



Université d'Oran 2  
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers  
**THESE**

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences  
En Sciences de la Terre

**Diatomées des cours d'eaux de l'Algérie nord occidentale :  
taxonomie et bioindication de pollution.**

Présentée et soutenue publiquement par :  
**Mme BEZZEGHOUD Bouchra**

Devant le jury composé de :

Mahboubi Mhamed	Professeur	Université d'Oran 2	Président
Mansour Bouhameur	Professeur	Université d'Oran 2	Rapporteur
Nehar Benameur	MCA	Université de Tlemcen	Examineur
Atif Khireddine F.T.	MCA	Université d'Oran 2	Examineur
Boudjemline Djamel	MCA	USTO	Examineur
Mahboubi Salamat	MCA	Université de Tlemcen	Examinatrice

**Année 2024**

## Avant-propos

Au terme de ce travail, j'exprime mes sincères remerciements aux personnes qui m'ont soutenu et encouragé.

Tout d'abord, je tiens à remercier vivement Monsieur Mansour Bouhameur, Professeur à l'Université d'Oran 2, qui m'a proposé ce sujet et dirigé cette thèse. Il n'a pas cessé de me transmettre son savoir et ses conseils fructueux tout en me faisant confiance et en me laissant la liberté d'initiative. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance et toute ma gratitude.

Mes remerciements aussi à Monsieur Mahboubi Mahammed, Professeur à l'Université d'Oran 2, qui a bien voulu accepter de présider ce jury.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur Nehar Benameur, Maître de Conférences "A" à l'Université de Tlemcen, de m'avoir fait l'honneur et le plaisir d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier également Monsieur Atif Khireddine Fayçal Tewfik, Maître de Conférences "A" à l'Université d'Oran 2, d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Mes remerciements vont également à Monsieur Boudjemline Djamel, Maître de Conférences "A" à l'Université des Sciences Technique Oran, d'avoir bien voulu examiner ce travail.

Je remercie Madame Mahboubi Salamet Maître de Conférences "A" à l'Université de Tlemcen, d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Mes remerciements vont également à l'ensemble de tous mes collègues de la Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers et aux membres du Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement de l'Université d'Oran 2 pour leur soutien et leur amitié.

Je tiens à remercier également Monsieur Kibdani Saad et Madame Chiali Amel de l'Agence National des Ressources Hydriques (ANRH).

Enfin, je remercie ma mère, mon mari Sidi Yakoub Abdelouaheb, mes enfants (Mohammed Adnane et Maher), ma sœur Amina et mes frères (Nour Eddine et Mohammed Nabil) de m'avoir supporté au cours de ces années de préparation de la thèse. Je n'oublie pas de remercier aussi mes neveux (Fouzi, Mohammed Zoubir et Mohammed Réda) et mes nièces (Farah et Sarah).

À la mémoire de mon Père

## Sommaire

Avant-propos .....	01
Sommaire .....	03
Résumé, Abstract .....	08

### CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉ ET PRÉSENTATION DE LA RÉGION D'ÉTUDE

I. INTRODUCTION .....	11
II. CADRE GÉOGRAPHIQUE .....	13
1. Situation générale des secteurs étudiés .....	13
2. Localisation géographique des secteurs d'étude .....	14
III. RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE ET CARACTÈRE CLIMATIQUE DES SECTEURS ÉTUDIÉS .....	16
1. Réseau hydrographique .....	16
1.1. Le bassin Chélif – Zahrez .....	17
a. Le bassin Côtier du Dahra .....	18
b. Le bassin du Chélif .....	18
1. 2. Le bassin de l'Oranie – Chott Chergui .....	18
a. Les bassins Côtiers Oranais .....	18
b. Le bassin de la Tafna .....	18
2. Caractère climatique du Nord Ouest Algérien .....	19
IV. ASPECT GÉOLOGIQUE GLOBAL .....	21
1. Aperçu géologique du bassin de Chélif et des monts du Dahra .....	21
1. 1. Contexte général .....	21
1. 2. Géologie du bassin de Chélif .....	22
1. 3. Géologie des monts Dahra .....	23
1. 4. Géologie des bassins Côtiers Oranais .....	23
a) Phase Lutétienne .....	23
b) Phase Miocène .....	24
2. Aperçu géologique du bassin de la Tafna .....	24
2. 1. Contexte géologique du bassin de la Tafna .....	24

## CHAPITRE II : MATÉRIELS ET MÉTHODOLOGIE

I. INTRODUCTION.....	26
1. Historique des travaux internationaux.....	27
2. Historique des travaux nationaux.....	30
II. DÉFINITION DE L'INDICE BIOLOGIQUE DIATOMÉE.....	30
1. Composition d'un cortège diatomique.....	32
2. Type de diatomée concernée par l'analyse de l'IBD.....	35
3. Milieux concernés par l'IBD.....	35
4. Choix du site et du faciès.....	35
5. Nature des substrats à échantillonner .....	36
6. Outils de prélèvement .....	36
7. Période d'échantillonnage .....	37
8. Calcul de l'IBD .....	37
9. Buts de l'application de l'IBD .....	38
III. MÉTHODES D'ÉTUDE DES DIATOMÉES D'APRÈS QUELQUES AUTEURS....	39
1. Méthode d'étude d'après GOLD CAROLINE 2002 .....	40
1.1. Utilisation de substrats artificiels .....	40
1.1.1. Analyse quantitative des diatomées prélevées sur un substrat artificiel .....	40
1.2. Collecte sur substrats naturels .....	40
1.3. Résultat de l'étude .....	41
2. Méthode d'étude (DI-CH) ou indice suisse d'après Hürlimann et Niederhauser, 2007....	42
3. Méthode d'étude intitulée Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC) .....	42
IV. MATÉRIEL ET MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL .....	44
1. Prélèvements .....	44
2. Analyse des diatomées au laboratoire .....	44
V. APPLICABILITÉ ET CALCUL DE L'IBD .....	47

## CHAPITRE III : INVENTAIRE DIATOMIQUE ET BIODIVERSITÉ

I. INTRODUCTION .....	51
II. LES DIATOMÉES LACUSTRES .....	51
1. Caractères généraux .....	51
1. 1. Cellule .....	51

1. 2. Frustule .....	52
1. 3. Classification .....	53
1. 4. Reproduction .....	54
1. 5. Mode et milieu de vie des diatomées .....	55
1.6. Intérêts scientifiques et pratiques des diatomées .....	56
III. INVENTAIRE MICROFLORISTIQUE DES DIATOMEES .....	57
1. Méthodologie .....	57
2. Quantification .....	57
3. Détermination et autoécologie .....	57
4. Systématique .....	58
IV. CONCLUSION .....	146
V. BIODIVERSITÉ .....	146
1. Bassin Côtier Dahra (secteur A) .....	147
1.1. Oued Kramis : 2013 (a1 et a2) et 2016 (a7) .....	147
1.2. Oued Abid : 2013 (a3) .....	147
1.3. Oued Yeghbel : 2016 (a4 et a5) .....	148
1.4. Oued Zerrifa : 2016 (a6) .....	149
2. Bassin de Chélif (Secteur B1 et B2) .....	150
2.1. Oued Derdouse : 2012 (b8, b9, b10, b11 et b12) et 2013 (b13 et b14) .....	150
2.2. Oued Kerrada : 2013 (b15) et 2016 (b16) .....	151
2.3. Oued Achasta : 2016 (b17) .....	152
2.4. Oued Rhiou : 2014 (b18 et b19) .....	153
3. Bassin Côtiers Oranais (secteur C) .....	154
3.1. Oued El Malah : 2013 (c20 et c21) et 2016 (c22 et c23) .....	154
3.2. Oued Térğa : 2016 (c24 et c25) .....	155
4. Bassin de la Tafna (secteur D) .....	157
4.1. Oued Tafna : 2016 (d26, d27 et d31) .....	157
4.2. Oued Mouillah : 2016 (d28) .....	157
4.3. Barrage de Boughrara : 2016 (d29) .....	158
4.4. Barrage de Beni Bahdel : 2016 (30) .....	158
VI. CONCLUSION .....	160
VII. CONCLUSION GÉNÉRALE .....	161

## CHAPITRE IV : BIOINDICATION PAR LES DIATOMÉES ÉPILITHIQUES

I. INTRODUCTION .....	167
II. BIOINDICATION .....	169
1. Campagne de prélèvement 2012 .....	169
1.1. Composition diatomique .....	170
1.1.1. Bassin de Chéelif (secteur B1) .....	170
1.2. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Équitabilité .....	171
1.3. Indices Biologiques (IBD et IPS) .....	172
1.4. Carte de la qualité de l'eau de la campagne 2012 .....	173
2. Campagne de prélèvement 2013 .....	174
2.1. Composition diatomique .....	174
2.1.1. Bassin Côtier Dahra (secteur A) .....	174
2.1.2. Bassin de Chéelif (secteur B1) .....	176
2.1.3. Bassin Côtiers Oranais (secteur C) .....	178
2.2. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Équitabilité .....	180
2.3. Indices Biologiques (IBD et IPS) .....	181
2.4. Carte de la qualité de l'eau de la campagne 2013 .....	181
3. Campagne de prélèvement 2014 .....	185
3.1. Composition diatomique .....	185
3.1.1. Bassin de Chéelif (secteur B2) .....	185
3.2. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Équitabilité .....	186
3.3. Indices Biologiques (IBD et IPS) .....	187
3.4. Carte de la qualité de l'eau de la campagne 2014 .....	187
4. Campagne de prélèvement 2016 .....	188
4.1. Composition diatomique .....	189
4.1.1. Côtier Dahra (secteur A) .....	189
4.1.2. Bassin de Chéelif (secteur B) .....	191
4.1.3. Bassin Côtiers Oranais (secteur C) .....	192
4.1.4. Bassin de la Tafna (secteur D) .....	194
4.2. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Équitabilité .....	196
4.3. Indices Biologiques (IBD et IPS) .....	198
4.4. Carte de la qualité de l'eau de la campagne 2016 .....	199
III. CONCLUSION .....	204

IV. ÉCOLOGIE ET PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES DES COURS D'EAUX ....	206
1. Composition diatomique .....	207
2. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Equitabilité .....	208
3. Indices Biologiques (IBD et IPS) .....	209
4. Paramètres physico-chimiques .....	210
5. Carte de la qualité de l'eau des Oueds étudiés .....	212
6. Discussion .....	215
V. CONCLUSION .....	219
VI. CONCLUSION GENERALE .....	219
<b>CHAPITRE V : CONCLUSION GÉNÉRALE.....</b>	<b>227</b>
Références bibliographiques .....	233
Liste des figures .....	247
Liste des tableaux .....	251
Planches photographiques .....	253
Annexes .....	261



## Résumé :

L'étude des diatomées périphytiques des échantillons prélevés, lors des campagnes effectuées (en allant de 2012 et 2016) dans quatre bassins hydrographiques de l'Algérie Nord Occidentale : le bassin Côtier Dahra (secteur A : Oued Kramis, Oued Abid, Oued Yeghbel et Oued Zerrifa), le bassin de Chélif (secteur B : Oued Derdouse, Oued Kerrada, Oued Achasta et Oued Rhiou), le bassin Côtiers Oranais (secteur C : Oued El Malah et Oued Térge) et le bassin de la Tafna (secteur D : Oued Tafna, Oued Mouillah, barrage de Boughrara et barrage de Beni Bahdel), nous a permis de mettre en évidence l'inventaire diatomique, la nature et la composition des peuplements diatomiques (biodiversité) et la bioévaluation des cours d'eau par le calcul des indices diatomiques, notamment l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS).

La microflore diatomique est constituée par 170 espèces et variétés de diatomées réunies en 46 genres, qui se caractérisent par l'abondance des formes Pennales avec 164 espèces. Alors que, les centriques ne sont représentées que par 06 espèces.

L'analyse de la biodiversité des cours d'eau réalisée a révélé que certains secteurs sont plus diversifiés que d'autres. En effet, le bassin de Chélif (Secteurs B1 et B2) est le plus riche, se distinguant par 107 espèces et variétés (réunies en 34 genres).

L'autoécologie des diatomées, le calcul des Indices (Biologique Diatomées et Polluosensibilité Spécifique) et l'utilisation des diatomées comme bioindicateur de pollution, nous ont permis d'estimer une bioévaluation de l'état écologique des cours d'eau des quatre bassins hydrographiques étudiés.

Une partie de ce travail a fait l'objet d'une analyse comparative diatomique et physico-chimique de neuf (09) cours d'eau prélevés en 2016, indiquant les résultats suivants :

- les échantillons moins diversifiés ont été rencontrés dans les eaux très propres ou très polluées (les Oueds : Yeghbel, Kramis, Kerrada, Zerrifa, El Malah et Térge), tandis que les plus diversifiés dans les eaux de qualité intermédiaire (les Oueds : Achasta, El Malah et Térge). De même, l'indice d'équitabilité décrit une évolution similaire à celle de l'indice de diversité spécifique ;

- l'état écologique des cours d'eau étudiés a été évalué grâce aux résultats : des indices IBD et IPS et des données physico-chimiques des échantillons analysés.

Notre étude a démontré que la structuration des communautés diatomiques est liée à l'aménagement, à l'industrialisation et à la topographie des bassins. Aussi, elle nous a permis de classer les cours d'eau de l'Algérie Nord Occidentale en fonction de leurs caractères écologiques (trophiques) ainsi que leur qualité d'eau.

**Mots clés :** Diatomées, cours d'eau, Algérie Nord Occidentale, inventaire taxonomique, bioindicateur, biodiversité, bioévaluation.

## **Summary :**

The study of the periphytic diatoms of the samples taken during the campaigns carried out between 2012 and 2016 through several watercourses belonging to the four hydrographic basins of North Western Algeria, namely: the Dahra Coastal Basin (sector A: Kramis, Abid, Yeghbel and Zerrifa), the Chélif Basin (sector B: Oued Derdouse, Oued Kerrada, Oued Achasta and Oued Rhiou), the Oran Coastal Basin (sector C: El Malah and Terga) and the Tafna Basin (sector D: Oueds: Tafna and Mouillah; dams: Boughrara and Beni Bahdel), allowed us to highlight the diatomic inventory, the nature and composition of diatomic populations (biodiversity) and the bioassessment of watercourses by calculating indices diatoms, in particular the Biological Diatom Index (BDI) and the Specific Polluo-Sensitivity Index (SPI).

The diatomic microflora is made up of 170 species and varieties of diatoms grouped into 46 genera, which are characterized by the abundance of Pennal forms with 164 species. Whereas, the centrics are only represented by 06 species.

The analysis of the biodiversity of the watercourses carried out revealed that certain sectors are more diversified than others. Indeed, the Chélif Basin (Sectors B1 and B2) is the richest, being distinguished by 107 species and varieties (grouped into 34 genera).

The autoecology of diatoms, the calculation of indices (Biological Diatoms and Specific Polluo-sensitivity) and the use of diatoms as bioindicators of pollution, allowed us to estimate a bioassessment of the ecological state of the watercourses of the four watersheds studied.

Part of this work was the subject of a comparative diatomic and physico-chemical analysis of nine (09) watercourses sampled in 2016, indicating the following results:

- the less diversified samples were found in very clean or very polluted waters (the Oueds: Yeghbel, Kramis, Kerrada, Zerrifa, El Malah and Terga), while the most diversified in waters of intermediate quality (the Oueds: Achasta, El Malah and Terga). Similarly, the evenness index describes an evolution similar to that of the specific diversity index;

- the ecological status of the watercourses studied was assessed using the results: BDI and SPI indices and physico-chemical data from the samples analyzed.

Our study has demonstrated that the structuring of diatomic communities is linked to the development, industrialization and topography of the basins. Also, it allowed us to classify the watercourses of North Western Algeria according to their ecological characters (trophic) as well as their water quality.

**Keywords:** Diatoms, watercourses, North-Western Algeria, taxonomic inventory, bioindicator, biodiversity, bioassessment.

## المخلص:

دراسة الدياتومات للعينات المأخوذة خلال الخرجات الميدانية التي أنجزت بين عامي 2012 و 2016 عبر عدة أودية تابعة للأحواض الهيدروغرافية الأربعة لشمال غرب الجزائر ، وهي : حوض الظهرة الساحلي (قطاع A : كراميس ، اعبيد ، يغبل ، زريفة)، وحوض الشلف (قطاع B : واد دردوس ، واد كراة ، واد احشاسطا و واد ارهيو) ، وحوض وهران الساحلي (قطاع C : المالح وتارقة) وحوض تافنة (القطاع D : واد تافنة ومويلح ؛ السود : بوغراة و بني بحدل)، سمح لنا بتسليط الضوء على جرد الدياتومات، وطبيعة وتكوين التجمعات الدياتومية (التنوع البيولوجي) والتقييم الحيوي للأودية عن طريق حساب الدياتومات ، ولا سيما مؤشر الدياتوم البيولوجي (IBD) والحساسية المحددة للملوثات (IPS).

تتكون الميكروفلورا الدياتومية من 170 نوعًا وصنفًا من الدياتومات مجمعة في 46 جنسًا ، والتي تتميز بوفرة الأشكال البيئية مع 164 نوعًا. بينما ، يتم تمثيل المكونات المركزية بـ 06 نوعًا فقط.

أظهر تحليل التنوع البيولوجي للأودية أن بعض القطاعات أكثر تنوعًا من غيرها. في الواقع ، يعتبر حوض شلف (القطاعان B1 و B2) هو الأغنى ، حيث يتميز بـ 107 نوعًا وصنفًا (مجمعة في 34 جنسًا).

سمح لنا علم البيئة الذاتية للدياتومات، وحساب المؤشرات (الدياتومات البيولوجية والحساسية المحددة للملوثات) واستخدام الدياتومات كمؤشرات بيولوجية للتلوث ، بتقدير تقييم حيوي للحالة البيئية لأودية الأحواض الأربعة التي تمت دراستها.

خضع جزء من هذا العمل لتحليل مقارن دياتومي وفيزيائي-كيميائي لتسعة ( 09 ) أودية تم أخذ عينات منها في عام 2016 ، مما أعطى النتائج التالية:

- تم العثور على العينات الأقل تنوعًا في المياه النظيفة جدًا أو شديدة التلوث (واد: ، يغبل ، كراميس ، كراة، زريفة، تارقة والمالح) ، بينما تم العثور على العينات الأكثر تنوعًا في المياه ذات الجودة المتوسطة (واد: أحشاسطا ، المالح و تارقة). يصف مؤشر التكافؤ تطورًا مشابهًا لتطور مؤشر التنوع المحدد ؛

- تم تقييم الوضع البيئي للأودية المدروسة باستخدام نتائج : مؤشرات IBD و IPS والبيانات الفيزيائية والكيميائية من العينات التي تم تحليلها.

أظهرت دراستنا أن هيكل مجتمعات الدياتومات مرتبطة بتطور الأحواض ومدى تصنيع المناطق المحيطة بها وتضاريسها. كما أنها سمحت لنا بتصنيف أودية شمال غرب الجزائر وفقًا لخصائصها البيئية (درجة تشعبها بالمواد العضوية) بالإضافة إلى جودة مياهها.

**الكلمات المفتاحية :** الدياتومات ، الأودية ، شمال غرب الجزائر ، الحصر التصنيفي ، المؤشر الحيوي ، التنوع البيولوجي ، التقييم الحيوي.

**CHAPITRE I :**

**GÉNÉRALITÉS ET PRÉSENTATION**  
**DE LA RÉGION D'ÉTUDE**

## I. INTRODUCTION

L'étude des différents organismes présents dans un écosystème aquatique permet d'avoir une idée sur sa qualité. Toutefois, le périphyton est une composante essentielle des écosystèmes aquatiques comme les cours d'eau, désignant les microorganismes (micro-algues, bactéries, champignons, etc.) qui se développent à la surface des substrats immergés.

Les micro-algues périphytiques sont responsables d'une grande part de la production primaire au sein de ces écosystèmes. Parmi ces micro-algues, les diatomées qui sont abondantes et peuvent constituer la quasi-totalité du peuplement végétal à certaines périodes de l'année (Whitton ; McIntire, *in* Gold, 2002). Ces diatomées périphytiques regroupent une grande variété d'espèces présentant des niveaux de tolérance différents vis-à-vis des facteurs environnementaux.

Il est à noter que l'utilisation des algues et en particulier des communautés de diatomées périphytiques, pour apprécier la qualité des cours d'eau est ancienne, mais elle a connu un regain d'intérêt au cours de ces dernières années, notamment en raison des difficultés d'application des techniques traditionnelles basées sur les invertébrés benthiques (Gold, 2002).

L'analyse des communautés de diatomées périphytiques des cours d'eau est actuellement largement utilisée en Europe (Prygiel & Coste, 2000) et en Amérique du Nord (Lavoie et *al.*, 2008) pour évaluer le niveau de pollution organique et d'eutrophisation des cours d'eau et la pollution chimique (ou industrielle). Ce que nous appellerons dans ce présent travail, la bioévaluation des eaux.

Cette bioévaluation des eaux est l'une des approches les plus importantes pour prédire la détérioration des écosystèmes et parvenir à un environnement durable. Actuellement, la bioévaluation de l'état écologique des plans d'eaux continentales au sens large est adoptée dans le monde entier. Il est à noter que cette analyse (ou bioévaluation) est complémentaire et/ou suivie de donnée physico-chimique pour évaluer les conditions écologiques des oueds, des rivières, des barrages et autres écosystèmes continentaux. Cependant, mesurer tous les changements physiques et chimiques est coûteux et parfois peu pratique en fonction des moyens alloués aux chercheurs, comme dans le cas de notre Laboratoire. En conséquence, la surveillance du biote aide à déterminer les changements qui se produisent dans les écosystèmes, demande des moyens et facilités qui malheureusement ont fait défaut lors de la préparation de ce travail de recherche.

Comme est indiqué en haut du paragraphe, l'utilisation des diatomées comme bioindicateurs pour évaluer les conditions environnementales des écosystèmes et estimer la pollution organique ou chimique des cours d'eau, nécessite de grandes connaissances taxonomiques (systématique) sinon les résultats seront biaisés. D'où une grande partie de ce

travail a été consacré sur la systématique et/ou taxonomie des diatomées. D'autres part, de nombreux indices d'estimation de diversité (ou biodiversité) et indices propres aux diatomées ont été développés à partir du contenu prélevés (poids trophiques) lors de plusieurs campagnes de prélèvements, engendrant ainsi un quatrième chapitre aussi important pour l'évaluation des cours d'eau du Nord occidental de l'Algérie.

La présente étude a pour objet un inventaire et une étude taxonomique des diatomées périphtiques (épilithique et épiphytiques), l'acquisition d'informations sur la nature et la composition des peuplements diatomiques (biodiversité) dans les stations analysées (campagnes de prélèvements) sur quatre différents bassins hydrographiques et l'estimation de la qualité biologique (bioévaluation des cours d'eau) par le calcul de différents indices diatomiques, notamment l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et l'Indice de Polluo-sensibilité Spécifique (IPS). Durant les années 2012, 2013, 2014 et 2016, ces communautés épilithiques de plusieurs stations à travers les bassins (Chélif, Côtier Dahra, Côtiers Oranais et Tafna) ont été étudiées dans le but d'avoir un aperçu sur la structure diatomiques dans ces réseaux hydrographiques et d'évaluer la qualité biologique des cours d'eau, des barrages et des sources suivants :

- Côtier Dahra (Oued Abid, Oued Zerrifa, Oued Kramis et Oued Yeghbel) ;
- Chélif (Oued Chélif, Oued Derdouse, Oued Achasta, Oued Kerrada et Oued Rhiou) ;
- Côtiers Oranais (Oued El Malah et Oued Térğa) ;
- Tafna (Oued Mouillah, Oued Tafna, le barrage de Boughrara et le barrage de Beni Bahdel).

Il est à noter que cette étude (basée sur des analyses d'indices diatomiques IPS et IBD), appliquée dans les cours d'eau algériens ainsi que le choix de ces deux indices est basé sur leurs intégrations de divers types de pollution : l'Indice de Polluo-sensibilité Spécifique (IPS) est considéré comme une méthode de référence en Europe et l'Indice Biologique Diatomées (IBD) est utilisé régulièrement en France depuis sa normalisation par l'AFNOR (2000).

Ce présent travail se compose donc en cinq chapitres :

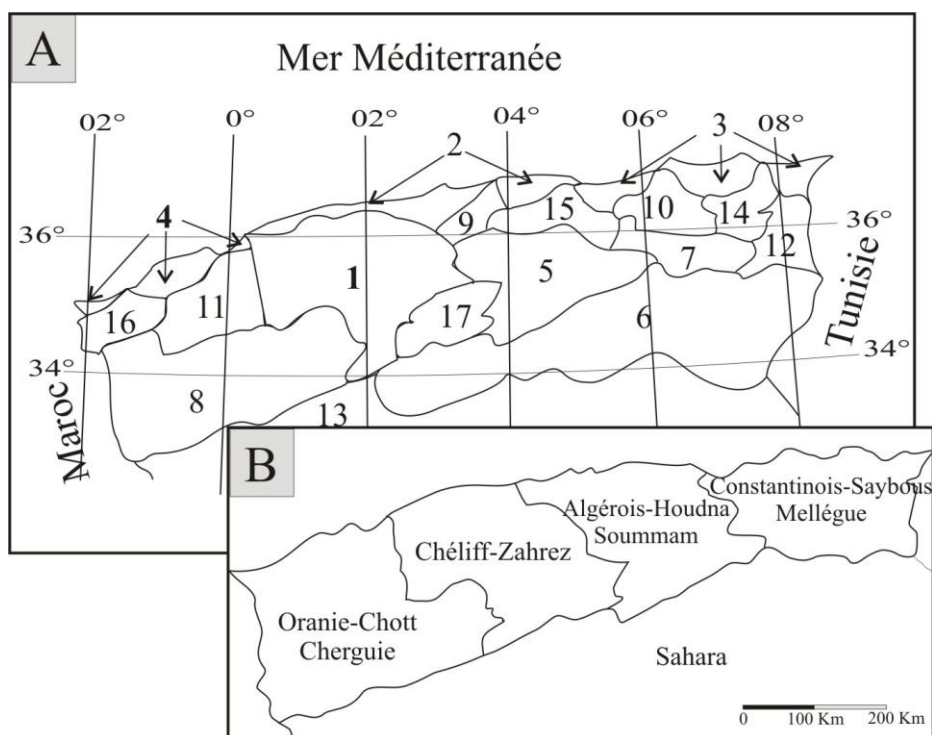
- ◆ chapitre I : Généralités et présentation de la région d'étude ;
- ◆ chapitre II : Matériel et méthodologie ;
- ◆ chapitre III : Inventaire diatomique et biodiversité ;
- ◆ chapitre IV : Bioindication par les diatomées épilithiques ;

◆ chapitre V : Conclusion générale.

## II. CADRE GÉOGRAPHIQUE

### 1. Situation générale des secteurs étudiés

La présente étude concerne quatre secteurs du nord-ouest de l'Algérie appartenant à quatre bassins hydrographiques (Fig. 01A) : Côtier Dahra ; Chélif ; Côtiers Oranais et le bassin de la Tafna. Ces bassins hydrographiques font partie de deux grands bassins versants selon le découpage du territoire algérien en bassin hydrographique (<http://www.abh-cz.com.dz/bassin.html>) : Chélif-Zahrez (le bassin du Côtier Dahra et bassin de Chélif) et l'Oranie-Chott Chergui (le bassin Côtiers Oranais et le bassin de la Tafna) voire (Fig. 01B).

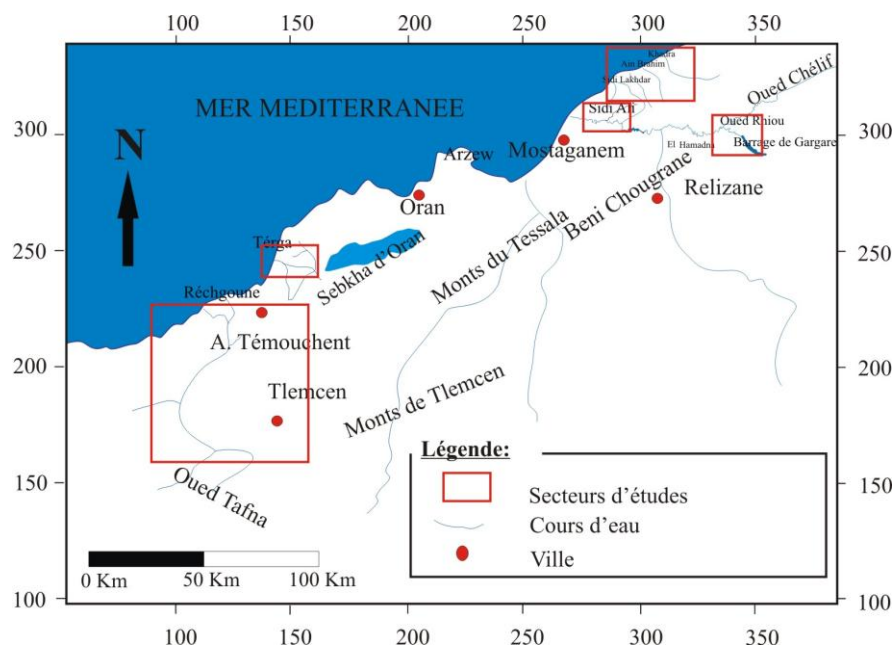


1- Chélif, 2- Côtiers Algérois, 3- Côtiers Constantinois, 4- Côtiers Oranais, 5- Chott El Hodna, 6- Chott Melhrir, 7- Haut Plateaux constantinois, 8- Haut Plateaux Oranais, 9- Isser, 10- Kebir Rhumel, 11- Macta, 12- Medjerdah, 13- Sahara, 14- Seybousse, 15- Soummam, 16- Tafna, 17- Zahrez.

**Fig. 01** : Bassins hydrographiques de l'Algérie (<http://www.abh-cz.com.dz/bassin.html>).

La limite septentrionale des secteurs étudiés est représentée par le massif du Dahra et les massifs littoraux oranais (djebel Murdjajou et le massif d'Arzew). La partie méridionale est

constituée d'Est en Ouest par le Massif de l'Ouarsenis, des Beni Chougrane, les monts de Tessala et les monts de Tlemcen (Fig. 02).



**Fig. 02** : Localisation des secteurs d'étude.

## 2. Localisation géographique des secteurs d'étude

Les stations analysées se situent dans quatre secteurs (Fig. 03), représentés par des cours d'eau, des barrages et des sources d'eaux.

Deux secteurs sont situés à l'Est d'Oran :

- ❖ au bassin Côtier du Dahra (Oued Abid, Oued Zerrifa, Oued Kramis et Oued Yeghbel) ;
- ❖ au bassin de Chélif qui est constitué par l'Oued Chélif et ces affluents (Oued Derdouse, Oued Kerrada, Oued Achasta et Oued Rhiou).

Quant aux deux autres secteurs, localisés au Sud Ouest d'Oran et appartiennent au :

- ❖ bassin Côtiers Oranais (l'Oued El Malah et l'Oued Terga) ;
- ❖ bassin de la Tafna : les Oueds (Tafna et Mouillah) et les barrages de (Boughrara et Beni Bahdel).



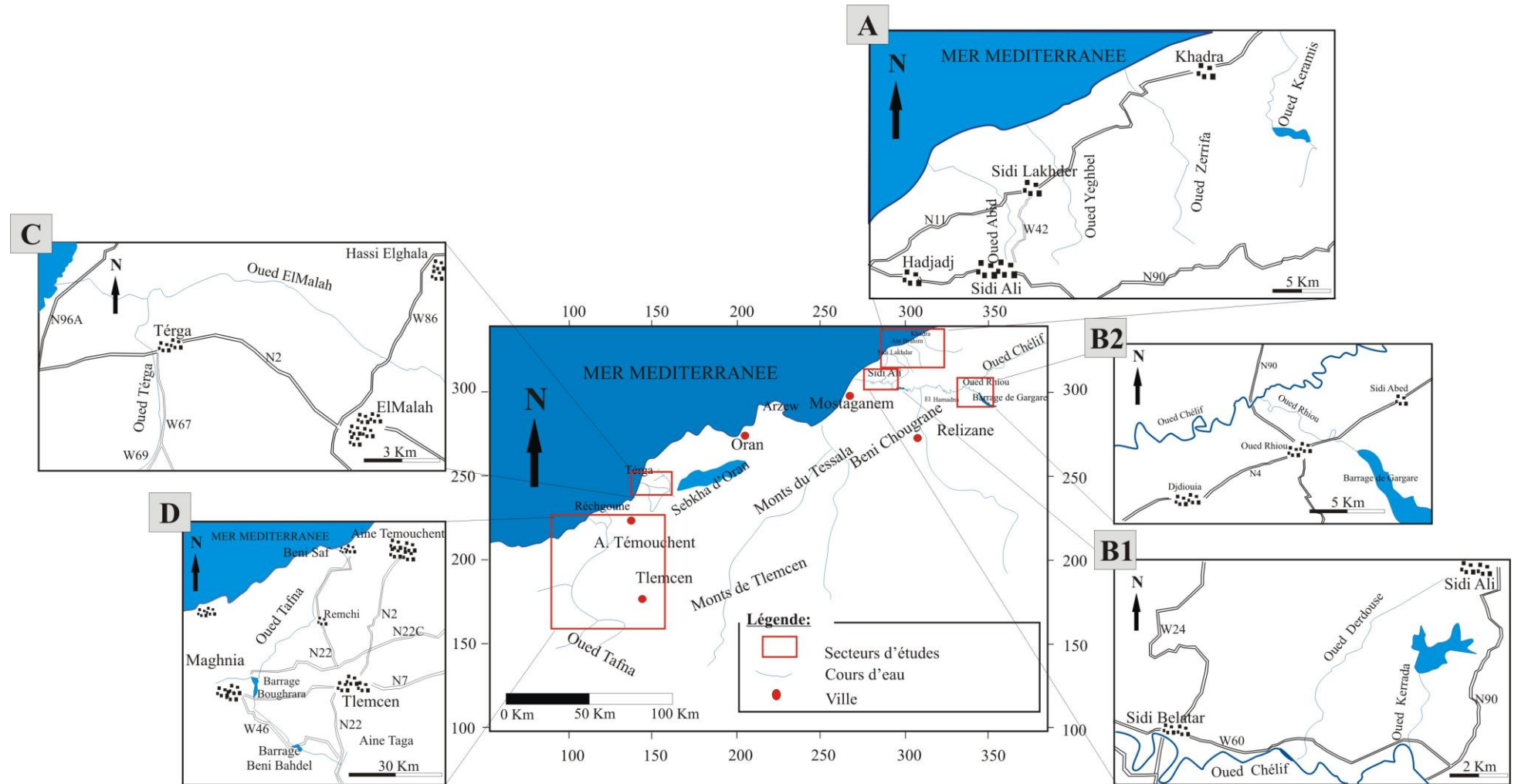


Fig. 03 : Situation géographique des secteurs étudiés (A, B1, B2, C, D).

### III. RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE ET CARACTÈRE CLIMATIQUE DES SECTEURS ÉTUDIÉS

Les caractères morphologiques du relief et les conditions climatiques ainsi que la nature lithologique des affleurements des bassins versants ont une influence importante sur le ruissellement, l'infiltration, l'érosion, le transport et le type du dépôt alluvionnaire. Autrement dit, ces paramètres contrôlent le comportement hydrologique des eaux de surface comme les oueds et les lacs.

#### 1. Réseau hydrographique

En 1996, le territoire algérien a été divisé en 05 bassins hydrographiques (Fig. 04). Ces derniers sont définis comme étant la surface topographique drainée par un cours d'eau et ses affluents de telle façon que tout écoulement prend naissance à l'intérieur de cette surface suit son trajet jusqu'à l'exutoire et chaque bassin hydrographique est séparé des bassins qui l'entourent par la ligne de partage des eaux qui suit les crêtes. Il s'agit de :

- Constantinois - Seybouse- Mellègue ;
- Algérois- Hodna – Soumam ;
- Chélif – Zahrez dont les Oueds étudiés sont (Oued Abid, Oued Zerrifa, Oued Kramis, Oued Yeghbel, Oued Derdouse, Oued Kerrada, Oued Achasta et Oued Rhiou);
- Oranie - Chott – Chergui dont les Oueds (El Malah, Térğa, Tafna et Mouillah) et les barrages (Bouhrara et Beni Bahdel) sont étudiés ;
- Sahara.

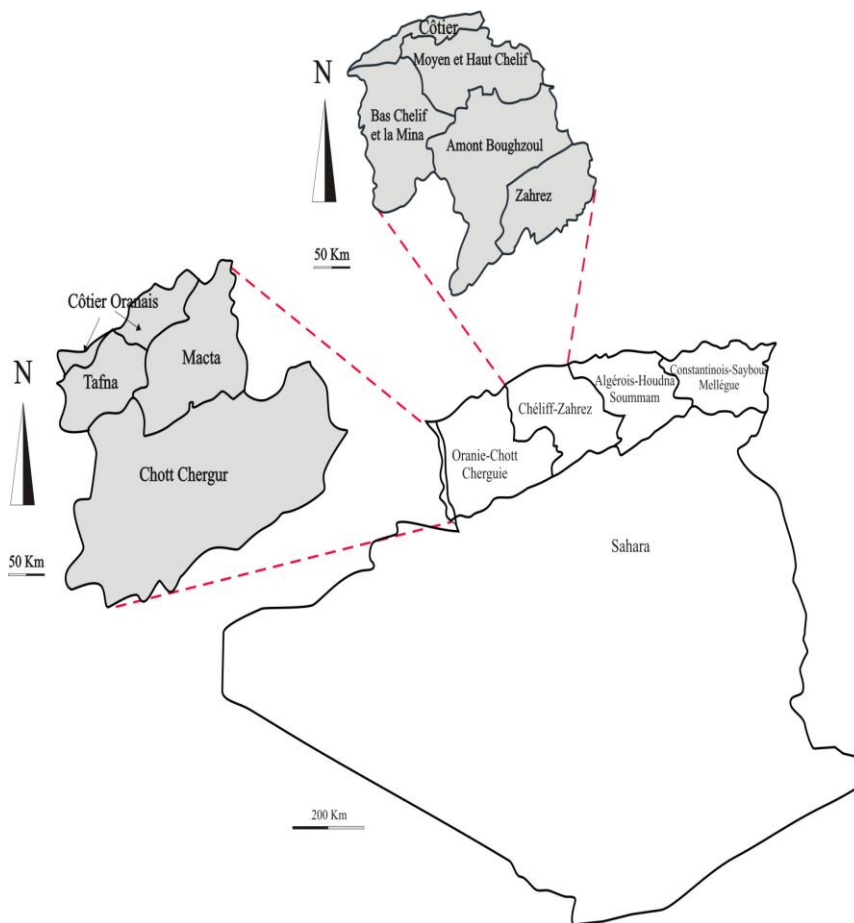


Fig. 04 : Subdivision des bassins hydrographiques  
(le bassin de Chélif-Zahrez et le bassin de l’Oranie-Chott Cherguie).

Notre étude concerne quelques oueds faisant partie des deux grands bassins hydrographiques, à savoir le Chélif – Zahrez et l’Oranie - Chott – Chergui.

### 1.1. Le bassin Chélif – Zahrez

La région hydrographique de Chélif-Zahrez est limitée au Nord par la Méditerranée, à l'Ouest par la région Oranie – Chott Chergui, à l’Est par la région Algéroise – Hoddna – Soummam et au sud par le Sahara (Fig. 04). Cette région est découpée en trois grands sous bassins versants d’après l’Agence des Bassins hydrographiques Chélif – Zahrez : le bassin Côtier du Dahra, le bassin du Chelif et le bassin de Zahrez.

La présente étude s’est concentrée sur deux secteurs dans le bassin de Chélif-Zahrez, le secteur A se localisant dans le bassin Côtier du Dahra et le secteur B dans le bassin du Chélif (Fig. 03).

### **a. Le bassin Côtier du Dahra**

Le bassin Côtier du Dahra est d'une superficie d'environ 3 202 km<sup>2</sup>. Il est situé tout à fait au Nord. Il se compose de plusieurs bassins individuels, dont l'Oued Kramis est l'un des plus importants du point de vue pluviométrique.

### **b. Le bassin du Chélif**

Le bassin du Chélif représente plus de 77 % de la superficie totale du bassin Cheliff-Zahrez. Il est limité au Nord par les monts du Dahra et au Sud par l'Atlas saharien, comprenant au Nord la vallée du Chélif, au Sud les hauts plateaux allant de Saïda à Tiaret, les plaines de Nahr Ouassel et Ain Oussera et au Centre le massif de l'Ouarensenis.

Ce même bassin est traversé par l'Oued Chélif, qui est le plus long Oued d'Algérie avec une longueur de 800 km, couvrant une superficie d'environ 56 227 km<sup>2</sup> (soit plus de 22 % de la superficie de l'Algérie du Nord). Il prend sa source dans l'Atlas saharien, près d'Aflou dans les monts du djebel Amour, pour atteindre la mer au nord de la ville de Mostaganem. L'oued Chélif est alimenté par plusieurs affluents et nappes souterraines. En période d'étiage, l'Oued est alimenté par les lâchées d'eau du barrage Ghrib situé à l'amont ou par les affluents. Le bassin de Chélif est jalonné par une succession de plaines et de plateaux peu élevés, s'étendant au pied d'un chapelet de massifs crétacés, plus ou moins continus, les Atlas, qui ont joué un rôle de frontière paléogéographique importante tout au cours de l'histoire de ce bassin (Perrodon, 1957).

## **1. 2. Le bassin de l'Oranie – Chott Chergui**

Le bassin de l'Oranie – Chott Chergui est limité au Nord par la Méditerranée, à l'Est par la région Chélif – Zahrez, à l'Ouest par le Maroc et au Sud par le Sahara (Fig. 04).

Notre étude a concerné deux secteurs dans le bassin de l'Oranie – Chott Chergui : le secteur C localisé dans les bassins Côtiers Oranais et le secteur D dans le bassin de la Tafna (Fig. 03).

### **a. Les bassins Côtiers Oranais**

Les bassins Côtiers Oranais sont représentés par la région d'Ain Témouchent, qui est traversée par l'Oued El Malah, appelé autre fois (Rio – Salado). Cet Oued descend de la chaîne du Tessala suivant la pente générale du plateau Calabrien (Perrodon, 1957), avant de se jeter en mer Méditerranée au niveau de la plage de Térğa.

### **b. Le bassin de la Tafna**

Quant au bassin de la Tafna, il s'étale sur la totalité de la wilaya de Tlemcen. Ce bassin se caractérise par des plaines qui s'étendent aux pieds des monts de Tlemcen en avant des massifs des

Traras et du Tessala. Ces plaines sont entourées de massifs aux reliefs élevés dessinant un édifice régulier formé essentiellement de terrains mésozoïques et cénozoïques (Hayane, 1983). Le bassin est parcouru par l'Oued Tafna, qui est un cours d'eau important de 170 Km de long. Cet Oued prend sa source dans les Monts de Tlemcen au Sud au niveau de la source d'Ain Taga et s'étend dans sa partie Nord jusqu'à la plage de Rachgoune en mer Méditerranée. On peut distinguer trois parties du bassin de la Tafna : la haute, la moyenne et la basse Tafna.

- la haute Tafna : l'Oued prend naissance dans la région « Ouled Ouriach » où se situe la source « Ain Taga ». Cette dernière se caractérise par Ghar Boumâaza qui est une grotte karstique humide se situant sur une colline à 4 Km de la ville de Sebdou (wilaya de Tlemcen). De cette grotte découle l'Oued Tafna, qui se caractérise par une partie souterraine. Elle a été explorée pour la première fois en 1931 par Henry Marcel, qui recherchait des réserves en eau pour la production d'énergie électrique et pour l'irrigation. De 1931 à 1959, plusieurs autres expéditions par des explorateurs ayant réussi à passer le siphon principal et parcourir une distance de 4 km atteignant une profondeur de 242 m. Les expéditions ont été reprises en 1982, 1983 et 1984 afin d'étudier la topographie, l'hydrochimie et d'autres caractères géologiques Benoit et Collignon (1987). Entre autre la haute Tafna se caractérise par un grand nombre d'affluents creusés dans des terrains jurassiques ;

- la moyenne Tafna : à partir de la région de Sidi Medjahed, l'oued pénètre dans le bassin tertiaire et dans des terrains plus ou moins argileux. Cette partie du bassin tertiaire se caractérise par de nombreux affluents. Sur la rive gauche de l'Oued Tafna, les affluents sont moins importants par rapport à la rive droite, seul l'Oued Mouillah qui prend naissance au Maroc. Cet Oued est remarquable par son parcours et son débit ;

- la basse Tafna : le cours inférieur de la Tafna s'étend depuis les gorges de Tahouaret vers le village de Pierre du Chat jusqu'à la plage de Rachgoune, sur une distance de 20 Km.

## **2. Caractère climatique du Nord Ouest Algérien**

Par sa position géographique en Afrique du Nord, l'Algérie se caractérise par un climat méditerranéen eurafricain, entre un domaine tempéré plus frais au Nord et le désert au Sud. Excepté en bordure de la mer où l'on n'observe pas un véritable climat maritime, mais c'est un climat contrasté traduisant plus d'influences continentales qu'océaniques et reflétant avant tout leur double appartenance aux franges de la zone tempérée et de la zone tropicale (Bouanani, 2004). D'après Medejerab et *al.*, (2011) le climat du Nord Algérien est caractérisé par une continentalité plus marquée compte tenu de la latitude et de la disposition Est – Ouest des reliefs qui limitent le

passage vers l'intérieur du pays des perturbations d'origine océaniques (Atlantique) et Méditerranéennes porteuses de pluie.

Le climat des régions nord-occidentales est marqué par une faiblesse et une irrégularité des précipitations. D'après Bouanani (2004) tous les auteurs qui ont étudié la pluviométrie en Algérie montrent que la répartition de la pluie subit trois influences, celle de l'altitude, les conditions topographiques de la longitude et enfin celle de l'éloignement à la mer. Ainsi, (Seltzer, 1946, *in* Bouanani, 2004) a indiqué que la répartition des pluies en Algérie obéit aux trois lois suivantes :

- la hauteur de pluie augmente avec l'altitude, mais est plus élevée sur les versants exposés aux vents humides que sur les versants sous le vent ;
- les pluies augmentent de l'Ouest à l'Est ;
- elle diminue à mesure que l'on s'éloigne du littoral.

Autrement dit, le climat d'une région donnée est lié à son caractère hydrographique et morphologique. En conséquence, les différents aspects des précipitations sont plus ou moins modifiés selon l'effet combiné des paramètres physiques d'une région (hydrographie et morphologie) et climatiques. Les précipitations et les facteurs climatiques dans leur ensemble changent dans le temps et dans l'espace, ceci influe sur la variabilité quant à l'alimentation des cours d'eau. Concernant le climat en Algérie, plusieurs facteurs sont responsables. Relevant que le relief a tendance à y augmenter de l'Ouest en Est. Les régions orientales sont les plus arrosées du pays. Tandis que, les zones occidentales sont caractérisées par des reliefs moins importants en altitude et les perturbations se trouvent piégées entre les massifs côtiers algériens et la chaîne du Rif.

De ce qui précède, il est bien visible que notre région d'étude, se situe dans la partie nord occidentale du pays et qu'elle est caractérisée par un régime climatique de type semi-aride avec un été sec et très chaud et un hiver froid, pluvieux et par fois neigeux. On peut dire aussi que ce type de climat a joué un rôle déterminant dans le bilan hydrique de la région étudiée. La pérennité d'écoulement des cours d'eau ainsi que le développement des peuplements diatomiques au niveau de ces oueds sont en relation directe avec ce climat.

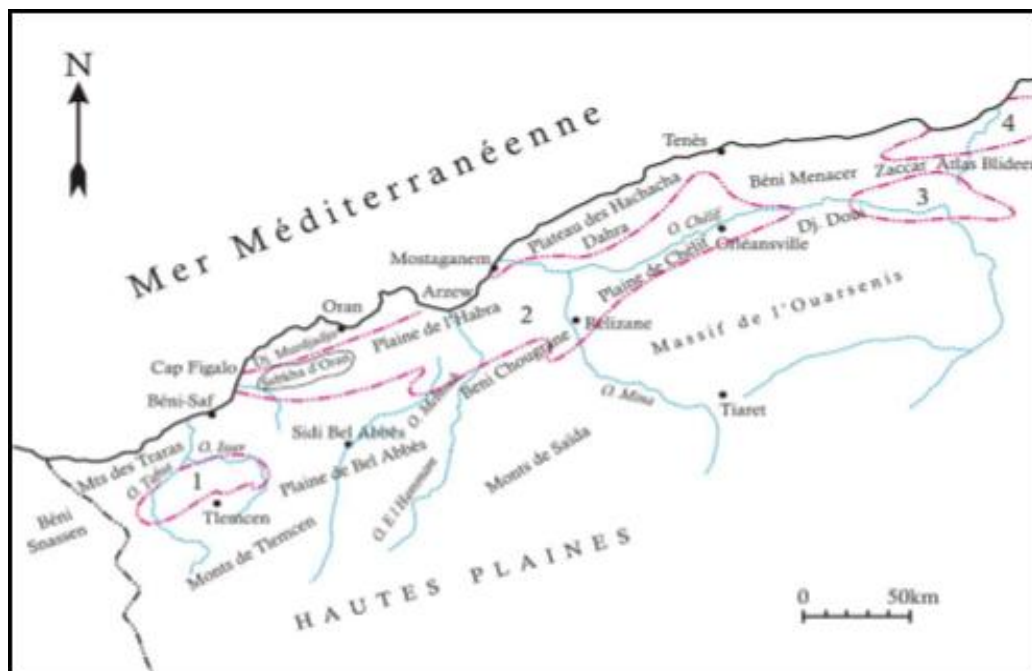
#### IV. ASPECT GÉOLOGIQUE GLOBAL

La structure actuelle du Nord de l'Algérie a subi de nombreuses phases tecto-géniques au cours du Mésozoïque et Cénozoïque. Elle se subdivise en quatre domaines du nord au sud : le domaine Tellien ; le domaine des Hautes-plaines ou Hauts-plateaux ; le domaine Atlasique et le domaine de la Plate-forme Saharienne.

Notre région d'étude s'inscrit au Nord Ouest du domaine Tellien. Ce dernier est très accidenté, se caractérisant par des nappes de charriage mises en place au cours du Tertiaire.

Dans ce chapitre, il est important de donner un aperçu sur la géologie des terrains faisant partie de notre région d'étude.

D'après (Perrodon, 1957), le Nord Ouest de l'Algérie se caractérise par quatre bassins sédimentaires Néogènes (Fig. 05).



1 : bassin de la Tafna, 2 : bassin du Bas Chelif, 3 : bassin du Moyen Chelif, 4 : bassin de la Mitidja.

**Fig. 05 :** Position géographique des bassins Néogènes Sublittoraux de l'Algérie occidentale (d'après Perrodon, 1957).

#### 1. Aperçu géologique du bassin de Chélif et des monts du Dahra

##### 1. 1. Contexte général

Deux secteurs d'étude (B et C) sont situés dans le bassin sédimentaire du Bas Chélif et s'inscrivent respectivement dans deux bassins hydrographiques (Chélif et Côtiers Oranais). Le

secteur A se localise dans les monts de Dahra et fait partie du bassin hydrographique (Côtier du Dahra).

Le bassin sédimentaire du Bas Chélif (Fig. 05) s'étend depuis la région de Chlef à l'Est jusqu'à Ain Témouchent à l'Ouest. Il a été subdivisé longitudinalement en trois parties géomorphologiques d'après Perrodon (1957) :

- une région orientale bordée par les massifs du Dahra ; des Beni Mnacer et de l'Ouarsenis ;
- une région centrale formée par les plaines de Relizane, d'El Habra et le Plateau de Mostaganem ;
- une région occidentale encadrée par les massifs d'Oran, d'Arzew, des Tessala et des Beni Chougrane.

## **1. 2. Géologie du bassin de Chélif**

Le bassin du Chélif est d'âge Mio-Plio-Quaternaire formé lors des dernières étapes de l'orogénèse alpine (Perrodon, 1957). Il se caractérise par une série marno-diatomitique tortono-messinienne et des phases compressives du Pliocène, ainsi qu'une phase compressive quaternaire entraînant la création de petits bassins allongés de direction Est-Ouest et le rétrécissement Nord Sud du bassin du bas Chélif (Meghraoui, 1982 ; Belhadji, 2021). Le bassin du Bas Chélif est constitué par un substratum allochtone d'âge Crétacé à Oligocène d'après (Delteil, 1974) sur lequel repose une couverture néogène (Perrodon, 1957). Le Tortonien est représenté par une série essentiellement marneuse (Belkebir et *al.*, 2008). Au centre du bassin, ces dépôts succèdent, en continuité, aux marnes bleues du Miocène « inférieur » (S. N. Repal, 1952 ; Belhadji, 2021). Leur partie sommitale passe, localement dans les Beni Chougrane et les Tessala, à des calcaires argilo-gréseux ou à des grès et des marnes (Belkebir et *al.*, 2002). Par ailleurs, le Messinien est représenté essentiellement par des marnes, des diatomites, des carbonates et des gypses. Le Pliocène est caractérisé par des marnes blanches. Ces dernières sont bien développées dans les zones axiales du bassin et passent latéralement à des marnes sableuses ou à des marnes à passées gréseuses (Rouchy, 1982).

Généralement, le bassin du Bas Chélif (Algérie) se caractérise par les dépôts messiniens subdivisés sur les bordures nord et sud du bassin (plate-forme) d'après (Saint Martin et *al.*, 1992 ; Cornée et *al.*, 1994) en unités pré récifale, récifale et post récifale. Quant à Rouchy (1982) subdivise ces terrains en formations infra-évaporitiques, évaporitiques et post-évaporitiques. Par



ailleurs, les dépôts du Pliocène inférieur sont largement répandus dans le bassin du Bas Chélif d'après (Perrodon, 1957 ; Mazzola, 1971 ; Rouchy, 1982 ; Thomas, 1985 ; Neurdin-Trescartes, 1992).

### **1. 3. Géologie des monts Dahra**

Les monts Dahra résultent du plissement des dépôts du Néogène du bassin du Bas-Chélif au cours du Pléistocène formant des reliefs et un matériel néogène. Cette zone montagneuse particulièrement développée à l'Est vient s'accoler au massif crétacé du Dahra pour former un même ensemble orographique dont l'altitude ne dépasse guère les 664 m (BNEDER, 1996 ; *in* Zaoui, 2015). On y distingue d'après les observations de BNEDER (Bureau Nationale d'études pour le Développement Rurale), la série suivante : à la base, des brèches aux blocs anguleux ; argiles rouges et blanches, Grés et conglomérats à fossiles marins ; marnes bleues légèrement sableuses ; marnes bariolées avec prédominance d'éléments rouges recouvertes de grés de base du Miocène supérieur. Les piedmonts du Dahra sont constitués d'un ensemble recouvert d'un manteau grés-sableux d'épaisseur variable. Ce manteau gréseux provient de la désagrégation des grés pliocènes (Calabrien et Astien) d'après (Zaoui, 2015).

### **1. 4. Géologie des bassins Côtiers Oranais**

Les bassins Côtiers Oranais se situent au Nord du domaine atlasique oranais, le substratum primaire affleure largement en formant le cœur des Traras et de la chaîne de Fellaoucene. Il est constitué essentiellement de séries carbonatées et grésopélitiques qui ont subi une tectogénèse hercynienne. Cette série a été observée au niveau du bassin versant de l'oued El-Malah.

Un substratum ancien et essentiellement post-tectonique induré par une granitisation se localise à Nedroma (Fenet, 1975).

Une Phase compressive alpine allant d'Est en Ouest (d'Arzew jusqu'à Beni-Saf). Ceci provoque des encrassements ferrugineux épais et comprend deux phases successives :

**a) Phase lutétienne** : ou (première phase alpine) résultant du premier affrontement entre les marges de "la plaque d'Alboran" et "la plaque Africaine" au Lutétien. De cette phase résulte les phénomènes tectoniques du Miocène, en particulier épi-métamorphisme des massifs littoraux à schistosité.

**b) Phase miocène :** ou (deuxième phase alpine) est responsable d'un nouveau épi-métamorphisme et de la compression apparaisse la schistosité des massifs littoraux. Elle est d'âge Aquitano-Burdigalien (Fenet, 1975) et se subdivise en deux phases de plissements :

**b1)** la première phase de plissement "Unité d'El Maleh" entraîne une schistosité en plis couchés dans les zones profondes comme le synclinal d'Aghlal et le Djebel Sidi Kassem. Les calcaires sont déformés par écoulement. Cette phase est accompagnée de failles inverses provoquant l'écaillage et le chevauchement de l'allochtone vers le Sud ;

**b2)** la deuxième phase de plissement se caractérise par une schistosité de fracture due à la première phase. Dans le même temps et pendant le Miocène, intervient un chevauchement des formations allochtones par glissement des parties externes, c'est des contacts anormaux. Ces nappes charriées comprennent trois unités telliennes qui caractérisent les monts de Sebaa Chioukh: l'unité de Chouala, l'unité sénonienne, et l'unité oligo-miocène (Baba Hamed, 2006).

Le Miocène Synchro-nappe occupe une place importante au Sud d'Aïn Temouchent et se développe également vers l'Est dans le Tessala. Une phase transgressive alpine c'est la transgression du deuxième cycle post-nappe pendant le Néogène où s'emboîtent les différentes unités charriées du Nord vers le Sud.

La Néotectonique est la clôture de la mise en place des ensembles alpins dans l'Oranie, elle est marquée par un volcanisme acide plio-Quaternaire (Guardia, 1975), c'est une tectonique récente représentée en deux phases (Tectonique du Messinien et Tectonique du Plio-Quaternaire).

## **2. Aperçu géologique du bassin de la Tafna**

Notre dernier secteur d'étude (D) fait partie du bassin hydrographique de la Tafna, où s'inscrit le bassin sédimentaire de la Tafna (Fig. 05). Il y a lieu de préciser que les limites des bassins sédimentaires ne coïncident pas forcément avec celles des bassins hydrographiques.

### **2. 1. Contexte géologique du bassin de la Tafna**

D'après la thèse de (Chaumont, 1965 ; *in* ; Khaldi, 2005) la géologie du bassin versant de la Tafna présente trois formations géologiques :

- la région nord se caractérisant par les massifs montagneux des monts des Beni-Snassen et des Traras. Ces montagnes sont constituées de formations d'âge jurassique moyen et inférieur se prolongeant sous les puissantes assises marneuses du Miocène à faciès tantôt argileux calcaire marneux ou encore grés-marneux comme au centre de l'Isser ;

- la région sud est constituée par les massifs calcaires des monts de Tlemcen, qui matérialisent par des dépôts carbonatés du Jurassique supérieur (calcaire et grés) avec deux rides anticlinales SW-NE, sensiblement parallèles, formées à l'Ouest par les djebels d'Ain-el-Hout et Hadid, à l'Est par les djebels Talet et Abiod ;

- le centre est constitué par la dépression inter-montagneuse de la région de la plaine des Amgals et de Maghnia causée par les dépôts marins du Miocène supérieur et inférieur ainsi que des alluvions de sable et de gravier.

## **CHAPITRE II :**

# **MATÉRIEL ET MÉTHODOLOGIE**

## I. INTRODUCTION

Les phénomènes environnementaux contrôlent et influencent les interactions entre les espèces dans une communauté. Autrement dit, les organismes vivants sont exposés à un ensemble de substances actives qui affectent différemment les individus en communauté. Ceci a incité les scientifiques pour l'étude de la qualité biologique des cours d'eau.

Depuis plusieurs années et plus précisément en 1971, de nombreux cours d'eau européens sont contrôlés par les agences européennes de l'eau du point de vue de leur qualité biologique à l'aide des bioindicateurs. D'après Lagadic et *al.*, 1997, les auteurs (Guelorget et Perthuisot, 1984) définissent les bioindicateurs comme « des espèces ou groupes d'espèces, qui par leur présence et/ou leur abondance, sont significatifs d'une ou plusieurs propriétés de l'écosystème dont ils font partie ». Les diatomées font partie de ces bioindicateurs et sont les plus utilisées parmi les algues. Elles ont la particularité de posséder un squelette siliceux « frustule » et peuvent mesurer quelques micromètres à plus de 500  $\mu\text{m}$ . Étant considérées, comme les algues les plus sensibles aux conditions environnementales (réaction aux pollutions organiques, salines, acides et thermiques), elles ont été choisies comme bioindicateurs. Les diatomées sont des algues microscopiques unicellulaires présentes dans tous les milieux aquatiques (eaux douces, salées et saumâtres, courantes, stagnantes ou intermittentes), se caractérisant par une diversité exceptionnelle.

Les méthodes de diagnostic de la qualité des eaux des rivières utilisant les diatomées ont été essentiellement utilisées dans le cadre des réseaux de suivi, en complément des autres analyses (physico-chimie, micropolluants, macro-invertébrés, poissons etc.). En outre l'exploitation de ces données a confirmé la pertinence de cet indicateur (diatomée), traduisant une bonne corrélation avec les autres modes de diagnostic. Toute en étant une méthode légère et peu coûteuse, elle permet un diagnostic de bassin-versant rapide et fiable avec une densité géographique importante de stations. L'étude réalisée par la Direction de l'Environnement en Lorraine (Rimet et *al.*, 2006) sur le bassin houiller lorrain en est un exemple.

Pour la réalisation de notre étude, la méthodologie du CEMAGREF (Afnor, 2000. Norme Française NF T 90-354) a été adoptée. Ceci consiste à l'échantillonnage, la préparation des lames, la détermination taxonomique, les inventaires diatomiques et l'évaluation de la qualité des cours d'eau.

### 1. Historique des travaux internationaux

Depuis les plus anciens travaux comme : Fritsch et *al.*, 1929 ; Butcher (1947) ; Patrick (1945 ; 1959) ; Patrick et *al.*, (1961) ; Patrick et *al.*, (1963) ; Zelinka et Marvan (1961) ; Lange-Bertalot (1979) ; Lange-Bertalot et *al.*, 1989 sur les indices diatomiques, d'autres scientifiques se sont intéressés à la biosurveillance des cours d'eau par les diatomées.

De nos jours, d'autres études (Kelly et *al.*, 1995 ; Lowe, 1996 ; Wang et *al.*, 2005 ; Taylor et *al.*, 2007 ; Poter et *al.*, 2008 ; Kelly et *al.*, 2007) considèrent les diatomées comme un outil de choix pour l'évaluation de la qualité des milieux en s'appuyant sur l'autoécologie des espèces diatomiques. Ceci à cause de leur sensibilité spécifique aux paramètres environnementaux.

Les travaux ont débutés par un long recensement des diatomées des cours d'eau français, européens et même tropicaux. L'analyse mathématique de ces bases de connaissances aboutit à la mise au point d'un Indice Biologique Global, de l'Indice Biologique Diatomée (IBD) ainsi que de guide d'identification diatomée.

D'autre part, les premiers travaux ayant conduit à la mise au point de l'Indice Biologique Diatomée (IBD) ont démarré en 1994 avec la constitution d'une base de données biologiques et chimiques. Les données biologiques (inventaires diatomiques) ont été extraites de la base de données du CEMAGREF. 1332 inventaires réalisés entre 1977 et 1994, correspondant à 949 stations du Réseau National de Bassins français ont été retenus. Ces inventaires correspondaient à 1028 espèces et variétés distinctes. Une des premières opérations a consisté à réduire le nombre de taxons. Cette opération a suscité ce qui suit :

- regrouper des espèces difficilement discernables entre elles en taxons appariés. Ce sont des formes infraspécifiques (variétés, formes, morphotypes) ou d'espèces morphologiquement très proches, mais d'écologies différentes nommées taxons associés ;
- élimination des espèces considérées comme rares.

Pour la méthode statistique retenue étant basée sur les profils écologiques, il a été estimé nécessaire de disposer d'une trentaine de relevés pour pouvoir établir un profil interprétable. Tous les taxons appariés présentant une abondance inférieure à 2,6 % (taxons appariés présents dans moins de 35 inventaires sur les 1332 inventaires du jeu de données complet) ont été éliminés. Il en résulte au final un jeu de 209 taxons appariés. À 57 d'entre eux ont été rattachés

73 taxons morphologiquement proches (taxons associés). Les autres taxons appariés ne sont constitués que d'une seule espèce (pour chacun).

Au cours des quatre années de mise au point de l'IBD, la taxonomie a beaucoup évolué et des mises à jour ont été réalisées. Il a fallu, en effet, tenir compte de toutes les synonymies anciennes et récentes des taxons appariés et associés susceptibles d'être saisies par les utilisateurs. En conséquence, le calcul de l'IBD implique la prise en compte d'un nombre de taxons bien supérieur à 209 taxons appariés. Certains taxons "complexes" tels que *Cymbella minuta* (CMIN) ou *Gomphonema pumillum* (GPUM) voire certains genres comme *Navícula*, *Achnanthes*, *Fraguaria*, *Encyonema-Cymbella* ont fait l'objet de nombreuses révisions dues à des auteurs anglo-saxons et allemands qui proposent des nomenclatures différentes.

Indépendamment du critère de validation de ces révisions, se pose le problème du choix des taxons. Le libre choix est donc laissé à l'utilisateur, le programme de calcul Omnidia v.3 reconnaissant toutes les synonymies. Dans le cas contraire (macro-commande Excel), l'utilisateur devra tout particulièrement veiller au regroupement en taxons appariés avant de procéder à la saisie des inventaires et au calcul de l'indice.

Ce sont donc au total plus de 600 taxons qui participent au calcul de l'IBD : 209 taxons appariés, 78 taxons associés avec leurs synonymies.

A titre d'exemple, l'espèce *Cymbella minuta* (CMIN) retenue dans l'IBD comporte aujourd'hui au moins 6 taxons différents non distingués lors de la mise au point de cet indice. Le nom de genre a changé et l'espèce est devenue *Encyonema minutum* (ENMI). Ce taxon est ré-décrit de manière beaucoup plus restrictive, mais l'ancienne dénomination dans son acceptation la plus large, recouvre aujourd'hui (dans le cadre de l'application de l'IBD) divers taxons voisins décrits récemment par Krammer en, 1997 : *Encyonema lange-bertalotii*, *E. ventricosum*, *E. perminutum*, *E. subminutum*, *E. fogedii*, *E. brevicapitatum*, *E. obscurum*, *E. kluebsii*. La distinction n'ayant pas été faite lors de la mise au point de l'indice, il faudra donc pour le calcul de l'IBD, les inclure comme "synonymes" récents de l'ENMI ou comme taxons associés. L'utilisateur ne devra donc pas être surpris de ne pas retrouver les taxons qu'il a saisis compte tenu de l'abondance des synonymies anciennes et récentes qui concernent à la fois les 209 taxons appariés et les 78 taxons associés.

La Directive Cadre Européenne sur l'Eau et les agents de la direction régionale de l'environnement de l'aménagement et du logement Rhône-Alpes (DREAL) des bureaux d'étude ont été amenés à utiliser de plus en plus les diatomées comme bioindicateurs pour l'évaluation de la qualité des eaux courantes. Ceci a nécessité l'élaboration d'un premier guide

méthodologique sur l'Indice Biologique Diatomées en 2000 par les Agences de l'Eau afin de faciliter l'identification des principales espèces de diatomées présentes en France.

En 2006 les auteurs (Rimet, Heudre, Matte et Mazuer) ont étudié les diatomées des cours d'eau de la région de Lorrains, en utilisant les indices IBD et IPS. Ceci a nécessité l'exploitation d'une base de données diatomées (744 échantillons) associée à des mesures physico-chimiques. Le calcul des indices diatomiques IBD et IPS est basé sur l'écologie des taxons de diatomées et notamment leur sensibilité au degré de pollution.

En 2008, les Universités Canadiennes (Université du Québec à Trois-Rivières et l'Université Trent) ont accompli une vaste étude sur les diatomées des rivières de l'Est du Canada pour la réalisation d'un Guide d'identification Diatomées (Lavoie et *al.*, 2008). Pour cela, 600 échantillons ont été prélevés dans 100 rivières dans les régions du Québec, de l'Ontario, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard.

En 2013, l'Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes a été élaboré regroupant six tomes (Bey et *al.*, 2013) après le recueil d'information et le suivi de la qualité des eaux superficielles sur les bassins hydrographiques de la région (Rhône-Méditerranée et Loire-Bretagne). Pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées (IBD), développé pour être adapté au suivi des réseaux de surveillance dans les années 1990, normalisé en 2000 (NF T90-354), puis révisé en 2007. Donc, après plusieurs années de travail, l'ouvrage ainsi achevé totalise plus de 500 taxons illustrés, incluant une description des différentes espèces, un aperçu de leur autécologie et une carte de leur distribution régionale.

En 2018, l'Atlas des diatomées réalisé par (Peters et Luc, 2017 ; 2018) sur le territoire de bourguignon qui s'étend sur trois bassins versants de morphologie et géologie bien distinctes, les espèces rencontrées y sont fortement diversifiées. La systématique des diatomées étant très délicate, cet ouvrage a également pour but d'être une aide à la détermination. L'ouvrage contribue à plus grande échelle pour la connaissance des diatomées d'eaux douces des cours d'eau et vient en supplément des atlas déjà réalisés : Alpes-Maritimes et région Provence-Alpes-Côte d'Azur en 2010, région Rhônes Alpes en 2013, région Languedoc-Roussillon en 2013, région Ile de France en 2014 et enfin régions Bretagne et Pays de la Loire en 2015.

Il est à noter que l'Europe et l'Amérique du Nord ont enregistré plus de travaux sur les diatomées actuelles par rapport au peu d'études réalisées sur le même sujet en Afrique.



## 2. Historique des travaux nationaux

En Algérie, on a enregistré les premiers travaux sur la flore diatomique par Montagne (1846), Ehrenberg (1854) et les travaux de Baudrimont (1974).

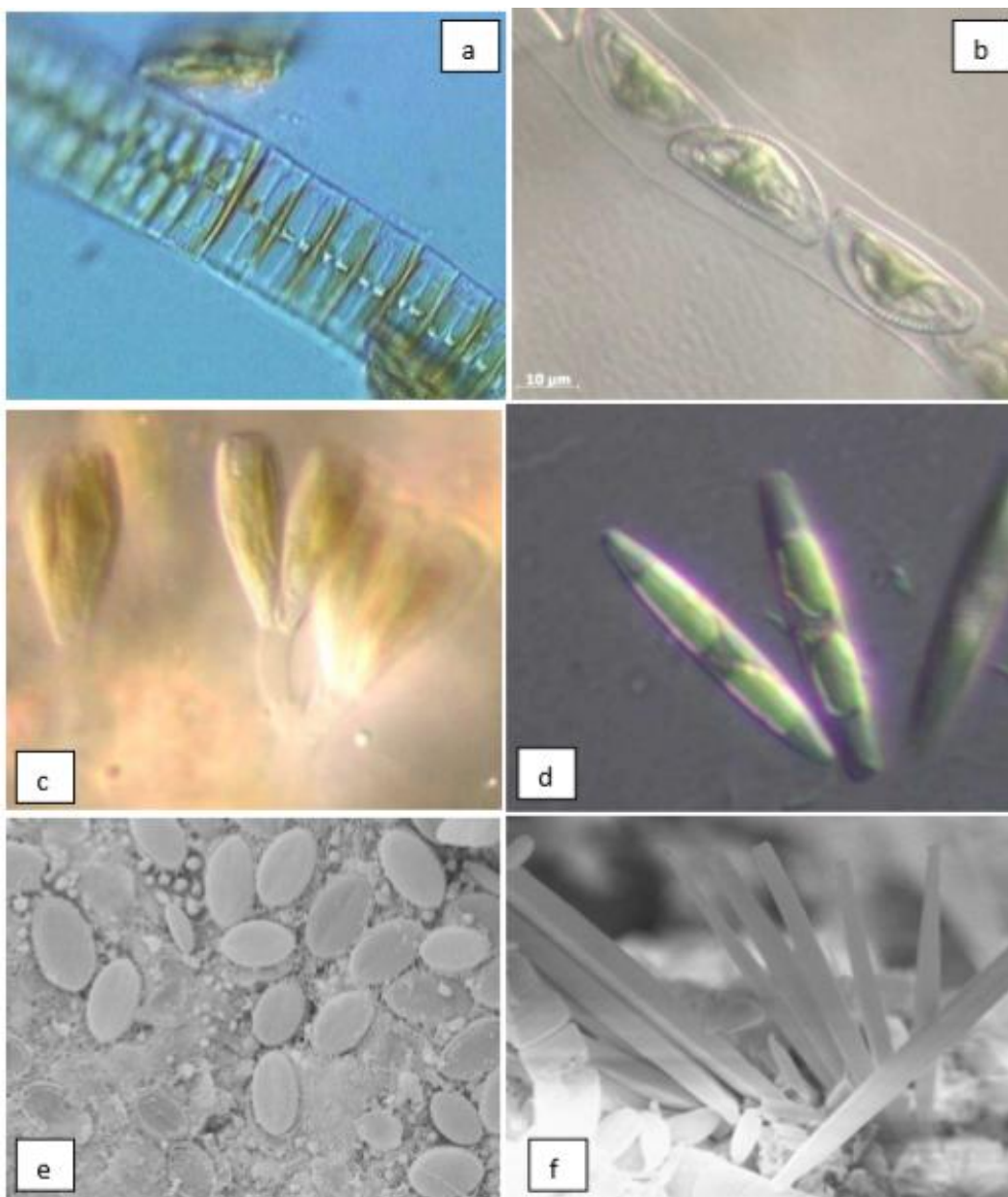
Les plus récentes études sur les diatomées actuelles ont été menées par les auteurs suivants : Al-Asadi et *al.*, (2006) ; Lange-Bertalot et *al.*, (2009) ; Chaïb et *al.*, 2011; Chaïb & Tison-Rosebery (2012) ; Nehar et *al.*, (2009) ; Nehar et *al.*, (2014) ; Nehar et *al.*, (2015) ; Nehar (2016) ; El Haouati et *al.*, (2015) ; Bezzeghoud & Mansour (2012 ; 2013 ; 2014 ; 2016 ; 2017 ; 2019 et 2021).

## II. DÉFINITION DE L'INDICE BIOLOGIQUE DIATOMÉE

L'Indice Biologique Diatomées (IBD) est une méthode d'analyse permettant d'évaluer la qualité biologique de l'eau d'un cours d'eau par l'étude des diatomées benthiques lacustres. Elle s'applique sur l'ensemble des cours d'eau à l'exception des zones naturellement salées comme les estuaires. Les prélèvements sont réalisés en fonction des conditions hydrologiques ainsi que la nature des supports.

Les diatomées se caractérisent par une paroi siliceuse, tel un squelette appelé frustule, permettant leur identification jusqu'à l'espèce.

Les cellules de ces organismes vivent libres dans l'eau ou forment des colonies rubanées, étoilées ou filamenteuses, évoluant dans une matrice biologique appelée biofilm (Fig. 06). Elles sont fortement influencées par le pH, les nutriments (surtout l'azote et le phosphore), la présence des matières organiques et l'oxygénation des eaux.



a. Une colonie en ruban avec la forme (*Fragilaria capucina var. vaucheriae*) ; b. Des tubules muqueux avec l'espèce (*Encyonema minutum*) ; c. Des tiges avec la forme (*Gomphonema sp.*) ; d. Diatomées rapides, telles que (*Nitzschia palea*) ; e. Des diatomées prosternées ou bien posées sur le substrat (*Cocconeis placentula var. euglypta*) ; f. Une rosace d'*Ulnaria*.

**Fig. 06** : Planche photo montrant les diatomées en forme vivante d'après (Rimet, 2012).

La méthode se base sur la connaissance de l'écologie des espèces et leurs abondances relatives, pour définir le niveau moyen de la qualité d'un cours d'eau (Lagadic et al., 1997).

L'Indice Biologique Diatomée (IBD - normalisé AFNOR NF T 90-354, décembre 2007) est utilisé en même temps que l'Indice de Polluo-Sensibilité (IPS) pour l'étude des diatomées

benthiques. L'IBD traduit plus particulièrement le niveau de pollution organique (saprobie) et trophique (nutriments : azote, phosphore). Il est susceptible d'être impacté par la contamination de toxiques (micro-polluants minéraux ou synthétiques).

### 1. Composition d'un cortège diatomique

La composition d'un cortège de diatomées est en fonction des points suivants ; la charge en matières organiques du cours d'eau, appelée aussi la saprobie. Cette dernière est l'ensemble des propriétés physiologiques d'un organisme conditionnant sa capacité à se développer dans un système pollué par la matière organique d'après le « Guide d'identification des diatomées de rivières de l'Est du Canada » d'après (Lavoie et al., 2008). La saprobie, semblable à l'eutrophisation qui est un système basé sur l'observation suivante : une rivière ayant un flot lent et constant et recevant une forte quantité de déchets montre des zones distinctes de diminution de la pollution (zone polysaprobe, zone alpha-méso/polysaprobe, zone alpha-mesosaprobe, zone beta-mesosaprobe et zone oligosaprobe) d'après (Lavoie et al., 2008). Ceci reflète le progrès de l'auto-purification. Quant, la pollution excède la capacité d'auto-purification, l'eau accumule les polluants et le processus de dégradation commence, entraînant une diminution rapide de la diversité et de la productivité. Chaque zone est caractérisée par un contenu particulier d'oxygène, de substances organiques, de produits de décomposition septique et de produits de minéralisation d'après (Lavoie et al., 2008).

- la classification de la saprobité d'après Van Dam et al., (1994) est résumée dans (Tab. 01) ;

Classification des diatomées selon la Saprobie		
Saprobité	Saturation O2 (mg/l)	DBO5 (mg/l)
Oligosaprobe (oxydation complétée)	> 85	< 2
Beta – méso-saprobe	70 – 85	2 – 4
Alpha – méso-saprobe	25 – 70	4 – 13
Alpha – méso/polysaprobe	10 – 25	13 – 22
Polysaprobe (processus de réduction)	< 10	> 22

**Tab. 01** : Classification des diatomées selon la saprobie (Van Dam et al., 1994)

- les conditions trophiques (Tab. 02) d'après (Lavoie et *al.*, 2008) ;

Classes (Éléments minéraux)	Condition trophique (Enrichissement)
Oligotraphentique	Très faible à faible
Oligomesotraphentique	Faible à moyen
Mésotraphentique	Moyen
Méso-eutraphentique	Moyen à élevé
Eutraphentique	Élevé
Hypereutraphentique	Très élevé
Oligo à Hypereutraphentique	Indifférent

**Tab. 02 :** Classification des diatomées selon les conditions trophiques (Lavoie et *al.*, 2008)

- la classification des diatomées selon la température (Tab. 03) également d'après (Lavoie et *al.*, 2008) ;

	Classes	Gradient de température
1.	Oligotherme	0 à 15 °C
2.	Mésotherme	15 à 30 °C
3.	Eutherme	30 °C et plus
4.	Sténotherme	< 15 °C     Δ
5.	Méthatherme	= 5 à 15 °C     Δ
6.	Eurytherme	> 15°C

**Tab. 03 :** Classification des diatomées selon leur gradient optimal de température (Lavoie et *al.*, 2008)

- la classification des diatomées selon le pH (Tab. 04) d'après (Van Dam et *al.*, 1994) ;

	Classes	Gradient de pH
1.	Acidobiontique	Optimal lorsque le pH < 5,5
2.	Acidophile	Généralement lorsque le pH < 7
3.	Circumneutre	Généralement lorsque le pH ~ 7
4.	Alkalibiontique	Exclusivement lorsque le pH > 7
5.	Indifférente	Sans optimum apparent

**Tab. 04 :** Classification des diatomées selon leur gradient optimal de pH (Van Dam et al., 1994)

- la classification des diatomées selon la salinité (Tab. 05) d'après (Lavoie et al., 2008) ;

	Classes d'eaux	Salinité (‰)
1.	Douce	< 0,2
2.	Douce à légèrement saumâtre	< 0,9
3.	Saumâtre – douce	0,9 - 1,8
4.	Saumâtre	1,8 - 9,0

**Tab. 05 :** Classification des diatomées selon leur préférence à la salinité (Lavoie et al., 2008)

- la classification des diatomées selon le taux d'oxygénation de l'eau (Tab. 06) d'après (Van Dam et al., 1994) ;

	Classes d'oxygénation	Oxygénation (Taux de saturation)
1.	Elevée	100%
2.	Forte	75%
3.	Modérée	50%
4.	Basse	30%
5.	Très basse	10%

**Tab. 06 :** Classification des diatomées selon le taux d'oxygénation de l'eau  
(Van Dam et al., 1994)

- la classification des diatomées selon la vitesse du courant (Tab. 07) d'après (Lavoie et al., 2008) ;

	Classes	Caractéristiques du courant
1.	Rhéobionte	Exclusivement eaux à fort courant
2.	Rhéophile	Préférence eaux à fort courant
3.	Indifférente	Indifférentes
4.	Limniophile	Préférence eaux calmes

**Tab. 07 :** Classification des diatomées selon leur préférence de vitesse de courant (Lavoie et *al.*, 2008).

Cependant, les cours d'eau se caractérisent par d'autres paramètres environnementaux tels que, l'ombrage, la nature géologique, la présence d'évènements soudains (crues, pollutions aiguës)...etc.

