sans extensions hyalines vers les pôles
128. Présence de strauros, s‟évasant vers les bords valvaires……*Trachyneis aspera*
128‟. Absence de stauros
129. Valves symétriques par rapport à l‟axe longitudinal, linéaires, lancéolées, rhombiques ou elliptiques, à ceinture habituellement simple mais finement ornementée……..……*Navicula*
130. Valve à apex rostrés…….…..……*N. sp*
130‟. Valve à apex non rostrés
131. Frustule rectangulaire resserré au milieu en vue cingulaire……*N. cancellata*
131‟. Frustule rectangulaire non resserré au milieu en vue cingulaire
132. Valve linéaire-lancéolée, stries radiantes au milieu, convergentes vers les apex …….…….....*N. tripunctata*
132‟. Valve lancéolée, stries toujours radiantes grossières…….*N. pennata*
129‟. Valves asymétriques par rapport à l‟axe longitudinal, avec un côté (dorsal) toujours plus convexe que l‟autre, à ceinture plus ou moins complexe avec bandes intercalaires……..……..….*Amphora*

133. Valve bigibbeuse……...….*A. bigibba*
133‟. Valve non gibbeuse
134. Valve cymbiforme à extrémités rostrées…...….*A. costata*
134‟. Valve non cymbiforme
135. Valves semi-elliptiques à apex obtusément arrondis et à raphé biarqué.....*A. proteus*
135‟. Valves semi-lancéolées à apex légèrement produits et raphé droit…….....*A. turgida*

49‟. Absence de frustule
136. Cellule à squelette carré avec 4 "fenêtres" et à angles prolongés par des épines……..…….*Dictyocha fibula*
136‟. Cellule d‟une autre forme
137. Cellule à plaques cellulosiques avec un cingulum et un sulcus
138. Cellule pourvue de vraie thèque
139. Thèque à plaques séparées par une ceinture
140. Présence de collerettes bordant les 2 parties des thèques…..….*Dinophysis mitra*
140‟. Absence de collerettes, hypothèque pourvue de 2 épines antapicales……..…..*Protoperidinium sp*
139‟. Thèque à plaques non séparées par une ceinture-cellule +/- ovoïde à dépression apicale sans dent...……..…...*Prorocentrum lima*
138‟. Cellule « nue », à thèque rudimentaire, fusiforme apparemment striée…*Gyrodinium sp*
137‟. Cellule de forme différente
141. Cellules regroupées en cénobe…...……..….*Scenedesmus*
142. Cénobe de 4 cellules
143. Présence d‟une épine (4 au total) par pôle du cénobe…...*S. quadricauda*
143‟. Présence de 2 petits aiguillons sur les externes, 1 au pôle et 1 sur le coté externe et d‟un aiguillon plus développé aux 2 angles opposés du cénobe……...*S. subspicatus*
142‟. Cénobes de 2 cellules cylindriques, pourvues d‟une épine par pôle (4 au total) et de deux épines sur les cotés externes…….…….*S. sp*
141‟. Cellules isolées
144. Cellule sphérique pourvue de sorte d‟épines sur toute la surface……*Pterosperma undulatum*
144‟. Cellule cylindrique, dorsoventralement aplanis, avec des rangées de perles à disposition hélicoïdale sur la surface…….……..…….....*Euglena spirogyra*

III.3. DISCUSSION

Les descriptions morphologiques nous ont permis d‟identifier les différents taxons, au moins jusqu‟au niveau genre. Ainsi, sur les 145 taxons décrits, 122 ont été identifiés jusqu‟au niveau espèce grâce à des travaux antérieurs.

Des caractères morphologiques comme le type de thalle, la forme du thalle, la forme, le nombre, les dimensions et le mode d‟agencement des cellules, la présence ou l‟absence d‟appendices, leurs formes et le nombre de plans de division (chez les cyanophytes) ont permis d‟identifier les espèces.

Parmi les 23 taxons qui n‟ont pas été identifiés jusqu‟au niveau espèce, figurent 18 taxons de cyanophytes. Le nombre plus important de taxons de cyanophytes non identifiées jusqu‟au

niveau espèce témoigne de la complexité de ce phylum et de certains caractères utilisés pour l'identification. Les critères pour la classification systématique des Cyanophyta ont considérablement changé dans les dernières décennies. Beaucoup de genres ont été divisés, nouvellement décrits et de nombreuses espèces ont été transférées dans d'autres entités génériques, caractérisés sur la base moléculaire, écologique et de critères morphologiques révisés Komarek (2001). Pour les espèces, les dimensions cellulaires (relativement labiles) sont, dans beaucoup de cas, l'élément clé pour identifier les espèces ; de ce fait, la dénomination d'un taxon est assez souvent entachée d'incertitude et demeure l'apanage de rares spécialistes (Frémy & Lassus, 2001). Ainsi, comme le signale Briand (2008), les apports de la biologie moléculaire à la systématique et à la phylogénie devraient permettre à terme la définition d'une taxonomie des cyanophytes stable et universelle.

L'identification des espèces de microalgues a été plus facile car les caractères utilisés sont morphologiques et bien distintes.

Enfin, à partir de la description morphologique et de l'identification des taxons, nous avons élaboré des clés de détermination de genres et d'espèces qui faciliteront la reconnaissance des cyanophytes et microalgues.

Les caractères les plus discriminants utilisés chez les cyanophytes sont le type de thalle qui a permis de séparer les formes filamenteuses des formes unicellulaires. La présence d'hétérocyste différencie le genre *Calothrix* des autres formes filamenteuses qui présentent des trichomes ou des filaments selon la présence ou l'absence de gaine. La forme spiralée des trichomes distingue le genre *Spirulina* des autres. Le nombre de plans de division a été utilisé pour reconnaitre les genres *Aphanocapsa* et *Microcystis*. Les caractères les plus utilisés pour identifier les espèces au sein d'un genre sont la forme et les dimensions des cellules.

Chez les microalgues, la présence du frustule distingue les diatomées des autres groupes. Ces diatomées ont soit une symétrie radiale (centrique), soit une symétrie bilatérale (pennée). La présence et le nombre de raphé subdivisent ces diatomées en formes araphidée, monoraphidée et biraphidée. La forme générale des frustules et le type d'ornementation ont également permis de différencier des genres et des espèces.

Chez les autres groupes, la présence de thèque sépare les espèces de dinophytes aux autres. De même, le thalle en cénobe distingue le genre *Scenedesmus* des genres unicellulaires qui présentent des appendices ou une ornementation distincte.

Au total, une clé de détermination de l'ensemble des espèces de cyanophytes et de microalgues a été proposée. Elle est plus complète que celle établie pour la première fois au Sénégal sur les espèces de cyanophytes et microalgues du Parc National des Oiseaux du Djoudj (PNOD) par Gueye *et al.* (2013). Cette nouvelle clé concerne 145 espèces contre 74 espèces du PNOD. En plus, elle prend en compte les diatomées (au nombre de 87) qui n'ont pas été étudiées au PNOD.

CONCLUSION

En plus de la Presqu‟ile du Cap Vert, l‟étude a été étendue à Ngor, Joal Fadiouth et Somone. Elle a permis d‟identifier d‟autres taxons qui n‟avaient pas été inventoriés. Il s‟agit, en plus des diatomées, des cyanophytes et parmi les autres groupes de microalgues, des chlorophytes, des chromophytes et des dinophytes.

Des caractères comme le type de thalle, la forme du thalle, la forme, le nombre, les dimensions et le mode d‟agencement des cellules, la présence ou l‟absence d‟appendices, leurs formes ont été utilisés pour décrire les différents taxons.

La description morphologique de l‟ensemble des taxons rencontrés à Ngor, Joal-Fadiouth et Somone a permis d‟identifier les taxons de cyanophytes etde microalgues au minimum jusqu‟au niveau genre. Sur les 145 taxons décrits, 122 ont été identifiés jusqu‟au niveau espèce.

A partir de cette description morphologique, des clés de détermination dichotomiques ont été élaborées pour chaque genre plurispécifique et pour chacun des 5 phylums.

Au total, une clé de détermination de l‟ensemble des espèces de cyanophytes et de microalgues basée sur des caractères morphologiques et de reproduction a été proposée. Elle devrait permettre de faciliter l‟identification des cyanophytes et microalgues marines et constituer un préalable aux études d‟inventaire et de dynamique.

Le travail qui suit présente l‟inventaire, la diversité et la structure taxonomique des cyanophytes et des microalgues rencontrées dans la Presqu‟île du Cap Vert et sur la Petite Côte du Sénégal.

CHAPITRE IV DIVERSITE ET STRUCTURE TAXONOMIQUE DE LA MICROFLORE

INTRODUCTION

La diversité spécifique apparaît primordiale lorsque l'on s'intéresse au rôle du phytoplancton et du périphyton dans les écosystèmes marins. En effet, la dynamique des populations de cyanophytes et de microalgues est influencée par de nombreux facteurs environnementaux (hydroclimatiques, physicochimiques et biologiques) qui agissent sur les populations elles-mêmes, et par conséquent sur la dynamique des associations d'espèces (Gailhard, 2003).

La détermination de la composition taxonomique au cours d'une période donnée permet de connaître et d'estimer les modifications des conditions de vie.

Malgré leur importance relative à la base du réseau trophique et dans les domaines alimentaire et industriel, certaines cyanophytes et microalgues sont nuisibles.

Ainsi, à partir de la description morphologique et de l'identification des différents taxons rencontrés, il nous a paru utile d'établir la diversité spécifique et la composition taxonomique de la microflore (cyanophytes et microalgues). En particulier, cette étude vise à :

- évaluer la diversité et la structure globale de la microflore de la Presqu'île du Cap Vert et de la Petite Côte ;
- évaluer la diversité et la structure taxonomique de la microflore par site d'étude ;
- déterminer parmi ceux qui ont été inventoriés, les taxons les plus nocifs.

IV.1. METHODOLOGIE

Pour la diversité et la structure globale de la microflore, les espèces récoltées ont été ordonnées en genre, famille, ordre et classe, ce qui a permis d'établir la liste des taxons et de voir après l'importance relative des différents taxons les uns par rapport aux autres.

Ainsi, les nombres et les taux des cyanophytes, des diatomées, des chlorophytes, des chromophytes et des dinophytes ont été déterminés.

Pour l'évaluation de la diversité et la structure taxonomique de la microflore par site d'étude, nous avons comparé la consistance des différentes listes de taxons.

Enfin, à partir de la bibliographie nous avons déterminé parmi ceux qui ont été inventoriés, les taxons les plus nocifs.

Au cours de cette étude, les richesses spécifiques de chaque site et des différents points de prélèvement ont été étudiées.

La richesse spécifique (RS) est définie par le nombre total de taxons identifiés dans un échantillon. C'est un élément qui indique la variété spécifique du peuplement autrement dit sa richesse en espèces. Elle mesure la diversité la plus élémentaire, fondée directement sur le nombre total d'espèces dans un site. Un grand nombre d'espèces fait augmenter la diversité spécifique (Travers, 1964).

IV.2. RESULTATS

IV.2.1. DIVERSITE ET STRUCTURE TAXONOMIQUE DE LA MICROFLORE GLOBALE

IV.2.1.1. Diversité et structure globale de la microflore

L'analyse microscopique des différents échantillons collectés durant cette étude a permis d'établir une liste floristique de 145 espèces de cyanophytes et de microalgues (Tab. 37) ; les 145 espèces appartiennent à 73 genres et sont réparties dans 57 familles. Cette microflore est représentée par 5 phylums, 10 classes et 38 ordres (Tab. 38) ;

Les *Bacillariophyta* dominent fortement cette microflore avec 60 % de la richesse spécifique totale (RST), c'est-à-dire 87 espèces ; le phylum des *Cyanophyta* assure aussi une grande part de cette richesse spécifique avec 33,10 % (48 espèces).

D'une moindre importance, apparaissent les phylums des *Chlorophyta* et des *Dinophyta* avec respectivement 3,45 et 2,76 % de la richesse spécifique totale, cest-à-dire 5 et 4 espèces.

Les *Chromophyta* sont minoritaires et ne comptent qu'une seule espèce (0,69 % de la RST).

Du point de vue composition générique, ces 5 phylums rassemblent 73 genres. Ces phylums suivent presque le même schéma de diversification et de dominance que sur le plan spécifique. En fait, les *Bacillariophyta* englobent 46 genres et sont suivies des *Cyanophyta* avec 19 genres. Le phylum des *Dinophyta* est représenté par quatre genres ; ceux des *Chlorophyta* et des *Chromophyta* ont respectivement trois et un genre.

Ces genres sont répartis dans 57 familles dont 35 chez les *Bacillariophyta* et 14 chez les *Cyanophyta*. Le phylum des *Dinophyta* compte quatre familles, les *Chlorophyta* trois tandis que les *Chromophyta* n'en ont qu'une seule.

Parmi les 38 ordres répertoriés, 26 appartiennent aux *Bacillariophyta*, quatre aux *Dinophyta* et aux *Cyanophyta*. Chez les *Chlorophyta* et les *Chromophyta*, on a deux ordres.

L'analyse du tableau 37 montre que sur les 14 familles de *Cyanophyta* rencontrées, quatre seulement présentent chacune au moins 10 % des 45 espèces. Ce sont les familles des *Oscillatoriaceae* (17 espèces, 35,41%), des *Phormidiaceae* (6 espèces, 12,5 %) et des *Merismopediaceae* (5 espèces, 10,42 %) qui totalisent à elles seules 58,33 % des *Cyanophyta*.

Les familles des *Chroococaceae* et des *Pseudanabaeanaceae* suivent avec chacune 4 espèces, 8,33% des espèces ; celles des *Spirulinaceae* et des *Microcystaceae* comptent respectivement 6,25 et 4,17 % des taxons de *Cyanophyta*, soit 3 et 2 espèces.

Les familles les moins représentées sont celles des *Borziaceae*, des *Cyanobacteriaceae*, des *Entophysalidaceae*, des *Hydrococcaceae*, des *Rivulariaceae*, des *Synechococcaceae* et des *Xenococcaceae* avec chacune une seule espèce.

Le genre *Oscillatoria* est le plus représentatif avec 11 espèces, suivi du genre *Lyngbya* avec 5 espèces et des genres *Chroococcus* et *Phormidium* avec chacun 4 espèces. Les genres *Merismopedia*, *Pseudanabaena* et *Spirulina* sont chacun représentés par trois espèces alors

que les genres *Aphanocapsa*, *Microcystis* et *Planktothrix* en ont chacun deux. Les autres genres sont monospécifiques : *Myxosarcina, Pleurocapsa, Johannesbaptistia, Aphanothece, Rhabdoderma*, *Komvophoron, Blennothrix, Leptolyngbya* et *Calothrix.*

Chez les *Bacillariophyta*, la famille la plus représentative est celle des *Bacillariaceae* avec 11 espèces ; elle est suivie de celle des *Triceratiaceae* avec 7 espèces. Les familles des *Surirellaceae* et des *Naviculaceae* sont représentées chacune par 5 espèces. Viennent ensuite celles des *Achnanthaceae*, des *Catenulaceae*, des *Diploneidaceae* et des *Striatellaceae* avec quatre espèces chacune. Les familles représentées par trois espèces sont les *Biddulphiaceae*, les *Licmophoraceae*, les *Pleurosigmataceae* et les *Rhaphoneidaceae*. Moins représentatives, les familles des *Ardissoneaceae*, des *Coscinodiscaceae*, des *Melosiraceae*, des *Plagiogrammaceae* et des *Rhabdonemataceae* ont chacune deux espèces. Les familles restantes ne comptent qu‟une seule espèce.

Au niveau des genres plurispécifiques, *Nitzschia* est le plus représentatif avec 7 espèces et est suivi des genres *Achnanthes*, *Amphora*, *Diploneis, Grammatophora* et *Navicula* avec chacun quatre espèces. Quatre genres comptent seulement quatre espèces chacun ; ce sont les genres *Auliscus*, *Campylodiscus*, *Cocconeis* et *Licmophora*.

Les genres à deux taxons sont *Ardissonia*, *Coscinodiscus*, *Melosira*, *Opephora* et *Plagiogramma*. Les autres genres ne sont représentés que par une seule espèce. Ces genres monospécifiques sont : *Thalassiosira, Cyclotella, Chrysanthemodiscus, Paralia, Actinoptychus, Terpsinoe, Eunotogramma, Rhizosolenia, Psammodiscus, Toxarium, Thalassionema, Climacosphenia, Lyrella, Mastogloia, Fallacia, Trachyneis, Pleurosigma, Plagiotropis, Bacillaria, Rhopalodia, Surirella* et *Petrodictyon*.

Chez les *Chlorophyta*, la famille des *Scenedesmaceae* domine avec trois espèces appartenant au genre *Scenedesmus*. Les autres familles n‟ont que des genres monospécifiques avec les genres *Pterosperma* et *Euglena*.

Chez les *Chromophyta* et les *Dinophyta*, les familles rencontrées n‟ont chacune qu‟un seul genre monospécifique ; chez les Chromophyta la seule famille est celle des *Dictyochaceae* avec le genre *Dictyocha.* Les quatre familles des *Dinophyta* sont les *Prorocentraceae*, les *Dinophysiaceae*, les *Gymnodiniaceae* et les *Protoperidiniaceae* avec respectivement les genres *Prorocentrum*, *Dinophysis*, *Gyrodinium* et *Protoperidinium.*

Tableau 37 : Liste des taxons inventoriés dans la Presqu‟île du Cap Vert et sur la Petite Côte

Phylums	Classes	Ordres	Familles	Espèces
Cyanophyta	*Cyanophyceae*	Chroococcales	*Chroococaceae*	*Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli
				Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli
				Chroococcus varius A. Braun
				Chroococcus sp
			Xenococcaceae	*Myxosarcina sp*
			Hydrococcaceae	*Pleurocapsa sp*
			Entophysalidaceae	*Johannesbaptistia pellucida* (Dickie) Taylor et Drouet

			Microcystaceae	*Microcystis sp*
				Microcystis sp1
			Spirulinaceae	*Spirulina subsalsa* Oersted. ex Gomont
				Spirulina labyrinthiformis Kütz. ex Gomont
				Spirulina sp
			Cyanobacteriaceae	*Aphanothece sp*
		Synechococcales	*Merismopediaceae*	*Aphanocapsa littoralis* Hansgirg
				Aphanocapsa marina Hansgirg
				Merismopedia minima G. Beck
				Merismopedia mediterranea Nägeli
				Merismopedia sp
			Synechococcaceae	*Rhabdoderma lineare* Schmidle & Lauterborn
		Oscillatoriales	*Borziaceae*	*Komvophoron sp*
			Oscillatoriaceae	*Lyngbya confervoides* C. Agardh
				Lyngbya nordgaardii Wille
				Lyngbya semiplena J. Agardh ex Gomont
				Lyngbya sp
				Lyngbya sp1
				Oscillatoria acuta Bruhl et Biswas ex Geitler
				Oscillatoria articulata Gardner
				Oscillatoria chlorina Kützing ex Gomont
				Oscillatoria limosa C. Agardh ex Gomont
				Oscillatoria subbrevis Schmidle
				Oscillatoria nigroviridis Thwaites ex Gomont
				Oscillatoria sp
				Oscillatoria sp 1
				Oscillatoria sp2
				Oscillatoria sp3
				Oscillatoria sp4
				Blennothrix lyngbyacea (Gomont) Anagn. & Komàrek
			Phormidiaceae	*Phormidium autumnale* (Agardh) Trevisan ex Gomont 1892
				Phormidium corium (Agardh) Gomont
				Phormidium hamellii (Frémy) Anag. & Kom.
				Phormidium retzii Ag.
				Planktothrix isothrix (Wołosz.) Anag. & Kom.1988
				Planktothrix raciborskii (Wo?osz.) Anagn. & Kom.
			Pseudanabaenaceae	*Leptolyngbya* cf. *foveolarum* (Rabenhorst ex Gomont)
				Pseudanabaena catenata Lauterb
				Pseudanabaena sp

				Pseudanabaena sp 1
		Nostocales	*Rivulariaceae*	*Calothrix sp*
Bacillariophyta	*Coscinodiscophyceae*	Thalassiosirales	*Thalassiosiraceae*	*Thalassiosira eccentrica* (Ehrenberg) Cleve
			Stephanodiscaceae	*Cyclotella stylorum* Brightwell 1860
		Chrysanthemodiscales	*Chrysanthemodiscaceae*	*Chrysanthemodiscus floreatus* Mann, 1925
		Melosirales	*Melosiraceae*	*Melosira crenulata* (Ehr.) Kuetz
				Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs
		Paraliales	*Paraliaceae*	*Paralia sulcata* (Ehrenberg) Cleve
		Coscinodiscales	*Coscinodiscaceae*	*Coscinodiscus oculus-iridis* Ehrenberg
				Coscinodiscus oculus-iridis var. borealis (Bailey) (Cleve, 1883)
			Heliopeltaceae	*Actinoptychus senarius* Ehrenberg
		Triceratiales	*Triceratiaceae*	*Auliscus caelatus* Bailey
				Auliscus sculptus (W. Smith) Ralfs 1861
				Auliscus sp
				Odontella aurita (Lyngbye) Agardh 1832
				Odontella obtusa Kùtzing
				Triceratium antediluvianum (Ehr.) Grunow
				Triceratium reticulum Ehrenberg 1845
			Plagiogrammaceae	*Plagiogramma pulchellum*
				Plagiogramma pulchellum var. pygmaea Grev.
		Bidduphiales	*Biddulphiaceae*	Biddulphia pulchella Gray, 1821
				Biddulphia tuomeyi (J.W. Bailey) Roper 1859
				Terpsinoe musica (Ehrenberg, 1843)
		Anaulales	*Anaulaceae*	*Eunotogramma marinum* (W. Smith) Peragallo 1897
		Rhizosoleniales	*Rhizosoleniaceae*	*Rhizosolenia bergonii* H. Peragallo, 1892
	Fragilariophyceae	Fragilariales	*Fragilariaceae*	*Opephora pinnata var. lanceolata* Boyer 1916
				Opephora schwartzii (Grunow) Petit
		Licmophorales	*Licmophoraceae*	*Licmophora dalmatica var. tenella* K.
				Licmophora ehrenbergii (Kuetz.) Grun.
				Licmophora flabellata (Carm.) Ag.
		Rhaphoneidales	*Psammodiscaceae*	*Psammodiscus nitidus* (Greg.) Round & Mann
			Rhaphoneidaceae	*Delphineis surirella* Ehr. Andrews
				Delphineis surirella var. australis (Petit) Navarro
				Raphoneis amphiceros var. rhombica Grun
		Ardissoneales	*Ardissoneaceae*	*Ardissonia fulgens* (Greville)
				Ardisonnia robusta (Ralfs) de Notaris & Baglietto
		Toxariales	*Toxariaceae*	*Toxarium undulatum* (Bailey, 1854)
		Thalassionematales	*Thalassionemataceae*	*Thalassionema bacillare* (Heiden) Kolbe

		Rhabdonematales	*Rhabdonemataceae*	*Rhabdonema adriaticum* Kuetz
				Rhabdonema punctatum (Hawey & Bailey) Stodder ex Boyer, 1926
		Striatellales	*Striatellaceae*	*Grammatophora hamulifera* Kützing
				Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing
				Grammatophora oceanica Ehrenberg 1841
				Grammatophora oceanica f. minuscula Per.
		Climacospheniales	*Climacospheniaceae*	*Climacosphenia moniligera* Ehrenberg
	Bacillariophyceae	Lyrellales	*Lyrellaceae*	*Lyrella abrupta*
		Mastogloiales	*Mastogloiaceae*	*Mastogloia exigua* Lewis
		Achnanthales	*Achnanthaceae*	*Achnanthes breviceps* Ag.
				Achnanthes brevipes var. intermedia Agardh
				Achnanthes longipes f. lata Agardh
				Achnanthes subconstricta (Meister) Toyoda
			Cocconeidaceae	*Cocconeis placentula* Ehr.
				Cocconeis scutellum Ehr.
				Cocconeis scutellum var. ornata Grun
		Naviculales	*Sellaphoraceae*	*Fallacia forcipata* (Greville) Stickle and Mann
			Diploneidaceae	*Diploneis bombus* (Ehrenberg) Ehrenberg ex Cleve
				Diploneis elliptica (Kuetz.) Cl.
				Diploneis gruendleri (A. Schmidt) Cleve
				Diploneis weissflogii (A. Schmidt) Cleve
			Naviculaceae	*Navicula cancellata* Donkin 1873
				Navicula tripunctata (O.F. Müller) Bory (1822)
				Navicula pennata A. S.
				Navicula sp
				Trachyneis aspera Ehr.
			Pleurosigmataceae	*Gyrosigma attenuatum* (Kuetz.) Cl.
				Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Rabenhorst.
				Pleurosigma diverse-striatum Meister 1935
			Plagiotropidaceae	*Plagiotropis lepidoptera* (Gregory) Küntze 1898
		Thalassiophysales	*Catenulaceae*	*Amphora bigibba* Grun
				Amphora costata Sm.
				Amphora proteus Gregory
				Amphora turgida Gregory
		Bacillariales	*Bacillariaceae*	*Bacillaria paxillifera* (O. F. Müller) Hendey
				Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964
				Cylindrotheca gracilis (Breb.) Grunow
				Hantzschia amphioxis (Ehrenberg) Grunow

				Nitzschia coarctata Grunow
				Nitzschia granulata Grun.
				Nitzschia lorenziana Grunow
				Nitzschia obtusa (W. Smith, 1853)
				Nitzschia panduriformis Gregory 1857
				Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith(1853)
				Nitzschia spathulata Bréb.
		Rhopalodiales	*Rhopalodiaceae*	*Rhopalodia gibba var. ventricosa* (Kütz.) H. & M. Perag
		Surirellales	*Surirellaceae*	*Campylodiscus decorus* Bréb.
				Campylodiscus ralfsii W. Smith 1853
				Campylodiscus thurettii Brébisson
				Petrodictyon gemma (Ehrenberg) D. G. Mann
				Surirella fastuosa (Ehrenberg) (Kützing, 1844)
Chlorophyta	*Chlorophyceae*	Chlorococcales	*Scenedesmaceae*	*Scenedesmus subspicatus*
				Scenedesmus quadricauda De Brebisson
				Scenedesmus sp
	Prasinophyceae	Chlorodendrales	*Halosphaeraceae*	*Pterosperma undulatum* Ostenfeld
	Euglenophyceae	Euglenales	*Euglenaceae*	*Euglena spirogyra* Ehr
Chromophyta	*Dictyochophyceae*	Dictyochales	*Dictyochaceae*	*Dictyocha fibula* Ehrenberg 1839
Dinophyta	*Dinophyceae*	Prorocentrales	*Prorocentraceae*	*Prorocentrum lima* (Ehrenberg) Dodge
	Desmophyceae	Dinophysiales	*Dinophysiaceae*	*Dinophysis mitra* (Schutt) Abé 1967
		Gymnodiniales	*Gymnodiniaceae*	*Gyrodinium sp*
		Peridiniales	*Protoperidiniaceae*	*Protoperidinium sp*

A partir de la liste des taxons, la structure taxonomique globale de la microflore est connue (Tab.38).

Tableau 38 : Structure taxonomique globale de la microflore

Phylums	Classes		Ordres		Familles		Genres		Espèces	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Cyanophyta	1	10	4	10,53	14	24,56	19	26,03	48	33,10
Bacillariophyta	3	30	26	68,42	35	61,40	46	63,01	87	60,00
Chlorophyta	3	30	3	7,89	3	5,26	3	4,11	5	3,45
Chromophyta	1	10	1	2,63	1	1,75	1	1,35	1	0,69
Dinophyta	2	20	4	10,53	4	7,02	4	5,48	4	2,76
Total	**10**	**100**	**38**	**100**	**57**	**100**	**73**	**100**	**145**	**100**

Les *Cyanophyta* n‟ont qu‟une seule classe (*Cyanophyceae*) alors que les *Bacillariophyta* en compte trois (*Coscinodiscophyceae*, *Fragilariophyceae*, *Bacillariophyceae*). Chez les *Chlorophyta* trois classes ont été représentées (les *Chlorophyceae*, les *Prasinophyceae* et les *Euglenophyceae*). Les deux classes des *Dinophyta* sont les *Dinophyceae* et les

Desmophyceae. La classe des *Dictyochophyceae* est la seule représentée chez les *Chromophyta*.

Les classes des *Cyanophyceae* et des *Bacillariophyceae* dominent avec respectivement 33,10 et 30,34 % de la richesse spécifique totale, c"est-à-dire 48 et 44 espèces (Fig. 11) ; elles sont suivies des classes des *Coscinodiscophyceae* et des *Fragilariophyceae* avec respectivement 15,86 (23 espèces) et 13,79 % (20 espèces) de la RST.

Les classes des *Chlorophyceae* et des *Desmophyceae* ne représentent chacune que 2, 07 % de la RST, c"est-à-dire 3 espèces, alors que les classes restantes, les moins représentatives, ne comptent chacune qu"une seule espèce c"est-à-dire 0,69 % de la RST.