## 2. Type de diatomée concernée par l'analyse de l'IBD

Les méthodes appliquées en France pour les eaux courantes superficielles sont essentiellement basées sur les diatomées fixées sur des supports (diatomées benthiques), qui permettent d'établir un diagnostic sur la qualité de l'eau ayant coulé sur ces mêmes supports échantillonnés durant toute la période précédant le prélèvement. En conséquence, ceci permet l'intégration de la variabilité environnementale sur plusieurs mois et non pas au seul instant du prélèvement.

## 3. Milieux concernés par l'IBD

L'IBD a été conçu pour une application à l'ensemble des cours d'eau, à l'exception des zones naturellement salées, notamment les parties estuariennes, les diatomées caractéristiques des milieux saumâtres étant en effet considérées comme indicatrices de pollution saline pour le calcul de l'IBD.

## 4. Choix du site et du faciès

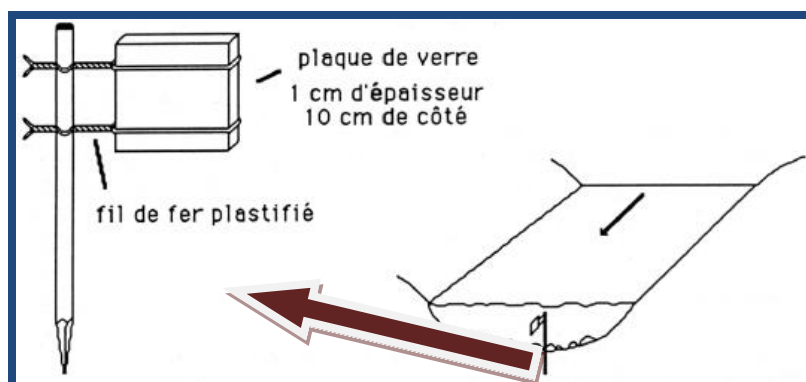
Pour choisir les sites d'échantillonnage, il est recommandé de suivre les notions suivantes :

- on doit choisir des endroits accessibles dont les cours d'eau sont de faible profondeur avec un prélèvement au centre du lit majeur, tout en s'éloignant de la rive pour éviter toute sorte de rejets ;
- il ne faut pas échantillonner près des couverts forestiers ou les zones ombragées ;

- il est préférable d'effectuer les prélèvements dans les faciès lotiques (caractérisés par la vitesse du courant). Ceci limite l'effet de dérive ou dépôt des algues microscopiques. Le prélèvement en faciès lotique est donc conseillé, tandis que les milieux lenticules (se caractérisant par un courant à vitesse lente) ne seront prospectés que par défaut.

### 5. Nature des substrats à échantillonner

Un seul échantillon est récolté par station, quel que soit le nombre de supports prospectés. L'échantillonnage ne doit être réalisé que sur un seul type de support : support dur naturel ; support dur artificiel (Fig. 07), montrant un exemple de support artificiel ; substrat artificiel introduit dans le milieu ou bien support végétal.



**Fig. 07 :** Dispositif expérimental pour la récolte de diatomées en l'absence de substrat caillouteux naturel (également utilisable pour l'étude de la productivité primaire) d'après Fabri & Leclercq (1984).

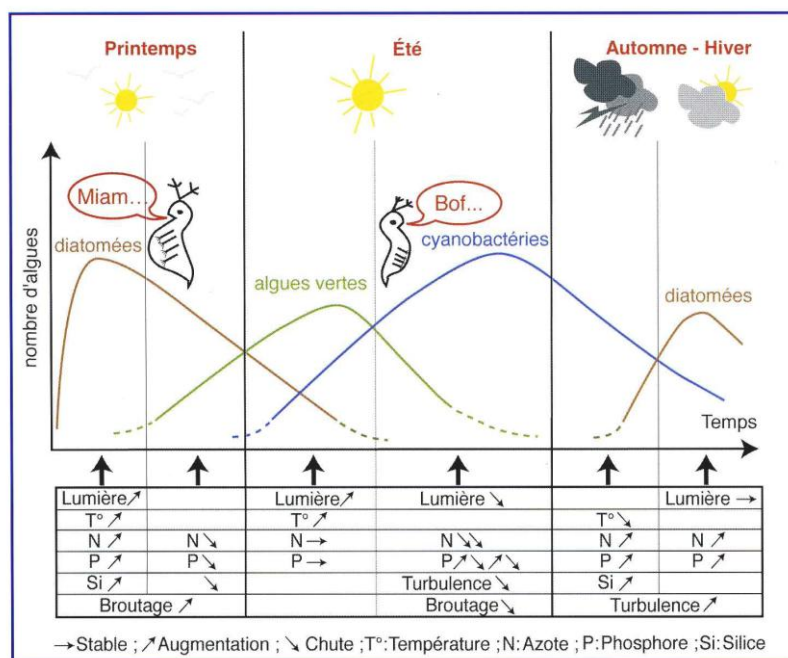
### 6. Outils de prélèvement

Pour les substrats durs susceptibles d'être extraits hors de l'eau comme les galets, on utilise les brosses à dents ou des lames (couteaux, scalpels, cutters) et même les appareils de prélèvement par aspiration tels que l'échantillonneur mis au point par Descy (1976). Dans tous les cas de figure, les outils utilisés dans l'échantillonnage devront être nettoyés pour éviter les contaminations. Pour les végétaux immergés aux formes flottantes, un appareil de type râteau permet la récupération des diatomées, qui sont récoltées par expression des végétaux, dans une première pression permettant d'évacuer l'eau et dans une seconde pression plus importante permettant d'obtenir un liquide vert à marron contenant des diatomées. Pour les parois verticales peu accessibles (palplanches, piliers de ponts...), un racloir muni d'un manche télescopique est

recommandé. Ce raclor peut être équipé d'un filet pour retenir la pellicule de matériel algal gratté en présence de courant.

### 7. Période d'échantillonnage

En Europe, les prélèvements réalisés entre les mois de Mai et Octobre offraient la meilleure adéquation avec les caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Fig. 08). Les communautés hivernales sont en effet très homogènes et peu diversifiées sous ce climat et le prélèvement en période de hautes eaux ou de crues peut s'avérer délicat. La réalisation d'études spécifiques peut cependant conduire à faire plusieurs campagnes. En général, les prélèvements auront lieu 15 jours après des crues de faible intensité (ou des étiages de courtes durées) ou 4 semaines après des crues ayant entraîné un remaniement des supports (ou un étiage sévère). Ceci pour permettre aux diatomées de recoloniser les substrats et développer des peuplements en équilibre avec les caractéristiques chimiques et physiques du milieu.



**Fig. 08** : Représentation schématique de l'évolution saisonnière des peuplements algaux (Leitão et Couté 2005 ; in Debenest, 2007)

### 8. Calcul de l'IBD

Les principaux indices biologiques utilisés en France et en Europe sont l'Indice de Polluo-Sensibilité (IPS) et l'Indice Biologique Diatomées (IBD) par (Prygiel et al., 1996 ; Sabater, 2000) pour l'estimation de la qualité globale des cours d'eau. De ces deux indices mis au point au CEMAGREF de Bordeaux, seul l'IBD est normalisé (NF T90-354, 2000) d'après



(Coste, 1982 ; Lenoir et *al.*, 1995). Bien, que cette méthode s'appuie sur l'étude des diatomées benthiques où les diatomées planctoniques ne sont pas comptées, mises à part les espèces (*Melosira varians* et *Cyclotella meneghiniana*) qui sont également présentes dans les communautés benthiques et qui sont incluses dans le calcul.

Le calcul de cet indice s'appuie sur sept (07) classes de qualité des eaux définies par rapport à sept (07) paramètres physico-chimiques (pH, Conductivité, % de saturation en O<sub>2</sub>, DBO<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> et PO<sub>4</sub>). Pour chaque espèce, un profil écologique a ensuite été calculé à partir d'un jeu de données qui intègre les abondances de 658 taxons et des données de physico-chimie. Chaque histogramme de la représentation graphique de ce profil représente la probabilité de présence calculée de l'espèce pour la classe de qualité déterminée. On a deux étapes de calcul :

Au premier temps, à partir de cette structure de l'indice, la probabilité de présence (Pr) est multipliée par l'abondance (A) de l'espèce considérée dans un échantillon prélevé sur le terrain. Un facteur (v), propre à l'espèce, est ajouté à ce produit. En effet, chacune des espèces présentes dans un échantillon n'apporte pas la même information concernant l'état du milieu aquatique. Un nouveau profil est alors calculé par espèce en prenant en compte le produit  $A*Pr*v$  pour chacune des classes de qualité ;

Dans un deuxième temps, à partir des nouveaux profils calculés pour l'ensemble des espèces présentes, un profil écologique moyen est obtenu pour l'échantillon. Le calcul du barycentre de ce profil fournit une note de qualité des eaux sur sept (07) qui est ensuite ramenée sur 20.

### **9. Buts de l'application de l'IBD**

La méthode d'étude de l'Indice Biologique Diatomées « IBD » peut être appliquée en vue de plusieurs points :

- l'évaluation de la qualité biologique d'une station bien définie ou étude ponctuelle ;
- le suivi de l'évolution temporelle de la qualité biologique d'une station (saisonnnière ou pluriannuelle) ;
- suivre l'évolution spatiale de la qualité biologique d'un cours d'eau (comparaison entre l'amont et l'aval) ;
- évaluer les conséquences d'une perturbation sur le milieu par la comparaison entre l'amont et l'aval d'un rejet.

### III. MÉTHODES D'ÉTUDE DES DIATOMÉES D'APRÈS QUELQUES AUTEURS

#### 1. Méthode d'étude d'après GOLD CAROLINE 2002

Gold (2002) a développé une démarche méthodologique pour l'évaluation des effets d'un type de pollution particulier «la pollution métallique» sur la structure des communautés de diatomées périphytiques, en simplifiant les conditions au regard de la physico-chimie des milieux des facteurs biotiques et des modalités de la contamination. Cette simplification résulte de la réduction du nombre des paramètres par rapport au contexte naturel, et/ou du contrôle et de la régulation de certains paramètres. Ces derniers sont croissants par rapport à la complexité du milieu naturel. Cet auteur a réalisé les méthodes suivantes ;

- une étude multispécifique au niveau des communautés de diatomées, dans les conditions complexes du milieu naturel, puis dans les conditions simplifiées du laboratoire ;
- une étude monospécifique au niveau des populations cultivées en milieu contrôlé.

La confrontation des résultats de ces différentes approches permet d'appréhender les effets des facteurs étudiés et d'évaluer leur importance relative dans les conditions complexes du milieu naturel, ainsi que de fournir des éléments de réponse à deux questions essentielles:

- Les communautés de diatomées périphytiques peuvent-elles représenter des indicateurs biologiques pertinents de la pollution métallique ?
- Les études en laboratoire, menées dans des conditions simplifiées, constituent-elles de bons outils méthodologiques pour aider à l'interprétation des résultats très complexes obtenus in situ ?

Les différentes expériences, réalisées sur le terrain et en laboratoire pour évaluer les effets de la pollution métallique au niveau des communautés de diatomées périphytiques, reposent sur des critères d'analyse identiques : quantitativement (densité totale des diatomées) et qualitativement (composition spécifique, richesse spécifique et diversité des communautés). Toutes les expériences ont été menées en conditions automnales. Cette saison (l'automne) apparaît comme favorable au développement des diatomées généralement dominantes au sein du périphyton des rivières, alors que les algues vertes sont moins représentées (Whitton, 1980 ; McIntire *et al.*, 1996).

### **1.1. Utilisation de substrats artificiels**

Au cours des différentes expériences, le périphyton a été échantillonné sur des substrats artificiels en verre, introduits dans la colonne d'eau des canaux artificiels de terrain ou de laboratoire, ou directement dans le cours d'eau au niveau des stations de terrain. On note aussi que l'utilisation de substrats artificiels présente de nombreux avantages par rapport à l'échantillonnage sur substrats naturels. En effet, ils permettent de collecter des communautés représentatives du passé récent du milieu et d'homogénéiser la nature des substrats entre les différentes stations étudiées. Ils permettent également de réaliser une approche comparative quantitative, puisque toutes les communautés échantillonnées ont connu une période de colonisation identique sur des substrats de surface identique. Les substrats en verre sont couramment utilisés, aussi bien en milieu naturel (Webe and McFarland, 1981 ; Roch *et al.*, 1985 ; Kaufman, 1982 ; Ivorra *et al.*, 1999) qu'en laboratoire (Péres, 1996 ; Péres *et al.*, 1995 ; 1997 ; Ivorra *et al.*, 2000a). Le choix des substrats en verre présente donc l'avantage de permettre la comparaison de nos résultats avec ceux de nombreuses autres études. Il permet également d'échantillonner le périphyton sur une surface facile à racler, constante et inerte, réduisant la variabilité entre les échantillons (Meir *et al.*, 1983). Une adaptation de la dimension des substrats artificiels a été mise en œuvre, aux protocoles choisis et à la taille des systèmes expérimentaux. On utilise des lames de verre de (30 x 6 cm) pour le terrain et des lames type "lame de microscope" de (7,6 x 2,6 cm) pour les canaux de laboratoire. À chaque temps d'échantillonnage du périphyton (avec une périodicité d'une semaine ou deux de colonisation, suivant les protocoles). Les substrats artificiels ont été prélevés au niveau de chaque système expérimental et Immédiatement après leur prélèvement, ces substrats ont été raclés à l'aide d'une lame de cutter ou de rasoir, rincés avec de l'eau et les biofilms périphytiques récupérés à leur surface ont été rassemblés en un seul échantillon, dans un récipient en polypropylène.

#### **1.1.1. Analyse quantitative des diatomées prélevées sur un substrat artificiel**

La densité totale des communautés diatomiques développées sur les substrats artificiels a été estimée à partir des échantillons de périphyton formolés, en microscopie photonique, au grossissement x 200 (microscope Olympus BH-2 ou photomicroscope Leica DMRB). L'énumération des algues a été réalisée au moyen d'une cellule de comptage de type cellule de Nageotte, divisée en 40 champs rectangulaires de 0,5 mm de profondeur et de 1,25 L de volume chacun. Après homogénéisation aux ultrasons des échantillons de périphyton (5 minutes ou plus selon la densité de l'échantillon), une partie aliquote (100 L) a été déposée sur la cellule de Nageotte et les diatomées contenues dans 10 champs répartis sur toute la largeur de la cellule ont

été dénombrées. Pour chaque échantillon de périphyton, 3 prélèvements aliquotes successifs ont été réalisés et le dénombrement des cellules a donc été effectué dans 30 champs au total. La densité des diatomées sur les substrats, en nombre de cellules par cm<sup>2</sup>, a été estimée par la formule :

$$[A / (30 \times 1,25) \times V] / S$$

À = nombre total de cellules dénombrées dans l'ensemble des 30 champs

30 = nombre total de champs comptés

1,25 = volume d'un champ (L)

V = volume initial de l'échantillon formolé de périphyton (L)

S = surface totale des lames de verre raclées pour former l'échantillon de périphyton (cm<sup>2</sup>)

### 1.2. Collecte sur substrats naturels

Au cours des premières études de terrain, parallèlement à l'utilisation de substrats artificiels, des communautés de diatomées périphytiques ont été échantillonnées directement sur des substrats naturels (galets) prélevés dans un cours d'eau au niveau de chaque station d'étude, en suivant les mêmes procédures d'échantillonnage que pour les substrats artificiels. L'échantillonnage de substrats naturels ne permet pas de réaliser d'analyse comparative quantitative des communautés de diatomées, mais l'analyse qualitative permettra de comparer la composition taxonomique des communautés naturelles avec celle des communautés développées sur les substrats artificiels.

### 1.3. Résultat de l'étude

D'après Gold (2002) la similarité globale des résultats obtenus en conditions semi-contrôlées, dans les canaux et en conditions non contrôlées, au niveau des communautés naturelles, démontre que les variations naturelles de vitesse de courant, de nature des substrats de colonisation et d'éclairement qui ont pu exister entre les stations d'étude n'ont influencé que de façon mineure la structure des communautés périphytiques naturelles. Elles ne sont, donc, pas les principales causes des grandes différences structurales observées le long du gradient de pollution.

**2. Méthode d'étude (DI-CH) ou indice suisse d'après Hürlimann et Niederhauser, 2007**

Cette étude fait partie du système modulaire gradué publié par l'OFEV en 2007. Elle permet d'apprécier l'état des rivières au niveau R (région) à l'aide de l'abondance et de la répartition des diatomées. Le but est de caractériser l'état biologique des rivières à l'aide de l'Indice Suisse des Diatomées (DI-CH). Les techniques d'échantillonnage s'appuient sur les recommandations de Kelly et *al.*, (1998), qui ont été élaborées pour les diatomées en relation avec l'appréciation de la qualité des cours d'eau d'Europe. L'indice des diatomées est calculé selon la formule (1) suivante :

$$DI-CH = \frac{\sum_{i=1}^n D_i G_i H_i}{\sum_{i=1}^n G_i H_i} \dots\dots\dots (1)$$

- DI-CH : indice suisse des diatomées (Diatomées Indice Suisse, second étalonnage)
- Di : valeur de classement du taxon i sur la base de sa préférence autoécologique (valeur indicatrice D)
- Gi : facteur de pondération du taxon i
- Hi : fréquence relative du taxon en pour cent (= nombre de valves recensées du taxon divisé par le nombre total de valves de l'échantillon étudié) n nombre de taxons dans l'échantillon.
- n : nombre de taxons dans l'échantillon.

Les valeurs de classement des taxons (Di) attribués à partir de leur préférence autoécologique et les facteurs de pondération (Gi) figurent dans l'annexe A1 (Hürlimann et Niederhauser, 2007).

L'appréciation de l'état de santé des stations étudiées et la présentation graphique s'effectuent selon le système modulaire gradué à l'aide de cinq classes d'état.

**3. Méthode d'étude intitulée Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC)**

Dans le but de réaliser un Guide d'Identification Diatomées des rivières de l'Est du Canada, l'Université du Québec à Trois-Rivières et l'Université Trent ont entrepris en 2002 une vaste étude sur les diatomées des rivières de l'Est du Canada. Ceci a nécessité le prélèvement de 600 échantillons dans 100 rivières au printemps et à l'automne 2002 et 2003. Les régions concernées étaient les cours d'eau du Québec, de l'Ontario, du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et de l'Île-du-Prince-Édouard. La première partie du Guide Diatomées des rivières de l'Est du Canada, présente quelques notions sur la morphologie et l'écologie des

diatomées, les techniques d'échantillonnage, de traitement et d'analyse. La seconde partie comporte un guide d'initiation à la taxonomie des diatomées avec 68 planches contenant 2000 photographies.

L'index présente la liste des 540 taxons de diatomées répertoriés dans le périphyton des rivières de l'Est du Canada. Pour le calcul de l'Indice Diatomées de l'Est du Canada (IDEC), les comptages doivent être saisis dans un fichier MS Excel qui peut être téléchargé sur le site Internet de l'Université du Québec à Trois-Rivières (<[www. uqtr.ca/geo/idec](http://www.uqtr.ca/geo/idec)>). Ce fichier contient également les instructions et une macro permettant le calcul de l'IDEC. Le Tableau ci-dessous présente les classes de l'IDEC et les interprétations qui y sont associées (Tab. 08).

État écologique	IDEC	Cote et couleur	Interprétation
Très bon état	81-100	A Bleu	La communauté de diatomées correspond aux conditions de référence (non perturbées). Il s'agit de la communauté type propre aux conditions de pH neutre ou légèrement acide (IDEC-neutre) ou aux conditions alcalines (IDEC-alcalin). Il n'y a pas ou très peu d'altérations d'origine humaine. Les concentrations en nutriments et la pollution organique étaient très faibles au cours des semaines précédentes.
Bon état	61-80	B Vert	Il y a de légères modifications dans la composition et l'abondance des espèces de diatomées par rapport aux communautés de référence. Ces changements signifient de faibles niveaux d'altération résultant de l'activité humaine. Les concentrations en nutriments et la pollution organique étaient faibles au cours des semaines précédentes.
État moyen	41-60	C Jaune	La composition de la communauté de diatomées diffère modérément de la communauté de référence et est sensiblement plus perturbée que celles cotées en bon état. Les valeurs montrent des signes modérés d'altération résultant de l'activité humaine. Il y eut, au cours des semaines précédentes, des épisodes où les concentrations en nutriments et/ou la pollution organique étaient élevées.
Mauvais état	21-40	D Orange	La communauté de diatomées est sérieusement altérée par l'activité humaine. Les espèces sensibles à la pollution sont absentes. Il y eut, au cours des semaines précédentes, des épisodes fréquents où les concentrations en nutriments et/ou la pollution organique étaient élevées.
Très mauvais état	0-20	E Rouge	La communauté est parmi les communautés de diatomées les plus dégradées des rivières du Québec. Elle est très affectée par les activités humaines. Elle est exclusivement composée d'espèces très tolérantes à la pollution. Les concentrations en nutriments et/ou la pollution organique étaient constamment élevées au cours des semaines précédentes.

**Tab. 08 :** Les classes d'IDEC et leurs interprétations d'après le Guide d'Identification des Diatomées des rivières de l'Est du Canada (Lavoie et *al.*, 2008).

## IV. MATÉRIEL ET MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

La méthode utilisée dans notre travail est celle adoptée par le CEMAGREF (Afnor, 2000. Norme Française NF T 90-354). Une fois le choix des stations a été arrêté, la réalisation de la présente étude a comporté plusieurs phases successives (Fig. 09). Le prélèvement des échantillons a été particulièrement très difficile, du fait que les oueds en Algérie ne sont pas tous à écoulement permanent pendant toute l'année. Ceci est justifié par le caractère climatologique et géomorphologique des reliefs de notre pays, qui sont très différents de ceux de l'Europe.

### 1. Prélèvements

La méthodologie d'échantillonnage est inspirée de la norme AFNOR (T90-354) relative à la collecte, préparation des lames ainsi que pour les comptages des inventaires diatomiques. Les échantillons analysés ont été prélevés en 2012, 2013, 2014 et 2016 à travers différents sites et localités (Fig. 09).

- on a procédé à la récolte des diatomées benthiques par brossage de la face supérieure de substrats durs (galets) immergés en courant rapide, on utilisant une brosse à dents de Nylon ou par essorage sur substrats végétaux. Dans tous les cas, les échantillons ont été placés dans un pilulier, fixés à l'aide de formol à 10 % et conservés à l'abri de la lumière (Fig. 09);

- quelques échantillons d'eau des Oueds étudiés ont été analysés au Laboratoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques d'Oran (ANRH). En parallèle, des mesures instantanées (in-situ) de température, pH, conductivité et oxygène dissous ont été effectuées à l'aide d'appareils de mesures physico-chimiques de terrain.

### 2. Analyse des diatomées au laboratoire

L'analyse au laboratoire comporte plusieurs étapes (Fig. 09) :

- Chaque prélèvement est traité à l'eau oxygénée (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) pour détruire la matière organique présente dans les frustules des diatomées ;
- Ensuite, l'échantillon est traité à l'acide chlorhydrique (HCl) pour l'élimination des carbonates ;
- après plusieurs rinçages à l'eau distillée, l'échantillon est monté entre lame et lamelle pour la détermination et le comptage des diatomées sous microscope optique ;
- 400 diatomées sont identifiées et comptées par lame (échantillon), en utilisant le microscope optique à grossissement  $\times 1000$ . Le montage des lames; la détermination et le comptage des diatomées au microscope a suscité l'utilisation des ouvrages les plus récents de la

Süßwasserflora (Krammer & Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, 1991b) et (Lange-Bertalot, 2004) ;

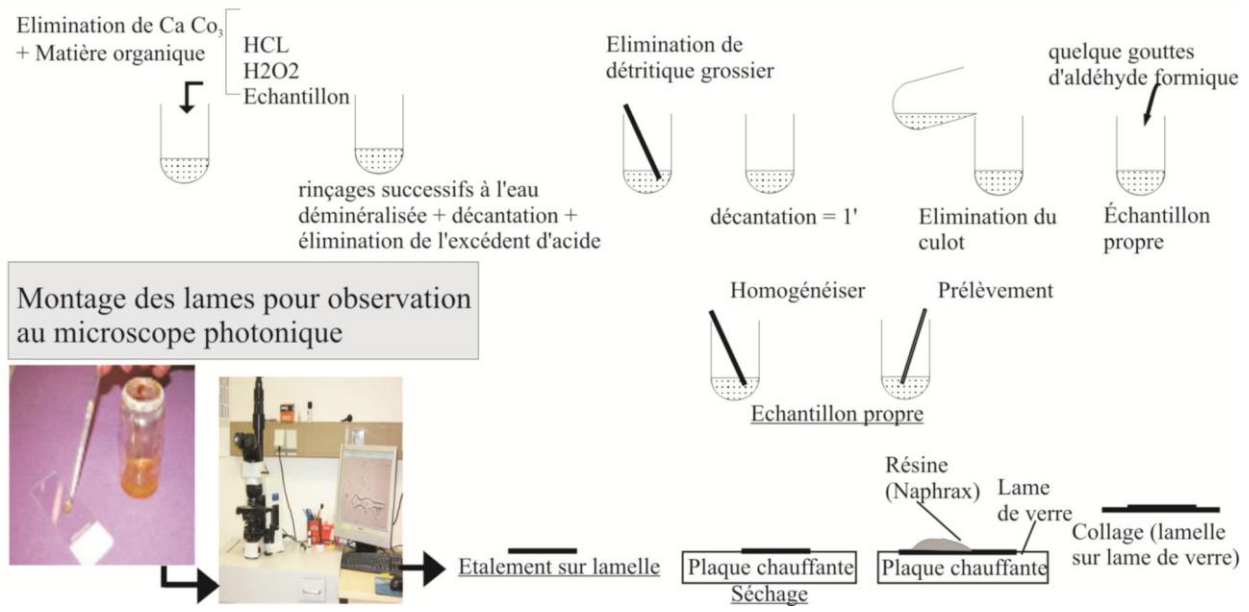
- l'expression des résultats, tel que la systématique adoptée dans ce travail est celle proposée par (Round et *al.*, 1990 ; Lange-Bertalot, 2000). L'inventaire diatomique a permis de dresser une liste des taxons recensés et de mettre à jour leur synonymie selon la taxonomie la plus actuelle grâce au logiciel OMNIDIA v.3 (Lecointe et *al.*, 1993) ;
- les espèces remarquables ont fait l'objet de planches photographiques réalisées sur photomicroscope.





- Photos de quelques secteurs :**
1. Oued Chelif;
  2. Oued Yeghbel;
  3. Barrage de Kramis;
  4. Oued El Malah;
  5. Oued Tafna;
  - 6 et 9 Aine Taga;
  - 7 et 8 Oued Térça ;
  10. Barrage de Beni Bahdel
  11. Oued Tafna (Remchi)
  12. Barrage de Boughrara

Traitement physico-chimique des échantillons (Gardette, 1979; Gersonde, 1980 ; in Mansour, 2004)



**Fig. 09 :** Méthodologie d'étude (échantillonnage, traitement physico-chimique, montage des lames et étude au microscope)

## V. APPLICABILITÉ ET CALCUL DE L'IBD

Les principaux indices biologiques utilisés en France et en Europe sont : l'Indice de Polluo-Sensibilité (IPS) et l'Indice Biologique Diatomées (IBD) par (Prygiel et *al.*, 1996; Sabater, 2000) pour l'estimation de la qualité globale des cours d'eau. De ces deux indices mis au point au Cemagref de Bordeaux, seul l'IBD est normalisé (NF T90-354, 2000) d'après (Coste, 1982; Lenoir et *al.*, 1995). Ils s'appuient sur l'étude des diatomées benthiques où les espèces planctoniques ne sont pas comptées, mises à part *Melosira varians* et *Cyclotella meneghiniana* qui sont également présentes dans les communautés benthiques et qui sont incluses dans le calcul.

Le calcul de cet indice s'appuie sur 7 classes de qualité des eaux définies par rapport à 7 paramètres physico-chimiques (pH, Conductivité, % de saturation en O<sub>2</sub>, DBO<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> et PO<sub>4</sub>).

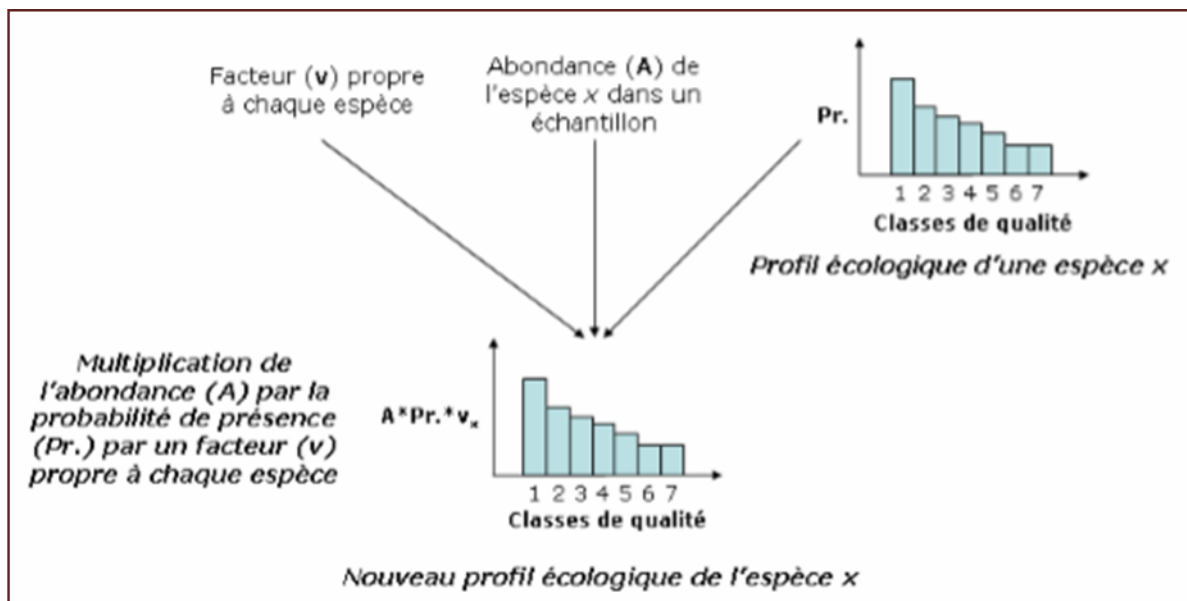
Pour chaque espèce, un profil écologique a ensuite été calculé à partir d'un jeu de données qui intègre les abondances de 658 taxa et des données de physico-chimie. Chaque histogramme de la représentation graphique de ce profil représente la probabilité de présence calculée de l'espèce pour la classe de qualité déterminée.

Il y a deux étapes de calcul (Fig. 10) :

Au premier temps, à partir de cette structure de l'indice, la probabilité de présence (Pr) est multipliée par l'abondance (A) de l'espèce considérée dans un échantillon prélevé sur le terrain. Un facteur (v), propre à l'espèce, est ajouté à ce produit. En effet, chacune des espèces présentes dans un échantillon n'apporte pas la même information concernant l'état du milieu aquatique. Un nouveau profil est alors calculé par espèce en prenant en compte le produit  $A \cdot Pr \cdot v$  pour chacune des classes de qualité ;

Dans un deuxième temps, à partir des nouveaux profils calculés pour l'ensemble des espèces présentes, un profil écologique moyen est obtenu pour l'échantillon. Le calcul du barycentre de ce profil fournit une note de qualité des eaux sur sept (07) qui est ensuite ramenée sur 20.

**Première étape de calcul**



**Deuxième étape de calcul**

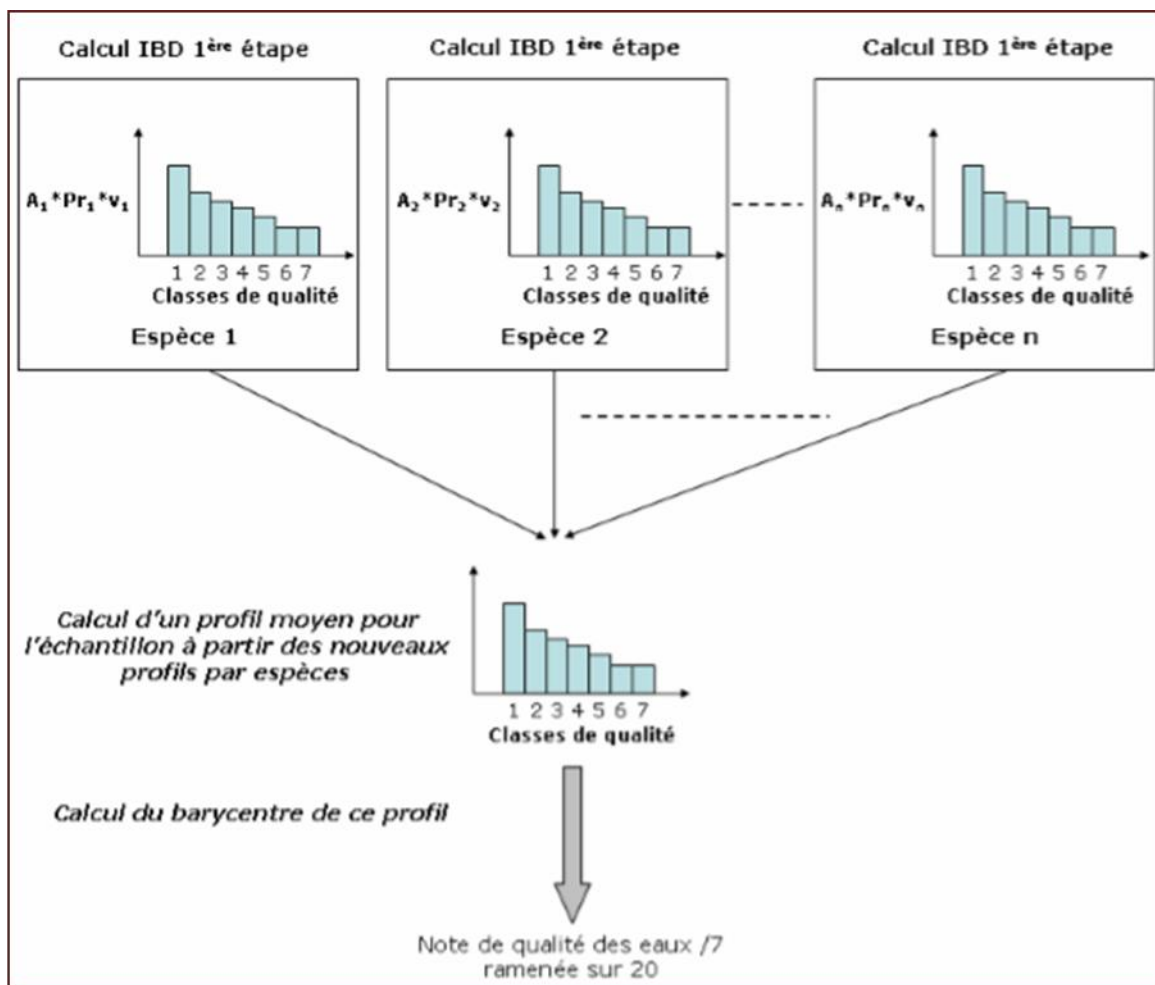
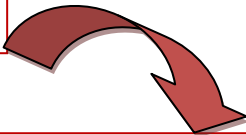


Fig. 10 : Représentation schématique du calcul de l'IBD d'après (Debenest, 2007).

Calculer, en ‰, l'abondance  $A_x$  de chaque taxon. Calculer ensuite la fréquence pondérée d'un taxon fictif représentatif du peuplement étudié pour chacune des sept classes de qualité d'eau  $i$  selon la formule (1) suivante :

$$F(i) = \frac{\sum_{X=1}^n A_X \times P_X(i) \times v_X}{\sum_{X=1}^n A_X \times v_X}$$



$A_x$  est l'abondance du taxon  $X$  exprimé en pour mille (‰) ;  
 $P_X(i)$  est la probabilité de présence du taxon  $X$  pour la classe de qualité d'eau  $i$ .  
 $P_X(i)$  est fourni par l'annexe A ;  
 $v_X$  est la valeur indicatrice du taxon  $X$  et est fourni par l'annexe A ;  
 $n$  est le nombre de taxons retenus.

Sept valeurs de  $F(i)$  sont ainsi calculées.

Calculer ensuite B (valeur intermédiaire) selon la formule (2) suivante :

$$B = 1 \times F(1) + 2 \times F(2) + 3 \times F(3) + 4 \times F(4) + 5 \times F(5) + 6 \times F(6) + 7 \times F(7)$$

Selon la valeur de B obtenue, déterminer ensuite la valeur de l'IBD en utilisant le Tableau 09, en exprimant la valeur de l'IBD avec une décimale.

Valeur de B	Inférieure ou égale à 2	Comprise entre 2 et 6	Supérieure ou égale à 6
Valeur de l'IBD	1,0	$(4,75 \times B) - 8,5$	20,0

**Tab. 09 :** Détermination de la valeur de l'IBD

L'IBD intègre la pollution globale des cours d'eau, l'accent est mis surtout sur les matières organiques oxydables et la salinité, mais le niveau trophique est également pris en compte. L'IBD fait la moyenne de ces trois types de pollution.

Le calcul de l'IPS est basé sur la formule de Zelinka et Marvan (1961) :

$$ID = \sum A_j \cdot v_i \cdot s_j / \sum A_j \cdot v_j$$

Où :

-  $A_j$  : abondance relative de l'espèce  $j$ ,

- $s_j$  : polluosensibilité de l'espèce  $j$ , varie entre 1 (taxon fortement résistant à la pollution) et 5 (taxon très sensible à la pollution),
- $v_j$  : valeur indicatrice de l'espèce ou degré de sténocécie, varie entre 1 (faible poids écologique, taxon ayant une grande amplitude écologique donc euryèce) et 3 (fort poids écologique, taxon ayant une faible amplitude écologique donc sténoèce).

Ces données sont traitées par un logiciel informatique qui nous donne un indice sur 20. Des couleurs ont été associées aux valeurs de l'IBD selon un tableau, auxquelles on peut associer les qualités de l'eau. Ces notes permettent par la suite d'obtenir des cartes de la qualité biologique des cours d'eau étudiés. Il s'exprime par une note allant de 0 à 20, plus la note est élevée, meilleure est la qualité biologique du milieu.

Le tableau ainsi que les cartes de la qualité biologique des cours d'eau sont développés dans le chapitre IV.

**CHAPITRE III :**

**INVENTAIRE DIATOMIQUE  
ET BIODIVERSITÉ**

## I. INTRODUCTION

Les Diatomées, appelées aussi Bacillariophycées sont des algues brunes unicellulaires à frustules siliceux. D'après (Kooistra et Medlin, 1996 ; *in* Bottin, 2012) les diatomées semblent s'être particulièrement diversifiées à la suite de la crise du Permien-Trias grâce aux nombreuses niches laissées libres dans les océans, puis pendant le Jurassique, colonisant divers milieux et substrats. Ces micro-organismes vivent en solitaires ou constituent des colonies sous forme de chaînettes, rubans ou étoiles dans les milieux marins, lagunaires et d'eaux douces. Chaque espèce de diatomée possède une ornementation particulière, qui permet l'identification du taxon, par l'observation microscopique. Ce sont des producteurs primaires, constituant ainsi un rôle majeur à la base des écosystèmes aquatiques, avec une contribution à environ le quart de la production primaire globale de la planète et à 43 % de la production primaire des océans (Treguer et *al.*, 1995 ; *in* Lavoie et *al.*, 2008).

Dans ce chapitre deux volets sont traités, dont le premier est l'inventaire taxonomique des diatomées déterminées dans les quatre secteurs étudiés, ainsi que leurs caractères écologiques, le second représente l'étude de la biodiversité diatomique dans chaque bassin hydrographique.

## II. LES DIATOMÉES LACUSTRES

Grâce à leurs aptitudes à coloniser divers milieux aquatiques mêmes les plus hostiles et leur faculté au diagnostic de la pollution hydrologique, les diatomées lacustres occupent une place particulière en algologie, limnologie et paléolimnologie. Elles sont également utilisées en association avec les pollens pour reconstituer les conditions climatiques et les caractéristiques hydrologiques des milieux à travers le temps. Par conséquent, elles constituent dans les sédiments lacustres, des témoins précieux d'un passé récent et aussi plus ancien à l'échelle géologique.

### 1. Caractères généraux

#### 1. 1. Cellule

La cellule d'une diatomée est composée d'un noyau contenant des nucléoles, entouré d'une masse cytoplasmique (Fig. 11). Des plastes se disposent autour du noyau, parmi lesquels s'individualisent des organites photosensibles appelés chromatophores, dont la couleur varie du jaune au brun en fonction de la nature des pigments. Ces chromatophores renferment de la chlorophylle a et c ainsi que du  $\beta$ -carotène. Le métabolisme de la cellule produit principalement des gouttelettes lipidiques et de nombreuses substances mucilagineuses.



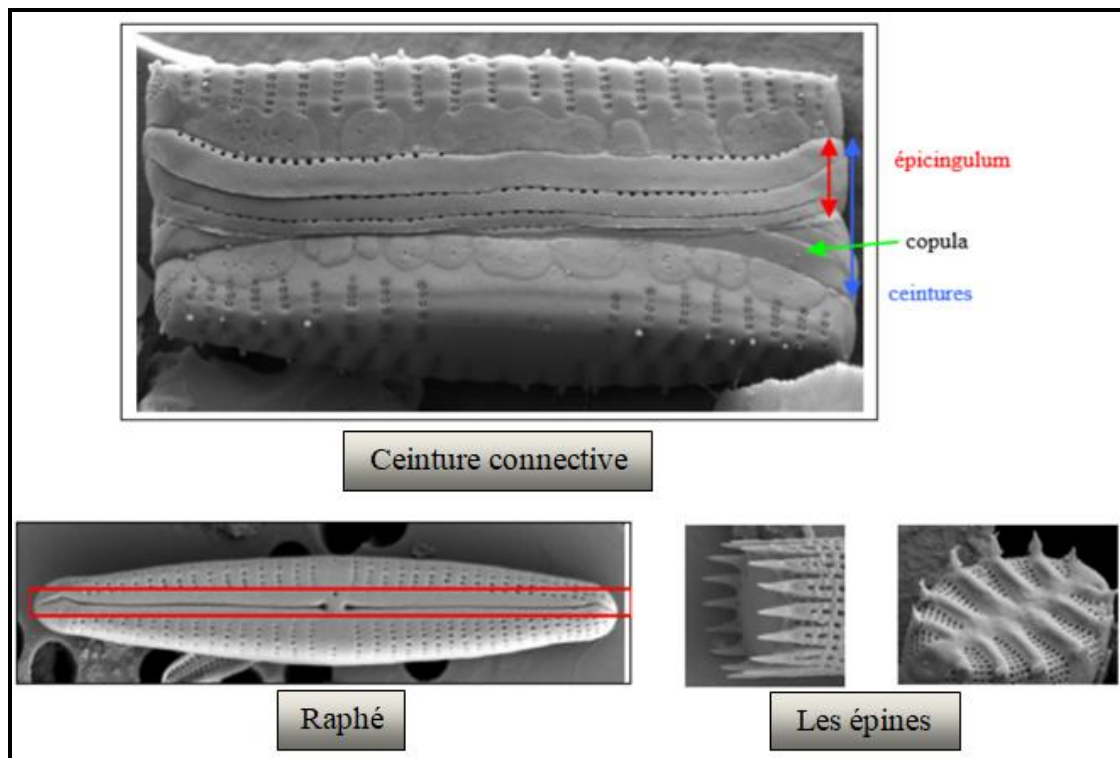
**Fig. 11 :** Photo de l'espèce *Cymbella tumida* (photo prise de la culture Thonon Collection : matériel vivant) d'après Rimet, 2012.

### 1. 2. Frustule

La cellule possède une particularité d'être enveloppée d'un exo-squelette siliceux (test siliceux), appelé aussi frustule. Ce dernier comprend deux parties (valves) distinctes, inégales et agencées en une minuscule boîte. La partie supérieure étant plus grande est appelée épithèque tandis que la partie inférieure est appelée hypothèque. Sur chacune de ces deux thèques, on distingue une partie faciale ou valvaire (respectivement épivalve et hypovalve) et des parties latérales (bandes connectives) emboîtées, formant la ceinture connective ou cingulum (Fig. 12). Par ailleurs, le frustule se distingue par les caractéristiques suivantes :

- les pores qui donnent l'accès aux nutriments d'être échangés entre l'environnement et la cellule et aux mucilages à être secret ;
- le raphé, qui est une fente longitudinale permettant aux diatomées de se déplacer en adhérant aux substrats ;
- les épines, qui permettent de connecter les diatomées entre elles pour former des colonies, ou pour que les taxons solitaires puissent être soutenus dans le plancton.





**Fig. 12** : Photos prises par microscopes électroniques à balayage (MEB) des diatomées, d'après Peeters & Ector (2017).

### 1. 3. Classification

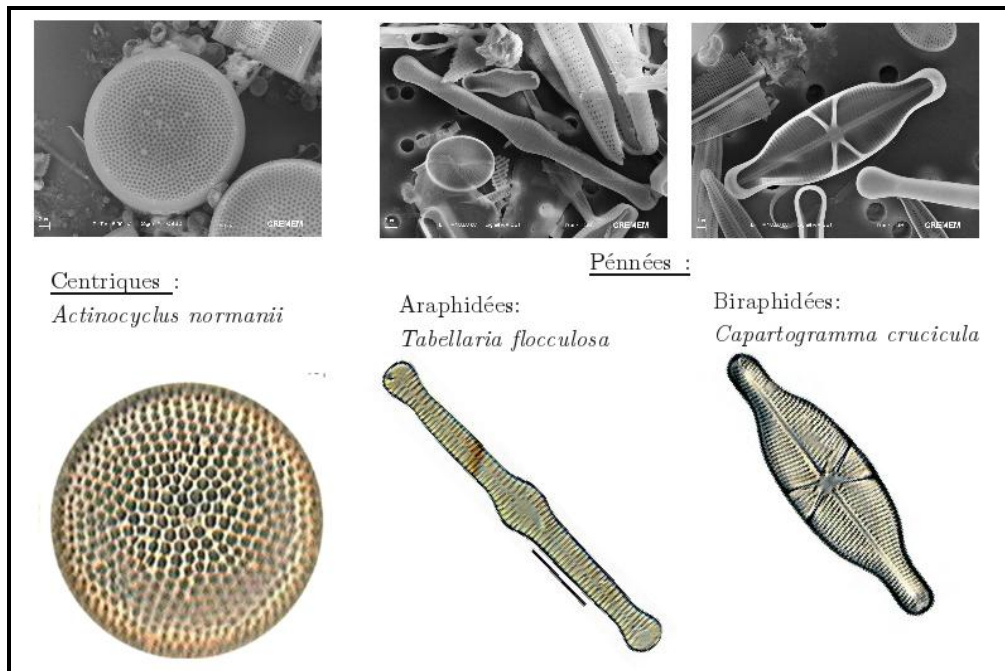
En systématique, les diatomées ou bacillariophycées font partie de la division des Heterokontophyta dans le règne des Protistes (Van Den Hoek et *al.*, 1995 ; *in* Quéguiner, 2007).

Les diatomées sont caractérisées par une diversité impressionnante, ainsi plus de 100 000 espèces ont été répertoriées par (Van Den Hoek et *al.*, 1995 ; *in* Bottin, 2012). Cependant (Mann et Droop, 1996 ; *in* Bottin, 2012) estiment que le nombre d'espèces soit de l'ordre de 200 000 espèces.

Appartenant à l'embranchement des Chromophytes, deux groupes sont distingués chez les diatomées (Fig. 13). Ceci, suivant la morphologie et la symétrie de leur frustule :

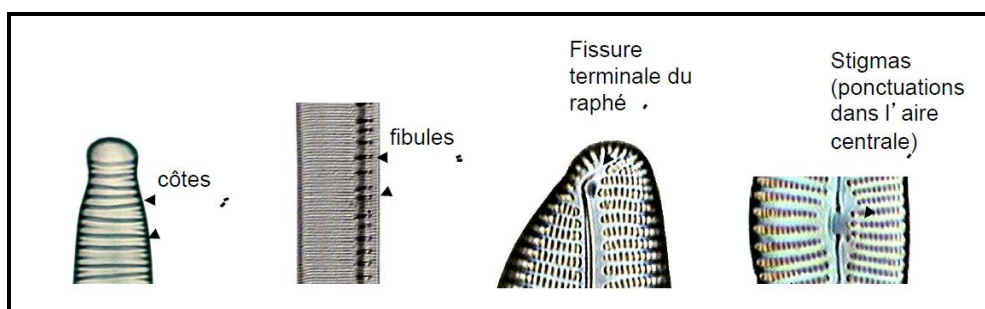
- les Centrophycidées, désignées sous le nom de diatomées centriques qui correspondent à des formes arrondies à symétrie radiale des valves et se distingues par une ornementation sous forme de pores ;
- les Pennatophycidées ou les diatomées pennées ont un frustule allongé (linéaire, lancéolé ou ovale) à symétrie bilatérale. Certaines présentent une interruption des stries dans

l'axe appelé (pseudo-raphé) ou une fente longitudinale (raphé). La présence ou l'absence du raphé caractérise les Araphidées (diatomées sans raphé) des Raphidées (diatomées avec raphé).



**Fig. 13 :** Morphologie du frustule des diatomées Centriques et Pennées d'après Coste et Rosebery (2011).

Toutefois, les frustules des Pennatophycidées possèdent plusieurs caractères d'ornementation (Fig. 14).



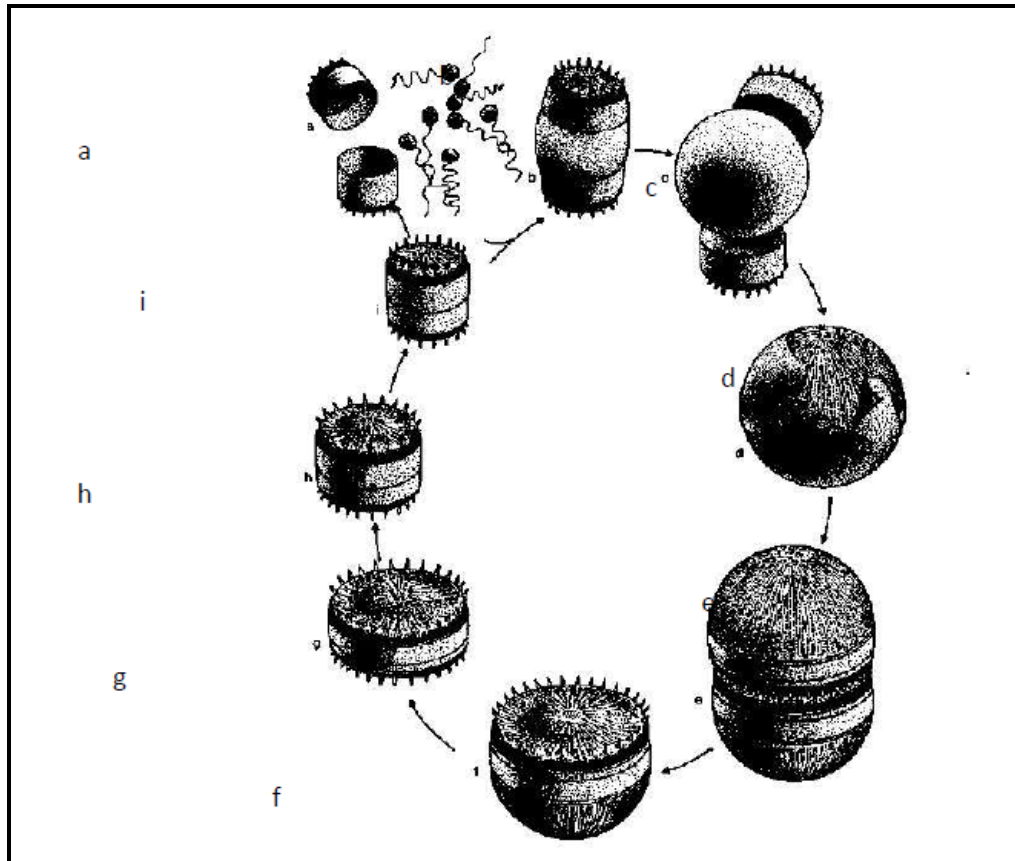
**Fig. 14 :** Quelques types d'ornementation chez les pennées d'après Coste et Rosebery (2011).

#### 1. 4. Reproduction

Les diatomées développent deux types de reproduction : la division binaire et l'auxosporulation (Fig. 15).

- la division binaire où chaque cellule-mère se divise en deux cellules filles. La taille de la valve diminue à chaque nouvelle génération, jusqu'à ce que la reproduction sexuée (auxosporulation) intervienne pour rétablir la taille d'origine ;

- l'auxosporulation (reproduction sexuée) consiste à la fusion de deux diatomées de petite taille pour donner une cellule. La taille de cette dernière augmente et produit deux nouvelles thèques, qui vont se former trois à quatre fois plus grandes que celle de la cellule-mère.



(a): formation of motile gamète, (b et c): auxospore formation, (d et e): first division, (f) : initialcell, (g et i): mitotic division et cellize réduction

**Fig. 15 :** Cycle de vie d'une diatomée centrique (*Stephanodiscus*)  
d'après (Round *et al.*, 1990 ; *in* Rimet, 2012).

### 1. 5. Mode et milieu de vie des diatomées

Les facultés d'adaptation et de survie de ces microalgues leur confèrent une très grande ubiquité.

Les diatomées se prolifèrent dans les milieux aquatiques (marins et continentaux), ainsi que dans les milieux aériens et terrestres (sols, paroi de cavernes) d'après (Prygiel *et al.*, 2000 ; Berard *et al.*, 2004).

Lorsque les conditions environnementales (sécheresse, lumière, nutriment) deviennent défavorables, des spores de repos sont produites par la cellule. Dès que les conditions optimales sont rétablies, ces spores germent pour donner une cellule identique (Quéguiner, 2007 ; *in* Debenest, 2007).

Les diatomées se distinguent par deux grands groupes de mode de vie, planctonique et benthique.

Les diatomées planctoniques, vivent librement en suspension dans la colonne d'eau marine ou lacustre. Mises à part quelques formes pennées, les diatomées planctoniques sont surtout représentées par les diatomées centriques, qui se développent de façon isolées ou associées en chaînes.

Les diatomées benthiques, dites périphytiques vivent fixées à des substrats immergés selon une profondeur correspondant à la zone photique des cours d'eau, où la lumière est suffisante pour assurer la photosynthèse. Ainsi, les diatomées périphytiques présentent des communautés très différentes selon leurs types de substrats :

- formes endopéliques, vivant dans le sédiment ;
- formes épipéliques, espèces libres vivant à la surface des sédiments ;
- formes épipsammiques, vivant à la surface des grains de sables ;
- formes épilithiques, vivant sur les substrats durs et inertes ;
- formes épiphytiques, vivant fixées sur les végétaux.

### 1.6. Intérêts scientifiques et pratiques des diatomées

✚ les diatomées fossiles sont utilisés pour les reconstitutions paléo-environnementales ;

✚ ce sont des micro-organismes, qui constituent une part importante du phytoplancton, par leur grande contribution à la fixation de dioxyde de carbone atmosphérique et donc au cycle du carbone, ainsi qu'au cycle du silicium ;

✚ les Diatomées d'eau douce sont des indicateurs de qualité des eaux ;

✚ l'accumulation de leur frustule produit une roche, appelée « diatomite ». Cette dernière est légère, poreuse et friable. Cette roche a également une importance industrielle. Elle est ainsi exploitée, comme abrasif léger (dans les dentifrices par exemple), comme adjuvant de filtration, absorbant (litière pour animaux domestiques), isolant, stabilisant de la nitroglycérine dans la dynamite ou encore comme insecticide.

### III. INVENTAIRE MICROFLORISTIQUE DES DIATOMEES

L'identification des espèces de diatomées nécessite l'utilisation d'un matériel spécifique, notamment un microscope optique performant. Ceci, pour l'établissement d'un inventaire microfloristique des diatomées étudiées. Ce travail consiste à faire la détermination ainsi que la quantification des diatomées.

#### 1. Méthodologie

Elle consiste à une description du genre, de l'espèce suivie d'un renvoi à la planche et à la figure correspondante, les références bibliographiques, ainsi que les dimensions taxonomiques et l'écologie.

Toutefois, le microscope photonique utilisé pour l'étude des diatomées, est doté de deux oculaires de (X 10) et des objectifs de (X 100).

#### 2. Quantification

La taille des frustules est comprise entre moins d'un centième (10 $\mu$ m pour les plus petites) et peut atteindre un demi-millimètre de longueur (400  $\mu$ m) pour les plus grandes.

Cependant, le comptage de quatre cents valves de diatomées est représentatif de l'échantillon d'après (Schoemam, 1979 ; Coste, 1978 ; Descy, 1979). Il s'effectue suivant des traversées horizontales en balayant la lame préparée.

#### 3. Détermination et autoécologie

La classification adoptée dans ce chapitre est celle proposée par (Round et *al.*, 1990 ; Bey et Ector, 2013 ; Peeters et Ector 2017, 2018).

Les différents taxons de diatomées ont été déterminés (au niveau du genre et/ou au niveau spécifique) en se référant à plusieurs travaux : Husted (1930, 1957), Giaj-Levra et Abate (1993), Alimen et *al.*, (1970), Baudrimont (1973, 1974), Servant-Vildary (1973, 1977, 1978, 1984 et 1986), Germain (1981), Coste et Ricard (1982, 1990), Servant-Vildary et Blanco (1984), Ehrlich et Dor (1985), Huault (1985, 1988), Frohlich et Servant-Vildary (1989), Cocquyt (1991), Compère (1991 ; 2000), Gasse et Fourtanier (1991), Pienitz et *al.* (1995), Veres et *al.*, (1995), Thomas (1997), Josenhans et *al.*, (1997), Schwalb et *al.*, (1997), Telford (1998), Villeneuve et Pienitz (1998), Scherrod (1999), Gasse et *al.*, (1987) ; Lange-Bertalot (2000), Bey et Ector (2013) ; Peeters & Ector (2017 et 2018).

Les caractères écologiques des taxons rencontrés sont abordés par synthèse des ouvrages cités ci-dessus.

#### **4. Systématique**

Les diatomées appartiennent à l'Embranchement de Bacillariophyta, qui est scindé en trois classes, Selon Round et *al.*, 1990 ; Medlin & Kaczmarska 2004 ; Monnier et *al.*, 2009.

Parmi les taxons rencontrés dans nos sites, nous présentons ci-dessous la systématique des espèces les plus significatives écologiquement.

La classification adoptée dans le présent travail est celle de Round et *al.*, 1990, Medlin & Kaczmarska 2004, Monnier et *al.*, 2009. Les noms des genres et des espèces ont été classés par ordre alphabétique. Ainsi, des planches photographiques ont été réalisées pour quelques espèces. Une barre d'échelle de 10 µm est donnée pour chaque planche photographique en microscopie optique voir (Planches photographiques).

**Division**

Bacillariophyta

**Subdivision**

Coscinodiscophytina Medlin & Kaczmarska 2004

**Classe**

Coscinodiscophyceae Round & R.M. Crawford in Round et al.1990, emend.

Medlin & Kaczmarska 2004

**Sous-Classe**

Coscinodiscophycidae Round & R.M. Crawford in Round et al. 1990

**Ordre**

Melosirales R.M. Crawford in Round et al. 1990

**Famille**

Melosiraceae Kützing 1844 emend. R.M.Crawford

1990

**Genre**

*Melosira* C. Agardh 1824

**Espèce**

*Melosira varians* C.Agardh, 1824

**Sous-Classe**

Biddulphiophycidae

**Ordre**

Triceratiales Round & R.M. Crawford in Round et al.1990

**Famille**

Triceratiaceae (Schütt) Lemmermann 1899

**Genre**

*Pleurosira* (Meneghini) Trevisan di San Leon

1848

**Espèce**

*Pleurosira laevis* (Ehrenberg)

Compère, 1982

**Subdivision**

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

**Classe**

Mediophyceae (Jousé & Proshkina-Lavrenko) Medlin & Kaczmarska 2004

***Sous-Classe***

Thalassiosirophyceae Round & R.M. Crawford in Round et al. 1990

***Ordre***

Thalassiosirales Glezer & Makarova 1986

***Famille***

Stephanodiscaceae Glezer & Makarova 1986

***Genre***

*Cyclotella* (Kützing) Brébisson, 1834

***Espèce***

*Cyclotella atomus* Hustedt, 1937

*Cyclotella meduanae* H. Germain,  
1981

*Cyclotella meneghiniana* Kützing  
1844

*Cyclotella ocellata* Pantocsek 1902

***Classe***

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

***Sous-Classe***

Fragilariophycidae Round in Round et al. 1990

***Ordre***

Fragilariales Silva 1962 emend. Round in Round et al. 1990

***Famille***

Fragilariaceae Greville 1833

***Genre***

*Asterionella* Hassall

***Espèce***

*Asterionella formosa* Ehrenberg,  
1850

***Genre***

*Diatoma* De Candolle 1805

***Espèce***

*Diatoma moniliformis* (Kützing)  
D.M. Williams 2012

*Diatoma tenuis* C.Agardh 1812



*Diatoma tenuis var. elongatum*

Lyngbye

**Genre**

*Fragilaria* Lyngbye 1819

**Espèce**

*Fragilaria brevistriata* Grunow

*Fragilaria crotonensis* Kitton, 1869

*Fragilaria delicatissima* (W.Smith)

Lange-Bertalot

*Fragilaria ulna* (Nitzsch.) Lange-

Bertalot

**Genre**

*Pseudostaurosira* D.M. Williams & Round

1988

**Espèce**

*Pseudostaurosira alvareziae* Cejudo-

Figueiras et al., 2011

*Pseudostaurosira brevistriata*

(Grunow in Van Heurck) D.M. Williams & Round, 1987

**Genre**

*Staurosira* D.M. William & Rond 1987

**Espèce**

*Staurosira venter* (Ehrenb.) Cleve &

J.D.Möller, 1879

**Genre**

*Synedra* Ehrenberg 1830

**Espèce**

*Synedra acus* Kutzing 2001

**Genre**

*Tabularia* (Kützing) D.M. William & Round

1986

**Espèce**

*Tabularia fasciculata* (C.Agardh)

D.M. Williams et Round, 1986

**Genre**

*Ulnaria* (Kützing) Compère 2001

**Espèce**

*Ulnaria danica* (Kützing) Compère et  
Bukhtiyarova, 2006

*Ulnaria ulna* (Nitzsch.) Compère  
2001

**Sous-Classe**

Eunotiophycidae D.G. Mann in Round et al. 1990

**Ordre**

Eunotiales Silva 1962

**Famille**

Eunotiaceae Kützing 1844

**Genre**

*Eunotia* Ehrenberg 1837

**Espèce**

*Eunotia asterionelloides* Hustedt  
1952

*Eunotia glacialifalsa* Lange-Bertalot  
in Krammer & Lange-Bertalot 2000

*Eunotia subarcuatooides* Alles, Nörpel  
& Lange-Bertalot 1991

**Sous-Classe**

Bacillariophycidae D.G. Mann in Round et al. 1990

**Ordre**

Cymbellales D.G. Mann in Round et al. 1990

**Famille**

Cymbellaceae Greville 1833

**Genre**

*Cymbella* C. Agardh 1830

**Espèce**

*Cymbella aff. affinis* Kützing 1844

*Cymbella excisa* Kützing 1844

*Cymbella excisa* var. *procera*

Krammer 2002

*Cymbella helvetica* Kützing

*Cymbella parva* (W. Smith) Kirchner  
in Cohn 1878

*Cymbella prostrata* (Berkley) Cleve  
1894

*Cymbella subtruncata* Krammer

**Genre**

*Cymbopleura* (Krammer) Krammer 1999

**Espèce**

*Cymbopleura amphicephala*  
(Nägeli ex Kützing) Krammer 2003

**Genre**

*Encyonema* Kützing 1833

**Espèce**

*Encyonema minutum* (Hilse in  
Rabenhorst) D.G. Mann, 1990

**Famille**

Gomphonemataceae Kützing 1844

**Genre**

*Gomphonema* Ehrenberg 1832

**Espèce**

*Gomphonema angustatum* (Kützing)  
Rabenhorst

*Gomphonema augur*, Ehrenberg 1840

*Gomphonema clevei* Fricke 1902

*Gomphonema cuneolus* E.Reichardt  
1838

*Gomphonema designatum*

E.Reichardt 1997

*Gomphonema elegantissimum* E.

Reichardt & Lange-Bertalot 2011

*Gomphonema exilissimum*

(Grunow) Lange-Bertalot & E. Reichardt 1996

*Gomphonema lagenula* Kützing 1844

*Gomphonema lateripunctatum* E.

Reichardt & Lange-Bertalot 1991

*Gomphonema olivaceum*

(Hornemann) Brébisson 1838

*Gomphonema parvulum* Kützing

1849

*Gomphonema pseudoaugur* Lange-

Bertalot 1979

*Gomphonema rhombicum* M.

Schmidt 1904

*Gomphonema variostigmatum*

E. Reichardt 2007

*Gomphonema vidalii* Beltrami &

Ector in Beltrami et al.

**Genre**

*Gomphosphenia* (Lange-Bertalot 1995)

**Espèce**

*Gomphosphenia grovei* Lange-

Bertalot

**Genre**

*Reimeria* Kociolek & Stoermer 1987

**Espèce**

*Reimeria sinuata* (W. Gregory)

Kociolek & Stoermer 1987

*Reimeria uniseriata* S.E. Sala, J.M.

Guerrero & Ferrario, 1993

**Ordre**

Achnantles Silva 1962

**Famille**

Cocconeidaceae Kützing 1844

**Genre**

*Cocconeis* Ehrenberg 1837

**Espèce**

*Cocconeis euglypta* Ehrenberg, 1854

*Cocconeis lineata* Ehrenberg, 1843

sensu Monnier et *al.*, 2007

*Cocconeis pediculus* Ehrenberg, 1838

**Famille**

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

**Genre**

*Achnanthes* Bory, 1882

**Espèce**

*Achnanthes minutissima* Kutz. var.

*minutissima* Kützing

**Genre**

*Achnantheidium* Kützing 1844

**Espèce**

*Achnantheidium affine* (Grunow)

Czarnecki 1994

*Achnantheidium druartii* Rimet &

Couté in Rimet et *al.*, 2010

**Genre**

*Karayevia* Rond et Bukht. ex Round 1998

*Karayevia clevei* (Grunow)

Bukhtiyarova 1999

**Ordre**

Naviculales Bessey 1907 emend D.G. Mann in Round et *al.*, 1990

**Sous-Ordre**

Neidinea D.G. Mann in Round et al. 1990

**Famille**

Diadesmidaceae D.G. Mann in Round et *al.*, 1990

**Genre**

*Luticola* D.G. Mann in Round et *al.*, 1990

**Espèce**

*Luticola goeppertiana* (Bleisch in

Rabenhost) D.G. Mann 2017

**Famille**

Brachysiraceae D.G. Mann 1990

**Genre**

*Brachysira* Kutzing 1836

**Espèce**

*Brachysira neglectissima* Lange-  
Bertalot, 2004

*Brachysira vitrea* (Grunow) R.  
Ross in Hartley 1986

**Genre**

*Frustulia* Rabenhorst, 1853

**Espèce**

*Frustulia amosseana* Lange-  
Bertalot ; in Rumrich, Lange-Bertalot & Rumrich, 2000

**Sous-Ordre**

Sellaphorineae D.G. Mann in Round et al., 1990

**Famille**

Sellaphoraceae Mereschkowsky 1992

**Genre**

*Adlafia* Gerd Moser, Lang Bertalot &  
Metzeltin 1998

**Espèce**

*Adlafia minuscula* (Grunow) Lange-  
Bertalot in Lange-Bertalot & Genkal 1999

**Genre**

*Aneumastus* D.G. Mann & Stickle in Round

**Espèce**

*Aneumastus stroesei* (Østrup) D.G.  
Mann & Stickle in Round 1990

**Genre**

*Gyrosigma* Hassall, 1845

**Espèce**

*Gyrosigma attenuatum* (Kützing)  
Rabenhorst, 1853

*Gyrosigma kuetzingii* (Grunow) Cleve  
1894: page 115.

*Gyrosigma obtusatum* (Sullivan &  
Wormley) Byer  
1922

**Genre**

*Mayamea* Lang-Bertalot 1997

**Espèce**

*Mayamea atomus* (Kützing) Lange-  
Bertalot, 1997

*Mayamea permitis* (Hustedt) Bruder  
& Medlin, 2008

**Genre**

*Fallacia* Stickle et D.G.Mann ; *in* Rond,  
Crawford et D.G.Mann, 1990

**Espèce**

*Fallacia sublucidula* (Hustedt) D.G.  
Mann ; *in* Round, Crawford & Mann 1990

*Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle  
& D.G. Mann *in* Round, Crawford & Mann 1990

**Famille**

Pinnulariaceae D.G. Mann *in* Round et *al.*, 1990

**Genre**

*Caloneis* Cleve 1894

**Espèce**

*Caloneis macedonica* Hustedt 1945

**Genre**

*Pinnularia* Ehrenberg 1841

**Espèce**

*Pinnularia isselana* Krammer 2000

*Pinnularia subcommutata* Krammer,  
1992

**Sous-Ordre**

Diploneidinea D.G. Mann *in* Round et *al.* 1990

**Famille**

Diploneidaceae D.G. Mann *in* Round et *al.*, 1990

**Genre**

*Diploneis* (Ehrenberg) Cleve 1894

**Espèce**

*Diploneis krammeri* Lange-Bertalot &  
E. Reichardt, 2000

*Diploneis oblongella* (Nägeli *in*  
Kützing) Cleve-Euler *in* Cleve-Euler 1922

**Sous-Ordre**

Naviculineae Hendy 1937

**Famille**

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

**Genre**

*Navicula* Bory 1822

**Espèce**

*Navicula accomoda* Hustedt

*Navicula angusta* sensu Hofmann et  
*al.*,

*Navicula cataracta* Rhen Lange-  
Bertalot

*Navicula caterva* M.H. Hohn &  
Hellerman 1963

*Navicula capitata* Ehrenberg  
(Hippodonta)

*Navicula capitelata* Ehrenberg  
(Hippodonta)

*Navicula capitatoradiata* H. Germain  
ex Gasse 1986

*Navicula catalanogermanica* Lange-  
Bertalot & G. Hofmann 1993

*Navicula cryptocephala* Kützing 1844



- Navicula cryptotenella* Lange-  
Bertalot *in* Krammer & Lange-Bertalot 1985  
*Navicula exilis* Kützing 1844  
*Navicula germainii* J.H. Wallace  
1960  
*Navicula gregaria* B Cox 1987  
*Navicula halophila* (Grunow) Cleve.  
*Navicula halophila* var. *robusta*  
(Grunow) Cleve & Hustedt 1894  
*Navicula pygmea* Kützing  
*Navicula radiosa* Kützing, 1844  
*Navicula reichardtiana* Lange-  
Bertalot *in* Lange-Bertalot & Krammer 1989  
*Navicula saprophila* Lange-Bertalot  
& Bonik  
*Navicula simulata* Manguin 1942  
*Navicula slesvicensis* Grunow *in* Van  
Heurck 1880  
*Navicula subalpina* E. Reichardt 1988  
*Navicula tripunctata* (O.F. Müller)  
Bory 1822  
*Navicula veneta* Kützing 1844

**Famille**

Stauroneidaceae D.G. Mann *in* Round et al., 1990

**Genre**

*Craticula* Grunow 1867

**Espèce**

*Craticula accomoda* (Hustedt) D.G.

Mann ; *in* Round, Crawford & Mann 1990

*Craticula buderi* (Hustedt) Lange-

Bertalot ; *in* Rumrich, Lange-Bertalot & Rumrich, 2000

**Genre**

*Stauroneis* Ehrenberg, 1842

**Espèce**

*Stauroneis acidoclinata* Lange-  
Bertalot & Werum, 2004

*Stauroneis separanda* Lange-Bertalot  
& Werum ; *in* Werum & Lange-Bertalot, 2004

**Ordre**

Thalassiophysales D.G. Mann *in* Round *et al.*, 1990

**Famille**

Catenulaceae Mereschkowsky 1902

**Genre**

*Amphora* Ehrenbergue ex Kützing 1844

**Espèce**

*Amphora holsatica* Hustedt 1925

*Amphora montana* Krasske 1932

*Amphora normanii* Rabenhorst 1846

*Amphora oligotrachenta* Lange-  
Bertalot 1996

*Amphora ovalis* Kützing 1844

*Amphora veneta* Kützing 1844

*Amphora pediculus* (Kützing)  
Grunow 1844

**Genre**

*Halamphora* (Cleve) Levkove 2009

**Espèce**

*Halamphora veneta* (Kützing)  
Levkov, 2009

**Ordre**

Bacillariales Hendey 1937 emend D.G. Mann *in* Round *et al.*, 1990

**Famille**

Bacillariaceae Ehrenberg 1831

**Genre**

*Bacillaria* J.F.Gmelin 1788

**Espèce**

*Bacillaria paxillifera* var. *paxillifera*

(O.F. Muller) Hendy

**Genre**

*Denticula* Kutzingue 1844

**Espèce**

*Denticula subtilis* Grunow, 1862

*Denticula tenuis* Kützing 1844

*Denticula tenuis* var. *frigida*

(Kützing) Grunow in Van Heurck 1881

**Genre**

*Hantzschia* Grunow, 1877

**Espèce**

*Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg)

Grunow ; in Cleve & Grunow 1880

**Genre**

*Nitzschia* Hassall 1845

**Espèce**

*Nitzschia acula* (Kützing) Hantzsch in  
Rabenhorst 1862

*Nitzschia amphibia* Grunow, 1862

*Nitzschia angustata* (W. Smith)

Grunow in Cleve & Grunow 1880: page 70.

*Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot

1980

*Nitzschia aurariae* Cholnoky 1966

*Nitzschia bergii* Cleve-Euler, 1952

*Nitzschia brunoii* Lange-Bertalot in

Lange-Bertalot & Metzeltin, 1996

*Nitzschia capitellata* Hustedt in

Pascher 1930

*Nitzschia communis* Rabenhorst 1860

*Nitzschia constricta* (Kützing)

Grunow 1861

*Nitzschia denticula* Grunow in Cleve

& Grunow 1880

- Nitzschia dissipata* (Kützing)  
Rabenhorst 1860
- Nitzschia filiformis* (W. Smith)  
Van Heurck 1896
- Nitzschia fonticola* Grunow in  
Van Heurck 1881
- Nitzschia frustulum* (Kützing) Grunow  
in Cleve & Grunow
- Nitzschia fruticosa* Hustedt 1957
- Nitzschia gessneri* Hustedt 1953
- Nitzschia gisela* Lange-Bertalot ; in  
Lange-Bertalot & Krammer 1987
- Nitzschia gracilis* Hantzsch 1860
- Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst  
1860
- Nitzschia heufleriana* Grunow 1862
- Nitzschia intermedia* Hantzsch ex  
Cleve & Grunow
- Nitzschia linearis* W. Smith 1853
- Nitzschia linearis* var. *tenuis*  
(Agardh) W.M. Smith
- Nitzschia minuta* (Cleve) Cleve-Euler  
1860
- Nitzschia* aff. *nana* Grunow in Van  
Heurck
- Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith,  
1844
- Nitzschia palea* var. *debilis* (Kützing)  
Grunow in Cleve Grunow 1880
- Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow  
in Van Heurck 1881
- Nitzschia parvula* W. Smith 1853
- Nitzschia pura* Hustedt 1954
- Nitzschia puriformis* Hlúbiková et al.,

2009

*Nitzschia pusilla* (Kützing) Grunow

1862

*Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith

1853

*Nitzschia sigmoidea* (Nitzsch) W.

Smith 1853

*Nitzschia soratensis* E. Morales & Vis

2007

*Nitzschia subcapitellata* Hustedt 1939

*Nitzschia supralitorea* Lange-Bertalot

1979

*Nitzschia tryblionella* Hantzsch 1860

*Nitzschia tryblionella* var. *subsalina*

(O'Meara) Grunow 1880

*Nitzschia umbonata* (Ehrenberg)

Lange-Bertalot 1978

*Nitzschia vermicularis* (Kützing)

Hantzsch in Rabenhorst 1860

### **Genre**

*Tryblionella* W.Smith 1853

### **Espèce**

*Tryblionella angustata* Wm Smith

1853

*Tryblionella apiculata* W. Gregory

1857

*Tryblionella hungarica* (Grunow)

D.G. Mann in Round, Crawford & Mann 1990

*Tryblionella levidensis* W. Smith

1856

*Tryblionella salinarum* (Grunow)

Pelletan 1889

### **Ordre**

Rhopalodiales D.G. Mann in Round et al. 1990

**Famille**

Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevs'kyj & Oksiyuk  
1960

**Genre**

*Rhopalodia* O.F. Miller, 1895

**Espèce**

*Rhopalodia gibberula* (Ehrenberg)

O.Muller 1895

*Rhopalodia operculata* (Agardh)

Hakansson 1979

**Ordre**

Surirellales D.G. Mann in Round et al. 1990

**Famille**

Surirellaceae Kutzing 1844

**Genre**

*Campylodiscus* Ehrenberg 1840

**Espèce**

*Campylodiscus bicostatus* W.Smith in  
Roper, 1854

*Campylodiscus noricus* var.

*hibernicus* Ehrenberg ex kutz, 1844

**Genre**

*Surirella* Turpin 1828

**Espèce**

*Surirella brebissonii* Krammer &

Lange-Bertalot 1987

*Surirella ovalis* Brébisson, 1838

***Division***

Bacillariophyta

***Subdivision***

Coscinodiscophytina Medlin & Kaczmarska 2004

***Classe***

Coscinodiscophyceae Round & R.M. Crawford in Round *et al.*, 1990, emend.

Medlin & Kaczmarska 2004

***Sous-Classe***

Coscinodiscophycidae Round & R.M. Crawford in Round *et al.*, 1990

***Ordre***

Melosirales R.M. Crawford in Round *et al.* 1990

***Famille***

Melosiraceae Kützing 1844 emend. R.M.Crawford

1990

***Genre***

*Melosira* C. Agardh 1824

***Espèce*** : *Melosira varians* C. Agardh, 1827  
(Planche I, Fig. 6)

Références

1991 - *Melosira varians* C. Agardh : Krammer & Lange-Bertalot, p. 7, pl. 4, figs. 1-8.

2003- *Melosira varians* C. Agardh : Houk, p. 15, pl. 6, fig. 1-13.

Morphologie

Le frustule est cylindrique se caractérisant par des parois lisses dépourvues d'ornementations visibles en microscopie photonique. La face valvaire, ponctuée d'une granulation plus ou moins visible.

Dimension

Diamètre : 8 à 35 µm - hauteur : 8 à 17 µm (Houk, 2003).

Écologie

Espèce cosmopolite, benthique, beaucoup plus rarement planctonique. Plus sensible à la pollution organique qu'aux teneurs en nutriments, dans des milieux au pH généralement alcalin.

***Sous-Classe***

Biddulphiophycidae

***Ordre***

Triceratiales Round & R.M. Crawford in Round et al., 1990

***Famille***

Triceratiaceae (Schütt) Lemmermann 1899

***Genre***

*Pleurosira* (Meneghini) Trevisan di San

Leon 1848

***Espèce : Pleurosira laevis*** (Ehrenberg) Compère, 1982  
(Planche IV, Figs. 1-2)

Références

1843 - *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) : Ehrenberg, p. 339, 368, 410

1982 - *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) : Compère, volume 5, figs. 16-17.

2005 - *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère : Metzeltin et al., volume 15, pl. 7, figs. 1-2.

Morphologie

Les valves sont circulaires à elliptiques. L'aire centrale se caractérise d'ocelles positionnés. La face valvaire est plate à légèrement bombée, de forme elliptique à presque ronde. La surface valvaire est ponctuée d'aréoles regroupées en stries radiantes. Le bord de la valve se caractérise par deux ocelles ovales, ainsi que deux processus labiés situés à égale distance du centre et de la périphérie.

Dimension

Diamètre : (20) 40 à 170 µm - hauteur : 45 à 210 µm - (13) 16 à 17 stries / 10 µm.

Écologie

D'après (Peeters & Ector, 2017) c'est une Forme cosmopolite se proliférant dans des milieux saumâtres, mais également dans les eaux douces à conductivité élevée. Espèce invasive des eaux eutrophes (Peeters & Ector, 2017).

***Subdivision***

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

***Classe***

Mediophyceae (Jousé & Proshkina-Lavrenko) Medlin & Kaczmarska 2004



***Sous-Classe***

Thalassiosirophyceidae Round & R.M. Crawford in Round et al., 1990

***Ordre***

Thalassiosirales Glezer & Makarova 1986

***Famille***

Stephanodiscaceae Glezer & Makarova 1986

***Genre***

*Cyclotella* (Kützing) Brébisson, 1834

***Espèce*** : *Cyclotella atomus* Hustedt, 1937

Références

1970 - *Cyclotella meneghiniana* Kützing : Alimen et al., p. 107, pl. III, fig. 7.

1937 - *Cyclotella atomus* Hustedt : p. 143, pl. 9, figs. 1-4

2010 - *Cyclotella atomus* Hustedt : Houk et al., volume 3, pl. 124, figs 1-7, 10- 19.

1991 - *Cyclotella atomus* Hustedt : Krammer & Lange-Bertalot, volume 2/3, pl. 51, figs 19, 20-21.

Morphologie

La valve est petite d'une forme circulaire. La zone centrale est sans ornements, tandis que la zone périphérique est striée représentant 1/5 à 1/4 du diamètre. L'aire centrale plate à tangentiellement ondulée. Les stries irrégulièrement fines et fortes. Les stries fortes correspondant à des processus labiaux. L'aire centrale se compose d'une ponctuation unique correspondant à un processus renforcé, excentrée en limite de l'aire périphérique et généralement bien visible en microscopie photonique.

Dimension

Diamètre : 3.5 à 8 µm - hauteur : 1 à 2 µm - 14 à 20 stries / 10 µm.

Écologie

Espèce cosmopolite, probablement halophile se proliférant dans les milieux au pH alcalin, fortement minéralisés, assez riches en matière organique et riches en nutriments.

***Espèce*** : *Cyclotella meduanae* H.Germain, 1981  
(Planche I, Fig. 4)

Références

1981- *Cyclotella meduanae* H. Germain : p. 36 ; pl. 8, fig. 28 ; pl. 154, figs. 4, 4a.

2010 - *Cyclotella meduanae* H. Germain : Houk, pl. 150, figs. 1-7.

### Morphologie

La surface valvaire est plane. L'aire centrale représente approximativement le tiers du diamètre et l'aire périphérique est striée. L'aire centrale est sans ornements ni ponctuation. L'aire périphérique se caractérise par des stries assez fines alternant avec les processus renforcés du pourtour.

### Dimension

5 à 7 µm - hauteur : 2 à 5 µm - 12 à 17 stries / 10 µm.

### Écologie

Espèce cosmopolite, planctonique vivant isolée ou formant de courtes chaînes, mais aussi sous forme benthique. Se proliférant dans les milieux à pH alcalin, assez riches en matière organique, riches en nutriments et fortement minéralisés.

*Espèce : Cyclotella meneghiniana* Kützing 1844  
(Planche IV, Fig. 3)

### Références

1970 - *Cyclotella meneghiniana* Kützing : Alimen et al., p. 107, pl. III, fig. 7.

1974 - *Cyclotella meneghiniana* Kützing : Baudrimont, p. 259, pl. 19, fig. 10.

1988 - *Cyclotella meneghiniana* Kützing : Hûrlimann et Schanz, p. 368, pl. 1, fig. 2.

1991 - *Cyclotella meneghiniana* Kützing : Compère, p.201, fig. 113.

### Morphologie

La valve a une forme circulaire. La surface valvaire s'organise en deux zones, l'une interne (centrale) hyaline et l'autre externe (marginale) ornée de ponctuations disposées en stries radiales séparées par des rayons hyalins. La zone centrale est plus grande que la zone marginale.

### Dimension

Diamètre : 28 µm. Stries : 9 à 14 en 10 µm.

### Écologie

C'est une forme littorale planctonique ou euplanctonique (Serieyssel et Krier, 1995 ; Gasse et al., 1987). Espèce cosmopolite polluo-résistante, se proliférant dans les eaux riches en nutriments et fortement minéralisés. Elle est halophile et alcaliphile (Foged, 1948 ; Baudrimont, 1973 et Gasse et al., 1987). Peut supporter une salinité assez élevée, jusqu'à 10% de sel (espèce euryhaline).

Wood (1963) suggère qu'elle est ubiquiste des eaux douces, saumâtres et sursalées tout en la classant dans le groupe des espèces euryhalobe tandis que Gasse et al., (1987) considèrent que c'est une espèce d'eaux Meso à Polysalines.

Cette espèce a été inventoriée en Algérie par Baudrimont (1973) indiquant une abondance dans les eaux α mesohalines et dans tous les types chimiques d'eaux (chlorurées

sodiques, sulfatées calciques, sulfatées sodiques et bicarbonatées calciques) et eurytherme car elle tolère des températures élevées de l'ordre de 60° (exemple des eaux thermales).

**Espèce** : *Cyclotella ocellata* Pantocsek 1902  
(Planche I, Fig. 6)

Références

- 2010 - *Cyclotella ocellata* Pantocsek : Houk et *al.*, volume 3, pl. 198, fig. 1-3, 7-9, 12-13.  
2002 - *Cyclotella ocellata* Pantocsek : Håkansson, volume 17, n°1, fig. 309-312.  
1991 - *Cyclotella ocellata* Pantocsek : Krammer & Lange-Bertalot, volume 2/3, pl. 50, fig. 1-4, 5, 9.

Morphologie

La valve a une forme circulaire. La surface valvaire est marquée par deux zones : centrale et marginale. La zone centrale est caractérisée par des ornements qui se présentent en quatre à six dents rondes dispersées sur sa surface tandis que la zone marginale possède des punctuations en stries radiales séparées par des rayons hyalins. Cette espèce a été affinée à *Cyclotella ocellata* par Fan (1994).

Dimension

Diamètre : 28 µm.

Écologie

C'est une forme planctonique et alcalinophile (Gasse et *al.*, 1987).

Elle se développe principalement en association avec des formes périphytiques mésahalobes (Foged *in* Fan, 1994). Elle a été inventoriée par Fan (1994) associée à des spicules d'éponges et des restes de charophytes (indicateurs d'eaux peu profondes).

C'est une espèce d'eaux oligosalines à méso-polysalines (Gasse et *al.*, 1987).

Dans les lacs du Tchad, elle atteint son développement maximal au début d'installations tandis qu'au Niger elle persiste souvent tout au long de la vie des lacs (Servant-Vildary, 1978). Espèce sensible à la pollution organique, mais acceptant des eaux à la minéralisation élevée et au pH alcalin.

**Classe**

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

**Sous-Classe**

Fragilariophycidae Round in Round et *al.*, 1990

**Ordre**

Fragilariales Silva 1962 emend. Round in Round et *al.*, 1990

**Famille**

Fragilariaceae Greville 1833

**Genre**

*Asterionella* Hassall

**Espèce** : *Asterionella formosa* Ehrenberg, 1850

Références

2006 - *Asterionella formosa* Hassall : Kobayasi et *al.*, volume 1, pl. 63, fig. 1a-d.

1850 - *Asterionella formosa* Hassall : Hassall, p. 10, pl. 2/lower fig. 5

1991- *Asterionella formosa* Hassall : Krammer & Lange-Bertalot : p. 103, pl. 103, figs. 1-9, pl. 104, figs. 9-10

Morphologie

La valve est rectiligne se caractérisant de rétrécissant aux extrémités, qui sont capitées. L'aire axiale est très étroite et difficile à observer en microscopie optique. L'aire centrale est absente avec des stries très fines et parallèles.

Dimension

Longueur : (30) 40 à 80 (160) µm - largeur : 1.3 à 6 µm - 24 à 28 stries / 10 µm (Krammer et Lange-Bertalot, 1991 ; *in* Peeters et Ector, 2017).

Écologie

C'est une espèce cosmopolite, planctonique, sensible à la pollution organique et pouvant supporter d'assez fortes teneurs en nutriments dans des milieux au pH égal ou supérieur à 7 d'après (Bey et Ector, 2013 ; Peeters et Ector, 2017).

**Genre**

*Diatoma* De Candolle 1805

**Espèce** : *Diatoma moniliformis* (Kützing) D.M. Williams 2012

Références

2011 - *Diatoma moniliformis* (Kützing) D.M. Williams, Hofmann et *al.*, pl. 2, figs. 12-14.

1833 - *Diatoma moniliformis* Kützing : Kützing a, p. 580, pl. 17, fig. 60

1991 - *Diatoma moniliformis* Kützing : Lange-Bertalot et *al.*, figs. 11-12

2011 - *Diatoma moniliformis* Kützing : Hofmann et *al.*, p. 174, pl. 2, figs. 11-15

Morphologie

La valve est elliptique à lancéolée. Les extrémités sont arrondies à rostrée. L'aire axiale est étroite et linéaire. L'aire centrale est invisible au microscope optique. Les côtes sont transversales et épaisses.

### Dimension

Longueur : 8 à 40  $\mu\text{m}$  - largeur : 2 à 4.5  $\mu\text{m}$  - 7 à 12 côtes / 10  $\mu\text{m}$  - 40 à 50 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

Le taxon est cosmopolite, se prolifère dans des eaux douces, légèrement alcaliphile et pouvant supporter une forte charge en nutriments (Peeters et Ector, 2017).

***Espèce : Diatoma tenuis C. Agardh 1812***

### Références

2006 - *Diatoma tenuis* C. Agardh : Kobayasi et *al.*, volume 1, pl. 69, figs. 1-4.

1991 - *Diatoma tenuis* C. Agardh : Krammer et Lange-Bertalo vol. 2/3, pl. 96, figs. 1-7.

### Morphologie

La valve est étroite et linéaire. L'apex capités à sub-capités. L'aire longitudinale est hyaline, rectiligne. Les stries sont fines et denses. Ils ne sont pas visibles en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 22 à 120  $\mu\text{m}$  - largeur : 2 à 5  $\mu\text{m}$  - 6 à 10 côtes / 10  $\mu\text{m}$  - plus de 40 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Krammer et Lange-Bertalot, 1991 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

Le taxon est cosmopolite, préférant les milieux au pH alcalin (Peeters et Luc, 2017).

## ***Genre***

*Fragilaria* Lyngbye 1819

***Espèce : Fragilaria brevistriata* Grunow**

### Références :

1978 - *Fragilaria brevistriata* Grunow : Servant-Vildary, pl. II. 1, figs. 1-2.

1988 - *Fragilaria brevistriata* Grunow : Hûrlimann et Schanz, p. 386, pl. 1, figs. 17,19.

### Morphologie

La valve est de très petite taille (ne dépassant pas les 26  $\mu\text{m}$  de longueur). Elle est allongée, elliptique s'élargissant au centre valvaire. Les extrémités sont rostrées. La surface valvaire est ornée de stries transversales. Ces stries sont formées de pores arrondis et espacés. L'axe longitudinal ou pseudoraphé est large.

### Dimension

Longueur : 26  $\mu\text{m}$ . Largeur : 5  $\mu\text{m}$ . Strie : 10 en 10  $\mu\text{m}$ .

### Écologie

C'est une forme planctonique, littorale, d'eau douce et alcaliphile (Gasse et *al.*, 1987 ; Servant-Vildary, 1978).

**Espèce** : *Fragilaria crotonensis* Kitton 1869

### Références

2006 - *Fragilaria crotonensis* Kitton : Kobayasi et *al.*, volume 1, pl. 73, figs. 3-4.

1991 - *Fragilaria crotonensis* Kitton : Krammer et Lange-Bertalot, volume 2/3, pl. 116, figs. 3-4.

### Morphologie

La valve est longue, linéaire et étroite se caractérisant d'un renflement central. Les apex sont très fins et capités. L'aire longitudinale est étroite, rectiligne et l'aire centrale est rectangulaire. Les stries sont courtes et plus ou moins parallèles.

### Dimension

Longueur : 40 à 170  $\mu\text{m}$  - largeur (centre) : 2 à 4 (5)  $\mu\text{m}$  - (11) 15 (le plus souvent) à 18 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Krammer et Lange-Bertalot, 1991 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

L'espèce est planctonique se proliférant dans des eaux légèrement alcalines et peu chargées en matière organique, tolérant la présence de nutriments (Peeters et Ector, 2017).

## **Genre**

*Pseudostaurosira* D.M. Williams & Round 1988

**Espèce** : *Pseudostaurosira alvareziae* Cejudo-Figueiras et *al.*, 2011

### Référence

2011 – *Pseudostaurosira alvareziae* Cejudo-Figueiras : Cejudo-Figueiras et *al.*, volume 50, tome 1, figs. 34-41.

### Morphologie

La valve est isopolaire, étroitement elliptique. L'apex largement arrondi et l'aire longitudinale formant un pseudo-raphé fin et lancéolé. Les stries sont ponctuées, unisériées, parallèles à légèrement radiantées aux extrémités.

### Dimension

Longueur : 10 à 18  $\mu\text{m}$  - largeur : 3.6 à 5  $\mu\text{m}$  - 13 à 15 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Cejudo-Figueiras et *al.*, 2011 ; *in* Peeters et Ector, 2017).

### Écologie

L'espèce se prolifère dans les milieux au pH légèrement alcalin, pauvres en matière organique et moyennement riches en nutriments (Peeters et Ector, 2017).

**Espèce:** *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow in Van Heurck) D.M.Williams & Round, 1987  
(Planche IV, Fig. 8)

#### Références

- 1885- *Pseudostaurosira brevistriata* Grunow : Van Heurck, p. 157  
1987- *Pseudostaurosira brevistriata* Grunow : Williams & Round, p. 276, figs. 28-31  
1991- *Pseudostaurosira brevistriata* Grunow : Krammer & Lange-Bertalot, pl. 130, figs. 10-12.  
2017- *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow in Van Heurck) D.M.Williams & Round, 1987: Peeters et Ector, p. 224-225.

#### Morphologie

La valve est lancéolée à linéaire. Les extrémités sont rostrés. L'aire centrale se caractérise par l'absence des stries (pseudoraphé). Le bord valvaire se caractérise par des stries très courtes.

#### Dimension

Longueur : 5 à 30  $\mu\text{m}$  (peut-être plus) - largeur : 3 à 7  $\mu\text{m}$  - 12 à 17 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011 ; in Peeters et Ector, 2017).

#### Écologie

Ce taxon cosmopolite se prolifère dans les eaux douces à légèrement alcalines, pouvant tolérer de fortes teneurs en nutriments d'après Peeters & Ector (2017). Il affectionne les milieux exempts de pollution organique (Peeters & Ector, 2017).

### **Genre**

*Staurosira* D.M. William & Rond, 1987

**Espèce :** *Staurosira venter* (Ehrenb.) Cleve & J.D.Möller, 1879

#### Références

- 1879 - *Staurosira venter* (Ehrenb.) : Cleve & Möller, No. 242  
1957- *Staurosira venter* (Ehrenb.) : Hustedt, p. 231  
1991- *Staurosira venter* (Ehrenb.) : Krammer & Lange-Bertalot, pl. 132, figs. 13, 16.  
2017 - *Staurosira venter* (Ehrenb.) Cleve & J.D.Möller, 1879 : Peeters & Ector, p. 252-254.

#### Morphologie

La valve est elliptique. Les extrémités (apex) sont largement arrondies. L'aire longitudinale est étroite. Les stries sont parallèles et faiblement radiant aux apex.

#### Écologie

Taxon d'eau douce, peu chargée en matière organique, mais supportant des taux en nutriments assez élevés d'après Peeters et Ector (2017).

### **Genre**

*Tabularia* (Kützing) D.M. Williams & Round 1986

**Espèce :** *Tabularia fasciculata* (C.Agardh) D.M.Williams et Round, 1986  
(Planche IV, Fig. 5)

#### Références

- 1812 - *Fragilaria fasciculata* (C.Agardh) Lange-Bert : Agardh, p. 35  
1980 - *Fragilaria fasciculata* (C.Agardh) Lange-Bert : Lange-Bertalot, p. 750  
1986 - *Fragilaria fasciculata* (C.Agardh) Lange-Bert : Williams et Round, p. 326, figs. 46-52.  
2017 - *Tabularia fasciculata* (C.Agardh) D.M.Williams et Round, 1986 : Peeters et Ector, p. 273-274.

#### Morphologie

La valve est lancéolée à linéaire. Les extrémités sont rostrées à capitées. L'aire axiale est très large et l'aire centrale est absente. Les stries sont courtes, épaisses et parallèles.

#### Écologie

D'après Peeters & Ector (2017) c'est une espèce des eaux alcaliphiles, saumâtres, eutrophes et tolérant des teneurs en azote organique élevées.

### **Genre**

*Ulnaria* (Kützing) Compère 2001

**Espèce:** *Ulnaria danica* (Kützing) Compère et Bukhtiyarova, 2006

#### Références

- 1991 - *Fragilaria danica* (Kützing) : Krammer et Lange-Bertalot, volume 2/3, pl. 122, fig. 9.  
1881 - *Fragilaria ulna* var. *danica* (Kützing) : Grunow in Van Heurck, pl. 38, fig. 14b.

#### Morphologie

La valve est linéaire et régulièrement rétrécie du centre aux extrémités rostrées à capitées. L'aire longitudinale est très étroite et rectiligne. Les stries sont parallèles à sub-parallèles sur l'ensemble de la surface valvaire.

#### Dimension

Longueur : 140 à 280 µm - largeur : 4 à 6 µm - 9 à 11 stries / 10 µm d'après (Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

D'après (Bey et Ector, 2013) c'est une espèce cosmopolite, d'eaux douces à saumâtres, benthique ou planctonique, des milieux au pH alcalin et pauvres à modérément enrichis en matière organique.



**Espèce** : *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, 2001  
(Planche III, Fig. 8)

Références

- 1817- *Fragilaria ulna* (Nitzsch) : Nitzsch, p. 99, pl. 5, figs. 1-10  
1832- *Fragilaria ulna* (Nitzsch) : Ehrenberg, p. 87  
1980- *Fragilaria ulna* (Nitzsch) : Lange-Bertalot, p. 745

Morphologie

La valve est linéaire à extrémités cunéiformes. L'aire longitudinale est rectiligne et étroite. L'aire centrale est arrondie. Les stries sont épaisses, parallèles et légèrement radiantées vers les apex.

Écologie

D'après Peeters & Luc (2017) cette forme est présente dans des eaux très légèrement alcalines, oligosaprobies et modérément eutrophes.

**Sous-Classe**

Eunotiophycidae D.G. Mann in Round et al. 1990

**Ordre**

Eunotiales Silva 1962

**Famille**

Eunotiaceae Kützing 1844

**Genre**

*Eunotia* Ehrenberg 1837

**Espèce** : *Eunotia glacialifalsa* Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot 2000

Références

- 2000 - *Eunotia glacialifalsa* Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot, p. 594, pl. 151, fig. 6, pl. 151A, figs. 3-6.  
2013- *Eunotia glacialifalsa* Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot : Bey et Ector, tome 2, p. 310-311.

Morphologie

Le frustule se caractérise par une courbure régulière. La partie valvaire dorsale est convexe et la partie ventrale est concave. L'apex est de forme arrondie, légèrement étiré en une forme sub-capitée. Les nodules terminaux sont proches des pôles et les fissures terminales du raphé ne se prolongeant pas jusqu'au côté dorsal, formant un crochet parallèle au pôle et au côté dorsal de la valve. Les stries sont régulières, devenant plus denses vers les pôles.

### Dimension

Longueur : 40 à 150 µm - largeur : 4.5 à 7 µm - 8 à 11 stries / 10 µm (Lange-Bertalot et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

D'après (Bey et Ector, 2013) c'est une espèce de milieux pauvres en matière organique et généralement pauvres en nutriments, mais pouvant tolérer des milieux moyennement riches en nutriments en association avec des espèces de diatomées vivant communément en milieux au pH légèrement alcalin.

***Espèce : Eunotia subarcuatooides*** Alles, Nörpel & Lange-Bertalot 1991

### Références

1991 - *Eunotia subarcuatooides* Alles : Nörpel & Lange-Bertalot, p. 188, pl. 4, figs. 1-36.

2013 - *Eunotia subarcuatooides* Alles, Nörpel & Lange-Bertalot : Bey et Ector, tome 2, p. 323.

### Morphologie

La valve est petite se caractérisant par une dissymétrie dorsi-ventrale, au côté dorsal et convexe au côté ventral droit. L'apex est arrondi. Les nodules terminaux sont petits et visibles proches des pôles. Les fissures terminales du raphé sont très courtes et difficilement observables en microscopie photonique. Les stries sont régulières et radiantées à proximité des pôles.

### Dimension

Longueur : 4 à 30 µm - largeur : 3 à 4.5 µm - 18 à 22 stries / 10 µm (Lange-Bertalot et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

Taxon se proliférant en milieux aux teneurs en carbonates faibles et à substrats de grès quartzite, gneiss ou granite, au pH acide, bien oxygénés et pauvres en matière organique et en nutriments (Bey et Ector, 2013).

### ***Sous-Classe***

Bacillariophycidae D.G. Mann in Round et al. 1990

### ***Ordre***

Cymbellales D.G. Mann in Round et al. 1990

### ***Famille***

Cymbellaceae Greville 1833

**Genre**

*Cymbella* C. Agardh 1830

**Espèce** : *Cymbella aff. affinis* Kützing

Référence

2011 - *Cymbella aff. affinis* Kützing : Coste et Rosebery, p. 130.

Morphologie

La valve est lancéolée à dissymétrie dorso-ventral, se caractérisant par un bord dorsal convexe et un bord ventral légèrement linéaire. L'aire longitudinale est linéaire. L'aire centrale est étroite, comprenant deux stigmas. Le raphé est légèrement linéaire, s'incurvant au centre valvaire. Les stries finement ponctuées et transversales de part et d'autre du raphé.

Dimension

Longueur : 18 µm - largeur : supérieure à 9 µm - 10 stries dorsales (centre) / 10 µm - 13 stries ventrales (centre) / 10 µm.

**Espèce** : *Cymbella excisa* Kützing 1844

Références

1844 - *Cymbella excisa* Kützing : p. 80, pl. 6, fig. 17

2011 - *Cymbella excisa* Kützing : Coste et Rosebery, p. 130, pl. 112

2013 - *Cymbella excisa* Kützing : Bey et Ector, tome. 5, p. 774-775.

Morphologie

La valve a une forme de croissant, au côté dorsal fortement convexe et au côté ventral régulièrement bombée. L'apex est sub-rostré à rostré. L'aire longitudinale est étroite et linéaire, se caractérisant par une petite aire centrale arrondie. Le raphé est médian à légèrement déplacé vers le côté ventral. Les terminaisons proximales forment un petit pore arrondi et terminaisons distales sont courtes du côté dorsal. On note la présence d'un stigma isolé à l'extrémité de la strie centrale vers le côté ventral. Les stries sont légèrement radiantées.

Écologie

C'est une espèce cosmopolite se développant sur supports rocheux ou végétaux, de milieux modérément minéralisés et moyennement riches en nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce** : *Cymbella excisa var. procera* Krammer

Référence

2011 - *Cymbella excisa var. procera* Krammer : Coste et Rosebery, p. 130, pl. 112.

### Morphologie

La valve est dorsi-ventrale, avec un côté dorsal fortement convexe et au côté ventral légèrement linéaire. L'apex est sub-rostrés à rostrés. L'aire longitudinale est très étroite. Le raphé est peu linéaire, s'incurvant au centre valvaire. Les terminaisons proximales forment un petit pore arrondi. On note la présence d'un stigma, très proche des stries centrales vers le côté ventral. Les stries sont légèrement radiant.

### Dimension

Longueur : 19 à 34  $\mu\text{m}$  - largeur : 8 à 10  $\mu\text{m}$  - 9 stries / 10  $\mu\text{m}$  au centre.

***Espèce* : *Cymbella helvetica* Kützing**

### Référence

2011 - *Cymbella helvetica* Kützing : Coste et Rosebery, p. 136, pl. 118.

### Morphologie

La valve est dorsi-ventrale, avec un côté dorsal peu convexe et au côté ventral légèrement linéaire. L'apex est arrondi. L'aire longitudinale est étroite, avec un léger élargissement au centre valvaire. Le raphé linéaire, s'incurvant au centre valvaire et aux terminaisons. Ces dernières forment une fente en virgule. Les stries sont légèrement radiant.

### Dimension

Longueur : 53 à 65  $\mu\text{m}$  - largeur : 10 à 12  $\mu\text{m}$  - 8 stries / 10  $\mu\text{m}$  – 14 – 16 aréoles / 10  $\mu\text{m}$ .

***Espèce* : *Cymbella parva* (W. Smith) Kirchner in Cohn 1878  
(Planche III, Figs. 1-2)**

### Références

1878 - *Cymbella parva* (W. Smith) Kirchner in Cohn : p. 188.

2013 - *Cymbella parva* (W. Smith) Kirchner in Cohn : Bey et Ector, tome. 5, p. 788-789.

### Morphologie

La valve est lancéolée à dissymétrie dorsi-ventrale, au côté ventral faiblement convexe. L'apex est arrondi. L'aire longitudinale est étroite et l'aire centrale est très petite. Le raphé est oblique. On note la présence d'un stigma visible à la fin de la strie centrale et du côté ventral. Les stries sont finement ponctuées et légèrement radiant.

### Dimension

Longueur : 15 à 47  $\mu\text{m}$  - largeur : 7 à 10  $\mu\text{m}$  - 9 à 11 stries / 10  $\mu\text{m}$  au centre, jusqu'à 13 aux extrémités (Hofmann et *al.*, 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme préférant les milieux peu à modérément minéralisés et pauvres en matière organique ainsi qu'en nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce** : *Cymbella subtruncata* Krammer 2002

### Références

2002- *Cymbella subtruncata* Krammer: p. 39-161 ; pl. 18, fig. 16-21, pl. 19, figs. 1-13, 20, 21.

2013- *Cymbella subtruncata* Krammer : Bey et Ector, tome. 5, p. 796-797.

### Morphologie

La valve est dissymétrique, la partie dorsale est convexe et le côté ventrale est légèrement convexe à droit. Les extrémités (apex) sont tronquées et arrondies. L'aire axiale est étroite et courbée et l'aire centrale est très petite. Le raphé est légèrement déplacé vers le côté ventral, devenant filiforme à proximité des terminaisons distales. On note la présence d'un stigma près de l'extrémité de la strie centrale du côté ventral. Les stries sont légèrement radiantées.

### Dimension

Longueur : 30 à 49 µm - largeur : 7.6 à 10 µm - 9 à 10 stries / 10 µm (centre) et environ 12 / 10 µm aux extrémités (Krammer, 2002 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce polluo-sensible de milieux faiblement minéralisés et pauvres en matière organique et en nutriments d'après Bey et Ector (2013).

### **Genre**

*Cymbopleura* (Krammer) Kramme, 1999

**Espèce** : *Cymbopleura amphicephala* (Nägeli ex Kützing) Krammer 2003

### Références

2003 - *Cymbopleura amphicephala* (Nägeli ex Kützing) Krammer, p. 70.

2013 - *Cymbopleura amphicephala* (Nägeli ex Kützing) Krammer : Bey et Ector, tome. 5, p. 806-807.

### Morphologie

La valve est dissymétrique (dorsi-ventrale) avec un côté dorsal plus convexe que le côté ventral. Les extrémités (Apex) sont rostrées. L'aire longitudinale est étroite et se situant au niveau de la ligne médiane de la valve. L'aire centrale est absente. Le raphé est filiforme et légèrement déplacé du côté ventral. Les stries sont radiantées et très finement ponctuées.

### Écologie

C'est une forme cosmopolite, avec un large éventail de morphotypes, dans des milieux au pH voisin de la neutralité, bien oxygénés, faiblement à modérément minéralisés, pauvres en matière organique et au taux de nutriments faible à moyen (Bey et Ector, 2013).

### Dimension

Longueur : 22 à 34  $\mu\text{m}$  - largeur : 7.2 à 8.7  $\mu\text{m}$  - 12 à 15 stries / 10  $\mu\text{m}$  au centre et jusqu'à 18 aux extrémités (Hofmann et al., 2011, in Bey et Ector, 2013).

### **Genre**

*Encyonema* Kützing 1833

**Espèce:** *Encyonema minutum* (Hilse in Rabenhorst) D.G. Mann, 1990

### Références

2013 - *Encyonema minutum* (Hilse in Rabenhorst) D.G. Mann, 1990 : p. 667.

2013 - *Encyonema minutum* (Hilse in Rabenhorst) D.G. Mann, 1990 : Bey et Ector, tome. 5, p. 832-833.

### Morphologie

La valve se caractérise par une face dorsale plus ou moins fortement convexe et une face ventrale légèrement rectiligne. L'apex est tronqué et arrondi et faiblement inclinés au côté ventral. L'aire longitudinale est étroite et linéaire, avec un décalage au côté ventral. L'aire centrale est peu marquée portant un stigma du côté dorsal. Le raphé est filiforme, plus proche de la face ventrale de la valve, avec des terminaisons proximales courbant côté dorsal et aux terminaisons distales en forme de crochet du côté ventral. Les stries sont parallèles au centre devenant radiantes aux extrémités, se caractérisant par des ponctuations très fines.

### Dimension

Longueur : 7 à 23  $\mu\text{m}$  - largeur : 4.2 à 6.9  $\mu\text{m}$  - 15 à 18 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme cosmopolite de milieux au pH voisin de la neutralité, modérément minéralisés, peu à moyennement impactés par les nutriments d'après Bey et Ector (2013).

### **Famille**

Gomphonemataceae Kützing 1844

### **Genre**

*Gomphonema* Ehrenberg 1832

**Espèce:** *Gomphonema augur*, Ehrenberg 1840

### Références

1840 - *Gomphonema augur* Ehrenberg : p. 211.

2013 - *Gomphonema augur* Ehrenberg : Bey et Ector, tome. 5, p. 890-891.

### Morphologie

La valve a une forme triangulaire allongée. L'aire longitudinale est rectiligne. On note la présence d'un stigma. L'aire centrale est petite rectangulaire, unilatérale et définie par deux stries plus courtes du côté opposé au stigma. Le raphé est légèrement ondulé. Les stries sont ponctuées et parallèles au centre, devenant radiantes aux extrémités.

### Dimension

Longueur : 17 à 60  $\mu\text{m}$  - largeur : 8 à 13  $\mu\text{m}$  - 7 à 13 (15) stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al. 2011, in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme Probablement cosmopolite, dans des milieux relativement pollués (Bey et Ector, 2013).

***Espèce : Gomphonema elegantissimum* E. Reichardt & Lange-Bertalot 2011**

### Références

2011 - *Gomphonema elegantissimum* E. Reichardt & Lange-Bertalot : p. 302

2013 - *Gomphonema elegantissimum* E. Reichardt & Lange-Bertalot : Bey et Ector, tome. 5, p. 906-907.

### Morphologie

La valve est hétéropolaire lancéolée. Les extrémités (apex) sont tronquées et arrondies. La Partie antérieure est aux côtés plus ou moins fortement courbes et la partie postérieure est en triangle. L'aire longitudinale est lancéolée, s'élargissant en une aire centrale bordée de stries plus courtes. Le stigma est petit et visible dans le prolongement de la courbure des terminaisons proximales du raphé. Le raphé est ondulé à légèrement oblique. Les stries sont radiantes.

### Dimension

Longueur : 10 à 35  $\mu\text{m}$  - largeur : 3.6 à 5.4  $\mu\text{m}$  - 11 à 15 stries / 10  $\mu\text{m}$  (11 le plus souvent) d'après (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce de milieux calcaires, pauvres en matière organique et peu à modérément impactés par les nutriments d'après Bey et Ector (2013).

***Espèce : Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot & E. Reichardt 1996**

### Références

1996 - *Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot & E. Reichardt : p. 70, pl. 62, figs. 22-27.

2013 - *Gomphonema exilissimum* (Grunow) Lange-Bertalot & E. Reichardt : Bey et Ector, tome. 5, p. 908-909.

#### Morphologie

La valve est hétéropolaire lancéolée. Les extrémités (apex) sont tronquées et arrondies. L'aire longitudinale est lancéolée, s'élargissant en une aire centrale bordée de stries plus courtes. On note la présence d'un petit stigma, dans le prolongement de la courbure des terminaisons proximales du raphé. Le raphé est ondulé et légèrement oblique. Les stries sont radiantées.

#### Dimension

Longueur : 10 à 35  $\mu\text{m}$  - largeur : 3.6 à 5.4  $\mu\text{m}$  - 11 à 15 stries / 10  $\mu\text{m}$  (11 le plus souvent) (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

C'est une forme de milieux calcaires, pauvres en matière organique et peu à modérément impactés par les nutriments (Bey et Ector, 2013).

*Espèce : Gomphonema lagenula* Kützing 1844

#### Références

1844 - *Gomphonema lagenula* Kützing : p. 85, pl. 30, fig. 60.

2013 - *Gomphonema lagenula* Kützing 1844 : Bey et Ector, tome. 5, p. 914-915.

#### Morphologie

La valve est elliptico-lancéolée. Les extrémités (apex) sont capitées. L'aire longitudinale est rectiligne étroite. L'aire centrale est réduite et asymétrique. On note la présence d'un stigma apparaissant très proche de la strie médiane. Le raphé est légèrement ondulé. Les stries sont unisériées, parallèles au niveau de l'aire centrale à parallèles voir légèrement radiantées aux extrémités.

#### Dimension

Longueur : 10 à 36  $\mu\text{m}$  - largeur : 4 à 8  $\mu\text{m}$  - 12 à 20 stries / 10  $\mu\text{m}$  d'après (Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

C'est une espèce polluo-résistante, tolérant des niveaux élevés en pollution organique et en nutriments d'après (Bey et Ector, 2013).

*Espèce: Gomphonema lateripunctatum* E. Reichardt & Lange-Bertalot 1991

#### Références

1991 - *Gomphonema lateripunctatum* E. Reichardt & Lange-Bertalot : p. 530, pl. 5, figs. 1-19, pl. 6, figs. 1-3.

2013 - *Gomphonema lateripunctatum* E. Reichardt & Lange-Bertalot : Bey et Ector, tome. 5, p. 916-917.



### Morphologie

La valve est elliptique lancéolée. Les extrémités (apex) antérieures sont sub-rostrées à rostrées, tandis que les extrémités postérieures sont plus étroites et arrondies. L'aire longitudinale est étroite, s'élargissant à l'approche de l'aire centrale. Cette dernière est en forme de rectangle. On note la présence d'un stigma sur l'un des côtés de l'aire centrale. Le raphé est rectiligne avec des terminaisons distales en crochet recourbant du même côté. Les stries sont légèrement radiantées.

### Dimension

Longueur : 14 à 52  $\mu\text{m}$  - largeur : 8 à 14  $\mu\text{m}$  - 8 à 14 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann *et al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

D'après Bey et Ector, (2013) c'est une espèce de milieux calcaires au pH alcalin, pas ou peu impactés par la matière organique et les nutriments. Indicateur d'un milieu de bonne qualité écologique.

***Espèce : Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson 1838**

### Références

1838 - *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson 1838 : p. 14.

2013 - *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson : Bey et Ector, p. 928-929.

### Morphologie

La valve est hétéropolaire lancéolée. La partie antérieure est large arrondie, tandis que la partie postérieure est effilée. L'aire longitudinale est étroite et rectiligne. L'aire centrale est en forme d'un nœud de papillon bordée par des stries plus courtes. On note l'absence de stigma. Le raphé est droit. Les stries sont radiantées au centre, devenant parallèles aux extrémités.

### Dimension

Longueur : 12 à 42  $\mu\text{m}$  - largeur : 5.5 à 9  $\mu\text{m}$  - 8 à 12 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann *et al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce affectionnant les milieux pas ou peu impactés par la pollution organique, mais pouvant se développer dans des milieux à forte teneur en nutriments.

***Espèce : Gomphonema parvulum* Kützing 1849**

### Références

1849 - *Gomphonema parvulum* Kützing 1849 : p. 65

1972 - *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow : Dawson, pl. 12, figs. 8-12.

1993 - *Gomphonema parvulum* (Kützing) Grunow : Gaj-Levra et Abate, p. 259, pl. 15, fig. 32.

2013 - *Gomphonema parvulum* Kützing 1849 : Bey et Ector, tome. 5, p. 932-933.

#### Morphologie

Le frustule est linéaire à extrémités subaiguës. La surface valvaire est large. Le raphé est peu ondulé. Les stries sont transapicales. L'aire centrale est unilatérale caractérisée par le raccourcissement d'une ou de deux stries, opposées au stigma.

#### Dimension

Longueur : 10 à 36  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 8  $\mu\text{m}$  - 7 à 20 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

C'est une forme épipélique (Gasse et *al.*, 1987). Elle est épipsammique, se proliférant dans les environnements subaériens inondés périodiquement (Servant-Vildary, 1986).

Elle est alcaliphile (Gasse et *al.*, 1987 ; Servant-Vildary, 1986).

Cette forme est euryhaline limnobionte (Caljon et Cocquyt, 1992).

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce cosmopolite polluo-résistante, généralement considérée comme tolérant des situations extrêmes de pollution.

**Espèce : *Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot 1979**  
(Planche V, Fig. 6)

#### Références

1979 - *Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot 1979 : p. 213-214, figs. 11-16, 79-80.

2013 - *Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot 1979 : Bey et Ector, p. 936-937.

#### Morphologie

La valve est hétéropolaire élancée et de forme ovale. La partie antérieure se caractérise par des côtés courbes avec un apex sub-rostré. Tandis que, la partie postérieure est triangulaire avec un apex fin et arrondi. L'aire longitudinale est étroite rectiligne et l'aire centrale est unilatérale bordée par le raccourcissement d'une strie centrale. On note la présence de stigma dans le prolongement de la strie centrale. Le raphé est filiforme et légèrement oblique. Les stries sont peu radiant.

#### Dimension

Longueur : 25 à 55  $\mu\text{m}$  - largeur : 7 à 10  $\mu\text{m}$  - 9 à 12 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

Espèce cosmopolite, affectionnant les milieux assez chargés en matière organique et pouvant contenir un fort taux de nutriments, mais ne tolérant pas des niveaux critiques de pollution (Bey et Ector, 2013).

**Espèce : *Gomphonema rhombicum* M. Schmidt 1904**

Références

1904 - *Gomphonema rhombicum* M. Schmidt 1904 : pl. 248, fig. 1.

2013 - *Gomphonema rhombicum* M. Schmidt 1904 : Bey et Ector, tome. 5, p. 940-941.

Morphologie

La valve est hétéropolaire lancéolée. Les extrémités (apex) sont arrondies. L'aire longitudinale est lancéolée, s'élargissant en une large aire centrale. On note la présence d'un stigma dans le nodule central. Le raphé est oblique avec des terminaisons proximales s'incurvant du côté du stigma. Les stries sont courtes et peu radiant.

Dimension

Longueur : 36 à 53  $\mu\text{m}$  - largeur : 5.4 à 7.6  $\mu\text{m}$  - 9.5 à 12 stries / 10  $\mu\text{m}$  (13 à 14 au pôle supérieur) (Iserentant & Ector 1996 ; *in* Bey et Ector, 2013).

Écologie

Espèce de milieux siliceux peu minéralisés, pauvres en matière organique et en nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce : *Gomphonema variostigmatum* E. Reichardt 2007**

Références

2007 - *Gomphonema variostigmatum* E. Reichardt 2007 : p. 123, pl. 10, figs. 1-27.

2013 - *Gomphonema variostigmatum* E. Reichardt 2007 : Bey et Ector, p. 952-953.

Morphologie

La valve est linéaire, lancéolée et peu hétéropolaire. Le pôle antérieur est à terminaison arrondie, tandis que, le pôle postérieur plus effilé, à terminaison légèrement rostrée. L'aire longitudinale est étroite et rectiligne et l'aire centrale est petite et bordée par le raccourcissement des stries médianes. Le raphé est très étroit et droit. Les stries sont radiant.

Dimension

Longueur : 9.4 à 30  $\mu\text{m}$  - largeur : 4.1 à 6.5  $\mu\text{m}$  - 12 à 14 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Reichardt, 2007 ; *in* Bey et Ector, 2013).

Écologie

C'est une espèce polluo-sensible, des milieux exempts de pollution organique et pas ou peu impactés par les nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Genre**

*Gomphosphenia* (Lange-Bertalot 1995)

**Espèce : *Gomphosphenia holmquistii* (Foged) Lange-Bertalot 1995**

### Références

1995 - *Gomphosphenia holmquistii* (Foged) Lange-Bertalot 1995, p. 244.

2013 - *Gomphosphenia holmquistii* (Foged) Lange-Bertalot : Bey et Ector, tome. 5, p. 962-963.

### Morphologie

La valve est hétéropolaire, étroite et lancéolée. L'apex antérieur est largement arrondi, tandis que l'apex postérieur est finement arrondi. L'aire longitudinale et l'aire centrale sont fusionnées en une large surface hyaline. On note l'absence de stigma. Le raphé est étroit. Les stries sont courtes et faiblement radiantes.

### Dimension

Longueur : (15) 29.3 à 36  $\mu\text{m}$  - largeur : (3.3) 5 à 6  $\mu\text{m}$  - 18 à 20 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Foged 1968 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce dont l'écologie reste à définir (Bey et Ector, 2013).

### **Genre**

*Reimeria* Kociolek & Stoermer 1987

**Espèce:** *Reimeria sinuata* (W. Gregory) Kociolek & Stoermer 1987

### Références

1987 - *Reimeria sinuata* (W. Gregory) Kociolek & Stoermer 1987 : p. 457-458, figs. 1-10.

2013 - *Reimeria sinuata* (W. Gregory) Kociolek & Stoermer : Bey et Ector, tome. 5, p. 968-967.

### Morphologie

La valve est petite et dissymétrique, avec un côté dorsal d'une convexité bien marquée et un côté ventral légèrement convexe à droit. On note un renflement central plus ou moins important. Les extrémités (Apex) sont largement arrondies. L'aire axiale est très étroite et linéaire. L'aire centrale est asymétrique. Le raphé est médian à légèrement déplacé vers le côté ventral. On note la présence d'un stigma sur la partie dorsale de l'aire centrale. Les stries sont légèrement radiantes.

### Dimension

Longueur : 9 à 40  $\mu\text{m}$  - largeur : 3.5 à 9  $\mu\text{m}$  - 8 à 14 stries / 10  $\mu\text{m}$  au centre et jusqu'à 16 aux extrémités (Hofmann *et al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, sensible à la pollution organique, mais assez tolérante vis-à-vis de la pollution par les nutriments d'après (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Reimeria uniseriata* S.E. Sala, J.M. Guerrero & Ferrario, 1993  
(Planche I, Figs. 2-3)

Références

- 1993 - *Reimeria uniseriata* S.E. Sala, J.M. Guerrero & Ferrario, p. 445, figs. 7-10.  
2013 - *Reimeria uniseriata* S.E. Sala, J.M. Guerrero & Ferrario : Bey et Ector, tome. 5, p. 970-971.

Morphologie

La valve est dissymétrique, présentant un côté dorsal convexe et un côté ventral moins convexe à rectiligne avec un renflement léger au central. Les extrémités (Apex) sont légèrement sub-capitées. L'aire axiale est étroite et l'aire centrale est large asymétrique. Le raphé est filiforme. On note la présence d'un stigma sur la partie dorsale de l'aire centrale. Les stries sont unisériées et sub-parallèles se caractérisant d'une seule ligne de points bien visibles en microscopie photonique.

Dimension

Longueur : 15 à 40  $\mu\text{m}$  - largeur : 4 à 9  $\mu\text{m}$  - 7 à 14 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Taylor et *al.*, 2007 ; in Bey et Ector, 2013).

Écologie

C'est une espèce de milieux au pH alcalin et moyennement minéralisés, plutôt tolérante à la pollution par les nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Ordre**

Achnantles Silva 1962

**Famille**

Cocconeidaceae Kützing 1844

**Genre**

*Cocconeis* Ehrenberg 1837

**Espèce :** *Cocconeis euglypta* Ehrenberg 1854  
(Planche I, Fig. 1)

Références

- 1854 - *Cocconeis euglypta* Ehrenberg 1854 sensu Monnier et *al.*, 2007 : pl. 2, figs. 1-22, pl. 3, fig. 1-17.  
2013 - *Cocconeis euglypta* Ehrenberg 1854 sensu Monnier et *al.*, 2007 : Bey et Ector, tome. 1, p. 122-123.  
2018 - *Cocconeis euglypta* Ehrenberg, 1854, Peeters & Ector, p. 68-69.

Morphologie

La valve est bombée en forme d'ellipse à ovale. L'aire longitudinale est rectiligne, s'élargissant en une très étroite aire centrale de forme ovale à losangique. Le raphé est filiforme rectiligne, avec des terminaisons proximales formant un petit pore en goutte d'eau. Les stries sont très fines en ponctuations bien visibles en microscopie photonique et se disposant

parallèlement au centre à radiantes aux extrémités. Le pseudoraphé est rectiligne et étroit avec un léger élargissement au centre (face externe), devenant lancéolé (face interne). Les stries sont formées d'aréoles, apparaissant sous forme de traits plus ou moins longs (côté externe) et sous forme de points (côté interne).

#### Dimension

D'après (Krammer & Lange-Bertalot, 1991 ; *in* Bey et Ector, 2013) la longueur : 10 à 46  $\mu\text{m}$  - largeur : 8 à 30  $\mu\text{m}$  - 24 à 26 stries / 10  $\mu\text{m}$  (valve à raphé) - 19 à 22 stries / 10  $\mu\text{m}$  (valve sans raphé).

#### Écologie

C'est une forme épiphytique ubiquiste supportant des niveaux de pollution assez variés : rare dans les milieux peu chargés en matière organique, relativement fréquente dans les milieux à faible teneur en nutriments (Bey et Ector, 2013). C'est un taxon commun dans les eaux eutrophes avec une minéralisation élevée (Peeters et Ector, 2018).

*Espèce : Cocconeis lineata* Ehrenberg 1843 sensu Monnier et al., 2007

#### Références

2013 - *Cocconeis lineata* Ehrenberg 1843 sensu Monnier et al., 2007 : Bey et Ector, tome. 1, p. 126-127.

2018 - *Cocconeis lineata* Ehrenberg 1849 : Peeters et Ector, p. 70-71.

#### Morphologie

La valve est elliptique. L'hypovalve se caractérise par une aire longitudinale rectiligne, s'élargissant en une petite aire centrale plus ou moins ovale à losangique. Le raphé est filiforme rectiligne aux terminaisons proximales formant un petit pore en goutte d'eau. Les stries sont fines, apparaissant en ponctuations, parallèles au centre devenant radiantes aux extrémités. On note la présence d'un anneau hyalin fin au centre vavaire et d'un autre anneau hyalin marginal plus ou moins large. L'épivalve se caractérise par un pseudoraphé lancéolé et large au centre (face interne) devenant plus étroit en (face externe). Les stries sont parallèles au centre, devenant radiantes aux pôles.

#### Dimension

D'après (Krammer & Lange-Bertalot, 1991 ; *in* Bey et Ector, 2013) la longueur : 10 à 80  $\mu\text{m}$  - largeur : 6 à 40  $\mu\text{m}$  - 24 à 26 stries / 10  $\mu\text{m}$  (valve à raphé) - 16 à 23 stries / 10  $\mu\text{m}$  (valve sans raphé).

D'après (Romero et Jahn, 2013 ; *in* Peeters et Luc, 2018) la longueur : 18.6 à 22.7  $\mu\text{m}$  - largeur : 6,4 à 13,1  $\mu\text{m}$  - 10 à 15 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite dans des milieux au pH proche de la neutralité à alcalin, très faiblement chargés en matière organique et en nutriments ainsi que peu minéralisés (Bey et Luc, 2013).

D'après Peeters et Ector (2018) c'est un taxon assez méconnu et considéré comme de bonne qualité, d'eau faiblement minéralisée, peu chargée en nutriments et matière organique.

***Espèce : Cocconeis pediculus Ehrenberg, 1838***

### Références

1838 - *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, 1838 : p. 194, pl. 21, fig. 11.

2013 - *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, 1838 : Bey et Ector, tome. 1, p. 132-133.

2018 - *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, 1838 : Peeters et Ector, p. 78-79.

### Morphologie

La valve est bombée et elliptique. L'hypovalve se caractérise par une aire longitudinale très étroite, s'élargissant au centre et formant une petite aire centrale ronde à losangique, se terminant en pôles semi-circulaire. Le raphé est filiforme. Les stries sont radiantées et courbées avec des fines punctuations. On note la présence d'un étroit anneau hyalin marginal. L'épivalve se caractérise par un pseudo-raphé étroit et linéaire bordé par une aire longitudinale. Les stries sont radiantées et courbes.

### Dimension

La longueur : 12 à 54  $\mu\text{m}$  - largeur : 7 à 37  $\mu\text{m}$  - 16 à 24 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmannet *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

D'après (Lange-Bertalot et *al.*, 2017 ; *in* Peeters et Ector, 2018) la longueur : 12 à 54  $\mu\text{m}$  - largeur : 7 à 37  $\mu\text{m}$  - 16 à 24 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce épiphyte cosmopolite, très répandue dans les cours d'eau moyennement à fortement minéralisés, très souvent sur les filaments de *Cladophora*.

D'après Peeters et Ector (2018) c'est une forme très commune dans les cours d'eau eutrophes, mais peu chargés en matière organique et au pH légèrement alcalin.

### ***Famille***

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

**Genre**

*Achnanthes* Bory, 1882

**Espèce** : *Achnanthes minutissima* Kutz. var. *minutissima* Kutzing

Référence

1989 - *Achnanthes minutissima* Kutz. var. *minutissima* Kutzing : Lange-Bertalot & Krammer 1989, volume. 18, pl. 51, figs. 22-29.

Morphologie

La valve est de forme étroite, lancéolée et linéaire. Les extrémités sont tronquées à légèrement rostrées. L'aire longitudinale est droite et finement lancéolée. L'aire centrale est définie par une interruption nette des stries centrales. Le raphé est fin et rectiligne. Le pseudo-raphé est également étroit et rectiligne. Les stries sont radiantées et plus denses aux extrémités.

Dimension

Longueur : 6 à 25 µm - largeur : 3 à 5 µm - 20 à 26 stries / 10 µm d'après (Peeters et Ector, 2017).

Écologie

C'est un taxon probablement cosmopolite, affectionnant des eaux pauvres en matière organique, au pH proche de la neutralité, mais pouvant être assez minéralisées d'après (Peeters et Ector, 2017).

**Genre**

*Achnanthidium* Kützing 1844

**Espèce** : *Achnanthidium affine* (Grunow) Czarnecki 1994

Références

1994 - *Achnanthidium affine* (Grunow) Czarnecki 1994 : p. 156.

2013 - *Achnanthidium affine* (Grunow) Czarnecki 1994 : Bey et Ector, tome. 1, p. 86-87.

Morphologie

La valve est lancéolée et elliptique. Les extrémités sont arrondies. Le raphé est fin et rectiligne. L'aire longitudinale est rectiligne et finement lancéolée. Les stries sont radiantées, plus denses aux extrémités. L'aire centrale en forme de noeud de papillon. Le pseudo-raphé est rectiligne et finement lancéolé, bordé de part et d'autre par deux à trois stries centrales souvent sub-parallèles. Les stries légèrement peu radiantées.

Dimension

Longueur : 8 à 30 µm - largeur : 3.5 à 5 µm - 22 à 24 (30) stries / 10 µm (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).



### Écologie

C'est une espèce de milieux généralement calcaires et faiblement alcalins, peu à moyennement minéralisés et bien oxygénés, sensible à la pollution organique (Bey et Ector, 2013).

**Espèce** : *Achnanthidium druartii* Rimet & Couté in Rimet et *al.*, 2010

### Références

2010 - *Achnanthidium druartii* Rimet & Couté in Rimet et *al.*, 2010 : p. 188, pl. 1, fig. 1-38, pl. 2, fig. 1-11, pl. 3, figs. 1-34.

2013 - *Achnanthidium druartii* Rimet & Couté in Rimet et *al.*, 2010 : Bey et Ector, tome.1, p. 92-93.

### Morphologie

La valve est de forme elliptique et lancéolée. Les extrémités sont subrostrées. Le raphé est filiforme rectiligne. L'aire longitudinale est étroite et rectiligne, s'élargissant légèrement au centre valvaire. Les stries sont légèrement radiantées. Le pseudo-raphé est étroit et rectiligne. Les stries faiblement radiantées.

### Dimension

D'après (Rimet et *al.*, 2010 ; in Bey et Ector, 2013) la longueur : 12 à 29 µm - largeur : 3.9 à 5.5 µm - 15 à 22 stries / 10 µm (centre) - 40 à 50 stries / 10 µm (extrémités)

### Écologie

C'est un taxon de milieux au pH alcalin, bien minéralisés et relativement riches en matière organique et nutriments (Bey et Ector, 2013).

### **Ordre**

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

### **Sous-Ordre**

Neidíneae D.G. Mann in Round et al. 1990

### **Famille**

Brachysiraceae D.G. Mann 1990

### **Genre**

*Brachysira* Kutzing 1836

**Espèce** : *Brachysira neglectissima* Lange-Bertalot, 2004  
(Planche II, Fig. 2)

### Références

2004 - *Brachysira neglectissima* Lange-Bertalot 2004 : p. 128, pl. 53, fig. 1-13, pl. 54, figs. 1-6.

2013 - *Brachysira neglectissima* Lange-Bertalot 2004 : Bey et Ector, tome. 3, p. 356-357.

### Morphologie

La valve est de forme lancéolée. Les extrémités sont étirées en forme sub-rostrée à rostrée. L'aire longitudinale est étroite et linéaire. L'aire centrale est très petite. Le raphé est filiforme et droit, aux pores centraux discrets plus espacés entre eux. Les stries sont radiantées devenant sub-parallèles au niveau des apex et très difficilement résolubles en microscopie photonique.

### Dimension

D'après (Lange-Bertalot, 2004 ; *in* Bey et Ector, 2013) la longueur : 18 à 30  $\mu\text{m}$  - largeur : 4.3 à 5.4  $\mu\text{m}$  - 36 à 40 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

### Écologie

C'est une espèce de milieux au pH voisin de la neutralité, peu minéralisés et pauvres en nutriments (Bey et Ector, 2013).

***Espèce: Brachysira vitrea*** (Grunow) R. Ross *in* Hartley 1986

### Références

1986 - *Brachysira vitrea* (Grunow) R. Ross *in* Hartley 1986 : p. 607.

2013 - *Brachysira vitrea* (Grunow) R. Ross *in* Hartley 1986 : Bey et Ector, tome. 3, p. 358-359.

### Morphologie

La valve est lancéolée à elliptico-lancéolée. Les extrémités sont rostrées à capités. L'aire longitudinale est étroite et rectiligne. L'aire centrale est petite de forme approximativement elliptique. Le raphé est filiforme et droit. Les stries sont radiantées et finement ponctuées, leur ponctuation n'est pas visible en microscopie photonique.

### Dimension

D'après (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013) la longueur : 16 à 40  $\mu\text{m}$  - largeur : 5.5 à 9  $\mu\text{m}$  - 30 à 35 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

### Écologie

D'après Bey et Luc (2013) c'est une espèce cosmopolite de milieux calcaires au pH alcalin, pauvres en matière organique et en nutriments.

### ***Genre***

*Frustulia* Rabenhorst, 1853

***Espèce : Frustulia amosseana*** Lange-Bertalot ; *in* Rumrich, Lange-Bertalot & Rumrich, 2000

### Références

2013 - *Frustulia amosseana* Lange-Bertalot ; in Rumrich, Lange-Bertalot & Rumrich 2000 : Bey et Ector, tome. 3, p. 440-441.

2000 - *Frustulia amosseana* Lange-Bertalot ; in Rumrich, Lange-Bertalot & Rumrich 2000 : p. 129.

### Morphologie

La valve est linéaire à lancéolée et les bords sont légèrement convexes. Les extrémités sont triangulaires tronquées et arrondies. L'aire longitudinale est légèrement incurvée et bordée de deux nervures axiales interrompues par un nodule central rectangulaire. Le raphé est filiforme épousant la forme de l'aire longitudinale. Les stries sont légèrement parallèles dans la partie centrale, devenant convergentes aux extrémités et radiant autour du nodule terminal.

### Dimension

Longueur : 26 à 53  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 8  $\mu\text{m}$  - 24 à 30 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Lange-Bertalot, 2001 ; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

D'après (Bey et Ector, 2013) c'est une espèce cosmopolite, dans des milieux au pH alcalin, mais peu fréquente.

### ***Sous-Ordre***

Sellaphorineae D.G. Mann in Round et al. 1990

### ***Famille***

Sellaphoraceae Mereschkowsky 1992

### ***Genre***

*Adlafia* Gerd Moser, Lang Bertalot &

Metzeltin 1998

***Espèce : Adlafia minuscula*** (Grunow) Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Genkal 1999

### Références

1999 - *Adlafia minuscula* (Grunow) Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Genkal, p. 32.

2013- *Adlafia minuscula* (Grunow) Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Genkal : Bey et Ector, tome. 3, p. 335.

### Morphologie

Le frustule est petit, étroit d'une forme rhombo-elliptique. Les extrémités sont arrondies. L'aire longitudinale est étroite et linéaire. Le raphé est rectiligne et les stries ne sont pas bien observables en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 10 à 16  $\mu\text{m}$  - largeur : 3.2 à 4.8  $\mu\text{m}$  - 35 à 45 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011, in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme cosmopolite, se proliférant dans des eaux de différentes qualités, mais le plus souvent exemptes de pollution organique (Bey et Ector, 2013).

### **Genre**

*Gyrosigma* Hassall, 1845

**Espèce :** *Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Rabenhorst, 1853

### Références

1853 - *Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Rabenhorst, 1853 : p. 47.

2013 - *Gyrosigma attenuatum* (Kützing) Rabenhorst, 1853 : Bey et Ector, tome. 3, p. 458-459.

### Morphologie

La valve est lancéolée, modérément sigmoïde à la largeur diminuant continuellement du centre jusqu'aux extrémités. L'apex est trapus, tronqué et arrondi. L'aire longitudinale est très étroite et rectiligne au centre de la valve. L'aire centrale est oblique, peu élargie en un nodule de forme elliptique. Le raphé est central et filiforme, d'une extrémité à l'autre de l'aire longitudinale. On note la présence d'une double striation (stries transversales faiblement radiantées à plus ou moins parallèles, traversées par des stries longitudinales) suivant la courbure du raphé. Les stries sont longitudinales plus largement espacées et moins distinctes que les stries transversales.

### Dimension

Longueur : 150 à 240 µm - largeur : 23 à 26 µm - 14 à 16 stries transversales / 10 µm - 10 à 12 stries longitudinales / 10 µm (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

D'après Bey et Luc (2013) c'est une espèce cosmopolite, affectionnant les eaux douces moyennement à fortement minéralisées mais parfois présente dans des eaux plus faiblement minéralisées. Elle ne tolère pas des concentrations élevées pour les formes de l'azote (NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> et NO<sub>3</sub>), mais plus pour celles en phosphore total et sulfates.

**Espèce:** *Gyrosigma kuetzingii* (Grunow) Cleve 1894

### Références

1894 - *Gyrosigma kuetzingii* (Grunow) Cleve, 1894 : p. 115.

2013 - *Gyrosigma kuetzingii* (Grunow) Cleve, 1894 : Bey et Ector, tome. 3, p. 460-461.

### Morphologie

La valve est lancéolée et modérément sigmoïde. Les extrémités sont tronquées et arrondies. L'aire longitudinale est étroite, épousant le centre de la valve. L'aire centrale est droite, peu élargie en un nodule elliptique. Les branches du raphé sont filiformes suivant la courbure de l'aire longitudinale. On note une double striation : des stries transversales sub-

parallèles à légèrement radiant, traversées par des stries longitudinales suivant la courbure du raphé.

#### Dimension

Longueur : 90 à 150  $\mu\text{m}$  - largeur : 12 à 15  $\mu\text{m}$  - 21 à 23 stries transversales / 10  $\mu\text{m}$  - 24 à 27 stries longitudinales / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce de milieux au pH alcalin, pauvres à modérément riches en matière organique et modérément impactés par les nutriments.

#### **Genre**

*Mayamea* Lang-Bertalot 1997

**Espèce:** *Mayamea atomus* (Kützing) Lange-Bertalot, 1997

#### Références

1997 - *Mayamea atomus* (Kützing) Lange-Bertalot 1997 : p. 72.

2013 - *Mayamea atomus* (Kützing) Lange-Bertalot 1997 : Bey et Ector, tome. 3, p. 490-491.

#### Morphologie

La valve est elliptique à linéaire. Les extrémités sont largement arrondies. L'aire longitudinale est en sternum raphéen plus ou moins fortement silicifié et aux nodules central et polaires bien silicifiés. L'aire centrale est réduite s'étirant en forme irrégulière, ou absente. Le raphé est filiforme, aux branches plus ou moins arquées. Les stries sont fortement radiant, devenant successivement longues puis courtes au niveau du nodule central.

#### Dimension

Longueur : 8.5 à 13  $\mu\text{m}$  - largeur : 4 à 5.5  $\mu\text{m}$  - 19 à 22 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013)

#### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce cosmopolite aérophile, des milieux au pH alcalin, fortement minéralisés à teneurs élevées en matière organique et en nutriments. Elle est considérée comme l'une des diatomées les plus résistantes à la pollution.

**Espèce:** *Mayamea permitis* (Hustedt) Bruder & Medlin, 2008  
(Planche V, Fig. 5)

#### Références

2008 - *Mayamea permitis* (Hustedt) Bruder & Medlin 2008 : p. 327

2013 - *Mayamea permitis* (Hustedt) Bruder & Medlin 2008 : Bey et Ector, tome. 3, p. 492-493.

### Morphologie

La valve est elliptique à linéo-elliptique. Les extrémités sont très arrondies. L'aire longitudinale est en sternum raphéen étroit et rectiligne. L'aire centrale est réduite et arrondie. Le raphé est filiforme, difficilement visible en microscopie photonique. Les stries sont très fines et radiant.

### Dimension

Longueur : 6 à 9  $\mu\text{m}$  - largeur : 3 à 4  $\mu\text{m}$  - (25) 30 à 36 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Lange-Bertalot, 2001 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce cosmopolite très commune et abondante dans les milieux dont la charge en matière organique est élevée (aval des rejets d'eaux usées notamment). Elle supporte également des charges élevées en nutriments et elle figure parmi les diatomées les plus polluorésistantes. Ainsi, qu'elle est observée dans des milieux à la pollution modérée et probablement associée à un micro-habitat tel que, la décomposition organique d'autres algues, y compris les diatomées.

### **Genre**

*Fallacia* Stickle et D.G.Mann ; *in* Rond,

Crawford et D.G.Mann, 1990

**Espèce:** *Fallacia sublucidula* (Hustedt) D.G. Mann ; *in* Round, Crawford & Mann 1990

### Références

1990 - *Fallacia sublucidula* (Hustedt) D.G. Mann ; *in* Round, Crawford & Mann 1990 : p. 669.

2013 - *Fallacia sublucidula* (Hustedt) D.G. Mann ; *in* Round, Crawford & Mann 1990 : Bey et Ector, tome. 3, p. 429.

### Morphologie

La valve est elliptique à linéo-elliptique. Les extrémités sont largement arrondies. L'aire longitudinale est rectiligne et étroite. L'aire centrale est peu visible. Le raphé est filiforme, arquée, aux pores centraux bien visibles. Les stries sont légèrement radiant et très finement ponctuées.

### Dimension

D'après Bey et Ector (2013) la longueur : 10 à 17  $\mu\text{m}$  - largeur : 3 à 5  $\mu\text{m}$  - jusqu'à 30 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

### Écologie

C'est une espèce de milieux moyennement impactés par la matière organique, mais pouvant l'être fortement par les nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle & D.G. Mann in Round, Crawford & Mann 1990  
(Planche IV, Figs. 6-7)

### Références

1990 - *Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle & D.G. Mann ; in Round, Crawford & Mann, 1990 : p. 668.

2013 - *Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle & D.G. Mann ; in Round, Crawford & Mann 1990 : Bey et Ector, tome. 3, p. 430-431.

### Morphologie

La valve est de forme étroitement à largement elliptique, linéaire à elliptique et aux apex largement arrondis. L'aire longitudinale est également de forme variable (très étroite à modérément large). L'aire centrale est arrondie reliant deux aires hyalines. Le raphé est filiforme bien visible, arqué et aux pores centraux bien marqués. Les stries sont très finement ponctuées, parallèles au centre à peu radiantes jusqu'aux pôles.

### Dimension

D'après (Hofmann et *al.*, 2011 ; in Bey et Ector, 2013) la longueur : 20 à 62  $\mu\text{m}$  - largeur : 9 à 20  $\mu\text{m}$  - 22 à 28 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, principalement sur support végétaux et tolérant des niveaux de pollution élevés (Bey et Ector, 2013).

### **Famille**

Pinnulariaceae D.G. Mann in Round et *al.*, 1990

### **Genre**

*Caloneis* Cleve 1894

**Espèce :** *Caloneis macedonica* Hustedt 1945  
(Planche V, Fig. 3)

### Références

1945 - *Caloneis macedonica* Hustedt 1945 : p. 934, pl. 42, figs. 27-28.

2013 - *Caloneis macedonica* Hustedt 1945 : Bey et Ector, tome. 3, p. 366-367.

### Morphologie

La valve linéaire et lancéolée, aux côtés convexes. Les extrémités sont sub-rostrées à capitées. L'aire longitudinale est étroite aux pôles devenant dilatée au centre en une forme lancéolée. L'aire centrale est plus ou moins large en forme de nœud papillon. Le raphé est

légèrement courbe, aux terminaisons distales s'orientant du même côté. Les stries sont radiantées au centre et convergentes aux extrémités.

#### Dimension

Longueur : 27 à 45  $\mu\text{m}$  - largeur : 7 à 9  $\mu\text{m}$  - 19 à 22 stries / 10  $\mu\text{m}$  d'après (Krammer & LangeBertalot, 1986 ; *in* Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

C'est une espèce cosmopolite dont l'écologie reste à définir (Bey et Ector, 2013).

### **Genre**

*Pinnularia* Ehrenberg 1841

**Espèce:** *Pinnularia isselana* Krammer 2000

#### Références

2000 - *Pinnularia isselana* Krammer 2000 : p. 132.

2013 - *Pinnularia isselana* Krammer 2000 : Bey et Ector, tome. 4, p. 652-653.

#### Morphologie

La valve est linéaire et lancéolée. Les extrémités (apex) sont arrondies. L'aire longitudinale est assez étendue, s'élargissant des extrémités jusqu'au centre. L'aire centrale est de forme circulaire à rhombique arrondie, se caractérise par sa largeur et s'étendant presque jusqu'aux bords de la valve. Le raphé est réctiligne, devenant légèrement oblique aux terminaisons proximales, avec des pores centraux en forme cerculaire. Les stries sont radiantées au centre valvaire, devenant légèrement convergentes aux pôles.

#### Dimension

Longueur : 22 à 53  $\mu\text{m}$  - largeur : 6.5 à 9  $\mu\text{m}$  - 11 à 13 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Krammer 2000 ; *in* Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) elle est généralement répandue et abondante dans les étangs et les marais, mais aussi dans les eaux courantes pauvres en nutriments et faiblement à moyennement minéralisées.

**Espèce :** *Pinnularia subcommutata* Krammer, 1992

#### Références

1992 - *Pinnularia subcommutata* Krammer, 1992 : p. 136-137, pl. 52, fig. 10.

2013 - *Pinnularia subcommutata* Krammer, 1992 : Bey et Ector, tome. 4, p. 676-677.

#### Morphologie

La valve est linéaire, elliptique et lancéolée, avec des côtés légèrement convexes. Les extrémités (apex) sont arrondies. L'aire longitudinale est étroite. L'aire centrale est en losange



arrondie formant un semi-fascia. Le raphé est légèrement ondulé avec des terminaisons proximales incurvées. Les stries sont légèrement radiantées au centre, devenant parallèles à légèrement convergentes aux extrémités.

#### Dimension

Longueur : 32 à 83  $\mu\text{m}$  - largeur : 10 à 13.4  $\mu\text{m}$  - 9 à 12 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Krammer 2000 ; *in* Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

Espèce de milieux faiblement à modérément minéralisés et pauvres à modérément riches en nutriments (Bey et Ector, 2013).

#### ***Sous-Ordre***

Diploneidinea D.G. Mann *in* Round et *al.*, 1990

#### ***Famille***

Diploneidaceae D.G. Mann *in* Round et *al.*, 1990

#### ***Genre***

*Diploneis* (Ehrenberg) Cleve 1894

***Espèce: Diploneis krammeri*** Lange-Bertalot & E. Reichardt, 2000  
(Planche II, Fig. 8)

#### Références

2000 - *Diploneis krammeri* Lange-Bertalot & E. Reichardt 2000 : p. 652, pl. 4, figs. 1-10, 12, pl. 5 et 6.

2013 - *Diploneis krammeri* Lange-Bertalot & E. Reichardt : Bey et Ector, tome. 3, p. 408-409.

#### Morphologie

La valve est elliptique. Les extrémités (apex) sont larges et arrondies. L'aire longitudinale est étroite et l'aire centrale est en forme de nodule elliptique. Le raphé se caractérise par des terminaisons distales courbes du même côté. Les stries sont légèrement radiantées au centre de la valve.

#### Dimension

Longueur : 20 à 65  $\mu\text{m}$  - largeur : 10 à environ 25  $\mu\text{m}$  - 10 à 14 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, de milieux au pH alcalin, fortement oxygénés et à faible taux de matière organique (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Diploneis oblongella* (Nägeli in Kützing) Cleve-Euler in Cleve-Euler

Références

1922 - *Diploneis oblongella* (Nägeli in Kützing) Cleve-Euler in Cleve-Euler : p. 57.  
2013 - *Diploneis oblongella* (Nägeli in Kützing) Cleve-Euler : Bey et Ector, tome. 3, p. 410-411.

Morphologie

Les valves sont petites et linéaires. Les extrémités (apex) sont larges et arrondies. L'aire longitudinale est une aire hyaline creuse et bordée de part et d'autre d'un fin canal longitudinal à ponctuation différenciée de celle des stries. L'aire centrale est arrondie. Les stries sont légèrement radiantées au centre, devenant plus radiantées vers les pôles.

Dimension

Longueur : 10 à 40 µm - largeur : 6 à 10 µm - 18 à 24 stries / 10 µm (Krammer & Lange Bertalot 1986 ; in Bey et Ector, 2013).

Écologie

C'est une forme probablement cosmopolite, sensible à la pollution organique, dans des milieux fortement oxygénés, au pH alcalin et moyennement minéralisés d'après (Bey et Ector, 2013).

**Sous-Ordre**

Naviculineae Hendy 1937

**Famille**

Naviculaceae Kützing 1844 emend D.G. Mann in

Round et al., 1990

**Genre**

*Navicula* Bory 1822

**Espèce :** *Navicula caterva* M.H. Hohn & Hellerman 1963

Références

1963 - *Navicula caterva* M.H. Hohn & Hellerman 1963 : p. 296, pl. 3, fig. 38  
2013 - *Navicula caterva* M.H. Hohn & Hellerman : Bey et Ector, tome. 4, p. 539.

Morphologie

La valve est étroite et lancéolée. Les extrémités (apex) sont sub-rostrées. L'aire longitudinale est très étroite et rectiligne. L'aire centrale est petite. Le raphé est étroit. Les stries sont radiantées et légèrement convergentes vers les extrémités.

Dimension

Longueur : 10.4 à 17 µm - largeur : 4.2 à 5.5 µm - (16) 18 à 21 stries / 10 µm (Hofmann et al., 2011; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce fréquentant des milieux au pH alcalin, fortement minéralisés, modérément impactés par la matière organique et riches à très riches en nutriments d'après (Bey et Ector, 2013).

**Espèce** : *Navicula capitatoradiata* H. Germain ex Gasse 1986

### Références

1986 - *Navicula capitatoradiata* H. Germain ex Gasse 1986 : pl. 19, figs. 8-9.

2013 - *Navicula capitatoradiata* H. Germain ex Gasse 1986 : Bey et Ector, tome. 4, p. 540-541.

### Morphologie

La valve est elliptico-lancéolée. Les extrémités (apex) sont rostrées. L'aire longitudinale est très étroite et l'aire centrale est petite. Le raphé est très fin et droit. Les stries sont radiantées, devenant convergentes vers les extrémités.

### Dimension

Longueur : 24 à 45  $\mu\text{m}$  - largeur : 7 à 10  $\mu\text{m}$  - 11 à 14 stries / 10  $\mu\text{m}$  [Hofmann et *al.* 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013)

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, commune dans son aire de répartition, présente dans les milieux à conductivité élevée, voire légèrement saumâtres et riches en nutriments, pouvant tolérer une charge en matière organique moyenne à importante

**Espèce** : *Navicula catalanogermanica* Lange-Bertalot & G. Hofmann 1993

### Références

1993 - *Navicula catalanogermanica* Lange-Bertalot & G. Hofmann 1993 : p. 98-99, pl. 64, figs. 16-20

2013 - *Navicula catalanogermanica* Lange-Bertalot & G. Hofmann 1993 : Bey et Ector, tome. 4, p. 544-545

### Morphologie

La valve est petite, elliptico-lancéolée. Les extrémités (apex) sont arrondies. L'aire axiale est linéaire et lancéolée. L'aire centrale est de forme rhombique à rectangulaire. Le raphé est étroit aux branches légèrement courbes. Les stries sont radiantées dans la partie centrale devenant parallèles aux extrémités.

### Dimension

Longueur : 18 à 35  $\mu\text{m}$  - largeur : 7.5 à 8.5  $\mu\text{m}$  - 9.5 à 12 stries / 10  $\mu\text{m}$  (LangeBertalot, 2001; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce supportant peu la pollution organique et indifférente à la teneur en nutriments dans des milieux modérément minéralisés principalement par le calcium et autres ions alcalinoterreux d'après Bey et Ector (2013).

**Espèce** : *Navicula cryptocephala* Kützing 1844  
(Planche V, Fig. 8)

### Références

1844 - *Navicula cryptocephala* Kützing 1844 : p. 95, pl. 3, figs. 20-26

2013 - *Navicula cryptocephala* Kützing 1844 : Bey et Ector, tome. 4, p. 552-553

### Morphologie

La valve est lancéolée et étroite. Les extrémités (apex) sont rostrées à sub-capitées. L'aire longitudinale est très étroite. L'aire centrale est petite de forme ronde à elliptique. Le raphé est très fin. Les stries sont fines et radiantées.

### Dimension

Longueur : 20 à 40  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 7  $\mu\text{m}$  - 14 à 18 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce cosmopolite, présentant un spectre de tolérance particulièrement large: depuis les milieux pauvres en nutriments, à faible conductivité et légèrement acides, jusqu'aux milieux riches en nutriments, à conductivité moyenne et faiblement alcalins. Sa tolérance vis-à-vis de la matière organique (saprobie) s'étend des milieux pauvres à moyennement riches.

**Espèce** : *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot 1985

### Références

1985 - *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot 1985 : p. 62-64, pl. 18, figs. 22-23, pl. 19, figs.1-10, pl. 27, figs. 1-4.

2013 - *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot 1985 : Bey et Ector, tome. 4, p. 556-557.

### Morphologie

La valve est étroite et lancéolée. Les extrémités (apex) sont arrondies. L'aire longitudinale très fine et rectiligne. L'aire centrale est très petite. Le raphé est filiforme à légèrement oblique. Les stries sont légèrement radiantées.

### Dimension

Longueur : 12 à 40  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 7  $\mu\text{m}$  - 14 à 16 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme cosmopolite très commune dans son aire de répartition. Elle est indifférente à la teneur en nutriments, présente dans tous les milieux, à l'exception de ceux très faiblement ou très fortement minéralisés (Bey et Ector, 2013). Elle est considérée comme un très bon indicateur d'un niveau de pollution organique faible (bêta-méso-saprobe et mieux). Sa sensibilité à la pollution organique se traduit par une disparition systématique de ce taxon à partir de la classe de qualité bêta-alpha-mésosaprobe d'après Bey et Ector (2013).

**Espèce** : *Navicula exilis* Kützing 1844

### Références

1844 - *Navicula exilis* Kützing 1844 : p. 95, pl. 4, fig. 6.

2013 - *Navicula exilis* Kützing 1844 : Bey et Ector, tome. 4, p. 566-567.

### Morphologie

La valve est lancéolée. Les extrémités (apex) sont arrondies. L'aire longitudinale est étroite et rectiligne. L'aire centrale est large de forme elliptique à rectangulaire. Le raphé est filiforme et peu oblique. Les stries sont radiantées, devenant convergentes aux extrémités.

### Dimension

Longueur : 20 à 45  $\mu\text{m}$  - largeur : 6 à 8  $\mu\text{m}$  - 13 à 15 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme cosmopolite, se proliférant dans des milieux au pH proche de la neutralité à légèrement acide, faiblement minéralisés et pauvres en matière organique (Bey et Ector, 2013). Elle est aussi présente dans les milieux non pollués et peut cependant tolérer des niveaux intermédiaires de pollution, notamment vis-à-vis des nutriments d'après Bey et Ector (2013).

**Espèce** : *Navicula germainii* J.H. Wallace 1960

### Références

1960 - *Navicula germainii* J.H. Wallace 1960 : p. 3, pl. 2, fig. 1 A-C.

2013 - *Navicula germainii* J.H. Wallace 1960 : Bey et Ector, tome. 4, p. 568-569.

### Morphologie

La valve est lancéolée. Les extrémités (apex) sont légèrement arrondies. L'aire longitudinale est très étroite. L'aire centrale est de petite de forme circulaire à rectangulaire. Le nodule central est décalé latéralement. Le raphé est filiforme. Les stries sont faiblement radiantées, devenant légèrement convergentes au niveau des pôles.