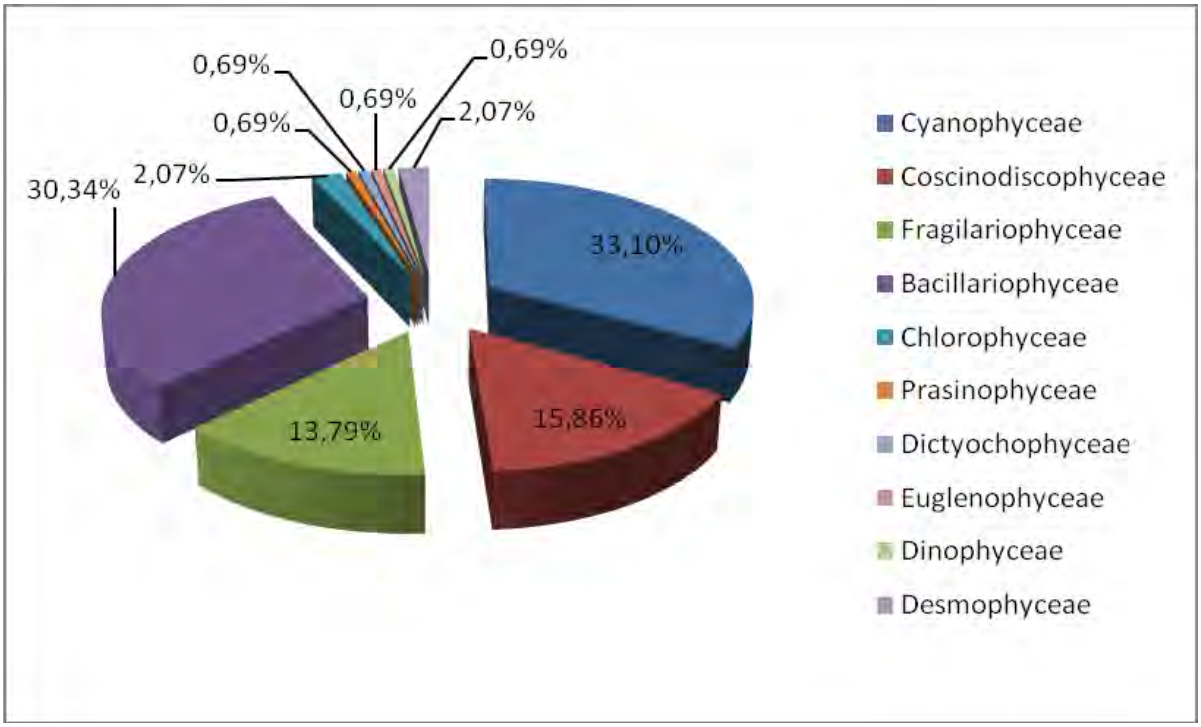


Figure 11 : Contribution (en %) des différentes classes à la richesse spécifique totale (RST)

Le pourcentage accordé à chaque classe représente le nombre de ses espèces par rapport à la RST (en %).

Il ressort de cette étude que la microflore globale est représentée par 5 phylums et les 145 espèces rencontrées appartiennent à 73 genres et sont réparties dans 57 familles. Les *Bacillariophyta* dominent (60 % des espèces) et sont suivies des *Cyanophyta* (33,10 %) ; les autres phylums sont moins représentatifs. La famille la plus représentative chez les *Bacillariophyta* est celle des *Bacillariaceae* et *Nitzschia* est genre le plus représentatif. Chez les *Cyanophyta* la famille des *Oscillatoriaceae* est la plus importante et le genre *Oscillatoria* dominant.

IV.2.2. DIVERSITE ET STRUCTURE TAXONOMIQUE DE LA MICROFLORE PAR SITES D'ETUDE

La description et l'identification des taxons récoltés au cours de cette étude de connaitre la diversité et la structure des microflores des différents sites (Tab.39).

Tableau 39 : Liste des taxons inventoriés à Ngor, Joal-Fadiouth et Somone

Espèces	Ngor	Joal-Fadiouth	Somone
Chroococcus minor (Kützing) Nägeli	+		
Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli	+	+	
Chroococcus varius A. Braun	+		
Chroococcus sp		+	
Myxosarcina sp	+	+	
Pleurocapsa sp	+		
Johannesbaptistia pellucida (Dickie) Taylor et Drouet	+	+	
Microcystis sp	+		
Microcystis sp1	+		
Spirulina subsalsa Oersted. ex Gomont	+		
Spirulina labyrinthiformis Kütz. ex Gomont	+		
Spirulina sp	+		
Aphanothece sp	+		
Aphanocapsa littoralis Hansgirg	+		
Aphanocapsa marina Hansgirg	+	+	
Merismopedia minima G. Beck	+		
Merismopedia mediterranea Nägeli	+		
Merismopedia sp		+	+
Rhabdoderma lineare Schmidle & Lauterborn	+		
Komvophoron sp	+		
Lyngbya confervoides C. Agardh	+		
Lyngbya nordgaardii Wille	+		
Lyngbya semiplena J. Agardh ex Gomont	+	+	
Lyngbya sp	+		
Lyngbya sp1	+		
Oscillatoria acuta Bruhl et Biswas ex Geitler	+		
Oscillatoria articulata Gardner	+		
Oscillatoria chlorina Kützing ex Gomont	+		
Oscillatoria limosa C. Agardh ex Gomont	+		
Oscillatoria subbrevis Schmidle	+		
Oscillatoria nigroviridis Thwaites ex Gomont	+		
Oscillatoria sp	+		
Oscillatoria sp 1		+	+
Oscillatoria sp2	+		
Oscillatoria sp3	+		
Oscillatoria sp4	+		

Blennothrix lyngbyacea (Gomont) Anagn. & Komàrek	+		
Phormidium autumnale (Agardh) Trevisan ex Gomont 1892	+		
Phormidium corium (Agardh) Gomont	+		
Phormidium hamellii (Frémy) Anag. & Kom.	+		
Phormidium retzii Ag.	+		
Planktothrix isothrix (Wołosz.) Anag. & Kom.1988	+		
Planktothrix raciborskii (Wo?osz.) Anagn. & Kom.	+		
Leptolyngbya cf. *foveolarum* (Rabenhorst ex Gomont)	+	+	+
Pseudanabaena catenata Lauterb	+	+	
Pseudanabaena sp	+		+
Pseudanabaena sp 1	+	+	
Calothrix sp	+	+	
Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve	+		+
Cyclotella stylorum Brightwell 1860	+		+
Chrysanthemodiscus floreatus Mann, 1925	+		
Melosira crenulata (Ehr.) Kuetz	+	+	+
Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs	+		
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve	+	+	+
Coscinodiscus oculus-iridis Ehrenberg			+
Coscinodiscus oculus-iridis var. borealis (Bailey) (Cleve, 1883)	+		+
Actinoptychus senarius Ehrenberg	+		
Auliscus caelatus Bailey	+		
Auliscus sculptus (W. Smith) Ralfs 1861	+		
Auliscus sp	+		
Odontella aurita (Lyngbye) Agardh 1832	+		
Odontella obtusa Kùtzing	+		+
Triceratium antediluvianum (Ehr.) Grunow	+		
Triceratium reticulum Ehrenberg 1845	+		
Plagiogramma pulchellum	+		
Plagiogramma pulchellum var. pygmaea Grev.	+		
Biddulphia pulchella Gray, 1821	+		
Biddulphia tuomeyi (J.W. Bailey) Roper 1859	+		+
Terpsinoe musica (Ehrenberg, 1843)	+		
Eunotogramma marinum (W. Smith) Peragallo 1897	+		
Rhizosolenia bergonii H. Peragallo, 1892	+		
Opephora pinnata var. lanceolata Boyer 1916	+		+
Opephora schwartzii (Grunow) Petit	+	+	+
Licmophora dalmatica var. tenella K.	+		
Licmophora ehrenbergii (Kuetz.) Grun.	+		
Licmophora flabellata (Carm.) Ag.	+		
Psammodiscus nitidus (Greg.) Round & Mann	+		
Delphineis surirella Ehr. Andrews	+		
Delphineis surirella var. australis (Petit) Navarro	+		

Raphoneis amphiceros var. rhombica Grun			+
Ardissonia fulgens (Greville)	+		
Ardisonnia robusta (Ralfs) de Notaris & Baglietto	+		
Toxarium undulatum (Bailey, 1854)	+		
Thalassionema bacillare (Heiden) Kolbe	+	+	+
Rhabdonema adriaticum Kuetz	+		
Rhabdonema punctatum (Hawey & Bailey) Stodder ex Boyer,	+		
Grammatophora hamulifera Kützing	+		+
Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing	+	+	+
Grammatophora oceanica Ehrenberg 1841	+		+
Grammatophora oceanica f. minuscula Per.	+		
Climacosphenia moniligera Ehrenberg	+		
Lyrella abrupta	+		
Mastogloia exigua Lewis		+	
Achnanthes breviceps Ag.	+	+	
Achnanthes brevipes var. intermedia Agardh	+	+	+
Achnanthes longipes f. lata Agardh	+	+	+
Achnanthes subconstricta (Meister) Toyoda	+	+	+
Cocconeis placentula Ehr.	+		
Cocconeis scutellum Ehr.	+	+	+
Cocconeis scutellum var. ornata Grun	+		
Fallacia forcipata (Greville) Stickle and Mann	+	+	+
Diploneis bombus (Ehrenberg) Ehrenberg ex Cleve			+
Diploneis elliptica (Kuetz.) Cl.	+		+
Diploneis gruendleri (A. Schmidt) Cleve		+	+
Diploneis weissflogii (A. Schmidt) Cleve	+		+
Navicula cancellata Donkin 1873	+		+
Navicula tripunctata (O.F. Müller) Bory (1822)	+		+
Navicula pennata A. S.	+	+	+
Navicula sp	+		
Trachyneis aspera Ehr.	+	+	+
Gyrosigma attenuatum (Kuetz.) Cl.	+		+
Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Rabenhorst.	+		+
Pleurosigma diverse-striatum Meister 1935	+	+	+
Plagiotropis lepidoptera (Gregory) Küntze 1898	+		
Amphora bigibba Grun	+		
Amphora costata Sm.	+		+
Amphora proteus Gregory	+		+
Amphora turgida Gregory	+	+	+
Bacillaria paxillifera (O. F. Müller) Hendey	+		+
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	+		+
Cylindrotheca gracilis (Breb.) Grunow	+		+
Hantzschia amphioxis (Ehrenberg) Grunow	+	+	+

Nitzschia coarctata Grunow	+		+
Nitzschia granulata Grun.	+		
Nitzschia lorenziana Grunow	+		
Nitzschia obtusa (W. Smith, 1853)	+	+	+
Nitzschia panduriformis Gregory 1857	+		
Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith(1853)	+		+
Nitzschia spathulata Bréb.	+		+
Rhopalodia gibba var. ventricosa (Kütz.) H. & M. Perag	+		+
Campylodiscus decorus Bréb.	+		
Campylodiscus ralfsii W. Smith 1853	+		
Campylodiscus thurettii Brébisson	+		+
Petrodictyon gemma (Ehrenberg) D. G. Mann	+	+	
Surirella fastuosa (Ehrenberg) (Kützing, 1844)		+	+
Scenedesmus subspicatus	+		
Scenedesmus quadricauda De Brebisson	+		
Scenedesmus sp	+		
Pterosperma undulatum Ostenfeld	+		
Dictyocha fibula Ehrenberg 1839	+		
Euglena spirogyra Ehr	+		+
Prorocentrum lima (Ehrenberg) Dodge	+		
Dinophysis mitra (Schutt) Abé 1967	+		
Gyrodinium sp	+		
Protoperidinium sp	+	+	
Total	**136**	**34**	**50**

Ces listes de taxons ont permis de connaitre la structure taxonomique de chacun de ces sites (tab 40).

Sur les 145 espèces inventoriés au cours de cette étude, 136 ont été rencontrés à Ngor, avec 45 espèces de *Cyanophyta*, 81 de *Bacillariophyta*, cinq de *Chlorophyta*, quatre de *Dinophyta* et un de *Chromophyta*. Donc en terme de richesse spécifique, les *Bacillariophyta* dominent avec 59,56 % des espèces, suivies des *Cyanophyta* avec 33,09 %. Viennent ensuite les *Chlorophyta* et les *Dinophyta* avec respectivement 3,68 % et 2,94 %. Les *Chromophyta* sont faiblement représentés avec 0,73 % de la richesse spécifique. Ces 136 espèces sont réparties en 70 genres et 56 familles.

Les espèces de *Cyanophyta* sont sont réparties en 19 genres, 14 familles et 4 ordres. La famille des *Oscillatoriaceae* domine avec 16 espèces. Le genre *Oscillatoria* est le plus représentatif avec 10 espèces, suivi des genres *Lyngbya* et *Phormidium* avec respectivement 5 et 4 espèces.

Au sein des *Bacillariophyta*, les 81 espèces sont réparties en 43 genres et 34 familles ; 25 ordres et 3 classes ont été répertoriés dans ce phylum. La famille des *Bacillariaceae* domine avec 11 espèces et avec le genre *Nitzschia* qui est le plus représentatif avec 7 espèces.

A Joal-Fadiouth, 34 espèces ont été inventoriées. Les *Bacillariophyta* sont les plus représentées avec 61,76 % de la RST, soit 21 espèces. Ces dernières appartiennent à 18 genres

et sont réparties en 13 familles. Les *Cyanophyta* viennent en deuxième position avec 35,29 %. Les 12 cyanophytes inventoriées appartiennent à 10 genres et réparties en 7 familles. Les *Dinophyta* sont très faiblement représentés avec une seule espèce et ne constituent que 2,94 % de la RST.

Chez les *Cyanophyta*, la famille des *Pseudanabaenaceae* est la plus représentative avec trois espèces. Elle est suivie de celles des *Chroococaceae*, des *Merismopediaceae* et des *Oscillatoriaceae* représentées chacune par deux taxons. Les autres familles n‟ont chacune une seule espèce. Seul le genre *Pseudanabaeana* compte deux espèces. Au niveau des Bacillariophyta, les deux familles les plus représentées *Achnanthaceae* et les *Diploneidaceae* sont avec chacune quatre espèces. Le genre *Achnanthes* est le plus représentatif avec quatre espèces. Chez les *Dinophyta*, une seule espèce a été inventoriée.

Parmi les 50 espèces inventoriées à Somone, 45 appartiennent aux *Bacillariophyta*, ce qui représente 90 % de la RST ; ces 45 espèces appartiennent à 27 genres et réparties en 21 familles. Les *Cyanophyta*, avec 8% de la RST sont représentées par quatre espèces appartenant à trois genres, trois familles. Les *Chlorophyta* ne sont représentées que par une seule espèce, c‟est-à-dire 2 % de cette RST.

La famille des *Bacillariaceae* est la plus représentative avec 8 espèces ; elle est suivie de celles des *Diploneidaceae* et des *Naviculaceae* avec chacune quatre espèces. Quant aux genres, le genre *Diploneis* et le genre *Nitzschia* dominent avec quatre espèces chacun. Les genres *Achnanthes*, *Amphora*, *Grammatophora*, *Navicula* sont caractérisés chacun par trois espèces.

Tableau 40 : Structure taxonomique des microflores de Ngor, Joal Fadiouth et Somone

Phylum	Ngor			Joal Fadiouth			Somone		
	Espèces	Genres	Familles	Espèces	Genres	Familles	Espèces	Genres	Familles
Cyanophyta	45	19	14	12	10	7	4	4	3
Bacillariophyta	81	43	34	21	18	13	45	29	21
Chlorophyta	5	3	3	0	0	0	1	1	1
Chromophyta	1	1	1	1	1	1	0	0	0
Dinophyta	4	4	4	0	0	0	0	0	0
Total	**136**	**70**	**56**	**34**	**29**	**21**	**50**	**34**	**25**

Cette étude a montré que sur les 145 espèces rencontrées, 136 ont été inventoriées à Ngor, 50 à Joal-Fadiouth et 34 à Somone. Au niveau de ces trois sites, ce sont les *Bacillariophyta* qui dominent et sont toujours suivies par les *Cyanophyta*.

IV.2.3. MICROFLORE NOCIVE

Au cours de cette étude, nous avons inventorié trois types d‟espèces nocives en fonction de leurs modalités d‟action : les espèces toxiques, les espèces provocatrices d‟anoxie et les espèces vulnérantes.

Les espèces toxiques (capables de produire des toxines) se rencontrent chez les cyanophytes et les microalgues.

Chez les cyanophytes, ce sont les genres *Lyngbya*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Phormidium* et *Planktothrix* qui sont potentiellement toxiques ; les espèces *Planktothrix isothrix, Planktothrix raciborskii*, *Oscillatoria nigroviridis*, *Oscillatoria limosa*, et *Pseudanabaena catenata* sont également décrites comme potentiellement toxiques.

Chez les microalgues, certains Dinoflagellés des genres *Protoperidinium*, *Dinophysis* et *Prorocentrum* comme *Prorocentrum lima* et *Dinophysis mitra* et la diatomée *Cylindrotheca closterium* peuvent produire des toxines responsables des intoxications diarrhéiques par les fruits de mer (Diarrhetic Shellfish Poisoning ou DSP).

Les espèces provocatrices d'anoxie ne se rencontrent que chez les microalgues avec l'espèce *Paralia sulcata*.

Les espèces vulnérantes se rencontrent chez les microalgues en particulier chez *Dictyocha fibula, Cylindrotheca closterium, Cylindrotheca gracilis, Thalasionema bacillare* et *Rhizolenia bergonii*.

Toutes ces espèces nocives ont été rencontrées à Ngor. A Somone, *Pseudanabaena catenata*, *Paralia sulcata*, *Cylindrotheca closterium, Cylindrotheca gracilis* et *Thalasionema bacillare* ont été inventoriées alors qu'à Joal-Fadiouth, seules les espèces *Pseudanabaena catenata*, *Paralia sulcata* et *Rhizolenia bergonii* y ont été rencontrées.

IV.3. DISCUSSION

- **Diversité et structure globale de la microflore**

Cette étude a montré que la microflore est constituée de cinq phylums : les *Cyanophyta*, les *Chlorophyta*, les *Bacillariophyta*, les *Chromophyta* et les *Dinophyta*. Elle est riche de 145 espèces appartenant à 73 genres et réparties dans 57 familles. Les *Bacillariophyta* dominent fortement avec 60 % de la richesse spécifique totale (RST) et sont suivies du phylum des *Cyanophyta* avec 33,10 %. Les autres phylums comme les *Chlorophyta*, les *Dinophyta* et les *Chromophyta* sont moins représentatifs.

Cette dominance des diatomées peut s'expliquer par le fait que les zones côtières peu profondes sont, d'une manière générale, très favorables à la croissance de ces diatomées. Ce phénomène est dû à la rapidité des processus de minéralisation et de remise dans le circuit des composants élémentaires et aux facteurs hydroclimatiques comme la salinité et surtout l'éclairement et la température (Paulmier, 1997).

Ces diatomées sont le groupe d'algues le plus représentatif dans ces zones en rapport avec la nature euryhaline de la majorité de ces taxons (Pritchard, 1967). Cette thèse a été avancée par Gama *et al.* (2011) qui expliquent la dominance des *Bacillariophyta* (77%) dans les zones côtières de l'Etat de Maranhão par leur caractéristique euryhaline et leur préférence pour des zones riches en substances nutritives.

En plus, ce sont les diatomées benthiques (dominance des formes pennées) ou les diatomées tychopélagiques (centriques et pennées), sessiles ou pédonculées qui caractérisent le mieux la biocénose de ces zones (Paulmier, 1993). Elles peuvent supporter, sans dommage, des périodes d'exondation dans les régions soumises au régime des marées (Paulmier, 1997) en

produisant du mucilage leur permettant d‟adhérer facilement sur divers substrats naturels et artificiels (Moura *et al.,* 1993 ; Azevedo & Cutrim, 1999, 2001). Chez ces diatomées benthiques, les formes pourvues de vrai raphé ont une capacité de fixation plus élevée, due à l‟excrétion de substances mucilagineuses à travers ce raphé (Watherbee *et al.,* 1998). Dans nos résultats, ces diatomées à vrai raphé constituent la classe des *Bacillariophyceae* qui représente 30,34 % de la RST et 50,57 % des diatomées ; c‟est au niveau de cette classe que se rencontre la famille des *Bacillariaceae* qui est la famille la plus représentative de cette microflore avec 11 espèces et le genre *Nitzschia,* genre le plus représenté chez les diatomées avec 7 espèces. Par rapport à cette représentativité du genre *Nitzschia*, Germain (1981) avait signalé en effet que la prédominance de ce genre était le trait habituel de tout peuplement diatomique.

Lorsque ces diatomées ne possèdent pas de raphé, l'adhérence de la valve peut se faire grâce à la sécrétion de substances extracellulaires mucilagineuses par d'autres parties du frustule comme les rimoportula qui sont des structures de fixation comme des pédoncules (Moura *et al.,* 2007) ou par le pseudoraphé caractéristique de la plupart des espèces de *Fragilariophyceae* ; les espèces appartenant à cette classe constituent 22, 99 % des diatomées.

Après les diatomées, les cyanophytes occupent le deuxième rang de la microflore globale avec 33,10 % de la RST. Ces cyanophytes sont ubiquistes dans la nature et sont pourvues d‟un fort potentiel d'adaptation aux divers environnements (Garcia-Pichel *et al.,* 2001). Selon Vaulot (2001), les cyanophytes sont actuellement reconnues comme le groupe le plus ubiquiste en milieu marin. En plus, elles forment le groupe supportant le plus les plus grandes amplitudes de salinité et comprennent une proportion importante d‟espèces très euryhalines trouvées aussi bien dans les eaux douces que dans les milieux eu- ou hypercarbonatés (Iltis, 1973). Cela pourrait expliquer leur forte présence dans les eaux marines du Sénégal.

Nos travaux ont également montré, qu‟en plus de la forte diversité spécifique des *Cyanophyta* inventoriées, ce phylum est caractérisé par une plus grande représentativité des formes homocystées. Les formes hétérocystées, capables de fixer l‟azote atmosphérique lorsque le milieu en est pauvre, ne sont représentées que par une seule espèce (*Calothrix sp*) en raison de l‟abondance de l‟azote qui proviendrait des quantités d‟eaux usées produites et directement déversées par les ménages, surtout à Ngor. Selon Blomqvist *et al.* (1994), le développementnt des cyanophytes non-fixatrices d‟azote est influencé par la présence de la forme inorganique d‟azote (NO^{3-}). Ces résultats sont en conformité avec les travaux de Schindler *et al.* (1977) qui ont démontré en conditions expérimentales que les cyanophytes fixatrices d‟azote augmentaient considérablement lorsque le ratio NT/PT était faible.

Enfin, comme certaines diatomées, beaucoup d‟espèces de cyanophycées sécrètent du mucilage pouvant leur permettre de bien se fixer aux substrats.

La faible présence des *Chlorophyta* pourrait s‟expliquer par le fait qu‟elles sont des organismes d'eaux douces qui, dans certains cas et pour quelques espèces, semblent bien résister en eaux saumâtres et que leur présence en milieu marin est accidentelle (Paulmier, 1992 ; Cibic & Chiara, 2010)

Quant aux *Chromophyta* et *Dinophyta* leur absence pourrait également se justifier par le fait que la plupart de leurs espèces sont planctoniques alors que la majorité de nos prélèvements concernent le phytobenthos ; ces espèces ne sécrètent pas comme les autres du mucilage.

Nos résultats sont comparables à ceux de Cibic & Chiara (2010) sur le nombre de phylums présents dans le microphytobenthos des mers italiennes malgrè sa richesse spécifique plus élevée (524 espèces contre 145). En effet, ce sont les *Bacillariophyta* qui sont plus représentatives dans ces deux travaux. Les autres phylums y sont faiblement représentatifs à l'exception des *Cyanophyta* dont le nombre est plus important dans nos travaux.

Aucune étude n'ayant été faite auparavant sur le cyanophytes en milieu marin au Sénégal, ces 48 espèces y sont donc nouvellement signalées.

En comparant nos travaux sur les diatomées à ceux de Leuduger-Fortmorel (1898), de Amossé (1970) et de Dia (1983), 44 espèces ont été nouvellement signalées dans les eaux marines du Sénégal ; ce sont : *Thalassiosira eccentrica, Melosira crenulata, Paralia sulcata, Coscinodiscus oculus-iridis var. borealis, Auliscus caelatus, Odontella obtusa, Triceratium antediluvianum, Triceratium reticulum, Plagiogramma pulchellum var. pygmaea, Eunotogramma marinum, Rhizosolenia bergonii, Opephora pinnata var. lanceolata, Licmophora dalmatica var. tenella, Delphineis surirella, Delphineis surirella var. australis, Raphoneis amphiceros var. rhombica, Ardissonia fulgens, Ardisonnia robusta, Toxarium undulatum, Thalassionema bacillare, Rhabdonema punctatum, Grammatophora hamulifera, Grammatophora oceánica, Grammatophora oceanica f. minúscula, Climacosphenia moniligera, Lyrella abrupta, Mastogloia exigua, Achnanthes brevipes var. intermedia, Achnanthes longipes f. lata, Achnanthes subconstricta, Cocconeis placentula, Cocconeis scutellum var. ornata, Fallacia forcipata, Diploneis elliptica, Navicula tripunctata, Gyrosigma attenuatum, Gyrosigma balticum, Pleurosigma diverse-striatum, Plagiotropis lepidóptera, Bacillaria paxillifera, Cylindrotheca gracilis, Nitzschia coarctata, Nitzschia lorenziana, Rhopalodia gibba var.* ventricosa ; ces espèces sont réparties en 34 genres et 27 familles.

Nos résultats font ressortir qu'il existe 10 autres espèces de microalgues rencontrées pour la première fois dans les eaux marines du Sénégal ; il s'agit de *Scenedesmus subspicatus, Scenedesmus quadricauda, Scenedesmus sp*, *Pterosperma undulatum*, *Euglena spirogyra*, *Dictyocha fibula*, *Prorocentrum lima*, *Dinophysis mitra*, *Gyrodinium sp*, *Protoperidinium sp*.

Au total, 48 espèces de cyanophytes et 54 espèces de microalgues sont nouvellement signalées dans les eaux marines du Sénégal.

- **Diversité et structure taxonomique par site d'étude**

Les résultats indiquent qu'il existe une plus grande richesse spécifique à Ngor (136 espèces) qu'à Joal-Fadiouth et Somone qui ont respectivement 34 et 50 espèces. Cela pourrait s'expliquer par le faible nombre de prélèvements effectués dans ces deux derniers sites ; ainsi, avec le même nombre de prélèvement qu'à Ngor, les richesses spécifiques de Joal-Fadiouth et de Somone seraient plus importantes.

On constate que le nombre d'espèces de diatomées est plus important aussi bien à Ngor, à Joal-Fadiouth qu'à Somone avec respectivement 59,56 %, 61,76 % et 90 % des espèces rencontrées. L'importance de ces diatomées serait liée à la forte salinité de ces milieux. Il semble que ces milieux (Somone et Joal-Fadiouth) ont un fonctionnement hydrologique inverse caractéristique d'un système laguno-estuarien où les influences marines prédominent et sont permanentes (Turmine, 2000 ; Sakho, 2011). Ces milieux se traduisent par la présence de mangroves à Joal-Fadiouth et à Somone. Ces observations ont été faites par Guiral *et al.* (1999) qui estiment que le phytobenthos des mangroves constitue une communauté relativement diversifiée et dominée par des diatomées.

Il apparait également que les cyanophytes sont plus représentées à Ngor et à Joal-Fadiouth qu'à Somone. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'à Ngor et à Joal-Fadiouth, nos prélèvements ont été effectués dans des endroits où la population déversait des eaux usées, contrairement à Somone où l'endroit n'est pas beaucoup fréquenté. Ce qui augmente la quantité d'azote dans ces eaux. Cette hypothèse a été avancée par Sivakumar *et al.* (2012) pour qui, la forte représentativité de ces cyanophytes pourrait avoir été influencée par la disponibilité plus importante de substances nutritives, particulièrement le nitrate et le phosphate, en raison de la décharge d'eaux usées.

Si on compare de nos résultats obtenus à Ngor sur les diatomées à ceux de Cibic & Chiara (2010) dans les mers italiennes et de Al Yamani & Saburova (2011) au Koweit (tableau 41), il en ressort que :

- le nombre d'espèces de diatomées est plus important dans les eaux italiennes (506) qu'ils ne le sont dans les eaux Koweit (273) et dans les eaux de Ngor ; ce résultat est à lié au fait qu'il y'a eu peu d'inventaire à Ngor.
- il y'a une plus grande représentativité des *Bacillariophyceae* dans ces trois milieux en relation avec la présence de raphé chez ces espèces de Bacillariophyceae comparée aux espèces appartenant aux classes des *Fragilariophyceae* et *Coscinodiscaceae* ; entre les *Fragilariophyceae* et les *Coscinodiscaceae*, il apparait que les Coscinodiscaceae sont plus importantes dans les eaux de Ngor et du Koweit que dans les eaux italiennes ; il est possible que les caractères physicochimiques des eaux du Sénégal et du Koweit sont plus ou moins proches, appartement à la zone tropicale, que les eaux des zones italiennes plus ou moins au Nord et tempérées ;
- le genre *Nitzschia* fait partie des genres les plus représentés du point de vue diversité spécifique dans ces trois sites en raison de sa forme biraphidée et de sa distribution très large car ce genre occupe tous les biotopes (Paulmier, 1997).

Tableau 41 : Diversité des diatomées dans trois études différentes (N=nombre d'espèces)

Classes	Cibic & Chiara (2010)		Al Yamani & Sabura (2011)		Présente étude	
	N	%	N	%	N	%
Bacillariophyceae	344	68	223	81,7	40	49,4
Fragillariophyceae	93	18,4	19	7	19	23,5

Coscinodiscaceae	69	13,6	31	11,3	22	27,11
Total	**506**	**100**	**273**	**100**	**81**	**100**

En ce qui concerne les cyanophytes, nos résultats à Ngor comparés à ceux de D'Hont & Coppejans (1988) dans les côtes du Nord de la France et de la Belgique, de ceux Diaz-Pulido & Diaz-Ruiz (2003) dans l'Atlantique Colombienne, et de ceux de Crispino & Sant'Anna (2006) dans les îles côtières de l'Etat de Sao Paulo (Brésil) (Tableau 42) montrent que :

- la richesse spécifique est plus importante à Ngor et dans les côtes du Nord de la France et de la Belgique que dans l'Atlantique Colombienne et dans les îles côtières de l'Etat de Sao Paulo au Brésil ;
- 45 espèces ont inventoriées dans nos travaux et dans ceux de D'hont & Coppejans (1988) et réparties respectivement en 19 et 23 genres. Cependant, moins d'espèces ont été répertoriées dans les travaux de Diaz-Pulido & Diaz-Ruiz (2003) et de Crispino & Sant'Anna (2006) ; elles sont au nombre de 16 et réparties dans 9 genres dans les travaux de Diaz-Pulido & Diaz-Ruiz (2003), et de 24 espèces réparties dans 21 genres dans les travaux de Crispino & Sant'Anna (2006) ;
- la famille des Oscillatoriacées et les genres *Oscillatoria*, *Lyngbya* et *Phormidium* sont les plus représentatifs dans chacune de ces zones ; la forte représentativité de ces formes filamenteuses pourrait être due à leur capacité à sécréter du mucilage leur permettant de se fixer sur les substrats, en y formant généralement des couches ;
- 10 espèces sont communes à Ngor et aux côtes du Nord de la France et de la Belgique, 9 avec les îles côtières de l'Etat de Sao Paulo (Brésil) et seulement 5 avec l'Atlantique Colombienne ; d'après ces résultats, il est probable qu'il y'a moins d'inventaires en Colombie qu'en France et au Brésil.

Tableau 42 : Diversité des cyanophytes marines de quatre études

Diversité	D'hont & Coppejans (1988)	Diaz-Pulido & Diaz-Ruiz (2003)	Crispino & Sant'Anna (2006)	Présente étude (Ngor)
Nombre de genres	23	9	21	19
Nombre d'espèces	45	16	24	45

Si on compare nos résultats obtenus à Joal-Fadiouth sur les cyanophytes à ceux des travaux de Da Rodda & Parodi (2005) dans l'estuaire de Bahia Blanca (Argentine) et de Nogueira & Ferreira-Correia (2001) dans les estuaires de Mosquitos et Coqueiros de Maranhão (Brésil), il ressort que :

- le nombre d'espèces de cyanophytes est plus important dans l'estuaire de Bahia Blanca que dans les estuaires de Mosquitos et Coqueiros de Bahia Blanca et dans la lagune de Joal-Fadiouth ; cela pourrait être dû au nombre de prélèvements différent d'une zone à l'autre ;
- les familles les plus représentatives sont les familles des *Oscillatoriaceae* et des *Phormidiaceae* à Maranhão, la famille des *Phormidiaceae* à Bahia Blanca et les familles des *Pseudanabaenaceae* et des *Chroococcaceae* à Joal-Fadiouth ; ces différences beaucoup plus notées entre Joal-Fadiouth et les deux autres sites peuvent

être dues à la permanence de l'influence marine dans la lagune de Joal-Fadiouth contrairement à ces estuaires qui sont caractérisés par un apport d'eau douce pendant certaines périodes ; en plus, les eaux de Maranhão et de Bahia Blanca pourraient présenter des paramètres physicochimiques proches du fait de la proximité entre le Brésil et l'Argentine ;

- les genres les plus repésentatifs sont les genres *Lyngyba*, *Microcoleus* et *Scytonema* à Bahia Blanca, les genres *Oscillatoria*, *Lyngbya*, et *Phormidium, Microcleus* à Maranhão et les genres *Pseudanabaena* et *Chroococcus* à Ngor ; ces différences pourraient s'expliquer par les méthodes d'échantillonage différents, surtout qu'à Bahia Blanca, les récoltes ont été faites sur des troncs et des racines de *Rhizophora mangle* ;
- les formes filamenteuses sont les plus représentatives dans ces trois zones car elles sécrètent du mucilage leur permettant de se fixer au support en y formant des couches ou touffes servant de biotope à un grand nombre de micro-organismes (Stal, 2000 ; Noffke *et al.* 2003).

Tableau 43 : Diversité des cyanophytes à Joal-Fadiouth, Bahia Blanca (Argentine) et Maranhão (Brésil)

Diversité	Nogueira & Ferreira-Correia (2001)	Da Rodda & Parodi (2005)	Présente étude (Joal-Fadiouth)
Nombre de genres	11	9	11
Nombre d'espèces	15	23	12

Microflore nocive

Notre étude a montré que les trois types d'espèces nocives ont été rencontrés ; les mêmes résultats ont été touvés par Benabdellouahad (2006) dans les eaux de l'estuaire du Bou Regreg (Côte Atlantique Marocaine).

En ce qui concerne les espèces toxiques, elles sont constituées de cyanophytes et de microalgues

Chez les cyanophytes, les genres *Lyngbya*, *Microcystis*, *Oscillatoria*, *Phormidium* et *Planktothrix* rencontrés dans nos travaux sont décrits par Chorus & Bartram (1999), Fastner *et al.* (1999) et Duy *et al.* (2000) comme étant potentiellement toxiques et extrêmement puissants ; ces genres *Lyngbya*, *Oscillatoria* et *Phormidium* sont les plus représentatifs dans nos travaux.

En fonction de la nature de la toxine, on peut rencontrer plusieurs espèces :

- *Oscillatoria nigroviridis* fait partie des cyanophycées marines pouvant produire des toxines provoquant des dermatites sévères ainsi que des réactions inflammatoires du tractus gastro-intestinal (Chorus & Bartram, 1999) ;
- *Oscillatoria limosa* produit des hépatotoxines (Chorus & Bartram, 1999) ;

- le genre *Planktothrix*, avec les espèces *Planktothrix isothrix* et *Planktothrix raciborskii*, est l'un des plus importants genres producteurs de microcystines trouvés dans des habitats d'eau douce dans l'Hémisphère Nord (Fastner *et al.,* 1999) ;
- *Pseudanabaena catenata* a été citée par Yoo *et al.* (1995) parmi les espèces qui pourraient synthétiser des cyanotoxines mais dont la nature n'a pas été confirmée.

Des taxons appartenant aux genres *Lyngbya*, *Microcystis* et *Oscillatoria* n'ont pas encore été identifiés jusqu'au niveau espèce ; leur identification pourrait faire augmenter le nombre d'espèces de cyanophytes toxiques.

Chez les microalgues, nous avons rencontré les genres *Dinophysis* et *Prorocentrum* cités parmi ceux qui produisent principalement les toxines responsables des intoxications diarrhéiques par les fruits de mer (Diarrhetic Shellfish Poisoning ou DSP) (Lassus *et al.* 1988).

La dinophycée *Prorocentrum lima* est responsable d'intoxications de type DSP (Steindinger & Baden, 1984) ; *Cylindrotheca closterium* est une diatomée potentiellement toxique (Procopiak *et al.,* 2006).

La toxicité de ces espèces n'est pas liée à leur quantité mais à leur présence. Ces espèces de microalgues peuvent être toxiques même en très faible quantité dans l'eau. Il en est de même pour les coquillages qui les consomment (Thebaud *et al.*, 2005).

Pour les espèces provocatrices d'anoxie, une seule diatomée *Paralia sulcata* a été rencontrée.

En général, les espèces provocatrices entraînent, lors de l'extinction de leurs efflorescences massives, une diminution de la teneur en oxygène pouvant entrainer la mortalité d'organismes marins, mais également un dysfonctionnement de l'écosystème marin (Gailhard, 2003).

Enfin, les microalgues vulnérantes rencontrées sont : *Dictyocha fibula, Cylindrotheca closterium, Cylindrotheca gracilis, Thalasionema bacillare* et *Rhizolenia bergonii*. Ce sont des espèces qui, quand elles efflorescent intensément, deviennent nuisibles en raison d'expansions squelettiques ou de soies épineuses. Ces appendices peuvent causer des hémorragies chez les invertébrés marins et chez les poissons par colmatage et blessure de leurs tissus branchiaux (Enora, 2008). La diatomée *Cylindrotheca closterium* a été déjà liée à la production d'attaches mucilageuses en Mer Adriatique ; le phénomène connu sous le nom de la " Mar sporco" (ou la mer sale) a affecté le tourisme et la pêche (Fanuko *et al.*, 1989 ; Stachowitsch *et al.,* 1990).

Toutes ces espèces nocives ont été rencontrées à Ngor. A Somone, *Pseudanabaena catenata*, *Paralia sulcata*, *Cylindrotheca closterium, Cylindrotheca gracilis* et *Thalasionema bacillare* ont été inventoriées alors qu'à Joal-Fadiouth seules les espèces *Pseudanabaena catenata*, *Paralia sulcata* et *Rhizolenia bergonii* y ont été rencontrées.

Ces espèces de cyanophytes et de microalgues nocives peuvent avoir des conséquences graves sur la santé publique et sur les activités économiques et touristiques développées en domaine côtier avec notamment une dégradation de ces écosystèmes côtiers.

CONCLUSION

Cette étude a montré que la microflore globale est riche de 145 espèces appartenant à 73 genres et réparties dans 57 familles et 5 phylums. Les *Bacillariophyta* sont les plus représentatives avec 60 % des espèces et sont suivies des *Cyanophyta* (33,10 %). Les autres phylums sont moins représentés. Les familles les plus dominantes sont celle des *Bacillariaceae* chez les *Bacillariophyta* et celle des *Oscillatoriaceae* chez les *Cyanophyta*.

Sur ces 145 espèces inventoriées au cours de cette étude, 136 ont été rencontrées à Ngor, 50 à Somone et 34 à Joal-Fadiouth avec une plus grande représentativité des *Bacillariophyta* dans ces trois sites.

Par comparaison aux travaux antérieurs, 48 espèces de cyanophytes et 54 espèces de microalgues sont nouvellement signalées dans les eaux marines du Sénégal.

Au cours de cette étude, des espèces toxiques, des espèces provocatrices d"anoxie et des espèces vulnérantes ont été inventoriées et sont toutes sont présentes à Ngor.

La connaissance de la diversité et de la structure taxonomique de la microflore globale et de celles de la microflore par site peuvent permettre de connaitre la dynamique spatiotemporelle des différentes espèces de cyanophytes et de microalgues rencontrées.

CHAPITRE V DYNAMIQUE SPATIOTEMPORELLE DES DIFFERENTES ESPECES

INTRODUCTION

La dynamique spatiotemporelle des cyanophytes et microalgues est contrôlée par l'interaction de paramètres hydrodynamiques, physico-chimiques et biologiques (Gailhard, 2003).

Les variations de composition spécifique sont attribuées à plusieurs facteurs : des facteurs physiques (lumière, température, turbulence), chimiques (nutriments, chélateurs organiques, vitamines) et biologiques (compétition, broutage). Cependant, l'importance relative des facteurs biologiques et physico-chimiques sur la succession des assemblages est difficile à évaluer (Hallegraeff & Reid, 1986).

Qu'il s'agisse du phytoplancton, des macrophytes, des invertébrés ou des poissons, les indicateurs biologiques (bio-indicateurs) sont basés sur le même principe. La variété des taxons présents dans un prélèvement, leur assemblage, la présence ou l'absence de groupes sensibles aux pollutions par exemple, donnent une indication sur la qualité des milieux.

L'objectif général de cette étude est de suivre la dynamique spatiotemporelle des cyanophytes et microalgues rencontrées à Ngor, Joal-Fadiouth et Somone.

Cette étude a comme objectifs spécifiques :

- de suivre l'évolution de la diversité et de la structure taxonomique des différents points de prélèvement ;
- et de déterminer les fréquences temporelles des différentes espèces rencontrées dans la Presqu'île du Cap Vert (Ngor) et sur la Petite Côte (Somone et Joal-Fadiouth).

V.1. METHODOLOGIE

- **Mode d'échantillonnage**

Des points d'échantillonnage ont été choisis dans chaque site et les prélèvements ont été faits de manière régulière. Ainsi, pour ces différentes expériences, l'échantillonnage a été fait sur des substrats artificiels. Le choix s'est porté sur des substrats en verre et des tubes PVC (Fig. 12) qui sont couramment utilisés en milieu naturel et qui permettent un échantillonnage simple par raclage, rapide, et réduisant la variabilité liée au prélèvement. Ce type de substrat permet aussi de réaliser des prélèvements quantitatifs, dans des conditions relativement reproductibles d'un site à l'autre et d'une date à l'autre. Après colonisation des substrats vierges, il est possible de comparer les communautés qui s'y sont établies sur une durée déterminée, qui sont représentatives du passé récent du milieu.

A chaque échantillonnage, les substrats sont prélevés, raclés à l'aide d'une brosse à dent et dilués avec de l'eau minérale. Chaque réplicat est fixé avec du formol et soigneusement homogénéisé.

Figure 12 : Supports artificiels, tube PVC (à gauche) et verre (à droite)

- **Points et calendrier d'échantillonnage**

Trois sites ont été prospectés : Ngor, Joal-Fadiouth et Somone (Fig. 13).

- ✓ A Ngor, quatre points d'échantillonnage ont été choisis ; 12 sorties de terrain par intervalle de 15 jours ont été effectuées au niveau des quatre points que sont V1, V2, N1, et N2 (Tab. 44).

Ainsi, deux lames de verre ont été déposées au fond, sur des rochers, à environ 3 m de profondeur ; ces verres sont situés dans les points V1 et V2.

Pour les points N1 et N2, deux tubes PVC de 11 cm de diamètre et 35 cm de longueur ont été utilisés ; ces tubes sont reliés à des cordes qui les maintiennent à 1,5 m de profondeur.

Les points V2 et N2 sont plus proches du village de Ngor alors que les points N1 et V1 sont situés vers l'île.

Tableau 44 : Points d'échantillonnage à Ngor et leurs coordonnées géographiques

Points d'échantillonnage	**Coordonnées géographiques**
V1	14°45'13.8"N, 017°30'46.9"W
V2	14°45'05.9"N, 017°30'51.4"W
N1	14° 45'01.7"N, 017°30'47.5"W
N2	14°45'12.1"N, 017°30'45.4"W

Ainsi, 12 prélèvements ont été réalisés entre Mai et Novembre 2011.

Tableau 45 : Calendrier des sorties

No sortie	Date
S0	9 mai 2011
S1	24 mai 2011
S2	9 juin 2011
S3	27 juin 2011
S4	12 juillet 2011
S5	29 juillet 2011
S6	13 août 2011
S7	28 août 2011
S8	15 septembre 2011
S9	2 octobre 2011
S10	19 octobre 2011
S11	4 novembre 2011
S12	19 novembre 2011

- ✓ A Somone, le point d'échantillonnage est situé dans une zone de production d'huîtres aménagée au niveau de la lagune de Somone.

Les supports en verre (41,7 cm x 29 cm) ont été déposés sur des sacs flottants contenant des huîtres. Ces supports sont presque à la surface de l'eau et les sacs à une dizaine de mètres de la berge (coordonnées géographiques : 14°29'49.7''N, 017°04'54.8'' W).

- ✓ A Joal-Fadiouth, les échantillonnages ont également été effectués dans une zone de production d'huîtres entre le village de Fadiouth et le cimetière, à 14°09'20.2'' N et 016°49'26.2'' W ; les supports sont en verre et déposés sur la vase.

A Somone et Joal-Fadiouth des prélèvements mensuels ont été effectués les 26 mars 2013 (S1'), 26 avril 2013 (S2') et 2 juin 2013 (S3').

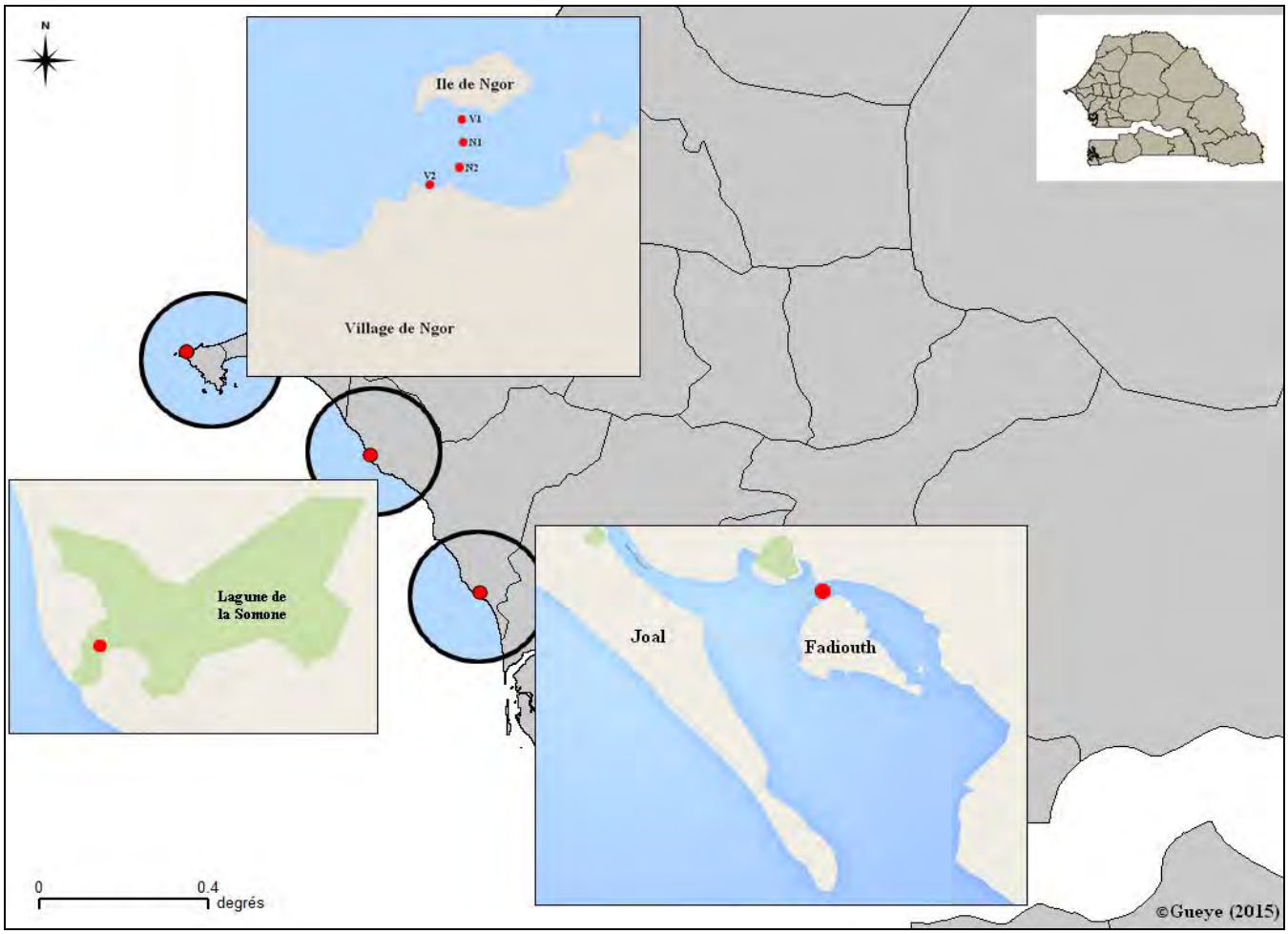


Figure 13 : Localisation des différents points d'échantillonnage

- **Détermination de la fréquence temporelle**

La fréquence (F), dite également indice d'occurrence ou de constance (Dajoz, 1975), est le rapport du nombre de prélèvement dans lesquels l'espèce est recensée, au cours du suivi, dans une station donnée et du nombre total des prélèvements effectués au niveau de la même station. Exprimée en pourcentage, la fréquence de l'espèce *a* dans la station *b* (Fab) est donnée par :

Fab = **(*Rab* / *Rtb*) * 100**

Rab : nombre de relevés où l'espèce est présente dans la station b ;

Rtb : nombre total des relevés réalisés au niveau de la station b.

Selon cette fréquence, quatre classes d'espèces sont à distinguer :

- espèces constantes à fréquence temporelle comprise entre 50 et 100% ;
- espèces communes à fréquence fluctuant entre 25 et 50% ;
- espèces peu communes à fréquence allant de 10 à 25% ;
- espèces rares à fréquence inférieure à 10%.

V.2. RESULTATS

V.2.1. Dynamique spatiale des différentes espèces inventoriées entre Ngor, Joal-Fadiouth et Somone

Les résultats de la structure de la microflore de ces différents sites ont permis de voir la dynamique spatiale des différentes espèces inventoriées (Tab 39).

Les résultats ont montré que sur les 145 espèces inventoriées :

- ✓ 17 espèces soit 11,72 % de la RST sont communes aux trois sites. Il s‟agit de la cyanophycée *Leptolyngbya cf. foveolarum* et des diatomées *Melosira crenulata*, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus oculus-iridis*, *Opephora schwartzii*, *Thalassionema bacillare*, *Grammatophora marina*, *Achnanthes brevipes var. intermedia*, *Achnanthes longipes f. lata*, *Achnanthes subconstricta*, *Cocconeis scutellum*, *Fallacia forcipata*, *Navicula pennata*, *Trachyneis aspera*, *Pleurosigma diverse-striatum*, *Amphora túrgida*, *Hantzschia amphioxis* et *Nitzschia obtusa*.
- ✓ 38 soit 26,21 % de la RST sont communes à deux sites. Ngor et Somone ont 23 espèces communes dont une espèce de cyanophycée (*Pseudanabaena sp*), une d‟euglénophycée (*Euglena spirogyra*) et 21 de diatomées que sont *Thalassiosira eccentrica*, *Cyclotella stylorum*, *Coscinodiscus oculus-iridis var. borealis*, *Odontella obtusa*, *Biddulphia tuomeyi*, *Opephora pinnata var. lanceolata*, *Grammatophora hamulifera*, *Diploneis elliptica*, *Diploneis weissflogii*, *Navicula cancellata*, *Navicula tripunctata*, *Gyrosigma attenuatum*, *Amphora costata*, *Amphora proteus*, *Bacillaria paxillifera*, *Cylindrotheca closterium*, *Nitzschia coarctata*, *Nitzschia sigma*, *Nitzschia spathulata*, *Rhopalodia gibba var. ventricosa* et *Campylodiscus thurettii*.
- ✓ 11 sont communes à Ngor et Joal-Fadiouth dont 8 espèces de cyanophycées (*Chroococcus munitus*, *Myxosarcina sp*, *Aphanocapsa marina*, *Johannesbaptistia pellucida*, *Lyngbya semiplena*, *Pseudanabaena catenata*, *Pseudanabaena sp1* et *Calothrix sp*), deux de diatomées (*Achnanthes breviceps*, *Petrodictyon gemma*) et une de dinophycée (*Protoperidinium sp*).
- ✓ 4 sont communes à Joal-Fadiouth et Somone ; il s‟agit de deux espèces de cyanophycées (*Merismopedia sp* et *Oscillatoria sp*) et de deux espèces de diatomées (*Diploneis gruendleri* et *Surirella fastuosa*).

Chroococcus sp et *Mastogloia exigua* sont spécifiques à Joal-Fadiouth tandis que *Coscinodiscus oculus-iridis* et *Raphoneis amphiceros var. rhombica* sont spécifiques à Somone.

Les 51 espèces qui restent sont spécifiques à Ngor ; il s‟agit de 35 espèces de cyanophytes, de 8 espèces de diatomées, de quatre espèces de chlorophytes, d‟une espèce de chromophyte et de trois espèces de dinophytes.

Ainsi, on peut conclure que parmi ces 145 espèces répertoriées, 17 sont communes aux trois sites et 38 à deux sites ; 51 espèces sont spécifiques à Ngor, deux à Joal-Fadiouth et deux à Somone.

V.2.2. Dynamique spatiotemporelle des espèces à Ngor

V.2.2.1. Dynamique spatiale des différentes espèces

L‟observation microscopique des différents échantillons au cours des 12 sorties ont permis de connaître la dynamique spatiale des différentes espèces au niveau des points N1, N2, V1 et V2 (Tableau 46).

Sur les 136 espèces rencontrées :

- 30 sont communes à quatre points N1, N2, V1 et V2, soit 22, 05 % des espèces ; il s‟agit de deux cyanophycées (*Spirulina subsalsa* et *Phormidium retzii*), de 28 diatomées et d‟une euglénophycée (*Euglena spirogyra*).
- 16 sont communes à trois points ; il s‟agit de 5 espèces de cyanophycées, 10 de diatomées et une de dinophycée.
- 47 sont communes à N1 et N2 dont 11 cyanophycées, 34 diatomées, une euglénophycée (*Euglena spirogyra*) et une dinophycée (*Prorocentrum lima*) ;
- 42 sont communes à V1 et V2 parmi lesquelles sept cyanophycées, une dinophycée (*Dinophysis mitra*), une euglénophycée *Euglena spirogyra* et 33 diatomées.
- 45 sont communes à V1 et N1 et 39 à V1 et N2 ;
- 44 sont communes à V2 et N1 et 42 à V2 et N2 ;
- 14 sont spécifiques à N1, 15 à N2, 8 à V1 et 12 à V2 ; ce sont 4 espèces de cyanophytes, 2 de chlorophytes, 6 de diatomées, une de chomophyte et une de dinophyte au point N1, 9 espèces de cyanophytes, 4 de diatomées, une de dinophyte et une de chlorophyte à N2, une espèce de cyanophyte, 6 de diatomées et une de chlorophyte à V1 et enfin 8 espèces de cyanophytes et 4 de diatomées à V2.

Tableau 46 : Présence (+) et absence () des différentes espèces aux points N1, N2, V1 et V2

Taxons	N1	N2	V1	V2
Chroococcus minor (Kützing) Nägeli		+		
Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli	+	+		
Chroococcus varius A. Braun	+			
Myxosarcina sp				+
Pleurocapsa sp				+
Johannesbaptistia pellucida (Dickie) Taylor et Drouet	+			
Microcystis sp	+	+		
Microcystis sp1	+			
Spirulina subsalsa Oersted. ex Gomont	+	+	+	+

Spirulina labyrinthiformis Kütz. ex Gomont	+	+		
Spirulina sp		+	+	+
Aphanothece sp		+		
Aphanocapsa littoralis Hansgirg				+
Aphanocapsa marina Hansgirg	+	+		+
Merismopedia minima G. Beck		+		
Merismopedia mediterranea Nägeli	+	+		
Rhabdoderma lineare Schmidle & Lauterborn			+	+
Komvophoron sp	+			
Lyngbya confervoides C. Agardh			+	
Lyngbya nordgaardii Wille		+		
Lyngbya semiplena J. Agardh ex Gomont		+		+
Lyngbya sp		+		
Lyngbya sp1	+			
Oscillatoria acuta Bruhl et Biswas ex Geitler		+	+	+
Oscillatoria articulata Gardner			+	+
Oscillatoria chlorina Kützing ex Gomont			+	
Oscillatoria limosa C. Agardh ex Gomont		+		
Oscillatoria subbrevis Schmidle	+		+	
Oscillatoria nigroviridis Thwaites ex Gomont				+
Oscillatoria sp				+
Oscillatoria sp2	+			+
Oscillatoria sp3		+	+	
Oscillatoria sp4				+
Blennothrix lyngbyacea (Gomont) Anagn. & Komàrek				+
Phormidium autumnale (Agardh) Trevisan ex Gomont 1892			+	+
Phormidium corium (Agardh) Gomont				+
Phormidium hamellii (Frémy) Anag. & Kom.		+		
Phormidium retzii Ag.	+	+	+	+
Planktothrix isothrix (Wołosz.) Anag. & Kom.1988	+	+		
Planktothrix raciborskii (Wo?osz.) Anagn. & Kom.		+		
Leptolyngbya cf. *foveolarum* (Rabenhorst ex Gomont)		+		
Pseudanabaena catenata Lauterb	+		+	
Pseudanabaena sp	+	+	+	
Pseudanabaena sp 1	+	+	+	
Calothrix sp			+	
Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve	+	+		+
Cyclotella stylorum Brightwell 1860	+	+	+	+
Chrysanthemodiscus floreatus Mann, 1925	+	+		
Melosira crenulata (Ehr.) Kuetz	+			+
Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs	+		+	

Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve	+			
Coscinodiscus oculus-iridis Ehrenberg	+		+	
Actinoptychus senarius Ehrenberg			+	
Auliscus caelatus Bailey			+	
Auliscus sculptus (W. Smith) Ralfs 1861			+	
Auliscus sp		+		
Odontella aurita (Lyngbye) Agardh 1832		+	+	+
Odontella obtusa Kùtzing	+		+	+
Triceratium antediluvianum (Ehr.) Grunow	+			+
Triceratium reticulum Ehrenberg 1845	+		+	+
Plagiogramma pulchellum	+	+	+	+
Plagiogramma pulchellum var. pygmaea Grev.	+		+	
Biddulphia pulchella Gray, 1821	+	+	+	+
Biddulphia tuomeyi (J.W. Bailey) Roper 1859	+			
Terpsinoe musica (Ehrenberg, 1843)				+
Eunotogramma marinum (W. Smith) Peragallo 1897	+			+
Rhizosolenia bergonii H. Peragallo, 1892		+		
Opephora pinnata var. lanceolata Boyer 1916	+	+	+	+
Opephora schwartzii (Grunow) Petit	+	+	+	
Licmophora dalmatica var. tenella K.	+	+		
Licmophora ehrenbergii (Kuetz.) Grun.	+	+	+	+
Licmophora flabellata (Carm.) Ag.	+	+	+	+
Psammodiscus nitidus (Greg.) Round & Mann	+	+		+
Delphineis surirella Ehr. Andrews	+	+	+	+
Delphineis surirella var. australis (Petit) Navarro	+	+	+	+
Ardissonia fulgens (Greville)	+	+	+	+
Ardisonnia robusta (Ralfs) de Notaris & Baglietto	+	+	+	+
Toxarium undulatum (Bailey, 1854)	+	+	+	+
Thalassionema bacillare (Heiden) Kolbe	+			+
Rhabdonema adriaticum Kuetz	+			+
Rhabdonema punctatum (Hawey & Bailey) Stodder ex Boyer		+		
Grammatophora hamulifera Kützing	+			
Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing	+	+	+	+
Grammatophora oceanica Ehrenberg 1841	+	+	+	+
Grammatophora oceanica f. minuscula Per.				+
Climacosphenia moniligera Ehrenberg	+	+	+	+
Lyrella abrupta		+	+	+
Achnanthes breviceps Ag.			+	
Achnanthes brevipes var. intermedia Agardh	+			
Achnanthes longipes f. lata Agardh	+			+
Achnanthes subconstricta (Meister) Toyoda	+			

Cocconeis placentula Ehr.		+	+	+
Cocconeis scutellum Ehr.	+	+	+	+
Cocconeis scutellum var. ornata Grun	+	+		+
Fallacia forcipata (Greville) Stickle and Mann		+		+
Diploneis elliptica (Kuetz.) Cl.			+	
Diploneis weissflogii (A. Schmidt) Cleve	+		+	+
Navicula cancellata Donkin 1873	+			+
Navicula tripunctata (O.F. Müller) Bory (1822)	+	+	+	+
Navicula pennata A. S.	+	+		+
Navicula sp		+		
Trachyneis aspera Ehr.	+	+	+	+
Gyrosigma attenuatum (Kuetz.) Cl.		+	+	
Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Rabenhorst.	+		+	
Pleurosigma diverse-striatum Meister 1935	+	+	+	+
Plagiotropis lepidoptera (Gregory) Küntze 1898	+	+	+	+
Amphora bigibba Grun		+		
Amphora costata Sm.	+	+	+	+
Amphora proteus Gregory	+		+	+
Amphora turgida Gregory	+	+	+	+
Bacillaria paxillifera (O. F. Müller) Hendey		+		
Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	+	+	+	+
Cylindrotheca gracilis (Breb.) Grunow	+	+	+	+
Hantzschia amphioxis (Ehrenberg) Grunow				+
Nitzschia coarctata Grunow	+	+	+	+
Nitzschia granulata Grun.	+			
Nitzschia lorenziana Grunow			+	
Nitzschia obtusa (W. Smith, 1853)	+	+		+
Nitzschia panduriformis Gregory 1857	+	+	+	+
Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith(1853)	+	+	+	+
Nitzschia spathulata Bréb.	+	+	+	+
Rhopalodia gibba var. ventricosa (Kütz.) H. & M. Perag			+	+
Campylodiscus decorus Bréb.	+			
Campylodiscus ralfsii W. Smith 1853	+	+		
Campylodiscus thurettii Brébisson	+			+
Petrodictyon gemma (Ehrenberg) D. G. Mann				+
Scenedesmus subspicatus	+			
Scenedesmus quadricauda De Brebisson	+			
Scenedesmus sp		+		
Euglena spirogyra Ehr	+	+	+	+
Pterosperma undulatum Ostenfeld			+	
Dictyocha fibula Ehrenberg 1839	+			

Prorocentrum lima (Ehrenberg) Dodge	+	+	+	
Dinophysis mitra (Schutt) Abé 1967			+	+
Gyrodinium sp		+		
Protoperidinium sp	+			
Total	83	76	67	73

Ainsi, sur les 136 espèces rencontrées, 30 sont communes aux quatre points d'échantillonnage et 16 rencontrées en même temps dans trois sites. 14 espèces sont spécifiques à N1, 15 à N2, 12 à V1 et 8 à V2.