### Dimension

Longueur : 26 à 40 µm - largeur : 5 à 8 µm - 13 à 15 stries / 10 µm (Hofmann et al., 2011; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite se développant dans des milieux peu minéralisés, au pH proche de la neutralité à légèrement acide et saturés en oxygène (Bey et Ector, 2013). Elle tolère des niveaux de pollution organique intermédiaires à élevés et des teneurs en nutriments faibles à intermédiaires d'après Bey et Ector (2013).

**Espèce : *Navicula gregaria* B Cox 1987**

### Référence

2013 - *Navicula gregaria* B Cox 1987 : Bey et Ector, tome. 4, p. 572-573.

### Morphologie

La valve est de forme elliptique et lancéolée. Les extrémités (apex) sont plus ou moins sub-capitées. L'aire longitudinale est étroite et linéaire. L'aire centrale est arrondie. On note la présence d'un nodule central décalé latéralement. Le raphé est fin à faiblement oblique, aux terminaisons proximales s'incurvant du côté du nodule central et aux terminaisons distales en crochet recourbé du même côté. Les stries sont légèrement radiantées, devenant fortement convergentes aux pôles.

### Dimension

Longueur : 13 à 30 µm - largeur : 5 à 7.5 µm - 13 à 20 stries / 10 µm (Hofmann et al., 2011; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme cosmopolite. Elle est présente dans les milieux les plus divers : aussi bien désoxygénés que saturés en oxygène, d'eau douce à saumâtre et de niveau de pollution intermédiaire à très élevé (Bey et Ector, 2013). Elle est considérée comme un bon indicateur des eaux fortement impactées par les nutriments d'après Bey et Ector (2013).

**Espèce: *Navicula halophila* (Grunow) Cleve.  
(Planche V, Fig. 7)**

### Référence

1994 - *Navicula halophila* (Grunow) Cleve : Fan, pl. XII, fig. 20.

### Description

La valve est fusiforme. Les extrémités sont rostrées. Le nodule central est arrondi et de petite taille. Le raphé est droit. Les stries sont transversales très fines. L'aire longitudinale est étroite. La valve symétrique longitudinalement et transversalement.

### Dimension

Longueur : 30 µm.

Largeur : 8 µm.

### Écologie

C'est une forme épipélique alcaliphile et d'eau oligosaline (Gasse et *al.*, 1987).

***Espèce: Navicula radiosa*** Kützing, 1844  
(Planche V, Fig. 4)

### Références

1814 - *Navicula radiosa* Kützing 1844 : p. 91, pl. 4, fig. 23.

1974 - *Navicula radiosa* Kützing : Baudrimont, p.262, pl. 21, fig.41.

1994 - *Navicula radiosa* Kützing : Fan, pl. XII, fig. 22.

2013 - *Navicula radiosa* Kützing 1844 : Bey et Ector, tome. 4, p. 590-591.

### Description

La valve est linéaire lancéolée, relativement étroite et légèrement étirée aux extrémités. Ces dernières sont arrondies. Le raphé est droit. Les stries sont fines et radiantées. L'aire centrale est étroite d'une forme circulaire et l'aire longitudinale est également étroite.

### Dimension

Longueur : 48 µm.

Largeur : 5 µm.

Stries : 9 en 10 µm.

### Écologie

C'est une forme épipélique (Gasse et *al.*, 1987) tandis qu'elle est épiphytique d'après Servant-Vildary (1978).

Elle est acidophile d'eau douce (Gasse et *al.*, 1987 ; Servant-Vildary, 1978). Il s'agit d'une espèce ubiquiste, tolérant les changements de la salinité ainsi que du pH et supporte l'agitation de l'eau (Foged, 1948).

Elle a été répertoriée en Algérie dans les eaux sulfatées sodiques et les eaux sulfurées calciques des sources thermales (tolérant 5 mg/l d'hydrogène sulfaté libre à température atteignant 80°) ainsi que bicarbonatées calciques (Baudrimont, 1973). *N. radiosa* a été également répertoriée au Maroc dans des eaux leptomesohalines, bicarbonatées calciques, sodiques et chlorurées sodiques d'après Baudrimont (1974).

C'est une espèce ne tolérant pas ou très peu la pollution organique, mais plutôt indifférente aux autres paramètres de l'eau (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Krammer 1989

#### Références

1989 - *Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Krammer 1989: p. 163-164, pl. 98, figs. 19-27.

2013 - *Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Krammer 1989: Bey et Ector, tome. 4, p. 594-595.

#### Morphologie

C'est une petite valve de forme lancéolée. Les extrémités (apex) sont plus ou moins étirées et arrondies. L'aire longitudinale est étroite et rectiligne. L'aire centrale est très petite et de forme variable. Le raphé est filiforme. Les stries sont radiantées, devenant convergentes aux pôles.

#### Dimension

Longueur : 12 à 22 (26)  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 6  $\mu\text{m}$  - 14 à 16 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011; in Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, très courante dans les milieux de conductivité moyenne à forte notamment ceux riches en carbonate de calcium (Bey et Ector, 2013). D'après les mêmes auteurs, elle tolère de faibles teneurs en oxygène dissous, mais préfère néanmoins les eaux bien oxygénées. Elle a été considérée comme un bon indicateur de milieux marqués par une pollution en nutriments importante et une pollution organique moyenne.

**Espèce :** *Navicula simulata* Manguin 1942  
(Planche V, Fig. 1)

#### Références

1942 - *Navicula simulata* Manguin 1942 : p. 142, pl. 3, fig. 50.

2013 - *Navicula simulata* Manguin 1942 : Bey et Ector, tome. 4, p. 606-607.

#### Morphologie

La valve est linéaire elliptique et lancéolée. Les extrémités (apex) sont arrondies. L'aire longitudinale est très fine. L'aire centrale est dissymétrique et de forme variable (arrondie, elliptique et rectangulaire). Le raphé est étroit, aux terminaisons proximales incurvées du même côté. Le nodule central est décalé latéralement. Les stries sont radiantées à fortement radiantées.

#### Dimension

Longueur : 29 à 37  $\mu\text{m}$  - largeur : 6 à 7.5  $\mu\text{m}$  - 14 à 17 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011; in Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

C'est une forme cosmopolite, commune dans des milieux relativement de forte conductivité, saumâtres, moins commune dans des milieux de conductivité moyenne (Bey et Ector, 2013). Elle tolère des niveaux de pollution élevés d'après Bey et Ector (2013)



***Espèce: Navicula slesvicensis* Grunow in Van Heurck 1880**

Références

1880 - *Navicula slesvicensis* Grunow in Van Heurck 1880 : pl. 7, figs. 28-29.

2013 - *Navicula slesvicensis* Grunow in Van Heurck 1880 : Bey et Ector, tome. 4, p. 908-909.

Morphologie

La valve est linéaire et lancéolé. Les extrémités (apex) sont en forme d'un triangle large tronqué et arrondi. L'aire longitudinale est étroite avec un léger élargissement au niveau de l'aire centrale. L'aire centrale est en forme rectangulaire. Le raphé est oblique. Les stries sont radiantées au centre valvaire, devenant convergentes aux extrémités.

Dimension

Longueur : 25 à 50  $\mu\text{m}$  - largeur : 9 à 11  $\mu\text{m}$  - 8 à 9 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une forme cosmopolite, se proliférant dans des milieux fortement minéralisés, voire légèrement saumâtres et riches en nutriments.

***Espèce : Navicula subalpina* E. Reichardt 1988**

Références

1988 - *Navicula subalpina* E. Reichardt 1988 : p. 241, fig. 30-41

2013 - *Navicula subalpina* E. Reichardt 1988 : Bey et Ector, tome. 4, p. 614-615.

Morphologie

La valve est lancéolée. Les extrémités (apex) sont sub-rostrées. L'aire longitudinale est très étroite. L'aire centrale est étroite et de forme variable. Le raphé est filiforme. Les stries sont radiantées dans la partie médiane, devenant parallèles et convergentes aux pôles.

Dimension

Longueur : 20 à 52  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 7  $\mu\text{m}$  - 14 à 17 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce cosmopolite se proliférant dans des milieux riches en calcaire, pauvres en matière organique, mais pouvant être moyennement riches en nutriments. Elle a été considérée comme une bonne indicatrice des milieux pauvres en matière organique (meilleurs que  $\beta$ -mésosaprobe).

**Espèce:** *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory 1822  
(Planche IV, Fig. 4)

Références

1822 - *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory 1822 : p. 128.

2013 - *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory 1822 : Bey et Ector, tome. 4, p. 618-619.

Morphologie

La valve est linéaire et lancéolée. Les extrémités (apex) sont arrondies. L'aire longitudinale est très étroite. L'aire centrale est asymétrique et forme plus ou moins rectangulaire. Le raphé est très fin. Les stries sont légèrement radiantées, devenant parallèles puis faiblement convergentes aux extrémités.

Dimension

Longueur : 30 à 70  $\mu\text{m}$  - largeur : 6 à 10  $\mu\text{m}$  - 9 à 12 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce cosmopolite, considérée comme un Bon indicateur de milieu marqué par une pollution par les nutriments, avec une conductivité moyenne à élevée. Ainsi, qu'elle supporte une pollution organique moyenne à forte.

**Espèce :** *Navicula veneta* Kützing 1844

Références

1844 - *Navicula veneta* Kützing 1844 : p. 95, pl. 30, fig. 76.

2013 - *Navicula veneta* Kützing 1844 : Bey et Ector, tome. 4, p. 626-627.

Morphologie

La valve est linéaire lancéolée. Les extrémités (apex) sont sub-rostrées. L'aire longitudinale est étroite et rectiligne. L'aire centrale est petite, de forme rectangulaire et bordée par deux à trois courtes stries. Le raphé est étroit et droit. Les stries sont peu radiantées et convergentes aux extrémités.

Dimension

Longueur : 13 à 30  $\mu\text{m}$  - largeur : 4.4 à 6  $\mu\text{m}$  - 13.5 à 15 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce cosmopolite, se développant dans les milieux de forte conductivité et fortement marqués par un fort taux de nutriments. Elle tolère également les fortes pollutions organiques, c'est une forme dominante dans les milieux pollués par des rejets industriels (Bey et Ector, 2013).

**Famille**

Stauroneidaceae D.G. Mann *in* Round et al. 1990

**Genre**

*Craticula* Grunow 1867

**Espèce** : *Craticula accomoda* (Hustedt) D.G. Mann ; *in* Round, Crawford & Mann 1990

Références

1990 - *Craticula accomoda* (Hustedt) D.G. Mann ; *in* Round, Crawford & Mann 1990 : p. 666.

2013 - *Craticula accomoda* (Hustedt) D.G. Mann ; *in* Round, Crawford & Mann 1990 : Bey et Ector, tome. 3, p. 386-387.

Morphologie

La valve est elliptique à lancéolée. Les extrémités sont légèrement rostrées. L'aire axiale est très étroite et rectiligne sans élargissement au centre. L'aire centrale n'est pas différenciée de l'aire longitudinale. Le raphé est filiforme et rectiligne aux terminaisons distales difficilement visibles. Les stries sont fines et parallèles du centre aux pôles. La striation est plus dense aux extrémités.

Dimension

D'après (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* : Bey et Ector, 2013) la longueur : 17 à 25 µm - largeur : 5 à 8 µm - 17 à 25 stries / 10 µm.

Écologie

C'est une forme cosmopolite et très fréquente dans les milieux au niveau de pollution organique élevé : rejets, égouts d'après Bey et Ector (2013).

**Espèce**: *Craticula buderi* (Hustedt) Lange-Bertalot ; *in* Rumrich, Lange-Bertalot & Rumrich, 2000

Références

2000 - *Craticula buderi* (Hustedt) Lange-Bertalot ; *in* Rumrich, Lange-Bertalot & Rumrich, 2000 : p. 101.

2013 - *Craticula buderi* (Hustedt) Lange-Bertalot ; *in* Rumrich, Lange-Bertalot & Rumrich, 2000 : Bey et Ector, tome. 3, p. 390-391.

Morphologie

La valve est elliptique à lancéolée. Les extrémités sont épointées et arrondies, rostrées à sub-capitées. L'aire axiale est étroite et rectiligne s'élargissant légèrement au niveau du nodule central formant une petite aire centrale (elliptique, ovale ou circulaire). Le raphé est filiforme plus ou moins droit, aux pores centraux peu visibles et distants l'un de l'autre. Les stries sont très légèrement radiantes au centre et convergentes aux extrémités.

### Dimension

D'après (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013) la longueur : 10 à 40  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 8  $\mu\text{m}$  - 17 à 24 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, halophile et polluo-résistante, souvent associée à *Craticula halophila*. Elle se rencontre dans les eaux douces moyennement à fortement minéralisées, parfois dans les prairies humides, voire les rejets industriels (Bey et Ector, 2013).

### **Genre**

*Stauroneis* Ehrenberg 1842

**Espèce:** *Stauroneis acidoclinata* Lange-Bertalot & Werum, 2004

### Références

2004 - *Stauroneis acidoclinata* Lange-Bertalot & Werum, 2004 : p. 173-174, pl. 42, fig. 1-12.

2013 - *Stauroneis acidoclinata* Lange-Bertalot & Werum, 2004 : Bey et Ector, tome. 4, p. 726-727.

### Morphologie

La valve est linéaire lancéolée. Les extrémités sont étirées en un rostre à bout arrondi. L'aire longitudinale est de largeur modérée et approximativement droite. L'aire centrale est en forme de stauros à nœud papillon. Le raphé est filiforme avec des terminaisons proximales recourbant du même côté. Les stries sont peu radiantes dans la partie centrale, devenant plus fortement radiantes en se rapprochant des extrémités. La ponctuation (aréole) est en points étirés latéralement, plus ou moins visible en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 35 à 60  $\mu\text{m}$  - largeur : 8.5 à 10.5  $\mu\text{m}$  - 21 à 23 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une forme de milieux faiblement minéralisés et au pH voisin de la neutralité à faiblement acide, souvent associée à des espèces du genre *Eunotia*.

**Espèce:** *Stauroneis separanda* Lange-Bertalot & Werum ; *in* Werum & Lange-Bertalot, 2004

### Références

2004 - *Stauroneis separanda* Lange-Bertalot & Werum ; *in* Werum & Lange-Bertalot, 2004 : p. 180, pl. 46, figs. 1-12.

2013 - *Stauroneis separanda* Lange-Bertalot & Werum ; *in* Werum & Lange-Bertalot, 2004 : Bey et Ector, tome. 4, p. 740.

Morphologie

La valve est elliptique à linéaire. Les extrémités sont rostrées avec présence d'un pseudoseptum. L'aire longitudinale est étroite et rectiligne, avec élargissement léger au centre. L'aire centrale est en forme de stauos étroit et droit. Le raphé est filiforme et droit. Les stries sont sub-parallèles au centre, devenant plus radiantées en se rapprochant des extrémités.

Dimension

Longueur : 13 à 17  $\mu\text{m}$  - largeur : 3.6 à 4.7 (5)  $\mu\text{m}$  - 27 à 29 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Werum & Lange-Bertalot, 2004 ; *in* Bey et Ector, 2013).

Ecologies

D'après Bey et Luc (2013) c'est une espèce de milieux au pH proche de la neutralité à alcalin et moyennement minéralisés.

**Ordre**

Thalassiosiphales D.G. Mann in Round et al. 1990

**Famille**

Catenulaceae Mereschkowsky 1902

**Genre**

*Amphora* Ehrenbergue ex Kutzing 1844

**Espèce : *Amphora holsatica* Hustedt**

Référence

2011 - *Amphora holsatica* Hustedt, Coste et Rosebery, p. 141, pl. 123

Morphologie

La valve est dorsi-ventrale à raphé bi-arqué (sigmoïde) se caractérisant par des extrémités arrondies. La striation est dorsale continue.

Dimension

Longueur : 16 à 18  $\mu\text{m}$  - largeur : 3 à 4  $\mu\text{m}$  - 13 à 19 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

**Espèce : *Amphora montana* Krasske**

Référence

2011 - *Amphora montana* Krasske Coste et Rosebery, p. 141, pl. 123

Morphologie

La valve est dorsi-ventrale à raphé bi-arqué (sigmoïde) et à extrémités capitées. La striation dorsale est lâche ou absente au centre, ainsi qu'on note que les stries sont très fines et peu visibles.

Dimension

Longueur : 15 à 20  $\mu\text{m}$  - largeur : 3 à 5  $\mu\text{m}$  - 27 à 29 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

***Espèce : Amphora normanii* Rabenhorst**

Référence

2011 - *Amphora normanii* Rabenhorst : Coste et Rosebery, p. 141, pl. 123

Morphologie

La valve est dorsi-ventrale à raphé bi-arqué (sigmoïde) et à extrémités capitées. La striation dorsale est transversale, devenant peu radiante au centre valvaire.

Dimension

Longueur : 22 à 28  $\mu\text{m}$  - largeur : 4 à 5  $\mu\text{m}$  - 16 à 25 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

***Espèce : Amphora oligotraphenta* Lange-Bertalot**

Référence

2011 - *Amphora oligotraphenta* Lange-Bertalot : Coste et Rosebery, p. 141, pl. 123

Morphologie

La valve est dorsi-ventrale à raphé bi-arqué (sigmoïde) et à extrémités capitées. La striation centrale est lâche du Côté dorsale.

Dimension

Longueur : 15 à 20  $\mu\text{m}$  - largeur : 3 à 5  $\mu\text{m}$  - 27 à 29 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

***Espèce : Amphora ovalis* Kützing.**

Références

1973 - *Amphora ovalis* Kützing : Hûrlimann et Schanz, pl. III, figs. 1-2.

1978 - *Amphora ovalis* Kützing : Servant-Vildary, pl. II.6, fig. 17.

Morphologie

La valve est dorsi-ventrale à raphé bi-arqué (sigmoïde) et à extrémités arrondies. Ces dernières s'incurvent vers la partie ventrale. Les stries sont continues de part et d'autre du raphé et radiantes en vue valvaire.

Dimension

Longueur : 50-54  $\mu\text{m}$ .

Largeur : 8-10  $\mu\text{m}$

Écologie

C'est une forme épiphytique alcalinophile, d'eau douce et généralement inventoriée dans les rivières et les lacs (Gasse et *al.*, 1987 ; Fan, 1994).

Cependant, elle caractérise aussi les eaux stagnantes (Patrick et Peimer *in* Fan, 1994).

Il s'agit d'une forme euryhaline et mésohalobe (Baudrimont, 1973).

Elle est oligotherme de 0 à 15°C (Servant-Vildary et Blanco, 1984) et considérée comme cosmopolite par Compère (1991).

***Espèce : Amphora veneta* Kützing**

Référence

2011 - *Amphora veneta* Kützing : Coste et Rosebery, p. 141, pl. 123.

Morphologie

La valve est dorsi-ventrale à raphé légèrement linéaire et à extrémités arrondies. Les stries sont continues et peu radiantes, devenant plus espacées au centre valvaire.

Dimension

Longueur : 20 à 30  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 8  $\mu\text{m}$  - 19 à 30 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

***Espèce : Amphora pediculus* (Kützing) Grunow**

Références

2011 - *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow : Coste et Rosebery, p. 141, pl. 123

Morphologie

La valve est de en forme bombée, avec des extrémités arrondies. Les stries sont fortement ponctuées. Ainsi, qu'elles sont dorsales se caractérisant par une lacune centrale.

Dimension

Longueur : 8 à 13  $\mu\text{m}$  - largeur : 4 à 6  $\mu\text{m}$  - 18 à 25 stries / 10  $\mu\text{m}$ .

***Genre***

*Halamphora* (Cleve) Levkove 2009

***Espèce : Halamphora veneta* (Kützing) Levkov, 2009  
(Planche II, Fig. 7)**

Références

2009 - *Halamphora veneta* (Kützing) Levkov : p. 242

2013- *Halamphora veneta* (Kützing) Levkov : Bey et Ector, tome. 5, p. 862-863.

Morphologie

Le Frustule est de forme elliptique. La valve est en croissant de lune avec un côté dorsal convexe et un côté ventral légèrement concave. Les extrémités (Apex) sont arrondies. L'aire longitudinale est étroite, devenant plus large vers le côté ventral. L'aire centrale est absente. Le raphé est filiforme. Les stries sont légèrement radiantes, à ponctuation visible en microscopie photonique.

Dimension

Longueur : 8 à 35  $\mu\text{m}$  - largeur : 3.5 à 6.5  $\mu\text{m}$  - 18 à 22 stries dorsales / 10  $\mu\text{m}$  (zone centrale) et jusqu'à 30 aux extrémités (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme aérophile, d'eaux légèrement saumâtres à douces, au pH uniquement alcalin, pouvant tolérer des niveaux très importants de pollution tant pour la matière organique que pour les nutriments (Bey et Ector, 2013).

#### ***Ordre***

Bacillariales Hendey 1937 emend D.G. Mann *in* Round et *al.*, 1990

#### ***Famille***

Bacillariaceae Ehrenberg 1831

#### ***Genre***

*Denticula* Kutzingue 1844

***Espèce : Denticula subtilis*** Grunow, 1862.

### Références

1988- *Denticula subtilis* Grunow : Krammer et Langer-Bertalot, p. 140, pl. 96, figs.4-6

1998- *Denticula subtilis* Grunow : Villeneuve et Pienitz, p.171, pl. 73, figs.73-75.

2002- *Denticula subtilis* Grunow : Adjedir, p. 67, pl. III, fig. 9.

### Description

La valve est lancéolée à extrémités aigues à arrondies. La surface valvaire est très étroite. Elle est symétrique longitudinalement et transversalement. Elle est caractérisée par des fibules transversales robustes. Les côtes sont également robustes et se présente transversalement (de 8 à 11 côtes) à striation très dense. Le raphé est droit.

### Dimension

Longueur : 20-24 µm.

Largeur : 3-5 µm.

Fibules : 4-5 en 10 µm.

### Écologie

C'est une forme littorale, fréquente sur les suintements rocheux et sur les macrophytes immergées (Germain *in* Cocquyt, 1991).

Elle est épipsammique et se prolifère aussi dans les milieux subaériens inondés périodiquement (Villeneuve et Pienitz, 1998).

Elle est classé parmi les formes acidophiles (pH ≤5) (Gasse et *al.*, 1987 ; Villeneuve et Pienitz, 1998). Gasse et *al.*, (1987), la considèrent comme une forme d'eau Meso à polysaline. Elle est aussi mesohalobe d'après Villeneuve et Pienitz (1998).



**Espèce : *Denticula tenuis* Kützing 1844**  
(Planche I, Figs. 7-8)

Références

- 1844 - *Denticula tenuis* Kützing : p. 43, pl. 17, fig. 8.  
2013 - *Denticula tenuis* Kützing : Bey et Ector, tome. 6, p. 980-981.

Morphologie

La valve est fusiforme, aux côtés convexes et légèrement renflées au centre. Les extrémités (apex) sont arrondies. Le canal raphéen est longitudinal et décalé latéralement par rapport à la ligne médiane. Le raphé est filiforme et visible en segments dans les espaces entre les fibules. Ces dernières sont transversales d'un bord à l'autre de la valve. Les stries sont parallèles finement ponctuées, aux aréoles difficilement observables en microscopie photonique.

Dimension

Longueur : 6 à 42 (60)  $\mu\text{m}$  - largeur : 3 à 7  $\mu\text{m}$  - 5 à 7 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - (22) 25 à 30 (32) stries / 10  $\mu\text{m}$  (Krammer & Lange-Bertalot, 1988).

Écologie

C'est une forme cosmopolite, affectionnant les milieux au pH alcalin, bien oxygénés, modérément minéralisés et pauvres en matière organique d'après (Bey et Luc, 2013).

**Espèce : *Denticula tenuis* var. *frigida* (Kützing) Grunow in Van Heurck 1881**

Références

- 1881 - *Denticula tenuis* var. *frigida* (Kützing) Grunow in Van Heurck: p. 49, figs. 35-38.  
2013 - *Denticula tenuis* var. *frigida* (Kützing) Grunow in Van Heurck : Bey et Luc, tome. 5, p. 982-983.

Morphologie

La valve est étroite et lancéolée. Les extrémités (Apex) sont rétrécies et arrondies, voire rostrées. Le canal raphéen est longitudinal, décalé latéralement par rapport à la ligne médiane. Le raphé est filiforme avec des segments visibles dans les espaces entre les fibules. Les côtes sont traversantes d'un bord à l'autre de la valve. Les stries sont sub-parallèles et visibles entre les côtes.

Dimension

Longueur : 16 à 20  $\mu\text{m}$  - largeur : 2.5 à 4  $\mu\text{m}$  - 5 à 7 côtes / 10  $\mu\text{m}$  - 16 à 18 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Bey et Ector, 2013).

Écologie

C'est une forme traduisant vraisemblablement une bonne qualité et dont l'écologie reste à définir d'après (Bey et Ector, 2013).

**Genre**

*Hantzschia* Grunow, 1877

**Espèce:** *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow ; *in* Cleve & Grunow 1880

Références

1880 - *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow *in* Cleve & Grunow 1880 : p. 103.

2013 - *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow *in* Cleve & Grunow 1880 : Bey et Ector, tome. 6, p. 988-989.

Morphologie

La valve est courbée, se caractérisant par un côté dorsal convexe et un côté ventral concave au centre, avec une légère convexité vers les extrémités. Les extrémités sont rostrées. Les fibules centrales sont irrégulièrement plus écartées. Les stries sont parallèles à faiblement radiantées dans la partie centrale, devenant parallèles aux extrémités.

Dimension

Longueur : 15 à 50  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 7  $\mu\text{m}$  - (4) 5 à 8 (11) fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 20 à 29 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

Écologie

C'est une espèce cosmopolite, caractérisant les milieux à pH voisin de la neutralité et essentiellement subaérienne (Bey et Ector, 2013).

**Genre**

*Nitzschia* Hassall 1845

**Espèce:** *Nitzschia acula* (Kützing) Hantzsch *in* Rabenhorst 1862

Références

1862 - *Nitzschia acula* (Kützing) Hantzsch *in* Rabenhorst 1862 : n° 1104d.

1862 - *Nitzschia acula* (Kützing) Hantzsch *in* Rabenhorst 1862 : Bey et Ector, tome. 6, p. 998-999.

Morphologie

La valve est grande linéaire et plus ou moins sigmoïde, avec un renflement central. Les extrémités sont étirées et sub-capitées. La carène est excentrée. Les fibules sont réparties de façon inégale. Les stries ne sont pas très visibles au microscope photonique.

Dimension

Longueur : 90 à 150  $\mu\text{m}$  - largeur : 4 à 7  $\mu\text{m}$  - 5 à 9 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 35 à 36 (40) stries / 10  $\mu\text{m}$  (Krammer & Lange-Bertalot 1988 ; *in* Bey et Ector, 2013).

Écologie

C'est une espèce de milieux au pH alcalin, peu impactés par la matière organique, mais pouvant être riches en nutriments (Bey et Ector, 2013).

***Espèce : Nitzschia amphibia* Grunow, 1862**

Références

- 1978 - *Nitzschia amphibia* Grunow : Servant-Vildary, p. II. 10, fig. 7.  
1993 - *Nitzschia amphibia* Grunow : Gaj-Levra et Abate, fig. 27, pl. 19.  
1998 - *Nitzschia amphibia* Grunow : Villeneuve et Pienitz, fig. 88,89.  
2013 - *Nitzschia amphibia* Grunow 1862 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1004-1005.

Description

La valve est linéaire lancéolée. Les extrémités sont subaiguës. Le raphé est marginal. Les stries sont ponctuées et séparées par des côtes atteignant le bord opposé (continus) où se disposent les fibules.

Dimension

Longueur : 26-48 µm.

Largeur : 4-8 µm.

Écologie

C'est une forme épipélique (Gasse et *al.*, 1987). Elle est présente dans les habitats subaériens humides (aérophile) d'après Coste et Ricard (1990). Cette espèce est épiphytique et épipsammique (Villeneuve et Pienitz, 1998)

Elle est alcalibiontes d'eau oligosaline (Gasse et *al.*, 1987 ; Villeneuve et Pienitz, 1998).

Elle est inventoriée dans des sources thermales (Coste et Ricard, 1990).

C'est une forme cosmopolite, de milieux au pH alcalin, riches en nutriments, et faiblement à fortement minéralisés et commune sur les macrophytes (Bey et Ector, 2013).

***Espèce: Nitzschia angustata* (W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow 1880**

Référence

- 1880 - *Nitzschia angustata* (W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow 1880 : p. 70.  
2013 - *Nitzschia angustata* (W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow 1880 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1008-1009.

Morphologie

La valve est linéaire et lancéolé. Les extrémités (apex) sont légèrement rostrées. Les fibules sont difficiles à dissocier des stries. Le raphé est marginal. Les stries sont transversales à ponctuation visible en microscopie photonique.

Dimension

Longueur : 25 à 100 µm - largeur : 4 à 8 µm - 14.5 à 18 fibules / 10 µm - 14.5 à 18 stries / 10 µm (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce polluo-sensible, dans des milieux au pH proche de la neutralité à alcalin, bien oxygénés, exempts de matière organique et à teneur modérée en nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot 1980

### Références

1980 - *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot 1980 : p. 44-45, fig. 14-18, 115-121.

2013 - *Nitzschia archibaldii* Lange-Bertalot 1980 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1012-1013.

### Morphologie

La valve est étroite et lancéolée. Les extrémités sont sub-rostrées. Les fibules sont petites et équidistantes au centre. Le raphé est marginal. Les stries sont fines et très denses.

### Dimension

Longueur : 15 à 40  $\mu\text{m}$  - largeur : 2 à 3  $\mu\text{m}$  - 14 à 19 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 46 à 55 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une forme cosmopolite, dans des milieux au pH voisin de la neutralité, modérément minéralisés. Elle ne tolère pas des niveaux élevés de pollution, principalement vis-à-vis de la matière organique, mais passe pour être une espèce tolérante au plomb et au zinc (Bey et Ector, 2013).

**Espèce :** *Nitzschia bergii* Cleve-Euler, 1952

### Références

1952 - *Nitzschia bergii* Cleve-Euler 1952 : p. 89 ; fig. 1501.

2013 - *Nitzschia bergii* Cleve-Euler 1952 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1014-1015

### Morphologie

La valve est linéaire et lancéolé. Les extrémités sont sub-rostrées. Le raphé est droit, non interrompu au centre de la valve, situé dans une carène fortement excentrée. Les fibules sont petites, assez denses et équidistantes au centre. Les stries sont très fines et denses.

### Dimension

Longueur : 14 à 60  $\mu\text{m}$  - largeur : 4 à 5  $\mu\text{m}$  - 14 à 18 (20) fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 35 à 40 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Krammer & Lange-Bertalot, 1988 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, de milieux fortement minéralisés (Bey et Ector, 2013).

**Espèce :** *Nitzschia brunoi* Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Metzeltin, 1996

Références

1999 - *Nitzschia brunoi* Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Metzeltin 1996 : p. 92-93, pl. 101, fig. 11-15, pl. 102, fig. 1.

2013 - *Nitzschia brunoi* Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Metzeltin 1996 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1018-1019.

Morphologie

La valve est grande et linéaire. Les extrémités sont tronquées et arrondies. Le raphé est marginal. Les fibules sont difficiles à observer. Les stries sont très denses.

Dimension

Longueur : 45 à 180 µm - largeur : 9 à 13 µm - 12 à 13 stries / 10 µm (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

Écologie

C'est une espèce de milieux calcaires faiblement alcalins, aux teneurs en nutriments modérées à fortes (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Nitzschia capitellata* Hustedt in Pascher 1930

(Planche II, Fig. 1)

Références

1930 - *Nitzschia capitellata* Hustedt in Pascher 1930: pl. 414, fig. 792.

2013 - *Nitzschia capitellata* Hustedt in Pascher 1930: Bey et Ector, tome. 6, p. 1020-1021.

Morphologie

La valve est linéaire et lancéolée. Les extrémités sont sub-rostrées à capitées. Le raphé est décalé du centre et non décelable en microscopie photonique. Les fibules sont petites et espacées de façon inégale. Les stries ne sont pas très observables en microscopie photonique.

Dimension

Longueur : 20 à 70 µm - largeur : 3.5 à 6.5 µm - 10 à 18 fibules / 10 µm - 35 à 40 stries / 10 µm (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

Écologie

C'est une espèce cosmopolite, d'eaux douces à saumâtres, tolérant même les eaux résiduaires faiblement oxygénées, riches en matière organique et très riches en nutriments et au pH parfois fortement acide (Bey et Ector, 2013).

**Espèce :** *Nitzschia communis* Rabenhorst 1860

Références

1860 - *Nitzschia communis* Rabenhorst 1860 : Die Algen Sachsens resp. Mittel-Europa's : numéro 949.

2013 - *Nitzschia communis* Rabenhorst 1860 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1024-1025.

### Morphologie

La valve est elliptique et linéaire. Les extrémités sont arrondies. Le raphé est marginal. Les fibules sont de forme carrée à rectangulaire et équidistantes au centre. Les stries sont très fines et n'apparaissent pas en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 6 à 40 (60)  $\mu\text{m}$  - largeur : 4 à 6  $\mu\text{m}$  - 8 à 14 fibules / 10  $\mu\text{m}$  (le plus souvent 11) - 28 à 38 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013) .

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, à tendance subaérienne et tolérant les eaux saumâtres ou douces au pH alcalin et fortement minéralisées. Elle est peu sensible à la pollution organique et affectionne aussi les milieux très riches en nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Nitzschia denticula* Grunow in Cleve & Grunow 1880  
(Planche III, Figs. 3-4)

### Références

- 1880 - *Nitzschia denticula* Grunow in Cleve & Grunow 1880 : p. 82.
- 1982 - *Nitzschia denticula* Grunow : Scheoman et Ashton, figs. 27,34 et 95,111.
- 1988 - *Nitzschia denticula* Grunow : Hurlimann et Schanz, p. 371, pl. 4, figs.1-2.
- 2013 - *Nitzschia denticula* Grunow in Cleve & Grunow 1880 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1028-1029.

### Description

La valve est linéaire lancéolée. Les extrémités sont subaiguës. Le raphé est marginal.

Les stries sont ponctuées séparées par des côtes (6 à 11) robustes n'atteignant pas le bord opposé où se disposent des fibules équidistantes au centre valvaire. Les pores carinaux sont petits et séparés des pores valvaires par un espace hyalin étant étroit (Servant-Vildary, 1986).

### Dimension

Longueur : 25  $\mu\text{m}$ .

Largeur : 5  $\mu\text{m}$ .

Longueur : 10 à 60  $\mu\text{m}$  - largeur : 3 à 8  $\mu\text{m}$  - 5 à 8 fibules / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013), (13) 14 à 18 (20) stries / 10  $\mu\text{m}$  (Krammer & Lange-Bertalot, 1988 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme épipélique, alcalibionte et d'eau oligosaline (Gasse et *al.*, 1987).

Elle a été répertoriée dans les eaux oligocarbonatées (jusqu'à 3 g/l) oxygénées et à teneur forte en azote d'après Servant-Vildary (1978).

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce cosmopolite, de milieux au pH neutre à alcalin, bien oxygénés et modérément à fortement minéralisés, ainsi qu'elle se développe dans les eaux légèrement saumâtres.

**Espèce:** *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst 1860

#### Références

1860 - *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst 1860 : Die Algen Sachsens resp. Mittel-Europa's : numéro 948.

2013 - *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst 1860 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1030-1031

#### Morphologie

La valve est linéaire, lancéolée et assez renflée au centre. Les extrémités sont tronquées et arrondies. La carène est excentrée et raphé non décelable en microscopie photonique. Les fibules sont petites et plus denses aux extrémités, devenant plus espacées au centre. Les stries sont très fines et denses.

#### Dimension

Longueur : 12.5 à 85 µm - largeur : 3.5 à 5 µm - 5 à 11 fibules / 10 µm - 39 à 50 stries / 10 µm (Hofmann et al., 2011; in Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une forme cosmopolite, pouvant parfois se développer en tubes muqueux, colonisant divers supports (pierres, macrophytes, objets flottants...). Elle est indifférente à la teneur en oxygène. Elle affectionne les milieux fortement minéralisés et assez pauvres en matière organique, mais plutôt riches en nutriments, au pH alcalin (absente des milieux acides) et ne paraît pas gênée par la présence de sel.

**Espèce:** *Nitzschia filiformis* (W. Smith) Van Heurck 1896

#### Références

1896 - *Nitzschia filiformis* (W. Smith) Van Heurck 1896 : p. 406, pl. 33, fig. 882.

2013 - *Nitzschia filiformis* (W. Smith) Van Heurck 1896 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1034-1035.

#### Morphologie

La valve est lancéolée linéaire. Les extrémités sont sub-rostrées. Le raphé est droit et se caractérisant au centre de la valve par un nodule central. Les fibules se disposent irrégulièrement (deux fibules médianes sont plus écartées que les autres). Les stries sont difficilement à observer, car elles n'apparaissent pas en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 40 à 100  $\mu\text{m}$  - largeur : 4 à 6  $\mu\text{m}$  - 7 à 11 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 27 à 36 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

D'après Bey et Ector (2013) c'est une espèce cosmopolite, vivant souvent en tubes muqueux, se proliférant dans les eaux saumâtres et les eaux douces moyennement à fortement minéralisées. Elle est capable de survivre dans des eaux industrielles résiduaire, tolère des niveaux élevés de pollution.

**Espèce:** *Nitzschia fonticola* Grunow *in* Van Heurck 1881

### Références

1881 - *Nitzschia fonticola* Grunow *in* Van Heurck 1881: pl. 69, figs. 15-20.

2013 - *Nitzschia fonticola* Grunow *in* Van Heurck 1881: Bey et Ector, tome.6, p. 1036-1037.

### Morphologie

La valve lancéolée et linéaire. Les extrémités sont rostrées à sub-capitées. Le raphé est marginal et n'est pas visible en microscopie photonique. Les fibules sont petites et plus écartées au centre. Les stries ne sont pas bien visibles en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 7 à 46  $\mu\text{m}$  - largeur : 2.5 à 5.5  $\mu\text{m}$  - 9 à 14 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 24 à 33 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme cosmopolite de milieux modérément à fortement minéralisés, au pH préférentiellement alcalin, tolérant un large éventail de niveaux de pollution, mais principalement présent dans des cours d'eau à teneurs en nutriments basses à modérées (Bey et Ector, 2013).

**Espèce :** *Nitzschia gessneri* Hustedt 1953

### Références

1953 - *Nitzschia gessneri* Hustedt 1953: p. 632, figs. 3-7.

2013 - *Nitzschia gessneri* Hustedt 1953: Bey et Ector, tome. 6, p. 1040-1041.

### Morphologie

La valve est linéaire et lancéolée. Les extrémités sont sub-capitées à capitées. Le raphé n'est pas visible en microscopie photonique. Les fibules sont en forme de petit carré prolongé en pointe sur la surface valvaire, avec deux fibules médianes plus espacées que les autres. Les stries sont ponctuées et bien visibles en microscopie photonique.



### Dimension

Longueur : 45 à 95  $\mu\text{m}$  - largeur : 3 à 4  $\mu\text{m}$  - 10 à 13 fibules / 10  $\mu\text{m}$  (zone centrale) et jusqu'à 16 aux extrémités - 26 à 29 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce de milieux calcaires, polluo-sensible vis-à-vis de la pollution organique (Bey et Ector, 2013).

**Espèce** : *Nitzschia gisela* Lange-Bertalot ; *in* Lange-Bertalot & Krammer, 1987

### Références

1987 - *Nitzschia gisela* Lange-Bertalot *in* Lange-Bertalot & Krammer 1987 : p. 21, pl. 20, figs. 1-6.

2013 - *Nitzschia gisela* Lange-Bertalot *in* Lange-Bertalot & Krammer 1987 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1042-1043.

### Morphologie

La valve est linéaire à concavité centrale plus ou moins prononcée. Les extrémités sont en forme sub-rostrée à capitée. Le raphé est marginal et pas très visible en microscopie photonique. Les fibules sont étroites, linéaires. Les stries apparaissent fortement contrastées et à ponctuation parfois visible.

### Dimension

Longueur : 45 à supérieure à 100  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 8  $\mu\text{m}$  - 9 à 12 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 19 à 23 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce de milieux particulièrement riches en calcaire et indicatrice d'une très bonne qualité écologique d'après (Bey et Ector, 2013).

**Espèce** : *Nitzschia gracilis* Hantzsch 1860

### Références

1860 - *Nitzschia gracilis* Hantzsch 1860 : p. 40, pl. 6, fig. 8.

2013 - *Nitzschia gracilis* Hantzsch 1860 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1046-1047.

### Morphologie

La valve est linéaire lancéolée. La forme des extrémités (apex) diminue progressivement en un long rostre sub-capité. Le raphé est marginal continu, pas très visible en microscopie photonique. Les fibules sont petites et équidistantes au centre valvaire. Les stries ne sont pas visibles en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 30 (voire moins) à 110  $\mu\text{m}$  - largeur : 2.5 à 4  $\mu\text{m}$  - 12 à 18 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 38 à 42 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, habituellement benthique, mais parfois planctonique de milieux au pH proche de la neutralité, bien oxygénés et fortement minéralisés d'après Bey et Ector (2013).

**Espèce:** *Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst 1860

### Références

1860 - *Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst 1860 : p. 40, pl. 6, fig. 6.

2013 - *Nitzschia hantzschiana* Rabenhorst 1860 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1048-1049

### Morphologie

La valve est lancéolée, présentant une légère concavité centrale. Les extrémités sont sub-rostrées à sub-capitées. Le raphé n'est pas visible en microscopie photonique. Les fibules sont bien visibles et plus écartées au centre. Les stries sont parallèles.

### Dimension

Longueur : 8 à 50  $\mu\text{m}$  - largeur : 3 à 5  $\mu\text{m}$  - 7 à 13 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 20 à 26 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce de milieux au pH proche de la neutralité, bien oxygénés, pauvres en matière organique, mais pouvant être modérément impactés par les nutriments d'après Bey et Ector (2013).

**Espèce:** *Nitzschia heufleriana* Grunow 1862

### Références

1862 - *Nitzschia heufleriana* Grunow 1862 : p. 575.

2013 - *Nitzschia heufleriana* Grunow 1862 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1050-1051.

### Morphologie

La valve grande lancéolée et linéaire, présentant un renflement dans sa partie médiane. Les extrémités sont sub-capitées à capitées. Le raphé est marginal et n'est pas visible en microscopie photonique. Les fibules sont disposées de façon irrégulière sur la face valvaire. Les stries sont transversales.

### Dimension

Longueur : 70 à 190  $\mu\text{m}$  - largeur : 4 à 7  $\mu\text{m}$  - 10 à 11 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 20 à 26 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce caractérisant les eaux modérément à assez fortement minéralisées et ne tolérant pas la pollution (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Nitzschia linearis* W. Smith 1853

### Références

1853 - *Nitzschia linearis* W. Smith 1853 : p. 39, pl. 13, fig. 110.

2013 - *Nitzschia linearis* W. Smith 1853 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1060-1061

### Morphologie

La valve est linéaire lancéolée. Les extrémités sont étirées en un côté concave et un côté convexe donnant une forme de sabot pour chaque apex. Le raphé est marginal, avec la présence d'un nodule au centre de la valve. Les fibules sont disposées irrégulièrement, devenant plus écartées dans la partie médiane de la valve. Les stries sont fines.

### Dimension

Longueur : 50 à 130  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 7.5  $\mu\text{m}$  - 9 à 14 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 27 à 30 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann *et al.*, 2011; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite à grande amplitude écologique, fréquentant habituellement des milieux au pH proche de la neutralité, plutôt bien oxygénés, modérément à fortement minéralisés, assez riches en matière organique et en nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce :** *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith, 1844  
(Planche I, Fig. 9)

### Références

1856 - *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith 1856 : p. 89.

1978 - *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith : Servant-Vildary, pl. II. 10, figs. 9- 13

1990 - *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith : Cost et Ricard, pl. 4, fig. 4.

2013 - *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith 1856 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1064-1065.

### Description

La valve est linéaire très élancée. Elle est caractérisée par une grande variabilité de la taille, du nombre de stries et de fibules. Les extrémités sont rostrées. La surface valvaire est très étroite par rapport à la longueur du frustule. Le raphé est marginal. Les stries sont transversales et se disposent en pointillés équidistants.

### Dimension

Longueur : 26-48  $\mu\text{m}$ .

Largeur : 4-8  $\mu\text{m}$ . Elle possède 60 fibules.

### Écologie

C'est une forme épipélique d'eau douce et alcalibionte (Gasse et *al.*, 1987).

Elle est cosmopolite saprophile d'après Coste et Ricard (1990).

D'après Bey et Ector (2013) c'est une forme préférant des milieux à faible teneur en oxygène et capable de tolérer un niveau de pollution particulièrement important tant vis-à-vis de la matière organique que des nutriments. Ainsi qu'elle supporte l'assèchement du milieu.

**Espèce : *Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow in Van Heurck 1881**

### Références

1881 - *Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow in Van Heurck 1881 : pl. 68, figs. 9-10.

2013 - *Nitzschia paleacea* (Grunow) Grunow in Van Heurck 1881 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1066-1067.

### Morphologie

La valve lancéolée et linéaire. Les extrémités diminuant progressivement en une pointe à bout arrondi pour chaque apex. Le raphé est situé dans une carène excentrée, il n'est pas bien visible en microscopie photonique. Les fibules sont petites, devenant écartées au centre. Les stries ne sont pas visibles en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 8 à 55  $\mu\text{m}$  - largeur : 1.5 à 4  $\mu\text{m}$  - 14 à 19 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 44 à 55 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; in Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, se rencontrant parfois en colonies planctoniques étoilées, dans des milieux au pH alcalin, moyennement à fortement minéralisés, moyennement riches en matière organique et riches à très riches en nutriments d'après Bey et Ector (2013).

**Espèce : *Nitzschia parvula* W. Smith 1853**

### Références

1853 - *Nitzschia parvula* W. Smith 1853, non Lewis 1862 sensu Krammer & Lange-Bertalot 1988 : pl. 51, fig. 9.

2013 - *Nitzschia parvula* W. Smith 1853, non Lewis 1862 sensu Krammer & Lange-Bertalot 1988 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1068-1069.

### Morphologie

La valve est linéaire, aux côtés présentant une concavité centrale plus ou moins marquée. Les extrémités sont étirées en une forme sub-rostrée à rostrée. Le raphé est droit, avec présence d'un nodule central. Les fibules sont plus espacées au centre. Les stries sont parallèles.

### Dimension

Longueur : 19 à 50  $\mu\text{m}$  - largeur : 4.6 à 6.5 (8)  $\mu\text{m}$  - 9 à 14 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 24 à 27 (30) stries / 10  $\mu\text{m}$  (Krammer & Lange-Bertalot, 1988 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce probablement cosmopolite de milieux au pH optimum alcalin, moyennement impactés par la matière organique (Bey et Ector, 2013).

**Espèce :** *Nitzschia puriformis* Hlúbiková et al., 2009

### Références

2009 - *Nitzschia puriformis* Hlúbiková et al., 2009 : p. 750, fig. 5 a-y, fig. 6 r-hh, fig. 7 g-h, fig. 8 e-f, fig. 9 g-h, fig. 10 g-h.

2013 - *Nitzschia puriformis* Hlúbiková et al., 2009 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1070-1071.

### Morphologie

La valve est étroite et lancéolée. Les extrémités sont légèrement étirées en une forme sub-capitée à capitée. Le raphé est marginal sans interruption. On note l'absence du nodule central. Les fibules sont petites et espacées de façon irrégulière. Les stries ne sont pas visibles en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 23 à 60  $\mu\text{m}$  - largeur : 4.2 à 5.1  $\mu\text{m}$  - 13 à 19 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 35 à 37 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hlúbiková et al., 2009 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, vivant dans des cours d'eau au pH alcalin et à substrat calcaire, peu impactés par la matière organique, mais pouvant être enrichis en nutriments d'après Bey et Luc (2013).

**Espèce :** *Nitzschia pusilla* (Kützing) Grunow 1862

### Références

1862 - *Nitzschia pusilla* (Kützing) Grunow 1862 : p. 579, pl. 28/12, fig. 11.

2013 - *Nitzschia pusilla* (Kützing) Grunow 1862 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1072-1073.

### Morphologie

La valve est petite, linéaire et faiblement silicifiée. Les extrémités sont sub-rostrées à rostrées. Le raphé est marginal et n'est pas visible en microscopie photonique. Les fibules sont petites et équidistantes au centre. Les stries n'apparaissent en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 8 à 33  $\mu\text{m}$  - largeur : 2.5 à 5  $\mu\text{m}$  - 14 à 20 (24) fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 40 à 55 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et al., 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, se proliférant dans les eaux saumâtres et douces fortement minéralisées, ainsi que riches en nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith 1853

### Références

1853 - *Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith 1853 : p. 39, pl. 13, fig. 108.

2013 - *Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith 1853 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1074-1075.

### Morphologie

La valve est sigmoïde et lancéolée. Les extrémités sont sub-rostrées à sub-capitées. Le raphé est marginal et n'est pas visible en microscopie photonique. Les fibules sont petites formant une ligne longitudinale parallèle au côté de la valve, devenant équidistantes au centre. Les stries sont ponctuées, formant ainsi une striation longitudinale ondulante.

### Dimension

Longueur : 40 à 180 µm - largeur : 4 à 8 µm - 8 à 12 fibules / 10 µm - 24 à 26 stries / 10 µm (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, d'eau saumâtre ou douce fortement minéralisée et au pH alcalin, tolérant d'assez fortes concentrations en matière organique et de très fortes concentrations en nutriments ainsi qu'un faible taux d'oxygène (Bey et Luc, 2013).

**Espèce:** *Nitzschia sigmaidea* (Nitzsch) W. Smith 1853

### Références

1853 - *Nitzschia sigmaidea* (Nitzsch) W. Smith 1853 : p. 38, pl. 13, fig. 104.

2013 - *Nitzschia sigmaidea* (Nitzsch) W. Smith 1853 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1076-1077.

### Morphologie

Le frustule est isopolaire et sigmoïde. La valve est lancéolée. Les extrémités sont sub-capitées à capitées et légèrement recourbées. Les fibules sont disposées irrégulièrement sur la surface valvaire, devenant écartées au centre. Le raphé est marginal et n'est pas visible en microscopie photonique. Les stries sont très fines.

### Dimension

Longueur : (90) 150 à 500 µm - largeur : 8 à 15 µm - 5 à 7 fibules / 10 µm - 23 à 27 stries / 10 µm (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme cosmopolite, se développant sur supports sableux ou vaseux, dans des milieux au pH alcalin, moyennement à fortement minéralisés, peu impactés par la matière organique, mais pouvant être riches en nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce** : *Nitzschia soratensis* E. Morales & Vis 2007

### Références

2007 - *Nitzschia soratensis* E. Morales & Vis 2007 : p. 128, figs. 253-256, 277-280.

2013 - *Nitzschia soratensis* E. Morales & Vis 2007 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1084-1085.

### Morphologie

Valve est lancéolée et elliptique. Les extrémités sont arrondies. Le raphé est interrompu au centre de la valve par la présence d'un nodule central. Les fibules sont bien marquées (fortes), devenant au centre, légèrement plus écartées. Les stries sont transapicales parallèles.

### Dimension

Longueur : 5.6 à 15.6  $\mu\text{m}$  - largeur : 2.4 à 3.2  $\mu\text{m}$  - 10 à 12.5 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 27.5 à 30 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Morales & Vis 2007 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une forme de milieux au pH alcalin, modérément riches en nutriments dont l'écologie reste à préciser (Bey et Luc, 2013).

**Espèce** : *Nitzschia supralitorea* Lange-Bertalot 1979

### Références

1979 - *Nitzschia supralitorea* Lange-Bertalot 1979 : p. 215 ; figs. 25-27, 76-78.

2013 - *Nitzschia supralitorea* Lange-Bertalot 1979 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1090-1091.

### Morphologie

La valve est petite de forme lancéolée. Les extrémités sont rostrées à légèrement capitées. Le raphé est sans nodule central et la carène est excentrée. Les fibules sont petites et équidistantes au centre. Les stries sont très fines.

### Dimension

Longueur : 10 à 25  $\mu\text{m}$  - largeur : 2.5 à 4  $\mu\text{m}$  - 14 à 20 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 25 à 34 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, de milieux au pH optimum voisin de la neutralité, modérément à fortement minéralisés, moyennement riches en matière organique et très riches en nutriments (Bey et Luc, 2013).

**Espèce:** *Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978  
(Planche II, Fig. 4)

Références

1978 - *Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978 : p. 648-650, pl. 1-2-4.

2013 - *Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot 1978 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1096-1097.

Morphologie

La valve est linéaire, aux côtés parfois légèrement concaves au centre. Les extrémités sont rostrées à capitées. Le raphé est marginal et n'est pas visible en microscopie photonique. Les fibules sont courtes, se disposant irrégulièrement et devenant écartées au centre valvaire. Les stries sont très fines.

Dimension

Longueur : 22 à 125 µm - largeur : 5 à 10 µm - 7 à 10 fibules / 10 µm - 24 à 30 stries / 10 µm (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

Écologie

C'est une espèce cosmopolite, supportant des conditions de pollution extrême, caractérisant les milieux fortement minéralisés, très faiblement oxygénés et riches tant en matière organique qu'en nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Nitzschia vermicularis* (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst 1860.

Références

1860 - *Nitzschia vermicularis* (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst 1860 : Algen Sachsens numéro 889.

2013 - *Nitzschia vermicularis* (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst 1860 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1098-1099

Morphologie

Le frustule est sigmoïde en vue connective et linéaire lancéolée en vue valvaire. La taille des extrémités diminue progressivement et se termine en arrondi. Les fibules sont petites, plus denses aux extrémités et se disposant irrégulièrement au centre. Le raphé est marginal et n'est pas visible en microscopie photonique. Ainsi que les stries ne sont pas très visibles en microscope photonique.

Dimension

Longueur : 75 à 250 µm - largeur : 5 à 7 µm - 5 à 7 fibules / 10 µm - 30 à 40 stries / 10 µm (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).



### Écologie

C'est une espèce probablement cosmopolite, de milieux au pH optimal alcalin, modérément minéralisés, à concentration modérée en matière organique et à teneur moyenne à élevée en nutriments (Bey et Ector 2013).

### **Genre**

*Tryblionella* W.Smith 1853

**Espèce :** *Tryblionella apiculata* W. Gregory 1857  
(Planche III, Fig. 7)

### Références

1857 - *Tryblionella apiculata* W. Gregory 1857 : p. 79, pl. 1, fig. 43.

2013 - *Tryblionella apiculata* W. Gregory 1857 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1108-1109.

### Morphologie

La valve est linéaire à constriction centrale bien marquée. Les extrémités sont sub-rostrées à rostrées. Le raphé est excentré ou marginal. On note que chaque strie se situe en face d'une fibule. Les stries sont interrompues par un sillon longitudinal.

### Dimension

Longueur : 20 à 58 µm - largeur : 4.5 à 8.5 µm - 15 à 20 fibules / 10 µm - 15 à 20 stries / 10 µm (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite, se développant dans les eaux saumâtres et douces à forte conductivité, au pH alcalin et tolérant une pollution organique moyenne ainsi qu'une forte pollution en nutriments (Bey et Ector, 2013).

**Espèce:** *Tryblionella hungarica* (Grunow) D.G. Mann in Round, Crawford & Mann, 1990

### Références

1990 - *Tryblionella hungarica* (Grunow) D.G. Mann in Round, Crawford & Mann 1990 : p. 678

2013 - *Tryblionella hungarica* (Grunow) D.G. Mann in Round, Crawford & Mann 1990 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1114-1115.

### Morphologie

La valve est linéaire à légèrement constrictionnée au centre. Les extrémités sont sub-rostrées à rostrées. Les ondulations longitudinales sont très marquées. Le raphé est excentré, mais n'est pas visible en microscopie photonique. La valve se caractérise par deux fibules médianes écartées par rapport aux autres et la présence d'un nodule central. Les stries sont bien visibles en microscopie photonique.

### Dimension

Longueur : 35 à 130  $\mu\text{m}$  - largeur : 5 à 9  $\mu\text{m}$  - 7 à 12 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 16 à 22 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est une espèce cosmopolite pouvant tolérer un important niveau de pollution dans des eaux saumâtres ou des eaux douces modérément à fortement minéralisées et au pH alcalin (Bey et Ector, 2013).

***Espèce: Tryblionella levidensis* W. Smith 1856**

### Références

1856 - *Tryblionella levidensis* W. Smith 1856 : p. 89.

2013 - *Tryblionella levidensis* W. Smith 1856 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1116-1117.

### Morphologie

La valve est large et elliptique. Les extrémités sont légèrement émoussées. Le raphé est fortement excentré. Les fibules sont petites. On note la présence d'un nodule central difficilement visible en microscopie photonique. Les stries ne sont pas visibles en microscopie photonique, car elles sont cachées par des côtes transapicales fortement ondulées.

### Dimension

Longueur : 18 à 65  $\mu\text{m}$  - largeur : 8 à 23  $\mu\text{m}$  - 6 à 12 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 35 à 36 stries / 10  $\mu\text{m}$  - 7 à 10 côtes / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

### Écologie

C'est un taxon cosmopolite, d'eau saumâtre ou douce moyennement à fortement minéralisée et au pH alcalin ; tolérant d'assez fortes concentrations en matière organique ainsi que de fortes concentrations en nutriments et un taux modéré en oxygène dissous (Bey et Ector, 2013).

***Espèce : Tryblionella salinarum* (Grunow) Pelletan 1889  
(Planche II, Fig. 3)**

### Références

1889 - *Tryblionella salinarum* (Grunow) Pelletan 1889 : p. 30.

2013 - *Tryblionella salinarum* (Grunow) Pelletan 1889 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1118-1119.

### Morphologie

La valve est elliptique et constrictée au centre. Les extrémités sont légèrement émoussées. Le raphé est fortement excentré ou marginal. Les fibules sont petites. Les stries ne

sont pas visibles en microscopie photonique, car elles sont cachées par des côtes transapicales fortement ondulées.

#### Dimension

Longueur : 18 à 65  $\mu\text{m}$  - largeur : 8 à 11  $\mu\text{m}$  - 6 à 12 fibules / 10  $\mu\text{m}$  - 35 à 36 stries / 10  $\mu\text{m}$  (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013).

#### Écologie

C'est une forme cosmopolite d'eau saumâtre, ou douce fortement à très fortement minéralisée et au pH alcalin, tolérant d'assez fortes concentrations en matière organique (Bey et Ector, 2013).

#### **Ordre**

Rhopalodiales D.G. Mann in Round et al. 1990

#### **Famille**

Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevs'kyj & Oksiyuk  
1960

#### **Genre**

*Rhopalodia* O.F. Miller, 1895.

**Espèce:** *Rhopalodia operculata* (Agardh) Hakansson

#### Références

1984 – *Rhopalodia operculata* (Agardh) Hakansson : Servant-Vildary et Blanco, pl.VI, figs. 1-10.

1998 – *Rhopalodia operculata* (Agardh) Hakansson : Servant-Vildary et Pienitz, figs.80-84.

#### Morphologie

La valve est héli-circulaire à bord dorsal convexe. Les extrémités s'inclinent vers le bord ventral. Les stries sont radiantés, se disposant habituellement en nombre de deux par espace intercostal. Le raphé est rectiligne et proche du bord dorsal. Les fissures centrales sont en forme de crochés s'inclinant vers le côté ventral.

#### Dimension

Longueur : 20-36  $\mu\text{m}$ .

Largeur : 6-7  $\mu\text{m}$ .

Espaces intercostaux : entre 13 et 18.

#### Écologie

C'est une forme benthique. Elle est connue dans les eaux à fortes concentrations en électrolytes.

C'est une forme fréquente dans des sources thermales (Villeneuve et Pienitz, 1998).

***Ordre***

Surirellales D.G. Mann in Round et al. 1990

***Famille***

Surirellaceae Kutzing 1844

***Genre***

*Campylodiscus* Ehrenberg 1840

***Espèce*** : *Campylodiscus bicostatus* W.Smith in Roper, 1854  
(Planche II, Figs. 5-6)

Références

1854 - *Campylodiscus bicostatus* W.Smith : Roper, p. 215, figs. 1-6.

2018 - *Campylodiscus bicostatus* W.Smith in Roper, 1854 : Kociolek et al., fig. 12-25.

Morphologie

La valve est circulaire arquée. La surface valvaire est recourbée munie, avec des côtes continues et transversales.

Dimension

Longueur : 18 à 70 µm - largeur : 12 à 30 µm - 3.5 à 6 (7) ondulations / 10 µm - 16 à 20 stries / 10 µm (Hofmann et al., 2011 ; in Bey et Ector, 2013)

***Espèce*** : *Campylodiscus noricus* var. *hibernicus* Ehrenberg ex kutz, 1844

Référence

1844 - *Campylodiscus noricus* Krammer and Lange-Bertalot : 2/2. p. 584, pl. 182, fig. 1-5.

Morphologie

La valve est circulaire arquée. La surface valvaire est recourbée, avec des côtes continues et radiantes. L'aire centrale est circulaire.

Dimension

Longueur : 20 µm - largeur : 13 µm

***Genre***

*Surirella* Tourpin 1828

***Espèce*** : *Surirella brebissonii* Krammer & Lange-Bertalot 1987  
(Planche III, Fig. 5)

Références

1987 - *Surirella brebissonii* Krammer & Lange-Bertalot 1987 : p. 82, 85, figs. 1(ov2), 4, 5, 9, 21-33.

2013 - *Surirella brebissonii* Krammer & Lange-Bertalot 1987 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1156-1157.

#### Morphologie

La valve est d'une hétéropolarité de forme ovale à largement elliptique, avec un apex bien arrondi et son opposé est plus étroit en triangle tronqué et arrondi. Le pseudo-raphé est étroit et linéaire. Les stries sont irrégulières, parallèles, devenant radiantées aux extrémités.

#### Dimension

Longueur : 18 à 70 µm - largeur : 12 à 30 µm - 3.5 à 6 (7) ondulations / 10 µm - 16 à 20 stries / 10 µm (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013)

#### Écologie

C'est une espèce cosmopolite d'eau saumâtre ou douce au pH alcalin, moyennement à fortement minéralisée, modérément impactée par la matière organique et riche en nutriments (Bey et Ector, 2013).

***Espèce : Surirella ovalis* Brébisson, 1838**  
(Planche III, Fig. 6)

#### Références

1838 - *Surirella ovalis* Brébisson 1838 : p. 17

2013 - *Surirella ovalis* Brébisson 1838 : Bey et Ector, tome. 6, p. 1168-1169.

#### Morphologie

La valve est hétéropolaire de forme très variable, rhombico-lancéolée à ovalo-lancéolée, isopolaire à elliptico-lancéolée. C'est un taxon qui se caractérise par un pôle plus large en arrondi plus ou moins accentué et un pôle le plus étroit en triangle tronqué et arrondi. La zone marginale est séparée de la zone centrale par une dépression aux bords parallèles à ceux de la zone marginale. L'aire médiane est de forme lancéolée, étroite et linéaire. Les stries sont parallèles à sub-parallèles au centre, devenant radiantées aux extrémités.

#### Dimension

Longueur : 16 à 120 µm - largeur : 12 à 45 µm - 3.5 à 6 ondulations / 10 µm - 16 à 19 stries / 10 µm (Hofmann et *al.*, 2011 ; *in* Bey et Ector, 2013)

#### Écologie

C'est une forme cosmopolite, aérophile, généralement observée dans les eaux littorales, mais aussi dans les eaux intérieures moyennement à fortement minéralisées d'après Bey et Ector (2013).

#### IV. CONCLUSION

L'inventaire taxonomique a permis d'inventorier 170 espèces et variétés de diatomées réunies en 46 genres. Les formes Pennales (Pennatophycidées) sont représentées par 164 espèces et les centriques (Centrophycidées) sont constituées par 06 espèces. Ceci est représenté ci-dessous :

- 01 classe : Bacillariophyceae ;
- 03 sous-classes : Fragilariophycidae, Eunotiophycidae et Bacillariophycidae ;
- 09 ordres : Fragilariales, Eunotiales, Cymbellales, Acanthales, Naviculales, Thalassiophysales, Bacillariales, Rhopalodiales et Surrirellales ;
- 04 sous-ordre : Neidineae, Sellaphorineae, Diploneidineae et Naviculineae ;
- 17 familles : Fragilariaceae, Eunotiaceae, Cymbellaceae, Gomphonemataceae, Cocconeidaceae, Achnanthideaceae, Diadesmidaceae, Brachysiraceae, Sellaphoraceae, Pinnulariaceae, Diploneidaceae, Naviculaceae, Stauroneidaceae, Catenulaceae, Bacillariaceae, Ropalodiaceae et Surrirellaceae ;
- 43 genres : *Asterionella*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Pseudostaurosira*, *Staurosira*, *Synedra*, *Tabularia*, *Ulnaria*, *Eunotia*, *Cymbella*, *Cymbopleura*, *Eucyonema*, *Gomphonema*, *Gomphosphenia*, *Reimeria*, *Cocconeis*, *Achnanthes*, *Achnanthidium*, *Karayevia*, *Luticola*, *Brachysira*, *Frustulia*, *Adlafia*, *Aneumastus*, *Gyrosigma*, *Mayamea*, *Fallacia*, *Caloneis*, *Pinnularia*, *Diploneis*, *Navicula*, *Craticula*, *Stauroneis*, *Amphora*, *Halamphora*, *Bacillaria*, *Denticula*, *Hantzschia*, *Nitzschia*, *Tryblionella*, *Ropalodia*, *Campylodiscus* et *Surirella*.

Les Centrophycidées se subdivisent comme suit :

- 02 classes : Coscinodiscophyceae et Mediophyceae ;
- 03 sous-classes : Coscinodiscophycidae, Biddulphiophycidae et Thalassiosiraphycidae ;
- 03 ordres : Melosirales, Triceratiales et Thalassiosirales ;
- 03 familles : Melosiraceae, Triceratiaceae et Stephanodiscaceae ;
- 03 genres : *Cyclotella*, *Melosira* et *Pleurosira*.

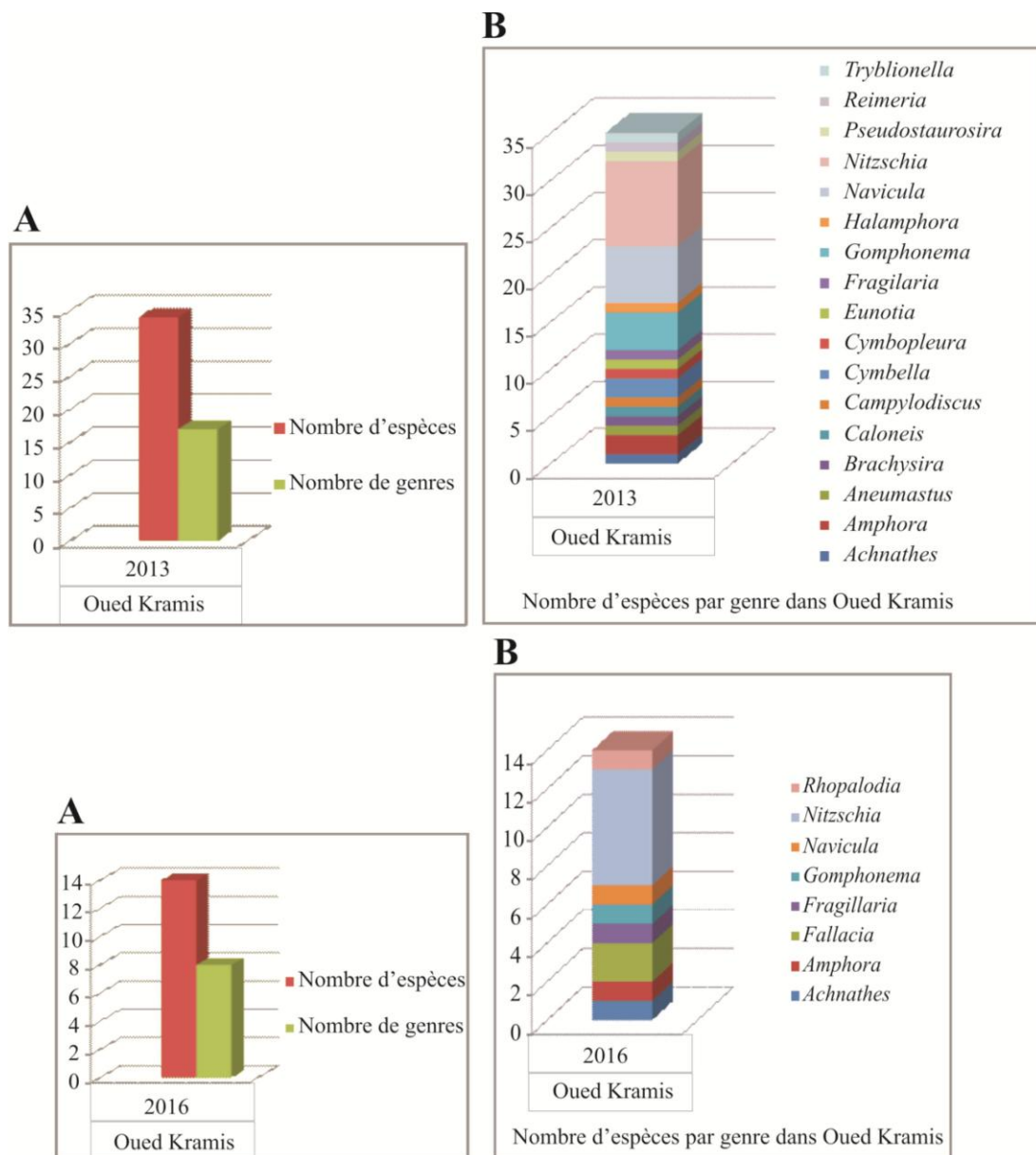
#### V. BIODIVERSITÉ

À partir de la microflore des diatomées analysées, du présent travail dans les quatre bassins hydrographiques (Côtier Dahra, Chélif, Côtiers Oranais et la Tafna), on a étudié la biodiversité dans les secteurs (A, B, C et D).

## 1. Bassin Côtier Dahra (secteur A)

### 1.1. Oued Kramis : 2013 (a1 et a2) et 2016 (a7)

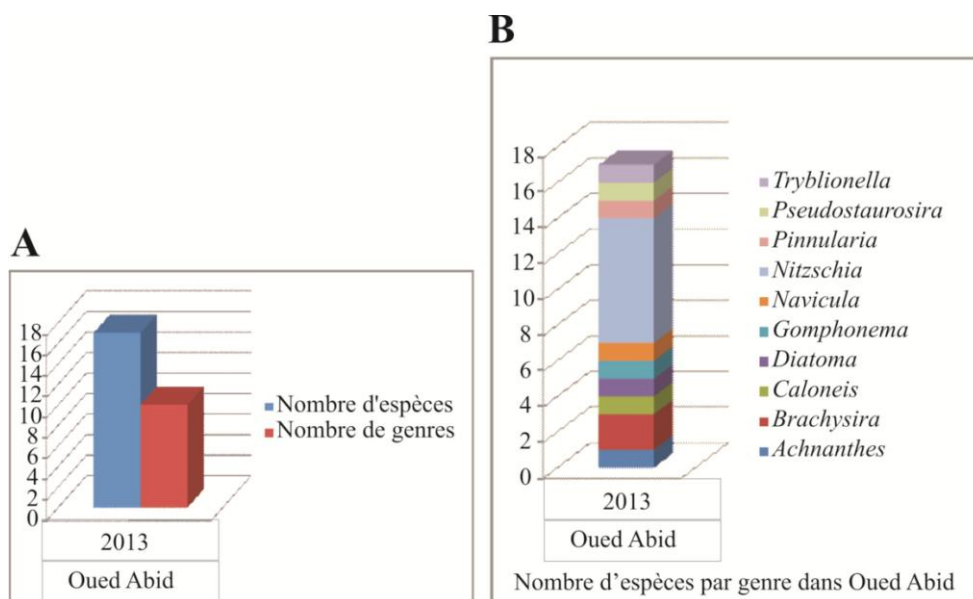
L'analyse de la microflore diatomique de l'Oued Kramis (Fig. 16) a fourni 42 espèces réunies en 18 genres, dont 34 espèces (16 genres) en 2013, et 14 espèces (8 genres) en 2016.



**Fig. 16 :** Biodiversité des diatomées dans Oued Kramis (2013 et 2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genre ; **B**, nombre d'espèces par genre.

### 1.2. Oued Abid : 2013 (a3)

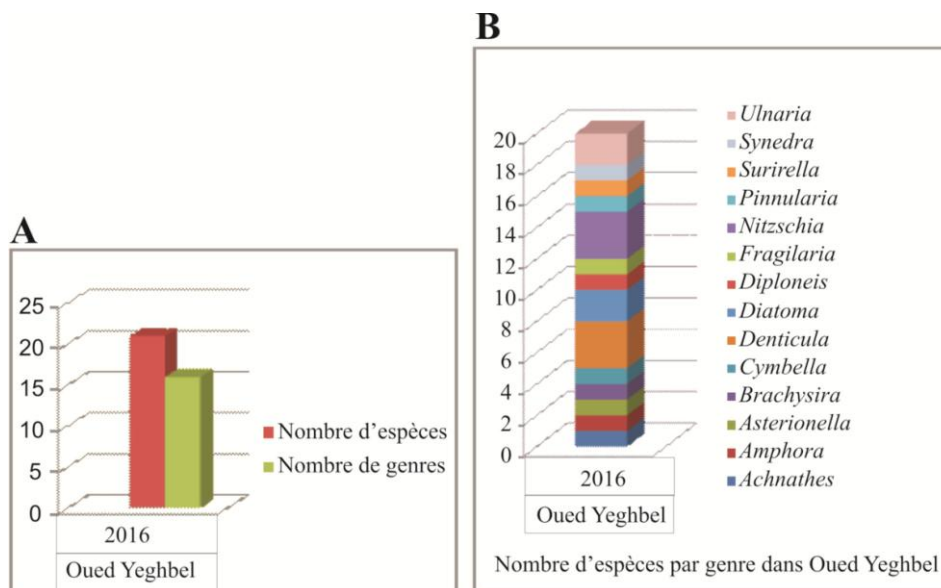
L'étude microfloristique de l'Oued Abid a permis d'inventorier 17 espèces et 10 genres en 2013 (Fig. 17).



**Fig. 17** : Biodiversité des diatomées dans Oued Abid (2013) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

### 1.3. Oued Yeghbel : 2016 (a4 et a5)

L'analyse de la microflore des diatomées de l'Oued Yeghbel (a4 et a5) en 2016, nous a permis d'inventorier 21 espèces réunies en 15 genres (Fig. 18).

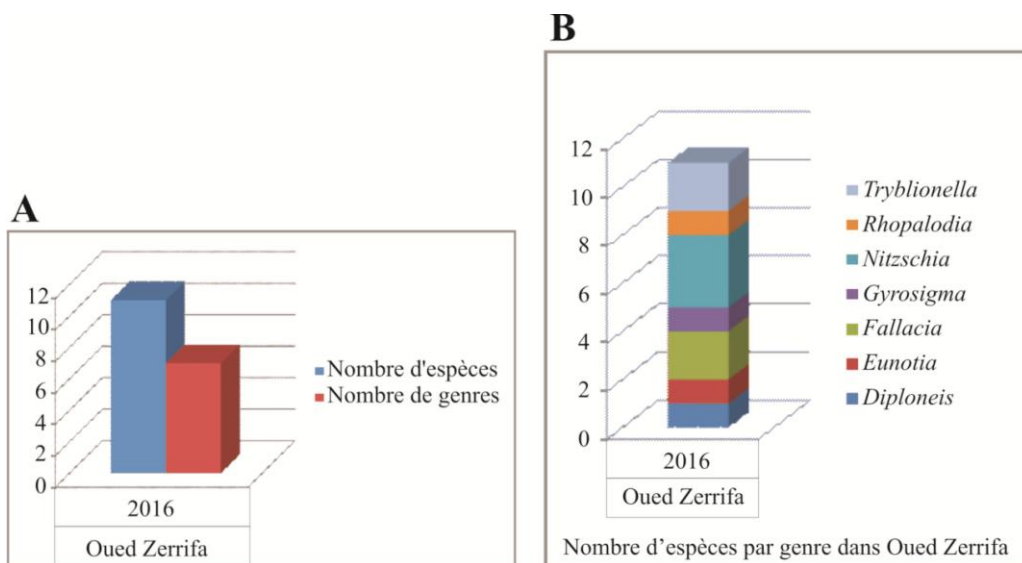


**Fig. 18** : Biodiversité des diatomées dans Oued Yeghbel (2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.



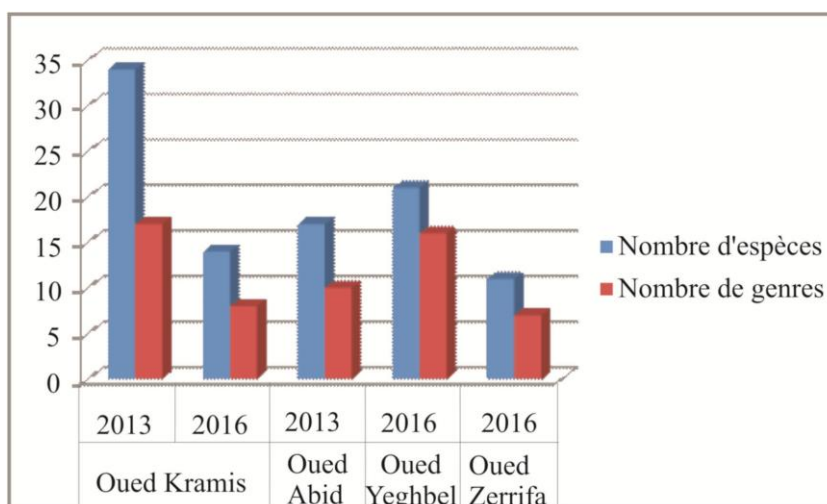
### 1.4. Oued Zerrifa : 2016 (a6)

L'inventaire diatomique de l'Oued Zerrifa (a6) en 2016 a révélé l'existence de 11 espèces réunies en 7 genres (Fig. 19).



**Fig. 19** : Biodiversité des diatomées dans Oued Zerrifa (2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

L'étude microfloristique du bassin Côtier Dahra (secteur A) nous a permis d'inventorier 70 espèces et variétés réparties en 28 genres (Annexe. 11). Toutefois, il y a lieu de noter que les échantillons de l'Oued Kramis sont plus diversifiés (Fig. 20).