V.2.2.2. Contribution en espèces des 5 phylums au niveau des quatre points de prélèvement

Les échantillonnages effectués au niveau des quatre points ont permis de déterminer leur composition taxonomique (Tab 47, Fig 14). Ces résultats montrent que N1 a la plus grande richesse spécifique avec 83 espèces ; elle est suivie des points N2 et V2 qui ont respectivement 76 et 73 espèces. Le point V1 a la plus faible richesse spécifique avec 67 espèces.

Tableau 47 : Contribution en espèces des 5 phylums au niveau des quatre points d'échantillonage

Phylums	N1		N2		V1		V2	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Cyanophyta	18	21,69	23	30,26	15	22,4	18	24,66
Bacillariophyta	59	71,08	48	63,16	48	71,6	53	72,60
Chlorophyta	3	3,61	2	2,63	2	3,0	1	1,37
Chromophyta	1	1,20	1	1,32	0	0,0	0	0,00
Dinophyta	2	2,41	2	2,63	2	3,0	1	1,37
Total	**83**	**100**	**76**	**100**	**67**	**100**	**73**	**100**

Les *Bacillariophyta* sont les plus représentées avec 63,16 % des espèces au point N2 et plus de 70 % des espèces aux points N1, V1 et V2. Dans tous ces points, les *Bacillariophyta* sont suivies des *Cyanophyta* qui constituent 30,26 % des espèces à N2, 21,69 % des espèces à N1, 22,4 % à V1 et 24,66 % à V2.

Les *Chlorophyta*, les *Chromophyta* et les *Dinophyta* sont moins représentées. Aucun de ces phylums n'atteint 5 % des espèces au niveau de ces quatre points.

Les *Chromophyta* sont absentes aux points V1 et V2, et constituent respectivement 1,20 et 1,32 % des espèces des points N1 et N2. Au niveau de ces deux points, elles sont moins représentées que les *Chlorophyta* et les *Dinophyta*.

Aux points V1, V2 et N2, les *Chlorophyta* et les *Dinophyta* ont les mêmes richesses spécifiques avec respectivement 3 %, 1,37 % et 2,63 % des espèces. Au point N1, les *Chlorophyta* sont de 3,61% et les *Dinophyta* de 2,41 %.

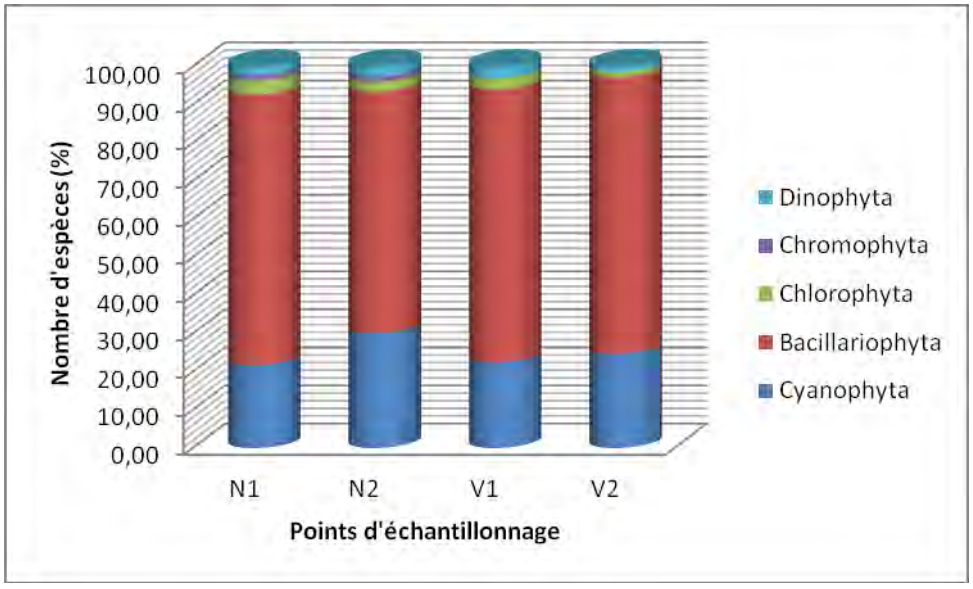


Figure 14 : Contribution en espèces des 5 phylums aux quatre points d'échantillonnage

Il apparait ainsi que le point N1 présente la plus grande richesse spécifique et les *Bacillariophyta* sont plus représentées et sont suivies des *Cyanophyta* ; les autres phylums le sont moins.

V.2.2.3. Dynamique temporelle des espèces de Ngor

V.2.2.3.1. Variation temporelle du nombre d'espèces total et par phylum

La variation du nombre d'espèces total et par phylum au cours de l'étude à Ngor a été déterminée (Fig. 15).

Ces résultats ont montré qu'à Ngor, le nombre d'espèces moyen par prélèvement est de 43 espèces. Les nombres les plus élevés ont été enregistrés au début de l'étude (24 mai) et vers mi-octobre avec respectivement 54 et 52 espèces. Le plus faible nombre est de 37 espèces et a été noté en début d'octobre.

Du mois de Mai au début du mois de Juillet, le nombre d'espèces diminue de 54 à 39 espèces.

En fin juillet, les espèces sont de 47 mais leur nombre varie ensuite autour de 38 par prélèvement jusqu'en début octobre. De mi-octobre à la fin de l'étude (19 novembre), le nombre diminue de 52 espèces à 42.

Au cours de l'étude, les *Bacillariophyta* sont les plus nombreuses avec 32 espèces en moyenne. Les nombres d'espèces les plus élevés pour ce phylum sont de 41 au début de l'étude et de 44 en mi-octobre. Le plus faible nombre d'espèces est de 25 et a été enregistré en mi- août. A part ces périodes, les nombres varient très légèrement autour de 30 espèces.

Ces *Bacillariophyta* sont suivies des *Cyanophyta* dont les nombres varient légèrement autour de 11 espèces avec un maximum de 13 espèces en fin juillet ; le nombre le plus faible a noté au mois d'octobre avec 4 espèces.

Les autres phylums sont moins représentés et seules les *Chlorophyta* sont présentes pendant toute l'étude mais avec au maximum deux espèces par prélèvement, au début et à la fin de l'étude ; les *Chromophyta* ne sont réprésentées qu'entre fin octobre et début novembre.

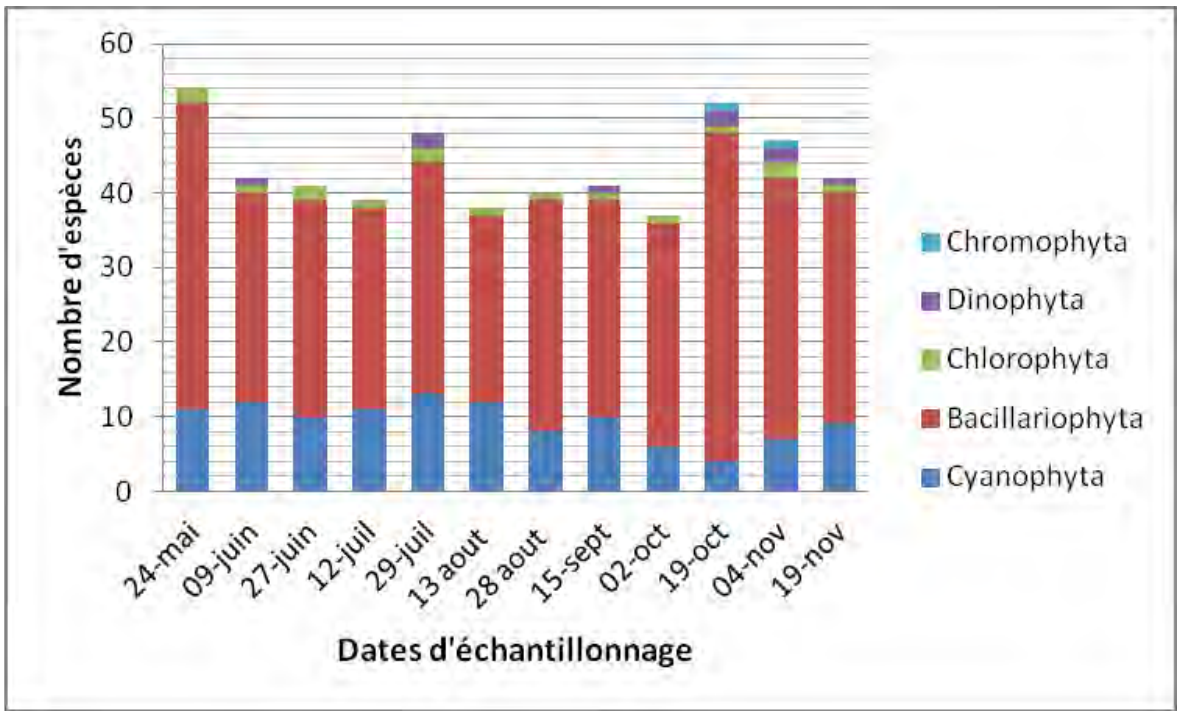


Figure 15 : Variation temporelle du nombre d'espèces à Ngor

On peut conclure que les richesses spécifiques les plus élevés ont été enregistrés au début de l'étude (24 mai) et vers mi- octobre avec respectivement 54 et 52 espèces tandis que la plus faible a été notée au début du mois d'octobre. Aussi, tout au long de l'étude, les *Bacillariophyta* sont les plus dominantes en espèces et sont suivies des *Cyanophyta* dont le nombre varie faiblement.

V.2.2.3.2. Variation temporelle du nombre d'espèces par point d'échantillonnage

La variation temporelle du nombre d'espèces par point d'échantillonnage a été déterminée à Ngor (Figure 16).

Au point N1, le nombre d'espèces diminue de 18 à 14, du début de l'étude à la mi-juillet. De la mi-juillet à la fin de l'étude, le nombre oscille autour de 18 espèces avec un maximum (25 espèces) vers mi-octobre et un minimum en début novembre (11 espèces).

A N2, 19 espèces ont été inventoriées en fin mai mais, ce nombre diminue jusqu'à atteindre sa plus faible valeur (7 espèces) en fin juin. De fin juin à mi-octobre, le nombre d'espèce augmente jusqu'à 21. Il diminue ensuite jusqu'au début du mois de novembre avant d'atteindre son maximum (25 espèces) à la fin de l'étude.

Les plus grands nombres d'espèces au point V2 ont été rencontrés au début de l'étude et vers fin-octobre avec respectivement 28 et 23 espèces. Après ces deux périodes, la richesse spécifique diminue et est en dessous de 15 espèces.

Du début de l'étude jusqu'au début juin, 14 espèces ont été inventoriées au point V1. Les plus grandes richesses spécifiques ont été notées en fin juin et au début du mois de novembre avec respectivement 26 et 25 espèces. Elle oscille autour de 10 espèces pour le reste de l'étude.

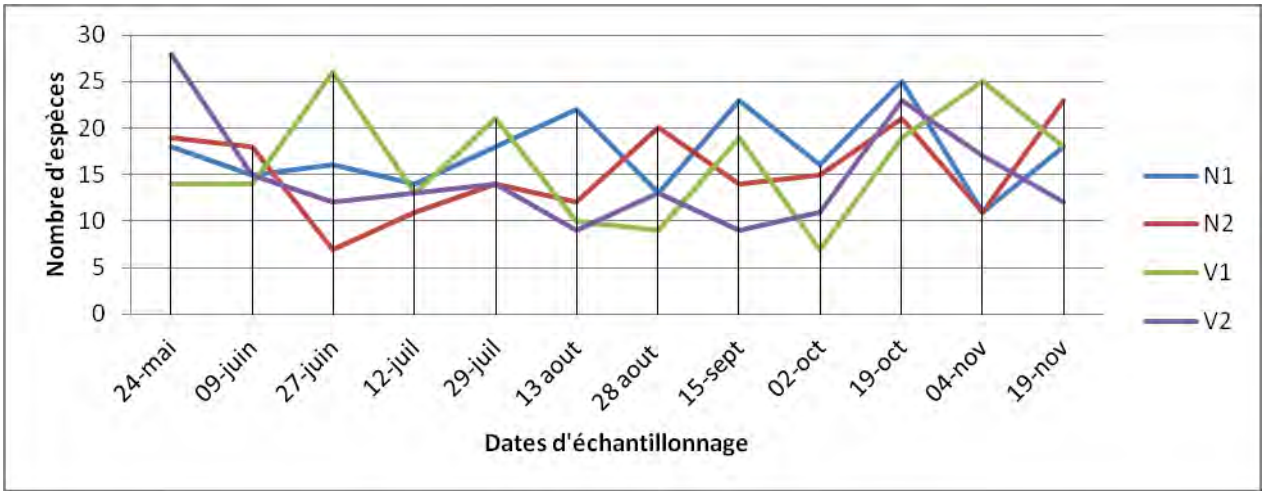


Figure 16 : Variation temporelle du nombre d'espèces par point d'échantillonnage

Il en ressort qu'en début d'étude, les richesses spécifiques des points d'échantillonnage N1, N2, et V2 suivent la même tendance régressive que celle de la microflore globale de Ngor ; de même, comme pour la richesse spécifique totale, les richesses spécifiques des quatre points augmentent du début à la fin du mois d'octobre.

V.2.2.3.3. Variation temporelle du nombre d'espèces par phylum et par point d'échantillonnage

Les résultats du suivi du nombre d'espèces de cyanophytes et de microalgues par phylum et pour chaque point d'échantillonnage au cours de l'étude sont consignés dans la figure 17.

Les *Bacillariophyta* sont dominantes dans chaque point et sont suivies des *Cyanophyta*. Aussi, la variation du nombre d'espèces de *Bacillariophyta* au cours de l'étude est la même que celle du nombre total d'espèces pour chaque point.

Concernant les *Cyanophyta*, leur nombre varie légèrement tout au long de l'étude mais, au début du mois d'octobre, on constate que ces espèces ne sont pas inventoriées dans les points N2, V1 ; elles sont également absentes au point V2 de la fin du mois d'octobre jusqu'à la fin de l'étude. Au point N1, le nombre d'espèces de cyanophytes diminue au début de ce mois d'octobre.

Au niveau de ces quatre points, les nombres d'espèces de *Chlorophyta*, de *Chromophyta* et de *Dinophyta* sont très faibles avec un maximum de deux espèces par prélèvement ; ces phylums ne sont pas représentés que dans quelques prélèvements.

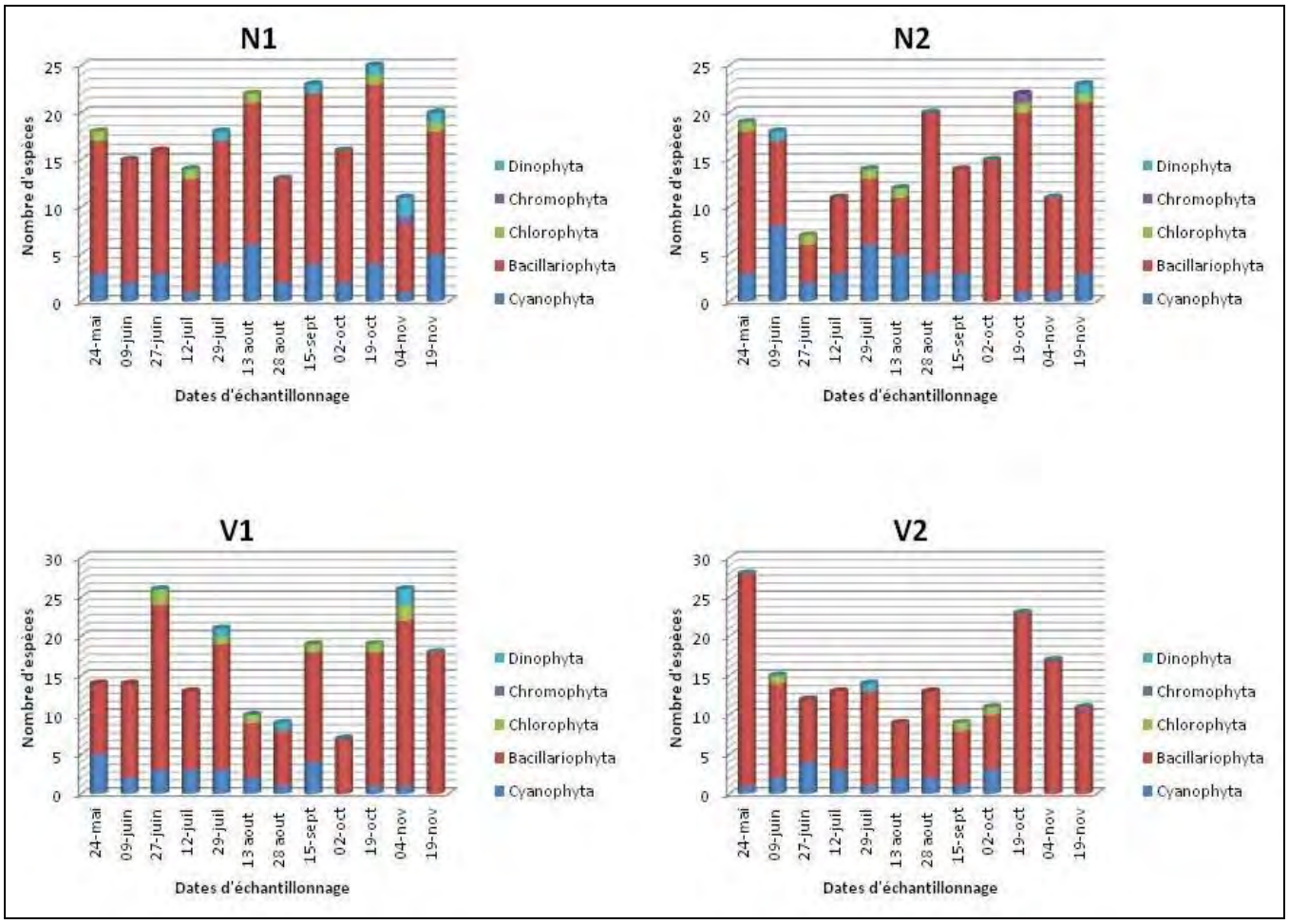


Figure 17 : Variation temporelle du nombre d'espèces par phylum par point d'échantillonnage

Il ressort de ces résultats que les *Bacillariophyta* sont plus représentées dans chaque point avec des proportions variant entre 50 et 100% et que leur variation suit celle du nombre total d'espèces. Elles sont suivies des *Cyanophyta* dont le nombre varie légèrement tout au long de l'étude mais est faible ou nul dans tous les points vers le début du mois d'octobre.

V.2.2.4. Fréquence temporelle des différentes espèces à Ngor

La détermination de la fréquence temporelle des différentes espèces à Ngor (tab 48, fig 16) montre que les espèces rares et les espèces, absentes au moins dans 3/4 des prélèvements, sont constituées par plus de la moitié (58,8%) des espèces. Les classes des espèces communes et des espèces constantes sont constituées chacune du 1/5 des espèces.

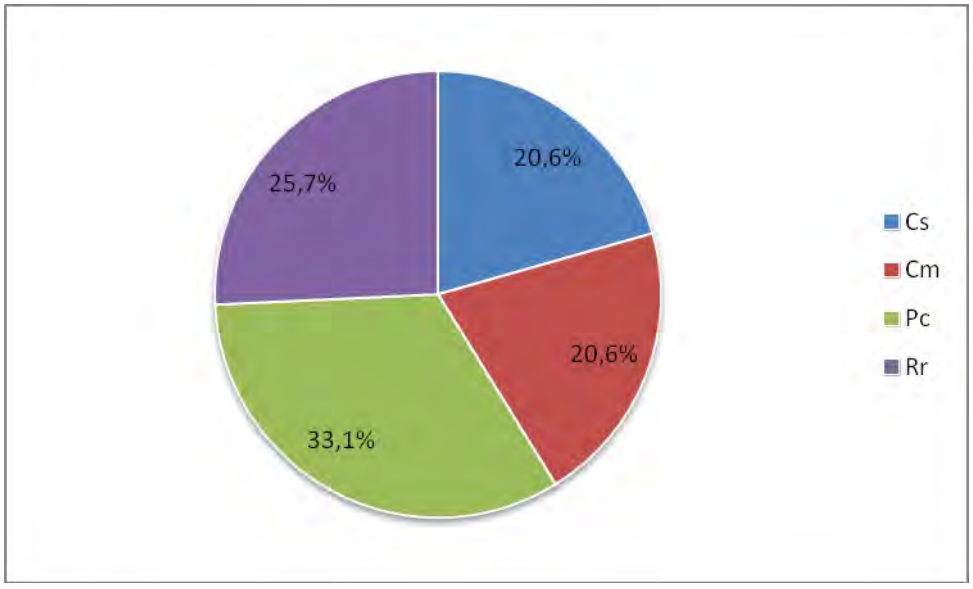


Figure 18 : Contribution (en %) des espèces constantes (Cs), communes (Cm), peu communes (Pc) et rares (Rr) à Ngor

Parmi les espèces constantes, c'est-à-dire celles qui sont présentes pendant plus de la moitié des prélèvements, figurent deux espèces de cyanophytes, une espèce d'euglénophyte et 25 espèces de diatomées. Les diatomées *Cyclotella stylorum* et *Delphineis surirella* sont présentes pendant toute l'étude alors que les diatomées *Climacosphenia monoligera*, *Cocconeis scutellum*, *Delphineis surirella var. australis* et l'euglénophycée *Euglena spirogyra* sont présentes dans 11 des 12 prélèvements effectués.

Les espèces communes, présentes entre le ¼ et la moitié des prélèvements, sont constituées de 8 espèces de cyanophycées et de 20 espèces de diatomées.

Les espèces restantes sont au moins absentes dans les ¾ des prélèvements ; parmi elles, figurent les quatre espèces de chlorophytes (*Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus subspicatus*, *Scenedesmus sp*, *Pterosperma undulatum*) et la dinophycée *Protoperidinium sp* qui ne sont présentes qu'une seule fois.

Tableau 48 : Classification des espèces de Ngor selon leur fréquence temporelle

Espèces	Fréquence temporelle (%)	Classes
Cyclotella stylorum Brightwell 1860	100	Espèces constantes
Delphineis surirella Ehr. Andrews	100	
Climacosphenia moniligera Ehrenberg	91,7	
Cocconeis scutellum Ehr.	91,7	
Delphineis surirella var. australis (Petit) Navarro	91,7	
Euglena spirogyra	91,7	
Trachyneis aspera Ehr.	91,7	
Amphora costata Sm.	83,3	

Cylindrotheca closterium (Ehrenberg) Reimann & Lewin 1964	83,3	
Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing	83,3	
Plagiotropis lepidoptera (Gregory) Küntze 1898	83,3	
Triceratium reticulum Ehrenberg 1845	83,3	
Ardisonnia robusta (Ralfs) de Notaris & Baglietto	75	
Grammatophora oceanica Ehrenberg 1841	75	
Navicula tripunctata (O.F. Müller) Bory (1822)	75	
Ardissonia fulgens (Greville)	66,7	
Cylindrotheca gracilis (Breb.) Grunow	66,7	
Licmophora ehrenbergii (Kuetz.) Grun.	66,7	
Nitzschia coarctata Grunow	66,7	
Opephora schwartzii (Grunow) Petit	66,7	
Plagiogramma pulchellum	66,7	
Amphora turgida Gregory	58,3	
Licmophora flabellata (Carm.) Ag.	58,3	
Nitzschia panduriformis Gregory 1857	58,3	
Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith(1853)	58,3	
Opephora pinnata var. lanceolata Boyer 1916	58,3	
Pseudanabaena sp	58,3	
Rhabdoderma lineare	58,3	
Biddulphia pulchella Gray, 1821	50	Espèces communes
Cocconeis placentula Ehr.	50	
Leptolyngbya cf foveolarum	50	
Microcystis sp	50	
Navicula pennata A. S.	50	
Pleurosigma diverse-striatum Meister 1935	50	
Pseudanabaena catenata	50	
Campylodiscus thurettii Brébisson	41,7	
Nitzschia spathulata Bréb.	41,7	
Oscillatoria sp2	41,7	
Psammodiscus nitidus (Greg.) Round & Mann	41,7	
Spirulina subsalsa	41,7	
Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve	41,7	
Toxarium undulatum (Bailey, 1854)	41,7	
Amphora proteus Gregory	33,3	
Chrysanthemodiscus floreatus Mann, 1925	33,3	
Diploneis weissflogii (A. Schmidt) Cleve	33,3	
Eunotogramma marinum (W. Smith) Peragallo 1897	33,3	
Fallacia forcipata (Greville) Stickle and Mann	33,3	
Gyrosigma attenuatum (Kuetz.) Cl.	33,3	
Hantzschia amphioxis (Ehrenberg) Grunow	33,3	
Lyngba semiplena	33,3	
Lyrella abrupta	33,3	
Merismopedia mediterranea	33,3	

Nitzschia obtusa (W. Smith, 1853)	33,3	
Odontella obtusa Kùtzing	33,3	
Prorocentrum lima	33,3	
Pseudanabaena sp 1	33,3	
Amphora bigibba Grun	25	Espèces peu communes
Aphanocapsa marina	25	
Auliscus sculptus (W. Smith) Ralfs 1861	25	
Campylodiscus ralfsii W. Smith 1853	25	
Cocconeis scutellum var. ornata Grun	25	
Licmophora dalmatica var. tenella K.	25	
Melosira crenulata (Ehr.) Kuetz	25	
Navicula cancellata Donkin 1873	25	
Odontella aurita (Lyngbye) Agardh 1832	25	
Oscillatora acuta	25	
Oscillatoria nigroviridis	25	
Phormidium retzi	25	
Plagiogramma pulchellum var. pygmaea Grev.	25	
Planktothrix isothrix	25	
Rhopalodia gibba var. ventricosa (Kütz.) H. & M. Perag	25	
Spirulina sp	25	
Achnanthes breviceps Ag.	16,7	
Achnanthes longipes f. lata Agardh	16,7	
Actinoptychus senarius Ehrenberg	16,7	
Aphanothece sp	16,7	
Campylodiscus decorus Bréb.	16,7	
Chroococcus munitis	16,7	
Coscinodiscus oculus-iridis Ehrenberg	16,7	
Dictyota speculum	16,7	
Dinophysis mitra	16,7	
Diploneis elliptica (Kuetz.) Cl.	16,7	
Grammatophora oceanica f. minuscula Per.	16,7	
Gyrodinium sp	16,7	
Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Rabenhorst.	16,7	
Johannesbaptistia pellucida	16,7	
Lyngbya sp1	16,7	
Melosira granulata (Ehrenberg) Ralfs	16,7	
Microcystis sp1	16,7	
Navicula sp	16,7	
Oscillatoria articulata	16,7	
Oscillatoria chlorina	16,7	
Oscillatoria limosa	16,7	
Oscillatoria sp4	16,7	
Oscillatoria subbrevis	16,7	
Phormidium hamelli	16,7	

Rhabdonema adriaticum Kuetz	16,7	
Rhizosolenia bergonii H. Peragallo, 1892	16,7	
Spirulina labyrinthiformis	16,7	
Thalassionema bacillare (Heiden) Kolbe	16,7	
Triceratium antediluvianum (Ehr.) Grunow	16,7	
Achnanthes brevipes var. intermedia Agardh	8,3	Espèces rares
Achnanthes subconstricta (Meister) Toyoda	8,3	
Aphanocapsa littoralis	8,3	
Auliscus caelatus Bailey	8,3	
Auliscus sp	8,3	
Bacillaria paxillifera (O. F. Müller) Hendey	8,3	
Biddulphia tuomeyi (J.W. Bailey) Roper 1859	8,3	
Blennothrix lyngbyacea	8,3	
Calothrix sp	8,3	
Chroococcus minor	8,3	
Chroococcus varius	8,3	
Grammatophora hamulifera Kützing	8,3	
Lyngbya confervoides	8,3	
Lyngbya nordgaardii	8,3	
Lyngbya semiplena	8,3	
Lyngbya sp	8,3	
Merismopedia minima	8,3	
Myxosarcina sp	8,3	
Nitzschia granulata Grun.	8,3	
Nitzschia lorenziana Grunow	8,3	
Oscillatoria sp	8,3	
Oscillatoria sp3	8,3	
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve	8,3	
Petrodictyon gemma (Ehrenberg) D. G. Mann	8,3	
Phormidium autumnale	8,3	
Phormidium corium	8,3	
Planktothrix raciborskii	8,3	
Pleurocapsa sp	8,3	
Protoperidinium sp	8,3	
Pterosperma undulatum	8,3	
Rhabdonema punctatum (Hawey & Bailey) Stodder	8,3	
Scenedesmus quadricauda	8,3	
Scenedesmus sp	8,3	
Scenedesmus subspicatus	8,3	
Terpsinoe musica (Ehrenberg, 1843)	8,3	

Il en ressort que plus de la moitié des espèces (58,8 %) sont au moins absent dans les 3/4 des prélèvements (espèces rares et peu communes) à Ngor et que seules les diatomées *Cyclotella stylorum* et *Delphineis surirella* sont présentes tout au long de l‟étude.

V.2.2.5. Fréquence temporelle des différentes espèces par point d'échantillonnage

Les résultats de la détermination des fréquences temporelles des différentes espèces par point d'échantillonnage sont consignés dans la figure 19. Au niveau de chaque point, les classes des espèces rares et des espèces peu communes, c'est-à-dire celles qui sont absentes au moins dans ¾ des prélèvements, représentent plus de 70% des espèces.

Le plus grand nombre d'espèces rares a été enregistré au niveau du point N2, avec la moitié des espèces ; ces espèces présentent dans moins du 1/10 des prélèvements constituent les 42,17 % des espèces au point N1, 35,8 % au point V1 et 42,5 % au point V2.

Les espèces peu communes occupent le second rang (entre 26,51 et 37 %) et sont suivies des espèces communes avec des proportions comprises entre 16,4 et 24,10 %.

Les espèces constantes, c'est-à-dire présentes au moins dans la moitié des prélèvements, sont les moins nombreuses avec moins du 1/10 des espèces dans chaque point.

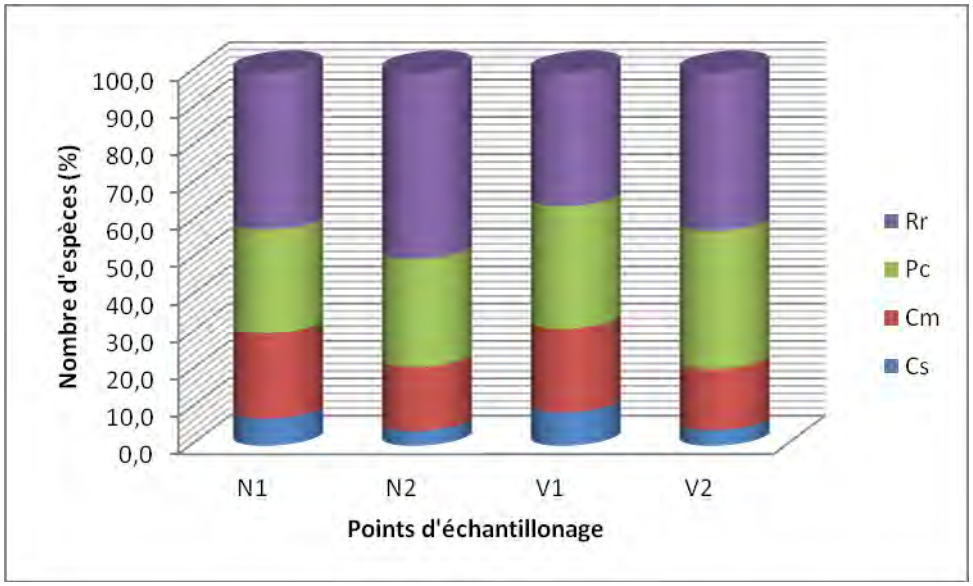


Figure 19 : Contribution (en %) des espèces constantes (Cs), communes (Cm), peu communes (Pc) et rares (Rr) par point d'échantillonnage à Ngor.

Au point N1, 6 espèces de diatomées sont présentes dans plus de la moitié des prélèvements ; ces espèces constantes sont les diatomées *Cyclotella stylorum, Delphineis surirella, Trachyneis aspera, Climacosphenia moniligera, Plagiotropis lepidoptera* et *Cylindrotheca closterium*. Comme au point N1, 6 espèces sont constantes au point V1 ; il s'agit de la cyanophycée *Rhabdoderma lineare,* de l'euglénophycée *Euglena spirogyra* et des diatomées *Cyclotella stylorum, Delphineis surirella var. australis, Delphineis surirella* et *Cylindrotheca closterium*

Les diatomées *Trachyneis aspera*, *Cocconeis scutellum et Licmophora flabellata* sont présentes dans plus de la moitié des prélèvements au point N2 alors qu'en V2 seules *Delphineis surirella* et *Trachyneis aspera* y sont constantes.

Les diatomées *Cyclotella stylorum* et *Delphineis surirella* sont présentes dans ¾ des prélèvements au point V1 et la diatomée *Climacosphenia moniligera* dans 3/4 des prélèvements au point V2 ; ces espèces ont les fréquences temporelles les plus élevées (75 %). La diatomée *Delphineis surirella* est présente dans plus de la moitié des prélèvements des points N1, V1 et V2 et *Trachyneis aspera* aux points N1, N2 et V2. Par contre, la cyanophycée *Rhabdoderma lineare* et l'euglénophycée *Euglena spirogyra* n'ont été constantes qu'au point V1.

Ainsi, il en ressort que dans chaque point d'échantillonnage, plus de 70% des espèces sont absentes dans ¾ des prélèvements (espèces rares et peu communes) et que seules les diatomées *Delphineis surirella* et *Trachyneis aspera* sont présentes dans plus de la moitié des prélèvements de trois points.

V.2.3. Dynamique spatiotemporelle des espèces à Joal-Fadiouth et Somone

L'observation microscopique des différents échantillons a permis de connaître la dynamique spatiotemporelle des différentes espèces à Joal-Fadiouth et Somone (Tableau 49, Fig 20).

Tableau 49 : Variation spatiotemporelle des espèces à Joal-Fadiouth (JF) et Somone (SOM)

Phylum	S1'		S2'		S3'	
	JF	SOM	JF	SOM	JF	SOM
Cyanophyta	8	3	4	1	4	1
Bacillariophyta	11	23	8	22	7	19
Chlorophyta	0	1	0	1	0	0
Dinophyta	1	0	1	0	0	0
TOTAL	**20**	**27**	**13**	**24**	**11**	**20**

Ces résultats montrent qu'à Joal-Fadiouth 20 espèces ont été récoltées au début de l'étude (fin mars 2013), 13 en fin avril et 11 en début juin tandis qu'à Somone, 27 espèces ont été inventoriées en fin mars, 24 en fin avril et 20 en début juin.

Au cours de cette étude, les *Bacillariophyta* sont plus nombreuses aussi bien à Joal-Fadiouth qu'à Somone et sont suivies des *Cyanophyta*. Les *Chlorophyta* et les *Dinophyta* sont faiblement représentées.

A Joal-Fadiouth, les *Bacillariophyta* sont au nombre de 11 (55 % des espèces) en fin mars, 8 (61,5%) en fin avril et 7 (63,6%) en début juin alors que 8 espèces de *Cyanophyta* ont été récoltées dans le premier prélèvement et 4 espèces dans chacun des deux derniers prélèvements. Une espèce de *Dinophyta* a été récoltée en fin mars et en fin avril.

A Somone, les *Bacillariophyta* sont constituées de 23 espèces (85,2%) au premier prélèvement, de 22 espèces (96,7%) au deuxième et de 19 espèces (95%) au troisième. Quant aux *Cyanophyta*, les espèces sont au nombre de 3 au début de l'étude mais une seule espèce a été rencontrée dans les derniers prélèvements. Une seule espèce de *Chlorophyta* est présente aux deux premiers prélèvements à Somone.

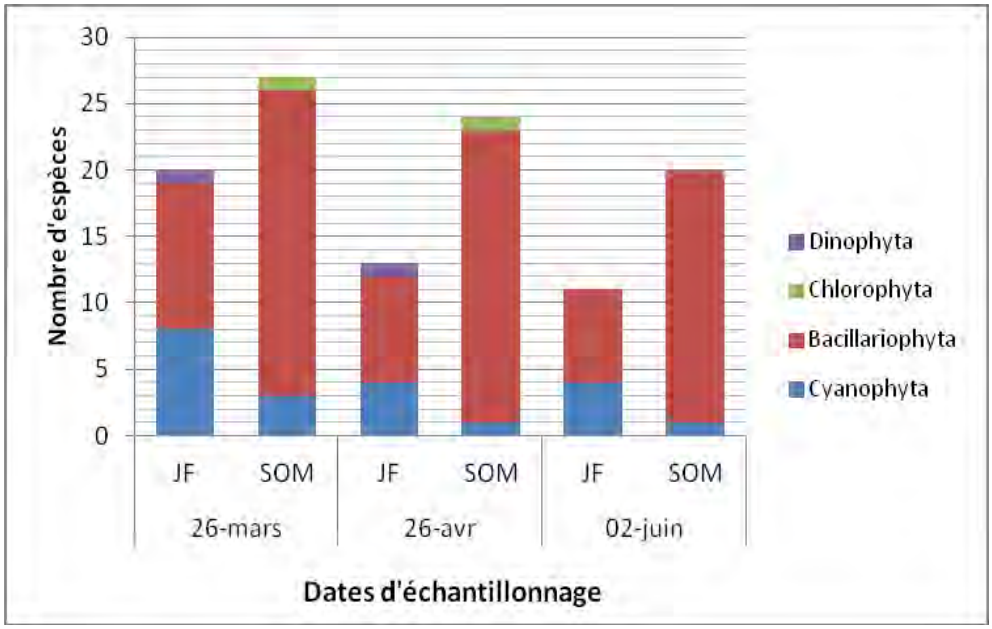


Figure 20 : Variation temporelle du nombre d'espèces à Joal-Fadiouth et Somone

Il en ressort qu'à chacune de ces sorties :

- ✓ le nombre d'espèces inventoriées en Somone est supérieur à celui de Joal-Fadiouth ;
- ✓ dans ces deux sites, les nombres d'espèces diminuent au cours de l'étude ;
- ✓ les *Bacillariophyta* sont plus nombreuses à chaque prélèvement et dans chaque site.

V.2.4. Détermination des fréquences temporelles à Joal-Fadiouth et Somone

- ✓ **A Somone**

Les espèces inventoriées à Somone ont été classées selon leur fréquence temporelle (Tab 50).

Deux classes ont été rencontrées : les espèces constantes qui constituent le 1/3 des espèces et les espèces peu communes constituées des 2/3. Parmi les espèces constantes, seules *Achnanthes subconstricta, Melosira crenulata, Paralia sulcata* et *Thalassiosira eccentrica* sont présentes pendant toute l'étude.

Tableau 50 : Classification des espèces rencontrées à Somone selon leur fréquence temporelle

Espèces	Fréquence temporelle (%)	Classes
Achnanthes subconstricta (Meister) Toyoda	100	Espèces constantes
Melosira crenulata (Ehr.) Kuetz	100	
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve	100	
Thalassiosira eccentrica (Ehrenberg) Cleve	100	
Trachyneis aspera Ehr.	66,7	
Euglena spirogyra	66,7	
Achnanthes brevipes var. intermedia Agardh	66,7	
Amphora costata Sm.	66,7	
Amphora turgida Gregory	66,7	

Cocconeis scutellum Ehr.	66,7	
Cylindrotheca closterium	66,7	
Diploneis bombus (Ehrenberg) Ehrenberg ex Cleve	66,7	
Grammatophora oceanica Ehrenberg 1841	66,7	
Leptolyngbya cf foveolarum	66,7	
Navicula pennata A. S.	66,7	
Navicula tripunctata (O.F. Müller) Bory (1822)	66,7	
Nitzschia sigma (Kützing) W. Smith(1853)	66,7	
Rhopalodia gibba var. ventricosa (Kütz.) H. & M. Perag	33,3	Espèces peu communes
Achnanthes longipes f. lata Agardh	33,3	
Amphora proteus Gregory	33,3	
Bacillaria paxillifera (O. F. Müller) Hendey	33,3	
Biddulphia tuomeyi (J.W. Bailey) Roper 1859	33,3	
Campylodiscus thurettii Brébisson	33,3	
Coscinodiscus oculus-iridis Ehrenberg	33,3	
Coscinodiscus oculus-iridis var. borealis	33,3	
Cyclotella stylorum Brightwell 1860	33,3	
Cylindrotheca gracilis (Breb.) Grunow	33,3	
Diploneis elliptica (Kuetz.) Cl.	33,3	
Diploneis gruendleri (A. Schmidt) Cleve	33,3	
Diploneis weissflogii (A. Schmidt) Cleve	33,3	
Fallacia forcipata (Greville) Stickle and Mann	33,3	
Grammatophora hamulifera Kützing	33,3	
Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing	33,3	
Gyrosigma attenuatum (Kuetz.) Cl.	33,3	
Gyrosigma balticum (Ehrenberg) Rabenhorst.	33,3	
Hantzschia amphioxis (Ehrenberg) Grunow	33,3	
Merismopedia sp	33,3	
Navicula cancellata Donkin 1873	33,3	
Nitzschia coarctata Grunow	33,3	
Nitzschia obtusa (W. Smith, 1853)	33,3	
Nitzschia spathulata Bréb.	33,3	
Odontella obtusa Kùtzing	33,3	
Opephora pinnata var. lanceolata Boyer 1916	33,3	
Opephora schwartzii (Grunow) Petit	33,3	
Oscillatoria sp 1	33,3	
Pleurosigma diverse-striatum Meister 1935	33,3	
Pseudanabaena sp	33,3	
Raphoneis amphiceros var. rhombica Grun	33,3	
Surirella fastuosa (Ehrenberg) (Kützing, 1844)	33,3	
Thalassionema bacillare (Heiden) Kolbe	33,3	

✓ **A Joal-Fadiouth**

Les résultats de la détermination des fréquences temporelles (Tab 51) ont montré qu'à Joal-Fadiouth, 1/3 des espèces sont constantes et parmi elles, seules la diatomée *Achnanthes brevipes var. intermedia* et la dinophycée *Protoperidinium sp* sont présentes pendant les trois mois de l'étude. Les espèces de cyanophycées *Calothrix sp*, *Chroococcus sp, Leptolyngbya cf. foveolarum* et *Oscillatoria sp 1* sont présentes chacun dans deux prélèvements.

Les autres espèces ne sont rencontrées qu'une seule fois sur trois, donc sont peu communes.

Tableau 51 : Classification des espèces rencontrées à Joal-Fadiouth selon leur fréquence temporelle

Espèces	Fréquence temporelle (en %)	Classes
Achnanthes brevipes var. intermedia Agardh	100	Espèces constantes
Protoperidinium sp	100	
Achnanthes longipes f. lata Agardh	66,7	
Calothrix sp	66,7	
Chroococcus sp	66,7	
Cocconeis scutellum Ehr.	66,7	
Leptolyngbya cf. foveolarum (Rabenhorst ex Gomont)	66,7	
Oscillatoria sp 1	66,7	
Petrodictyon gemma (Ehrenberg) D. G. Mann	66,7	
Achnanthes breviceps Ag.	33,3	Espèces peu communes
Achnanthes subconstricta (Meister) Toyoda	33,3	
Amphora turgida Gregory	33,3	
Aphanocapsa marina Hansgirg	33,3	
Chroococcus minutis (Kützing) Nägeli	33,3	
Diploneis gruendleri (A. Schmidt) Cleve	33,3	
Fallacia forcipata (Greville) Stickle and Mann	33,3	
Grammatophora marina (Lyngbye) Kützing	33,3	
Hantzschia amphioxis (Ehrenberg) Grunow	33,3	
Johannesbaptistia pellucida (Dickie) Taylor et Drouet	33,3	
Lyngbya semiplena J. Agardh ex Gomont	33,3	
Mastogloia exigua Lewis	33,3	
Melosira crenulata (Ehr.) Kuetz	33,3	
Merismopedia sp	33,3	
Myxosarcina sp	33,3	
Navicula pennata A. S.	33,3	
Nitzschia obtusa (W. Smith, 1853)	33,3	
Opephora schwartzii (Grunow) Petit	33,3	
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve	33,3	
Pleurosigma diverse-striatum Meister 1935	33,3	
Pseudanabaena catenata Lauterb	33,3	

Pseudanabaena sp 1	33,3	
Surirella fastuosa (Ehrenberg) (Kützing, 1844)	33,3	
Thalassionema bacillare (Heiden) Kolbe	33,3	
Trachyneis aspera Ehr.	33,3	

On peut conclure que dans chacun de ces deux sites, 1/3 des espèces sont constantes. La diatomée *Achnanthes brevipes var. intermedia* et la dinophycée *Protoperidinium sp* sont présentent pendant toute l'étude à Somone et alors qu'à Joal-Fadiouth seules *Achnanthes subconstricta, Melosira crenulata, Paralia sulcata* et *Thalassiosira eccentrica* sont présentes pendant toute l'étude. *Achnanthes brevipes var. intermedia* est également présente dans deux prélèvements à Joal-Fadiouth.

V.2. Discussion

V.2.1. Dynamique spatiale des différentes espèces inventoriées

L'analyse de la structure de la microflore des trois sites a permis de noter que parmi les 145 espèces inventoriées, 17 espèces dont 16 diatomées sont communes aux trois sites Ngor, Joal-Fadiouth et Somone et 38 à deux sites ; le nombre total d'espèces communes est important en raison de la forte salinité des eaux de ces trois sites et du caractère euryhalin de ces espèces dominées par les diatomées ; en plus, les eaux de ménage déversées à Ngor et à Joal-Fadiouth pourraient être à l'origine du nombre important d'espèces communes de cyanophycées (8 espèces) à ces deux sites.

La comparaison de nos résultats à ceux des travaux Compère (1991), de Berger *et al.* (2005), de Ba (2006) et de Gueye *et al.* (2013) réalisés dans des milieux d'eau douce au Sénégal a montré que :

- ✓ 10 des espèces de cyanophycées rencontrées ont été également inventoriées dans ces milieux d'eau douce ; il s'agit de *Rhabdoderma lineare*, de *Pseudanabaena catenata*, de *Chroococcus minor*, de *Chroococcus minutus*, de *Leptolyngbya cf foveolarum*, de *Oscillatoria acuta*, de *Oscillatoria articulata*, de *Oscillatoria chlorina*, de *Phormidium hamelli* et de *Spirulina subsalsa* ; ce nombre important de cyanophycées rencontrées en milieu marin et en milieu d'eau douce montre que ces espèces sont ubiquistes ;
- ✓ *Scenedesmus quadricauda,* une chlorophycée, a été également inventoriée par Dia & Reynaud (1982), Compère (1991), Ba (2006) et Gueye *et al.* (2013) ; les deux premières études ont été réalisées avant la mise en place du Barrage de Diama, période pendant laquelle le Lac de Guiers était soumis à une remontée de la langue salée rendant ainsi son eau saumâtre en période de crue alors que les deux dernières ont été faites dans des eaux douces ; ces résultats confirment les observations de Paulmier (1992) qui définit les espèces de la famille des Scénédesmacées comme des organismes d'eau douce qui, dans certains cas et pour quelques espèces, semblent bien résister en eaux saumâtres ; leur présence en milieu marin serait accidentelle ; *Scenedesmus quadricauda* n'a été récoltée que deux fois dans nos travaux ;

- ✓ trois espèces de diatomées ont été également inventoriées par Sow (2006) dans la mare de Thiaroye ; il s‟agit de *Triceratium reticulum*, de *Fallacia forcipata* et de *Mastogloia exigua* ; ces trois diatomées sont respectivement marine, marine à saumâtre et saumâtre ; selon Sow (2006), ces espèces marines sont très probablement allochtones et apportées par le vent et les oiseaux ;
- ✓ *Melosira granulata* (Syn. : *Aulacoseira granulata*) a été aussi rencontrée par Compère (1991), Ba (2006) et Sow (2006) dans des eaux douces ; définie comme une espèce cosmopolite d‟eau douce (Sow, 2006), cette espèce est très souvent rencontrée en milieu marin ou saumâtre ; sa présence dans ces milieux peut être due au fait qu‟elle soit tolérante à la salinité ; ainsi, son écologie devrait être redéfinie ;
- ✓ 15 espèces de diatomées ont été récoltées par Compère (1991) mais dans une localité située près de l‟embouchure du fleuve Sénégal ; toutes ces espèces sont marines ou marines à saumâtres ; leur présence est due à l‟influence océanique que subit cette localité.

Il ressort de ces résultats que :

- ✓ les espèces de cyanophytes sont ubiquistes ;
- ✓ certaines diatomées ont une écologie bien définie et peuvent être marines, marines à saumâtres, saumâtres ou d‟eau douce alors que d‟autres présentent une certaine plasticité écologiques et sont eurhynalines ;
- ✓ les espèces de la famille des Scénédesmacées sont en général d‟eau douce et leur présence en milieu marin est accidentelle.

V.2.2. Dynamique spatiotemporelle des espèces à Ngor

V.2.2.1. Dynamique spatiale

Les résultats des échantillonnages effectués à Ngor ont montré que :

- ✓ le point N1, avec 83 espèces, a une richesse spécifique légèrement supérieure à celles des autres points d‟échantillonnage ;
- ✓ les *Bacillariophyta* sont dominantes en terme spécifique au niveau de chaque point d‟échantillonnage et sont suivies des *Cyanophyta* ; les autres phylums y sont moins représentés ;
- ✓ 30 espèces sont communes aux quatre points d‟échantillonnge et 16 à trois points.

Le nombre important d‟espèces communes et la même structure taxonomique observée au niveau de ces quatre points montrent qu‟il n‟existe pas une grande variabilité. Les facteurs écologiques sont proches d‟un point à un autre.

V.2.2.2. Dynamique temporelle

- ➢ **Variation temporelle du nombre d’espèces total**

Les résultats de la dynamique temporelle à Ngor montrent que :

- ✓ les richesses spécifiques les plus élevées ont été enregistrées en fin mai (54 espèces) et en mi-octobre (52 espèces) ; la première période (fin mai) correspond au premier upwelling et la deuxième coincide au deuxième upwelling (Laloë & Samba, 1990) ; ces périodes d'upwelling sont caractérisées par un indice d'upwelling côtier (IUC) élevé (Oudot & Roy, 1991) lié à une remontée d'eaux froides très riches en éléments minéraux (nitrates, phosphates…) ; ces périodes sont donc favorables au développement des espèces de cyanophytes et microalgues ; ainsi, ces remontées d'eau froides pourraient être à l'origine de ces richesses spécifiques élevées ;

- ✓ la plus faible richesse spécifique (37 espèces) a été notée en début d'octobre, période à laquelle *Calothrix sp,* une cyanophycée hétérocystée, a été rencontrée ; les hétérocystes se formant en général lorsque le milieu est pauvre en azote, nos résultats confirment ainsi ceux de Dia (1983) qui affirmait que les eaux de surface sont pauvres en sels nutritifs entre septembre et octobre ;

- ✓ pendant toute l'étude, la structure taxonomique est caractérisée par une dominance des *Bacillariophyta* (au moins 50% des espèces) qui sont suivies des *Cyanophyta* ; cette constance de la dominance des diatomées montre que la salinité est restée très élevée pendant toute l'étude ;

- ✓ le nombre d'espèces de cyanophytes varie légèrement sauf au mois d'octobre où on a le plus faible nombre avec l'apparition de *Calothrix sp*, ce qui correspondrait à une baisse de la quantité d'azote.

- ➢ **Variation temporelle du nombre d'espèces par point d'échantillonnage**

Les résultats montrent que :

- en début d'étude (entre mai et juin), les richesses spécifiques des points d'échantillonnage N1, N2, et V2 suivent la même tendance régressive que la richesse spécifique totale de Ngor ;

- les richesses spécifiques des quatre points augmentent du début à la fin du mois d'octobre comme la richesse spécifique totale de Ngor ;

- les *Bacillariophyta* sont plus nombreuses dans chaque point (au moins 50 % des espèces) et leur variation suit celle du nombre total d'espèces ; elles sont suivies des *Cyanophyta* dont le nombre varie légèrement tout au long de l'étude sauf vers le début du mois d'octobre où est il faible ou nul.

Ainsi, malgré quelques différences, les variations dans le temps du nombre total d'espèces et du nombre d'espèces par phylum des points d'échantillonnage suivent à peu près celles du nombre total d'espèces et du nombre d'espèces par phylum de la microflore de Ngor.

Ces résultats montrent en définitive que ces points d'échantillonnage ne présentent pas beaucoup de caractéristiques qui leur sont spécifiques. Il n'existe pas de variations notables des paramètres physicochimiques entre les différents points d'échantillonnage à Ngor.

V.2.2.3. Détermination des fréquences temporelles des espèces

La détermination des fréquences temporelles des différentes espèces a montré qu'à Ngor :

- ✓ plus de la moitié des espèces (58,8 %) sont absentes dans les 3/4 des prélèvements (espèces rares et peu communes) et dans chaque point d'échantillonnage, ces espèces rares et communes constituent plus de 70% des espèces ; ces résultats montrent que la microflore de Ngor et celles des points d'échantillonnage sont constamment renouvelées en raison des courants marins et des régimes de marées ;

- ✓ Parmi les espèces de diatomées constantes, seules deux espèces *Cyclotella stylorum* et *Delphineis surirella* sont présentes tout au long de l'étude ; *Delphineis surirella* et *Trachyneis aspera* sont présentes dans plus de la moitié des prélèvements de trois points d'échantillonnage ;

- ✓ la constance de la diatomée biraphidée *Delphineis surirella* confirme l'observation de Lopes *et al.* (2010) qui l'a décrite comme une espèce marine présente toute l'année ; quant à *Cyclotella stylorum*, elle est une espèce cosmopolite fréquente dans les eaux chaudes et est capable de sécréter du mucilage lui permettant de bien se fixer aux supports ; la constance de *Trachyneis aspera* qui est également une biraphidée confirme les observations de Ojeda (2011) ; c'est une espèce cosmopolite marine relativement fréquente car pouvant être observée à différentes périodes de l'année ; ces différentes caractéristiques morphologiques et écologiques expliquent la constance de ces diatomées dans les eaux de Ngor.

V.2.3. Dynamique spatiotemporelle des espèces à Joal-Fadiouth et Somone

Le suivi des espèces à Joal-Fadiouth et Somone au cours de l'étude a montré que :

- ✓ à chaque prélèvement, le nombre d'espèces inventoriées à Somone est supérieur à celui de Joal-Fadiouth ; cela pourrait être lié à l'importance plus ou moins relative de la période d'exondation observée à Joal-Fadiouth et dont certaines espèces ne pouvaient pas résister ;
- ✓ dans ces deux sites, les nombres d'espèces diminuent au cours de l'étude ; les plus grandes richesses spécifiques ont été enregistrées au début de l'étude (en fin mars), période correspondant à un remontée d'eaux froides riches en nitrates vers Mbour et au niveau de Joal-Fadiouth (Dia, 1983) ; cela pourrait être donc à l'origine de cette plus grande richesse spécifique avec le plus grand nombre d'espèces de cyanophycées ;
- ✓ après cette remontée d'eaux froides, la quantité d'éléments minéraux diminue et pourrait entrainer la baisse de la richesse spécifique pendant les deux mois qui ont

suivi ; à Joal-Fadiouth, la présence pendant cette période de *Calothrix sp* pourrait confirmer la faiblesse de la quantité d‟azote comme l‟ont affirmé Schindler *et al.* (1977) ;

- ✓ la structure taxonomique est la même avec une dominance en espèces des Bacillariophyta ; cette constance montre que la salinité des eaux est restée élevée dans ces deux milieux caractérisés par une influence marine permanente.

V.2.4. Détermination de la fréquence temporelle des espèces à Joal-Fadiouth et Somone

Les résultats ont montré que :

- ✓ dans chaque site, seul le 1/3 des espèces est présent au moins dans deux prélèvements ; cela montre que la microflore de ces zones se renouvelle car ces dernières sont soumises au régime des marées ;
- ✓ à Joal-Fadiouth, seules *Achnanthes brevipes var. intermedia* et *Protoperidinium sp* sont présentes de mars à juin alors qu‟à Somone, on rencontre quatre espèces de diatomées *Achnanthes subconstricta, Melosira crenulata, Paralia sulcata* et *Thalassiosira eccentrica* durant ces mois ; la position du point de prélèvement dans une zone de balancement des marées à Joal-Fadiouth peut être à l‟origine du faible nombre d‟espèces constantes.

CONCLUSION

On peut conclure que parmi les 145 espèces répertoriées, 17 sont communes aux trois sites et 38 à deux sites.

Les échantillonnages effectués à Ngor ont montré que les *Bacillariophyta* sont plus dominantes en terme spécifique au niveau de chaque point d‟échantillonnage et sont suivies des *Cyanophyta* ; 30 espèces sont communes à ces quatre points d‟échantillonnge.

Les résultats de la dynamique temporelle à Ngor montrent que les richesses spécifiques les plus élevées ont été enregistrées en fin mai et vers mi- octobre, correspondant aux périodes d‟upwelling, les plus faibles en début d‟octobre 2011.

La structure taxonomique ne change pas fondamentalement et est caractérisée par une dominance des *Bacillariophyta* (au moins 50% des espèces) ; malgré quelques différences, les variations temporelles de nombre total d‟espèces et du nombre d‟espèces par phylum des points d‟échantillonnage suivent à peu près celles du nombre total d‟espèces et du nombre d‟espèces par phylum de la microflore de Ngor.

Les résultats de la détermination des fréquences temporelles ont montré que plus de la moitié des espèces sont des espèces rares et peu communes à Ngor et constituent plus de 70% dans chaque point d‟échantillonnage. *Cyclotella stylorum* et *Delphineis surirella* sont les seules présentes du mois de mai au mois de novembre et *Delphineis surirella* et *Trachyneis aspera* sont les deus espèces qui sont constantes dans trois des quatre points d‟échantillonnage.