**Fig. 20** : Biodiversité des diatomées dans les Oueds (Kramis, Abid, Yeghbel et Zerrifa), bassin Côtier Dahra.

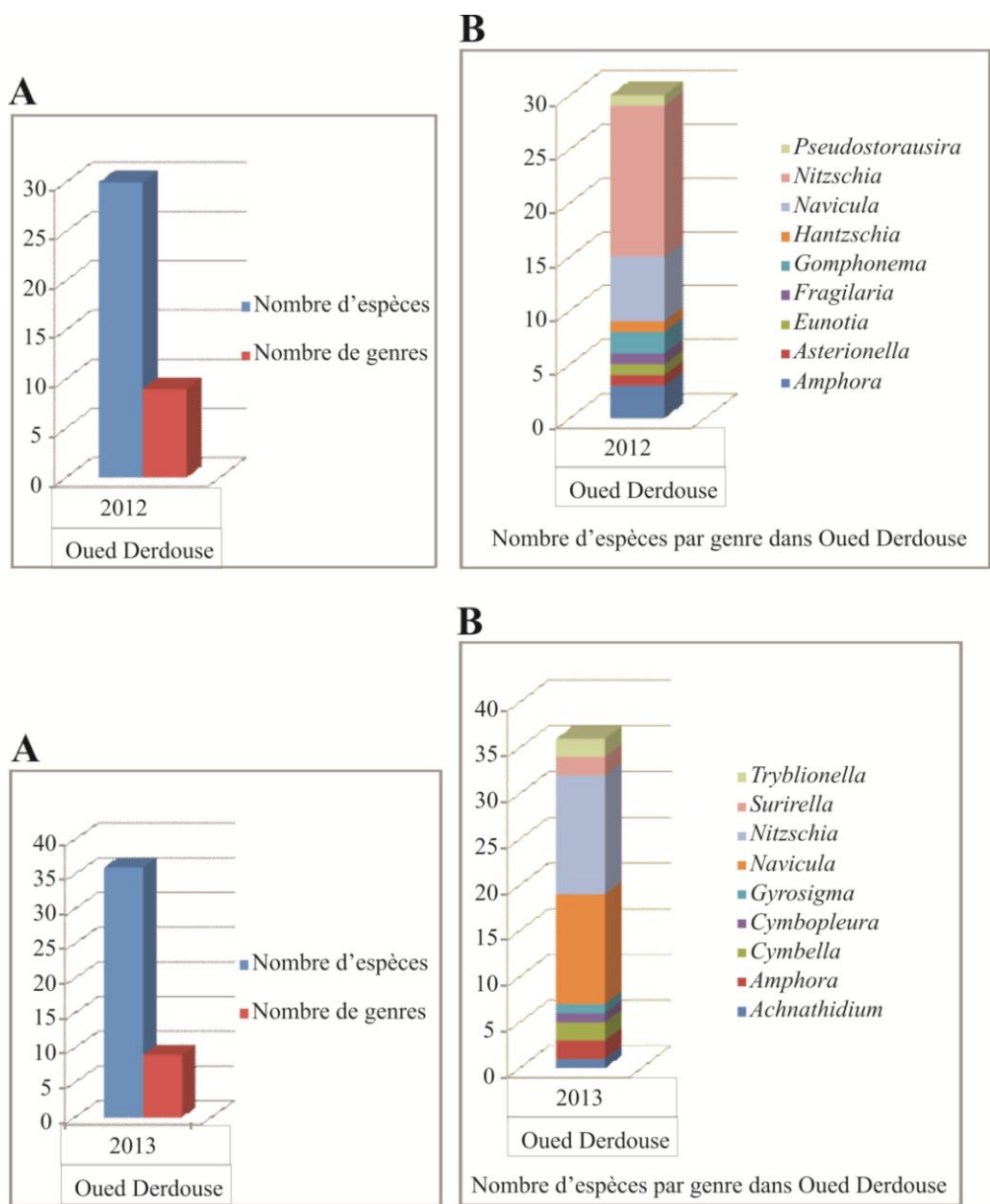
Le secteur (A) se caractérise par la dominance des genres *Nitzschia*, *Brachysira* et *Achnanthes* avec une moyenne d'environ (31%, 12.67% et 9.3%) respectivement (Annexe. 11). Il est à noter que le genre *Brachysira* n'est pas présent dans (a6 et a7). Cependant, le genre *Achnanthes* est représenté par une seule espèce (*Achnanthes minutissima* var. *minutissima*), qui prédomine dans (a2 et a3) avec (28.75% et 19.25%) respectivement. Cette même espèce est très rare dans les autres échantillons, voire même absente comme dans l'échantillon (a6) de Oued Zerrifa. Au niveau spécifique, on a constaté que le genre *Caloneis* est représenté par une seule espèce (*Caloneis macedonica*), qui prédomine dans (a1 et a3) avec (27.5% et 9.5%) respectivement. Le taxon *Brachysira vitrea* enregistre une fréquence considérable avec (11.25%) dans (a1 et a2). Alors que *Brachysira neglectissima* est abondante avec (30% et 26.25%) dans Oued Yeghbel (a4 et a5) respectivement. Or que, *Nitzschia denticula* est dominant dans (a5 et a7) avec (40% et 55%). L'échantillon (a7) se distingue par la fréquence considérable du genre *Amphora* avec (15%), qui est représenté par une seule espèce (*Amphora holsatica* avec 15%).

Aussi il est à constater que les espèces *Fallacia pygmea* et *Nitzschia sigmoidea* sont abondantes dans l'Oued Zerrifa (a6) avec (46.25% et 17.5%), tandis qu'elles sont très rares, voire absentes dans les autres échantillons du secteur (A).

## **2. Bassin de Chélif (secteur B1 et B2)**

### **2.1. Oued Derdouse : 2012 (b8, b9, b10, b11 et b12) et 2013 (b13 et b14)**

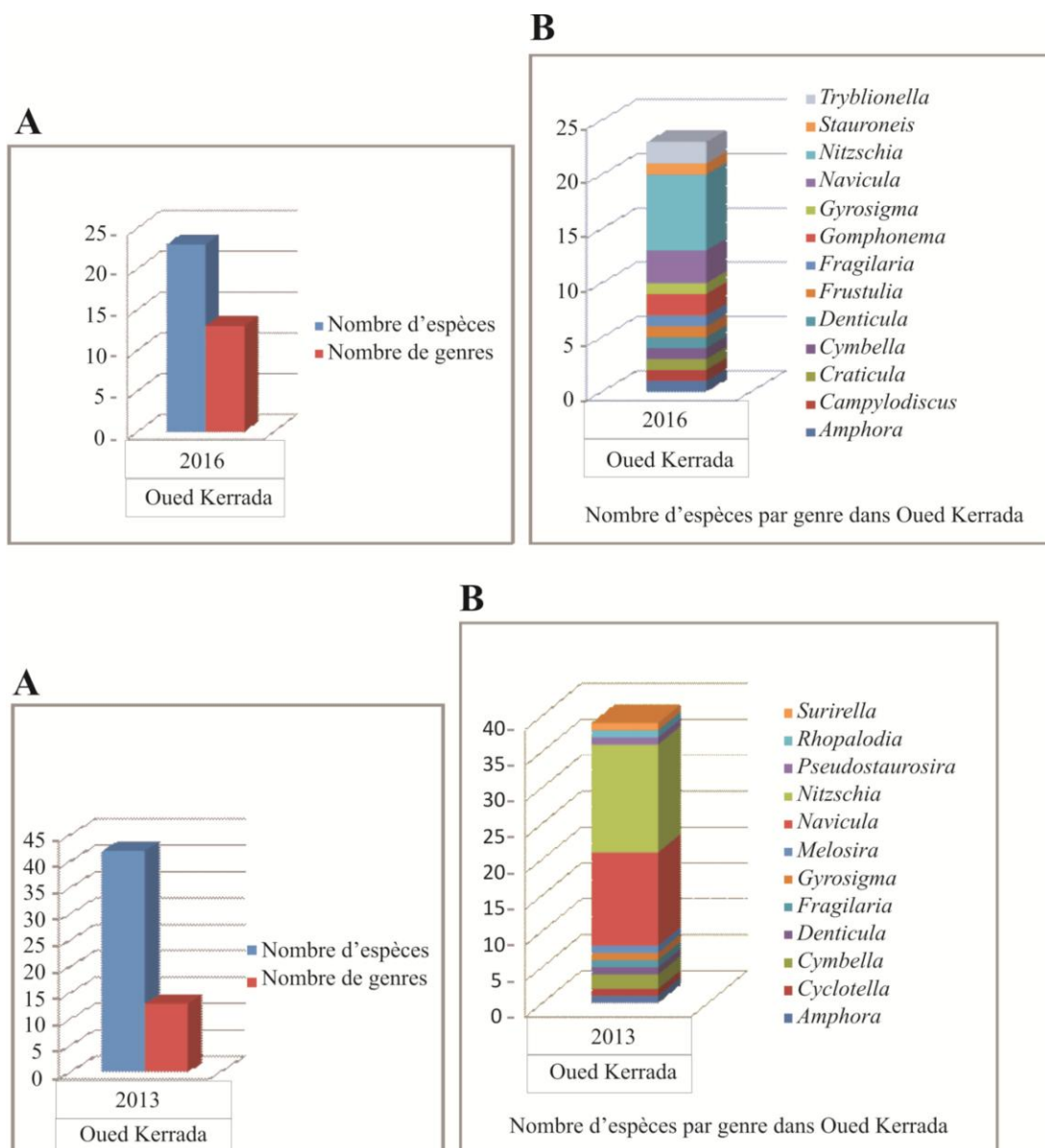
L'inventaire diatomique de l'Oued Derdouse (Fig. 21) nous a permis de compter 28 espèces (10 genres) en 2012 et 36 espèces (10 genres) en 2013.



**Fig. 21** : Biodiversité des diatomées dans Oued Derdouse (2012 et 2013) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

## 2.2. Oued Kerrada : 2013 (b15) et 2016 (b16)

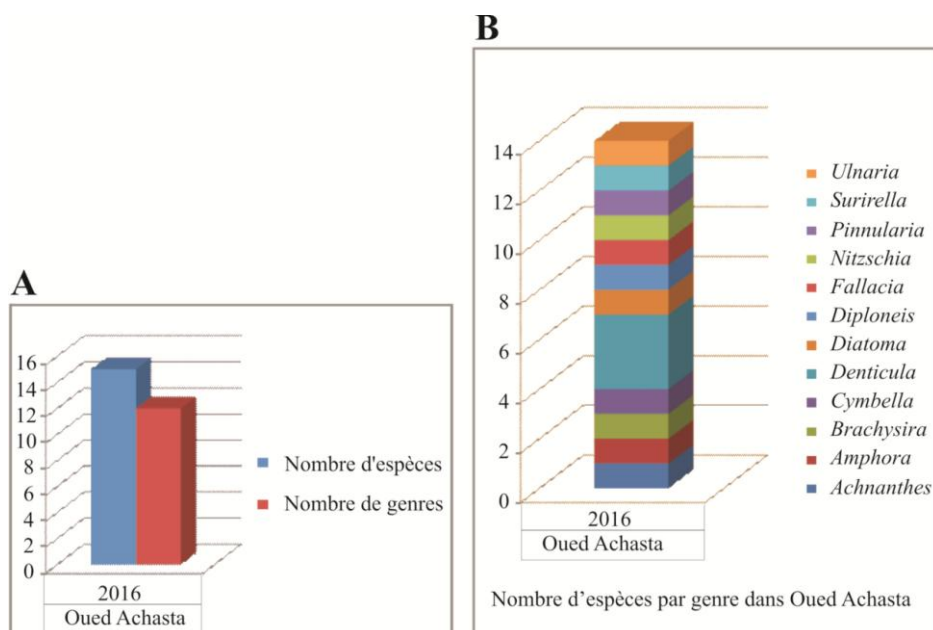
L'analyse de la microflore diatomique de l'Oued Kerrada (Fig. 22) a révélé 42 espèces (13 genres) en 2013 et 23 espèces (13 genres) en 2016.



**Fig. 22** : Biodiversité des diatomées dans Oued Kerrada (2013 et 2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

### 2.3. Oued Achasta : 2016 (b17)

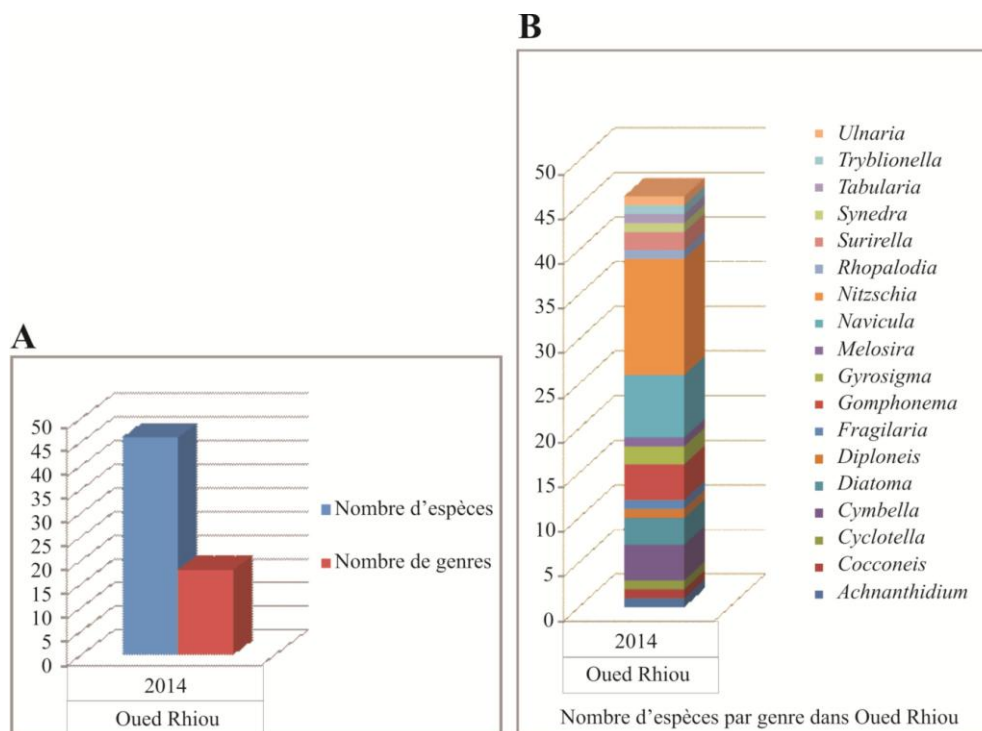
L'inventaire diatomique de l'Oued Achasta (b17) en 2016 a révélé 15 espèces réunies en 12 genres (Fig. 23).



**Fig. 23** : Biodiversité des diatomées dans Oued Achasta (2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

#### 2.4. Oued Rhiou : 2014 (b18 et b19)

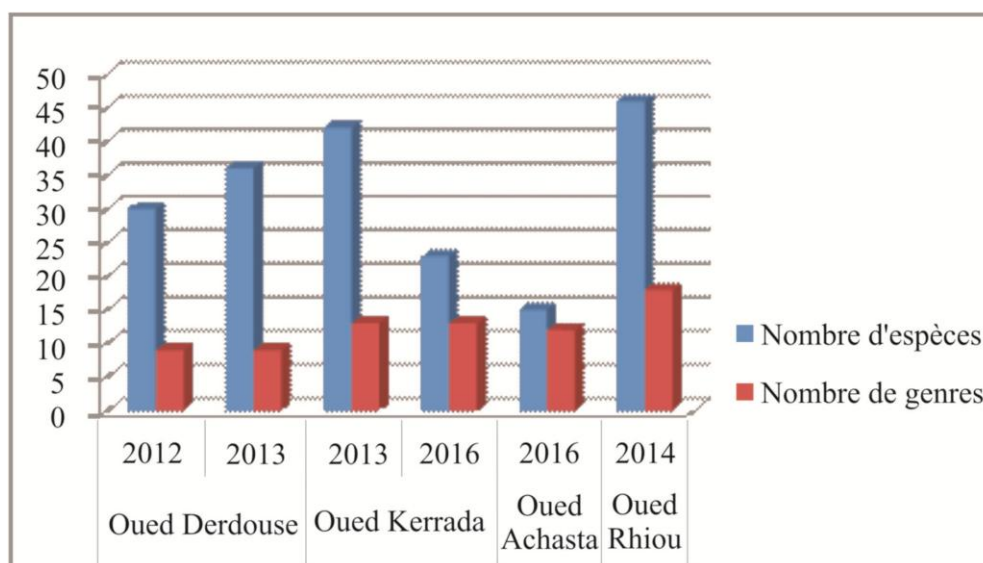
L'analyse diatomique d'Oued Rhiou en 2014 a permis d'inventorier 46 espèces réunies en 18 genres (Fig. 24).



**Fig. 24** : Biodiversité des diatomées dans Oued Rhiou (2014) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

L'étude microfloristique a permis d'inventorier 107 espèces et variétés réparties en 34 genres (Fig. 25).

Ce secteur se distingue par la dominance des genres *Navicula* et *Nitzschia* avec une moyenne d'environ (33.7% et 28.73%) respectivement (Annexe. 12). Il est noté que *Navicula* a une présence rare dans l'échantillon (b18) d'Oued Rhiou avec seulement (3%), voire même absente (*Navicula* avec 0% dans le b17 de l'Oued Achasta). Au niveau spécifique, on a constaté l'abondance des espèces *Nitzschia palea* avec en moyenne d'environ (11.44%) dans le secteur (B). Il est à rappeler que *Nitzschia palea* n'est pas présente dans Oued Achasta (b17) et Oued Rhiou (b18 et b19). Tandis que ces derniers échantillons (b17, b18 et b19) sont dominés par les taxons *Brachysira neglectissima* avec (30%) dans le b17 et *Diatoma tenuis* avec (68.75% et 15.5%) dans les échantillons b18 et b19, respectivement. Il est à noter que, l'espèce *Navicula halophila* est abondante dans les prélèvements b10, b11 et b12 avec (42.75%, 61.25% et 40%) respectivement. Alors que l'espèce *Navicula accomoda* a une présence considérable dans le b9 et b13 avec (21.25% et 13.25%, respectivement). Il est à rappeler aussi que le taxon *Denticula subtilis* n'est présent que dans le b17 Oued Achasta avec une fréquence considérable (20%), ainsi que l'espèce *Gomphonema angustatum* représentant (22.5%) dans le b10.

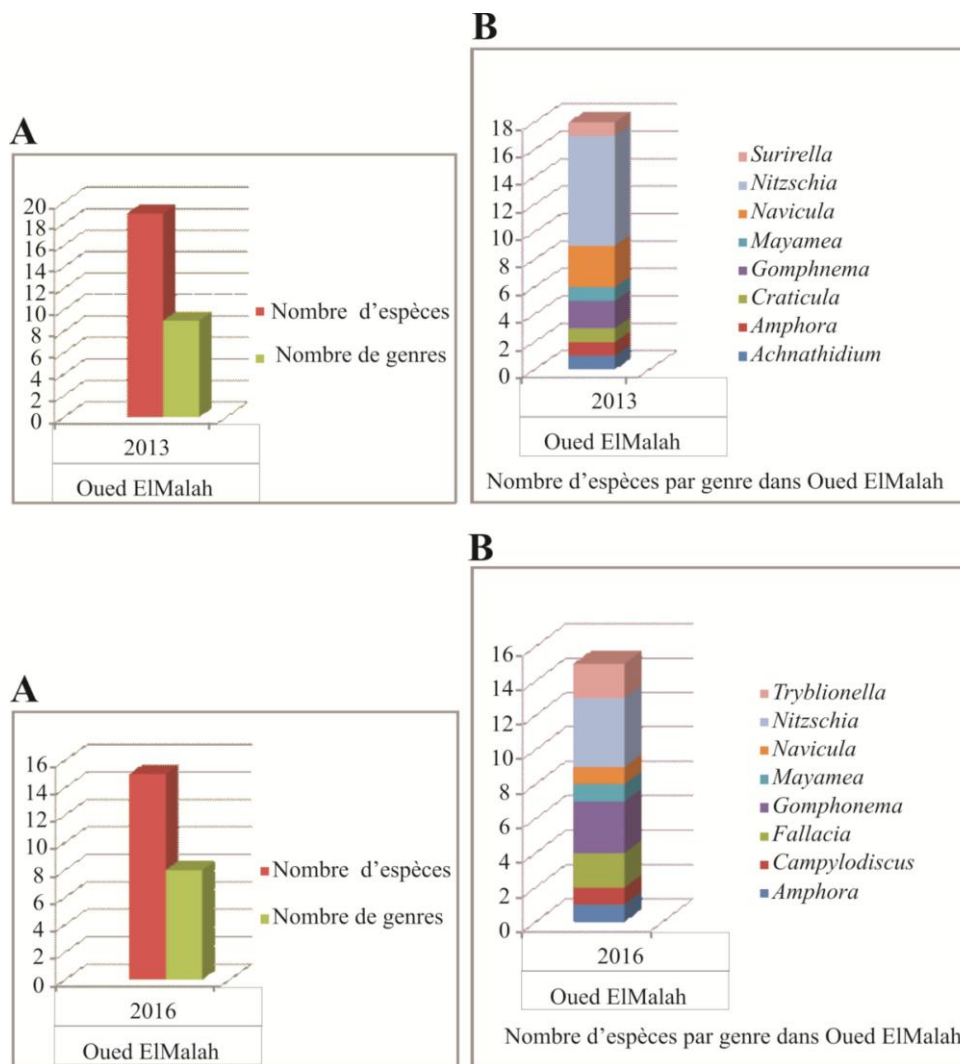


**Fig. 25** : Biodiversité des diatomées dans les Oueds (Derdouse, Oued Kerrada, Oued Achasta et Rhiou) bassin de Chelif.

### 3. Bassin Côtiers Oranais (secteur C)

#### 3.1. Oued El Malah : 2013 (c20 et c21) et 2016 (c22 et c23)

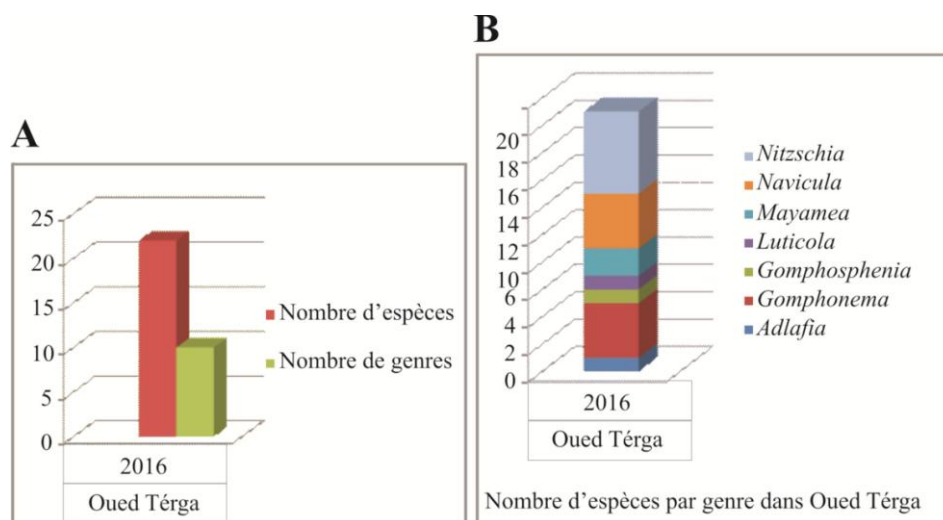
La microflore des diatomées de l'Oued El Malah a permis d'inventorier 19 espèces (9 genres) en 2013 et 15 espèces (10 genres) en 2016 (Fig. 26).



**Fig. 26** : Biodiversité des diatomées de Oued El Malah (2013 et 2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

### 3.2. Oued Térğa : 2016 (c24 et c25)

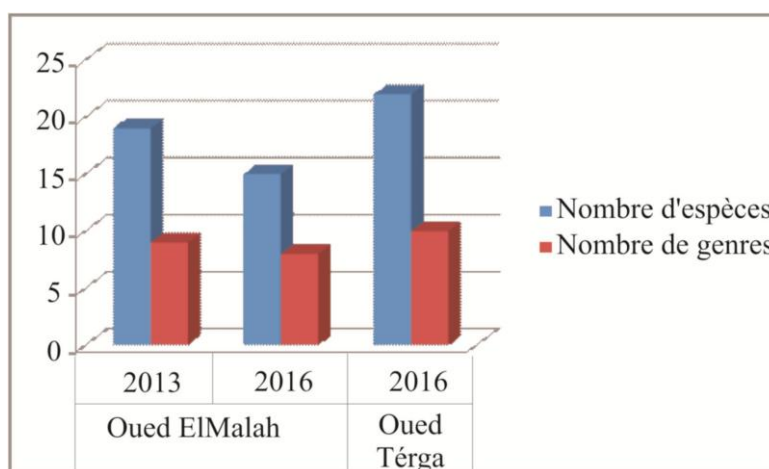
L'analyse diatomique de l'Oued Térğa (2016) a révélé 22 espèces réunies en 9 genres (Fig. 27).



**Fig. 27 :** Biodiversité des diatomées dans Oued Térğa (2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

La microflore diatomique est représentée par 44 espèces et variétés réparties en 16 genres (Fig. 28). Ce Bassin se distingue par la prédominance des genres *Nitzschia* et *Navicula* et avec une moyenne d'environ (42.16% et 13.8%) respectivement (Annexe. 13).

Au niveau spécifique, l'espèce dominante est *Nitzschia palea* avec en moyenne environ (17.4%). Il est à rappeler que *Nitzschia palea* faiblement présente dans (c20 c21) de Oued El Malah, où on a enregistré l'abondance de *Nitzschia fonticola* avec (36.25% et 32.5%) dans (c20 et c21) respectivement. Il est noté que le Taxon *Adlafia minuscula* n'est présent que dans l'échantillon (c24) de l'Oued Térğa avec (11.25%). Le même constat a été enregistré pour *Fallacia sublucidula*, *Gomphonema variostigmatum* et *Luticola geopertiana* avec (16.25%, 16.25% et 17.5%) dans (c23) Oued El Malah, (c21) Oued El Malah et (c25) Oued Térğa respectivement.



**Fig. 28 :** Biodiversité des diatomées dans Oued El Malah (2013 et 2016) et Oued Térğa (2016), bassin Côtiers Oranais.

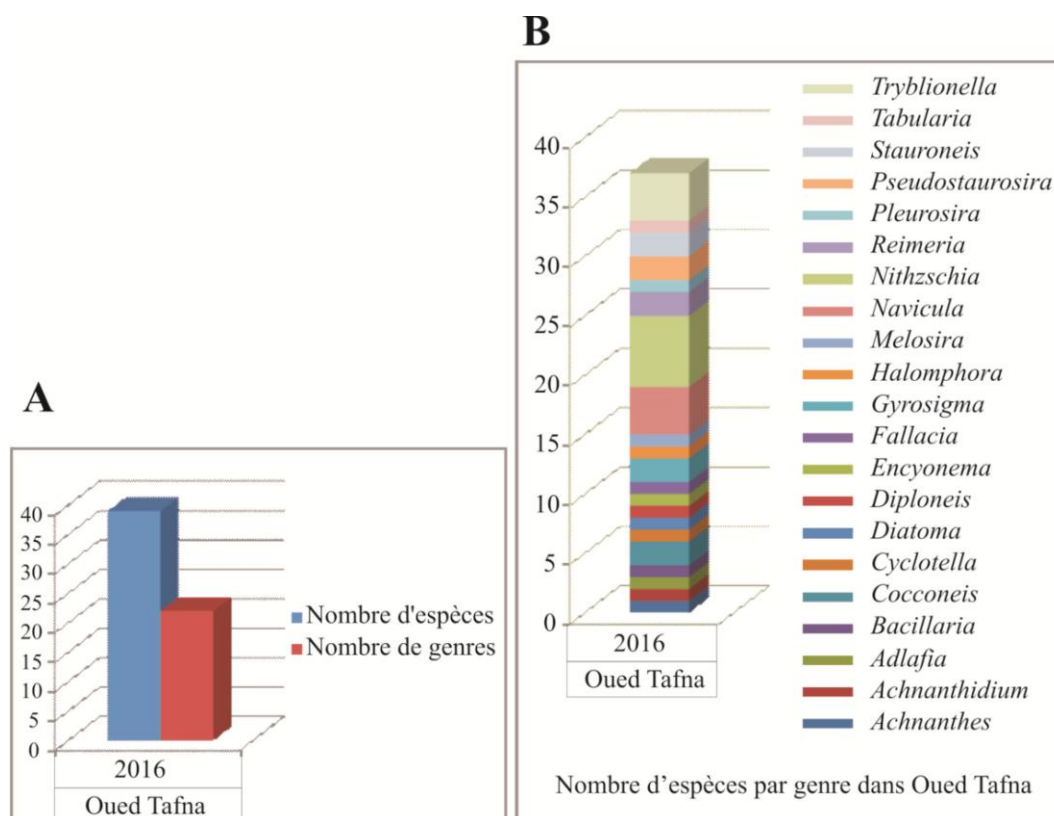


#### 4. Bassin de la Tafna (secteur D)

Une seule campagne de prélèvement a été réalisée en 2016 dans le bassin de la Tafna (secteur D). Ainsi, deux Oueds (Tafna et Mouillah) et deux Barrages (Bougrara et Beni Bahdel), ont été étudiés.

##### 4.1. Oued Tafna : 2016 (d26, d27 et d31)

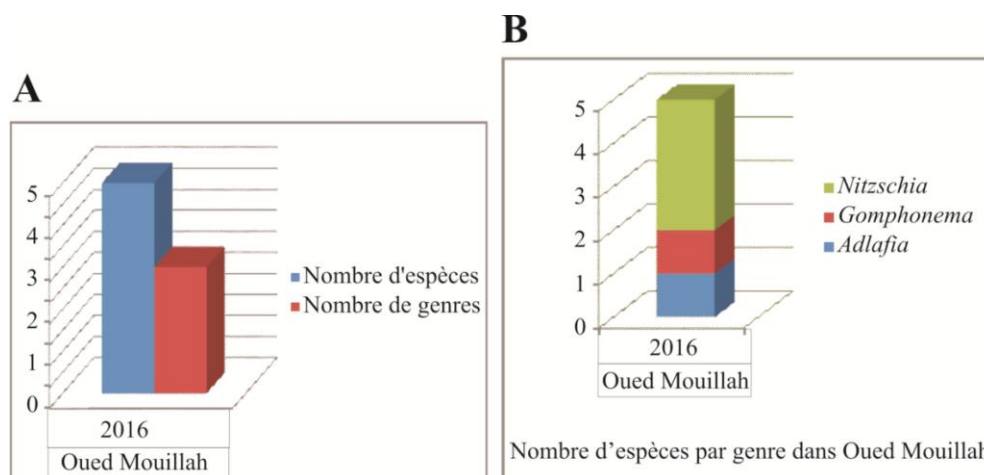
L'étude de la microflore des diatomées de l'Oued Tafna (2016) a révélé 38 espèces réunies en 21 genres (Fig. 29).



**Fig. 29** : Biodiversité des diatomées dans Oued Tafna (2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

##### 4.2. Oued Mouillah : 2016 (d28)

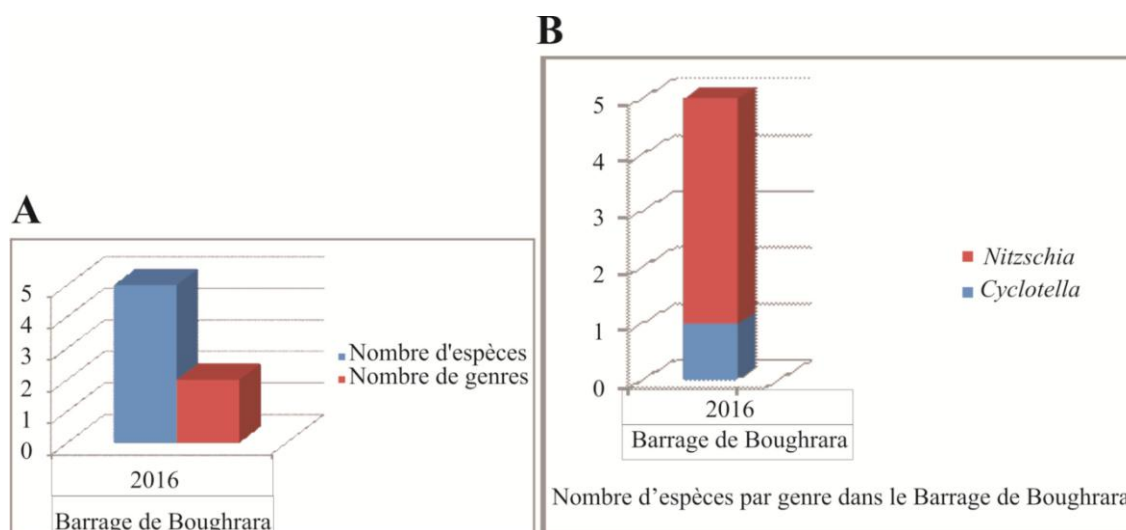
La microflore des diatomées de l'Oued Mouillah (d28) a permis d'inventorier 5 espèces réunies en 3 genres (Fig. 30).



**Fig. 30 :** Biodiversité des diatomées dans Oued Mouillah (2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

#### 4.3. Barrage de Boughrara : 2016 (d29)

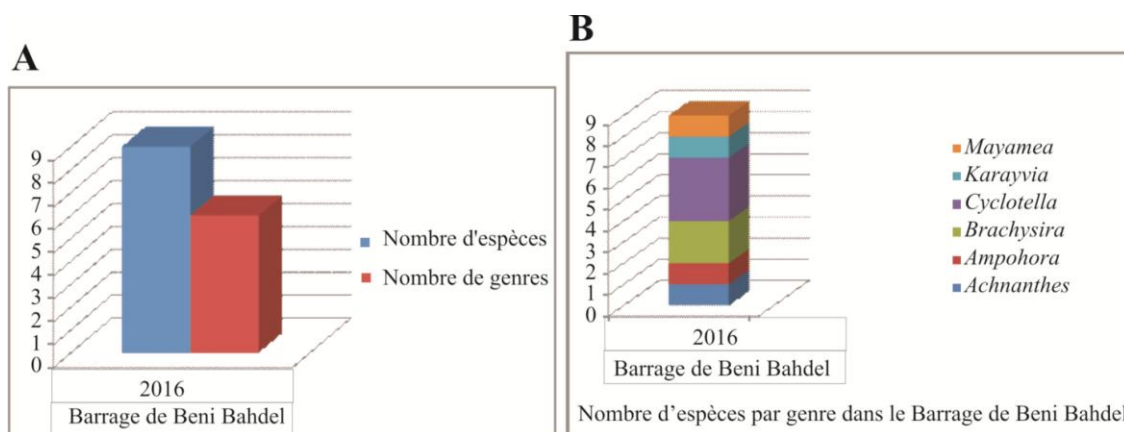
L'analyse microflore des diatomées du barrage Boughrara (d29) a révélé 5 espèces réunies en 2 genres (Fig. 31).



**Fig. 31 :** Biodiversité des diatomées dans le barrage de Boughrara (2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

#### 4.4. Barrage de Beni Bahdel : 2016 (d30)

L'étude de la microflore des diatomées du barrage de Beni Bahdel (d30) a révélé 9 espèces réunies en 6 genres (Fig. 32).



**Fig. 32 :** Biodiversité des diatomées dans le barrage de Beni Bahdel (2016) : **A**, nombre d'espèces et nombre de genres ; **B**, nombre d'espèces par genre.

La microflore diatomique est représentée par 53 espèces et variétés réparties en 28 genres (Fig. 33).

Toutefois, le genre *Nitzschia* est plus dominant avec une moyenne d'environ (26.6%). Ceci malgré sa rareté dans certains échantillons voire même absent dans (d26, d30 et d31), où on a enregistré l'abondance des genres suivants : *Pseudostaurosira*, *Cyclotella* et *Reimeria* avec (35%, 38.25% et 63.5%, respectivement) voir (Annexe. 14).

Au niveau spécifique, les Oueds ainsi que les barrages du secteur (D) ne se ressemblent pas. Chaque échantillon se compose d'une liste diatomique différente de l'autre.

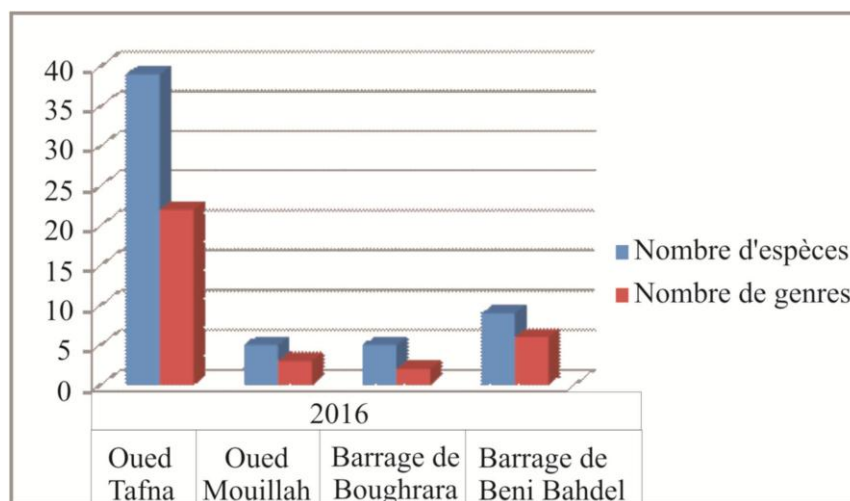
Par ailleurs, on a enregistré dans (d26), l'abondance de *Pleurosira laevis* avec (35%), de *Pseudostaurosira brevistriata* avec (30%) et de *Melosira varians* avec (25.5%). Cependant, l'échantillon d27 se caractérise par *Navicula catalanogermanica* avec 23.75%, ainsi que la présence considérable de *Tryblionella apiculata* et de *Tryblionella levidensis* avec 8% et 7.75% respectivement).

Toutefois, la microflore de Oued Mouillah (d28) se distingue aussi par l'abondance de *Nitzschia parvula* avec (40%) et d'une fréquence très considérable des espèces : *Gomphonema parvula* avec (31.25%) et *Adlafia minuscula* avec (20%).

Concernant, le barrage de Boughrara (d29) se caractérise par la dominance de l'espèce *Nitzschia paleacea* avec (46.25%), ainsi que la présence considérable de : *Nitzschia palea* avec (26.25%) et *Nitzschia capitelata* avec (13.75%).

Toutefois, on note que dans le barrage de Beni bahdel (d30) l'abondance du taxon *Cyclotella ocellata* est de (31.26%), ainsi que la fréquence des espèces : *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* est de (20%) et *Brachysira neglectissima* est de (13.75%).

Cependant, l'échantillon (d31) en amont de l'Oued Tafna (Ain Taga), on a enregistré l'abondance de *Reimeria simuata* avec (42.5%). Ainsi que la fréquence considérable des taxons : *Reimeria uniseriata* avec (20.5%) et *Staurosira venter* avec (8.75%).



**Fig. 33 :** Biodiversité des diatomées dans les Oueds (Tafna et Mouillah) et les barrages (Boughrara et Beni Bahdel) du bassin de la Tafna.

## VI. CONCLUSION

Au niveau du bassin Côtier Dahra (secteur A), deux campagnes d'échantillonnage ont été réalisées : 2013 (Oued Kramis et Oued Abid) et 2016 (Oued Yeghbel, Oued Zerrifa et Oued Kramis).

L'étude microfloristique du bassin Côtier Dahra (secteur A) nous a permis d'inventorier 70 espèces et variétés réparties en 28 genres. Ce secteur se caractérise par la dominance des genres (*Nitzschia*, *Brachysira* et *Achnanthes*) avec des moyennes d'environ (31%, 12.67% et 9.3%) respectivement. Il est à noter que le genre *Brachysira* n'est pas présent dans (Oued Zerrifa et Oued Kramis) de la campagne 2016. Cependant, le genre *Achnanthes* est représenté par une seule espèce (*Achnanthes minutissima var. minutissima*) avec une moyenne de (9.28%). Il est à noter aussi, que le genre *Caloneis* est représenté par une seule espèce (*Caloneis macedonica*) qui est présente uniquement dans (la campagne 2013) avec une moyenne de 12.75%. Cependant, cette même espèce (*C.macedonica*) est absente dans les Oueds de la campagne 2016. Également, le taxon *Brachysira vitrea* n'est présent que dans la campagne 2016, enregistrant une moyenne

de (9.58%). Alors que *Brachysira neglectissima* est très abondante avec une moyenne de (28.12%) dans Oued Yeghbel. Or que, *Nitzschia denticula* est dominante dans l'un des échantillons (a5) de l'Oued Yeghbel et dans l'Oued Kramis (a7) avec (40% et 55%) respectivement. À noter que (a7) de l'Oued Kramis, se distingue par la fréquence considérable du genre *Amphora* avec (15%), qui est représenté par une seule espèce (*Amphora holsatica* avec 15%).

On a constaté aussi que les espèces *Fallacia pygmaea* et *Nitzschia sigmoidea* sont abondantes dans l'Oued Zerrifa (a6) avec (46.25% et 17.5%) respectivement, tandis qu'elles sont très rares, voire absentes dans les autres échantillons du secteur (A).

Concernant le bassin de Chélif (secteur B), quatre campagnes ont été effectuées (2012, 2013, 2014 et 2016). Ce secteur, est cindé en deux (B1 et B2), qui sont représentés ci-dessous : (B1) se compose des Oueds (Derdouse, Kerrada et Achasta), tandis que (B2) ne concerne qu'un seul Oued : O. Rhiou. On cite Oued Derdouse en (2012 et 2013), Oued Kerrada en (2013 et 2016), Oued Achasta en (2016) et Oued Rhiou en (2014).

L'étude microfloristique a permis d'inventorier 107 espèces et variétés réparties en 34 genres. Ce secteur se distingue par la dominance des genres *Navicula* et *Nitzschia* avec une moyenne d'environ (33.7% et 28.73%) respectivement. Au niveau spécifique, on a constaté l'abondance des espèces *Nitzschia palea* avec en moyenne d'environ (13.77%) dans le secteur (B1). Or, qu'elle est absente dans Oued Achasta (B1) et Oued Rhiou (B2). Tandis que ces derniers (Oued Achasta et Oued Rhiou) sont dominés par les taxons *Brachysira neglectissima* avec (30%) dans (Oued Achasta) et *Diatoma tenuis* avec une moyenne de (42.12%) dans (Oued Rhiou). Il est à noter que, l'espèce *Navicula halophila* est très abondante dans (b10 et b11) de Oued Derdouse (campagne 2012) et dans (b12) de Oued Dedouse (campagne 2013) avec (42.75%, 61.25% et 40%) respectivement. Il est à rappeler aussi que le taxon *Denticula subtilis* n'est présent que dans Oued Achasta avec une fréquence considérable (20%).

Le bassin Côtiers Oranais (secteur C) a été analysé en deux campagnes (2013 et 2016). Il est représenté par deux Oueds (El Malah et Térğa), le premier en (2013 et 2016) et le deuxième en (2016) seulement.

La microflore diatomique est constituée de 44 espèces et variétés réparties en 16 genres. Ce secteur se distingue par la prédominance des genres *Nitzschia* et *Navicula*, avec une moyenne d'environ (42.16% et 13.8%) respectivement.

Au niveau spécifique, l'espèce dominante est *Nitzschia palea* avec en moyenne d'environ (17.4%). Il est à rappeler que *Nitzschia palea* est faiblement présente dans (la campagne 2013) de l'Oued El Malah, où on a enregistré l'abondance de *Nitzschia fonticola* avec une moyenne de (34.37%).

Une seule campagne de prélèvement a été réalisée sur le secteur (D) en 2016. Aussi ce secteur est représenté par des Oueds (Tafna et Mouillah) et des barrages (Bouhrara et Beni Bahdel).

La microflore diatomique se compose de 53 espèces et variétés réparties en 28 genres. Où on a constaté la prédominance du genre *Nitzschia* avec une moyenne d'environ (26.6%). Ceci malgré sa rareté dans certains échantillons de Oued Tafna. Ainsi le prélèvement (d30) du barrage de Beni Bahdel et l'échantillon (d31) de Oued Tafna (Ain Taga), on a enregistré l'abondance des genres (*Pseudostaurosira*, *Cyclotella* et *Reimeria*) avec (35%), (38.25%) et (63.5%) respectivement. Au niveau spécifique, les Oueds ainsi que les barrages du secteur (D) ne se ressemblent pas. Chaque échantillon se compose d'une liste diatomique différente de l'autre.

Par ailleurs, on a enregistré dans (d26), l'abondance de *Pleurosira laevis* avec (35%), ainsi que la fréquence de *Pseudostaurosira brevistriata* avec (30%) et de *Melosira varians* avec (25.5%). Cependant (d27) se caractérise par la dominance de *Navicula catalanogermanica* avec (23.75%), ainsi que la présence considérable de *Tryblionella apiculata* avec (8%) et de *Tryblionella levidensis* avec (7.75%).

Toutefois, la microflore de Oued Mouillah (d28) se distingue aussi par l'abondance de *Nitzschia parvula* avec (40%) et fréquence très considérable des espèces : *Gomphonema parvula* avec (31.25%) et *Adlafia minuscula* avec (20%).

Concernant, le barrage de Boughrara (d29), qui se caractérise par la dominance de l'espèce *Nitzschia paleacea* avec (46.25%), ainsi que la présence considérable de : *Nitzschia palea* avec (26.25%) et *Nitzschia capitelata* avec (13.75%).

Toutefois, on note dans le barrage de Beni bahdel (d30) l'abondance du taxon *Cyclotella ocellata* avec (31.26%), ainsi que la fréquence des espèces : *Achnanthes minutissima var. minutissima* avec (20%) et *Brachysira neglectissima* avec (13.75%).

Cependant, l'échantillon (d31) se localisant en amont de l'Oued Tafna (Ain Taga), on a enregistré l'abondance de *Reimeria simuata* avec (42.5%). Ainsi que la fréquence considérable des taxons : *Reimeria uniseriata* avec (20.5%) et *Staurosira venter* avec (8.75%).

## VII. CONCLUSION GÉNÉRALE

L'inventaire taxonomique a permis d'inventorier 170 espèces et variétés de diatomées réunies en 46 genres. La microflore diatomique est constituée principalement par les formes Pennales avec 164 espèces. Tandis que, les centriques sont constituées par 06 espèces.

En conséquence, l'inventaire diatomique est très diversifié génériquement et spécifiquement.

La biodiversité des cours d'eau analysés dans ce travail est traitée selon chaque bassin hydrographique.

La microflore du bassin Côtier Dahra (secteur A) se caractérise par 70 espèces et variétés (28 genres). Ce secteur se distingue par la dominance des espèces *Achnanthes minutissima var. minutissima* et *Caloneis macedonica* en 2013 dans les Oueds (Kramis et Abid). Les taxons : *Brachysira neglectissima* et *Nitzschia denticula* sont abondants dans Oued Yeghbel en 2016. Or que dans la même année (2016) Oued Kramis se caractérise, par la prolifération de *Nitzschia denticula* et la fréquence d'*Amphora holsatica*. Quant à Oued Zerrifa (2016) se distingue par la dominance des espèces *Fallacia pygmea* et *Nitzschia sigmoidea*.

Toutefois, la microflore diatomique du bassin de Chélif (secteurs B1 et B2) a révélé 107 espèces et variétés (34 genres). Elle se distingue par la dominance de *Nitzschia palea* dans Oued

Derdouse. Or que l'espèce *Navicula halophila* est abondante dans les prélèvements en amont le taxon *Gomphonema angustatum* est fréquent en\_aval\_du Oued.

Les Oueds Achasta en 2016 et Rhiou en 2014 étaient dominés par les taxons *Brachysira neglectissima* et *Diatoma tenui*. Il est à rappeler aussi que *Denticula subtilis* n'est présent que dans Oued Achasta (2016).

Le bassin Côtiers Oranais (secteur C) est constitué par 44 espèces et variétés (16 genres). Ce bassin se caractérise par la prédominance de l'espèce *Nitzschia palea*. Les taxons : *Nitzschia fonticola*, *Fallacia sublucidula* et *Gomphonema variostigmatum* sont fréquents dans Oued El Malah (2013 et 2016). Or que les formes : *Adlafia minuscula* et *Luticola geopertiana* sont présentes dans Oued Térğa en 2016.

Concernant, le bassin de la Tafna (secteur D), prélevé en 2016 est représenté par 53 espèces et variétés (28 genres), où chaque échantillon se compose d'une liste diatomique différente. Par ailleurs, on a enregistré l'abondance de *Pleurosira laevis*, *Pseudostaurosira brevistriata*, *Melosira varians* et *Navicula catalanogermanica* en aval de Oued Tafna. Cependant, en amont (région d'Ain Taga), les taxons : *Reimeria simuata* et *Reimeria uniseriata* sont dominants.

Toutefois, Oued Mouillah se distingue par l'abondance de *Nitzschia parvula* et la fréquence très considérable des espèces : *Gomphonema parvula* et *Adlafia minuscula*.

Le barrage de Boughrara se caractérise par la dominance de l'espèce *Nitzschia paleacea*, ainsi que la présence considérable de : *Nitzschia palea* et *Nitzschia capitelata*.

Enfin dans le barrage de Beni bahdel le taxon *Cyclotella ocellata* est le plus abondant et les espèces : *Achnanthes minutissima var. minutissima* et *Brachysira neglectissima* sont très fréquentes.



## **CHAPITRE IV :**

# **BIOINDICATION PAR LES DIATOMÉES ÉPILITHIQUES**

## I. INTRODUCTION

L'étude des diatomées permet d'établir l'état écologique des cours d'eau (Oueds et barrages). Ce sont des organismes particulièrement très sensibles à la qualité des eaux, leur répartition et leur fréquence dépendent des substances contenues dans les eaux pendant une assez longue période. Ainsi, deux parties ont été étudiées dans ce chapitre.

La première partie concerne l'exploitation des informations révélées par l'analyse des diatomées épilithiques dans les quatre secteurs suivants : le bassin Côtier Dahra (secteur A), le bassin de Chélif (secteur B), le bassin Côtiers Oranais (secteur C) et le bassin de la Tafna (secteur D), ce qui nous a permis une bioévaluation des eaux. Ceci, en utilisant la distribution, la fréquence, la diversité et l'autoécologie des espèces diatomiques. L'organisation de ces données a nécessité de respecter l'ordre chronologique des campagnes de prélèvement (2012, 2013, 2014 et 2016). Les secteurs, les Oueds, les barrages ainsi que les bassins hydrographiques faisant l'objet de cette étude sont représentés dans le tableau (Tab. 10).

La seconde partie s'intéresse à l'analyse comparative des compositions diatomiques et des calculs des indices de (Diversité, Equitabilité, IBD et IPS) confrontés aux paramètres physico-chimiques mesurés pour certains cours d'eau, prélevés en 2016.

En outre, bien que cette flore diatomique récoltée soit spécifiquement riche, la prolifération de certains taxons est liée probablement à leur environnement.

Échantillons	Campagnes	Oueds et barrages	Secteurs	Bassins Hydrographiques
a1	2013	Oued Kramis	Secteur A	<b>Bassin Côtier Dahra</b>
a2		Oued Abid		
a3		Oued Yeghbel		
a4	2016	Oued Zerrifa		
a5		Oued Kramis		
a6				
a7				
b8	2012	Oued Derdouse	Secteur B1	<b>Bassin de Chélif</b>
b9				
b10				
b11				
b12				
b13				
b14	2013	Oued Derdouse		
b15		Oued Kerrada		
b16	2016	Oued Kerrada		
b17		Oued Achasta		
b18		2014		
b19	Secteur B2			
c20	2013	Oued El Malah		
c21				
c22	2016	Oued El Malah		
c23		Oued Térğa		
c24				
c25				
d26	2016	Oued Tafna	Secteur D	<b>Bassin de la Tafna</b>
d27		Oued Mouillah		
d28		Barrage de Boughrara		
d29		Barrage de Beni Bahdel		
d30		Oued Tafna en amont (Ain Taga)		
d31				

**Tab. 10 :** Répartition des échantillons étudiés par secteurs et par bassins hydrographiques.

L'ensemble des données quantitatives et qualitatives des diatomées est représenté sous forme de tableaux et de graphes exprimant les fréquences des diatomées conformément à chaque campagne d'échantillonnage.

Plusieurs indices ont été calculés dans les paragraphes suivants :

- l'**Indice de Diversité de Shannon-Weaver (1949)** a été calculé par la formule :

$$H' = -\sum((N_i / N) * \log_2 (N_i / N)) ;$$

- l'**Indice d'Équitabilité E (Piélou, 1966)**, basé sur la formule :  $E_H = H / H_{max}$  ;

➤ **l'Indice Biologique Diatomées (IBD)** et **l'Indice de Polluo-Sensibilité Spécifique (IPS)**, s'appuient sur l'abondance des espèces et leur sensibilité à la pollution. Ces indices sont calculés à l'aide d'un logiciel informatique « OMNIDIA », une note sur 20 est obtenue et 5 classes de qualité (Tab.11) sont indiquées d'après (Lenoir et *al.*, 1996). Chaque classe de qualité est représentée par une couleur bien définie.

L'Indice Biologique Diatomée (IBD) d'après (Lenoir et Coste, 1996 ; AFNOR 2000) :

$$F(i) = \frac{\sum_{X=1}^n A_X \times P_X(i) \times v_X}{\sum_{X=1}^n A_X \times v_X}$$

L'Indice de Polluosensibilité spécifique (IPS) d'après (CEMAGREF, 1982) repose sur la formule proposée par (Zelinka et Marvan, 1961) :  $IPS = \sum A_j V_j i_j$

IBD (sur 20)	IBD ≥ 17	17 > IBD > 15	14.9 > IBD > 12	11.9 > IBD > 9	IBD < 9
Couleur	Bleu	Vert	Jaune	Orange	Rouge
Qualité	Très bonne	Bonne	Moyenne	Médiocre	Mauvaise

**Tab. 11** : Valeurs de l'indice diatomique indiquant les différentes classes de qualité de l'eau (Lenoir et Coste, 1996).

Les calculs de l'Indice Biologique Diatomées (IBD) du présent travail ont permis de réaliser quatre cartes, présentées en fonction des campagnes de prélèvement (campagne 2012, 2013, 2014 et 2016). Ces cartes illustrent une reconstitution de la qualité biologique des réseaux hydrographiques (qualité de l'eau) des secteurs étudiés pour chaque campagne de prélèvement.

Dans le but d'affiner l'étude sur la nature et la composition diatomique des cours d'eau en Algérie, il a été indispensable de faire une comparaison microfloristique selon chaque secteur d'étude (A, B1, B2, C et D) et sur les quatre bassins hydrographiques (Côtier Dahra, Chéelif, Côtiers Oranais et la Tafna).

## II. BIOINDICATION

### 1. Campagne de prélèvement 2012

Cette campagne (Fig. 34) est constituée de (05) cinq échantillons (b8, b9, b10, b11 et b12) prélevés à Oued Derdouse (secteur B1, bassin de Chéelif).

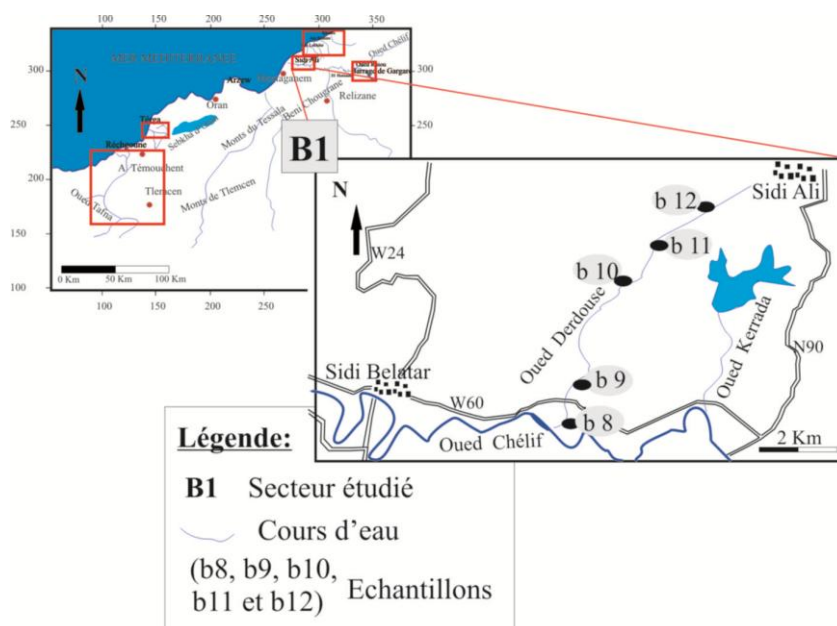


Fig. 34 : Carte de localisation de la campagne 2012 (secteur B1).

## 1.1. Composition diatomique

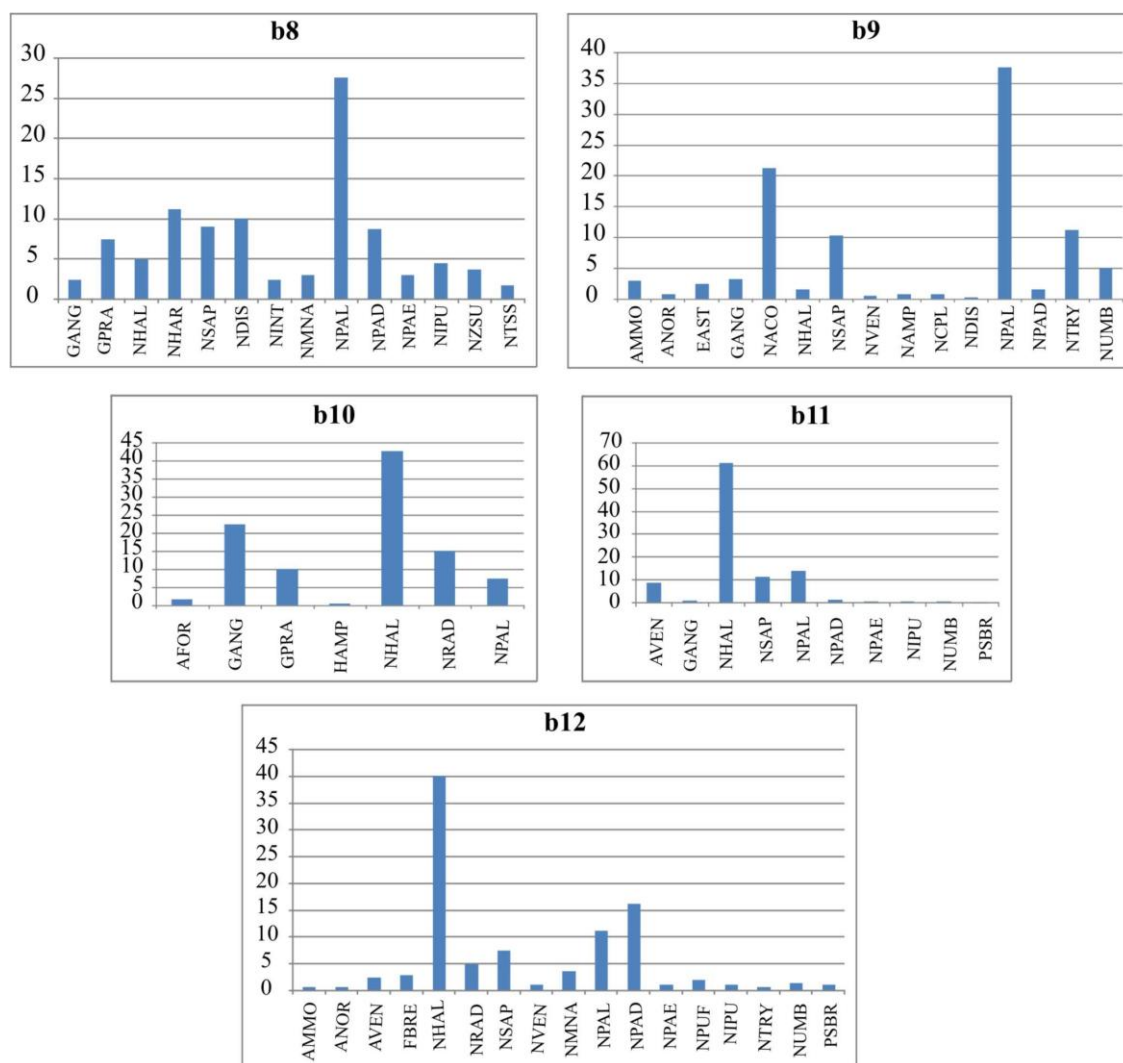
### 1.1.1. Bassin de Chélif (secteur B1)

L'étude microfloristique de Oued Derdouse (Campagne 2012) a permis d'inventorier 30 espèces et variétés réparties en neuf (09) genres dans les cinq prélèvements (Fig. 35 ; Annexe. 01) : 04 genres représentés par 14 espèces dans le b8 ; 06 genres (15 espèces) dans le b9 et 05 genres dans les autres prélèvements (b10, b11 et b12). Ces derniers sont représentés par 07, 10 et 17 espèces, respectivement dans les b10, b11 et b12.

Les prélèvements (b8 et b9) sont dominés par le genre *Nitzschia* avec (44.75%) et (57%) respectivement. Cependant, le genre *Navicula* est d'une fréquence très importante dans les deux prélèvements (b8 et b9) avec (25.25% et 33.5%) respectivement. Au niveau spécifique, ces échantillons se caractérisent par la prédominance de l'espèce *Nitzschia palea* (NPAL) avec (27% et 37.5%) respectivement (Fig. 35). Toutefois, le b8 se distingue par la fréquence de *Navicula halophila* var. *robusta* (NHAR) avec (11.25%). Alors que, le prélèvement b9 se caractérise par la présence considérable de *Navicula accomoda* (NACO) avec (21.5%) et de *Nitzschia tryblionella* (NTRY) représentant 11.25%.

Les autres échantillons (b10, b11 et b12), se distinguent par l'abondance du genre *Navicula* avec (57.75%, 72.75% et 53.75%, respectivement). Cependant, le genre *Gomphonema* est fréquent dans le b10 avec 32.5% et *Nitzschia* dans les échantillons b11 et b12 avec 17% et 38%, respectivement (Fig. 35).

Il est à noter, que l'espèce dominante dans ces trois derniers échantillons est représentée par *Navicula halophila* (NHAL) avec (42.75%, 61.25% et 40%, respectivement). Toutefois, l'échantillon b10 se distingue par la fréquence de *Gomphonema angustatum* (GANG) avec 22.25% et *Navicula radiosa* (NRAD) avec 15%. L'échantillon b11 se caractérise par la fréquence de *Nitzschia palea* (NPAL) avec (14%) et *Navicula saprophila* (NSAP) avec (11.5%). Tandis que, le b12 montre une fréquence considérable de *Nitzschia palea var. debilis* (NPAD) avec 16.25% et *Nitzschia palea* (NPAL) avec 11.25% (Fig. 35).



**Fig. 35 :** Fréquence de la composition taxonomique des diatomées de Oued Derdouse en 2012 (bassin de Chéelif).

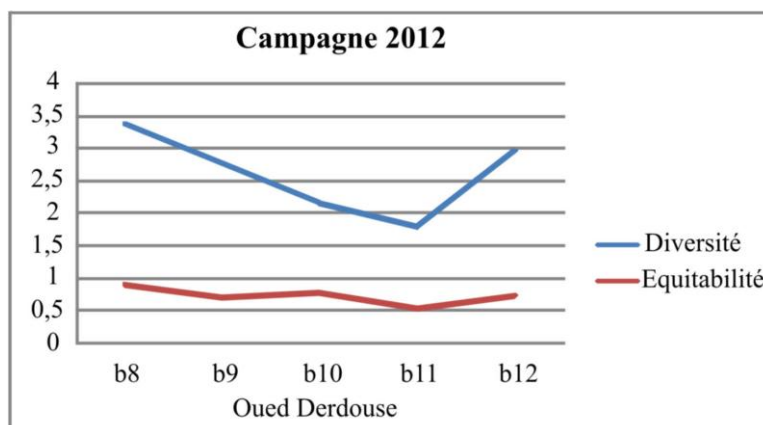
### 1.2. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Équitabilité

La diversité spécifique calculée à partir de l'indice de Shannon-Weaver (1949) montre que les valeurs enregistrées sont entre (1.8 et 3.37), voir (Tab. 12 ; Fig. 36). Il apparaît que l'indice d'équitabilité de Pielou (1966) décrit une évolution similaire à celle de l'indice de Shannon (Fig. 36).

		Oued Derdouse (campagne 2012)				
		b8	b9	b10	b11	b12
Diversité		3,37	2,76	2,17	1,8	2,95
Equitabilité		0,89	0,71	0,77	0,54	0,72

**Tab. 12 :** Tableau représentant la richesse spécifique et diversité de la campagne 2012

La diversité spécifique marque de faibles valeurs et une distribution d'effectifs moins homogènes à Oued Derdouse. Là aussi, L'indice d'équitabilité montre une évolution similaire à celle de l'indice de diversité spécifique (Fig. 36).



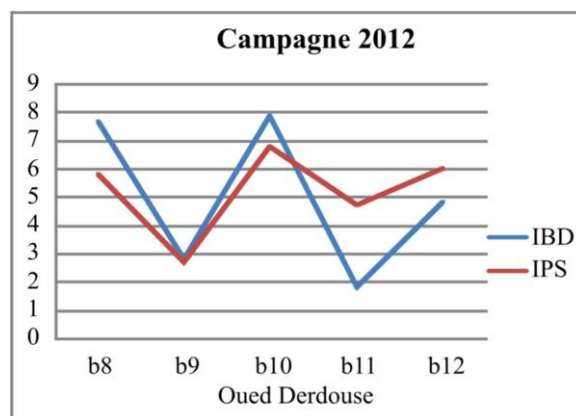
**Fig. 36 :** Richesse spécifique et diversité de la campagne 2012 (Oued Derdouse)

### 1.3. Indices Biologiques (IBD et IPS)

Les différents indices (IBD et l'IPS) des prélèvements exprimés dans (Tab. 13 ; Fig. 37), traduisent une qualité d'eau mauvaise de l'amont jusqu'en aval de Oued Derdouse.

		Oued Derdouse (campagne 2012)				
		b8	b9	b10	b11	b12
IBD		7,7	2,8	7,9	1,8	4,8
IPS		5,8	2,7	6,8	4,7	6

**Tab. 13 :** Les indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2012



**Fig. 37** : Présentation des indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2012 (Oued Derdouse)

#### 1.4. Carte de la qualité de l'eau de la campagne 2012

D'après les indices diatomiques calculés : l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS), la carte de la qualité des cours d'eau analysés pour la campagne 2012 (Fig. 38) est corroborée par la fréquence des taxons bioindicateurs de pollution.

Les échantillons de Oued Derdouse, sont donc de qualité mauvaise de l'amont jusqu'en aval (Fig. 38). Ceci est approuvé par la prolifération de l'espèce *Nitzschia palea* (NPAL) avec (27%) et (37.5) dans les échantillons b8 et b9, respectivement (Fig. 35). Tandis qu'elle est fréquente dans (b10, b11 et b12) avec (7.5%, 14% et 11.25%, respectivement). Alors que le taxon *Navicula halophila* (NHAL) prédomine dans ces mêmes échantillons (b10, b11 et b12) avec (42.75%, 61.25% et 40%, respectivement), or qu'il n'enregistre que (5% et 1.5%) dans les premiers prélèvements (b8 et b9). Toutefois, le b8 se distingue par la fréquence de *Navicula halophila var. robusta* (NHAR) avec 11.25%. Alors que l'échantillon (b9) se caractérise par la présence considérable de *Navicula accomoda* (NACO) avec (21.5%) et de *Nitzschia tryblionella* (NTRY) avec 11.25%. L'échantillon b10 (Fig. 35), se caractérise par la fréquence de *Gomphonema angustatum* (GANG) avec (22.25%) et *Navicula radiosa* (NRAD) avec (15%).

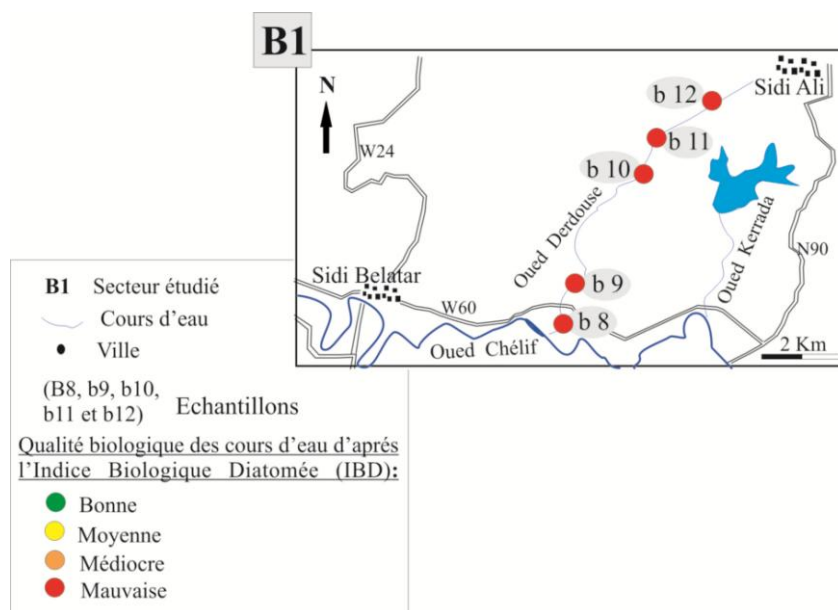
*Nitzschia palea* (NPAL) est considérée comme l'une des meilleures indicatrices de pollution organique (Turoboyski, 1973 ; Kawecka, 1981). Elle domine également dans les eaux très riches en azote (Schoeman, 1976) ainsi que dans les eaux contaminées par les rejets d'eau usée domestique (Besch et al., 1972 ; Kawecka, 1981).

D'autres espèces caractérisent des eaux marquant la phase finale de l'autoépuration d'un cours d'eau (Butcher, 1947) ou des eaux oligotrophes (Schoeman, 1973) telles que *Gomphonema angustatum* (GANG). Il est à signaler que l'espèce *Gomphonema parvulum* (GPAR) fait partie aussi des espèces caractérisées par un large spectre qui peuvent vivre en eaux polluées et eaux de



bonne qualité (Kawecka, 1981). Le taxon *Navicula halophila* (NHAL) enregistrant une moyenne de (48%) dans les échantillons localisés en amont de l'Oued (b10, b11 et b12) est une espèce halophile et polluo-résistante.

Ainsi, les prélèvements de Oued Derdouse sont situés en aval de la ville de Sidi Ali. Leur analyse démontre la vulnérabilité de cet oued face à une pollution industrielle ou autres qui rejettent leurs charges polluantes dans le milieu naturel. Sa position géographique près de l'agglomération urbaine est peut-être la cause de la qualité mauvaise de ses eaux (Fig. 38).



**Fig. 38** : Carte représentant la qualité biologique des cours d'eau d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) de la campagne 2012.

## 2. Campagne de prélèvement 2013

Huit échantillons ont été prélevés pendant la campagne 2013, s'inscrivant dans trois secteurs (A, B1 et C), qui se localisent dans les bassins hydrographiques : Côtier Dahra, Chélif et Côtiers Oranais, respectivement.

### 2.1. Composition diatomique

L'étude microfloristique des prélèvements (campagne 2013) dans différents Oueds, nous a permis d'inventorier les taxons diatomiques selon les secteurs : A, B1 et C.

#### 2.1.1. Bassin Côtier Dahra (secteur A)

Les Oueds (Kramis et Abid) se localisent dans le secteur A (Fig. 39), ils se caractérisent par 42 espèces et variétés réparties en 18 genres (Fig. 40 ; Annexe. 02).

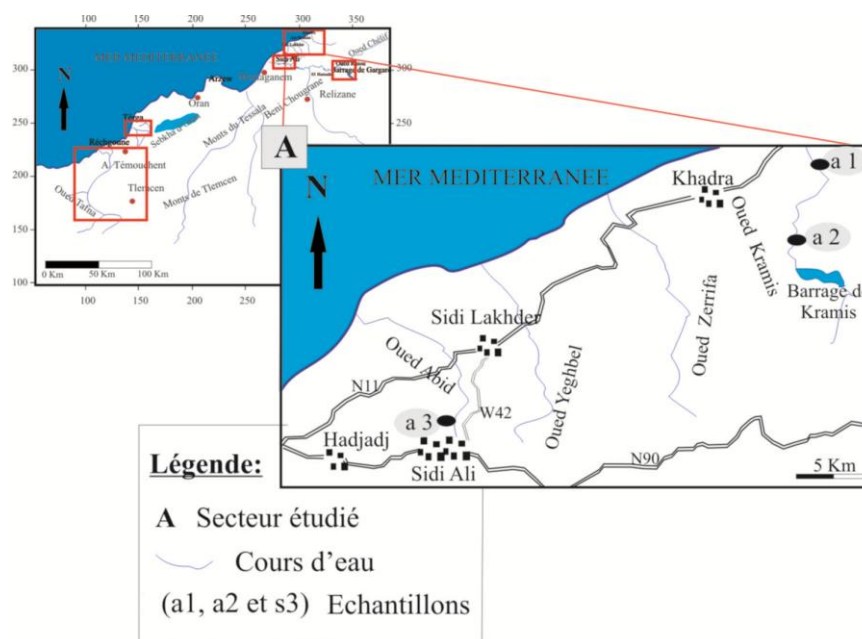


Fig. 39 : Carte de localisation de la campagne 2013 (secteur A).

Concernant Oued Kramis (a1 et a2), la microflore diatomique est constituée de 12 genres répartis en 19 espèces dans l'échantillon a1 et de 13 genres (25 espèces) dans l'échantillon a2. Cependant, Oued Abid (a3) se caractérise par 11 genres (17 espèces).

Au niveau générique, Oued Kramis se distingue par l'abondance du genre *Caloneis* avec (27.5%) et la fréquence de *Nitzschia* avec (14.75%) dans le prélèvement a1. Tandis que, l'échantillon a2 se caractérise par la dominance des genres (*Nitzschia* et *Achnanthes*) avec (30% et 28%, respectivement).

Au niveau spécifique, on a constaté la prédominance de *Caloneis macedonica* (CMAC) avec 27.5% et la fréquence de *Brachysira vitrea* (BVIT) avec 11.25% dans l'échantillon a1. Tandis que le a2 se distingue par la dominance des taxons : *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (AMIT) et *Nitzschia palea* (NPAL) avec (28.75% et 21.25%, respectivement), ainsi que la fréquence de *Brachysira vitrea* (BVIT) avec 11.25%. Cependant l'échantillon a3 (Oued Abid), se caractérise par l'abondance des genres *Nitzschia* avec (37.75%) et *Achnanthes* avec (19.25%). Le dernier genre est représenté par une seule espèce (*Achnanthes minutissima* var. *minutissima* AMIT avec 19.25%). On note aussi, la fréquence de *Caloneis macedonica* (CMAC) avec (9.5%).

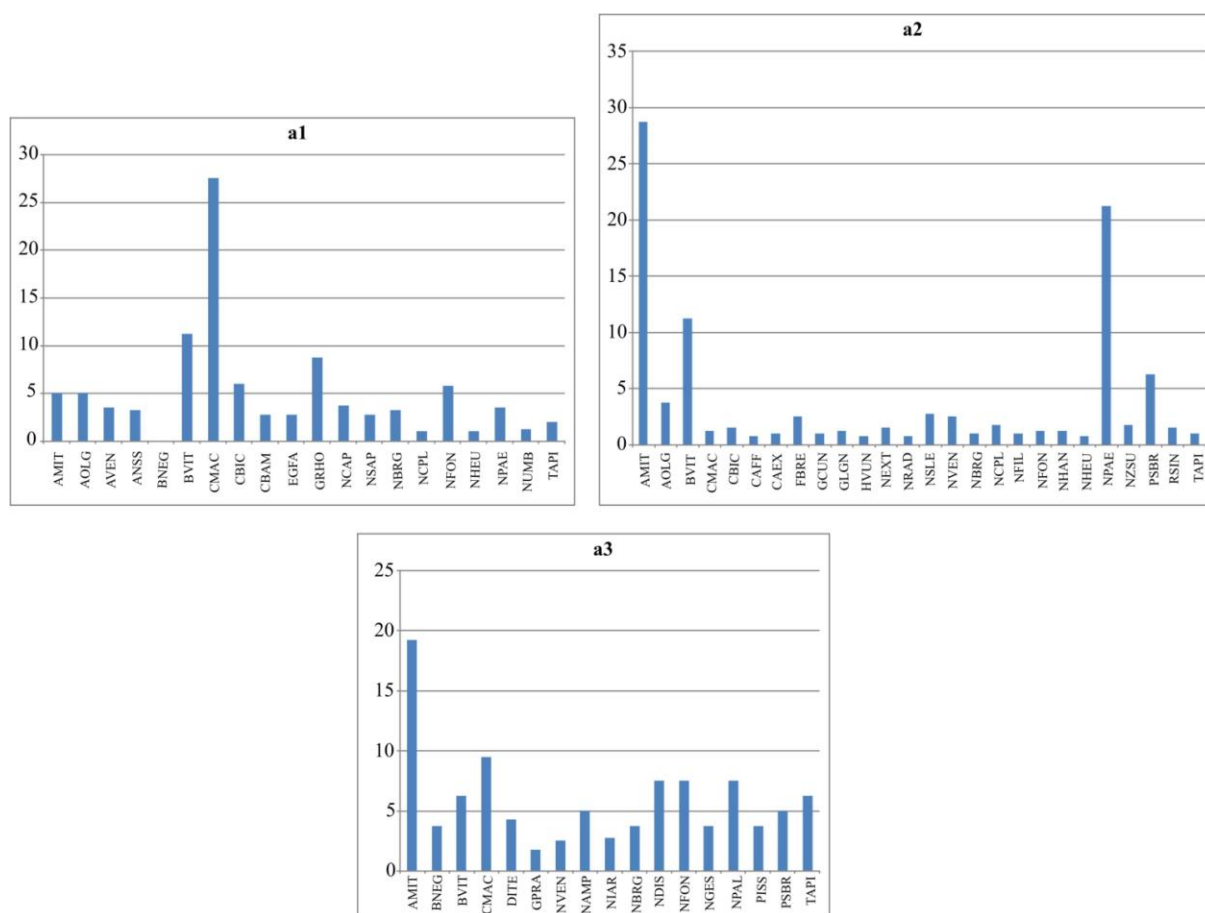
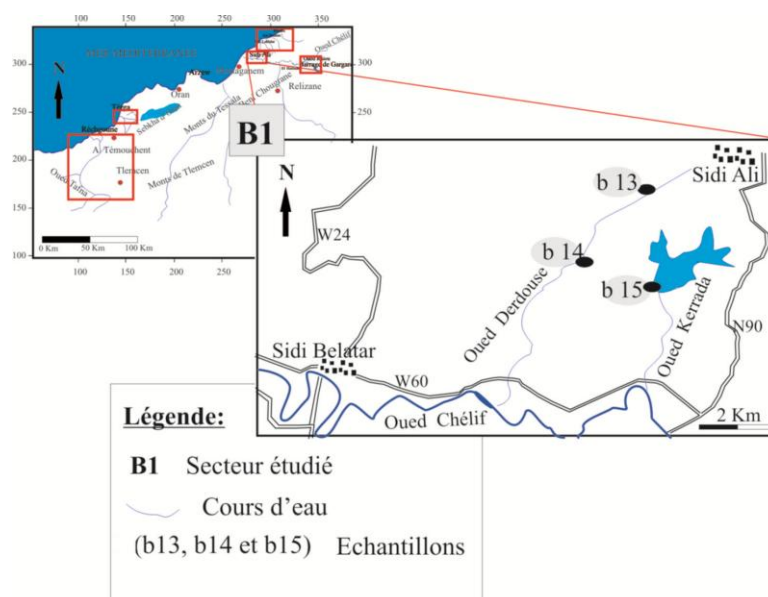


Fig. 40 : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées prélevées en 2013 des Oueds : Kramis (a1 et a2) et Abid (a3).

### 2.1.2. Bassin de Chélif (secteur B1)

Deux Oueds (Derdouse et Kerrada) caractérisent le secteur B1 (Fig. 41) et (Annexe. 03). Le premier : Oued Derdouse (b13 et b14), se distingue par 55 espèces et variétés réparties en 14 genres (Fig. 42). Quant à Oued Kerrada (b15), est constitué par 42 espèces et variétés réparties en 14 genres (Fig. 42).