Les résultats de l‟étude de la dynamique spatio-temporelle des espèces à Joal-Fadiouth et Somone ont montré que le nombre d‟espèces diminue progressivement de mars à juin avec une dominance des *Bacillariophyta*. Seul le 1/3 des espèces sont constantes, toutefois il existe plus d‟espèces constantes à Somone qu‟à Joal-Fadiouth. Ces observations sont liées à de la biologie particulière des espèces et des caractéristiques écologiques des zones.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Ce travail a été initié dans le but de contribuer à une meilleure connaissance des cyanophytes et microalgues marines de la Presqu'île du Cap Vert (Ngor) et de la Petite Côte (Joal-Fadiouth et Somone). Il a été mené, entre Juillet 2009 et Juin 2013, en procédant à une caractérisation, un inventaire et à une analyse de la dynamique spatiotemporelle des différents taxons de cyanophytes et de microalgues rencontrés.

L'étude morphologique a montré qu'en plus des microalgues, il existe des cyanophytes ; les microalgues sont représentées par des diatomées, des chlorophytes, des chromophytes et des dinophytes.

Sur les 145 taxons décrits, l'étude a permis d'identifier 122 jusqu'au niveau espèce et le reste jusqu'au niveau genre.

A partir de la description morphologique des taxons, des clés de détermination dichotomiques ont été élaborées pour chaque genre plurispécifique et pour chaque phylum sur la base de caractères morphologiques et de caractères de reproduction. Au total, une clé de détermination de l'ensemble des espèces de cyanophytes et de microalgues a été proposée. Cette clé devrait permettre de faciliter l'identification des cyanophytes et microalgues marines et constitue un préalable aux études d'inventaire et de dynamique.

L'inventaire systématique a montré que la microflore globale est riche de 145 espèces appartenant à 73 genres et réparties dans 57 familles. Du point de vue de la diversité, les *Bacillariophyta* sont dominantes avec 60 % des espèces et sont suivies des *Cyanophyta* avec 33,10 %. Les autres phylums sont moins représentés avec 3,45 % pour les *Chlorophyta*, 2,76 % pour les *Dinophyta* et 0,69 % de la RST pour les *Chromophyta*. Chez les *Cyanophyta*, la famille des *Oscillatoriaceae* et le genre *Oscillatoria* sont les plus dominants alors que chez les Bacillariophyta, la famille la plus représentée est celle des *Bacillariaceae* et le genre dominant est le genre *Nitzschia*.

Par rapport aux trois sites, Ngor, avec 136 espèces, a une richesse spécifique plus élevée que Joal-Fadiouth et Somone qui ont respectivement 34 et 50 espèces. Les *Bacillariophyta* constituent au moins 60 % des espèces dans ces trois sites et sont suivies des *Cyanophyta* qui représentent 33,1 % des espèces à Ngor, 35,3 % à Joal-Fadiouth et 8% à Somone.

En comparant nos résultats à ceux d'études antérieures, 48 espèces de cyanophytes et 54 espèces de microalgues sont nouvellement signalées dans les eaux marines du Sénégal.

Cette étude a aussi permis d'inventorier des espèces toxiques, une espèce provocatrice d'anoxie et des espèces vulnérantes dont les impacts sur les cheptels aquacoles et sur le fonctionnement des écosystèmes peuvent avoir des conséquences graves sur la santé publique et les activités économiques et touristiques développées en domaine côtier.

Les résultats de l'étude de la dynamique spatiale des 145 espèces inventoriées, ont montré que 17 sont communes à Ngor, Joal-Fadiouth et Somone et 38 à deux sites. À Ngor, les quatre points d'échantillonnage ont 30 espèces communes et sont caractérisés par une dominance des *Bacillariophyta* qui sont suivies des *Cyanophyta*. Ces résultats laissent penser qu'il existe une

certaine homogénéité à l‟intérieur de chaque zone et une relative hétérogénéité entre la Presqu‟île du Cap Vert et la Petite Côte.

Les résultats de la dynamique temporelle montrent que :

- dans la Presqu‟île du Cap Vert (Ngor) comme dans la Petite Côte (Joal-Fadiouth, Somone), la structure taxonomique ne change pas fondamentalement et reste caractérisée par l‟importance des Bacillariophyta
- dans la Presqu‟île du Cap Vert et notamment à Ngor, les richesses spécifiques les plus élevées ont été enregistrées pendant les périodes d‟upwelling, en fin mai et vers mi-octobre, les plus faibles en début d‟octobre 2011 ; malgré quelques différences, les variations du nombre total d‟espèces et du nombre d‟espèces par phylum des points d‟échantillonnage suivent à peu près celles du nombre total d‟espèces et du nombre d‟espèces par phylum de la microflore de Ngor ; en ce qui concerne les fréquences temporelles, dans la Presqu‟île du Cap Vert, plus de la moitié des espèces sont rares ou peu communes ; elles constituent plus de 70% des espèces dans chaque point d‟échantillonnage ; seules les diatomées *Cyclotella stylorum* et *Delphineis surirella* sont présentes tout au long de l‟étude ;
- dans la Petite Côte, à Joal-Fadiouth comme à la Somone, le nombre d‟espèces diminue de mars à juin ; les plus grands nombres d‟espèces ont été notés en fin mars, pendant la période d‟upwelling ; du point de vue de la fréquence temporelle, le 1/3 des espèces sont constantes ; les espèces présentes de mars à juin sont les diatomées *Achnanthes subconstricta, Melosira crenulata, Paralia sulcata* et *Thalassiosira eccentrica* à Somone et la diatomée *Achnanthes brevipes var. intermedia* et la dinophycée *Protoperidinium sp* à Joal-Fadiouth.

A la suite de ce travail, quelques perspectives peuvent se dégager :

- ✓ identifier les espèces non encore identifiées ;
- ✓ poursuivre l‟étude descriptive des espèces pour établir une check-list et réaliser une flore des cyanophytes et microalgues du Sénégal.;
- ✓ compléter l‟inventaire des espèces de cyanophytes et microalgues dans la Presqu‟île du Cap Vert et la Petite Côte ;
- ✓ compléter l‟inventaire et le suivi des espèces nocives dans les zones de production d‟huîtres pour pouvoir mettre en place un calendrier de récolte sans risque ;
- ✓ étendre l‟étude à d‟autres zones comme la Grande Côte au Nord, le Delta du Saloum et la Casamance au Sud du Sénégal ainsi que les aires marines protégées ;
- ✓ ressortir les relations entre diversité, variations spatiotemporelles et paramètres physicochimiques et hydrobiologiques ;
- ✓ suivre l‟évolution du phytoplancton dans les différentes zones de pêche pour y voir l‟impact des changements climatiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Al-Kandari M., Al-Yamani F. Y., Al-Rifaie K., 2009. Marine Phytoplankton Atlas of Kuwait‟s Waters. *Lucky Printing Press, Kuwait*. 350.

Alvarez S. B, Bazan GI, Wenzel MT., 2000. Hormogonales (Cyanophyta) from El Guanaco pond (La Pampa, Argentina). *Darwiniana*. **38** (3-4) : 279-284.

Al-Yamani F. Y. & Saburova M.A., 2011. Illustrated guide on the benthic diatoms of Kuwait‟s Marine Environment. *Kuwait Institute for Scientific Research*. 352p.

Amossé A. 1970. Diatomées marines et saumâtres du Sénégal et de la Côte d‟Ivoire. *Bulletin IFAN*, sér. A, **32** (2) : 289-311.

Anagnostidis K., 2001. Nomenclatural changes in cyanoprokaryotic order *Oscillatoriales*. *Preslia*, Praha, 73 : 359-375.

Anagostidis K. & Komarek J., 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 3: Oscillatoriales. *Algo*. *Studies*. 50/53: 327-472.

Anagostidis K. & Komarek J., 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 5: Stigonematales. *Algo*. *Studies,* 59 : 1-73.

Ba A.T. & Noba K., 2001. Flore et Biodiversité végétale au Sénégal. *Sécheresse*, 12 (3) : 149-155.

Ba N., Noba K, Dieye M., Kane A., Mbaye M.S, Sarr R.S, Kane M., Hane P.D., BA A.T. 2006. Etude systématique des Cyanophycées de quelques rizières de la moyenne vallée et du delta du fleuve Sénégal. *Webbia*, 61(2) : 261-269.

Beltrones D.A. S. & Fuerte F.O. L., 2006. Epiphytic diatoms associated with red mangrove (*Rhizophora mangle*) prop roots in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 54 (2): 287-297.

Bellemans M., Sagna A., Fischer W. & Scialabba N., 1988. Guide des ressources halieutiques du Sénégal et de la Gambie (espèces marines et d'eaux saumâtres). Fiches Fao d'identification des espèces pour les besoins de la pêche, FAO, Rome, 256 p.

Belot J. & Niamadio J., 1988. L‟aquaculture au Sénégal. *Tropicultura*. 6 (4) : 144-149.

Benabdellouahad S., 2006. Structure, dynamique et typologies physico-chimiques et phytoplanctoniques de l‟estuaire du Bou Regreg (côte atlantique marocaine). Thèse de Doctorat. Option Hydrobiologie et biodiversité aquatique. Université Mohammed V (Maroc). 293.

Bengtsson J., 1998. Which species? What kind of diversity? Which ecosystem function? Some problems in studies of relations between biodiversity and ecosystem function. *Applied Soil Ecology*, 10 (3): 191-199.

Berard-Therriault L, Poulin M. & Bosse L., 1999. Guide d'Identification du Phytoplancton Marin de l'Estuaire et du Golfe du Saint- Laurent : incluant également certains Protozoaires. *NRC Research Press : Ottawa*. 387p.

Berger C., 2005. Cyanobactéries du Bas Delta du fleuve Sénégal : diversité, toxicité, toxines et risques associés. Doctorat, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 211.

Berger C, Couté A, Ba N, Gugger M., 2005. Cyanobacterial taxa of the Senegal River hydrosystem (northern Senegal, West Africa). *Algol. Stud.*, **117**: 147-176.

Bodian M. Y., 2000. Systématique et biologie des algues macrophytes collectées pendant la période hivernale dans la zone incluant Dakar et la Petite Côte (Août et décembre 1998). Mémoire de D.E.A, Faculté des Sciences et Techniques, UCAD, Dakar, 177 p.

Bourrelly P., 1966. Les algues d"eau douce : les algues vertes, éd. N.Boubée. **1** : 572.

Bourrelly P., 1968. Les algues d"eau douce : les algues jaunes et brunes, *Ed. N.Boubée*. **2** : 517.

Bourrelly P., 1975. Quelques algues d"eau douce de Guinée. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, sér. 3* (276) : 1-72.

Bourrelly P., 1981. Les algues d"eau douce. Initiation à la systématique. Tome II : les algues jaunes et brunes. *Ed. N. Boubée*, Paris. 517.

Bourrelly P., 1985. Les algues d"eau douce. Initiation à la systématique. III. Les algues bleues et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptogmonadines. *2ème éd. Soc Nouv Ed Boubée*, Paris, France. 606.

Boyer C. S., 1916. The Diatomaceæ of Philadelphia and Vicinity, Philadelphia, *Press of J.B. Lippincott Co*.

Branco L. H. Z, Moura A.N., Silva A.C. & Bittencourt-Oliveira M.C., 2003. Biodiversidade e considerações biogeográficas da cyanobacteria de uma área de Manguezal do estado de Pernambuco, Brasil. *Acta bot. bras.* **17** (4) : 585-596.

Briand E., 2008. Contribution à la compréhension du déterminisme de la mise en place des proliférations de cyanobactéries et de leur production de toxines. Thèse de Doctorat. Option : Ecologie microbienne. MNHN, Paris. 270.

Bruslé J.,1995. The impact of harmful algal blooms on finfish. Mortality, pathology and toxicology. *Repères Océan* n°10. Ed. IFREMER. 75.

Carter J.R. & Denny P., 1982. Freshwater algae of Sierra Leone. IV. Bacillariophyceae: Part (i) Diatoms from the River Jong (Taia) at Njala. *Beih. Nova Hedwigia.* 73: 281-331.

Carter J.R. & Denny P., 1987. Freshwater algae of Sierra Leone. IV. Bacillariophyceae: Part (ii) Diatoms from the coastal region of the southern province. *Nova Hedwigia.* 44: 229-275.

Carter J.R. & Denny P., 1992. Freshwater algae of Sierra Leone. IV. Bacillariophyceae: Part (iii) Diatoms from the Lake Sonfon region and from Lake Popei. *Nova Hedwigia* 54: 159-211.

Cibic T. & Chiara F., 2010. Microphytobenthos. *Biol. Mar. Mediterr*. 17 (1): 754-800

Compère P. & Riaux-Gobin C., 2009. Diatomées de quelques biotopes marins, saumâtres et dulçaquicoles de Guinée (Afrique occidentale). *Syst. Geogr. Pl.* 79 : 33-66.

Compère P., 1974. Algues de la région du lac Tchad. II. Cyanophycées. *Cah. ORSTOM., sér. Hydrobiol*. **8** (3/4) :165-198.

Compère P., 1975. Algues de la région du lac Tchad. IV. Diatomophycées. *Cah. ORSTOM. sér. Hydrobiol.* **9** (4) : 203-290.

Courel M. F., 1974. Etude géomorphologique des systèmes dunaires du Cap-Vert. Mémoire de Maîtrise.

Couté A., 1979. Cyanophycées planctoniques du Bassin de la Seine. *Bull. Mus. Hist. Nat., Paris* **4** (1) : 267-283.

Cremer H., Sangiorgi F., Wagner-Cremer F., Mc Gee V., Lotter A. F. & Visscher H., 2007. Diatoms (Bacillariophyceae) and Dinoflagellate Cysts (Dinophyceae) from Rookery Bay, Florida, U.S.A. *Caribbean Journal of Science.* 43 (1): 23-58.

Crispino L. M. B. & Sant'Anna C. L., 2006. Cianobactérias marinhas bentônicas de ilhas costeiras do Estado de São Paulo. *Brasil Revista Brasil. Bot.* **29** (4) : 639-656.

CRODT, 2006. Caractérisation de l'état de référence de l'Aire Marine Protégée (AMP) de Joal-Fadiouth. 30p.

CRODT., 2005. Etude de base de la pêche pour une gestion intégrée des ressources marines et côtières : Diagnostic du secteur de la pêche sénégalaise. Rapport d'étude pour le Programme de Gestion Intégrée des Ressources Marines et Côtières (GIRMaC). 177 p.

Cupp E. E., 1943. Marine plankton diatoms of the West Coast of North America. *Cambridge University Press*. London, England. 5 (1) : 148.

Chadefaud M. & Emberger L., 1960 . Traité de Botanique systématique. Tome I : Les végétaux non vasculaires. Cryptogamie. *Masson et C^{ie} Editeurs*. 1018.

Chorus I. & Bartram J., 1999. Toxic cyanobacteria in water: a guide to public health significance, monitoring and management. Spon, London, 416.

D'Hollander E. & Caljon A., 1978. Diatomées de l'Adrar mauritanien. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 111 : 36-48.

D'hont D. & Coppejans E., 1988. Cyanophycées des côtes du nord de la France et de la Belgique. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg*. **121 :** 35-54.

Da Rodda C. & Parodi E. R., 2005. Cyanophyceae epipèlicas de la Marisma « El Cangrejal » en el estuario de Bahìa Blanca (Buenos Aires, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* **40** (3-4) : 157 – 168.

De Reviers B., 2003. Biologie et phylogénie des algues. *Belin*, Paris. Collection Sup Sciences **2 :** 255.

DEEC (Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés), 2010. Quatrième rapport national sur la mise en œuvre de la convention sur la diversité biologique. Dakar (Sénégal). 131.

Desikachary, T. V., 1959. Cyanophyta. Indian Counc. *Agric. Res, New Delhi*. 686.

Dia A., 1983. Biomasse et biologie du phytoplancton le long de la Petite Côte Sénégalaise : relations avec l'hydrologie. Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye. *Archive Scientifique du Crodt*., 126 : 77.

Diédhiou I., 2010. Contribution à la connaissance de la biodiversité des algues macrophytes marines du Sénégal, cas des îles de Dakar : Gorée, Madeleines, Ngor et Yoff Tonghor. Mémoire de Master. Université Cheikh Anta Diop, Dakar. 34p.

Diaw, A.T., 1984. Morphométrie du littoral sénégalais *et* gambien. *Notes Africaines,* Dakar, **183 : 58-63.**

Dione, D., 1986. Problèmes de développement des activités du secteur primaire dans la banlieue de Dakar. Thèse 3ème cycle, Université de Limoges. 328 p.

Diop A., 1993. Les rapports entre tourisme et espace littoral : exemple de la Petite Côte (Sénégal). In : Diaw, A.T. *et al.* (eds). "« Gestion des ressources côtières et littorales du Sénégal" », IUCN, Gland. 423-436.

Diop M. & Konate M., 2005. L'approche écosystémique et la gestion par bassin versant : le cas de la Somone. *Diiso*. 12-14.

Diouf P.S., Bousso T., Diadhiou H.D., Kebe M., 1993. La pêche dans les estuaires du Sénégal. *In:* Diaw, A.T. *et al.* (eds) "« Gestion des ressources côtières et littorales du Sénégal" ». UICN, Gland : 311-322.

Domain F., 1980. Contribution à la connaissance de l'écologie des poissons démersaux du plateau continental sénégalo-mauritanien : les ressources démersales dans le contexte général du golfe de Guinée. Thèse de doctorat ès. Sciences Naturelles de l'Université Pierre et Marie Curie. Paris VI.1 : 421 p.

Drouet F. & Daily W. A., 1956. Revision of the coccoide Myxophyceae. *Butler University Botanical Studies*. 12: 218.

Drouet F., 1968. Revision of the classification of the Oscillatoriaceae. *Acad.Nat. Sci. Philadelphia*. 370.

Drouet F., 1978. Revision of the Nostocaceae with constricted trichomes. *Beihefte zur Nova Hedwigia.* 57 (5): 258.

Drouet F., 1981. Summary of the classification of blue-green algae. *Beihefte zur Nova Hedwigia*. 66 : 209.

FAO, 2015. Vue générale du secteur aquacole national du Sénégal. 8.

Fastner J., Erhard M., Carmichael W.W, Sun F., Rinehart K.L & Chorus L., 1999. "Characterization and diversity of microcystins in natural blooms and strains of the genera *Microcystis* and *Planktothrix* from German freshwaters", *Archiv fur Hydrobiologie*. 145: 147-163.

Faye G., 2010. Les impacts des activités économiques sur la dynamique du littoral de la Petite côte, de la baie de Hann à Joal au Sénégal. *RGLL*. **8** : 119-130.

Fensome R.A., MacRae R.A. & Williams G.L., 1996. Dinoflagellate Evolution and Diversity Through Time. *Research*. 45-50.

Fernandes G. F. & Souza-Mosimann R. M. D., 1994. Diatomáceas no sedimento do manguezal de Itacorubi Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Insula Florianópolis.* 23 : 149-215.

Fernandes L. F., Brandin F. P., Gutseit K.S., Fonseca A. L. & PeIlizar F.M., 1999. Benthic diatoms growing on glass slides in the Paranaguá Bay, Southern Brazil: taxonomic structure and seasonal variation. *Insula Florianópolis.* 28 : 53-100.

Foged N., 1966. Freshwater diatoms from Ghana. *Biol. Skr. K. Danske Vidensk. Selsk.* 15: 1-169.

Foged N., 1986. Diatoms in Gambia. *Bibl. Diatomol.* 12: 1-153.

Frémy J.M. & Lassus P., 2001. Toxines d'algues dans l'alimentation. *Editions Quae*. 553.

Frémy P., 1945. Etude d‟une petite collection d‟algues d‟eau douce de la Guinée française. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris.* (2) **17**: 70-76, 162-165.

Gailhard I., 2003. Analyse de la variabilité spatio-temporelle des populations microalgales côtières observées par le "Réseau de surveillance du phytoplancton et des phycotoxines" (REPHY). Thèse de Doctorat. Spécialité : Sciences de l‟Environnement Marin. Université de la Méditerranée, Aix-Marseille ll. 293.

Gama L. R. M., Masoni M. S., Almeida D. S. I. C., Oliveira Caridade E., Ferreira-Correia M. M. &Terceiro A. M., 2011. Microfitoplâncton das Baías do Golfão Maranhense e litoral oriental do Estado do Maranhão. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia.* 24 (1) : 13-26.

Gayral P., 1975. Les algues : Morphologie, Cytologie, Reproduction, Ecologie. *DOIN Editeur, Paris*. 166.

Geitler L., 1932. Cyanophyceae. *In*: Kolkwitz, R. (ed.). Rabenhorst.s Kryptogamen Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. *Akad. Verlag*., Leipzig 14: 1-1196.

Germain H., 1981. Flore des Diatomées. Eaux douces et saumâtres. *Eds. Boubée et Cie*, Paris, 443.

Gueye M, Ba N, Noba K, Mbaye MS., Hane PD., Bassene C, Kane M, Kane A. 2013. Cyanophytes et microalgues (Diatomées exclues) du Parc National des Oiseaux du Djoudj (Sénégal). *Scripta Botanica Belgica*, **50** : 272–286.

Hallegraeff G. M. & Reid D. D., 1986. Phytoplankton species successions and their hydrological environment at a coastal station off Sydney. *Aust. J. Mar. Freshwat. Res.*, 37 (3): 361-377.

Hasle G. R., Syvertsen E. E., Steidinger K. A., Tangen K., Tomas C. R.. 1996. Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. *Edited by C.R. Tomas. London : Academic Press.*. 588p.

Hoffmann L., Komárek J. & Kaštovský J., 2005. System of Cyanoprokaryotes (Cyanobacteria) - state in 2004. *Arch. Hydrobiol./Algolgological Studies.* **117** : 95-115.

Hussain F, Masud Shah SM, Fazli-e-Hadi, Zaman A et Wazir SM. 2009. Some blue green algae from rice fields of Asota Sharif District Swabi, Pakistan. *Pak. J. Pl. Sci*. **15** (1): 45-57.

Iltis A., 1980. Les Algues. *Paris ORSTOM*. **1** (2) : 9-61.

John D. M., Whitton B.A. & Brook A. J., 2002. The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae; *Cambridge University Press*. 1: 702.

Kadiri M.O., 2003. Diatoms from Nigeria. *Algol. Stud.* 110: 17-26.

Komárek J & Komárková J. 2004. Taxonomic review of the cyanoprokaryotic genera *Planktothrix* and *Planktothricoides. Czech Phycology, Olomouc*. **4** : 18.

Komárek J. & Hauer T., 2011. CyanoDB.cz - On-line database of cyanobacterial genera. - Word-wide electronic publication, Univ. of South Bohemia & Inst. of Botany AS CR, http://www.cyanodb.cz. Consulté le 21 janvier 2013.

Komarek J., Komarkova J. & Kling H., 2003. Filamentous cyanobacteria. 117-196.

Komarek, J. & Anagnostidis, K., 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes 2-Nostocales. *Algological Studies.* **56**: 247-345.

Komarek, J. & Anagnostidis, K., 1998. Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. *In* G., Gärtner, H., Heynig and D. Mollenhauer (ed.), Süßwasserflora von Milleleuropa, 19/1. *Fisher, Stuttgart-Jena*, Germany. 548.

Komarek, J. & Anagnostidis, K., 2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. *In* G., Gärtner, H., Heynig and D. Mollenhauer (ed.), Süßwasserflora von Milleleuropa, *19/2. Fisher, Stuttgart-Jena, Germany*. 759.

Komárek, J. 1992. Diversita a moderní klasifikace sinic (Cyanoprocaryota) [Diversity and modern classification of Cyanobacteria (Cyanoprokaryota)]. Inaugural dissertation, not published.

Konan E. S., DA K. P. & AKA N. M., 2012. Etude systématique des *Conjugatophyceae*, *Chlorophyceae* et *Euglenophyceae* d'une lagune tropicale : la lagune de Fresco (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*. 49 : 3406– 3414.

Laloë F. & Samba A., 1990. La pêche artisanale au Sénégal : Ressource et stratégie de pêche. Thèse de doctorat, Editions de l'ORSTOM, Collection Etudes et Thèses, Paris. 395.

Latour, D., Giraudet, H. & Berthon, J.L., 2004. Frequency of dividing cells and viability of *Microcystis aeruginosa* in sediment of a eutrophic reservoir. *Aquatic Microbial Ecology.* **3 :**117-122.

Lavoie I., Hamilton P. B., Campeau S., Grenier M. & Dillon P. J., 2008. Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada. *Presses de l'université du Québec*. 241.

Lee S. D., Park J. S. & Lee J. H.. 2013. Taxonomic study of the genus *Achnanthes* (Bacillariophyta) in Korean coastal waters. *J. Ecol. Environ*. 36(4) : 391-406.

Leuduger-Fortmorel G., 1898. Diatomées marines de la Côte Occidentale d‟Afrique. *Mémoires de la Société d'Emulation des Côtes-du-Nord.* Imprimerie Francisque Guyon St., Brieuc.

Levi Y., Harvey M. & Cervantès P., 2006. Rapport sur l‟évaluation des risques liés à la présence de cyanobactéries et de leurs toxines dans les eaux destinées à l‟alimentation, à la baignade et autres activités récréatives. 194.

López F. F. O., Siqueiros B. D. A. Navarro J. N., 2010. Benthic diatoms associated with mangrove environments in the Northwest Region of México. *Cicimar-Oceánides.* 206.

Magurran A.E., 1988. Ecological diversity and its measurement. *Princeton Univ. Press,* Princeton. 179.

Martin S. S., Martin J. P. S., Ferrandini J., Ferrandini M., 2007. La microflore des diatomées au passage mio-pliocène en Corse. *Geobios*. 40 : 375–390.

Masse J. P., 1968. Contribution à l'étude des sédiments actuels du plateau continental de la région de Dakar. Labo Géol, Fac. Sciences – Dakar. 23 : 81.

Matula J., Pietryka M., Richter D. & Wojtuń B., 2007. Cyanoprokaryota and algae of Arctic terrestrial ecosystem in the Hornsund area, Spitsbergen. *Pol. Polar Res.* **28** (4) : 283–315.

MEDD, 2014. Cinquième rapport national sur la mise en œuvre de la convention internationale sur la diversite biologique. Sénégal.105.

MEPN, 2010. Rapport national sur l‟état de l‟environnement marin et côtier. Sénégal. 70.

Meunier A., 1915. Microplankton de la Mer Flamande. 2eme partie. Les diatomacées (suite) (Le genre Chartoceros excepté).

Mirande V. & Tracanna B. C., 2004. Fitoplancton del río Gastona (Tucumán, Argentina): Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta y Rhodophyta. IHERINGIA, *Sér. Bot., Porto Alegre.* (59) 1: 35-58.

Mittelstaedt E., 1983. The upwelling area off Northwest Africa-A description of phenomena related to coastal upwelling. *Prog.Oceanogr.,* Oxford, 12: 307-331.

Mix A. C., Ruddiman W. F. & Mc Intyre A., 1986. Late Quaternary paleoceanography of the tropical Atlantic1: spatial variability of annual mean sea surface temperatures, 0-20,000 years B.P. *Paleoceanography,* Washington, 1 (l) : 43-66.

Mölder K., 1962. Diatomeen aus den Gebirgen Sula und Kangari in Sierra Leone, Westafrika. *Bull. Comm. Geol. Finlande.* **198** : 1-48.

Naz S, Masud-ul-hasan & Shameel M., 2004. Taxonomic study of Chroocophyceae (Cyanophyta) from Northern areas of Pakistan. *Pak. J. Bot*., 36 (2) : 247-281.

Ndour N., Diédhiou C.M & Fall M., 2009. Elaboration d'une technique de plantation d'*Avicennia africana* à la lagune de la Somone au Sénégal. 78-84 *In* : L'importance des forêts de mangrove pour la pêche, la faune sauvage et les ressources en eau en Afrique. *Nature & Faune* **(**24) 1 : 143.

Noffke N., Gerdes G. & Klenke T., 2003. Benthic cyanobacteria and their influence on the sedimentary dynamics of peritidal depositional systems (siliciclastic, evaporitic salty, and evaporitic carbonatic). *Earth-Science Reviews.* 62: 163-176.

Ojeda A. 2011. Diatomeas de las aguas costeras de las Islas Canarias. *Inf. Téc. Inst. Canario Cienc. Mar.* (14) : 219.

OMS, 1995. Recommandations pour la surveillance sanitaire des zones cotières à usage récréatif et des zones conchylicoles. Bureau régional de l'Europe. EUR/ICP/CEH, 041 (2) : 50.

Ouattara A., Podoor N., Teugels G.G. & Gourène G., 2000. Les micro-algues de deux cours d'eau (Bia et Agnebi) de Côte d'Ivoire. *Syst. Geogr. Plants.* 70 : 315-372.

Ouellet M., 2012. Ecotoxicologie des toxines des cyanobactéries. Essai en vue de l'obtention du grade de maître en environnement. Université de Sherbrooke, Québec, Canada. 67.

Ozenda P., 1990. Les organismes végétaux: végétaux inférieurs. 1, *Ed. Masson.* Paris, 219.

Pagès, J., Leung Tack, D., 1984. L'estuaire de la Somone : physico-chimie des eaux. Rapport "Etude des mangroves et estuaires du Sénégal Saloun et Somone ». UNESCO-EPEEC. 88 : 71-89.

Park J., Khim J.S., Ohtsuka T., Araki H., Witkowski A., & Koh C.H. 2012. Diatom assemblages on Nanaura mudflat, Ariake Sea, Japan: with reference to the biogeography of marine benthic diatoms in Northeast Asia. *Botanical Studies* (2012) 53 : 105-124.

Park J., Khim J.S., Ohtsuka T., Araki H., Witkowski A., & Koh C.H. 2012. Diatom assemblages on Nanaura mudflat, Ariake Sea, Japan: with reference to the biogeography of marine benthic diatoms in Northeast Asia. *Botanical Studies* (2012) 53 : 105-124.

Paulmier G., 1992. Catalogue illustré des microphytes planctoniques et benthiques des côtes normandes. Rapport IFREMER. 147p.

Paulmier G., 1993. Microplancton des eaux marines et saumâtres de la Guyane et des Antilles françaises. ORSTOM, Paris. 437p.

Paulmier G., 1997. Atlas des diatomophycées des côtes françaises et des aires océaniques adjacentes. Rapport IFREMER. 439p.

Peragallo MM. H. & Peragallo M. 1908**.** Diatomées marines de France et des districts maritimes voisins. *Grez-sur-Loing (S & M) Tempère Ed*. 540 p.

Rebert J.P. & Domain F., 1977. Hydrologie océanique. *In* : Atlas National du Sénégal. *Institut Géographique National*, Paris : 36 -37.

Rebert J.P., 1983. Hydrologie et dynamisme des eaux du plateau continental sénégalais. *Cent. Rech. Oceanogr.* Dakar-Thiaroye. 89 : 99p.

Riffaut A., 1980. Les environnements sédimentaires actuels et quaternaires du plateau continental sénégalais (Sud de la presqu‟ile du Cap Vert). Thèse 3e Cycle, Université de Bordeaux 1. 145p.

Round F. E., Crawford R. & Mann D. G., 1990. The Diatoms. Morphology and biology of the genera. *Cambridge University Press*. Cambridge. 747.

Roy C., 1992. Réponse des stocks de poissons pélagiques à la dynamique des upwellings en Afrique de l‟Ouest : analyse et modélisation. ORSTOM Paris, *Coll.Etudes et Thèses*. 146.

Rumeau A. & Coste M., 1988. Initiation à la systématique des diatomées d‟eau douce. Pour l‟utilisation pratique d‟un indice diatomique générique. *Bulletin Français de Pêche et de Pisciculture,* **309** : 1-69.

Sakho I, 2011. Evolution et fonctionnement hydro-sédimentaire de la lagune de la Somone, Petite Côte, Sénégal. Thèse de Doctorat, Université de Rouen (France) / Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal). 252.

Sar E. A. 2003. *Cocconeis* Ehrenberg and *Psammococconeis* Garcia (bacillariophyta) from the Gulf of San Matías, Patagonia, Argentina. *Diatom Research* (2003).18 (1) : 79–106.

Sene-Diouf B,. 1993. L‟aménagement des zones touristiques de la Petite Côte et de la Basse Casamance : impacts spatiaux et socio-économiques d‟une occupation littorale linéaire. *In* : Diaw, A.T. et *al.* (eds), "« La gestion des ressources côtières et littorales du Sénégal" ». UICN, Gland, 395-411.

Siqueiros-Beltrones D. A. & Hernández U. A.. 2012. Diversidad de diatomeas en la dieta in situ de Chiton virgulatus (Mollusca: Polyplacophora) de Baja California Sur, México. *Hidrobiológica*. 22 (3) : 267-281.

Siqueiros-Beltrones, D.A., Valenzuela-Romero G., Hernández Almeida O., Argumedo-Hernández U. & López Fuerte F.O. 2004. Catálogo iconográfico de diatomeas de hábitats rocosos y su incidencia en la dieta de abulones (*Haliotis spp*.) jóvenes de Baja California Sur, México. *CICIMAR Oceánides.* 19 (2) : 29-103.

Sivonen K. & Jones G., 1999. Cyanobacterial toxins *In:*Toxic cyanobacteria in water, I. Chorus et J. Bartram. FN Spon.41-111

Smayda T.J., 1997. Harmful algal blooms: Their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. *Limnol. Oceanogr.*, 42: 1137-1153.

Sournia A. 1968. Diatomées planctoniques du Canal de Mozambique et de l‟Ile Maurice. Mémoire O.R.S.T.O.M. 31 : 139.

Sournia A., 1995. Red tide and toxic marine phytoplankton of the world ocean: An inquiry into biodiversity. *In*: Lassus P, Arzul G, Erard-Le Denn E, Gentien P, Marcaillou-Le Baut C (eds) Harmful Marine Algal Blooms - Proliférations d'algues nuisibles. Paris France Lavoisier: 103-112.

Sournia, A., Belin, C., Berland, B., Erard - Le Denn, E., Gentien, P., Grzebyk, D., Marcaillou-Le-Baut, C., Lassus, P. and Partensky, F., 1991. *Noxious phytoplankton species on the coasts of France: From biology to prevention.* IFREMER.

Sow E.H. & Diène M., 2002. Résultats préliminaires sur les diatomées de la Casamance (Sénégal) : mise en évidence de deux périodes pluviales le long du sondage de Sédhiou. *Diatom Res.* 17 : 219-234.

Sow E.H., 2004. Les diatomées subfossiles de la mare de Thiaroye (Dakar, Sénégal). Inventaire floristique et paléoenvironnement. *Vie et Milieu.* 54 :171-180.

Sow E.H., Compère P. & Sarr R., 2006a. Diatomées fossiles du lac Retba (Sénégal, Afrique de l‟Ouest). Aperçu paléoécologique. *Algol. Stud.* 120 : 63-80.

Sow E.H., Fofana C.A.K., Sarr R. & Sarr B., 2006b. Les diatomées fossiles du lac Mbawane (Sénégal): inventaire floristique et paléoenvironnement. *Symbioses, n. sér.,* 14 : 27-34.

Sow E.H., Sarr R. & Diop-Ngom F., 2005. Les diatomées du Quaternaire récent de Diana Malari (Casamance, Sénégal) : implications paléoclimatiques. *Sécheresse.* 16 : 137-142.

Stal L. J., 2000. Cyanobacterial mats and stomatolites *In*: Whitton B.A. & Potts M. (eds.), The Ecology of Cyanobacteria, , *Kluwer Academic Publishers*, Netherland. 61-120.

Stanchowitsch M., Fanuko N. & Richter M., 1990. Mucus aggregates in the Adriatic Sea: an overviwe of stages and occurrences. *Mar. Ecol.* 11: 327-350.

Starmach K., 1966. Cyanophyta-sinice, Glaucophyta-Glaukofity. Flora stodkowodna Polski. Tom- 2. Polska Academia Nauk, Warszawa. 806.

Starmach K., 1995. Freshwater algae of the Thala Hills oasis (Enderby Land, East Antarctic). *Polish Polar Research***. 16** (3/4): 113-148.

Steidinger, K.A. & Tangen, K., 1997. Dinoflagellates. *In* Tomas, C.R., (Ed), Identifying Marine Phytoplankton. London, *Academic Press*. 386-585.

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, available online at http://pubs.usgs.gov/of/2012/1163/.

Teisson C., 1983. Le phénomène d‟upwelling le long des côtes du Sénégal. Caractéristiques et modélisation. Archive n° 123, ORSTOM, Dakar, 74 p.

Tell G., 1994. Planktonic Cyanophyceae from northeastern Argentina. *Rev. Hydrobiol. trop*. **27** (4): 347-360.

Thébaud O., Véron G. & Fifas S., 2005. Incidences des épisodes d‟efflorescences de microalgues toxiques sur les écosystèmes et sur les pêcheries de coquillages en baie de Douarnenez. *IFREMER*. 88.

Thiao D., 2009. Un système d‟indicateurs de durabilité des pêcheries côtières comme outil de gestion intégrée des ressources halieutiques sénégalaises. Thèse de Doctorat, Sciences Economiques, Spécialité Développement Soutenable Intégré. France. 298 p.

Throndsen J., 1997. The Planktonic Marine Flagellalates. *In* Tomas C.R. (Ed.), Identifying Marine Phytoplankton. London, *Academic Press*. 591-729.

Tomas C.R., 1997. Identifying Marine Phytoplankton. London, *Academic Press*. 858p

Touré D., 1983.Contribution à l'étude de l'"upwel1ing" de la baie de Gorée *(Dakar*- Sénégal) et de ses conséquences sur le développement de la biomasse phytoplanctonique. *Doc Sci., CRODT/ISRA*, Dakar. **93 :** 186.

Turmine V., 2000. La dynamique du littoral entre Mbour et Joal (Petite Côte-Sénégal). Mémoire de Maîtrise. Université Denis Dinerot, Paris. 249 p.

Velásquez V., Alfonso L., 2010. Manual del fitoplancton hallado en la Ciénaga Grande del Santa Marta y cuerpos de agua aledaños. *Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano*. 384p.

Wood E. J. F., 1961. Studies on Australian and New Zealand Diatoms V. The Rawson Collection of Recent Diatoms. *Transactions of the Roy*a*l Society of New Zeland*. 22 (4): 699-712.

Wooster W. S., Bakun A., Mc Lain D. R., 1976. The seasonal upwelling cycle along the eastern boundary of the North Atlantic. *J.MarRes.,* New Haven, 34 (2). 131-141.

Zingone A & Enevoldsen H.O., 2000. The diversity of harmful algal blooms: a challenge for science and management. *Ocean & Coastal Management*, 43: 725-748.

Zongo F. & Guinko S., 1999a. Quelques algues du réservoir hydroélectrique et hydroagricole de Bagré (Province du Boulgou/Burkina Faso). *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.,* 67: 231-257.

Zongo F. & Guinko S., 1999b. Flore algale du Burkina Faso (Afrique de l‟Ouest). *Revue Sciences et Techniques, Sciences naturelles*, 23(2) : 147-171.

Zongo F., Zongo B., Boussim J. I. & Couté A., 2008. Nouveaux taxa de micro-algues dulçaquicoles pour le Burkina Faso (Afrique de l‟Ouest) : I- Chlorophyta. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* **2** (4) : 508-528.

ANNEXE : Article sur les Cyanophyceae marines de l'île de Ngor (Sénégal)

Available online at http://ajol.info/index.php/ijbcs

Int. J. Biol. Chem. Sci. 8(1): 144-156, February 2014

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

International Journal of Biological and Chemical Sciences

Original Paper

http://indexmedicus.afro.who.int

Les Cyanophyceae marines de l'île de Ngor (Sénégal)

Madiop GUEYE*, Ngansoumana BA, Moussa Yagame BODIAN, Mame Samba MBAYE, César BASSENE, Maïmouna KANE, Kandioura NOBA et Ablaye NGOM

Laboratoire de Botanique et Biodiversité, Département de Biologie Végétale, Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta DIOP, BP 5005, Dakar-Fann, Sénégal.

**Auteur correspondant, E-mail : madiopguey@yahoo.fr ; Tel : (221) 77 612 19 14*

RÉSUMÉ

La présente étude a été initiée dans le but de déterminer la composition taxonomique et la structure des peuplements de Cyanophyceae au niveau de l'ile de Ngor. Durant les travaux, une description basée sur des caractères morphologiques du thalle (cellule, colonie ou filament) des taxa a été effectuée. Aussi une classification et un inventaire systématique de ces taxa ont été réalisés. Six prélèvements ont été effectués entre juillet 2009 et août 2010 dans les eaux marines de l'île de Ngor située à 800 m de la côte dakaroise (Sénégal). L'observation des différents échantillons prélevés a permis de répertorier au niveau de cet écosystème 38 taxa de Cyanophyceae dont 28 identifiées jusqu'au niveau spécifique, réparties en 18 genres et 11 familles. Sur ces 11 familles, seules trois d'entre elles regroupent plus de la moitié des taxa présents. Ce sont les Oscillatoriaceae avec 31,56%, les Phormidiaceae et les Pseudanabaenaceae avec chacune 15,79%. Les Merismopediaceae représentent 10,53% des taxa, les Chroococcaceae 7,89%, et les Synechococcaceae 5,26%. Les familles des Borziaceae, des Xenococcaceae, des Hyellaceae, des Microcystaceae et des Rivulariaceae ne représentent chacune que 2,63%. Pour ce qui est des genres, *Oscillatoria* Vaucher est le plus représenté avec 7 taxa, suivi des genres *Lyngbya* C. Agardh et *Phormidium* Kütz. Ex Gom. avec chacun 4 taxa. Sur les 28 taxa identifiés jusqu'au niveau espèce, 17 ont été décrits pour la 1ere fois au Sénégal.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots-clés : Cyanophyceae, composition taxonomique, structure, île de Ngor, Sénégal.

INTRODUCTION

Pour suivre les recommandations de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement (CNUED), tenue à Rio en juin 1992 et dont l'un des objectifs était la conservation de la diversité biologique, le Sénégal, à l'instar de plusieurs pays africains, s'est investi dans la réalisation d'une monographie.

Les résultats obtenus ont montré que dans les écosystèmes terrestres, le Sénégal présente une diversité spécifique importante avec une flore phanérogamique constituée par environ 2500 espèces (Ba et Noba, 2001). Cependant, il existe plusieurs groupes végétaux (aquatiques et terrestres) présents au Sénégal qui n'ont pas été étudiés (bryophytes) ou qui ont fait l'objet de rares études (Cyanophyta et algues).

Pour ce qui est des macroalgues, les quelques études systématiques menées ont été réalisées en milieu marin par Dangeard

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i1.14

(1952), Bodard et Mollion (1974), Harper et Garbary (1997), Bodian (2000) et Diedhiou (2010).

Quant aux Cyanophyta et microalgues, les études réalisées ont porté essentiellement sur les milieux d'eau douce. Ce sont les travaux de Guermeur (1954), de De Poucques (1956), de Dia et Reynaud (1982), de Compère (1991), de Cogels et Gac (1995), de Carlbro (1999), de Berger et al. (2005), de Ba et al. (2006) et de Gueye et al. (2013).

Au Sénégal, malgré l'importance du réseau hydrographique et de la diversité des écosystèmes marins rencontrés au niveau des côtes (700 km), des estuaires, les Cyanophyta et microalgues y sont très peu étudiés. Excepté les travaux de Leuduger-Formorel (1898) et d'Amossé (1970) sur les diatomées et ceux de Dia (1983) sur la biologie et biomasse du phytoplancton, ces microorganismes n'ont pas fait l'objet d'une autre étude au Sénégal.

Il apparaît alors nécessaire de renforcer les connaissances sur ces microorganismes végétaux qui suscitent une attention particulière à travers le monde du fait non seulement de leurs rôles dans les écosystèmes marins (producteurs primaires) mais de leur exploitation dans les domaines de production énergétique (bioproduction d'hydrogène, biocarburant) et de la nuisance de certaines espèces qui secrètent des toxines (Dinophyceae et de Cyanophyceae).

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude dont l'objectif principal est de déterminer la composition taxonomique et la structure des peuplements de Cyanophyceae au niveau de l'île de Ngor.

MATERIEL ET METHODES

Présentation de l'île de Ngor

C'est une petite île qui se trouve à 800 m de la côte dakaroise à 14°45'30''N et 17°30'56''W (Figure 1). Elle est située à l'Ouest du village de Ngor au milieu d'une baie protégée. L'île est constituée par les coulées d'hawaïte à texture doléritique du volcanisme basaltique quaternaire des Mamelles.

Elle appartient à la zone micro climatique de la grande côte sénégalaise qui, au sein du domaine intertropical présente des particularités qui la différencient de l'intérieur du pays. Cette zone est soumise aux effets de masses d'airs (alizé, mousson, harmattan) déterminées par les champs de pressions (les anticyclones des Açores, de Sainte-Hélène et de Libye et de la dépression saharienne).

Elle bénéficie, du fait de sa situation côtière, de températures idéales (25 °C) pendant presque toute l'année avec des pointes de 18 °C mini en février et de 32 °C maxi en Octobre.

Prélèvement des échantillons

Les échantillons de Cyanophyta ont été prélevés sur la plage de l'île de Ngor et de celle de Ngor-village au niveau des sites NG1 (14°45'03.9''N ; 017°30'54.0''W), NG2 (14°45'18.4''N ; 017°30'45.1''W) et NG3 (14°45'12.1''N ; 017°30'45.4''W). Les échantillonnages ont été faits entre juillet 2009 et août 2010 avec 6 sorties effectuées à intervalle irrégulier (18 juillet 2009, 9 janvier 2010, 14 mars 2010, 5 mai 2010, 9 juin 2010, 9 juillet 2010, 28 août 2010).

Les récoltes ont été réalisées à l'aide d'un filet à plancton de 10 µm de maille à la surface des plans d'eau par trainée horizontale pour les espèces planctoniques et par grattage de la surface de tout support immergé présent au niveau de la station pour les espèces fixées. Une partie de l'échantillon prélevé a été recueillie dans des flacons de 60 ml puis immédiatement fixés avec du formol à 4%.

Description et identification des specimens

Description des spécimens

Après le dépôt au fond du flacon des individus, une goutte d'eau est prélevée puis

observée au microscope (Motic Digital Microscope) à l'objectif d'immersion (X100). Des dessins ont été réalisés ainsi que des mesures de dimensions grâce à un oculaire (X10) micrométrique étalonné par une lame micrométrique.

Identification des spécimens

A partir des dessins faits à main levée, de la description basée sur les caractères morphologiques et des mesures de dimensions, une identification des taxa a été faite en comparant nos données à certains travaux comme ceux de Naskar et al. (2008), Crispino et Sant'Anna (2006), Nogueira et al. (2001), Da Rodda et Parodi (2005), Berard-Therriault et al. (1999), Silva et al. (1996), Abbott et al. (1992), D'hont et Coppejan (1988) et Park et Dixon (1964).

Figure 1 : Localisation de l'île de Ngor.

RESULTATS

L'observation des différents échantillons a permis d'identifier au niveau de l'île de Ngor 38 taxa de Cyanophyceae répartis en 18 genres et 11 familles suivant la classification de Komárek et Hauer (2011) basée sur des caractères morphologiques.

En termes de nombre de taxa, la famille des Oscillatoriaceae est la plus importante avec 31,56% ; elle est suivie de celles des Phormidiaceae et des Pseudanabaenaceae avec chacune 15,79% des taxa recensées. Les familles des des Merismopediaceae forment 10,53% de l'ensemble des taxa. Le genre *Oscillatoria* Vaucher est le plus représenté avec 7 taxa dont 6 identifiés jusqu'au niveau spécifique, suivi des genres *Lyngbya* C. Agardh et *Phormidium* Kütz. Ex Gom avec chacun 4 taxa.

Famille des Chroococcaceae

Genre *Chroococcus* Nägeli

Chroococcus minor (Kützing) Nägeli (Figure 2)

Syn. Protococcus minor Kützing

L'espèce est formée de 3 à 4 petites cellules hémisphériques à subsphériques avec de très fines granulations. Leur diamètre est de 4-4,5 µm. Le diamètre de la gelée est de 9 µm. La description correspond à celle donnée par John et al. (2002) et D'hont et Coppejans (1988).

Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli (Figure 3)

Quatre cellules subsphériques regroupées par deux et pourvues de granulations forment l'espèce ; elles ont une couleur vert-jaune, tendant vers le beige. Leur diamètre est de 8 µm et leur longueur varie entre 9 et 10 µm. Ces cellules observées présentent le même diamètre que celles décrites par John et al. (2002).

Chroococcus varius A. Braun (Figure 4)

Cellules de couleur verte regroupées par 4 en une petite colonie et pourvues d'une sorte de membrane individuelle lamellaire. Le diamètre des cellules sphériques est de 3µm, celui de la colonie est de 9-10µm. Ces caractères sont également notés par Naz et al. (2004) et John et al. (2002).

Famille des Xenococcaceae

Genre *Myxosarcina* Printz

Myxosarcina sp (Figure 5)

Thalle de couleur bleu noirâtre, formé de plusieurs cellules pas totalement sphériques (parfois polygonales) parfois regroupées par 4 (en division) ou plus en sorte de glomérules. Le diamètre du thalle est environ égal à 27 µm, celui des cellules varie entre 2 et 3 µm.

Famille des Hyellaceae

Genre *Pleurocapsa* Thuret

Pleurocapsa sp (Figure 6)

Espèce de couleur verte formée de plusieurs cellules sphériques, parfois polygonales regroupées en un amas irrégulier. Leur diamètre varie entre 3 et 7 µm.

Famille des Merismopediaceae

Genre *Aphanocapsa* Nägeli

Aphanocapsa littoralis Hansgirg (Figure 7)

Le thalle est formé de 7 à 8 cellules sphériques groupées en colonie, de manière compacte ; les cellules présentent des granulations. Leur diamètre est de 6-7 µm. La description correspond à celle donnée par D'hont et Coppejans (1988).

Aphanocapsa marina Hansgirg (Figure 8)

Syn. : *Microcystis marina* (Hansgirg) Kosinnskaja

Petite colonie amorphe formée de cellules sphériques d'environ 0,5 µm de diamètre et entourée d'un fin mucilage. Les cellules sont pourvues de granulations et densément groupées. Les cellules ont le même diamètre que celles de l'espèce décrite par John et al. (2002).

Genre *Merismopedia* Meyen

Merismopedia minima G. Beck (Figure 9)

L'espèce se présente sous forme de petite colonie plate tabulaire, avec 4 cellules subsphériques. Leur diamètre est d'environ 1 µm et est légèrement inférieur au diamètre des cellules de l'espèce décrite par Naz et al. (2004).

Merismopedia mediterranea Nägeli (Figure 10)

Syn. : *Merismopedia glauca f. mediterranea* (Nägeli) Collins

Les cellules sont sphériques à elliptiques formant une colonie plate,

tabulaire. Elles sont disposées très régulièrement en rangées verticales et horizontales. Leur diamètre est de 5-6 µm. *Merismopedia mediterranea* présente les mêmes caractéristiques que les types décrits par Crispino et Sant'Anna (2006) et D'hont et Coppejans (1988).

Famille des Synechococcaceae

Genre *Rhabdoderma* Schmidle et Lauterborn

Rhabdoderma lineare Schmidle et Lauterborn (Figure 11)

Syn. : *Gloeothece linearis* Nägeli

Les cellules regroupées en colonie sont cylindriques à bords arrondies, parfois légèrement courbées. Elles sont légèrement colorées avec des granulations noires à grises. Leur longueur est de 11-12 µm, leur diamètre de 3 à 4 µm. Notre échantillon a le même ordre de grandeur que celui de Sant'Anna et al. (2004) et John et al. (2002).

Genre Johannesbaptistia De Toni fil.

Johannesbaptistia pellucida (Dickie) Taylor et Drouet (Figure 12)

Syn. : *Hormospora pellucida* Dickie

Thalle linéaire cylindrique entouré d'un mucilage hyalin et formé de cellules rectangulaires à discoïdes. Les cellules, parfois finement granulées, sont arrangées sur une seule série. Leur diamètre est de 7 à 8 µm, leur longueur ne dépasse pas 4 µm. Le diamètre de la gaine mucilagineuse est de 3 à 4 µm. L'espèce présente les mêmes caractères que celle décrite par Da Rodda et Parodi (2005).

Famille des Microcystaceae

Genre *Microcystis* Lemmermann

Microcystis sp (Figure 13)

Colonie de très grande taille, formée de cellules sphériques pourvues de granulations ; les cellules ne sont pas densément regroupées. Leur diamètre varie entre 2 et 3,5 µm.

Famille des Borziaceae

Genre *Komvophoron* Anagnostidis & Komarek

Komvophoron sp (Figure 36)

Le trichome est droit, de couleur verte et à cellules cylindriques (ou en tonnelet) apparemment non jointives. Les cellules sont légèrement rétrécies vers leur milieu. Leur diamètre est de 1,5 µm, leur longueur de 2 µm.

Famille des Oscillatoriaceae

Genre *Lyngbya* C. Agardh

Lyngbya confervoides C. Agardh (Figure 16)

De couleur verte, l'espèce présente des granulations et une gaine; le trichome n'est pas rétréci aux cloisons ; ces cloisons apparaissent parfois comme des arcs. Les cellules sont rectangulaires avec un diamètre 11 µm et une longueur d'environ 2 µm. Le diamètre du filament est de 13 µm. Les caractères observés chez cette espèce ont été également décrits par Crispino et Sant'Anna (2006), Da Rodda et Parodi (2005) et D'hont et Coppejans (1988).

Lyngbya semiplena J. Agardh ex Gomont (Figure 17)

Le filament présente une gaine ferme accolée au trichome. Ce dernier est formé de cellules rectangulaires avec beaucoup de granulations noirâtres. Les granulations sont plus nombreuses au niveau des cloisons. Le trichome est très légèrement constricté aux cloisons. Le diamètre des cellules est de 9 µm, leur longueur de 2-3 µm. La description de l'espèce correspond à celle de Crispino et Sant'Anna (2006) et de Branco et al. (2003).

Lyngbya sp 1 (Figure 18)

L'espèce présente un filament droit avec un trichome constricté au niveau des cloisons. Le filament, à gaine ferme ou collée au trichome, a un diamètre de 5 µm. Les cellules sont rectangulaires avec environ 1,5 µm de long.

Lyngbya sp 2 (Figure 19)

L'espèce présente un trichome droit entouré d'une gaine de 1 µm de diamètre. Le trichome, de couleur vert-jaune, est dépourvu de granules au niveau des cloisons. Les cellules sont rectangulaires avec 3-4 µm de diamètre et 1 µm de longueur.

Genre *Oscillatoria* Vaucher

Oscillatoria acuta Bruhl et Biswas ex Geitler (Figure 20)

Le trichome est de couleur verte et est caractérisé par un apex effilé (cellule apicale conique) et incurvé. Les cellules granulées

sont carrées à légèrement cylindriques avec 4-5 µm de diamètre et 4-5 µm de longueur. La description est identique à celle d'Alvarez et al. (2000) et Compère (1974). Cependant les cellules sont carrées chez Compère (1974) mais moins longues que larges chez Alvarez et al. (2000).

Oscillatoria articulata Gardner (Figure 21)

Syn. : *Phormidium articulatum* (Gard.) Anag. & Kom.

Le trichome est droit, avec des constrictions très légères aux articulations ; les cellules sont plus ou moins carrées. Leur diamètre est de 3 µm alors que leur longueur varie entre 2 et 2,5 µm ; notre échantillon a le même ordre de grandeur que celui de Karol (1995) et Compère (1974).

Oscillatoria chlorina Kützing ex Gomont (Figure 22)

Trichome droit de couleur verte à « bleu-verdâtre » avec des granulations ; les cloisons sont nettes et les constrictions ne sont pas très accentuées. Les cellules sont carrées à cylindriques ; le diamètre est de 5µm et leur longueur de 5-6 µm. Nos échantillons sont identiques à ceux de Naz et al. (2004), de Couté (1979) et de Compère (1974).

Oscillatoria limosa C. Agardh ex Gomont (Figure 23)

Le trichome ne présente pas de rétrécissement au niveau des articulations. Il est de couleur brunâtre ; la cellule apicale est hémisphérique et les autres cellules rectangulaires ; elles sont toutes granulées. Leur diamètre est de 17 µm avec des longueurs de 2-3 µm. Ces caractères morphologiques ont été retrouvés dans la description des espèces rencontrées par Da Rodda et Parodi (2005) et D'hont et Coppejans (1988).

Oscillatoria subbrevis Schmidle (Figure 24)

Le trichome est droit de couleur vert-noirâtre avec beaucoup de granulations ; les cellules sont rectangulaires avec des cloisons nettes. Leur diamètre est de 5 µm et leur longueur de 3 µm. Nos échantillons ont le même diamètre que ceux de John et al. (2002) mais les cellules de ces derniers ont une longueur de 1-2 µm.

Oscillatoria nigroviridis Thwaites ex Gomont. (Figure 25)

Le trichome est de couleur verte avec de nombreuses granulations ; les cellules sont rectangulaires mais la cellule apicale est hémisphérique. On note une constriction au niveau des cloisons. Le diamètre des cellules est de 5-6 µm, avec une longueur de 1,5-2,5 µm. Ces caractères ont été décrits par Da Rodda et Parodi (2005) et D'hont et Coppejans (1988).

Oscillatoria sp (Figure 26)

Le trichome de l'espèce est droit et très légèrement constricté aux cloisons ; les cellules sont plus ou moins rectangulaires. Leur diamètre est de 3 µm et leur longueur de 2 µm.

Genre *Blennothrix* Kützing ex Anagnostidis & Komárek

Blennothrix lyngbyacea (Gomont) Anagn. & Komàrek (Figure 27)

Syn. : *Hydrocoleum lyngbyaceum* Kütz. ex Gomont

L'espèce est formée d'un trichome non constricté de couleur verte, entourée d'une gaine et s'atténuant vers l'apex. Il a un diamètre de 13-14 µm ; les cellules granulées sont rectangulaires avec une longueur de 1,5-2 µm. La cellule apicale est couverte d'un calyptre lentiliforme aplati (diamètre=6µm). La gaine est jaune-clair et est épaisse de 5 à 7 µm. L'espèce a les mêmes ordres de grandeur et les mêmes caractères morphologiques que celle de Crispino et Sant'Anna (2006).

Famille des Phormidiaceae

Genre *Phormidium* Kütz. Ex Gom.

Phormidium autumnale (Agardh) Trevisan ex Gomont 1892 (Figure 28)

Le trichome, de couleur verte, est légèrement incurvé ; il n'est pas rétréci au niveau des cloisons et présente des granulations. Chaque cellule est divisée par une cloison incomplète. Les cellules sont rectangulaires, de diamètre 5 µm et de longueur égale à 3 µm. Les caractères observés ont été décrits par Matula et al. (2007).

Phormidium corium (Agardh) Gomont (Figure 29)

Syn. : *Lyngbya corium* (Gom.)

Syn. : *Oscillatoria corium* Agardh

L'espèce présente un trichome de couleur bleu-vert ou vert sombre, non rétréci et entouré d'une sorte de gaine. Les cellules sont carrées à cylindriques et présentent ici des granulations. Elles ont 5 µm de diamètre et 5 à 7 µm de long. Notre échantillon présente des caractères communs avec ceux de Crispino et Sant'Anna (2006), de Da Rodda et Parodi (2005) et de Mirande et Tracanna (2004).

Phormidium hamellii (Frémy) Anag. & Kom. (Figure 30)

Syn. : *Oscillatoria hamellii* Frémy

Le trichome est droit, court, de couleur verte et pourvu de granulations. Il est très légèrement rétréci au niveau des articulations. Les cellules ou articles sont cylindriques avec 5 µm de diamètre. Leur longueur est de 6-7 µm. Cette espèce présente des caractères communs avec celles décrites par Tell (1994). Couté (1979) et Compère (1974) l'ont dénommée *Oscillatoria hamellii* Frémy.

Phormidium retzii Ag. (Figure 31)

Syn. : *Oscillatoria retzii* Agardh

L'espèce présente un trichome droit pourvu de granulations et de pseudovacuoles. Le trichome est légèrement rétréci aux articulations et présente un apex arrondi. Les cellules sont plus ou moins carrées. Leur diamètre est de 5-6 µm, leur longueur de 4 à 5 µm. L'espèce est identique à celles décrites par Hussain et al. (2009) et Da Rodda et Parodi (2005).