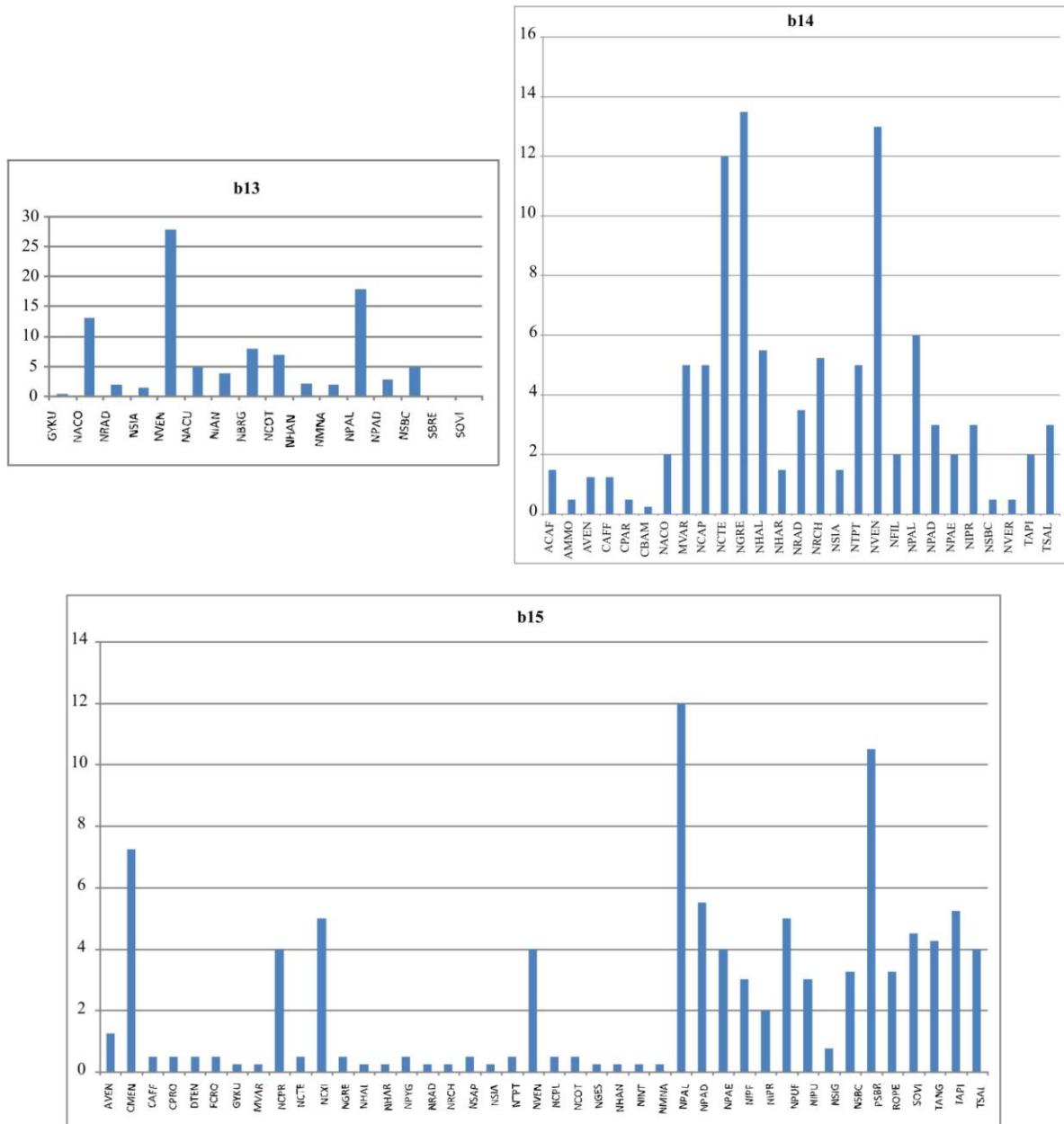
**Fig. 41** : Carte de localisation de la campagne 2013 (secteur B1).

Les prélèvements de Oued Derdouse sont représentés par 09 genres (27 espèces) dans l'échantillon b13 et de 05 genres (16 espèces) dans le b14. Concernant, Oued Kerrada (b15) se distingue par 42 espèces réparties en 14 genres (Fig. 42).

Au niveau générique, Oued Derdouse se caractérise par la prédominance des genres (*Nitzschia* avec 54.25% et *Navicula* avec 44.75%) dans le b13. Alors que le b14 est dominé par *Navicula* avec 72.75% (Fig. 42).

Au niveau spécifique, le prélèvement b13 se distingue par la prédominance du taxon *Navicula veneta* (NVEN) avec (28%) et la présence considérable de *Nitzschia palea* (NPAL) avec (18%), ainsi que la fréquence de *Navicula accomoda* (NACO) avec (13.25%). Tandis que le b14 se caractérise par la dominance des genres : *Navicula gregaria* (NGRE) avec 13.5% et *Navicula veneta* (NVEN) avec 13%, ainsi que la présence considérable de *Navicula cryptotenella* (NCTE) avec 12%.

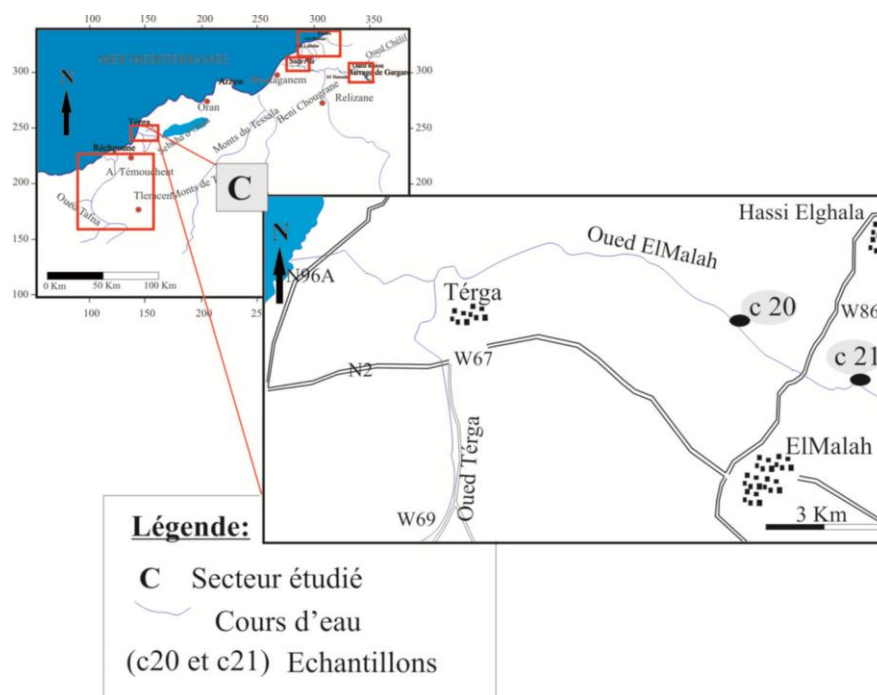
Toutefois, dans Oued Kerrada (b15), le genre le plus abondant est *Nitzschia* avec 40.5% et le plus fréquent est *Navicula* (15.75%). Au niveau spécifique, on distingue la dominance de *Nitzschia palea* avec (12%) et la fréquence de *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) avec (10.5%).



**Fig. 42 :** Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées prélevées en 2013 des Oueds : Derdouse (b13 b14) et Kerrada (b15).

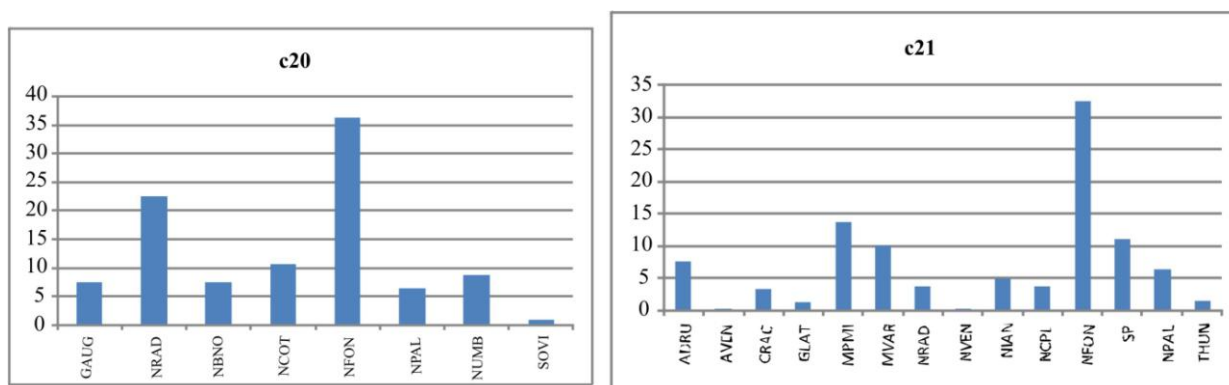
### 2.1.3. Bassin Côtiers Oranais (secteur C)

La microflore diatomique de Oued El Malah (Fig. 43) est représentée par 19 espèces et variétés réparties en neuf (09) genres (Fig. 44 ; Annexe. 04).



**Fig. 43 :** Carte de localisation de la campagne 2013 (secteur C).

Dans l'inventaire diatomique de Oued El Malah (c20 et c21), huit (08) espèces réparties en 04 genres ont été enregistrées dans le c20 et 13 espèces (9 genres) dans le c21. On a constaté, une similitude au niveau générique et spécifique (Fig. 44). Ainsi, le genre *Nitzschia* prédomine avec (69.25% et 58.5%) dans les échantillons : c20 et c21, respectivement. Également, l'espèce *Nitzschia fonticola* (NFON) est abondante avec (36.25% et 32.5%) dans (c20 et c21) respectivement. Par ailleurs, les taxons *Navicula radiosa* (NRAD) avec 13.75% et *Nitzschia constricta* (NCOT) avec 10.5% sont fréquents dans le c20. Alors que, l'échantillon c21 se distingue par la présence considérable de *Mayamea permitis* (MPMI) avec (13.75%) et *Nitzschia frsrulum* (NCBI) avec (11%).



**Fig. 44 :** Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued El Malah (2013).

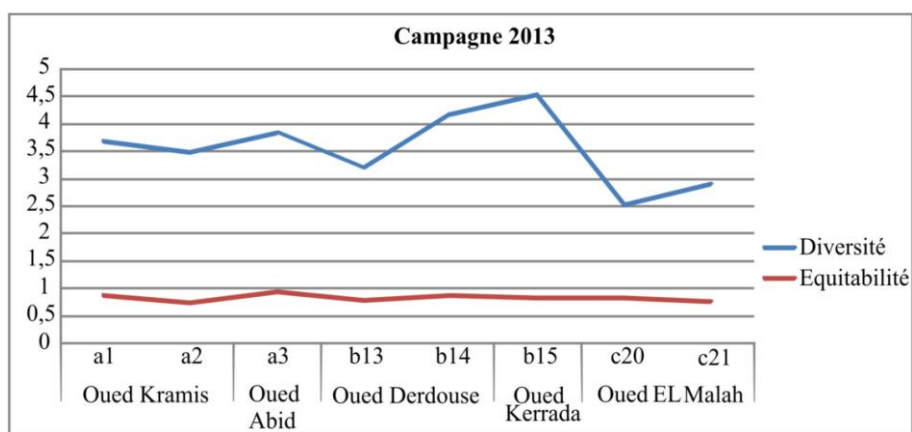
## 2. 2. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Équitabilité

Les valeurs maximales de l'Indice de diversité spécifique (Shannon-Weaver, 1949) sont enregistrées dans les échantillons b15 de Oued Kerrada (4.53), b14 de Oued Derdouse (4.17) et a3 de Oued Abid (3.84). Tandis que les minimales sont observées à Oued El Malah (c20 et c21) avec 2.53 et 2.9, respectivement (Tab. 14 ; Fig. 45).

Campagne 2013								
	Oued Kramis		Oued Abid	Oued Derdouse		Oued Kerrada	Oued El Malah	
	a1	a2	a3	b13	b14	b15	c20	c21
Diversité	3,68	3,48	3,84	3,2	4,17	4,53	2,53	2,9
Équitabilité	0,87	0,75	0,94	0,8	0,88	0,84	0,84	0,78

**Tab. 14 :** Tableau représentant la richesse spécifique et diversité de la campagne 2013.

À noter également que l'indice d'équitabilité (Piélou, 1966) montre une évolution similaire à celle de l'indice de Shannon (Fig. 45).



**Fig. 45 :** Richesse spécifique et diversité de la campagne 2013.

La diversité spécifique de l'indice de Shannon-Weaver (1949) marque de faibles valeurs et une distribution d'effectifs moins homogènes à Oued El Malah (c20 et c21). Tandis que des valeurs les plus importantes sont enregistrées à Oued Kerrada (b15) et Oued Derdouse (b14). Ceci indique des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces et une bonne stabilité du peuplement. De même, l'indice d'équitabilité (Piélou, 1966) a dévoilé une évolution semblable à celle de l'indice de diversité spécifique.

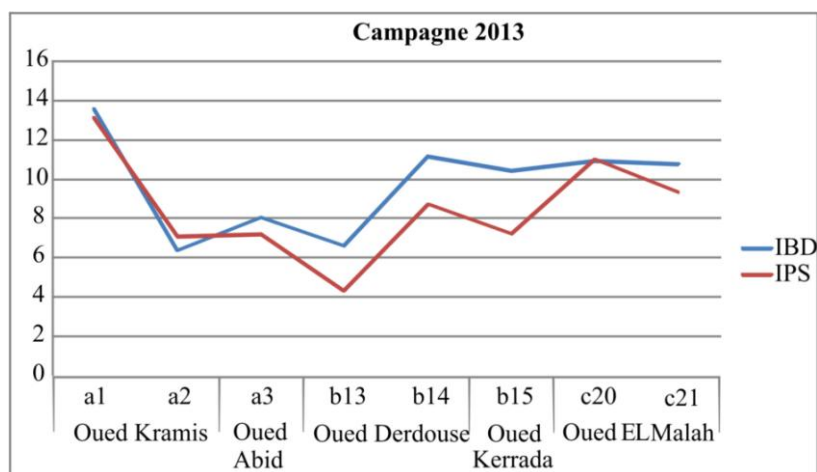
### 2. 3. Indices Biologiques (IBD et IPS)

Les différents indices (IBD et l'IPS) des prélèvements exprimés dans (Tab. 15) traduisent les résultats suivants (Fig. 46) :

Campagne 2013								
	Oued Kramis		Oued Abid	Oued Derdouse		Oued Kerrada	Oued El Malah	
	a1	a2	a3	b13	b14	b15	c20	c21
IBD	13,6	6,4	8,1	6,6	11,2	10,5	11	10,8
IPS	13,1	7,1	7,2	4,3	8,7	7,2	11	9,3

**Tab. 15** : Les Indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2013.

- l'eau est de qualité moyenne à mauvaise à Oued Kramis (secteur A);
- l'eau est de qualité mauvaise à Oued Abid (secteur A);
- l'eau est de qualité médiocre à mauvaise à Oued Derdouse (secteur B1);
- l'eau est de qualité médiocre à Oued Kerrada (secteur B1) et Oued El Malah (secteur C).



**Fig. 46** : Présentation des indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2013.

### 2. 4. Carte de la qualité de l'eau de la campagne 2013

À partir du calcul des indices diatomiques : l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS), la carte de la qualité des cours d'eau analysés pour la campagne 2013 (Fig. 47) est argumentée par les espèces indicatrices de la qualité de l'eau.

L'eau de Oued Kramis (a1 et a2) est de qualité moyenne à mauvaise. Ceci est approuvé par la prédominance de l'espèce *Caloneis macedonica* (CMAC) avec (27.5%) en association avec *Brachysira vitrea* (BVIT) avec (11.25%) dans l'échantillon a1. Ainsi l'espèce (BVIT) c'est une forme indiquant les milieux calcaires au pH alcalin, pauvres en matière organique et en



nutriments d'après (Bey et Ector, 2013). Concernant le taxon (CMAC), c'est une espèce cosmopolite dont l'écologie reste à définir (Bey et Ector, 2013). Toutefois, on distingue la prolifération de *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (AMIT) avec (28.75%), *Nitzschia palea* (NPAL) avec (21.25%) et la fréquence de *Brachysira vitrea* (BVIT) avec (11.25%) dans le a2. Il a rappelé que le taxon *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (AMIT) affectionne les eaux pauvres en matière organique, au pH proche de la neutralité, mais pouvant être assez minéralisées d'après (Peeters et Ector, 2017). Ceci, prouve que l'eau dans (a2) est de mauvaise qualité (Fig. 47).

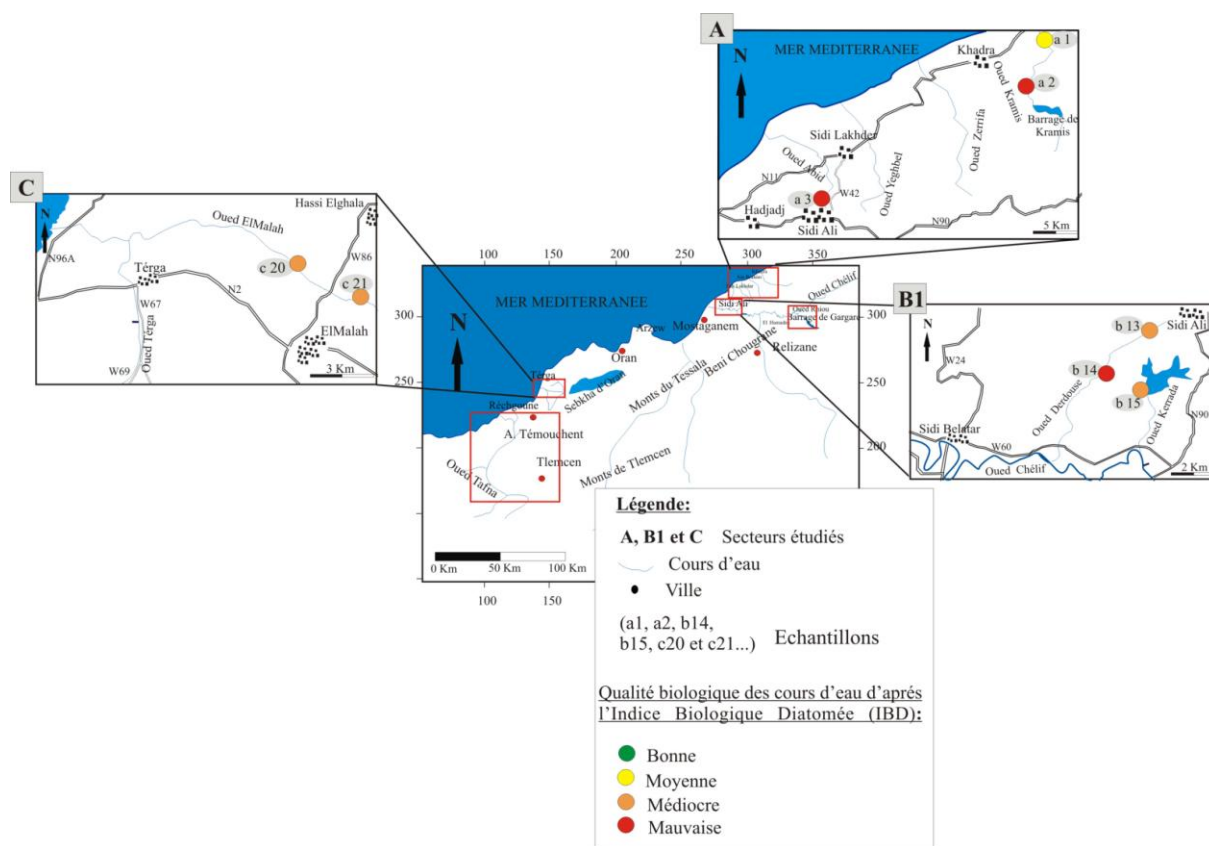
Également, l'eau est de qualité mauvaise à Oued Abid (a3), qui se distingue par la prédominance de l'espèce *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (AMIT) avec (19.25%), qui est une forme affectionnant des eaux pauvres en matière organique, au pH proche de la neutralité, mais pouvant être assez minéralisées d'après (Peeters et Ector, 2017). Les autres espèces sont de faibles fréquences : *Caloneis macedonica* (CMAC) avec 9.5 %; *Nitzschia dissipata* (NDIS) avec 7.5 %; *Nitzschia fonticola* (NFON) avec 7.5 %; *Nitzschia palea* (NPAL) avec 7.5 %; *Brachysira vitrea* (BVIT) avec 6.25 % et *Tryblionella apiculata* (TAPI) avec 6.25 % (Fig. 47).

En outre, l'eau est de qualité médiocre à mauvaise à Oued Derdouse (b13 et b14), se caractérisant dans le b13 par la prédominance de l'espèce *Navicula veneta* (NVEN) avec (28%) et la présence considérable de *Nitzschia palea* (NPAL) avec (18%), ainsi que la fréquence de *Navicula accomoda* (NACO) avec (13.25%). Cependant, le prélèvement (b14) se distingue par la dominance de *Navicula gregaria* (NGRE) avec (13.5%), *Navicula veneta* (NVEN) avec (13%), ainsi que la présence non négligeable de *Navicula cryptotenella* (12%). Ainsi ceci est conforté par la prolifération de l'espèce *Navicula veneta* (NVEN), qui se développe dans les milieux de forte conductivité et fortement marqués par un fort taux de nutriments d'après Bey et Ector (2013). Elle tolère aussi les pollutions organiques fortes, ainsi qu'elle est dominante dans les milieux pollués par des rejets industriels (Bey et Ector, 2013). Notant aussi la présence non négligeable de *Nitzschia palea* (NPAL), qui est une forme préférant les milieux à faible teneur en oxygène et capable de tolérer un niveau de pollution particulièrement important tant vis-à-vis de la matière organique que des nutriments. Ainsi qu'elle supporte, d'après (Bey et Ector, 2013), l'assèchement du milieu.

Concernant, Oued Kerrada (b15) et Oued El Malah (c20 et c21), l'eau est médiocre. Pour l'échantillon b15, ceci est approuvé par la dominance de *Nitzschia palea* (NPAL) avec (12%) et la fréquence de *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) avec (10.5%) dans Oued Kerrada. L'écologie de *Nitzschia palea* (NPAL) a été déjà définie précédemment, concernant

*Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) c'est un taxon se proliférant dans les eaux douces à légèrement alcalines, pouvant tolérer de fortes teneurs en nutriments d'après Peeters & Ector (2017), ainsi qu'il affectionne les milieux exempts de pollution organique (Peeters & Ector, 2017).

Cependant, la microflore de Oued El Malah, se caractérise par la prolifération de l'espèce *Nitzschia fonticola* (NFON) avec (36.25% et 32.5%) dans c20 et c21, respectivement. (NFON) est une forme indicatrice de milieux modérément à fortement minéralisés, au pH préférentiellement alcalin, tolérant un large éventail de niveaux de pollution, mais principalement présente dans des cours d'eau à teneurs en nutriments basses à modérées (Bey et Ector, 2013). On note aussi, la fréquence très considérable de *Navicula radiosa* (NRAD) avec (22.5%) et *Mayamea permitis* avec (13.75%) dans les échantillons c20 et c21, respectivement. *Navicula radiosa* (NRAD) est acidophile d'eau douce (Gasse *et al.*, 1987 ; Servant-Vildary, 1978), ainsi qu'elle est ubiquiste, tolérant les changements de la salinité ainsi que du pH et supporte l'agitation de l'eau (Foged, 1948). Elle a été répertoriée en Algérie dans les eaux sulfatées sodiques et les eaux sulfurées calciques des sources thermales (tolérant 5 mg/l d'hydrogène sulfaté libre à température atteignant 80°) ainsi que bicarbonatées calciques (Baudrimont, 1973). *Nitzschia radiosa* est une espèce ne tolérant pas, ou très peu la pollution organique, mais plutôt indifférente aux autres paramètres de l'eau (Bey et Ector, 2013). Concernant, *Mayamea permitis* (MPMI) est une espèce très commune et abondante dans les milieux dont la charge en matière organique est élevée d'après Bey et Ector, 2013 (aval des rejets d'eaux usées notamment), ainsi qu'elle supporte les charges élevées en nutriments et figure parmi les diatomées les plus polluorésistantes. *Mayamea permitis* est aussi observée dans des milieux à la pollution modérée et probablement associée à un microhabitat tel que la décomposition organique d'autres algues (Bey et Ector, 2013).



**Fig. 47 :** Carte représentant la qualité biologique des cours d'eau d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) de la campagne 2013.

Ce secteur est probablement contaminé par les rejets industriels, ainsi que par les eaux usées urbaines (Pollution domestique). Il est à rappeler que l'utilisation d'engrais chimiques destinés à la protection des cultures peut contaminer en période de pluie les eaux de surface et les eaux souterraines par infiltration. Ceci conforte les résultats de l'analyse de la qualité de l'eau, qui est entre moyenne et mauvaise, dans ce secteur.

Concernant, la topographie des terrains du secteur B1 (bassin de Chéelif), les altitudes ne dépassent guère les 130 m. Ceci favorise la dégradation de la qualité des cours d'eau, où les engrais chimiques utilisés dans les activités agricoles sont acheminés par gravité.

Du côté du bassin Côtiers Oranais, on constate que les eaux de l'Oued El Malah sont utilisées pour l'irrigation malgré leur qualité médiocre. Par ailleurs, les altitudes des points de prélèvement dans cet Oued sont basses (entre 51 m et 57 m). Plus on se rapproche de l'embouchure (plage de Térga) les altitudes diminuent et la qualité des cours d'eau se détériore.

### 3. Campagne de prélèvement 2014

Deux échantillons seulement ont été prélevés pendant la campagne 2014 à Oued Rhiou (b18 et b19), qui se localise dans le secteur (B2) et s'inscrit au bassin hydrographique de Chélif (Fig. 48).

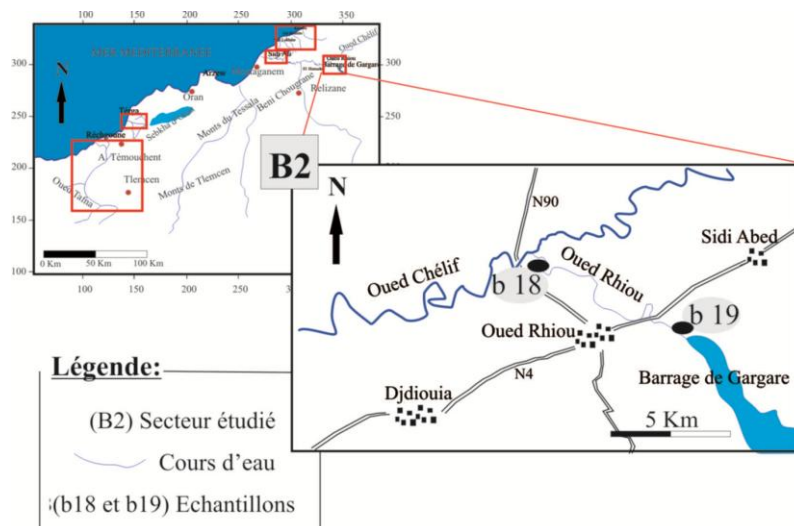


Fig. 48 : Carte de localisation de la campagne 2014 (secteur B2).

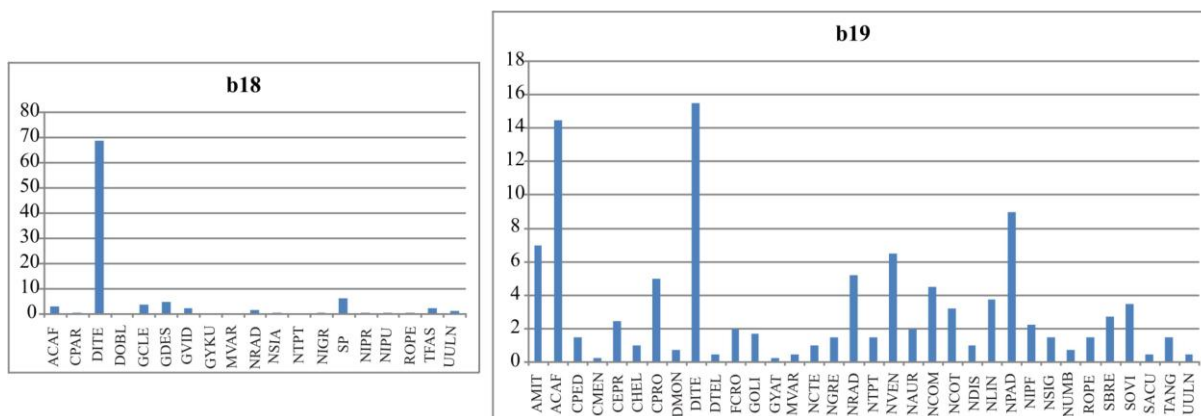
### 3. 1. Composition diatomique

#### 3.1.1. Bassin de Chélif (secteur B2)

L'étude microfloristique de Oued Rhiou (b18 et b19) nous a permis d'inventorier 47 espèces et variétés réparties en 16 genres (Annexe. 05 ; Fig. 49).

12 genres répartis en 19 espèces ont été révélés dans le b18, ainsi qu'on a constaté l'abondance du genre *Diatoma* avec 68.75%, qui est représenté par une seule espèce *Diatoma tenuis*. On note aussi la fréquence de *Nitzschia* avec 08% (Fig. 49).

L'échantillon b19 se caractérise par 16 genres (34 espèces), il est dominé par *Nitzschia* avec 28%. Les genres (*Diatoma* et *Navicula*) sont fréquents avec (16.75% et 14.5%, respectivement). Au niveau spécifique, les taxons prédominants sont : *Diatoma tenuis* (DITE) *Achnantheidiums affine* (ACAF) avec (15.5% et 14.5%) respectivement (Fig. 49).



**Fig. 49 :** Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued Rhiou prélevées en 2014

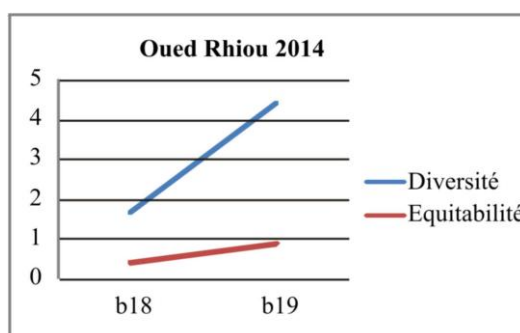
### 3. 2. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d’Equitabilité

La valeur maximale calculée à partir de l’indice de Shannon-Weaver (1949) est enregistrée à (b19) avec (4.38), alors que la minimale est (1.64) enregistrée à (b18).

		Oued Rhiou (campagne) 2014	
		b18	b19
Diversité		1,64	4,38
Equitabilité		0,4	0,86

**Tab. 16 :** Tableau représentant la richesse spécifique et la diversité de la campagne 2014

À noter également, que l’indice d’équitabilité de Piélou (1966) démontre une évolution similaire à celle de l’indice de Shannon-Weaver, 1949 (Tab. 16 ; Fig. 50).



**Fig. 50 :** Richesse spécifique et diversité de la campagne 2014.

La diversité spécifique (Shannon-Weaver, 1949) indique une faible valeur et une distribution d’effectifs moins homogène dans l’échantillon b18. Tandis qu’elle est plus importante dans le b19. Ceci traduit des conditions de milieu favorables permettant l’installation de nombreuses espèces et une bonne stabilité du peuplement. Par conséquent, les peuplements

moins diversifiés se rencontrent dans les eaux très propres ou très polluées, tandis que les plus diversifiés dans les eaux de qualités intermédiaires (Fig. 50). L'indice d'équitabilité (Piélou, 1966) indique la même évolution à celle de l'indice de diversité spécifique.

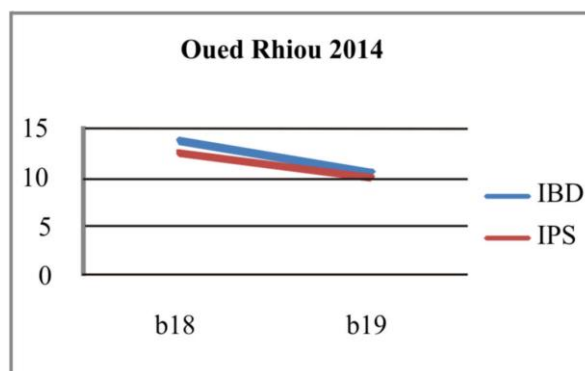
### 3. 3. Indices Biologiques (IBD et IPS)

Les indices (IBD et l'IPS) des prélèvements de Oued Rhiou (secteur B2), exprimés à (Tab. 17 ; Fig. 51) indiquent que l'eau est de qualité moyenne dans l'échantillon (b18). Il est à noter que la station de ce dernier échantillon se situe en amont de Oued Rhiou.

		Oued Rhiou (campagne 2014)	
		b18	b19
IBD	13,7	10,5	
IPS	12,5	9,9	

**Tab. 17 :** Les Indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2014

Tandis que l'eau est de qualité médiocre dans l'échantillon b19, qui se localise en aval et très proche du barrage de Gargare.



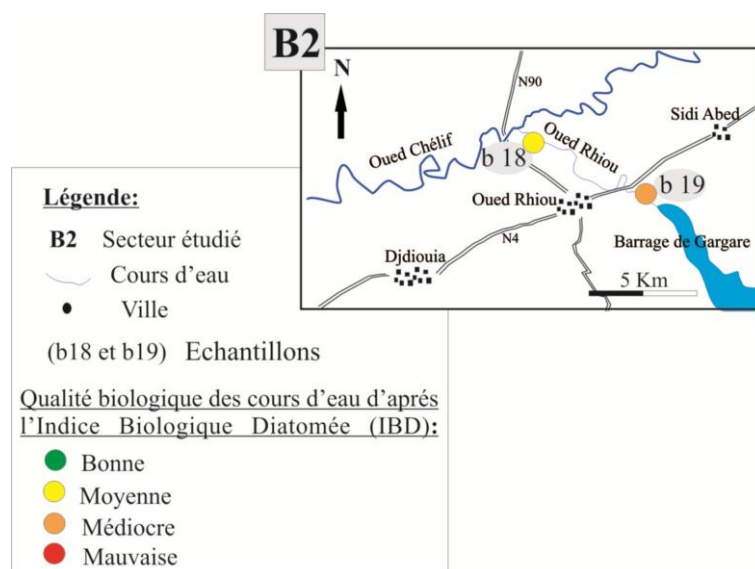
**Fig. 51 :** Représentation des Indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2014.

### 3. 4. Carte de la qualité de l'eau de la campagne 2014

Les résultats des indices : l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et l'Indice de Polluosensibilité Spécifique (IPS), nous ont permis de réaliser une carte de la qualité des cours d'eau analysés en campagne 2014 (Fig. 52). Ceci est confirmé par la fréquence spécifique des diatomées bioindicatrices.

L'eau est de qualité moyenne dans l'échantillon (b18), se situant en amont de Oued Rhiou, se caractérisant par la prolifération de *Diatoma tenuis* (DITE) avec (68.75%), qui est une forme préférant les milieux au pH alcalin, moyennement à fortement minéralisés (Peeters et Ector, 2017). La qualité de l'eau est médiocre dans l'échantillon (b19), qui se localise en aval de

Oued Rhiou. Ceci est conforté par la prédominance également de *Diatoma tenuis* (DITE) avec (15.5%) et la fréquence très considérée de *Achnantheidiums affine* (ACAF) avec (14.5%), ainsi que la présence de *Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT). À noter que le taxon (ACAF) caractérise les milieux généralement calcaires et faiblement alcalins, peu à moyennement minéralisés et bien oxygénés, ainsi qu'il est sensible à la pollution organique (Bey et Ector, 2013). Concernant (AMIT), c'est une forme affectionnant des eaux pauvres en matière organique, au pH proche de la neutralité, mais pouvant être assez minéralisées d'après (Peeters et Ector, 2017). Les autres espèces sont de très faibles fréquences (Fig. 52).



**Fig. 52 :** Carte représentant la qualité biologique de Oued Rhiou d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) de la campagne 2014.

En effet, le prélèvement à travers le secteur (B2) dans le bassin de Chélif n'a concerné que deux échantillons : l'un se situe en amont de Oued Rhiou et l'autre est proche des lâchées d'eaux du barrage de Gargare. Ceci influe sur la qualité de cet Oued, qui est moyenne en amont et médiocre en aval. Cependant, ces échantillons se situent à côté d'une agglomération (la ville de Rhiou), où l'eau est probablement contaminée par les rejets industriels (pollution industrielle) et les eaux usées urbaines (Pollution domestique).

#### 4. Campagne de prélèvement 2016

Concernant la dernière campagne prélevée en 2016, elle est constituée de quatre secteurs : A (bassin Côtier Dahra), B1 (bassin de Chélif), C (bassin Côtiers Oranais) et D (bassin de la Tafna).

#### 4. 1. Composition diatomique

##### 4.1.1. Côtier Dahra (secteur A)

Le secteur A (bassin Côtier Dahra) se caractérise par trois cours d'eau (Fig. 53): Oued Yeghbel (a4 et a5), Oued Zerrifa (a6) et Oued Kramis (a7) voir (Annexe. 06). L'étude microfloristique du (secteur A) nous a permis d'inventorier 37 espèces et variétés réparties en 21 genres (Annexe. 06).

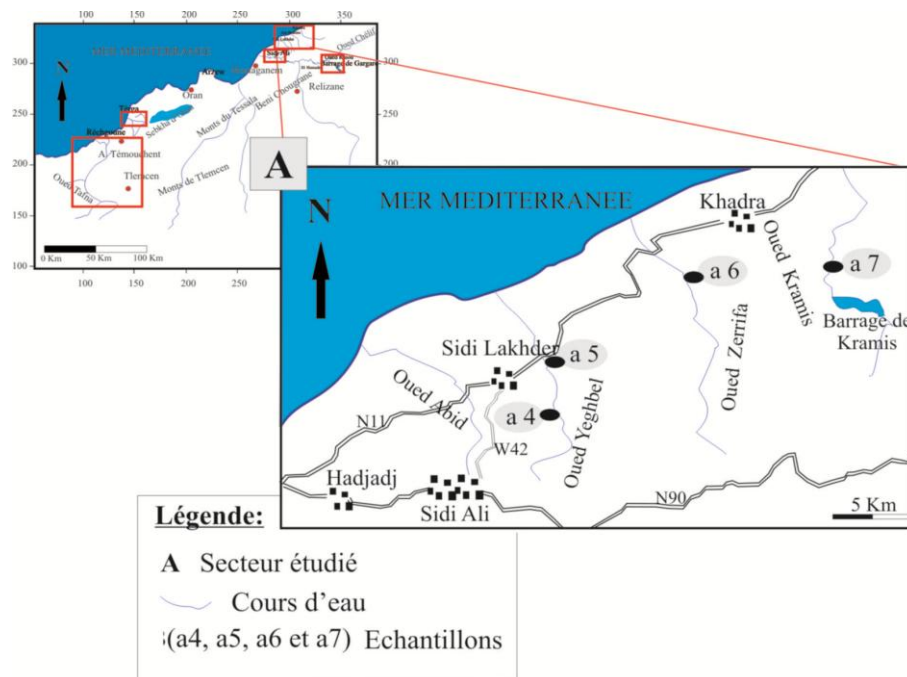
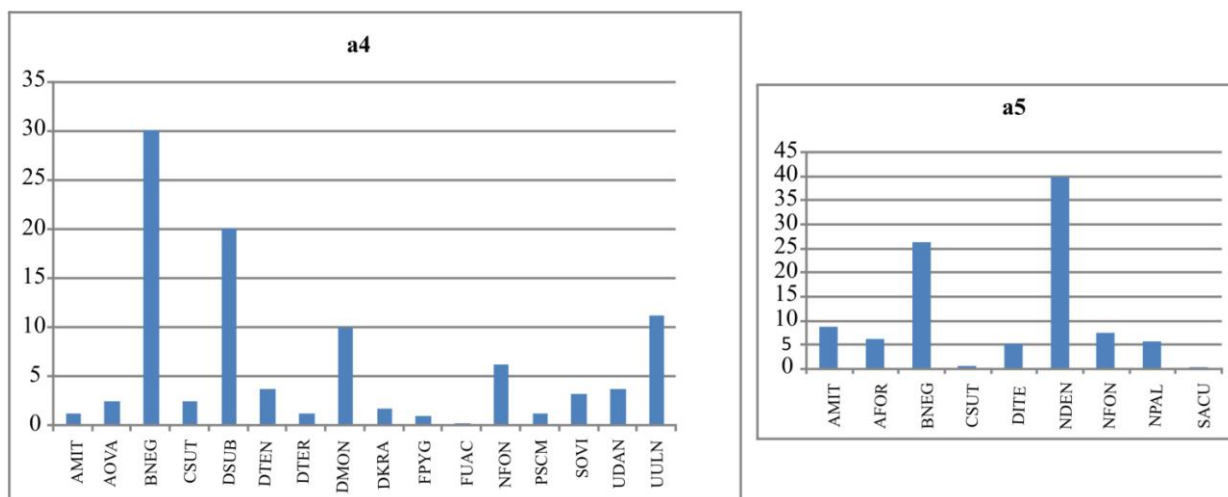


Fig. 53 : Localisation de la campagne 2016 (secteur A).

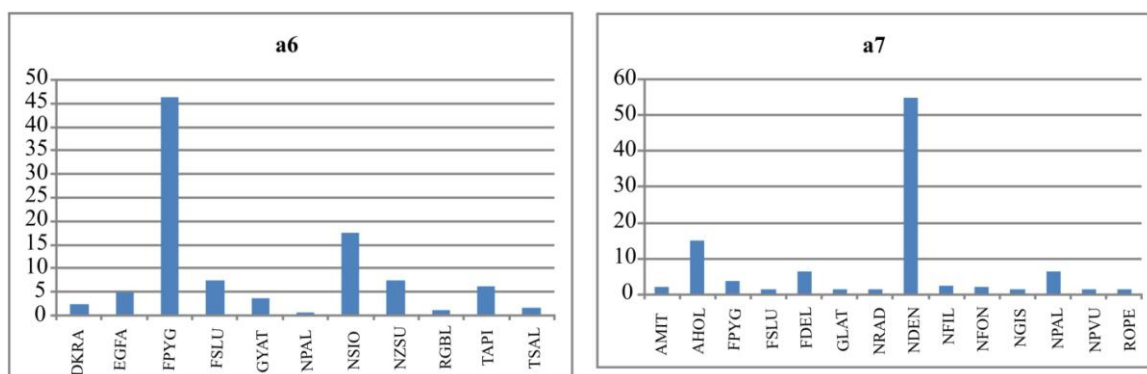
Au niveau de l'Oued Yeghbel, 21 espèces ont été inventoriées réparties en 15 genres (Fig. 54). L'échantillon a4 se distingue par 16 espèces (13 genres) et se caractérise par la prédominance du genre *Brachysira* avec (30%), représenté par une seule espèce (*Brachysira neglectissima* BNEG). Les genres (*Denticula* et *Ulnaria*) sont fréquents avec (25% et 15%) respectivement. Les taxons (*Denticula subtilis* DSUB et *Ulnaria ulna* UULN) sont fréquents avec (20% et 11.25%, respectivement). Cependant, l'échantillon a5 est constitué de 09 espèces réparties en 07 genres et se caractérise par la prédominance des genres (*Nitzschia* et *Brachysira*) avec (53% et 32.5%) respectivement. Les espèces dominantes sont : *Nitzschia denticula* (NDEN) avec 40% et *Brachysira neglectissima* (BNEG) avec 26.25% (Fig. 54).





**Fig. 54 :** Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued Yeghbel (2016).

Oued Zerrifa (a6) se caractérise par 11 espèces (8 genres) et se distingue par la dominance du genre *Fallacia* avec (53.75%) et la fréquence de *Nitzschia* avec (25.75%). Cependant, l'espèce abondante est *Fallacia pygmaea* (FPYG) avec (46.25%) et le taxons *Nitzschia sigmoidea* (NSIO) avec (17.5%) a une présence importante (Fig. 55).



**Fig. 55 :** Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées (campagne 2016) des Oueds : Zerrifa (a6) et Kramis (a7).

Toutefois, Oued Kramis (a7) se constitue par 14 espèces (08 genres) et enregistre la prédominance de *Nitzschia* avec 68% et la fréquence de *Amphora* avec 15% (Fig. 55). Au niveau spécifique, *Nitzschia dissipata* (NDIS) est abondante avec (55%) et *Amophora holsatica* est d'une présence très considérable avec 15% (Fig. 55).

### 4.1.2. Bassin de Chélif (secteur B1)

Deux Oueds (Fig. 56) ont été étudiés dans le secteur (B1, bassin de Chélif) : Oued Kerrada (b16) et Oued Achasta (b17). L'inventaire taxonomique du (secteur B1) a relevé 36 espèces et variétés réparties en 22 genres (Annexe. 07).

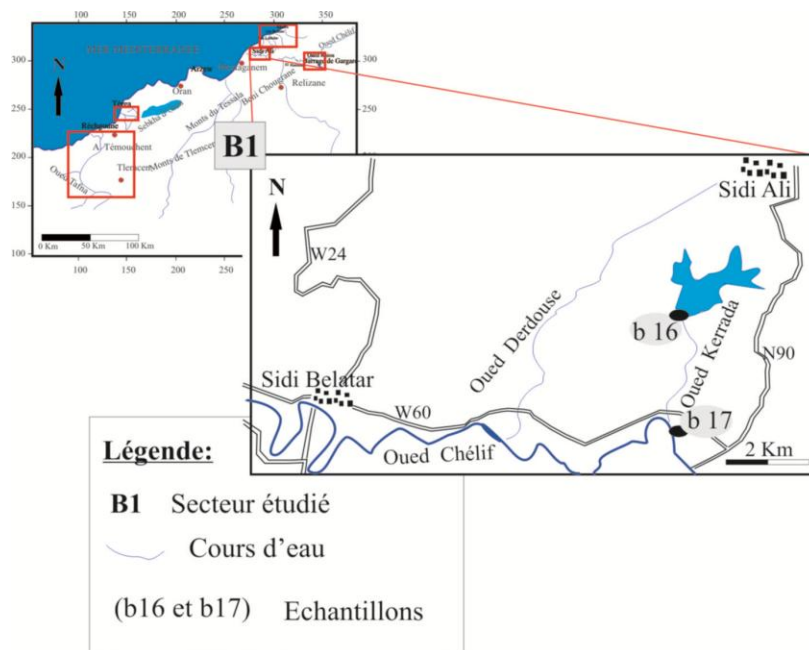


Fig. 56 : Localisation de la campagne 2016 (secteur B1).

L'étude diatomique de Oued Kerrada (b16), nous a permis de répertorier 21 espèces (13 genres). Au niveau générique, on note la prédominance de *Nitzschia* avec (26.5%), ainsi que la fréquence de *Fragilaria* avec (15%) et *Navicula* avec (10.5%). Le genre *Fragilaria* est représenté par une seule espèce (*Fragilaria brevistriata* FBRE avec 15%), qui est également l'espèce la plus abondante dans (b16). Parallèlement, le taxon *Denticula tenuis* (DITE) avec (10%) est fréquent (Fig. 57).

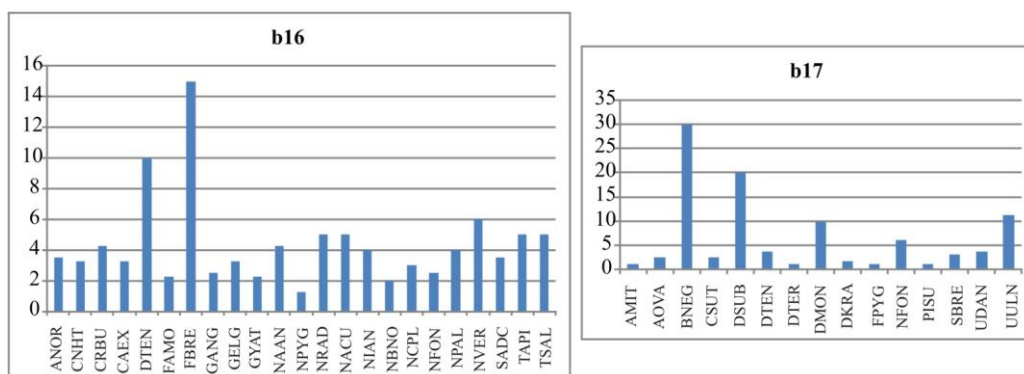
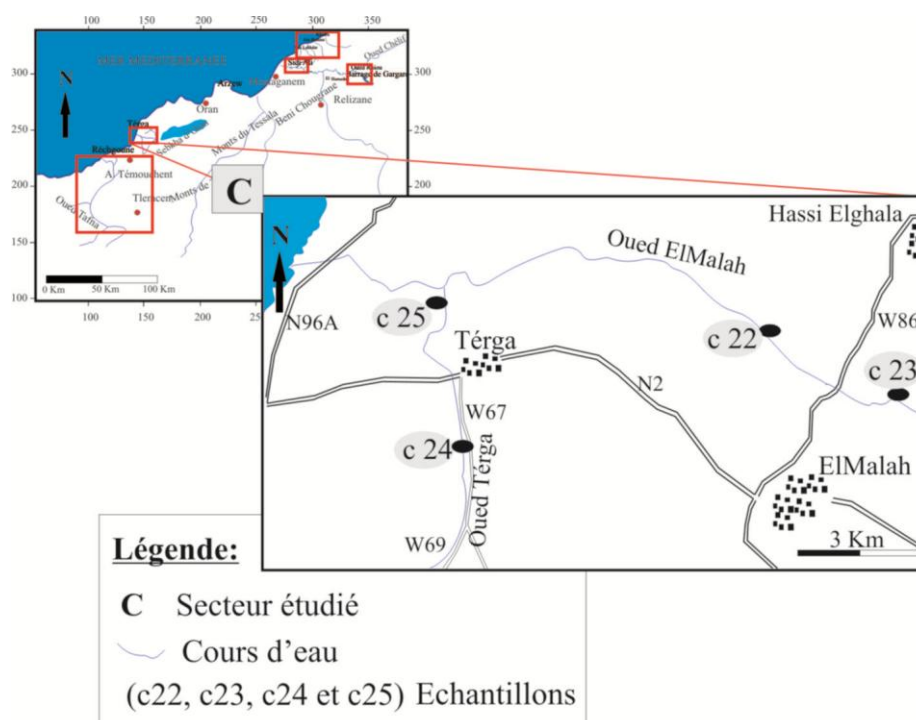


Fig. 57 : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées (campagne 2016) des Oueds : Kerrada (b16) et Achasta (b17).

La composition taxonomique de Oued Achasta (b17) se caractérise par 14 espèces (12 genres) et se distingue par la prédominance des genres (*Brachysira* et *Denticula*) avec (30% et 25%, respectivement), ainsi que la fréquence de *Ulnaria* avec (15%). Au niveau spécifique, on a noté la dominance de *Brachysira neglectissima* (BNEG) avec 30% et de *Denticula subtilis* (DSUB) avec 20%, ainsi que la fréquence de *Ulnaria ulna* (UULU) avec 11.25% (Fig. 57).

#### 4.1.3. Bassin Côtiers Oranais (secteur C)

Deux Oueds ont été analysés (Fig. 58 ; Annexe. 08) dans le secteur C (bassin Côtiers Oranais) : Oued El Malah (c22 et c23) et Oued Térğa (c24 et c25).



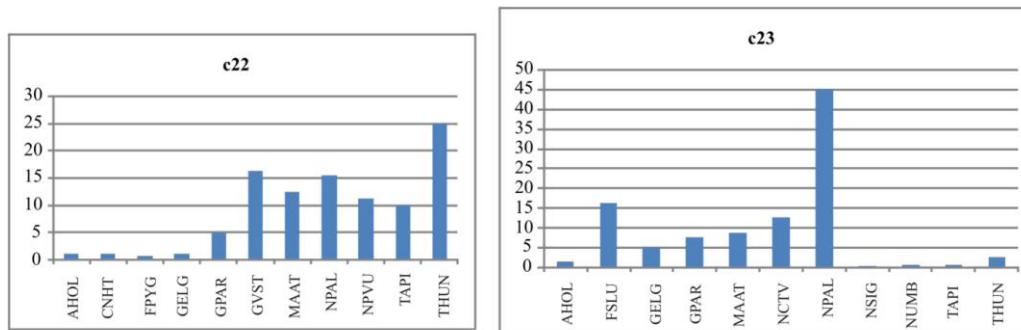
**Fig. 58:** Localisation de la campagne 2016 (secteur C).

La composition microfloristique du (secteur C) a révélé 31 espèces et variétés réparties en 13 genres (Fig. 59 ; Fig. 60).

L'analyse diatomique de Oued El Malah (c22 et c23) a permis d'inventorier 10 espèces (06 genres) dans le c22 et 11 espèces (07 genres) dans le c23 (Fig. 59).

L'échantillon (c22) se caractérise par la prédominance des genres : *Tryblionella* avec (35%) et *Nitzschia* avec (26.75%), ainsi que la fréquence de *Gomphonema* avec (22.5%). Toutefois, on a enregistré l'abondance de l'espèce *Tryblionella hungarica* (THUN) avec (25%) et la fréquence des taxons (*Gomphonema variostigmatum* GVST avec 16.25% et *Nitzschia palea* NPAL avec 15.5%). Concernant, le prélèvement (c23), on a enregistré la dominance du genre *Nitzschia* avec (45.75%), ainsi que la fréquence des genres : *Fallacia* avec (16.25%),

*Gomphonema* avec (12.5%) et *Navicula* avec (12.5%). Au niveau spécifique, le taxon *Nitzschia palea* (NPAL) est abondant avec (45%). On note aussi la fréquence des espèces (*Fallacia sublucida* FSLU et *Navicula caterva* (NCTV) avec 16.25% et avec 12.5%, respectivement (Fig. 59).

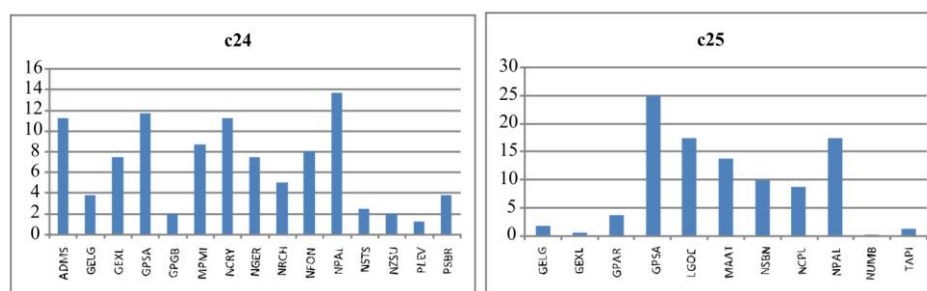


**Fig. 59** : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued El Malah (2016).

Oued Téra (c24 et c25) est constitué par 14 espèces et 07 genres dans le d24 et de 11 espèces (06 genres) dans le c25 (Fig. 60).

Toutefois, on a enregistré dans l'échantillon c24, la dominance des genres *Nitzschia* et *Gomphonema* avec (26.25% et 25%) respectivement, ainsi que de la fréquence très considérable de *Navicula* avec (23.75%). Au niveau spécifique, le c24 se distingue par la prédominance de *Nitzschia palea* (NPAL) avec (13.75%), ainsi que la présence non négligeable des taxons (*Gomphonema pseudoaugur* GPSA, *Amphora holsatica* AHOL et *Navicula cryptocephala* NCRY) avec (11.75%, 11.25% et 11.25%) respectivement (Fig. 60).

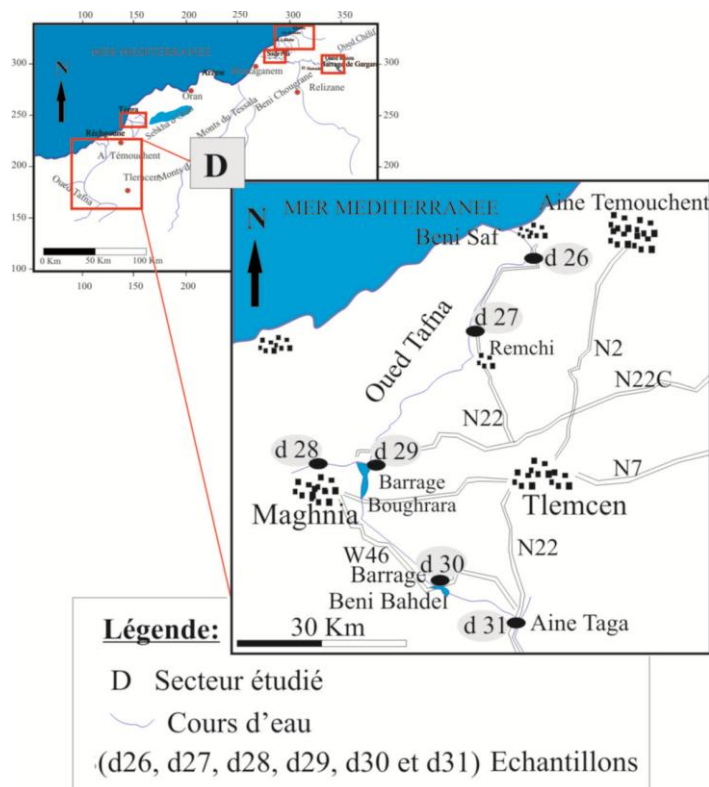
Le prélèvement c25 se caractérise également par la prédominance des genres (*Gomphonema* et *Nitzschia*) avec (31% et 26.5%) respectivement (Fig. 56). Cependant, le genre *Luticola* a une présence importante (17.5%) et n'est représenté que par une seule espèce *Luticola geoppertiana* (LGOE). Tandis que, la forme dominante est *Gomphonema pseudoaugure* (GPSA) avec (25%). On note aussi, que les taxons (*Nitzschia palea* et *Mayamea atomus*) sont fréquents avec (17.5% et 13.75%) respectivement (Fig. 60).



**Fig. 60** : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued Téra (2016).

#### 4.1.4. Bassin de la Tafna (secteur D)

Dans le secteur D (bassin de Tafna), deux Oueds (Tafna et Mouillah) ont été étudiés et deux barrages (Bouhrara et Beni Bahdel). Ainsi, les échantillons étudiés sont : Oued Tafna (d26, d27 et d31), Oued Mouillah (d28), barrage de Bouhrara (d29) et barrage de Beni Bahdel (d30). Il est à rappeler que le prélèvement de (d31) se localise en amont de Oued Tafna (Ain Taga), voir (Fig. 61 ; Annexe. 09).



**Fig. 61:** Localisation de la campagne 2016 (secteur D).

Ce secteur est riche spécifiquement et génériquement (53 espèces et variétés réparties en 28 genres) voir (Fig. 62) et (Fig. 63).

Dans la microflore de Oued Tafna (d26, d27 et d31), l'étude taxonomique a permis d'inventorier les résultats suivants :

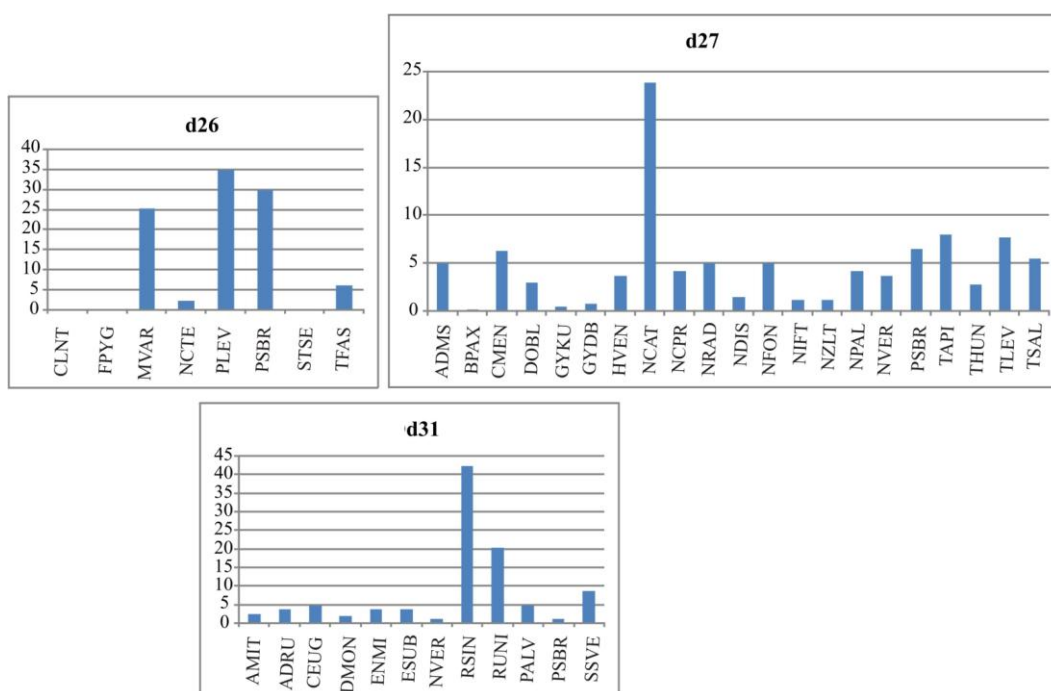
- 08 espèces (08 genres) dans le d26 ;
- 20 espèces (11 genres) dans le d27 ;
- 12 espèces (10 genres) dans le d31.

Le prélèvement (d26) est dominé par les genres *Pseudostaurosira* et *Pleurosira* avec (35% et 30%, respectivement), le genre *Melosira* enregistre une fréquence très considérable 25% (Fig. 62). Au niveau spécifique, le taxons (*Pleurosira laevis* PLEV et *Pseudostaurosira*

*brevistriata* PSBR) sont les plus abondants avec (35% et 30%, respectivement) et l'espèce de *Melosira varians* (MVAR) est très fréquente avec 25.5% (Fig. 62).

Dans le d27, la prédominance du genre (*Navicula* et *Tryblionella*) avec (33% et 24%) respectivement a été enregistrée, ainsi que la fréquence du genre *Nitzschia* avec 17%. Au niveau spécifique, *Navicula catalanogermanica* (NCAT) est le plus abondant avec (23.75%) et les taxons (*Tryblionella apiculata* TAPI et *Tryblionella levidensis* TLEV) sont fréquents avec (8% et 7.75%, respectivement).

Cependant, le d31 se localisant à « Ain Taga », qui représente le point le plus haut en altitude (en amont) de Oued Tafna. Cet échantillon a été prélevé à quelques mètres de la source d'eau souterraine « Ain Taga ». Le d31 se caractérise par l'abondance du genre *Reimeria* avec (63%), les autres genres sont très faiblement représentés à l'exception de *Staurosira* avec (8.75%). Au niveau spécifique, *Reimeria simuata* (RSIN) est la plus abondante avec (42.5%), le taxon *Reimeria uniseriata* (RUNI) enregistre une fréquence très considérable avec (20.5%) et *Staurosira venter* (SSVE) a une présence non négligeable avec 8.75% (Fig. 62).

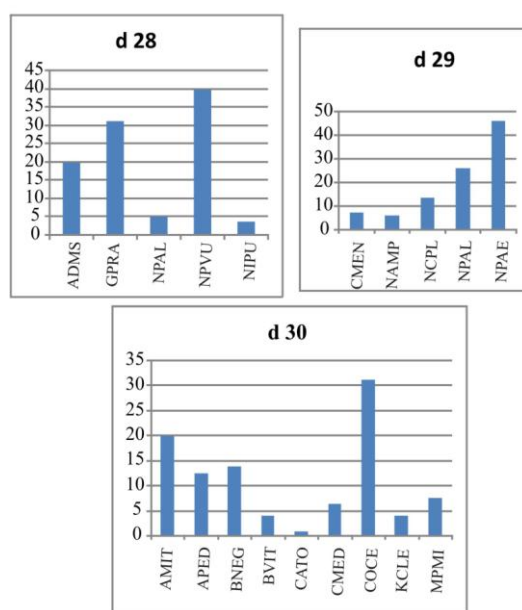


**Fig. 62 :** Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued Tafna (d26, d27 et d31) prélevée en 2016.

Toutefois, la microflore de Oued Mouillah (d28) n'est représentée que par 05 espèces réparties en 03 genres (Fig. 63). Le d28 se distingue par l'abondance des genres (*Nitzschia* et *Gomphonema*) avec (48.75% et 31.25%, respectivement) et la fréquence de *Adlafia* avec (20%). Sur le plan spécifique, les taxons (*Nitzschia parvula* NPVU et *Gomphonema parvulum* GPAR)

sont dominants avec (40% et 31.25%, respectivement) et *Adlafia minuscula* (ADMS) est très fréquente avec 20% (Fig. 63).

L'étude des diatomées du barrage de Boughrara (d29) a révélé 05 espèces (02 genres), dont *Nitzschia* est le genre le plus abondant avec 92.5% (Fig. 63). L'espèce *Nitzschia paleacea* (NPAE) prédomine avec (46.25%), *Nitzschia palea* (NPAL) marque une fréquence considérable avec (26.25%) et *Nitzschia capitelata* (NCPL) enregistre une présence non négligeable avec 13.75% (Fig. 63).



**Fig. 63 :** Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued Mouillah (d28) et des barrages : Boughrara (d29) et de Beni Bahdel (d30) prélevée en 2016.

Toutefois, l'étude taxonomique du barrage de Beni bahdel (d30), nous a permis d'inventorier 09 espèces (06 genres). Sur le plan générique, *Cyclotella* est abondant avec 38.25% (Fig. 63) et les genres (*Achnanthes* et *Brachysira*) sont fréquents avec (20% et 17.75%, respectivement). Le d30 se caractérise par la prédominance de l'espèce *Cyclotella ocellata* (COCE) avec (31.26%), la fréquence considérable de *Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT) avec (20%) et la présence non négligeable de *Brachysira neglectissima* (BNEG) avec (13.75%).

#### 4. 2. Indice de diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Équitabilité

La diversité spécifique de Shannon-Weaver (1949) marque de faibles valeurs et une distribution d'effectifs moins homogène dans les échantillons : d28 (Oued Mouillah avec 1.91),

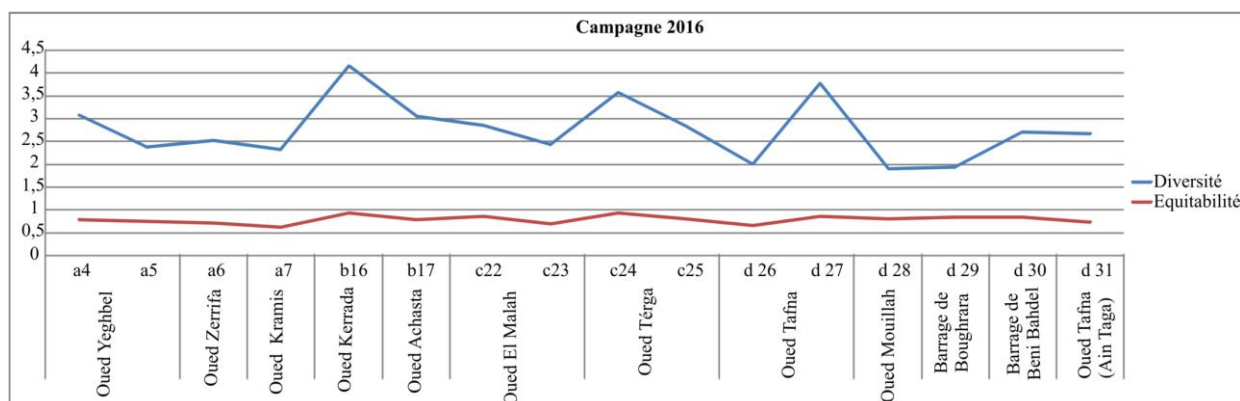
d29 (barrage de Boughrara avec 1.94) et d26 (Oued Tafna avec 2). Tandis que des valeurs plus importantes sont enregistrées dans le b16 (Oued Kerrada avec 4.14), d27 (Oued Tafna avec 3.76) et le c24 (Oued Térğa avec 3.56).

L'indice d'équitabilité (Piélou, 1966) indique une évolution similaire à celle de l'indice de Shannon (Tab. 18 ; Fig. 64).

		Campagne 2016															
		Oued Yeghbel		Oued Zerrifa	Oued Kramis	Oued Kerrada	Oued Achasta	Oued El Malah		Oued Térğa		Oued Tafna		Oued Mouillah	Barrage de Boughrara	Barrage de Beni Bahdel	Oued Tafna (Ain Taga)
		a4	a5	a6	a7	b16	b17	c22	c23	c24	c25	d 26	d 27	d 28	d 29	d 30	d 31
Diversité		3,07	2,38	2,53	2,32	4,14	3,06	2,85	2,43	3,56	2,83	2	3,76	1,91	1,94	2,71	2,67
Equitabilité		0,79	0,75	0,73	0,63	0,94	0,8	0,86	0,7	0,94	0,82	0,67	0,87	0,82	0,84	0,85	0,74

**Tab. 18 :** Tableau de la richesse spécifique et la diversité de la campagne 2016

En conséquence, les peuplements moins diversifiés se rencontrent dans les eaux très propres ou très polluées comme se qui a été enregistré dans (d28, d29 et d26), tandis que les plus diversifiés dans les eaux de qualités intermédiaires (d16, d27 et d24). De même, l'indice d'équitabilité de Piélou montre une évolution identique à celle de l'indice de diversité spécifique.



**Fig. 64 :** Richesse spécifique et diversité de la campagne 2016



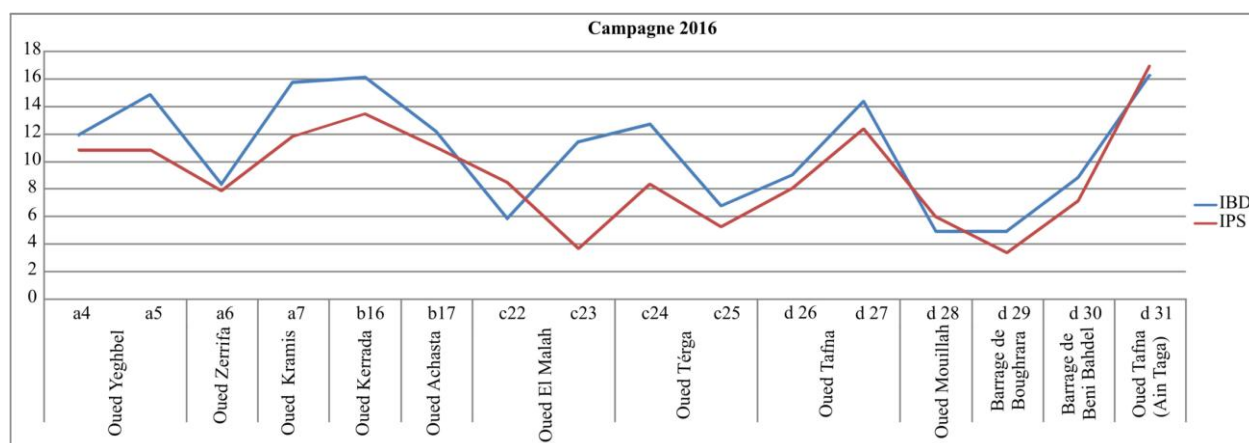
### 4. 3. Indices Biologiques (IBD et IPS)

Les indices biologiques (IBD et l'IPS) des prélèvements mentionnés dans (Tab. 20 ; Fig. 65) indiquent les résultats suivants :

Campagne 2016																
	Oued Yeghbhel		Oued Zerrifa	Oued Kramis	Oued Kerrada	Oued Achasta	Oued El Malah		Oued Terga		Oued Tafna		Oued Mouillah	Barrage de Boughrara	Barrage de Beni Bahdel	Oued Tafna (AinTaga)
	a4	a5	a6	a7	b16	b17	c22	c23	c24	c25	d26	d27	d28	d29	d30	d31
IBD	11,9	14,8	8,3	15,7	16,1	12,1	5,8	11,4	12,7	6,7	9	14,3	4,9	4,9	8,8	16,2
IPS	10,8	10,8	7,8	11,8	13,4	11	8,4	3,6	8,3	5,2	8	12,3	5,9	3,3	7,1	16,9

**Tab. 19 :** Les indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2016

- l'eau est de qualité médiocre à moyenne à Oued Yeghbhel ;
- l'eau est de qualité mauvaise à Oued Zerrifa ;
- l'eau est de bonne qualité à Oued Kramis ;
- l'eau est de bonne qualité à Oued Kerrada ;
- l'eau est de qualité moyenne à Oued Achasta
- l'eau est de qualité mauvaise à médiocre à Oued El Malah ;
- l'eau est de qualité moyenne à mauvaise à Oued Terga ;
- l'eau est de qualité mauvaise à moyenne à Oued Tafna ;
- l'eau est de qualité mauvaise dans : Oued Mouillah, Barrage de Boughrara et Barrage de Beni Bahdel ;
- l'eau est de bonne qualité à l'amont de Oued Tafna (source de Ain Taga).



**Fig. 65 :** Présentation des indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2016

#### 4. 4. Carte de la qualité de l'eau de la campagne 2016

À partir des calculs des indices : l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et l'Indice de Polluosensibilité spécifique (IPS), une carte de la qualité des cours d'eau analysés a été réalisée (Fig. 66). Ainsi, la fréquence spécifique des diatomées bioindicatrices confirme ces résultats dans les paragraphes suivants.

Oued Yeghbel (a4 et a5) témoignant d'une eau de qualité médiocre à moyenne, se caractérisent par la prolifération de *Brachysira neglectissima* (BNEG) avec 30%, *Denticula subtilis* (DSUB) avec 20% et la fréquence de *Ulnaria ulna* (UULN) avec (11.25%) dans (a4). Ces échantillons sont composés par des espèces supportant des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin et d'eau Meso à polysaline. Parallèlement, on note la prédominance de *Nitzschia denticula* (NDEN) avec (40%), *Brachysira neglectissima* (BNEG) avec (26.25%) et la fréquence de *Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT) avec (8.75%) dans (a5). Ces taxons sont caractéristiques de milieu à pH alcalin avoisinant la neutralité, bien oxygéné, modérément à fortement minéralisé, pauvre en matière organique et sensible à la pollution.

Toutefois, l'eau est de qualité mauvaise dans l'Oued Zerrifa (a6). Ceci a été prouvé par la prolifération de *Fallacia pygmaea* (FPYG) avec (46.25%), la fréquence de *Nitzschia sigmoidea* (NSIO) avec (17.5%), *Fallacia sublucida* (FSLU) avec (7.5%), *Nitzschia supralitorea* (NZSU) avec (7.5%) et *Tryblionella apiculata* (TAPI) avec (6.25%). Ces espèces tolèrent des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, bien oxygénés, modérément minéralisés et pauvres en nutriments.

L'eau est de qualité bonne dans l'Oued Kramis (a7). Ceci est conforté par la prédominance de l'espèce *Nitzschia dissipata* (NDIS) avec (55%) et la fréquence de *Amophora holsatica* (AHOL) avec (15%). L'espèce (NDIS) peut se développer en tubes muqueux, colonisant divers supports (pierres, macrophytes, objets flottants...), étant indifférente à la teneur en oxygène, affectionnant les milieux fortement minéralisés et assez pauvres en matière organique, mais plutôt riches en nutriments et préférant les eaux alcalines (absente des milieux acides), ainsi que la présence de sel d'après Bey et Ector (2013).

Également, la qualité de l'eau est bonne dans l'Oued Kerrada (b16), qui se caractérise par la dominance de *Fragilaria brevistriata* (FBRE) avec (15%) et la présence fréquente du taxon *Denticula tenuis* (DITE) avec (10%). L'espèce *Fragilaria brevistriata* (FBRE) est une forme planctonique, littorale, d'eau douce et alcaliphile (Gasse et al., 1987 ; Servant-Vildary, 1978). *Denticula tenuis* (DITE) est un taxon préférant les milieux au pH alcalin (Peeters et Ector, 2017).

Quant à l'Oued Achasta (b17) témoignant d'une eau de qualité moyenne est approuvé par la prédominance de *Brachysira neglectissima* (BNEG) avec (30%), *Denticula subtilis* (DSUB)

avec (20%), *Ulnaria ulna* (UULU) avec (11.25%) et *Diatoma moniliformis* (DMON) avec (10%). Ces taxons supportent des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, bien oxygénés, modérément minéralisés et pauvres en nutriments. BNEG est une forme se développant dans les milieux au pH voisin de la neutralité, peu minéralisés et pauvres en nutriments. Quant à l'espèce *Denticula subtilis* (DSUB), c'est une forme littorale, fréquente sur les suintements rocheux et sur les macrophytes immergées (Germain ,in Cocquyt, 1991), épipsammique, se prolifère aussi dans les milieux subaériens inondés périodiquement (Villeneuve et Pienitz, 1998), acidophiles d'après (Gasse *et al.*, 1987 ; Villeneuve et Pienitz, 1998) et considérée comme une forme d'eau Meso à polysaline d'après (Gasse *et al.* 1987), ainsi qu'elle est mesohalobe d'après Villeneuve et Pienitz (1998).

La qualité de l'eau est mauvaise à médiocre à Oued El Malah (c22 et c23). Ceci est conforté par l'abondance de l'espèce *Tryblionella hungarica* (THUN) avec (25%) et la fréquence des taxons (*Gomphonema variostigmatum* GVST avec 16.25%, *Nitzschia palea* NPAL avec 15.5% et *Mayamea atomus* (MAAT) avec 12.5% dans le c22. Ces espèces sont indicatrices de pollution organique et pouvant tolérer un niveau de pollution modéré à fort, le pH est alcalin. Concernant (c23), enregistrant la prolifération du taxon *Nitzschia palea* (NPAL) avec (45%) se préférant des milieux à faible teneur en oxygène et capable de tolérer un niveau de pollution particulièrement important tant vis-à-vis de la matière organique que des nutriments (Bey et Ector, 2013). Ainsi que la fréquence des espèces (*Fallacia sublucidula* FSLU avec 16.25% et *Navicula caterva* NCTV avec 12.5%), qui sont des formes de milieux moyennement impactés par la matière organique, mais pouvant l'être fortement par les nutriments (Bey et Ector, 2013). Le peuplement diatomique de Oued El Malah se caractérise par la présence considérable de l'espèce *Nitzschia palea* qui préfère les milieux à faible teneur en oxygène, ainsi qu'elle est capable de tolérer un niveau de pollution vis-à-vis de la matière organique et des nutriments et supporte l'assèchement du milieu.

Cependant, l'eau est de qualité moyenne à mauvaise à Oued Térga (c24 et c25). Ceci est approuvé par la dominance de *Nitzschia palea* (NPAL) avec (13.75%), ainsi que la présence considérable des taxons : *Gomphonema pseudoaugur* (GPSA) avec (11.75%), *Amphora holsatica* (AHOL) avec (11.75%) et *Navicula cryptocephala* (NCRY) avec (11.25%) dans (c24). Ces formes sont indicatrices de pollution organique, affectionnant les milieux assez chargés en matière organique, pouvant contenir un fort taux de nutriments à conductivité moyenne et faiblement alcaline.

Quant à l'échantillon c25 se caractérise également par la prédominance des espèces *Gomphonema pseudoaugure* avec (25%), *Luticola geoppertiana* (LGOE) avec 17.5%, *Nitzschia*

*palea* (NPAL) avec 17.5% et *Mayamea atomus* (MAAT) avec (13.75%). Ces espèces sont indicatrices de pollution organique et pouvant tolérer un niveau de pollution modéré à fort, le pH est alcalin.

Toutefois, l'eau est de qualité mauvaise à moyenne à Oued Tafna (d26 et d27). Ceci a été prouvé par la prolifération des taxons : *Pleurosira laevis* (PLEV) avec (35%), *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) avec (30%) et de *Melosira varians* (MVAR) avec (25.5%) dans (d26). Ces espèces affectionnent les milieux exempts de pollution organique, mais elles sont indifférentes au taux de nutriments et acceptent des eaux fortement minéralisées, préférant une salinité (eaux saumâtres à douces), se proliférant dans des milieux à pH généralement alcalin. Ainsi que, la prédominance des formes : *Navicula catalanogermanica* (NCAT) avec (23.75%) et la fréquence de *Tryblionella apiculata* (TAPI) avec 8% et de *Tryblionella levidensis* (TLEV) avec 7.75% dans (d27). Quant aux taxons (TAPI) et (TLEV), se proliférant dans les eaux saumâtres ou douces moyennement à fortement minéralisées et au pH alcalin, tolérant d'assez fortes concentrations en matière organique ainsi que de fortes concentrations en nutriments et un taux modéré en oxygène dissous (Bey et Ector, 2013).

L'eau est de qualité mauvaise dans : Oued Mouillah, Barrage de Boughrara et Barrage de Beni Bahdel.

À Oued Mouillah (d28), ceci est conforté par la prolifération d'une microflore se caractérisant par la prédominance de *Nitzschia parvula* (NPAR) avec (40%), ainsi que la fréquence très importante de *Gomphonema parvulum* (GPAR) avec (31.25%) et de *Adlafia minuscula* (ADMS) avec (20%). (NPAR) est une espèce de milieux au pH optimum alcalin, moyennement impactés par la matière organique (Bey et Ector, 2013). Concernant, la forme (GPAR) c'est une forme épipélique à épipsammique, se proliférant dans les environnements subaériens inondés périodiquement (Servant-Vildary, 1986), alcaliphile (Gasse et al., 1987 ; Servant-Vildary, 1986), euryhaline limnobionte (Caljon et Cocquyt, 1992), polluo-résistante et tolérant des situations extrêmes de pollution (Bey et Ector, 2013). Et enfin, le (ADMS) caractérisant les milieux au pH optimum proche de la neutralité, peu minéralisés, pauvres en matière organique, mais pouvant être moyennement riches en nutriments.

Concernant, l'analyse microfloristique du barrage de Boughrara (d29) se distinguant par la prolifération de l'espèce *Nitzschia paleacea* (NPAE) avec (46.25%), ainsi que de la présence très considérable des taxons : *Nitzschia palea* (NPAL) avec (26.25%) et *Nitzschia capitellata* (NCPL) avec (13.75%). Ce sont des formes se proliférant dans des milieux d'eau douce et alcalibiente au pH alcalin, capables de tolérer un niveau de pollution particulièrement important vis-à-vis de la matière organique que des nutriments (Bey et Ector, 2013).

Également, le barrage de Beni bahdel (d30) témoignant d'une eau de qualité mauvaise, se caractérise par la prédominance de l'espèce *Cyclotella ocellata* (COCE) avec (31.26%), la fréquence considérée de *Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT) avec (20%) et *Brachysira neglectissima* (BNEG) avec (13.75%). La première forme (COCE) est alcalinophile, se développant principalement en association avec des formes périphytiques mésohalobes (Foged, in Fan, 1994), se proliférant en association à des spicules d'éponges et restes de charophytes (indicateurs d'eaux peu profondes) par (Fan, 1994), ainsi qu'elle est indicatrice d'eaux oligosalines à méso-polysalines (Gasse et al., 1987) et sensible à la pollution organique, mais accepte des eaux à la minéralisation élevée et au pH alcalin. Quant à (AMIT) est un taxon affectionnant des eaux pauvres en matière organique, au pH proche de la neutralité, mais pouvant être assez minéralisées (Peeters et Ector, 2017). (BNEG) est une espèce de milieux au pH voisin de la neutralité, peu minéralisés et pauvres en nutriments (Bey et Ector, 2013).

Se situant à l'amont de Oued Tafna (Ain Taga), l'eau de l'échantillon (d31) est de bonne qualité. Ceci a été conforté par l'abondance de l'espèce *Reimeria simuata* (RSIN) avec (42.5%), ainsi que de la fréquence de : *Reimeria uniseriata* (RUNI) avec (20.5%) et *Staurosira venter* (SSVE) avec (8.75%). (RSIN) est une espèce sensible à la pollution organique, mais assez tolérante vis-à-vis de la pollution par les nutriments d'après (Bey et Ector, 2013). Quant à (RUNI) est une espèce des milieux au pH alcalin et moyennement minéralisés, plutôt tolérante à la pollution par les nutriments (Bey et Ector, 2013). Enfin (SSVE) est un taxon d'eau douce, peu chargée en matière organique, mais supportant des taux en nutriments assez élevés d'après Peeters et Ector (2017).

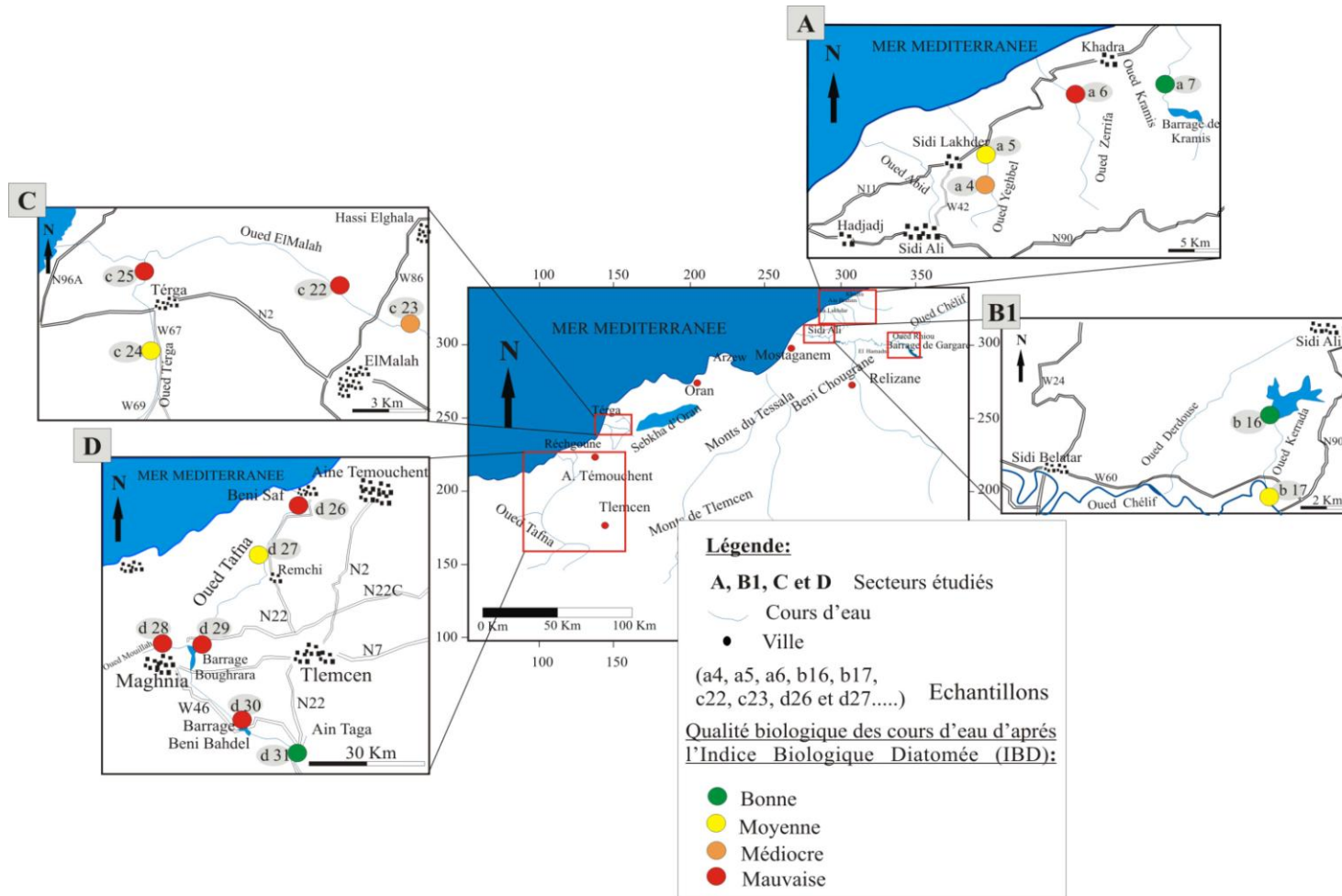


Fig. 66 : Carte représentant la qualité biologique des cours d'eau d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) de la campagne 2016.

Cependant, les altitudes des stations prélevées sur le bassin Côtier Dahra (secteur A), sont entre 16 m et 171 m. Toutefois, l'échantillon se situant à côté d'une agglomération (la ville de Sidi Ali), où l'eau est facilement polluée. Ceci est dû probablement aux rejets industriels, ainsi que par les eaux usées urbaines (Pollution domestique). On note aussi que l'utilisation d'engrais chimiques cause la pollution en période de pluie, où les eaux de surfaces et les eaux souterraines s'infiltrent. Toutefois, l'échantillon (a7) se situant proche des lâchées d'eaux du barrage de Kramis, traduisant ainsi la bonne qualité de l'eau.

Concernant, la topographie du terrain du secteur (B1), se localisant dans le bassin de Chéelif, les altitudes ne dépassant pas les 130 m. Où l'échantillonnage se situant, l'un (b16) proche des lâchées d'eaux d'une retenue d'eau (destinée probablement à l'irrigation) traduit la bonne qualité de l'eau. Tandis que, l'autre échantillon (b17) se localisant dans la vallée, ainsi il est facilement contaminé probablement par les eaux de pluie (ruissellement).

Du côté du bassin Côtiers Oranais, on constate que les eaux de Oued El Malah sont utilisées pour l'irrigation malgré leur qualité médiocre. Par ailleurs, les altitudes des points de prélèvement dans cet Oued (El Malah) sont basses (entre 51 m et 57 m). Plus on se rapproche de l'embouchure (plage de Térğa) les altitudes diminuent et la qualité des cours d'eau se détériore.

La topographique du terrain et l'environnement influencent grandement la qualité des cours d'eau. Ceci est le cas du secteur D (bassin de Tafna). Les eaux courantes, oxygénées, favorisent la dégradation de la matière organique par les bactéries et permettent la prolifération des espèces hypertrophes. Cependant, les altitudes dans ce secteur (D) sont les plus hautes par rapport aux autres secteurs (A, B et C) étudiés. On a enregistré entre (20 m et 1082 m), la plus importante altitude (1082 m) se situe à Ain Taga. Cette dernière localité représente l'amont de Oued Tafna.

### III. CONCLUSION

L'étude microfloristique de Oued Derdouse (bassin de Chéelif, secteur B1) en campagne (2012), nous a permis d'inventorier 30 espèces et variétés réparties en 09 genres.

La campagne de 2013 est composée de huit (08) prélèvements dans différents Oueds s'inscrivant dans trois bassins hydrographiques : Côtier Dahra (secteur A), Chéelif (secteur B1) et Côtiers Oranais (secteur C). Les Oueds traités sont (Kramis et Abid) dans le secteur A, (Derdouse et Kerrada) dans le secteur B et (Oued El Malah) dans le secteur C. Cependant, les Oueds (Kramis et Abid) se caractérisent par 42 espèces et variétés réparties en 18 genres. En outre, Oued Derdouse, se distingue par 55 espèces et variétés réparties en 14 genres. Parallèlement, dans ce même secteur (B1) au niveau de Oued Kerrada, on a constaté 42 espèces

et variétés réparties en 14 genres. Concernant, la microflore diatomique de l'Oued El Malah, elle est représentée par 19 espèces et variétés réparties en 9 genres.

La campagne de 2014 (bassin de Chélif, secteur B2) se compose de deux prélèvements seulement au niveau de Oued Rhiou (b18 et b19). L'analyse de la microflore diatomique de Oued Rhiou nous a permis d'inventorier 47 espèces et variétés réparties en 16 genres.

À propos de la dernière campagne (2016), se constituant de différents secteurs (A, B1, C et D) et se distinguant par des Oueds et des barrages suivants : les Oueds (Oued Yeghbel, Oued Zerrifa et Kramis) appartenant au bassin Côtier Dahra (secteur A) ; les Oueds (Kerrada et Achasta) du bassin de Chélif (secteur B); les Oueds (El Malah et Térğa) du bassin Côtiers Oranais (secteur C); les Oueds (Tafna, Mouillah) ainsi que les barrages (Boughrara et Beni Bahdel), s'inscrivent dans le bassin de la Tafna (secteur D).

On a constaté que la composition diatomique de la campagne 2016 est très riche et diversifiée. Ainsi, l'étude microfloristique dans le (bassin Côtier Dahra, secteur A) nous a permis d'inventorier 37 espèces et variétés réparties en 21 genres. Cependant, l'inventaire taxonomique du (secteur B1) a révélé 36 espèces et variétés réparties en 22 genres. Toutefois, les Oueds du (secteur C), se caractérisent par 31 espèces et variétés réparties en 13 genres. Quant au (secteur D) se caractérisant par des Oueds et des barrages, c'est le plus riche spécifiquement et génériquement, se distinguant par 53 espèces et variétés réparties en 28 genres.

Les indices (IBD et l'IPS) des campagnes analysées ont permis de définir la qualité des points d'eau étudiés (Oueds et barrages).

Les prélèvements de la campagne (2012) traduisent que l'eau est de qualité mauvaise de l'amont jusqu'à l'aval de Oued Derdouse (bassin de Chélif), qui est un affluent de Oued Chélif.

La qualité des cours d'eau analysés pour la campagne 2013 démontre les résultats suivants :

Dans le secteur A (Côtier Dahra) l'eau de Oued Kramis est de qualité moyenne à mauvaise.

Également, l'eau est de qualité mauvaise à Oued Abid (secteur A).

En outre, dans le secteur B1 (bassin de Chélif) l'eau est de qualité médiocre à mauvaise à Oued Derdouse.

Concernant, Oued Kerrada (secteur B1) l'eau est médiocre.

Également, dans le secteur C, Oued El Malah du bassin (Côtiers Oranais), se caractérise aussi par une qualité d'eau médiocre.



Toutefois, dans le secteur B2 (bassin de Chéelif) en campagne 2014, l'eau est de qualité moyenne en amont de Oued Rhiou. Tandis que, la qualité de l'eau est médiocre en aval, très proche du barrage de Gargare.

Cependant, les indices biologiques (IBD et l'IPS) de la campagne 2016, ont révélé les résultats suivants :

Au secteur A (bassin Côtier Dahra), Oued Yeghbel témoigne une eau de qualité médiocre à moyenne. Toutefois, l'eau est de qualité mauvaise dans l'Oued Zerrifa. En revanche, l'eau est de qualité bonne dans l'Oued Kramis.

Également, dans le bassin de Chéelif (secteur B1) la qualité de l'eau est bonne dans l'Oued Kerrada. Cependant, Oued Achasta témoigne d'une eau de qualité moyenne.

Quant au bassin Côtiers Oranais (secteur, C), la qualité de l'eau est mauvaise à médiocre à Oued El Malah. Cependant, l'eau est de qualité moyenne à mauvaise à Oued Térğa.

Toutefois, dans le bassin de la Tafna (secteur D), l'eau est de qualité mauvaise à moyenne à Oued Tafna. L'eau est de qualité mauvaise dans : Oued Mouillah, barrage de Boughrara et barrage de Beni Bahdel. Cependant, l'eau est de bonne qualité dans le dernier échantillon (d31), qui se localise en amont de Oued Tafna (localité de Ain Taga).

#### IV. ÉCOLOGIE ET PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES DES COURS D'EAU

Cette partie porte sur des analyses comparatives diatomiques et physico-chimiques des cours d'eau. Les compositions diatomiques et les calculs des différents indices (Diversité, Equitabilité, IBD et IPS), ont été confrontés aux paramètres physico-chimiques mesurés pour certains cours d'eau, prélevés en 2016 (Tab. 20). Ceci pour comprendre l'influence des caractères abiotiques (physico-chimiques) des cours d'eau sur la répartition et la diversité des espèces diatomiques ainsi que la qualité de l'eau.

Échantillons	Campagne	Oueds et barrages	Secteurs	Bassins Hydrographiques
a5	2016	Oued Yeghbel	Secteur A	<b>Bassin Côtier Dahra</b>
a6		Oued Zerrifa		
a7		Oued Kramis		
b16		Oued Kerrada	Secteur B	<b>Bassin de Chéelif</b>
b17		Oued Achasta		
c22		Oued El Malah	Secteur C	<b>Bassin Côtier Oranais</b>
c23				
c24				
c25				

**Tab. 20** : Tableau présentant les échantillons étudiés (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016 par secteurs et par bassins hydrographiques.

L'ensemble des données quantitatives et qualitatives des diatomées sont représentées sous forme de tableaux et de graphes exprimant les fréquences des diatomées.

Les échantillons (a5, a6, a7, b16 et b17) ont été prélevés sur les Oueds (Yeghbel, Zerrifa, Kramis, Kerrada et Achasta) respectivement (Fig. 53). Ces derniers se situent dans la région de Mostaganem à environ 120 Km au Nord-Est de la ville d'Oran. Quant aux autres échantillons (c22, c23, c24 et c25) ont été échantillonnés sur les Oueds (El Malah et Térğa) respectivement, se localisant au Sud-Ouest d'Oran, dans la région d'Ain Témouchent (Fig. 58).

Les calculs des Indices suivant : l'Indice de Diversité de Shannon-Weaver (1949), l'Indice d'Équitabilité « E » d'après (Piélou, 1966), l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et l'Indice de Polluosensibilité spécifique (IPS), ont été confrontés aux paramètres physico-chimiques.

Les résultats de l'Indice Biologique Diatomée (IBD), nous ont permis de réaliser une carte illustrant une reconstitution de la qualité biologique des réseaux hydrographiques dans les secteurs (A, B et C) en 2016.

### 1. Composition diatomique

L'étude microfloristique nous a permis d'inventorier 72 espèces et variétés réparties en 32 genres (Annexe. 10). La microflore diatomique est représentée par les Pennatophycidées. La prolifération de ces taxons est liée probablement à leur environnement. Le contenu microfloristique a révélé une richesse générique et spécifique, dans les cours d'eau du bassin de Chélif. On a constaté (13 genres et 22 espèces) dans Oued Kerrada (b16) et (12 genres et 15 espèces) dans Oued Achasta (b17) voir (Annexe. 10). Tandis que, les cours d'eau du bassin Côtiers Dahra se caractérisent par 07 genres dans les deux Oueds Yeghbel a5 et Zerrifa a6. Quant au niveau spécifique, on a constaté 9 espèces dans a5 (Oued Yeghbel) et 11 espèces dans a6 (Oued Zerrifa). Alors que, Oued Kramis (a7) se distingue par 8 genres et 14 espèces.

Les prélèvements b16 (Oued Kerrada) et b17 (Oued Achasta) sont dominés par les genres *Fragilaria* avec (15%) et *Brachysira* avec (30%) respectivement. Tandis que, les échantillons a4 (Oued Yeghbel) et a7 (Oued Kramis) se caractérisent par la prédominance du genre *Nitzschia* avec (53% dans a4 et 68% dans a7). Quant à l'échantillon a6 (Oued Zerrifa), il se distingue par l'abondance du genre *Fallacia* avec (53.5%).

Concernant, la composition diatomique des cours d'eau du bassin Côtiers Oranais (Annexe. 10) : les échantillons de l'Oued El Malah (c22 et c23) et l'Oued Térğa (c25) se constituent du même nombre de genre et d'espèce (7 genres et 11 espèces). Cependant, l'échantillon (c24) du cours d'eau (Oued Térğa) est plus riche avec 8 genres et 14 espèces. Les

genres *Tryblionella* avec (35%) et *Nitzschia* avec (45.75%) sont abondants dans (c22 et c23) respectivement. L'échantillon (c24) se caractérise par la prédominance de (*Nitzschia* avec 26.25% et *Navicula* avec 23.75%), tandis que (c25) se distingue par la dominance de *Gomphonema* avec 35% et *Nitzschia* avec 26.25%.

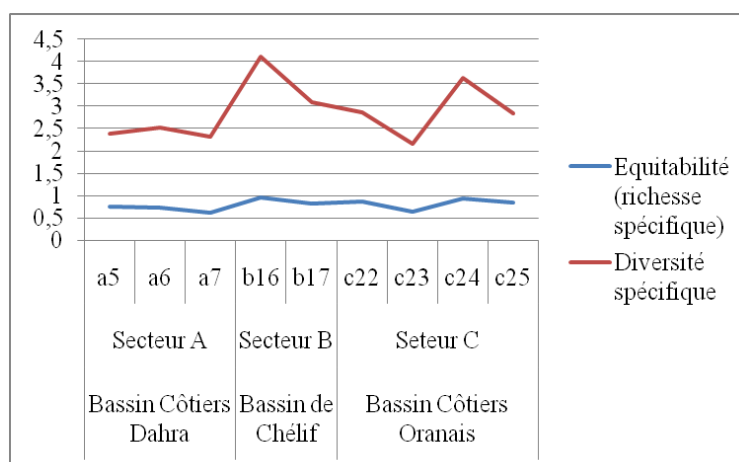
À partir de l'inventaire microfloristique des neufs échantillons analysés dans le présent chapitre, différents indices ont été calculés (Tab. 21) : l'Indice de Diversité de Shannon-Weaver, l'Indice d'Équitabilité, l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et l'Indice de Polluosensibilité spécifique (IPS).

## 2. Indice de Diversité de Shannon-Weaver et Indice d'Équitabilité

	Bassin Côtier Dahra			Bassin de Chélif		Bassin Côtiers Oranais			
	Secteur A			Secteur B		Secteur C			
	a5	a6	a7	b16	b17	c22	c23	c24	c25
Équitabilité (richesse spécifique)	0,75	0,73	0,62	0,95	0,81	0,86	0,65	0,93	0,83
Diversité spécifique	2,38	2,53	2,32	4,1	3,09	2,85	2,16	3,63	2,83

**Tab. 21 :** Richesse spécifique et diversité des échantillons (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016.

La diversité spécifique calculée à partir de l'indice de Shannon-Weaver (1949) montre que les valeurs maximales sont observées à Oued Kerrada (b16) avec (4.1), Oued Terga (c24) avec (3.63), Oued Achasta (b17) avec (3.09), Oued El Malah (c22) avec (2.85) et Oued Terga (c25) avec (2.83). Tandis que les valeurs minimales sont enregistrées à Oued Zerrifa (a6) avec (2.53), Oued Yeghbel (a5) avec (2.38), Oued Kramis (a7) avec (2.32) et Oued El Malah (S23) avec (2.16). À noter que l'Indice d'Équitabilité de Piélou (1966) décrit une évolution similaire à celle de l'Indice de Shannon (Tab. 21 ; Fig. 67).



**Fig. 67 :** Richesse spécifique et diversité des échantillons (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016

### 3. Indices Biologiques (IBD et IPS)

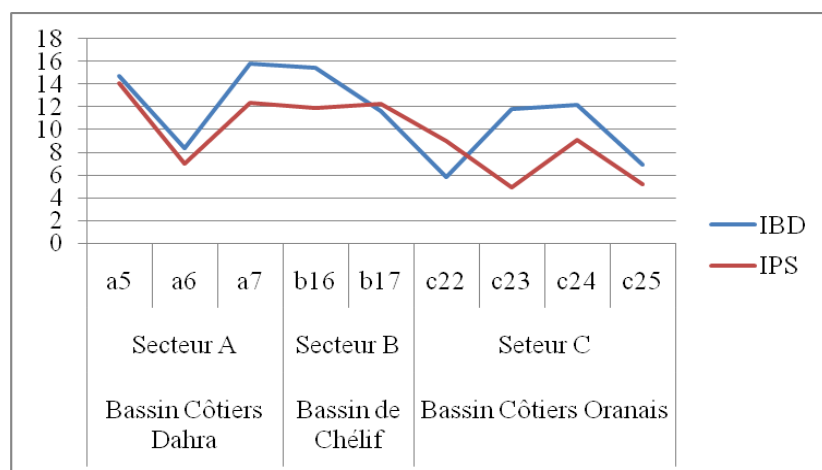
L'Indice Biologique Diatomées (IBD) d'après (Lenoir et Coste 1996, AFNOR 2000) et l'Indice de Polluosensibilité spécifique (IPS) d'après (CEMAGREF, 1982) d'après (Zelinka et Marvan (1961) sont représentés dans (Tab. 22).

	Bassin Côtiers Dahra			Bassin de Chélif		Bassin Côtiers Oranais			
	Secteur A			Secteur B		Secteur C			
	a5	a6	a7	b16	b17	c22	c23	c24	c25
IBD	14,7	8,3	15,8	15,4	11,6	5,8	11,8	12,2	6,9
IPS	14,1	7	12,4	11,9	12,3	9	4,9	9,1	5,2

**Tab. 22 :** Les indices Biologiques (IBD et IPS) des échantillons (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016

Les différents indices (IBD et l'IPS) des prélèvements sont exprimés dans (Tab. 22 ; Fig. 68). Ces valeurs traduisent les résultats suivants :

- l'eau est de bonne qualité dans les cours d'eau : Oued Yeghbel (a5), Oued Kramis (a7) et Oued Kerrada (b16) ;
- l'eau est de qualité moyenne dans Oued Achasta (b17), Oued El Malah (S23) et Oued Térğa (S24) ;
- l'eau est de qualité médiocre dans Oued Zerrifa (a6), Oued El Malah (c22) et Oued Térğa (c25).



**Fig. 68 :** Présentation des indices biologiques (IBD et IPS) dans les stations mesurées (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016

#### 4. Paramètres physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques (Tab. 23) des cours d'eau étudiés ont été fournis par l'Agence Nationale des Ressources Hydriques d'Oran (ANRH) en 2016.

Échantillons	T C°	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> H <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	C 20° µs/cm	Minér mg/l	RS 105° mg/l	PH
a5	19	114	75	269	4	460	355	0	259	13	2160	1639	1820	7,56
a6	23,5	276	204	932	21	1314	1365	0	379	24	5370	4076	4480	7,51
a7	21,5	211	96	460	11	657	965	0	120	5	3095	2349	2540	7,81
b16	17,5	211	207	690	9	1425	820	0	312	10	4650	3529	3780	7,69
b17	19,5	81	83	299	2	328	422	0	359	6	2040	1540	1480	7,85
c22	20	195	121	667	22	1182	289	0	476	18	4090	3104	3200	7,55
c23	23	227	114	662	21	1248	268	0	433	25	4300	3264	3260	7,51
c24	20	65	80	278	19	460	131	0	268	51	1761	1337	1280	7,37
c25	20	81	58	306	18	460	159	0	262	45	1780	1351	1300	7,38

**Tab. 23 :** Paramètres physico-chimiques des échantillons étudiés (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016

On constate d'après (Tab. 23) que les valeurs de la température des cours d'eau étudiés sont entre 17.5°C et 23.5°C. D'après (Fawzi et *al.*, 2001), la température influence plusieurs paramètres physico-chimiques de l'eau, comme l'oxygène dissous, les nutriments et la conductivité. Par ailleurs, la valeur du pH de l'eau enregistrée dans les différents Oueds analysés est comprise entre (7.37 et 7.85), indiquant ainsi un pH alcalin dans les cours d'eau analysés. Notant aussi que le pH (potentiel hydrogène) est le reflet de la concentration d'une eau en ions H<sup>+</sup>. La valeur du pH des cours d'eau est en fonction du sous-sol de leur bassin versant. Ainsi un (pH > 7) est en régions calcaires où les eaux sont basiques et fortement minéralisées. Cependant,

il est bien connu que le pH contrôle plusieurs processus chimiques et biochimiques (Fawzi et *al.*, 2001). Une forte variabilité dans la composition des communautés de diatomées est observée particulièrement dans les régions où les cours d'eau ont une faible capacité tampon (milieu généralement à faible pH). L'eutrophisation peut dans ce cas provoquer une augmentation du pH. L'effet de l'eutrophisation sur le pH est moindre dans les cours d'eau ayant une concentration naturelle élevée en minéraux (Fawzi et *al.*, 2001). Parallèlement, les valeurs de la conductivité ( $C_{20}^{\circ}$   $\mu\text{s/cm}$ ) et de la minéralisation enregistrent des similitudes. Toutefois, les valeurs de la conductivité les plus élevées sont enregistrées dans les échantillons : Oued Zerrifa (a6) avec (5370  $\mu\text{s/cm}$ ) et Oued Kerrada (b16) avec (4650  $\mu\text{s/cm}$ ), ainsi que dans les prélèvements de Oued El Malah (c23 avec 4300  $C_{20}^{\circ}$   $\mu\text{s/cm}$  et c22 avec 4090  $C_{20}^{\circ}$   $\mu\text{s/cm}$ ). Par contre, les minimales sont enregistrées dans Oued Térğa (c24 avec 1761  $C_{20}^{\circ}$   $\mu\text{s/cm}$  et c25 avec 1780  $C_{20}^{\circ}$   $\mu\text{s/cm}$ ). D'après (Fawzi et *al.*, 2001), la salinité réfère à tous les anions et cations dissous dans l'eau (Ca, Mg, Na, K,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{SO}_4$ , Cl). Elle est majoritairement tributaire des sels dissous (ions majeurs dissous) provenant de la pluie, de la roche-mère ou des apports en nutriments naturels ou anthropiques. Par ailleurs, la minéralisation est plus importante dans les échantillons a6 avec (4076 mg/l) et b16 avec (3529 mg/l) des Oueds (Zerrifa et Kerrada) respectivement, ainsi que dans Oued El Malah (c23 et c22) enregistrant (3264 mg/l) et (3104 mg/l) respectivement. Ces valeurs montrent des similitudes entre les deux paramètres (conductivité électrique et la minéralisation). La résistance ionique des concentrations en chlorure ( $\text{Cl}^-$ ), magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) et sodium ( $\text{Na}^+$ ) a enregistré la même hausse de valeur dans les mêmes échantillons citée précédemment (b16, a6, c22 et c23). La concentration des chlorures est généralement inférieure à 1425 mg/l. Autre part, le calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) enregistre des valeurs plus élevées dans (a6, b16 et a7) avec (276, 211 et 211 mg/l) respectivement. Il est à noter qu'une seule valeur importante a été enregistrée au niveau du bassin Côtiers Oranais dans (c23) avec (227 mg/l). Quant aux concentrations minimales de  $\text{Ca}^{++}$ , il a été signalé la valeur de (81 mg/l) dans l'échantillon b17 (bassin de Chélif) et les valeurs de (65 mg/l et 81 mg/l) dans (c24 et c25) respectivement du bassin Côtiers Oranais. Pour les teneurs du ( $\text{K}^+$ ), les eaux les plus riches en potassium ( $\text{K}^+$ ) ont été observées dans les cours d'eau du bassin Côtiers Oranais, dans les échantillons : c22 avec (22 mg/l), c23 avec (21 mg/l), c24 avec (19 mg/l) et c25 avec (18 mg/l). Par contre, ceux des cours d'eau du bassin de Chélif sont moins riches en potassium. Autre part, les valeurs de sulfate ( $\text{SO}_4^-$ ) sont élevées dans les cours d'eau du bassin Côtier Dahra (a6 avec 1365 mg/l et a7 avec 965 mg/l), ainsi dans b16 avec 820 mg/l (bassin de Chélif). Tandis que, les minimales ont été signalées au niveau des cours d'eau du bassin Côtiers Oranais (c24 avec 131 mg/l et c25 avec 159 mg/l). Les concentrations des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) enregistrés au niveau des

échantillons du bassin Côtiers Oranais sont (c24 avec 51 mg/l, c25 avec 45 mg/l, c23 avec 25 mg/l et c22 avec 18 mg/l). Tandis que les valeurs minimales sont enregistrées dans les prélèvements des bassins (Côtier Dahra et Chéelif). Les valeurs de concentration en bicarbonate sont plus importantes au niveau des cours d'eau du bassin Côtiers Oranais dans c22 et c23 avec (476 mg/l et 433 mg/l) respectivement. Tandis que la valeur la plus minimale est au niveau de l'échantillon a7 avec (120 mg/l) dans le bassin Côtier Dahra.

### 5. Carte de la qualité de l'eau des Oueds étudiés

À partir des Indices Biologiques (IBD et IPS), une carte de la qualité des cours d'eau analysés est représentée (Fig. 69).

Les échantillons (a5 et a7) du bassin Côtier Dahra et (b16) du bassin de Chéelif sont de bonne qualité sur les affluents : Oued Yeghbel (a5) et Oued Kramis (a7) et Oued Kerrada (b16). Ceci est approuvé par la prolifération de (*Nitzschia denticula* avec 40% et *Brachysira neglectissima* avec 26%) dans Oued Yeghbel (a5) et de (*Nitzschia denticula* avec 55% et *Amphora holsatica* avec 15%) dans Oued Kramis (a7), ainsi que de (*Fragilaria brevistriata* avec 15% et *Denticula tenuis* avec 10%) dans Oued Kerrada (b16). L'analyse de ces prélèvements montre un peuplement de milieu à pH alcalin avoisine la neutralité, bien oxygéné, modérément minéralisé, pauvre en matière organique et sensible à la pollution.

L'eau est de qualité moyenne dans l'Oued Achasta (b17). Ce dernier, appartenant au bassin de Chéelif se caractérise par la prédominance de *Brachysira neglectissima* avec (30%), *Denticula subtilis* avec (20%) et *Ulnaria ulna* avec (11.25%). Ces taxons supportent des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, bien oxygénés, modérément minéralisés et pauvres en nutriments.

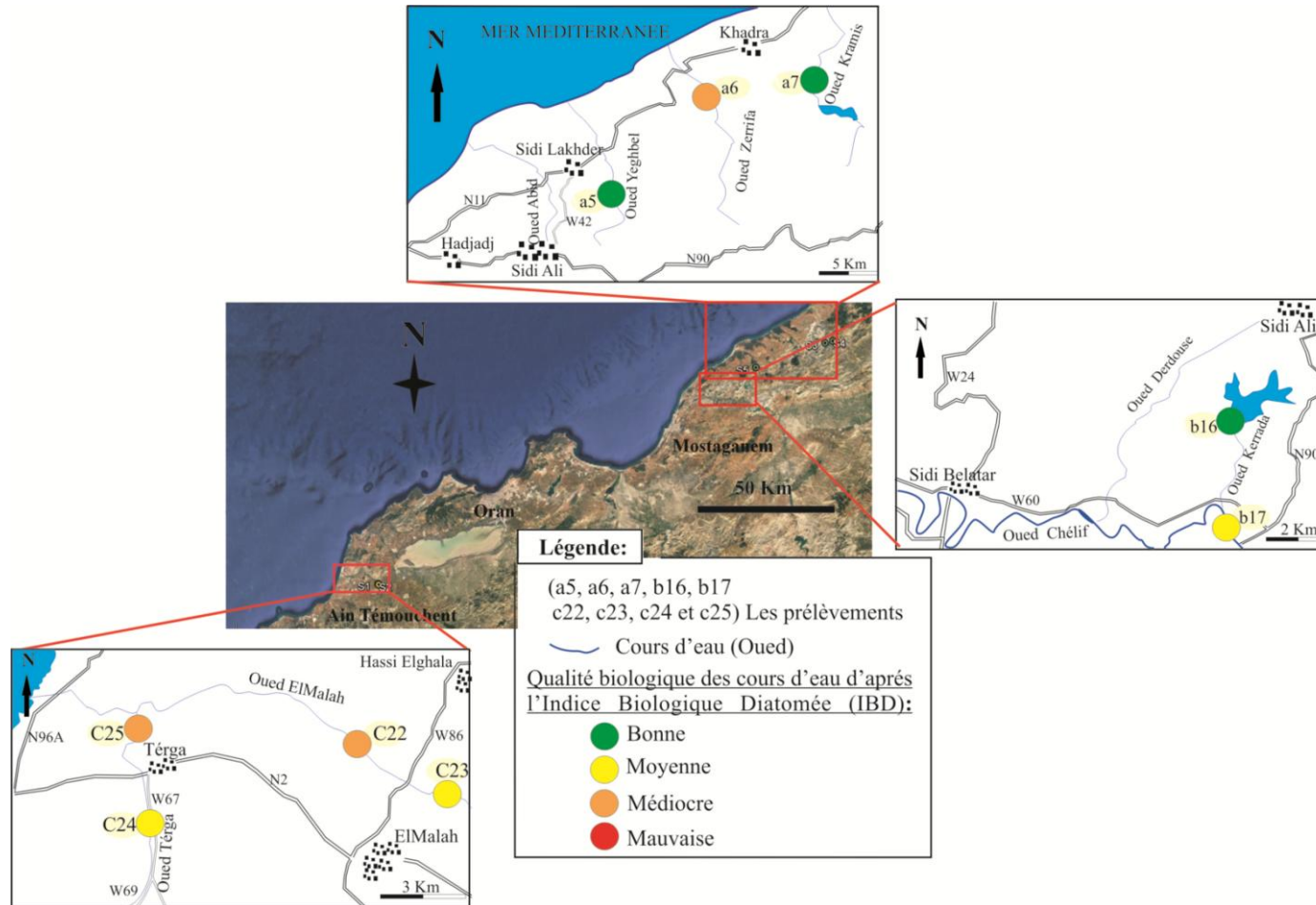
La qualité de l'eau est médiocre dans l'Oued Zerrifa (a6), qui se situe dans le bassin Côtier Dahra. Cet échantillon se distingue par la prolifération de *Fallacia pygmaea* avec (46.25%), la fréquence de *Nitzschia sigmoidea* avec (17.5%), *Fallacia subluvida* avec (7.5%), *Nitzschia supralitorea* avec (7.5%) et *Tryblionella apiculata* avec (6.25%), indiquant un milieu à pH neutre à alcalin, bien oxygéné, modérément minéralisé et pauvre en nutriments.

Par ailleurs, concernant les échantillons (c22, c23, c24 et c25) du bassin Côtiers Oranais (Fig. 69), la qualité de l'eau obtenue sur l'Oued El Malah et l'Oued Térğa est sensiblement moins bonne. On a constaté que, l'eau est d'une qualité moyenne dans les échantillons c23 (Oued El Malah) et c24 (Oued Térğa) à médiocre au niveau des échantillons c22 (Oued El Malah) et c25 (Oued Térğa).

Le prélèvement (c23) de Oued El Malah se caractérise par l'abondance de *Nitzschia palea* avec (45%), la fréquence de *Fallacia subllucida* avec (16.25%) et *Navicula caterva* avec (12.5%). Parallèlement, l'échantillon (c24) de Oued Térğa se distingue par la prolifération des taxons (*Nitzschia palea* avec 13.75%, *Gomphonema pseudoaugure* avec 11.75%, *Adlafia minuscula* avec 11.25% et *Navicula cryptocephala* avec 11.25%). Le peuplement diatomique de (c23) et (c24) se caractérise par l'abondance de l'espèce *Nitzschia palea* qui préfère les milieux à faible teneur en oxygène et tolérante un niveau de pollution tant vis-à-vis de la matière organique que des nutriments et supporte l'assèchement du milieu.

Quant aux échantillons c22 de (Oued El Malah) et c25 de (Oued Térğa) témoignant d'une eau de qualité médiocre, se caractérisent par la prolifération de *Tryblionella hyngarica* avec (25%), *Gomphonema variostigmatum* avec (16.25%), *Nitzschia palea* avec (15.5%) et *Mayamea atomus* avec (12.5%) dans c22 (Oued El Malah). Parallèlement, on note aussi la prédominance de *Gomphonema psedoaugure* avec (25%), *Nitzschia palea* avec (17.5%), *Luticola geoppertina* avec (17.5%) et *Mayamea atomus* avec (13.75%) dans c25 (Oued Térğa). Ces échantillons se caractérisent par des espèces indicatrices de pollution organique et pouvant tolérer un niveau de pollution modéré à fort, le pH est alcalin (THUN) *Tryblionella hyngarica* et (MAAT) *Mayamea atomus*.





**Fig. 69 :** Carte représentant la qualité biologique des cours d'eau d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) dans les secteurs étudiés (Octobre, 2016).

## 6. Discussion

Les données du tableau (Tab. 24) et de la figure (Fig. 69) peuvent être résumées comme suit : les valeurs du pH de l'eau des différents Oueds analysés sont comprises entre (7.37 et 7.85), indiquant ainsi un pH alcalin de ces cours d'eau. Ceci est confirmé par la prolifération des espèces alcalines. Par ailleurs, la flore diatomique est particulièrement pauvre en *Pinnularia* et d'autres genres acidophiles qui ne sont représentés que par les espèces les plus tolérantes et indifférentes au pH, cas de *Pinnularia gibba* Ehrenberg (Fawzi, et al., 2001).

La plupart des sels minéraux en solution sont de bons conducteurs. Par contre, les composés organiques sont de mauvais conducteurs. Les valeurs les plus élevées de la conductivité ont été enregistrées dans les échantillons a6 (Oued Zerrifa) avec (5370  $\mu\text{s/cm}$ ) du bassin Côtier Dahra et b16 (Oued Kerrada) avec (4650  $\mu\text{s/cm}$ ) du bassin de Chéelif. Quant aux minimales, ont été observée au niveau du bassin Côtiers Oranais dans les échantillons de Oued Térğa (c24 et c25) enregistrant (1761  $\mu\text{s/cm}$  et 1780  $\mu\text{s/cm}$ ) respectivement. Ceci est en concordance, avec les résultats de la qualité des eaux enregistrés dans ces mêmes prélèvements (Fig. 69). Il a été constaté que les valeurs de la minéralisation montrent des similitudes par rapport à celles de la conductivité.

Les concentrations des nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ) au niveau des échantillons du bassin Côtiers Oranais (c24, c25 et c23) ont enregistrées (51 mg/l, 45 mg/l et 25 mg/l) respectivement, mises à part (c22 avec 18 mg/l). Cependant, les valeurs minimales ont été observées dans les prélèvements (b16 et b17) du bassin de Chéelif et (a5, a6 et a7) du bassin Côtier Dahra avec (10 mg/l et 6 mg/l) et (13 mg/l, 24 mg/l et 5 mg/l) respectivement.

Toutefois, la topographie du terrain (pente) améliore la qualité des cours d'eau, où les eaux courantes, oxygénées favorisent la dégradation de la matière organique par les bactéries et permettent la prolifération des espèces hypertrophes. En effet, les altitudes des bassins (Côtier Dahra et Chéelif) sont plus hautes par rapport à celles du bassin Côtiers Oranais. Ceci a été constaté dans les échantillons Oued Yeghbel (a5) et Oued Achasta (b17), dont les altitudes sont respectivement de 253 m et 234 m. Par contre, malgré sa basse altitude (16 m), l'Oued Kerrada (b16) est de bonne qualité. Ceci peut être expliqué par le fait qu'il est situé à proximité d'une retenue d'eau destinée à l'irrigation qui est certainement protégée contre tout déversement de polluants. Concernant, les eaux de l'Oued Kramis (a7) sont de bonne qualité, malgré leur position altimétrique (58 m). Cet échantillon (a7) est situé à la sortie du barrage Kramis et proche des lâchées d'eaux. Concernant, la station de l'Oued Zerrifa (a6) se situant en aval, ainsi ce dernier (a6) est facilement influencé par la pollution. Du côté du bassin Côtiers Oranais, on a constaté que les Oueds : El Malah (c23) et Térğa (c24) sont utilisés pour l'irrigation malgré leur

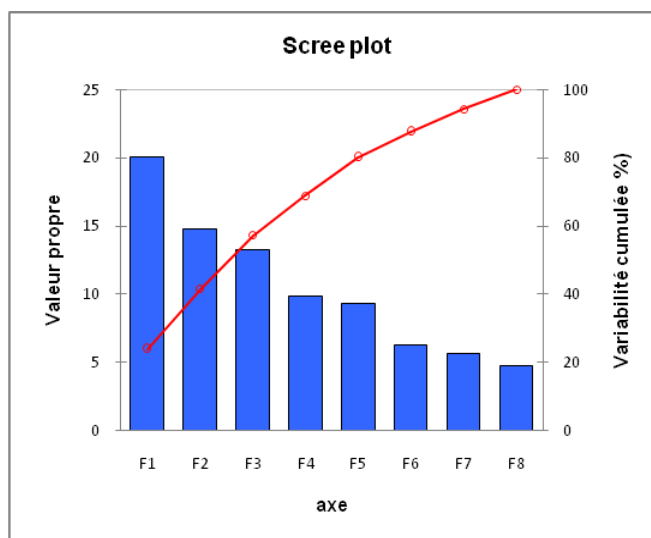
qualité moyenne (Tab. 24 ; Fig. 64). Par ailleurs, les altitudes de c22 (Oued El Malah) et c25 (Oued Térğa) sont basses (51 m et 11 m) respectivement, car plus on se rapproche de l’embouchure (plage de Térğa) les altitudes diminuent et la qualité des cours d’eau se détériore (Fig. 69).

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Valeur propre	20,062	14,809	13,233	9,813	9,358	6,314	5,631	4,781
Variabilité (%)	23,883	17,630	15,753	11,682	11,140	7,516	6,703	5,692
% cumulé	23,883	41,513	57,266	68,948	80,089	87,605	94,308	100,000

**Tab. 24 :** Valeurs propres (logiciel XLSTAT).

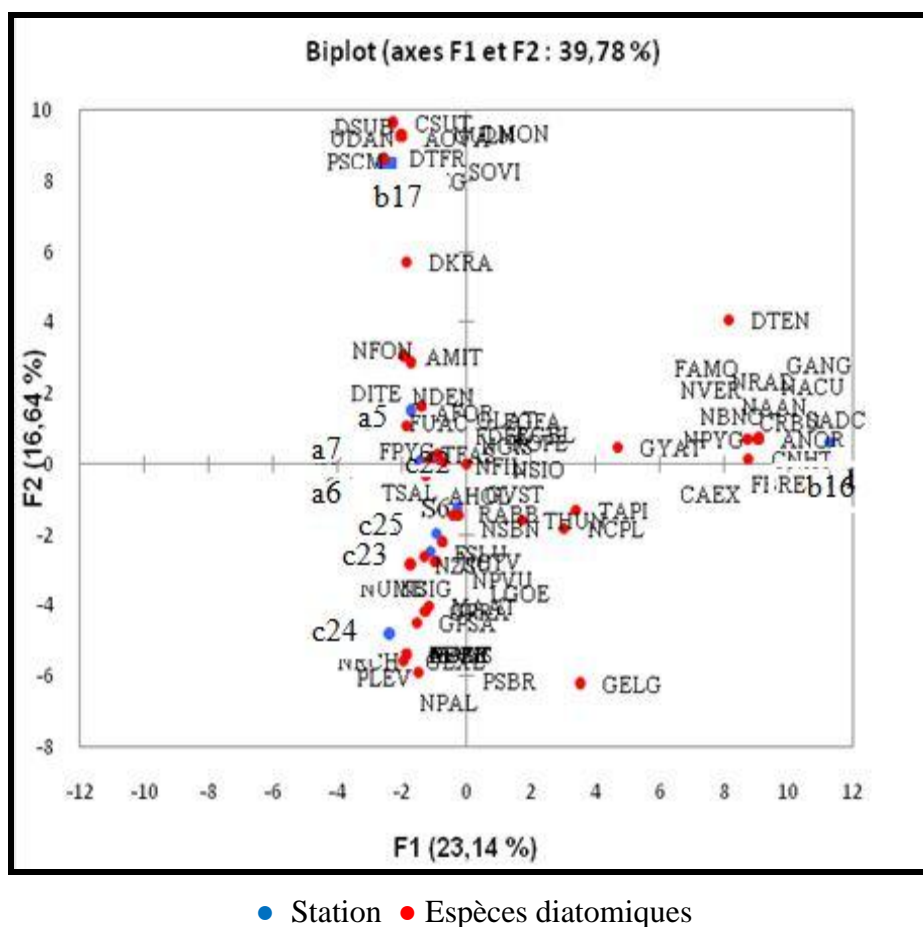
L’Analyse en Composantes Principales ACP (Tab. 24) est une méthode statistique multidimensionnelle essentiellement descriptive. Son objectif est la représentation, sous forme graphique, d’un maximum d’informations contenues dans un tableau de données. Cette méthode d’analyse de données sert à mettre en évidence des similarités ou des oppositions dans la série et à repérer les variables les plus corrélées entre elles. Afin de faciliter l’interprétation des résultats des ACP, on a utilisé le logiciel statistique appelé : XLSTAT. Sur le tableau ci-dessus sont reportés les valeurs propres de chaque axe factoriel, les pourcentages de la variance totale et leurs cumuls.

On remarque que le premier axe a une valeur propre égale à 20,062 expliquant 23,883 % de la variance totale. Le second axe a une valeur propre égale à 14,809 expliquant 17,63 % de la variance totale. Ceci montre que les deux premiers axes ne représentent que 41,51 % de la variance totale.



**Fig. 70 :** Histogramme des valeurs propres.

On peut aussi présenter l'ensemble des axes sous forme d'histogramme (Fig. 70). Mis à part le premier axe, d'après ce graphe, les écarts entre les valeurs propres sont réduits.

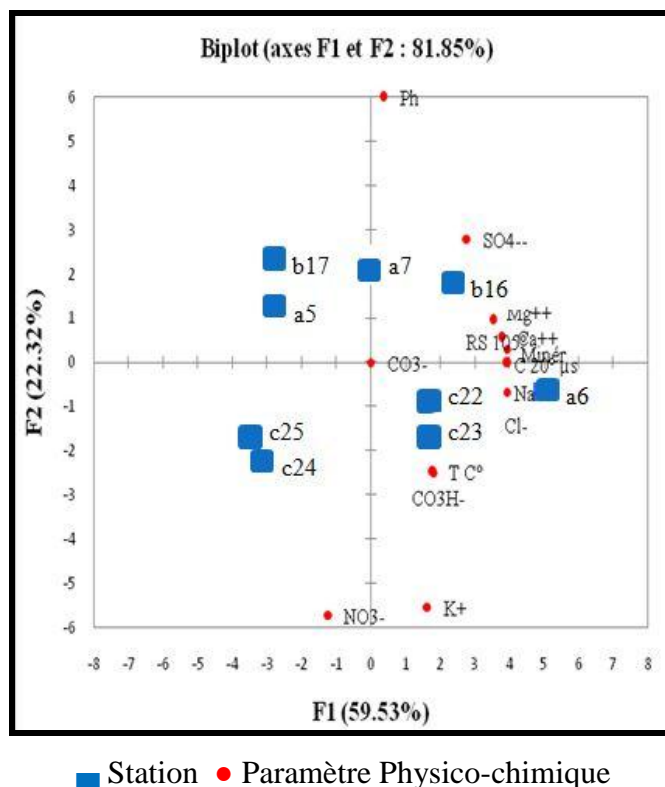


**Fig. 71** : Répartition des espèces et des Stations dans le plan formé par les axes F1 et F2.

D'après l'analyse factorielle appliquée sur les neufs stations, présentées dans la figure 71, les taxons diatomiques occupant le quart supérieur droit du plan factoriel, ont des liaisons "positives" avec les composantes principales CP 1 et CP 2 (Fig. 71). Les individus représentant ce groupe diatomique sont : *Denticula tenuis* (DTEN), *Frustulia amosseanae* (FAMQ), *Nitzschia vermicularis* (NVER), *Gomphonema augur* (GAUG), *Navicula radiosa* (NRAD), *Gomphonema angustatum* (GANG), *Nitzschia acuta* (NACU), *Navicula angusta* (NAAN), *Stauroneis macidoclinata* (SADC), *Navicula pygmaea* (NPYG), *Gyrosigma attenuatum* (GYAT), *Amphora normanii* (ANOR), *Campylodiscus noricus var.hibernicus* (CNHT) et *Fragilaria brevistriata* (FBRE). Ce groupe de diatomées correspond à l'échantillon b16 de Oued Kerrada.

Ceux qui se trouvent au centre du plan factoriel ne sont donc pas très bien expliqués par les composantes principales CP 1 et CP 2. L'analyse de la répartition des échantillons dans les plans factoriels permet de mettre en évidence les ressemblances et dissemblances existantes entre les échantillons en fonction de leur composition élémentaire. Afin d'identifier ces liens existant

entre les échantillons et leur composition physico-chimique, les coordonnées des observations dans le plan factoriel CP 1, CP 2 ont été représentés sur (Fig .72).



**Fig. 72 :** Corrélations des Paramètres physico-chimiques avec les Stations correspondantes

La répartition des échantillons sur le plan factoriel (F1, F2) a permis d'identifier quatre ensembles (Fig. 67). Le premier ensemble regroupe les échantillons mal expliqués par la composante principale 1 et 2, provenant du bassin Côtiers Oranais (c22 et c23) de Oued El Malah et du bassin Côtier Dahra (a6) Oued Zerrifa. Un deuxième groupe est essentiellement défini par deux échantillons (b16) Oued Kerrada et (a7) Oued Kramis, situés dans les bassins de (Chélif et Côtier Dahra) qui représentent des cours d'eau de bonne qualité. Un troisième ensemble regroupant les échantillons (b17) Oued Achasta et (a5) Oued Yeghbel des bassins de (Chélif et Côtier Dahra) qui sont d'une qualité moyenne à bonne. Enfin, un quatrième ensemble regroupant les échantillons (c24 et c25) du bassin Côtiers Oranais, représente une qualité moyenne à médiocre. Ces résultats sont en accord avec ceux de l'IBD et l'IPS.

## V. CONCLUSION

L'analyse microfloristique nous a permis d'inventorier 72 espèces et variétés réparties en 32 genres (Annexe. 10). La systématique des diatomées est représentée par les Pennatophycidées.

La diversité spécifique calculée à partir de l'indice de Shannon-Weaver (1949) marque de faibles valeurs et une distribution d'effectifs moins homogènes à Oued Zerrifa (a6), Oued Yeghbel (a5), Oued (a7) Kramis et Oued El Malah (c23). Tandis que des valeurs plus importantes sont enregistrées Oued Kerrada (b16), Oued (c24) Térğa, Oued Achasta (b17), Oued El Malah (c22) et Oued Térğa (c25). Ceci indique des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces et une bonne stabilité du peuplement. Par conséquent, les peuplements moins diversifiés se rencontrent dans les eaux très propres ou très polluées, tandis que les plus diversifiés dans les eaux de qualités intermédiaires. De même, l'indice d'équitabilité de Pielou (1966) décrit une évolution similaire à celle de l'indice de diversité spécifique.

Toutefois, l'état écologique (qualité d'eau) des cours d'eau étudiés a été évalué grâce aux résultats des indices IBD (Indice Biologique Diatomées) et IPS (Indice de Polluosensibilité Spécifique) ainsi que les données physico-chimiques des échantillons analysés :

- trois cours d'eau (b16, a5 et a7) sont de bonne qualité, représentés respectivement dans Oued Kerrada, Oued Yeghbel et Oued Kramis. L'analyse de ces cours d'eau montre un peuplement de milieu à pH alcalin avoisine la neutralité, bien oxygéné, modérément minéralisé, pauvre en matière organique et sensible à la pollution ;

- trois cours d'eau (b17, c23 et c24) sont de qualité moyenne dans les Oueds suivants (Achasta, El Malah et Térğa). Ces taxons supportent des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, bien oxygéné, modérément minéralisé et pauvre en nutriment ;

- trois cours d'eau (a6, c22 et c25) reflétant une qualité médiocre, dans les Oueds (Zerrifa, El Malah et Térğa). L'étude de ces échantillons indique l'existence d'espèces indicatrices de pollution organique, tolérant un niveau de pollution modéré à fort.

## VI. CONCLUSION GENERALE

Les données écologiques des diatomées sont les descripteurs bruts de leurs structures observées. Ainsi, leur variabilité naturelle, nous a permis une bioévaluation des eaux dans les quatre bassins hydrographiques étudiés en (2012, 2013, 2014 et 2016).

Dans le bassin de Chélif (secteur B1 et B2), quatre Oueds (Dedouse, Kerrada, Achasta et Rhiou) ont été étudiés.

Oued Dedouse, en 2012 se caractérise par des prélèvements, traduisant une qualité d'eau mauvaise de l'amont jusqu'en aval. Ceci est approuvé par la prolifération des espèces : *Nitzschia palea* (NPAL) et *Navicula halophila* (NHAL). La dernière forme *Navicula* est très abondante dans les échantillons de l'amont (Tab. 25).

En 2013, l'eau était de qualité médiocre à mauvaise à Oued Derdouse. Ceci a été prouvé par la prolifération des taxons *Navicula veneta* (NVEN) et *Nitzschia palea* (NPAL) voir (Tab. 26). Oued Derdouse se localisant en aval de la ville de Sidi Ali. Ceci rend l'Oued vulnérable par rapport à une pollution industrielle ou autres qui rejettent des charges polluantes dans un milieu naturel.

Dans Oued Kerrada, en 2013 l'eau était médiocre. Ceci est approuvé par l'abondance des taxons : *Nitzschia palea* (NPAL) et *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) voir (Tab. 25).

En 2016, la qualité de l'eau était bonne dans l'Oued Kerrada. Ceci est approuvé par la dominance de *Fragilaria brevistriata* (FBRE), ainsi que la fréquence du taxon *Denticula tenuis* (DITE) voir (Tab. 25).

Oued Achasta a été prélevé en 2016, témoignant d'une eau de qualité moyenne. Ceci est approuvé par la prédominance de *Brachysira neglectissima* (BNEG), *Denticula subtilis* (DSUB), *Ulnaria ulna* (UULU) et *Diatoma moniliformis* (DMON) voir (Tab. 25).

Concernant, la topographie des terrains du secteur (B1), les altitudes ne dépassent guère les 130 m, favorisant ainsi, la dégradation de la qualité des cours d'eau, où les engrais chimiques utilisés dans les activités agricoles sont acheminés par gravité.

Oued Rhiou en 2014, enregistre une qualité d'eau moyenne en amont et se caractérisant par la prolifération de *Diatoma tenuis* (DITE). Tandis que, la qualité de l'eau est médiocre en aval, qui est très proche du barrage Gargare. Ceci est conforté par la prédominance également de *Diatoma tenuis* (DITE) et *Achnantheidiums affine* (ACAF), ainsi que la présence de *Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT) voir (Tab. 25).

L'un des prélèvements se situant en amont et l'autre est proche des lâchées d'eaux du barrage Gargare, conforte les résultats de la qualité de Oued Rhiou. Cependant, ce secteur (B2) se situe à côté d'une agglomération (la ville de Oued Rhiou), où l'eau est probablement contaminée par des rejets industriels (pollution industrielle) et les eaux usées urbaines (Pollution domestique).

Dans le bassin Côtier Dahra (secteur A), les Oueds prélevés sont : Kramis, Abid, Yeghbel et Zerrifa.

En 2013 Oued Kramis, se caractérisait par une eau de qualité moyenne à mauvaise, approuvée par la prolifération des taxons : *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (AMIT), *Caloneis macedonica* (CMAC), *Brachysira vitrea* (BVIT) et *Nitzschia paleacea* (NPAE) voir (Tab. 25). Toutefois, la présence considérable de *Nitzschia paleacea* approuve la mauvaise qualité de cet Oued.

En 2016, Oued Kramis se caractérisait par une eau de qualité bonne et ceci est conforté par la prédominance de l'espèce *Nitzschia dissipata* (NDIS) et la fréquence de *Amphora holsatica* (AHOL) voir (Tab. 25).

En 2013, la qualité de l'eau de Oued Abid était mauvaise. Ceci est approuvé par la prédominance de l'espèce *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (AMIT) voir (Tab. 26).

En 2016, Oued Yeghbel témoignait une eau de qualité médiocre à moyenne et se caractérisait par la dominance de *Brachysira neglectissima* (BNEG), les formes : *Denticula subtilis* (DSUB) et *Ulnaria ulna* (UULN) se proliféraient en amont du Oued (Tab. 26). Les formes : *Nitzschia denticula* (NDEN) et *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* (AMIT) prédominent en aval de Oued Yeghbel (Tab. 25).

En 2016, Oued Zerrifa se caractérisait par une eau de qualité mauvaise. Ceci a été prouvé par la prolifération de *Fallacia pygmaea* (FPYG) et la fréquence des formes : *Nitzschia sigmoidea* (NSIO) ; *Fallacia sublucida* (FSLU) ; *Nitzschia supralitorea* (NZSU) et *Tryblionella apiculata* (TAPI) voir (Tab. 25).

Les Oueds analysés dans le bassin Côtiers Oranais (secteur C) sont El Malah et Terga.

En 2013, Oued El Malah se caractérisait par une eau de qualité médiocre. Approuvé par la prédominance des espèces : *Nitzschia fonticola* (NFON), *Navicula radiosa* (NRAD) et *Mayamea permitis* (MPMI) voir (Tab.25).

En 2016, Oued El Malah se distinguait par une qualité d'eau mauvaise en aval et médiocre en amont. Ceci est conforté par l'abondance de l'espèce *Nitzschia palea* (NPAL) et la fréquence des formes : *Tryblionella hungarica* (THUN) et *Mayamea atomus* (MAAT) voir (Tab. 25).

En 2016, l'eau était de qualité moyenne en amont à mauvaise en aval de l'Oued Terga. Ceci est approuvé par la dominance de *Nitzschia palea* (NPAL), ainsi que la présence considérable des taxons : *Gomphonema pseudoaugur* (GPSA), *Luticola geoppertiana* (LGOE) et *Amphora holsatica* (AHOL). Du côté de la topographie de ce bassin, on a constaté que les eaux



de Oued El Malah sont utilisées pour l'irrigation malgré leur qualité médiocre. Par ailleurs, les altitudes des points de prélèvement dans cet Oued sont basses (entre 51 m et 57 m). Plus on se rapproche de l'embouchure (plage de Térğa) les altitudes diminuent et la qualité des cours d'eau se détériore.

Concernant, le bassin de la Tafna (secteur D), les prélèvements ont été réalisés en 2016, où deux Oueds (Tafna et Mouillah) et deux barrages (Bouğhrara et Beni Bahdel), ont été étudiés.

Oued Tafna se caractérisait (2016) par une eau de qualité mauvaise à moyenne, conforté par l'abondance de *Pleurosira laevis* (PLEV), *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) et *Melosira varians* (MVAR) en aval (Tab. 26). Ainsi que la fréquence de *Navicula catalanogermanica* (NCAT). L'amont de Oued Tafna (Ain Taga) se distinguait par une qualité d'eau bonne. Ceci est approuvé par la prolifération des taxons : *Reimeria simuata* (RSIN) et *Reimeria uniseriata* (RUNI) voir (Tab. 25).

Oued Mouillah enregistrait une qualité d'eau mauvaise, approuvée par la prolifération *Nitzschia parvula* (NPAR) et la fréquence des taxons : *Gomphonema parvulum* (GPAR) et *Adlafia minuscula* (ADMS) voir (Tab. 25).

Le barrage de Bouğhrara était de qualité mauvaise, confortée par l'abondance de l'espèce *Nitzschia paleacea* (NPAE) et la fréquence des taxons : *Nitzschia palea* (NPAL) et *Nitzschia capitellata* (NCPL) voir (Tab. 25).

Également, le barrage de Beni bahdel, témoignant d'une eau de qualité mauvaise et se caractérise par la prédominance de l'espèce *Cyclotella ocellata* (COCE), la fréquence considérée des taxons : *Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT) et *Brachysira neglectissima* (BNEG) voir (Tab. 25).

La dernière partie de ce chapitre à été consacrée à des analyses comparatives diatomiques et physico-chimiques de neuf (09) cours d'eau prélevés en 2016, pour comprendre l'influence des caractères abiotiques des cours d'eau sur la biodiversité et des diatomées ainsi que la qualité de l'eau.

La microflore diatomique a révélé 72 espèces (32 genres), où les Pennatophycidées sont dominants. La diversité spécifique calculée à partir de l'indice de Shannon-Weaver (1949) marque de faibles valeurs et une distribution d'effectifs moins homogène dans les Oueds : Zerrifa, Yeghbel, Kramis et El Malah. Tandis que des valeurs plus importantes sont enregistrées dans les Oueds : Kerrada, Achasta, El Malah et Térğa. Ceci indique des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces et une bonne stabilité du peuplement. Par conséquent, si ces derniers sont moins diversifiés, ils se rencontrent dans les eaux très

propres ou très polluées, tandis que les plus diversifiés dans les eaux de qualités intermédiaires. De même, l'indice d'équitabilité de Piélou (1966) décrit une évolution similaire à celle de l'indice de diversité spécifique. Toutefois, l'état écologique des cours d'eau étudiés a été évalué grâce aux résultats des indices IBD et IPS ainsi que les données physico-chimiques des échantillons analysés :

- trois (03) Oueds (Yeghbel, Kramis et Kerrada) sont de bonne qualité. L'analyse de ces cours d'eau montre un peuplement de milieu à pH alcalin avoisine la neutralité, bien oxygéné, modérément minéralisé, pauvre en matière organique et sensible à la pollution ;

- un (03) Oueds (Achasta, El Malah et Terga) sont de qualité moyenne et se caractérisent par des taxons supportant des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, bien oxygénés, modérément minéralisés et pauvres en nutriment ;

- trois (03) Oueds (Zerrifa, El Malah et Terga) reflétant une qualité médiocre, ces cours d'eau se distinguent par des espèces indicatrices de pollution organique, tolérant un niveau de pollution modéré à fort.

La présente étude a montré que la principale force structurant les communautés diatomiques était l'environnement, liée à la topographie des différentes régions et à leur variabilité inter-annuelle. Ces résultats sont compatibles avec l'effet de limites de dispersion des espèces. Aussi nous proposons d'affiner la variabilité naturelle des communautés grâce à des données biologiques pluri-annuelles et d'étudier la possibilité d'utiliser des données régionales pour la détermination des valeurs spécifiques utilisées dans le calcul des indices diatomiques.

Code	Taxons	Significations écologiques
AMIT	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	C'est une forme affectionnant des eaux pauvres en matière organique, au pH proche de la neutralité, mais pouvant être assez minéralisées d'après (Peeters et Ector, 2017).
ACAF	<i>Achnantheidiums affine</i>	Elle caractérise les milieux généralement calcaires et faiblement alcalins, peu à moyennement minéralisés et bien oxygénés, ainsi qu'elle est sensible à la pollution organique (Bey et Ector, 2013).
ADMS	<i>Adlafia minuscula</i>	Espèce caractérisant les milieux au pH optimum proche de la neutralité, peu minéralisés, pauvres en matière organique, mais pouvant être moyennement riches en nutriments.
BNEG	<i>Brachysira neglectissima</i>	C'est un taxons supportant des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, bien oxygénés, modérément minéralisés et pauvres en nutriments (Bey et Ector, 2013).

BVIT	<i>Brachysira vitrea</i>	Elle indique les milieux calcaires au pH alcalin, pauvres en matière organique et en nutriments d'après (Bey et Ector, 2013).
CMAC	<i>Caloneis macedonica</i>	c'est une espèce cosmopolite dont l'écologie reste à définir (Bey et Ector, 2013).
COCE	<i>Cyclotella ocellata</i>	Elle est alcalinophile, se développant principalement en association avec des espèces périphytiques mésohalobes (Foged in Fan, 1994), se proliférant en association à des spicules d'éponges et restes de charophytes (indicateurs d'eaux peu profondes) d'après (Fan, 1994), ainsi qu'elle est indicatrice d'eaux oligosalines à méso-polysalines (Gasse et al., 1987) et sensible à la pollution organique, mais accepte des eaux à la minéralisation élevée et au pH alcalin.
DSUB	<i>Denticula subtilis</i>	C'est un taxon supportant des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, bien oxygénés, modérément minéralisés et pauvres en nutriments. Ainsi qu'elle est littorale, fréquente sur les suintements rocheux et sur les macrophytes immergées (Germain in Cocquyt, 1991), épipsammique, se prolifère aussi dans les milieux subaériens inondés périodiquement (Villeneuve et Pienitz, 1998), acidophile d'après (Gasse et al., 1987 ; Villeneuve et Pienitz, 1998) et considérée comme un taxon d'eau Meso à polysaline d'après (Gasse et al., 1987), ainsi que mesohalobe d'après (Villeneuve et Pienitz, 1998).
DITE	<i>Denticula tenuis</i>	Elle préfère les milieux au pH alcalin, moyennement à fortement minéralisés (Peeters et Ector, 2017)
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i>	C'est une espèce supportant des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, bien oxygénés, modérément minéralisés et pauvres en nutriments.
GANG	<i>Gomphonema angustatum</i>	Espèce caractérisant des eaux marquant la phase finale de l'autoépuration d'un cours d'eau (Butcher, 1947) ou des eaux oligotrophes (Schoeman, 1973).
GPAP	<i>Gomphonema parvulum</i>	Elle est épipélique à épipsammique, se proliférant dans les environnements subaériens inondés périodiquement (Servant-Vildary, 1986), alcaliphile (Gasse et al., 1987 ; Servant-Vildary, 1986), euryhaline limnobionte (Caljon et Cocquyt, 1992), polluo-résistante et tolérant des situations extrêmes de pollution (Bey et Ector, 2013).
AHOL	<i>Amphora holsatica</i>	Ces formes témoignent d'une pollution organique, affectionnant les milieux assez chargés en matière organique, pouvant contenir un fort taux de nutriments à conductivité moyenne et faiblement alcalins.
GPSA	<i>Gomphonema pseudoaugur</i>	
LGOE	<i>Luticola geoppertiana</i>	
FSLU	<i>Fallacia sublucida</i>	Elles tolèrent des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, bien oxygéné, modérément minéralisé et pauvre en nutriments.
FPYG	<i>Fallacia pygmacea</i>	
NSIO	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	

CHAPITRE IV : BIOINDICATION PAR LES DIATOMÉES ÉPILITHIQUES

NZSU	<i>Nitzschia supralitorea</i>	
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i>	
MAAT	<i>Mayamea atomus</i>	Ces espèces sont indicatrices de pollution organique et pouvant tolérer un niveau de pollution modéré à fort, le pH est alcalin.
THUN	<i>Tryblionella hungarica</i>	
FBRE	<i>Fragilaria brevistriata</i>	Forme planctonique, littorale, d'eau douce et alcaliphile (Gasse et al., 1987 ; Servant-Vildary, 1978)
MPMI	<i>Mayamea permitis</i>	Se développant dans les milieux chargés en matière organique d'après (Bey et Ector, 2013), elle supporte des concentrations élevées en nutriments, ainsi qu'elle est polluo-résistante. Cette même espèce est aussi observée dans des milieux à la pollution modérée et probablement associée à un micro-habitat tel que la décomposition organique d'autres algues, y compris les diatomées (Bey et Ector, 2013).
NCAT	<i>Navicula catalanogermanica</i>	C'est une forme qui indique des eaux saumâtres à douces moyennement à fortement minéralisées et au pH alcalin, tolérant d'assez fortes concentrations en matière organique ainsi que de hautes concentrations en nutriments et un taux modéré en oxygène dissous (Bey et Ector, 2013)
NHAL	<i>Navicula halophila</i>	C'est une forme halophile et polluo-résistante
NRAD	<i>Navicula radiosa</i>	Elle est acidophile d'eau douce (Gasse et al., 1987 ; Servant-Vildary, 1978), ainsi qu'elle est ubiquiste, tolérant les changements de la salinité ainsi que du pH et supporte l'agitation de l'eau (Foged, 1948). Elle a été répertoriée en Algérie dans les eaux sulfatées sodiques et les eaux sulfurées calciques des sources thermales (tolérant 5 mg/l d'hydrogène sulfaté libre à température atteignant 80°) ainsi que bicarbonatées calciques (Baudrimont, 1973), ne tolérant pas, ou très peu la pollution organique, mais plutôt indifférente aux autres paramètres de l'eau (Bey et Ector, 2013)
NVEN	<i>Navicula veneta</i>	Elle se développe dans les milieux de forte conductivité et marqués par un important taux de nutriments d'après Bey et Ector (2013), tolérant aussi des pollutions organiques élevées, ainsi qu'il est dominant dans les milieux pollués par des rejets industriels (Bey et Ector, 2013)
NCPL	<i>Nitzschia capitelata</i>	Elle indique les milieux d'eau douce et alcalifiante au pH alcalin, capables de tolérer un niveau de pollution important vis-à-vis de la matière organique que des nutriments (Bey et Ector, 2013).
NDEN	<i>Nitzschia denticula</i>	Elle caractérise un milieu à pH alcalin avoisinant la neutralité, bien oxygéné, modérément à fortement minéralisé, pauvre en matière organique et sensible à la pollution.
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i>	C'est une espèce qui peut se développer en tubes muqueux, colonisant divers supports (pierres, macrophytes, objets flottants...), étant indifférente à

		la teneur en oxygène, affectionnant les milieux fortement minéralisés et assez pauvres en matière organique, mais plutôt riches en nutriments et préférant les eaux alcalines (absente dans les milieux acides), ainsi que la présence de sel d'après Bey et Ector (2013).
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i>	Elle témoigne d'un milieu modérément à fortement minéralisé, au pH préférentiellement alcalin, tolérant un large éventail de niveaux de pollution, mais principalement présente dans des cours d'eau à teneurs en nutriments basses à modérées (Bey et Ector, 2013).
NPAL	<i>Nitzschia palea</i>	Elle est considérée comme l'une des meilleures indicatrices de pollution organique (Turoboyski, 1973 ; Kawecka, 1981). Elle domine également dans les eaux très riches en azote (Schoeman, 1976) ainsi que dans les eaux contaminées par les rejets d'eau usée domestique (Besch et al., 1972 ; Kawecka, 1981).
NPAE	<i>Nitzschia paleacea</i>	Elle se développe dans des eaux polluées.
NPAR	<i>Nitzschia parvula</i>	Elle caractérise les milieux au pH optimum alcalin, moyennement impactés par la matière organique (Bey et Ector, 2013).
MVAR	<i>Melosira varians</i>	Ces taxons affectionnent les milieux exempts de pollution organique, mais ils sont indifférents au taux de nutriments et acceptent des eaux fortement minéralisées, préférant une salinité (saumâtres à eaux douces) et se proliférant dans des milieux à pH généralement alcalin.
PLEV	<i>Pleurosira laevis</i>	
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	C'est un taxon se proliférant dans les eaux douces à légèrement alcalines, pouvant tolérer de fortes teneurs en nutriments et affectionne les milieux exempts de pollution organique (Peeters et Ector, 2017).
RSIN	<i>Reimeria simuata</i>	Elle est sensible à la pollution organique, mais assez tolérante vis-à-vis de la pollution par les nutriments d'après (Bey et Ector, 2013)
RUNI	<i>Reimeria uniseriata</i>	C'est une espèce des milieux au pH alcalin et moyennement minéralisés, plutôt tolérante à la pollution par les nutriments (Bey et Ector, 2013).
UULU	<i>Ulnaria ulna</i>	Elle supporte des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, bien oxygénés, modérément minéralisés et pauvres en nutriments.

**Tab. 25 :** Tableau présentant les caractères écologiques des principaux taxons bioindicateurs.

## **CHAPITRE V :**

# **CONCLUSION GÉNÉRALE**

### Conclusion générale

L'exploitation des prélèvements (échantillonnages) lors des campagnes (allant de 2012 à 2016) dans plusieurs cours d'eaux en analysant les diatomées périphytiques (et surtout épilithiques) de quatre bassins hydrographiques de l'Algérie nord occidentale : le bassin Côtier Dahra (secteur A : Kramis, Abid, Yeghbel et Zerrifa), le bassin de Chéelif (secteur B : Oued Derdouse, Oued Kerrada, Oued Achasta et Oued Rhiou), le Bassin Côtiers Oranais (secteur C : El Malah et Térge) et le bassin de la Tafna (secteur D : Oued Tafna et Mouillah ; barrages Boughrara et Beni Bahdel), nous a permis de réaliser un inventaire diatomique, l'analyse de la nature et la composition des peuplements diatomiques (biodiversité) et une bioévaluation des eaux courantes par le calcul de différents indices diatomiques, notamment l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et l'Indice de Polluo-sensibilité spécifique (IPS).

L'étude de la microflore diatomique a révélé 170 espèces et variétés de diatomées réunies en 46 genres, qui se caractérisent par l'abondance des formes Pennales avec 164 espèces. Alors que, les centriques ne sont représentées que par 06 espèces.

La biodiversité des cours d'eau analysés dans chaque bassin hydrographique montre les résultats suivants :

- le bassin Côtier Dahra (secteur A) se caractérise par 70 espèces et variétés (réunies en 28 genres) tout en se distinguant dans les Oueds (Kramis et Abid) par la dominance des espèces *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* et *Caloneis macedonica* dans la campagne de 2013. Les taxons : *Brachysira neglectissima* et *Nitzschia denticula* sont abondants dans Oued Yeghbel en 2016. Or que dans la même année (2016), l'Oued Kramis se caractérise, par la prolifération de *Nitzschia denticula* et la fréquence d'*Amphora holsatica* et l'Oued Zerrifa par la dominance de *Fallacia pygmea* et *Nitzschia sigmoidea* ;

- le bassin de Chéelif (secteurs B1 et B2) plus riche que les autres bassins, a révélé à lui seul 107 espèces et variétés (réunies en 34 genres) et se distingue par *Nitzschia palea* dans Oued Derdouse. Or que le taxon *Navicula halophila* est abondant dans les prélèvements en amont de l'Oued et semble être relayé en aval de l'Oued par *Gomphonema angustatum*. Les autres Oueds Achasta en 2016 et Oued Rhiou en 2014 étaient caractérisés par les taxons *Brachysira neglectissima* et *Diatoma tenui* ;

- le bassin Côtiers Oranais (secteur C) est constitué par 44 espèces regroupées en 16 genres et se caractérise par la prédominance de l'espèce *Nitzschia palea*. Les taxons : *Nitzschia fonticola*, *Fallacia sublucidula* et *Gomphonema variostigmatum* sont fréquents dans Oued El

Malah en (2013 et 2016). Or que l'Oued Térğa (prélèvements en 2016) est marqué par les taxons *Adlafia minuscula* et *Luticola geopertiana*.

- les prélèvements de l'année 2016 dans le bassin de la Tafna (secteur D), sont représentés par 53 espèces et variétés (réunies en 28 genres). La composition ou l'assemblage diatomique est très hétérogène et/ou différent d'un oued à l'autre alors que les prélèvements se sont effectués en une même saison. L'Oued Tafna (en aval), a enregistré une abondance de formes centriques (*Pleurosira laevis*, *Pseudostaurosira brevistriata* et *Melosira varian*) et des formes pennées (*Navicula catalanogermanica*). Cependant, en amont (région d'Ain Taga), les taxons : *Reimeria simuata* et *Reimeria uniseriata* dominent les autres taxons. L'Oued Mouillah se distingue par l'abondance de *Nitzschia parvula* et la fréquence très considérable des espèces : *Gomphonema parvula* et *Adlafia minuscula*. Quant aux prélèvements au niveau des barrages, celui de Boughrara se caractérise en particulier par l'espèce *Nitzschia paleacea* et d'une présence considérable des taxons *Nitzschia palea* et *Nitzschia capitelata*. Concernant le barrage de Beni bahdel, ce dernier se distingue par la prédominance du taxon centrique et planctonique *Cyclotella ocellata* et la fréquence des espèces pennées (benthiques ou épilithiques) : *Achnanthes minutissima* var. *minutissima* et *Brachysira neglectissima*.

L'autoécologie des diatomées et le calcul de l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et l'Indice de Polluo-sensibilité spécifique (IPS) et donc l'utilisation des diatomées comme bioindicateur de pollution en particulier et environnemental en général, nous a permis d'estimer une bioévaluation de l'état écologique des cours d'eau de ces quatre bassins hydrographiques (Fig. 73).

Dans le bassin de Chélif (Oued Derdouse, Oued Kerrada, Oued Achasta et Oued Rhiou), l'Oued Derdouse se caractérise en 2012 par une eau de qualité mauvaise de l'amont jusqu'en aval. Ceci est corroboré par la prolifération des espèces : *Nitzschia palea* (NPAL) et *Navicula halophila* (NHAL). Cette dernière est particulièrement très abondante dans les échantillons de l'amont. En 2013, dans le même Oued (Derdousse), l'eau était de qualité médiocre à mauvaise comme l'indique sa richesse en *Navicula veneta* (NVEN) et *Nitzschia palea* (NPAL). Il est à noter que cet Oued se situe en aval et/ou au Sud de la ville de Sidi Ali, ce qui le rend vulnérable face à toutes formes de pollution (Fig. 73).

Les prélèvements de 2013 à l'Oued Kerrada, montrent que l'eau était de qualité médiocre, marquée par l'abondance des taxons tolérantes une certaine pollution surtout organique : *Nitzschia palea* (NPAL) et *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR). Alors qu'en 2016, la qualité de l'eau était bonne, caractérisée par la dominance de *Fragilaria brevistriata* (FBRE), ainsi que la fréquence du taxon *Denticula tenuis* (DITE).



L'Oued Achasta où le prélèvement de 2016 est marqué par la prédominance de *Brachysira neglectissima* (BNEG), *Denticula subtilis* (DSUB), *Ulnaria ulna* (UULU) et *Diatoma moniliformis* (DMON), témoigne d'une eau de qualité moyenne.