Genre *Planktothrix* Anagnostidis et Komárek

Planktothrix isothrix Komárek et Komárková (Skuja) comb. Nova (Figure 32)

Syn. : *Planktothrix mougeotii* (Bory ex Gom.) Anagn. & Kom.

Syn. : *Oscillatoria mougeotii* Kützing ex Lemmermann

Syn. : *Oscillatoria agardhii var. isothrix* Skuja

Espèce à trichome droit, sans constriction et à apex non atténué. Les cellules sont rectangulaires et pourvues de très nombreuses vacuoles à gaz. Le diamètre du trichome est de 9 µm, la longueur des cellules de 5-6 µm. Ces caractères morphologiques ont été retrouvés chez l'espèce décrite par Komárek et Komárková (2004).

La description est également identique à celle de Compère (1974) et à celle de John et al. (2002) qui l'ont nommé respectivement *Oscillatoria mougeotii* et *Oscillatoria agardhii var. isothrix*.

Planktothrix raciborskii (Wołosz.) Anagn. & Kom. (Figure 33)

Syn. : *Planktothricoides raciborskii* (Wołosz.) Suda & Watanabe

Syn. : *Oscillatoria raciborskii* Wołosz

Le trichome, de couleur verte, n'est pas rétréci au niveau des cloisons et présente des aérotopes ou pseudovacuoles. Les cellules sont rectangulaires, de diamètre 4-4,5 µm et de longueur égale à 2-3 µm. Les cellules terminales, coniques, ont 3 µm de diamètre et 4-5 µm de longueur. La description est identique à celle de Komárek et Komárková (2004).

Famille des Pseudanabaenaceae

Genre *Leptolyngbya* Anagnostidis et Komárek

Leptolyngbya cf. foveolarum Anagn. et Kom. (Figure 34)

Syn. : *Lyngbya foveolarum* (Gom.) Hansg.

Syn. : *Phormidium foveolarum* Gomont

Le filament est de 1,5-2 µm de diamètre. Le trichome, de couleur verte, est à peine rétréci aux articulations. Les cellules sont d'environ 1 µm de long. Notre échantillon a le même ordre de grandeur que celui de Matula et al. (2007).

Genre *Pseudanabaena* Lauterborn

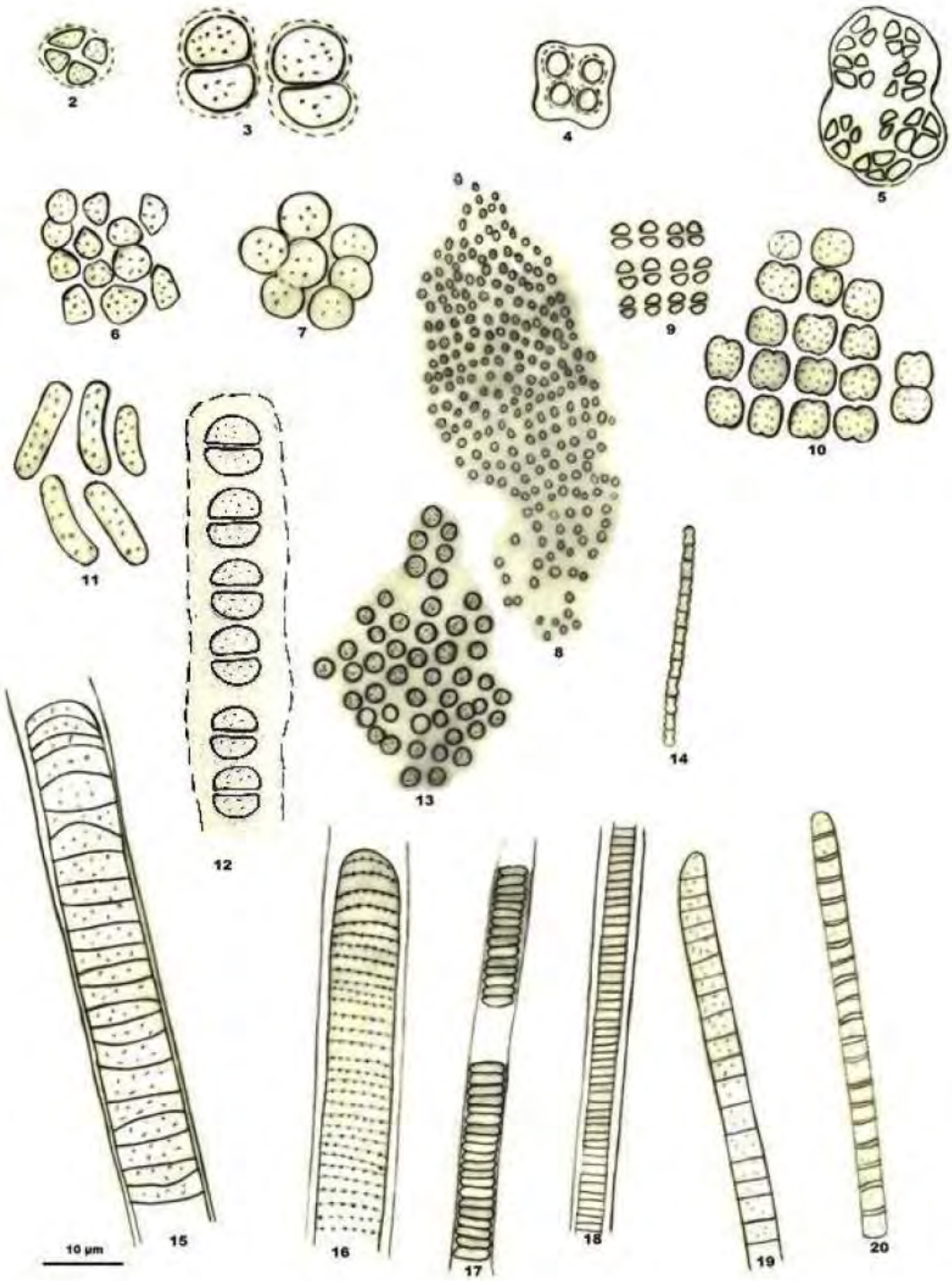
Pseudanabaena catenata Lauterb. (Figure 35)

Le trichome est formé de cellules en tonnelet apparemment non jointives ; les cellules ont 1,5 µm de diamètre et 3-3,5 µm de longueur.

Pseudanabaena sp

L'espèce présente un trichome droit de couleur verdâtre et formé de cellules cylindriques ; la cellule terminale est arrondie. Les rebords du trichome sont plus verts que le centre qui est parfois clair ; Le diamètre des cellules est de 2 µm, leur longueur de 3-3,5 µm.

Pseudanabaena sp1 (Figure 15).


2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
10 µm
15
16
17
18
19
20

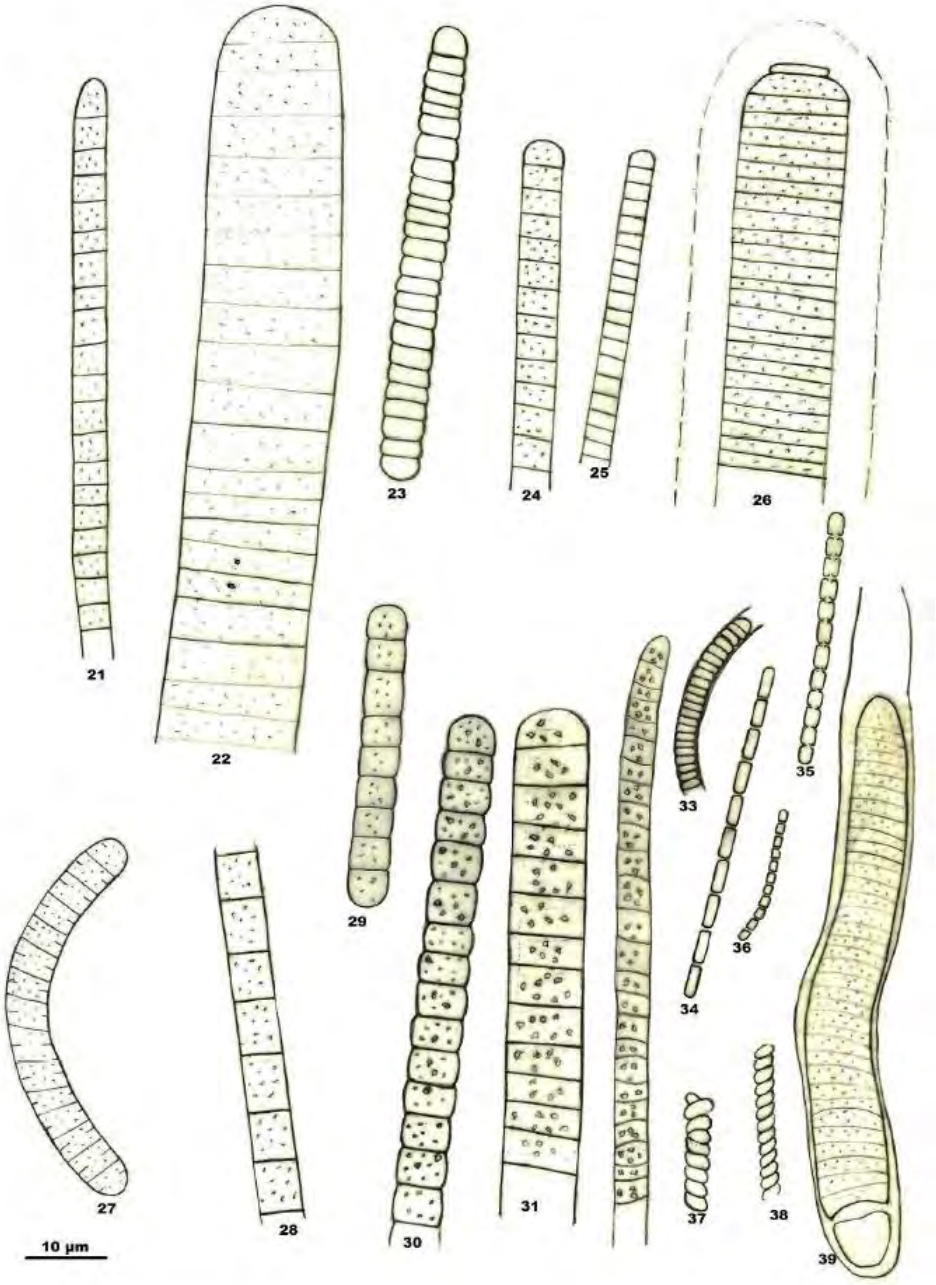


Figure 2 : *Chroococcus minor*
Figure 3 : *Chroococcus minutus,* Figure 4 *Chroococcus varius* , Figure 5 : *Myxosarcina sp*
Figure 6 : *Pleurocapsa sp* , Figure 7 : *Aphanocapsa littoralis,* Figure 8 : *Aphanocapsa marina*
Figure 9 : *Merismopedia minima,* Figure 10 : *Merismopedia mediterranea,* Figure 11 : *Rhabdoderma lineare*; Figure 12 : *Johannesbaptistia pellucida,* Figure13 : *Microcystis sp,* Figure 14 : *Komvophoron sp ;* Figure 15 : *Lyngbya confervoides,* Figure 16 : *Lyngbya semiplena,* Figure 17 : *Lyngbya sp1*
Figure 18 : *Lyngbya sp2,* Figure 19 ; *Oscillatoria acuta,* Figure 20 : *Oscillatoria articulata*
Figure 21 : *Oscillatoria chlorina,* Figure 22 : *Oscillatoria limosa,* Figure 23 : *Oscillatoria subbrevis*

Figure 24 : *Oscillatoria nigroviridis,* Figure 25 : *Oscillatoria sp,* Figure 26 : *Blennothrix lyngbyacea* Figure 27 : *Phormidium autumnale* , Figure 28 : *Phormidium corium,* Figure 29 : *Phormidium hamellii* ; Figure 30 : *Phormidium retzii,* Figure 31 : *Planktothrix isothrix,* Figure32 : *Planktothrix raciborskii,* Figure 33 : *Leptolyngbya cf foveolarum,* Figure 34 : *Pseudanabaena catenata,* Figure35 : *Pseudanabaena sp* ; Figure 36 : *Pseudanabaena sp 1,* Figure37 : *Spirulina subsalsa,* Figure38 : *Spirulina labyrinthiformis* ; Figure39 : *Calothrix sp*

Le trichome est formé de cellules carrées à légèrement cylindriques, à cotés arrondis (en tonnelet). Les dimensions des cellules sont 1 µm x 1-1,5 µm.

Genre *Spirulina* Turpin ex Gomont

Spirulina subsalsa Oersted. ex Gomont (Figure 37)

Le trichome de l'espèce est hélicoïdal avec un contenu cellulaire vert-jaune ; le diamètre du trichome est d'environ 1 µm et celui des spires contigües est de 3 µm. Notre échantillon est identique à ceux de Da Rodda et Parodi (2005) et D'hont et Coppejans (1988).

Spirulina labyrinthiformis Kütz. ex Gomont (Figure 38)

Le trichome de l'espèce est hélicoïdal avec un contenu cellulaire vert-jaune. Le diamètre du trichome est légèrement inférieur à 1 µm. Le diamètre des spires de 1,5-2 µm. L'espèce est décrite de la même façon que Crispino et Sant'Anna (2006).

Famille des Rivulariaceae

Genre *Calothrix* Agardh ex Bornet et Flahault

Calothrix sp (Figure 39)

Le filament est solitaire, pourvu d'une gaine et effilé au sommet ; il présente un hétérocyste basal. Le trichome est de couleur brun-rouge et présente des granulations. Les cellules sont rectangulaires ; le diamètre à la base est de 11-12 µm ; la longueur des cellules varie entre 2 et 3 µm. L'hétérocyste basal à un diamètre de 6-7 µm et une longueur d'environ 6 µm.

DISCUSSION

Il ressort des résultats obtenus que la communauté de cyanophytes est représentée par 38 taxa. Sur les 28 taxa identifiés jusqu'au niveau espèce, 17 ont été décrits pour la 1ere fois au Sénégal par comparaison aux travaux de De Poucques (1956), de Dia et Reynaud (1982), de Compère (1991), de Cogels et Gac (1995), de Carlbro (1999), de Berger et al. (2005), de Ba et al. (2006) et de Gueye et al. (2013). Ce sont : *Chroococcus varius*, *Aphanocapsa marina*, *Aphanocapsa littoralis*, *Merismopedia minima*, *Merismopedia mediterranea*, *Johannesbaptistia pellucida*, *Lyngbya confervoides*, *Lyngbya semiplena*, *Oscillatoria limosa*, *Oscillatoria nigroviridis*, *Blennothrix lyngbyacea*, *Phormidium autumnale*, *Phormidium corium*, *Phormidium retzii*, *Planktothrix isothrix*, *Planktothrix raciborskii*, et *Spirulina labyrinthiformis*.

Par comparaison aux travaux antérieurs sur la biodiversité des microphytes des eaux douces du Sénégal, il a été noté la présence en eau douce et salée de certaines espèces de Cyanophyceae. Il s'agit de *Chroococcus minor* et *Chroococcus minutus* citées par Gueye et al. (2013), *Rhabdoderma lineare* par Ba (2006), *Oscillatoria chlorina* par Berger et al. (2005), *Pseudanabaena catenata* par Berger et al. (2005), Ba et al. (2006) et Gueye et al. (2013), *Leptolyngbya cf. foveolarum* par Compère (1991) sous le nom *Lyngbya foveolarum*, *Oscillatoria acuta*, *Oscillatoria articulata* et *Phormidium hamellii* par Compère (1991), *Spirulina subsalsa* par Reynaud et Roger (1981) et Compère (1991),

et *Oscillatoria subbrevis* par Compère (1991) et Berger et al. (2005).

En effet, les Cyanophyta forment le groupe supportant les plus grandes amplitudes de salinité. Elles comprennent une proportion importante d'espèces très euryhalines trouvées aussi bien dans les eaux douces que dans les milieux eu- ou hypercarbonatés (Iltis, 1973).

En plus la diversité spécifique des Cyanophyta présents au niveau de cet écosystème a montré une plus grande représentativité des formes non hétérocystées. En effet seul le genre *Calothrix* avec l'espèce *Calothrix sp* a été recensé. Ceci peut s'expliquer par l'abondance de l'azote qui proviendrait des quantités d'eau usées produites par les ménages et qui y sont directement déversées. Ces résultats sont en conformité avec les travaux de Schindler et son équipe en 1977 qui ont démontré en conditions expérimentales que les cyanophytes fixateurs d'azote augmentaient considérablement lorsque le ratio NT/PT était abaissé. De même, la théorie de Blomqvist et al. (1994) suggère que le succès des cyanophytes non-fixateurs d'azote est influencé par la présence de la forme inorganique d'azote (NO^{3-}).

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée avec le soutien de la Fondation Mitsubishi.

REFERENCES

Abbott IA, Hollenberg GJ. 1992. *Marine Algae of California*. Stanford University Press: California.

Alvarez SB, Bazan GI, Wenzel MT. 2000. Hormogonales (Cyanophyta) from El Guanaco pond (La Pampa, Argentina). *Darwiniana,* **38**(3-4): 279-284.

Amossé A. 1970. Diatomées marines et saumâtres du Sénégal et de la Côte d'Ivoire. *Bulletin IFAN*, sér. A, **32**(2) : 289-311.

Ba N. 2006. La communauté phytoplanctonique du Lac de Guiers (Sénégal) : types d'associations fonctionnelles et approches expérimentales des facteurs de régulation. Thèse de Doctorat de 3e Cycle, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, p. 144.

Ba AT, Noba K. 2001. Flore et Biodiversité végétale au Sénégal. *Sécheresse*, **12**(3) **:** 149-155.

Ba N, Noba K, Dieye M, Kane A, Mbaye MS, Sarr RS, Kane M, Hane PD, BA AT. 2006. Etude systématique des Cyanophycées de quelques rizières de la moyenne vallée et du delta du fleuve Sénégal. *Webbia*, **61**(2) : 261-269.

Berard-Therriault L, Poulin M, Bosse L. 1999. *Guide d'Identification du Phytoplancton Marin de l'Estuaire et du Golfe du Saint-Laurent : Incluant Egalement certains Protozoaires.* NRC Research Press: Ottawa.

Berger C, Couté A, Ba N, Gugger M. 2005. Cyanobacterial taxa of the Senegal River hydrosystem (northern Senegal, West Africa). *Algol. Stud.*, **117**: 147-176.

Bodard M, Mollion J. 1974. La végétation infralittorale de la petite côte sénégalaise. *Bull. Soc. Phycol. France,* **19** : 193 – 221.

Bodian MY. 2000. Systématique et biologie des algues macrophytes collectées pendant la période hivernale dans la zone incluant Dakar et la Petite Côte (Août et décembre 1998). Mémoire de D.E.A, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, p. 177.

Blomqvistl P, Pettersson A, Hyenstrand P. 1994. Ammonium-nitrogen: A key regulatory factor causing dominance of non-nitrogen-fixing cyanobacteria in aquatic systems. *Archiv fur Hydrobiologie*, **132**(2): 141-164.

Branco LHZ, Moura AN, Silva AC, Bittencourt-Oliveira MC. 2003. Biodiversidade e considerações biogeográficas da cyanobacteria de uma área de Manguezal do estado de Pernambuco, Brasil. *Acta Bot. Bras.,* **17**(4): 585-596.

Carlbro International. 1999. Etude bathymétrique et limnologique du lac de Guiers. Rapport de synthèse. *Hydroconsult international, SGPRE.* 119.

Cogels FX, Gac JY. 1995. Lake of Guiers (Senegal, West Africa). *ILEC Newsletter,* **20:** 6-7.

Compère P. 1991. Contribution à l'étude des algues du Sénégal. Algues du lac de Guiers et du Bas Sénégal. *Bulletin du Jardin Botanique du Belgique*, **61**: 171-267.

Crispino LMB, Sant'Anna CL. 2006. Cianobactérias marinhas bentônicas de ilhas costeiras do Estado de São Paulo. *Brasil Revista Brasil. Bot.,* **29**(4) : 639-656.

D'hont D, Coppejans E. 1988. Cyanophycées des côtes du nord de la France et de la Belgique. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **121:** 35-54.

Da Rodda C, Parodi ER. 2005. Cyanophyceae epipèlicas de la Marisma « El Cangrejal » en el estuario de Bahìa Blanca (Buenos Aires, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.,* **40**(3-4) : 157-168.

Dangeard P. 1952. Algues de la Presqu'île du Cap Vert (Dakar) et ses environs. *Botaniste,* **36**: 193-329.

De Poucques ML. 1956. Examen de la flore algale de quelques mares du Sénégal. *Bull. Soc. Sci. Nancy.*, **15**(2) :77-83.

Dia A, Reynaud PA. 1982. Le phytoplancton du lac de Guiers : approche qualitative et quantitative. *Cahier ORSTOM, Série Biologie*, **45**: 35-47.

Dia A. 1983. Observations océanographiques effectuées en 1982. Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye. *Archive Scientifique* du *Crodt.*, **126** : 77.

Diedhiou I. 2010. Contribution à la connaissance de la biodiversité des algues macrophytes marines du Sénégal, cas des îles de Dakar : Gorée, Madeleines, Ngor et Yoff Tonghor. Mémoire de Master. Université Cheikh Anta Diop, Dakar, p. 34.

Guermeur P 1954. Diatomées de l'AOF (Première liste : Sénégal), *IFAN Catalogue,* **12** : 137.

Gueye M, Ba N, Noba K, Mbaye MS., Hane PD., Bassene C, Kane M, Kane A. 2013. Cyanophytes et microalgues (Diatomées exclues) du Parc National des Oiseaux du Djoudj (Sénégal). *Scripta Botanica Belgica*, **50** : 272–286.

Harper JT, Garbary DJ. 1997. Marine Algae of Northern Senegal : the flora and its bibliography. *Botanica Marina*, **40**: 129-138.

Hussain F, Masud, Shah SM, Fazli-e-Hadi, Zaman A, Wazir SM. 2009. Some blue green algae from rice fields of Asota Sharif District Swabi, Pakistan. *Pak. J. Pl. Sci.*, **15** (1): 45-57.

John DM, Whitton BA, Brook AJ. 2002. *The Freshwater Algal Flora of the British Isles: an Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae.* Cambridge University Press: London; 1.

Komárek J et Hauer T. 2011. CyanoDB.cz - On-line database of cyanobacterial genera. - Word-wide electronic publication, Univ. of South Bohemia & Inst. of Botany AS CR, http://www.cyanodb.cz. Consulté le 12 janvier 2012.

Komárek J, Komárková J. 2004. Taxonomic review of the cyanoprokaryotic genera

Planktothrix and *Planktothricoides*. *Czech Phycology, Olomouc*., **4**: 18.

Leuduger-Fortmorel G. 1898. Diatomées marines de la Côte Occidentale d'Afrique. *Mémoires de la Société d'Emulation des Côtes-du-Nord*. Imprimerie Francisque Guyon St., Brieuc.

Matula J, Pietryka M, Richter D et Wojtuń B. 2007. Cyanoprokaryota and algae of Arctic terrestrial ecosystem in the Hornsund area, Spitsbergen. *Pol. Polar. Res.,* **28**(4) : 283–315.

Mepn. 2007. Rapport national sur l'état de l'environnement marin et côtier. 70.

Naskar N, Naskar KR, Sen CR. 2008. Brackish water Oscillatoriaceae fron North 24-Parganas, West Bengal, India. *Bangladesh J. Plant Taxon*., **15**(1) : 31-38.

Naz S, Masud-ul-hasan, Shameel M. 2004. Taxonomic study of Chroocophyceae (Cyanophyta) from Northern areas of Pakistan. *Pak. J. Bot*., **36**(2): 247-281.

Nogueira NMC, Ferreira-Correia MM. 2001. Cyanophyceae/Cyanobacteria in red mangrove forest at Mosquitos and Coqueiros estuaries, Sao Luis, State of Maranhao, Brazil. *Braz. J. Biol.,* **61**(3): 347-356.

Park M, Dixon PT. 1964. A revised check-list of British marine algae. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.,* **44**: 499- 542.

Reynaud PA, Roger PA. 1981. Variations saisonnières de la flore algale et de l'activité fixatrice d'azote dans un sol engorgé de bas de dune. *Rev. Ecol. Biol. Sol.,* **18**(1) : 9-27.

Sant'Anna CL, Azevedo MTP, Senna PAC, Komárek J, Komárková J. 2004. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasil. Bot*., **27**(2): 213-227.

Sant'Anna CL, Melcher SS, Carvalho MC, Gemelgo MP, Azevedo MTP. 2007. Planktic Cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Brazil. *Revista Brasil. Bot.*, **30**(1): 1-15.

Schindler D. W. 1977. Evolution of phosphorus limitation in lakes. *Sciences*, **195**: 260-262.

Silva PC, Basson PW, Moe RL. 1996. *Catalogue of the Benthic Marine Algae of the Indian Ocean*. University of California Press: California.

Tell G. 1994. Planktonic Cyanophyceae from northeastern Argentina. *Rev. Hydrobiol. trop*., **27**(4): 347-360.

RESUME
Au Sénégal, la flore phanérogamique est riche de 2500 espèces. Cependant, les cyanophytes et microalgues, surtout celles marines, y sont peu connues malgré les 700 km de côtes. Notre étude se propose de contribuer à une meilleure connaissance des cyanophytes et microalgues marines de la Presqu'île du Cap-Vert (à Ngor) et de la Petite Côte (à Joal-Fadiouth et Somone) grâce à la description morphologique, à l'inventaire et à l'analyse de la dynamique spatiotemporelle des différents taxons rencontrés.
L'échantillonnage a été réalisé entre Juillet 2009 et Juin 2013 à Ngor, Joal-Fadiouth et Somone grâce à un filet à plancton pour le phytoplancton et par grattage de différents supports pour le phytobenthos. Pour l'étude de la dynamique, des prélèvements de 15 jours et d'un mois ont été respectivement effectués à Ngor et dans la Petite Côte, sur des supports en verre et des tubes en PVC placés aux différents points.
L'étude descriptive a permis de proposer des clés de détermination dichotomiques des genres et espèces de chaque phylum et une clé de détermination de l'ensemble des 145 espèces de cyanophytes et microalgues rencontrées.
Les 145 espèces inventoriées sont réparties en 73 genres, 57 familles et 5 phylums. Les *Bacillariophyta* sont fortement représentées avec 60 % des espèces et sont suivies des *Cyanophyta* (33,1 %). 136 espèces ont été inventoriées à Ngor, 50 à Somone et 34 à Joal-Fadiouth. Les *Bacillariophyta* puis les *Cyanophyta* dominent la composition taxonomique dans ces trois sites.
Quarante huit espèces de cyanophytes et 54 espèces de microalgues sont nouvellement signalées dans les eaux marines du Sénégal. Des espèces toxiques (*Planktothrix raciborskii*, *Dinophysis mitra*), une espèce provocatrice d'anoxie (*Paralia sulcata*) et des espèces vulnérantes (*Dictyocha fibula, Rhizolenia bergonii*) ont été aussi inventoriées.
Les résultats de l'étude de la dynamique spatiotemporelle ont montré que 17 espèces sont communes à Ngor, Joal-Fadiouth et Somone et 38 à deux sites. Pendant toute l'étude, la structure taxonomique est caractérisée par une dominance des *Bacillariophyta* avec au moins 50% des espèces. Les richesses spécifiques les plus élevées ont été enregistrées pendant les périodes d'upwelling, en fin mai et vers mi- octobre 2011 dans la Presqu'île du Cap Vert et en fin mars 2013 dans la Petite Côte (Joal-Fadiouth, Somone). Plus de la moitié des espèces sont rares ou peu communes à Ngor alors qu'à Joal-Fadiouth et Somone, seul le 1/3 des espèces sont constantes.
Mots clés : diversité, dynamique, cyanophytes, microalgues, Sénégal.

Title: Contribution to the study of the diversity and the spatiotemporal dynamics of cyanophyta and microalgae of the Peninsula of the Cape Verde and the Small Coast (Senegal)

ABSTRACT
In Senegal, the phanerogamic flora consists of 2500 species. However, cyanophyta and microalgae, particularly those marinate, are little known in spite of 700 km of coast. Our study suggests contributing to a better knowledge of cyanophytes and microalgae of the the Peninsula of Cape Verde (to Ngor) and of the Small Coast (to Joal-Fadiouth and Somone) with the morphological description, the inventory and the analysis of the spatiotemporal dynamics of the different met taxa.
The sampling was realized between July, 2009 and June, 2013 to Ngor, Joal-Fadiouth and Somone with plankton net for the phytoplankton and by scratching of various supports for the phytobenthos. For the study of the dynamics, takings of 15 days and of month were respectively made to Ngor and in the Small Coast, on glass supports and PVC tubes were placed in different points.
The descriptive study allowed proposing dichotomous keys of determination of the genera and the species of every phylum and a key of all the 145 species of cyanophyta and microalgae met.
The 145 inventoried species are divided into 73 genera, 57 families and 5 phyla. The *Bacillariophyta* are strongly represented with 60 % of the species and are followed by *Cyanophyta* (33, 1 %). 136 species were inventoried to Ngor, 50 to Somone and 34 to Joal-Fadiouth. *Bacillariophyta* then *Cyanophyta* dominate taxonomic composition in these three sites.
Forty - eight species of cyanophyta and 54 species of microalgae are newly reported in the marine waters of Senegal. Toxic species (*Planktothrix raciborskii*, *Dinophysis mitra*), an anoxia-provoking species (*Paralia sulcata*) and vulnerant species (*Dictyocha fibula*, *Rhizolenia bergonii*) were also inventoried.
The results of the study of the spatiotemporal dynamics showed that 17 species are common to Ngor, Joal-Fadiouth and Somone and 38 to two sites. Throughout the study, the taxonomic structure is characterized by *Bacillariophyta* dominance with at least 50% of the species. The highest specific richness was recorded during upwelling periods in late May and mid-October 2011 in the Peninsula of Cape Verde and at the end of March 2013 in the Small Coast (Joal-Fadiouth, Somone). More than half of the species are rare or uncommon in Ngor, while in Joal-Fadiouth and Somone, only 1/3 of the species are constant.
Keywords: diversity, dynamic, cyanophyta, microalgae, Senegal.