L'Oued Rhiou (prélèvement 2014), enregistre une eau de qualité moyenne en amont du réseau hydrographique tout en se caractérisant par la prolifération de *Diatoma tenuis* (DITE), tandis qu'en aval l'eau est de qualité médiocre. Ces résultats sont confortés par la prédominance de *Diatoma tenuis* (DITE) et *Achnantheidiums affine* (ACAF) ainsi que la présence de *Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT). L'un des prélèvements se situant en amont et l'autre est proche des lâchées d'eaux du barrage Gargare, conforte ces résultats. Cependant, il faut signaler que ce secteur (B2) se situe à proximité d'une agglomération (la ville de Rhiou), où l'eau est probablement contaminée par des rejets industriels et/ou des eaux usées urbaines.

Dans les Oueds du bassin Côtier Dahra (Kramis, Abid, Yeghbel et Zerrifa), il a été signalé les résultats suivants (Fig. 73) :

- Oued Kramis (prélèvement de l'année en 2013), se caractérisait par une eau de qualité moyenne à mauvaise, corroborée par la prolifération des taxons : *Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT), *Caloneis macedonica* (CMAC), *Brachysira vitrea* (BVIT) et *Nitzschia paleacea* (NPAE). En 2016, la qualité des eaux de Oued Kramis se transforme en une eau de bonne qualité comme le montre la prédominance de *Nitzschia dissipata* (NDIS) et la fréquence de *Amophora holsatica* (AHOL) ;

- en 2013, la qualité de l'eau de l'Oued Abid était mauvaise, marquée par la prédominance d'*Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT) ;

- en 2016, Oued Yeghbel témoignait d'une eau de qualité médiocre à moyenne avec la dominance de *Brachysira neglectissima* (BNEG). Une différence notable dans la composition diatomique entre l'amont et l'aval de l'Oued, s'observe où les taxons *Denticula subtilis* (DSUB) et *Ulnaria ulna* (UULN) se proliféraient en amont de l'Oued tandis que les formes : *Nitzschia denticula* (NDEN) et *Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT) prédominent en aval de l'Oued.

- Oued Zerrifa (prélèvement 2016) se caractérisant par la prolifération de *Fallacia pygmaea* (FPYG) et la fréquence des formes : *Nitzschia sigmoidea* (NSIO) ; *Fallacia subglucida* (FSLU) ; *Nitzschia supralitorea* (NZSU) et *Tryblionella apiculata* (TAPI), montre une eau de qualité mauvaise.

Les Oueds analysés dans le bassin Côtiers Oranais (El Malah et Térğa), ont dévoilé ce qui suit (Fig. 73) :

- en 2013, Oued El Malah se caractérisait par une eau de qualité médiocre. Approuvé par la prédominance des espèces : *Nitzschia fonticola* (NFON), *Navicula radiosa* (NRAD) et *Mayamea permitis* (MPMI). En 2016, Oued El Malah se distingue par une qualité d'eau mauvaise en aval et médiocre en amont. Ceci est conforté par l'abondance de l'espèce *Nitzschia palea* (NPAL) et la fréquence des formes : *Tryblionella hungarica* (THUN) et *Mayamea atomus* (MAAT) ;

- En 2016, l'eau était de qualité moyenne en amont à mauvaise en aval de l'Oued Térğa. Ceci est approuvé par la dominance de *Nitzschia palea* (NPAL), ainsi que la présence considérable des taxons : *Gomphonema pseudoaugur* (GPSA), *Luticola geoppertiana* (LGOE) et *Amphora holsatica* (AHOL). Du côté de la topographie de ce bassin, on a constaté que les altitudes des points de prélèvement des deux Oueds (El Malah et Térğa) sont basses et plus on se rapproche de l'embouchure (plage de Térğa) les altitudes diminuent et la qualité des cours d'eau se détériore.

Concernant le dernier secteur des Oueds (Tafna et Mouillah) et les barrages (Bouhrara et Beni Bahdel) prélevés en 2016 appartenant au bassin de la Tafna (secteur C), les résultats de l'analyse sont comme suit (Fig. 73) :

- Oued Tafna se caractérisait par une eau de qualité mauvaise à moyenne, conforté par l'abondance de *Pleurosira laevis* (PLEV), *Pseudostaurosira brevistriata* (PSBR) et *Melosira varians* (MVAR) en aval. Ainsi que la fréquence de *Navicula catalanogermanica* (NCAT). Par contre en amont (Ain Taga) se distinguait par une eau de bonne qualité, comme le montre la prolifération des taxons : *Reimeria simuata* (RSIN) et *Reimeria uniseriata* (RUNI) ;

- Oued Mouillah enregistrait une eau de mauvaise qualité (qualité d'eau mauvaise), corroborée par le développement spectaculaire de *Nitzschia parvula* (NPAR) et la fréquence notable de *Gomphonema parvulum* (GPAR) et *Adlafia minuscula* (ADMS) ;

Les analyses des eaux du barrage de Bouhrara montrent une eau de qualité mauvaise, confortée par l'abondance de l'espèce *Nitzschia paleacea* (NPAE) et la fréquence des taxons : *Nitzschia palea* (NPAL) et *Nitzschia capitata* (NCPL). Il en est de même pour le barrage de Beni Bahdel étant caractérisé par une structure diatomique dominée par *Cyclotella ocellata* (COCE) et d'une la fréquence considérable de *Achnanthes minutissima var. minutissima* (AMIT) et de *Brachysira neglectissima* (BNEG), montre une eau de qualité mauvaise.

Une partie de ce travail (Bezzeghoud et Mansour, 2021) a fait l'objet d'une analyse comparative diatomique et physico-chimique de neuf (09) cours d'eau prélevés en 2016, où la diversité spécifique marque de faibles valeurs et une distribution d'effectifs moins homogène

(hétérogènes) dans les Oueds (Zerrifa, Yeghbel, Kramis et El Malah). Tandis que des valeurs plus importantes sont enregistrées dans les Oueds (Kerrada, Achasta, El Malah et Térğa), indiquant ainsi, des conditions de milieu favorables permettant l'installation de nombreuses espèces et une bonne stabilité du peuplement. Par conséquent, les échantillons moins diversifiés se rencontrent dans les eaux très propres ou très polluées, tandis que les plus diversifiés dans les eaux de qualités intermédiaires. De même, l'indice d'équitabilité décrit une évolution similaire à celle de l'indice de diversité spécifique.

Toutefois, l'état écologique des cours d'eau étudiés a été évalué grâce aux résultats des indices IBD et IPS ainsi que les données physico-chimiques des échantillons analysés (Fig. 73) :

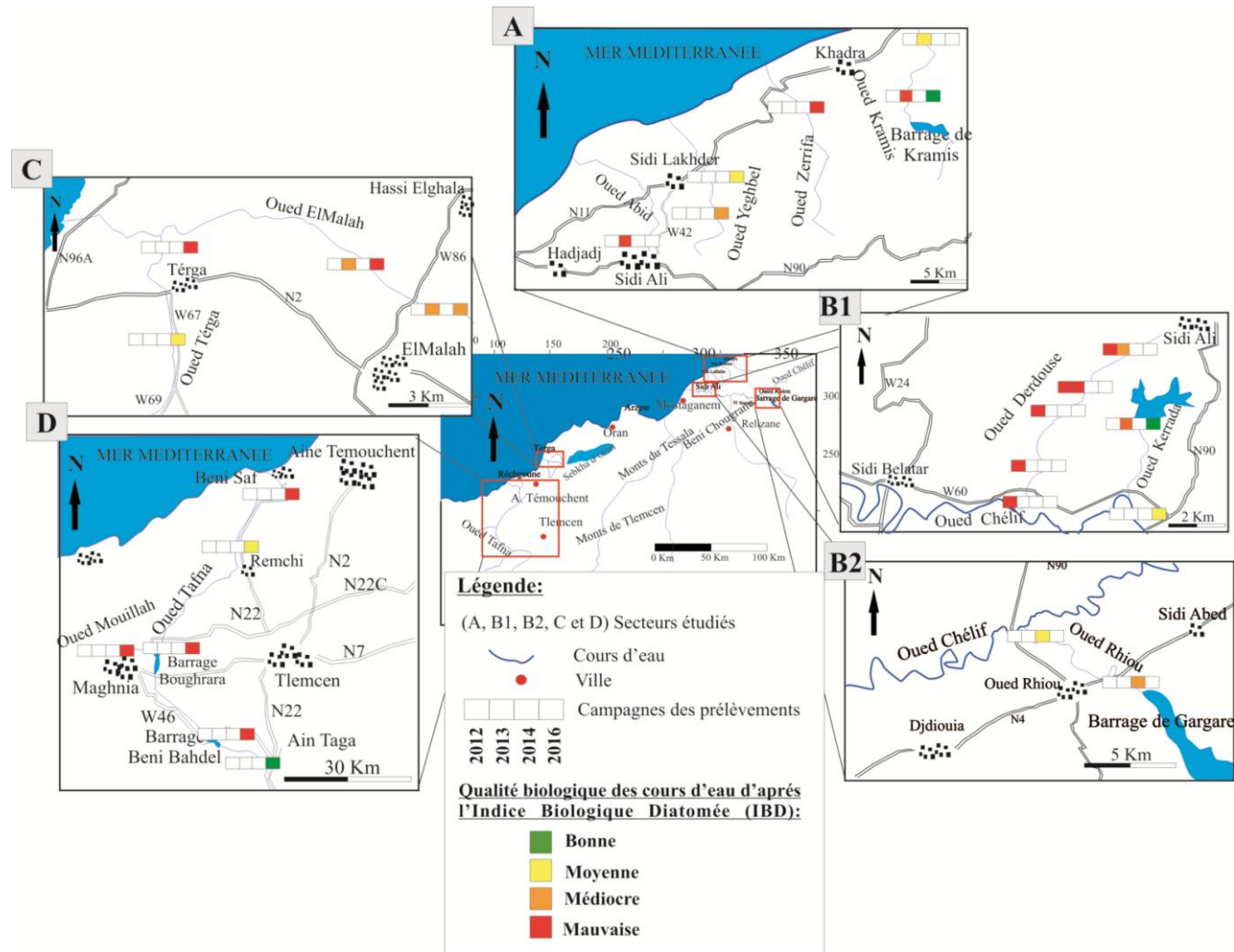
- trois (03) Oueds (Yeghbel, Kramis et Kerrada) sont de bonne qualité. L'analyse de ces cours d'eau montre un peuplement de milieu à pH alcalin avoisine la neutralité, bien oxygéné, modérément minéralisé, pauvre en matière organique et sensible à la pollution ;

- un (03) Oueds (Achasta, El Malah et Térğa) sont de qualité moyenne et se caractérisent par des taxons supportant des niveaux de pollution élevés à pH neutre à alcalin, des milieux bien oxygénés, modérément minéralisés et pauvres en nutriments ;

- trois (03) Oueds (Zerrifa, El Malah et Térğa) reflétant une qualité médiocre, ces cours d'eau se distinguent par des espèces indicatrices de pollution organique, tolérant un niveau de pollution modéré à fort.

Notre étude a démontré que la structuration des communautés diatomiques (assemblage diatomique) est liée à l'aménagement, à l'industrialisation et à la topographie des bassins. Le peuplement diatomique ou l'assemblage diatomique du bassin de la Tafna à titre d'exemple est complètement différent aux autres régions.

Le présent travail nous a permis aussi de classer les cours d'eau de l'Algérie Nord Occidentale en fonction de leurs caractères écologiques (trophiques) et la qualité des eaux (Fig. 73).



**Fig. 73 :** Carte représentant la qualité biologique des cours d'eau d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) dans les campagnes (2012, 2013, 2014 et 2016)

## Références bibliographiques

AGUIRRE J., & SANCHES ALMAZO L., 2004 - The Messinian post-evaporitic deposits of the Gafares area (Almeria-Nijar basin, SE Spain). A new view of the Lago-Mare facies. *Sedimentary Geology*, 168: 71-95.

Association Française de Normalisation (AFNOR), 1994 - Recueil des normes françaises, eaux, méthodes d'essais. 736 pp.

Association Française de Normalisation (AFNOR), 2000 - Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD). Norme Française NF T 90-354, juin 2000. Association Française de Normalisation, Saint-Denis La Plaine, pp.63.

AL-ASADI M.S., RANDERSON P., & BENSON-EVANS K., 2006 - Phytoplankton population dynamics in three west Algerian rivers: I - The river Cheliff its tributary, the river Mina. *Marina Mesopotamica Online*, 1. 1 : 48-72.

ALIMEN H., BEUCHER F., CASTA L., & EHRLICH A., 1970 - Sédiments quaternaires des diatomées du Sahara nord occidental. *Bull. Soc. Géol. Fr.* 67, 12(1): 103-107.

BABA HAMED K., BOUANANI A., TERFOUS A., & BEKKOUCHE A., 2006 – Modèle transitoir de la nappe des alluvions de la plaine d'Hennaya (Tlemcen, NW- Algérie). *Journal de l'Eau et de l'Environnement*. 7- 17.

BAUDRIMONT R., 1970 - Contribution à l'étude de la flore algologique de l'Algérie. I : *Hydrobiologie du Chott Ech Chergui*. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*: 61. 155-167.

BAUDRIMONT R., 1971 - La recherche algologique en Algérie. Historique perspectives et bibliographie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*: 62. 3-4. 27-37.

BAUDRIMONT R., 1974 - Recherches sur les Diatomées des eaux continentales de l'Algérie. Écologie et paléo-écologie. *Mémoire, Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, nouvelle série*: 12-265.

BELKEBIR L., Bessedik M., & MAMSOUR B., 2002 - Le Miocène supérieur du bassin du Chélif: attribution biostratigraphique à partir des foraminifères planctoniques. *Mémoires des Services géologiques d'Algérie*, 11: 187-194.

BELKEBIR L., LABDI A., MANSOUR B., BESSEDIK M. & SAINT MARTIN J.-P. 2008 - Biostratigraphie et lithologie des séries serravallo-tortonniennes du massif du Dahra et du bassin du Chélif (Algérie). Implication sur la position de la limite serravallo-tortonienne. *Geodiversitas* 30 (1) : 9-19.

BELHADJI A., 2021 - La sédimentation du Miocène supérieur au Pliocène des monts du Dahra (exemples de Djebel Diss et du Plateau d'Ain Merane) : aspects litho-stratigraphiques et micropaléontologiques. Univ, Oran, These, Doctorat, 253 p.

BENOIT P., & COLLIGNON B., 1987 - Spéléologie Algérienne. Edition : Spéléo-Club d'Orsay Faculté – France Bulletin de la société "Les amis du vieux Tlemcen" (1954) : Tlemcen d'hier et d'aujourd'hui.

BESCH W.K., RICARD M., & CANTIN R., 1972. Benthic diatoms as indicators of mining pollution in the Northwest Miramichi River System, New Brunswick, Canada. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 57: 39-74.

BERARD A., RIMET F., CAPOWIEZ Y., & LÉBOULANGER C., 2004 - "Procedures for determining the pesticide sensitivity of indigenous soil algae: A possible bioindicator of soil contamination?" *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 46(1): 24-31.

BESCH W.K., M., RICARD & CANTIN R., 1972 - Benthic diatoms as indicators of mining pollution in the Northwest Miramichi River System, New Brunswick, Canada. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* 57: 39-74.

BEY M.-Y., & ECTOR L., 2013 - Atlas des diatomées des cours d'eau de la région Rhône-Alpes. Tome 1 Centriques, Monoraphidées. Tome 2 Araphidées, Brachyraphidées. Tome 3 Naviculacées: Naviculoidées. Tome 4 Naviculacées: Naviculoidées. Tome 5 Naviculacées: Cymbelloidées, Gomphonématoidées. Tome 6 Bacillariacées, Rhopalodiacées, Surirellacées. Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Rhône-Alpes, Lyon, 1182 + 27 pp.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., 2012 - Aperçu sur la structure systématique des diatomées épilithiques et qualité biologique de l'Oued Derdouse (Affluent de l'Oued Chéelif, Algérie). *4ème Journée des Doctorants 2012*. Université d'Oran, 28 novembre 2012, Poster.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., 2013 - Aperçu sur la structure systématique des diatomées épilithiques et qualité biologique de l'Oued Derdouse (Affluent de l'Oued Chéelif, Algérie). *32ème Colloque de l'ADLaF, 7th CE-Diatom Meeting*, (Thonon-les-Bains, France, 16 - 20 septembre 2013). Résumé.

BEZZEGHOUD-SIDI YAKOUB B., & MANSOUR B., 2014 - Inventaire diatomique de l'Oued Rhiau (affluent de l'Oued Chéelif) et de l'Oued El Malah (affluent de l'Oued Tafna), nord-ouest de l'Algérie. *33ème Colloque de l'ADLaF, 8th CE-Diatom Meeting*, (Clermont-Ferrand, France, 7 - 10 septembre 2014). Résumé.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., 2015 - Aperçu sur la structure systématique des diatomées épilithiques et qualité biologique de l'Oued Derdouse (affluent de l'Oued Chéelif), Nord Ouest de l'Algérie. *ScienceLib Editions Mersenne* : 2015 Volume 7, N ° 150503 ISSN 2111-4706. Publié le: 2015-05-06.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., 2017 - Inventaire diatomique et qualité des cours d'eau dans le bassin Côtier Oranais (Oued el Malah) et le bassin du Bas Chéelif (Oued Kramis et Oued Abid), Nord Ouest de l'Algérie. Campagne 2013. *Colloque Biosciences*, (Ecole Nationale des Sciences Biologiques, Oran, 28 - 29 Octobre 2017). Poster.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., 2019 - Inventaire des diatomées épilithiques et qualité des cours d'eau de Oued El Malah et Oued Kramis (Oranie, Algérie Nord-Occidentale). *Colloque WREIANA*, (International Symposium on Water Resources and Environmental Impact Assessment in North Africa, Sousse Tunisia, 25 - 27 march 2019). Résumé.

BEZZEGHOUD B., & MANSOUR B., 2021 - Bioindication par les diatomées épilithiques dans deux Bassins Hydrographiques (Chéelif et Côtiers Oranais) Nord-Ouest Algérien. *ASJP* (Algerian

Scientific Journal Platform), *Revue Agrobiologia* (2021) 11(2). [www.agrobiologia.net](http://www.agrobiologia.net): ISSN (Print) 2170-1652. ISSN (Online) : pp 2579-2590.

BOTTIN M., 2012 - Structure des assemblages de diatomées benthiques en rivière : l'environnement explique-t-il tout ? Processus écologiques & développement méthodologiques. Thèse de doctorat. Université Bordeaux 1.234 pp.

BOUANANI A., 2004 - HYDROLOGIE, TRANSPORT SOLIDE ET MODELISATION Etude de quelques sous bassins de la Tafna (NW – Algérie). Univ. Tlemcen. Thèse de doctorat.

BUSSE S., JAHN R., & SCHULZ C.J., 1999 - Desalinisation of running water: II. Benthic diatom communities: A comparative field study on responses to decreasing salinities. *Limnologia* 29: 465-474.

BUTCHER R.W., 1947 - Studies in the ecology of rivers. VII. The algae of organically enriched waters. *Journal of Ecology* 35: 186-191.

CARTER J.R. & ROUND F.E., 1993 - Studies on freshwater *Amphora* species. V. *Amphora montana* and some rather similar forms. *Diatom Research*, 8(1): 1-11 page(s): p. 6; fig. 1-18, 21-29.

CAZAUBON A., & BADRI A., 1994 - Influence des variations hydrodynamiques de l'Oued Tensift (Maroc) sur les peuplements de diatomées. *Ecologia Mediterranea* 22 (1/2): 97-108.

CEMAGREF, 1982 - Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Technique, Q.E. Lyon A.F., Bassin Rhône- Méditerranée, Corse.

CHAIB N., ALFARHAN AH., AI-RASHEID K., & SAMARAOUI B., 2011 - Environmental determinants of diatom assemblages along a north African wadi, the Kebir-East, northeast Algeria. *Journal of Limnology* 70 (1) : 33-40.

CHAIB N., & TISON-ROSEBERY J., 2012 - Water quality assessment and application of the biological diatom index in the Kebir-East wadi, Algeria. *African Journal of Aquatic Science*, 37 (1): 59-69.

CLEVE P.T., 1894 - Synopsis of the naviculoid diatoms. Part I. *Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar*, series 4 26(2): 1-194, 5 pls.

COMPÈRE P., 1982 - Taxonomic revision of the diatom genus *Pleurosira* (Eupodiscaceae). *Bacillaria* 5: 165-190.

COMPÈRE P., 1991 - Contribution à l'étude des algues du Sénégal. 1. Algues du lac de Guiers et du Bas-Sénégal. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique*, 61, 171-267.

COMPÈRE P., 2001 - *Ulnaria* (Kützing) Compère, a new genus name for *Fragilaria* subgen. *Alterasynedra* Lange-Bertalot with comments on the typification of *Synedra* Ehrenberg. In: Jahn, R., Kociolek, J.P., Witkowski, A. & Compère, P. (eds), Lange-Bertalot-Festschrift: Studies on Diatoms. Dedicated to Prof. Dr. Dr. h.c. Horst Lange-Bertalot on the occasion of his 65th Birthday. A.R.G. Gantner Verlag. K.G. pp. 97-102.

CORNEE J.J., SAINT MARTIN J.-P., CONESA G., & MULLER J., 1994 - Geometry, paleoenvironments and relative sea-level (accommodation space) changes in the Messinian Murdjado carbonate platform (Oran, western Algeria) ; consequences. *Sedimentary Geology*, 89 : 143-158.

CORING E., Schneider S., HAMM A., & HOFMANN G., 1999 - Durchgehendes Trophiesyste auf des Grundlage des Trophieindikaation mit Kiesslalgen. Koblenz. Deutscher Verb auf des grundlage des trophieindikaation mit kieselalgen. Koblenz. Deutscher Verb fur Wasserwirtschaft und Kulturbau.

COSTE M., & Leynaud G., 1974 - Etudes sur la mise au point d'une méthode biologique de détermination de la qualité des eaux en milieu fluvial. Rapport CTGREF - AFBSN, Paris: 80 p.

COSTE M., 1978 - Sur l'utilisation des diatomées benthiques pour l'appréciation de la qualité biologique des eaux courantes. Méthodologie comparée et approche typologique. Th. 3 ame cycle. Univ. Besanson, 143 pp.

COSTE M., 1982 - Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux.

COSTE M., & ROSEBERY J., 2011 - Guide iconographique pour la mise en œuvre de l'indice biologique diatomée 2007.

DARLEY J., 1983 - La flore algale du bassin de la Menara Marrakech. *Bull. Fac. Sc. Marrakech*, 2: 215-216.

DEBENEST T., 2007 - Caractérisation de l'impact des pollutions agricoles sur les diatomées benthiques Thèse, Doctorat, Université Bordeaux 1, Ecole Doctorale des Sciences et Environnements.

DE LA REY P.A., TAYLOR, L.Y., & VOSLOO A., 2004 - Determining the possible application val J.C LAAS A., Van Rensburg, ue of diatoms as indicators of general water quality : a comparison with SASS 5. *Water South Africa.*, 30 : 325-332.

DELTEIL J., 1974 - Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Tell oriental (Monts de la Mina, Beni Chougrane, Dahra). Thèse Doctorat. Etat Université. Nice, 249 p.

DESCY J.P., & COSTE M., 1991 – Atest method for assessing water quality gased on diatoms. *Verh Internat Verein Limnol* 24 : 2112-2116.

DESCY J.P., & COSTE M., 1991 - A test of methods for assessing water quality based on diatoms. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung fur Limnologie*, 24, 2112 2116.

ESSINS A., 1987 - Zone de dépendages des eaux usées de la ville de Marrakech (Maroc): biotopes aquatiques, peuplements algaux et qualité des eaux. Thbse 3 e~ Cycle. Univ. Cadi Ayyad, Marrakech, 181 pp.

EHRENBERG C.G., 1854 - Mikrogeologie : Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. Leipzig : L. Voss. *Afrika*. 185-286.



EL HAOUATI H., ARAB A., TUDESQUE L., LEK S., & SAMRAOUI B., 2015 - Study of the diatoms of Reghaia lake, Northern Algeria. *Revue d'Écologie (Terre et Vie)*, Vol. 70 (1), 2015 : 44-57.

FABRI R., & LECLERCQ L., 1984 - Etude écologique des rivières du nord du massif Ardennais (Belgique): flore et végétation des diatomées et physico-chimie des eaux. 1. Contexte mésologique, méthodes, analyses physico-chimiques, synthèse taxonomique, écologique et floristique, iconographie, bibliographie. Université de Liège, Station Scientifique des Hautes-Fagnes, Robertville, Belgique, 379 p.

FAWZI, B., CHLAIDA M., OUBRAIM S., LOUDIKI M., SABOUR B., & BOUZIDI A., 2001 - Application de certains indices diatomiques à un cours d'eau marocain : Oued Hassar. *Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science.*, 14 : 73-89.

FENET B., 1975 - Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain. Thèse. Doct. Etat, Univ. Nice, France, 301 p., 101 fig., 4 pl.

FERET L., BOUCHEZ A., & RIMET F., 2017 - Benthic diatom communities in high altitude lakes: a large scale study in the French Alps. *International Journal of Limnology* 53, 411–423.

FRITSCH F.E., & RICH F., 1929 - Contributions to our knowledge of the freshwater algae of Africa. 8. Bacillariales from Griqualand West. *Transactions of the Royal Society of South Africa* 18(1-2): 93-123.

FOGED N., 1987 - Diatoms in Eastern Australia. *Bibl. Phycol.*, 243 pp. Impact of wastewater effluent 65.

GASSE F., FONTES J.C PLAZIAT P., CARBONEL I., KACZMARSKA P., DE DECKKER I., SOULI-MARSCHÉ Y., CALLOT Y., & DUPEUBLE P.A., 1987 – Biologica Remains, Géochemistry and stable isotopes for the reconstruction environmental and hydrological changes in the Holocene lakes from North Saha. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 60 (1987): 1-46 1 Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam - Printed in The Netherlands

GAYRAL R., 1954 - Recherches phytolimnologiques au Maroc. *Trav. Institut Scientifique Cherifien. Série Bot.* 4. Thèse Science. Nature., 312 pp.

GERMAIN H., 1981 - Flore des diatomdes. Eaux douces et saumfitres. Boub6e et Cie, Paris, 443 pp.

GUARDIA P., 1975 - Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord-occidentale (Algérie), relations structurales et paléogéographiques entre Rif externe et le Tell de'avant pays atlasique. Thèse doct. Etat, Sci., Nat., Univ. Nice, 289 p., 139 figs., 5 pl.

GOLD C., 2002 - Etude des effets de la pollution métallique (Cd/Zn) sur la structure des communautés de diatomées périphytiques des cours d'eau. Approches expérimentales in situ et en laboratoire. Doctorat en écotoxicologie n°2487.

HASSALL A.H., 1850 - The Diatomaceae in the water supplied to the inhabitants of London and the suburban districts. A microscopic examination of the water. London. 60 pp., 6 pls.

HAYANE S.M., 1983 - Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique du bassin versant de l'Oued Sikkak (region de Tlemcen). Thèse de Doctorat 3ème Cycle. Univ. Oran. pp. 73-157

HLÚBIKOVÁ D., BLANCO S., FALASCO E., GOM J. À., HOFFMANN L., ECTOR NOV L., & PURIFORMIS SP NOV N. PURA N., 2009 - *Nitzschia alicae* sp. new diatoms from European rivers and comparison with the type material of *N. sublinearis*. Journal of Phycology. 45(3): 742-760.

HOFMANN A., 1997 - Diatom communities in the rivers Werra and Ulster (Germany) and their response to reduced salinity. Limnologica 27 (1): 77-84.

HOFMANN G., WERUM M., & LANGE-BERTALOT H., 2011 - Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Koeltz Scientific Books, Königstein, 908 pp., 133 pl., 3522 fig.

HURLIMANN J., & SCHANZ F., 1993 - The effects of artificial ammonium enhancement on riverine periphytic diatom communities. Aquatic Sciences 55 (1): 40-64.

HÜRLIMANN J., ELBER F., & NIEDERBERGER K., 1999a - Use of algae for monitoring rivers: an overview of the current situation and recent developments in Switzerland. In: Prygiel, J., Whitton, B.A. & Bukowska, J. 1999: Use of algae for monitoring rivers III. Agence de l'Eau ArtoisPicardie, Douai Cedex, Frankreich, 39-56.

HÜRLIMANN J. & NIEDERHAUSER P., 2007 - Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau. diatomées niveau r (région). État de l'environnement n° 0740. Technical report, Office fédéral de l'environnement, Berne.

HUSTEDT F., 1957 - Die Diatomeenflora des Flugsystems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. Abh. Naturw. Ver. Bremen 34: 181-440.

IVORRA N., BREMER S., GUASCH H., KRAAK M.H.S., & ADMIRAAL W., 2000 - "Differences in the sensitivity of benthic microalgae to Zn and Cd regarding biofilm development and exposure history." Environmental Toxicology and Chemistry 19(5): 1332-1339.

KAWECKA B., 1981 - Sessile algae in European mountain streams. 2. Taxonomy and autecology. Acta Hydrobiologica 23: 17-46.

KELLY M.G., CAZAUBON A., CORING E., DELL'UOMO A., ECTOR L., GOLDSMITH B., GUASCH H., HURLIMANN J., JARLMAN A., KAWECKA B., KWANDRANS J., LAUGASTE R., LINDSTROM E.A., LEITAO M., MARVAN P., PADISAK J., PIPP E., PERES F., FLORIN D., GROLLIER T., FEURTETMAZEL A., COSTE M., RIBEYRE F., RICARD M., & BOUDOU A., 1996 - Effects of the phenylurea herbicide isoproturon on periphytic diatom communities in freshwater indoor microcosms. Environmental pollution 94: 141-152.

PRYGIEL J., ROTT E., SABATER S., VAN DAM H., & VIZINET J., 1998 - Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. Journal of Applied Phycology 10, 215-224.

KHALDI B., 2005 - Impacts de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaires de l'Ouest Algérien " Monts de Tlemcen - Saida". Univ, Oran, These, Doctorat, 229 p.

KHATAMI A., 1992 - Hydrologie du sahel de Mohammedia- Benslimane: Etude hydrochimique, incidences des irrigations et des apports atmosphériques sur l'évolution des eaux et des sols. Thèse 3<sup>ème</sup> Cycle. Univ. Louis Pasteur, Strasbourg, 205 pp.

KRAMMER K., & LANGE-BERTALOT H., 1986-1991 - Stiss- wasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae, 2/1: Naviculaceae; 2/2: Nitzschiaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae; 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae; 2/4: Achnantheaceae. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

KRAMMER K., & LANGE-BERTALOT H., 1986 - Bacillariophyceae 1. Teil : Naviculaceae: In Süßwassereflora von Mitteleuropa. Ed. by H. Ettl, J. Heynig and D. Mollenhauer, Vol. 2/1 Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York., 876.

KRAMMER K., & LANGE-BERTALOT H., 1988 - Bacillariophyceae 2. Teil : Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In Süßwassereflora von Mitteleuropa. Ed. by H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer, Vol. 2/2 Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/New York., pp. 596.

KRAMMER K., & LANGE-BERTALOT H., 1991a - Bacillariophyceae 3. Teil : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae: In Süßwassereflora von Mitteleuropa. Ed. by H. Ettl, J. Gerloff, J. Heynig & D. Mollenhauer, Vol. 2/3 Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/Jena., pp. 576.

KRAMMER K., & LANGE-BERTALOT H., 1991b - Bacillariophyceae 4. Teil : Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. In : Süßwassereflora von Mitteleuropa. Ed. by H. Ettl, G. Gartner, J. Gerloff, J. Heynig and D. Mollenhauer, Vol. 2/4 Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/Jena., pp. 437.

KRAMMER K. 1992 - Pinnularia eine monographie der europäischen taxa. Bibliotheca Diatomologica 26 : 353 pp.

KRAMMER K., & LANGE-BERTALOT H., 2002 - Subwasserflora von Mitteleuropa. Band 2/5. Bacillariophyceae. Part 5. English and French translation of the Keys. In : Spectrum Akademischer Verlag GmbH (ed.), Subwasserflora von Mitteleuropa. Heidelberg-Berlin, 311 p.

KOBAYASI H., IDEI M., MAYAMA S., NAGUMO T., & OSADA K., 2006 - H. Kobayasi's Atlas of Japanese Diatoms based on electron microscopy. Volume 1. Uchida Rokakuko Publishing Co., Tokyo. 59 + 533 pp., 180 pls.

KOCIOLEK J.P., BALASUBRAMANIAN K., BLANCO S., COSTE M., ECTOR L., LIU Y., KULIKOVSKIY M., LUNDHOLM N., LUDWIG T., POTAPOVA M., RIMET F., SABBE K., SALA S., SAR E., TAYLOR J., VAN DE VIJVER B., WETZEL C.E., WILLIAMS D.M., WITKOWSKI A., & WITKOWSKI J., 2018 - DiatomBase. *Campylodiscus bicostatus* W.Smith ex F.C.S.Roper, 1854. Accessed through:

KELLY M., & WHITTON B., 1995 - The trophic diatom index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology* 7, 433– 444.

KELLY M., JUGGINS S., GUTHRIE R., PRITCHARD S., JAMIESON J., RIPPEY B., HIRST H., & YALLOP M.L., 2007 - Assessment of ecological status in UK rivers using diatoms. *Freshwater Biol.* 1111, 1365-2427.

KÜTZING F.T., 1844 - Die Kieselchaligen Bacillarien oder Diatomeen. pp. [i-vii], [1]-152, pls 1-30. Nordhausen: zu finden bei W. Köhne.

LAGADIC L., CAQUET T., Amiard J.C & Ramade F., 1997 - Bio-marqueurs en écotoxicologie : Aspects fondamentaux. Paris, Masson.

LANGE-BERTALOT H., 1979 - Pollution tolerance of diatoms as a criterion of water quality estimation. *Nova Hedw., Beih.* 64: 285-304.

LANGE-BERTALOT H. & KRAMMER K., 1989 - *Achnanthes*, eine Monographie der Gattung. *Bibl. Diatomol.* 18, 1-393.

LANGE-BERTALOT H., & METZELTIN D., 1996 - Indicators of oligotrophy - 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types, Carbonate buffered - Oligodystrophic - Weakly buffered soft water. In: Lange-Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 2. Ecology, Diversity, Taxonomy.* Koeltz Scientific Books. Königstein, Germany, 2:390 pp

LANGE-BERTALOT H., 2000 - *Icon. Diatom.* 7 Koeltz Scientific Books, Koenigstein.

LANGE-BERTALOT H., & WERUM M., 2001 - *Diadesmis fukushimae* sp.nov. and some other new or rarely observed taxa of the subgenus *Paradiadesmis* Lage-Bertalot & Le Cohu. *Diatom* 17 : 3-19

LANGE-BERTALOT H., & MOSER G., 2004 - *Brachysira*. Monographie der Gattung. Wichtige Indikator Species für das Gewässer Monitoring und *Naviculadicata* nov. Gen. *Bibliotheca Diatomologica* 29: 1-212.

LANGE-BERTALOT H., FUMANTI B., CAVACINI P., & TAGLIAVENTI N., 2009 - The genus *Navigiolum*. Bacillariophyceae. In *Mediterranean & North African rock pool habitats: description of four new species from Algeria.* *Fottea*, 2: 179 – 185.

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. pp.242

LECOINTE C., COSTE M., & PRYGIEL J., 1993 - "Omnidia - Software for Taxonomy, Calculation of Diatom Indexes and Inventories Management." *Hydrobiologia* 269: 509-513

LENOIR, A. & COSTE M., 1995 - Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French national water Board network. Use of Algae for monitoring rivers II, Innsbruck Austria *Studia Student. G.m.b.H*

LENOIR A., & COSTE M., 1996 - Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French national water board network. In : B.A. Whitton & E. Rott .Eds., *Use of Algae for Monitoring Rivers II. Institut für Botanik.* Univ. Innsbruck : 29-43.

LE COHU R., 1989 - Morphologie des valves et évolution du cingulum chez *Achnanthes inflata* (Bacillariophyceae). *Annls. Limnol.* 25 (1): 39-45.

LE COHU R., & Tudesque, 2008 - Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse volume 144, fig 21-22.

LEVKOV Z., KRSTIC S., METZELIN D., & NAKOV T., 2007 - Diatoms of Lake Prespa and Ohrid. About 500 taxa from ancient lake system in H. Lange-Bertalot (Ed.). In H. Lange-Bertalot, *Iconographia Diatomologica – Annotated Diatom Micrographs.*, A.R.G. Gantner Verlag K.G, 16 : 613 p.

LOUDIKI M., 1986 - Microrépartition des algues épilithiques sur les cailloux d'un torrent corse, le Rizzanèse. *Annals. Limnol.* 22: 3-16.

LOWE R.L., & PAN Y., 1996 - Benthic algal communities as biological monitors. In R.J. Stevenson et al. (Eds), *Algal ecology. Freshwater benthic ecosystems.* Academic Press, New York, p. 705-739.

MAIFFI, M. 1988 - La flore algale de l'Oued Tensift. Impact des eaux usées de la ville de Marrakech (Maroc). Les diatomées, indicateurs biologiques de la qualité des eaux. Thèse 3<sup>ème</sup> Cycle, Univ. Paris, 234 pp.

MANSOUR B., 2004 - Diatomées messiniennes du bassin du bas Chélif (Algérie Nord-Occidentale ). *Thèse doct. Etat.Sci.*, Univ.Oran, 260p

MAZZOLA C., 1971 - Les foraminifères planctoniques du Mio-Pliocène de l'Algérie nord-occidentale. *Proceeding on the Second International Conference on the Planktonic Microfossils*, Roma, 2 : 787-818.

MEDEJERAB A., & HENIA L., 2011 - VARIATIONS SPATIO-TEMPORELLES DE LA SECHERESSE CLIMATIQUE EN ALGERIE NORD-OCCIDENTALE *Courrier du Savoir – N°11*, Mars 2011, pp.71-79.

MEDLIN L.K., & KRACZMARSKA I., 2004 - Evolution of the diatoms : V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *Phycologia* 43 (3), 28 May 2004 : 245-270.

MEGHRAOUI M., 1982 - Étude néotectonique de la région nord-ouest d'El-Asnam : relation avec le séisme du 10 octobre 1980. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, université de Paris VII, France, 210 p.

METZELTIN D., & WITKOWSKI A., 1996 - Diatomen der Baren-Insel Subwasser-und marine Arten. *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs.* H. E. Lange-Bertalot, Koelt Scientific Books Königstein. 4 : 3-233.

METZELTIN D., LANGE-BERTALOT H., & GARCIA-RORIGUEZ E.D., 2005 - Diatoms of Uruguay compared with other taxa from South America and elsewhere. *Iconographia Diatomologica : Annotated Diatom micrographs : Taxonomy-Biogeography-Diversity*, A.R.G. Gantner Verlag K.G.

MONTAGNE C., 1846 - Flore d'Algérie. Ordo I. Phyceae Freis. In : Exploration scientifique de l'Algérie pendant les années 1840, 1841, 1842. Durieu De Maisonneuve, M.c. (Eds.), Sciences physiques. Botanique. *Cryptogamie*. 1, 1-197.

MONNIER O., COSTE M., & ROSEBERY J., 2009 - Une classification des taxons de l'Indice Biologique Diatomées (IBD, norme AFNOR NF T90-354, décembre 2007). *Diatomania* 13: 17-47.

MC CORMICK P.V & CAIRNS JR J., 1994 - Algae as indicators of environmental change. *J. Appl. Phycol.* 6 : 509-526.

NEHAR B., HADJAJ-AOUL S., & KIHAL M., 2006 - Evaluation du traitement par boues activées : réduction de la charge polluante des eaux usées urbaines de la station d'épuration de Maghnia, Tlemcen (aspects physicochimique et microbiologique). BULLETIN DE L'ASSOCIATION DE GEOGRAPHIE ET D'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE. N°12. ISSN : 1112-282X. Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.

NEHAR B., & HADJOUJDA H., 2009 - Conformité légale pour la protection de l'environnement : Que doit satisfaire une installation industrielle en Algérie ?. REVUE DROIT ECONOMIQUE ET ENVIRONNEMENT. N°2. 57-79. ISSN : 1112-9026. <http://www.labdreco.org/pubs.htm>. Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella.

NEHAR B., BLANCO S., & HADJAJ-AOUL S., 2014 - Diversité et distribution du biote en Algérie : vers une base de données et une nouvelle démarche de collecte de données. Deuxième Séminaire National sur l'Environnement du Littoral Oranais (ELO-02). Avril 2014, Institut de Technologie de Pêche et de l'aquaculture, Oran.

NEHAR B., BLANCO S., & HADJAJ-AOUL S., 2015 - Diversity and ecology of diatoms in northwest of Algeria : Case of El-Hammam Stream and Estuary of Cheliff River. APPLIED ecology and environmental research. (13) 1, 37-52. DOI : 10.15666/aeer/1301\_037052. Hongrie.

NEHAR B., 2016 - Contribution à l'Etude des Diatomées Benthiques de quelques cours d'eau de l'Oranie: Taxonomie et Écologie. Univ, Oran, These, Doctorat, 229 p.

NEURDIN-TRESCARTES J. 1992 - Le remplissage du bassin néogène du Chélif. Modèles de références de bassin intra-montagneux. Thèse Doctorat Etat Es-Science, université de Pau et Pays de l'Adour, France, 605 p.

RABENHORST L., 1864 - Flora europaea algarum aquae dulcis et submarinae. Sectio I. Algae diatomaceas complectens, cum figuris generum omnium xylographice impressis. pp. 1-359

REICHARDT E., 1997 - Taxonomische Revision des Artenkomplexes um Gomphonema pumilum (Bacillariophyceae). Nova Hedwigia 65 (1-4) : 99-66.

RIMET F., HEUDRE D., MATTE J.L., & MAZUER P., 2006 - Communautés de diatomées des bassins Moselle, Meuse et Sarre Correspondance avec les Hydro Ecorégions. Direction Régionale de l'Environnement –Lorraine, Metz, France: 51 pp.

RIMET, F., GOMÀ J., CAMBRA E., BERTUZZI M., CANTONATI C., CAPPELLETTI F., CIUTTI A., CORDONIER M., COSTE F., DELMAS J., TISON L., TUDESQUE H., VIDAL,

ECTOR L. 2007. Benthic Diatoms in Western European streams with altitudes above 800 m: Characterisation of the main assemblages and correspondence with ecoregions. *Diatom Res.* 22: 147-188.

RIMET F., 2012 - Recent views on river pollution and diatoms. *Hydrobiologia* 683, 1–24.

RIMET F., 2020 - Diatomées : taxonomie, écologie et outil pour la gestion des milieux aquatiques. INRAE UMR 0042 CARTELE. HABILITATION à DIRIGER des RECHERCHES de l'UNIVERSITE SAVOIE MONT BLANC. 79 pp.

ROSEBERY J., BOTTIN M., MICHEL COSTE M., & DELMAS F., 2011 - Typologie des flores diatomiques de référence et seuils d'état écologique à partir des notes d'IBD2007 Révision sur la base des données issues du RRef et du RCS

ROUCHY J.M., 1982 - La genèse des évaporites messiniennes de Méditerranée : un bilan. *Bull. Cent. Rech. Prod.* 4, 511-545.

RODIER J., 1984 - L'analyse de l'eau. 7 e 6dition, Dunod, Paris, 1135 pp.

ROTT E., HOFMANN G., PALL K., PFISTER P., & PIPP E., 1997 - Indikations listen Fur Aufwuchsalgen in Osterreichischen Fliessgewassern. Teil 1 : Saprobielle Indikation Wasserwirtschaftskataster. Bundeministerium f. Land. *Forstwirtschaft*, Wien, 73 pp.

ROTT E., PIPP E., PFISTER P., VAN DAM H., ORTLER K., BINDER N., & PALL K., 1999 - Indikations listen Fur Aufwuchsalgen in Osterreichischen Fliessgewassern. Teil 2 : Trophieindikationslisten. Sowie geochemische Praferenzen, taxonomische und toxikologissche Anmerkungen. Wasserwirtschaftskataster. Bundeministerium f.Land-u. *Forstwirtschaft*, Wien, 248 pp.

ROUND F.E., CRAWFORD R.M., & MANN D.G., 1990 - The diatoms. Biology and morphology of the genera. *Cambridge University Press*, Cambridge: pp. 747.

ROUND F.E., 1991 - Epilithic diatoms in acid water streams flowing into the reservoir Llyn Brianne. *Diatom Research* 6 (1): 137-145. - (1993): A review and methods for the use of epilithic diatoms for detecting and monitoring changes in river water quality. HMSO, London, 63 pp.

RICARD M., 1987 - Atlas du phytoplancton marin. Vol. 2 : Diatomophycées. CNRS, Paris, 297 pp.

RUMEAU A., & COSTE M., 1988 - Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce. Pour l'utilisation pratique d'un indice diatomique génétique. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 309 : 1-69.

RUMRICH U., LANGE-BERTALOT H., & Rumrich M., 2000 - Diatoms of the Andes. From Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego and two additional contributions. In: Lange-Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 9. Phytogeography-Diversity-Taxonomy.* Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany, 9:673 pp.

SABOUR B., LOUDIKI M., OUDRA B., OUBRAIM S., FAWZI B., FADLAOUI S., CHLAIDA M., & VASCONCELOS V., 2000 - Blooms of *Prymnesium parvum* N. CARTER

(Chrysophyta, Haptophyceae) associated with fish mortalities in a hyper-trophic brackish lake in Morocco. Harmful algae news, IOC-UNESCO 21: 8-9.

SAINT MARTIN J.P., CORNÉE J.J., CONESA G., BESSEDIK M., BELKEBIR L., MANSOUR B., MOISSETTE P., & ANGLADA R., 1992 - Un dispositif particulier de plateforme carbonatée messinienne : la bordure méridionale du bassin du Bas-Chélif, Algérie. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences II, 315, 1365-1372.

SCHIEFELE S., & KOHMANN F., 1993 - Bioindikation der Trophie in Fließgewässern. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Forschungsbericht Nr. 102 01 504, 211 pp. + appendix.

SCHOEMAN F.R., 1973 - A systematical and ecological study of the diatom flora of Lesotho with special reference to the water quality. V & R Printers, Pretoria. 355 p.

SCHOEMAN F.R., 1976 - Diatom indicator groups in the assessment of water quality in the Jukskei-Crocodile River System (Transvaal, Republic of South Africa). Journal of the Limnological Society of Southern Africa 2: 21-24.

SERVANT-VILDARY S., 1973 - Le Plio-Quaternaire ancien du Tchad : évolution des associations de diatomées, stratigraphie, paléocéologie. *Cahiers ORSTOM, série Géologie*, 5, 169-216.

SERVANT-VILDARY S., 1978 - Etude des diatomées et paléolimnologie du bassin Tchadien au Cénozoïque supérieur. *Travaux Documentation ORSTOM*, (2 vol.), 84, 346 pp.

SERVANT-VILDARY S., 1977 - Etude des Diatomées et Paléolimnologie du Bassin tchadien au Cénozoïque Supérieur. 330 p.

SHANNON C.E., & Weaver W., 1949 - The mathematical theory of communication. *University of Illinois*. Urbana, Chicago, London. pp. 3-24.

SMITH W., 1856 - A synopsis of British Diatomaceae; with remarks on their structure, functions and distribution; and instructions for collecting and preserving specimens. John Van Voorst, London, 2: 107 pp., pls 32-59, Supp. pls 60-62, pls A-E.

SIMONSEN R., 1987 - Atlas and catalogue of the diatom types of Friedrich Hustedt. J. Cramer, Berlin.

TAYLOR J.C., HARDING W.R., ARCHIBALDI C.G., 2007 - An illustrated guide to some common diatom species from South Africa. Water Research Commission, Report, South Africa, No 282 - 07.

TSHOMAS D.P., 1983 - Limnological survey of the Alligator Rivers region. 1. Diatoms (Bacillariophyceae) of the region. Office of the Supervising Scientist for the Alligator Rivers Region, Sydney, Australia, Res. Rept. 3: 152 p.

TUROBOYSKI L., 1973 - The indicators organisms and their ecological variability. *Acta Hydrobiologica* 15: 259-274.



- PATRICK R.M., 1945 - A taxonomic and ecological study of some diatoms from the Pocono Plateau and adjacent regions. *Farlowia* 2(2):143-221, 3 pls
- PATRICK R.M., 1959 - New species and nomenclatural changes in the genus *Navicula* (Bacillariophyceae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 111:91-108, 2 pl.
- PATRICK R.M. & FREESE L.R. 1961. Diatoms (Bacillariophyceae) from Northern Alaska. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 112(6):129-293, 1-4 pls.
- PATRICK R.M., & REIMER C.W., 1966 - The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii. Volume 1. *Fragilariaceae, Eunotoniaceae, Achnanthaceae, Naviculaceae*. Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 13:688 pp., 64 pls.
- PEETERS V., & ECTOR L., 2017 - Atlas des diatomées des cours d'eau du territoire bourguignon. Volume 1: Centriques, Araphidées. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Bourgogne-Franche-Comté. 309 pages.
- PEETERS V., & ECTOR L., 2018 - Atlas des diatomées des cours d'eau du territoire bourguignon. Volume 2: Monoraphidées, Brachyraphidées. Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Bourgogne-Franche-Comté, Dijon. 271 pages.
- PERES F., FLORIN D., GROLLIER T., FEURTETMAZEL A., COSTE M., RIBEYRE F., RICARD M., & BOUDOU A., 1996 - "Effects of the phenylurea herbicide isoproturon on periphytic diatom communities in freshwater indoor microcosms." *Environmental Pollution* 94(2): 141-152
- PERRODON A., 1957 - Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Service de la carte de l'Algérie*, Bulletin n°12, p. 62-82.
- PIÉLOU E.C., 1966 - The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor : Biol.* 13 : 131-144.
- PRYGIEL J., & COSTE M., 1996 - "Diatoms and diatom indices in the networks for quality measurement of French watercourses: Short history and future." *Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture* (341-42): 65-79.
- PRYGIEL, J., WHITTON, B.A. & Bukowska, J. 1999 - Use of algae for monitoring rivers III. Agence de l'Eau Artois-Picardie, Douai Cedex, Frankreich, 271 S
- PRYGIEL M., & COSTE M., 2000 - Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées NFT90- 354. Agences de l'Eau. MATE. Cemagref Bordeaux.
- QUÉGUINER B., 2007 - Structure et Fonctionnement des Ecosystèmes Pélagiques Marins. Retrieved 12/07, 2007.
- VAN HEURCK H., 1880-1885 - Synopsis des Diatomées de Belgique. Atlas. Ducaju & Cie., Anvers. 135 pls

VAN DAM H., MERTEBS A., & SINKELDAM J., 1994 - A Coded check-list and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Neth. J. Aquat. Ecol.* 28: 117-133.

WANG Y.K., STEVENSON R.J., & METZMEIER L., 2005 - Development and evaluation of a diatom- based index of biotic integrity for the interior plateau ecoregion, usa. *Journal of the North American Benthological Society* 24 (4), 990–1008.

WERUM M., & Lange-Bertalot H., 2004 - Diatoms in springs from Centrale Europe and elsewhere under the influence on hydrogeology and anthropogenic impacts. In *Iconographia Diatomologica : Annotated Diatom micrographs*. 13 – H. Lange-Bertalot (Ed), A.R.G. Ganther Verlag K.G., 417 p.

WHITTON B.A., ROTT E., & FRIEDRICH G., 1991 - Use of algae for monitoring rivers. Institut für Botanik, Universität Innsbruck. . ISBN : 3-9500090-0-0, p. 49-52.

WITKOWSKI A., LANGE-BERTALOT H. & METZELTIN D., 2000 - Diatom Flora of Marine Coasts I *Iconographia Diatomologica* 7: 1-925.

ZAOUI M., 2015 – Système d'information géographique et méthodologie multicritere pour le choix de sites de retenues collinaires application pour la wilaya de Mostaganem Algérie. Univ, Mostaganem, These, Doctorat, 156 p.

ZELINKA M., & Marvan P., 1961 -Zur praxisierung der biologischen klassifikation der reinheit fliessender gewasser. *Archive Hydrobiologia.*, 57 : 389-407

ZIEMANN U., 1970 - Zur Galtigkeit des Saprobiensystems in versalzten Binnengew~ssern. *Limnologia* 7: 279-293.

L'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) : <http://www.abh-cz.com.dz/bassin.html>

## Liste des figures

<b>Fig. 01</b> : Bassins hydrographiques de l'Algérie ( <a href="http://www.abh-cz.com.dz/bassin.html">http://www.abh-cz.com.dz/bassin.html</a> ).....	13
<b>Fig. 02</b> : Localisation des secteurs d'étude.....	14
<b>Fig. 03</b> : Situation géographique des secteurs étudiés (A, B1, B2, C, D).....	15
<b>Fig. 04</b> : Subdivision des bassins hydrographiques (le bassin de Chéelif-Zahrez et le bassin de l'Oranie-Chott Cherguie).....	17
<b>Fig. 05</b> : Position géographique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale d'après (Perrodon, 1957). ....	21
<b>Fig. 06</b> : Planche photo montrant les diatomées en forme vivante d'après (Rimet, 2012).....	21
<b>Fig. 07</b> : Dispositif expérimental pour la récolte de diatomées en l'absence de substrat caillouteux naturel (également utilisable pour l'étude de la productivité primaire) d'après Fabri & Leclercq (1984).....	37
<b>Fig. 08</b> : Représentation schématique de l'évolution saisonnière des peuplements algaux (Leitão et Couté 2005 ; <i>in</i> Debenest, 2007).....	36
<b>Fig. 09</b> : Méthodologie d'étude (échantillonnage, traitement physico-chimique, montage des lames et étude au microscope).....	46
<b>Fig. 10</b> : Représentation schématique du calcul de l'IBD d'après (Debenest, 2007).....	49
<b>Fig. 11</b> : Photo de l'espèce <i>Cymbella tumida</i> (photo prise de la culture Thonon Collection: matériel vivant) d'après Rimet, 2012.....	52
<b>Fig. 12</b> : Photos prise par microscopes électroniques à balayage (MEB) des diatomées d'après Peeters & Ector (2017).....	53
<b>Fig. 13</b> : Morphologie du frustule des diatomées Centriques et Pennées d'après Coste et Rosebery (2011).....	54
<b>Fig. 14</b> : Quelque type d'ornementation chez les pennées d'après Coste et Rosebery (2011)....	54
<b>Fig. 15</b> : Cycle de vie d'une diatomée centrique ( <i>Stephanodiscus</i> ) d'après (Round et al., 1990 ; <i>in</i> Rimet, 2012).....	54
<b>Fig. 16</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Kramis (2013 et 2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genre.....	147
<b>Fig. 17</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Abid (2013) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genre.....	148
<b>Fig. 18</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Yeghbel (2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genre.....	148

<b>Fig. 19</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Zerrifa (2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres.....	149
<b>Fig. 20</b> : Biodiversité des diatomées dans les Oueds (Kramis, Abid, Yeghbel et Zerrifa) bassin Côtier Dahra. ....	149
<b>Fig. 21</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Derdouse (2012 et 2013) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres.....	151
<b>Fig. 22</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Kerrada (2013 et 2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres.....	152
<b>Fig. 23</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Achasta (2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres.....	153
<b>Fig. 24</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Rhiou (2014) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres.....	153
<b>Fig. 25</b> : Biodiversité des diatomées dans les Oueds (Derdouse, Kerrada, Achasta et Rhiou) bassin de Chélif.....	154
<b>Fig. 26</b> : Biodiversité des diatomées de Oued El Malah (2013 et 2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres.....	155
<b>Fig. 27</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Térğa (2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres.....	156
<b>Fig. 28</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued El Malah (2013 et 2016) et Oued Térğa (2016) du bassin Côtiers Oranais.....	156
<b>Fig. 29</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Tafna (2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres.....	157
<b>Fig. 30</b> : Biodiversité des diatomées dans Oued Mouillah (2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres. ....	158
<b>Fig. 31</b> : Biodiversité des diatomées dans le Barrage Boughrara (2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres.....	158
<b>Fig. 32</b> : Biodiversité des diatomées dans le Barrage de Beni Bahdel (2016) : <b>A</b> , nombre d'espèces et nombre de genres ; <b>B</b> , nombre d'espèces par genres.....	159
<b>Fig. 33</b> : Biodiversité des diatomées dans les Oueds (Tafna et Mouillah) et les barrages (Boughrara et Beni Bahdel), bassin de la Tafna.....	160
<b>Fig. 34</b> : Carte de localisation de la campagne 2012 (secteur B1).....	170
<b>Fig. 35</b> : Fréquence de la composition taxonomique des diatomées de Oued Derdouse en 2012 (bassin de Chélif).....	171

<b>Fig. 36</b> : Richesse spécifique et diversité de la campagne 2012 (Oued Derdouse).....	172
<b>Fig. 37</b> : Présentation des indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2012 (Oued Derdouse).....	173
<b>Fig. 38</b> : Carte représentant la qualité biologique des cours d'eau d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) de la campagne 2012.....	174
<b>Fig. 39</b> : Carte de localisation de la campagne 2013 (secteur A).....	175
<b>Fig. 40</b> : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées prélevées en 2013 des Oueds : Kramis (a1 et a2) et Abid (a3).....	176
<b>Fig. 41</b> : Carte de localisation de la campagne 2013 (secteur B1).....	177
<b>Fig. 42</b> : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées prélevées en 2013 des Oueds : Derdouse (b13 b14) et Kerrada (b15).....	178
<b>Fig. 43</b> : Carte de localisation de la campagne 2013 (secteur C).....	179
<b>Fig. 44</b> : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued El Malah (2013) .....	179
<b>Fig. 45</b> : Richesse spécifique et diversité de la campagne 2013.....	180
<b>Fig. 46</b> : Présentation des indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2013.....	181
<b>Fig. 47</b> : Carte représentant la qualité biologique des cours d'eau d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) de la campagne 2013.....	184
<b>Fig. 48</b> : Carte de localisation de la campagne 2014 (secteur B2).....	185
<b>Fig. 49</b> : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued Rhiou prélevées en 2014.....	186
<b>Fig. 50</b> : Richesse spécifique et diversité de la campagne 2014.....	186
<b>Fig. 51</b> : Représentation des Indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2014.....	187
<b>Fig. 52</b> : Carte représentant la qualité biologique de Oued Rhiou d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) de la campagne 2014.....	188
<b>Fig. 53</b> : Localisation de la campagne 2016 (secteur A).....	189
<b>Fig. 54</b> : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued Yeghbel (2016).....	190
<b>Fig. 55</b> : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées (campagne 2016) des Oueds : Zerrifa (a6) et Kramis (a7).....	190
<b>Fig. 56</b> : Localisation de la campagne 2016 (secteur B1).....	191
<b>Fig. 57</b> : Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées (campagne 2016) des Oueds : Kerrada (b16) et Achasta (b17).....	191

<b>Fig. 58:</b> Localisation de la campagne 2016 (secteur C).....	192
<b>Fig. 59 :</b> Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued El Malah (2016).....	193
<b>Fig. 60 :</b> Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued Terga (2016).....	193
<b>Fig. 61:</b> Localisation de la campagne 2016 (secteur D).....	194
<b>Fig. 62 :</b> Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued Tafna (d26, d27 et d31) prélevées en 2016.....	195
<b>Fig. 63 :</b> Pourcentage de la composition taxonomique des diatomées de Oued Mouillah (d28) et des barrages : Boughrara (d29) et de Beni Bahdel (d30) prélevées en 2016.....	196
<b>Fig. 64 :</b> Richesse spécifique et diversité de la campagne 2016.....	197
<b>Fig. 65 :</b> Présentation des indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2016.....	198
<b>Fig. 66 :</b> Carte représentant la qualité biologique des cours d'eau d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) de la campagne 2016.....	203
<b>Fig. 67 :</b> Richesse spécifique et diversité dans les échantillons (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016.....	209
<b>Fig. 68 :</b> Présentation des indices biologiques (IBD et IPS) dans les stations mesurées (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016.....	210
<b>Fig. 69 :</b> Carte représentant la qualité biologique des cours d'eau d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) dans les secteurs étudiés (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016.....	214
<b>Fig. 70 :</b> Histogramme des valeurs propres.....	216
<b>Fig. 71 :</b> Répartition des espèces et des Stations dans le plan formé par les axes F1 et F2.....	217
<b>Fig. 72 :</b> Corrélations des Paramètres physico-chimiques avec les Stations correspondantes...	218
<b>Fig. 73 :</b> Carte représentant la qualité biologique des cours d'eau d'après l'Indice Biologique Diatomées (l'IBD) dans les campagnes (2012, 2013, 2014 et 2016) .....	232

## Liste des tableaux

<b>Tab. 01 :</b> Classification des diatomées selon la saprobie (Van Dam et <i>al.</i> , 1994).....	32
<b>Tab. 02 :</b> Classification des diatomées selon les conditions trophiques (Lavoie et <i>al.</i> , 2008).....	33
<b>Tab. 03 :</b> Classification des diatomées selon leur gradient optimal de température (Lavoie et <i>al.</i> , 2008).....	33
<b>Tab. 04 :</b> Classification des diatomées selon leur gradient optimal de pH (Van Dam et <i>al.</i> , 1994).....	34
<b>Tab. 05 :</b> Classification des diatomées selon leur préférence à la salinité (Lavoie et <i>al.</i> , 2008).....	34
<b>Tab. 06 :</b> Classification des diatomées selon le taux d'oxygénation de l'eau (Van Dam et <i>al.</i> , 1994).....	34
<b>Tab. 07 :</b> Classification des diatomées selon leur préférence de vitesse de courant (Lavoie et <i>al.</i> , 2008).....	35
<b>Tab. 08 :</b> Les classes d'IDEC et leurs interprétations d'après le Guide d'identification des diatomées des rivières de l'Est du Canada (Lavoie et <i>al.</i> , 2008).....	43
<b>Tab. 09 :</b> Détermination de la valeur de l'IBD.....	49
<b>Tab. 10 :</b> Répartition des échantillons étudiés par secteurs et par bassins hydrographiques.....	168
<b>Tab. 11 :</b> Valeurs de l'indice diatomique indiquant les différentes classes de qualité de l'eau (Lenoir et Coste, 1996).....	169
<b>Tab. 12 :</b> Tableau représentant la richesse spécifique et diversité de la campagne 2012.....	172
<b>Tab. 13 :</b> Les Indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2012.....	172
<b>Tab. 14 :</b> Tableau représentant la richesse spécifique et diversité de la campagne 2013.....	180
<b>Tab. 15 :</b> Les Indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2013.....	181
<b>Tab. 16 :</b> Tableau représentant la richesse spécifique et la diversité de la campagne 2014.....	186
<b>Tab. 17 :</b> Les Indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2014.....	187
<b>Tab. 18 :</b> Tableau de la richesse spécifique et la diversité de la campagne 2016.....	197
<b>Tab. 19 :</b> Les Indices Biologiques (IBD et IPS) de la campagne 2016.....	198
<b>Tab. 20 :</b> Tableau présentant les échantillons étudiés (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016 par secteurs et par bassins hydrographiques.....	206
<b>Tab. 21 :</b> Tableau représentant la richesse spécifique et diversité dans les échantillons (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016.....	207
<b>Tab. 22 :</b> Les Indices Biologiques (IBD et IPS) les échantillons (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016.....	209

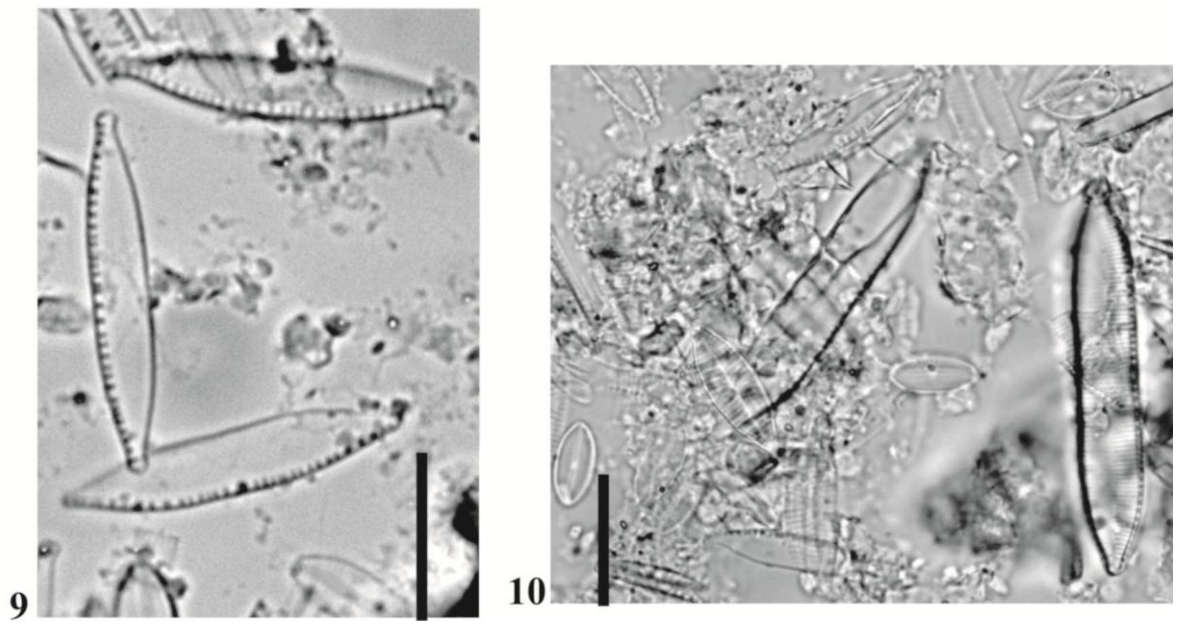
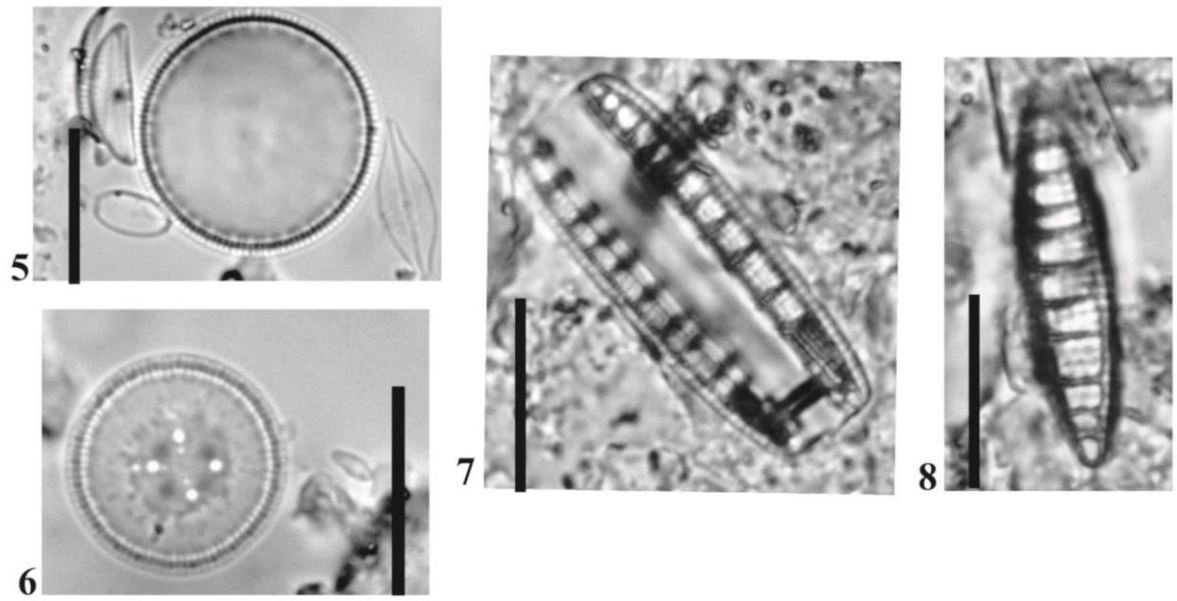
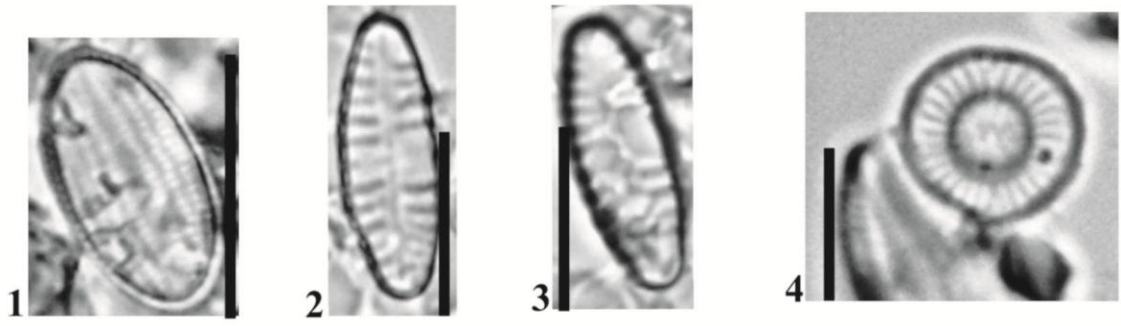
<b>Tab. 23 :</b> Paramètres physico-chimiques des échantillons étudiés (a5, a6, a7, b16, b17, c22, c23, c24 et c25) en 2016.....	210
<b>Tab. 24 :</b> Valeurs propres (logiciel XLSTAT).....	216
<b>Tab. 25 :</b> Tableau présentant les caractères écologiques des principaux taxons bioindicateurs.....	226



## **Planches photographiques**

Toutes les échelles sur les photographies sont à 10  $\mu\text{m}$

# Planche I



## PLANCHE I

Fig. 1: *Coconeis euglypta* Ehrenberg.

Vue valvaire (Échantillon d31), grossissement X 1000.

Figs. 2–3: *Reimeria uniseriata* Sala Guerrerto & Ferrario.

Vue valvaire (Échantillon d31), grossissement X 1000.

Fig. 4 : *Cyclotella meduanae* Germain.

Vue valvaire (Échantillon d30), grossissement X 1000.

Fig. 5 : *Melosira varians* Agardh.

Vue valvaire (Échantillon d26), grossissement X 1000.

Fig. 6 : *Cyclotella ocellata* Pantocsek.

Vue valvaire (Échantillon d30), grossissement X 1000.

Fig. 7 : *Denticula tenuis* Kutzing.

Vue connective (Échantillon b16), grossissement X 1000.

Fig. 8 : *Denticula tenuis* Kutzing.

Vue valvaire (Échantillon b16), grossissement X 1000

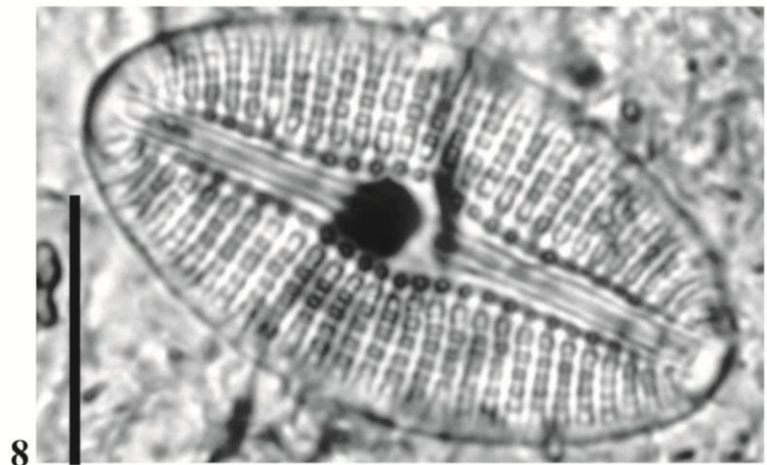
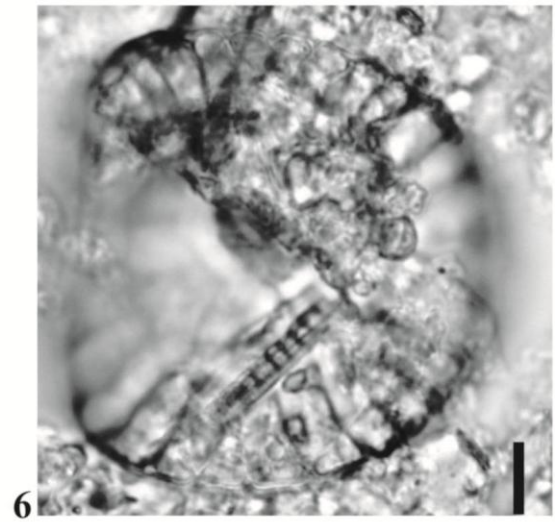
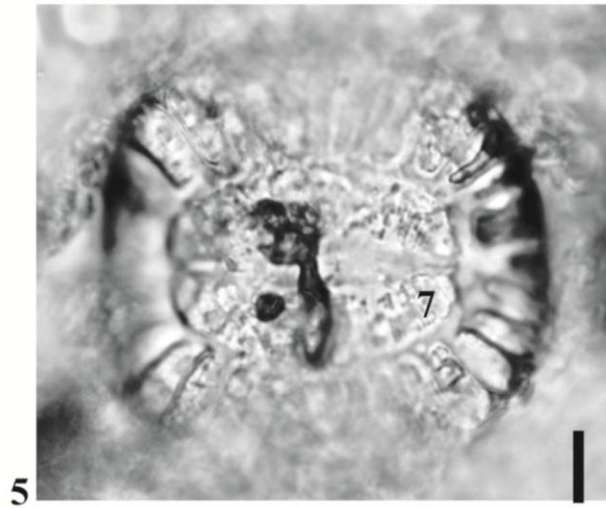
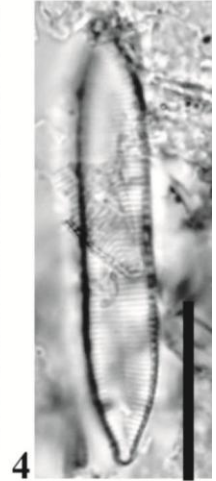
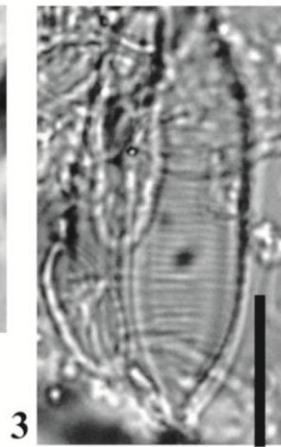
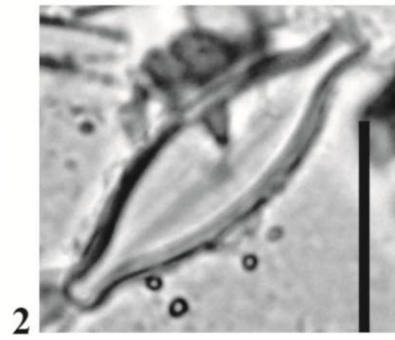
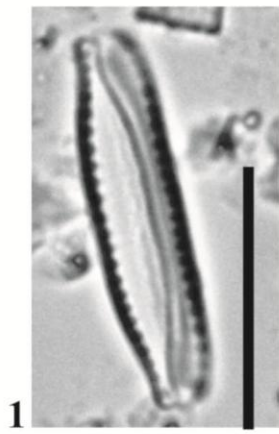
Fig. 9 : *Nitzschia palea* (Kutzing) W. Smith.

Vue valvaire (Échantillon b9), grossissement X 1000

Fig. 10 : *Nitzschia tryblionella* Hantzsch.

Vue valvaire (Échantillon b9), grossissement X 1000

## Planche II



## PLANCHE II

Fig. 1 : *Nitzschia capitellata* Hustedt in A. Shmidi & al.

Vue valvaire (Échantillon d29), grossissement X 1000.

Fig. 2 : *Brachysira neglectissima* Lange-Bertalot

Vue valvaire (Échantillon d30), grossissement X 1000.

Fig. 3 : *Tryblionella salinarum* (Grunow) Pelletan

Vue valvaire (Échantillon a6), grossissement X 1000.

Fig. 4 : *Nitzschia umbonata* (Ehrenberg) Lange-Bertalot

Vue valvaire (Échantillon c20), grossissement X 1000.

Figs. 5-6 : *Campylodiscus bicostatus* W.Smith in Roper

Vue valvaire (Échantillon a1), grossissement X 1000.

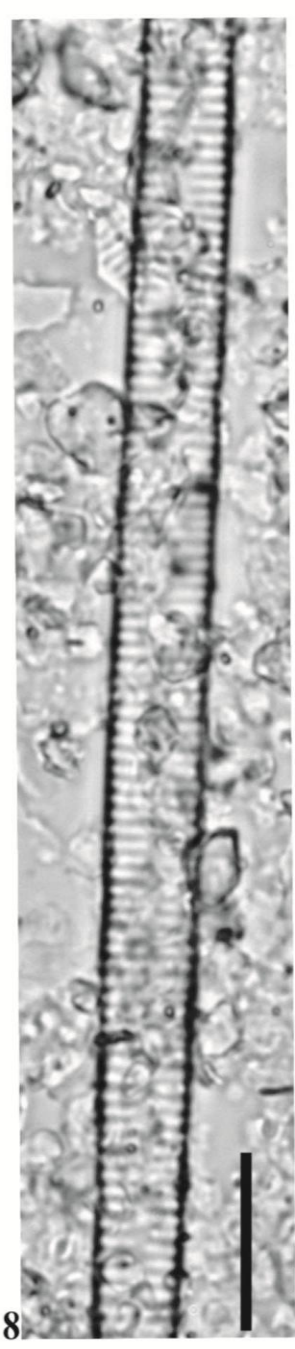
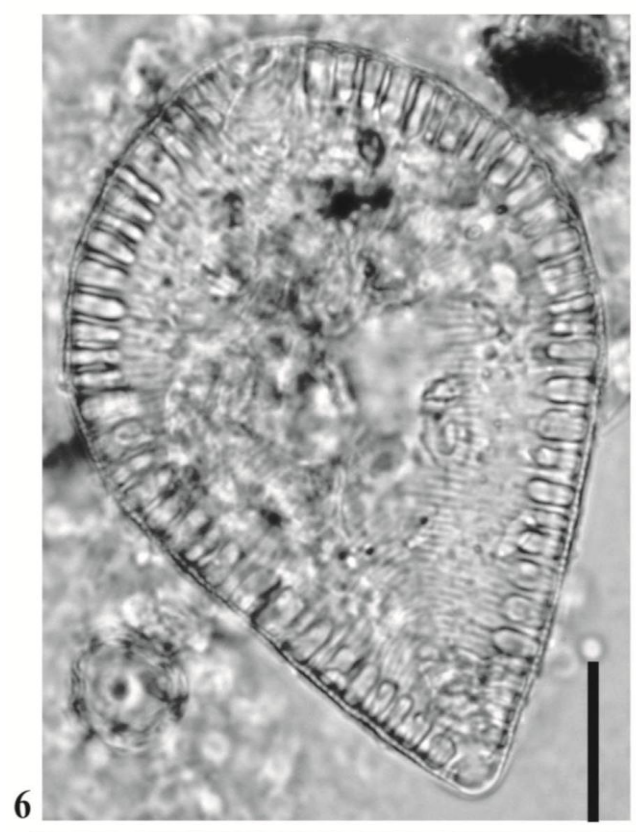
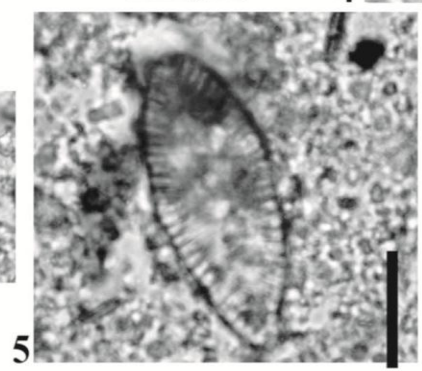
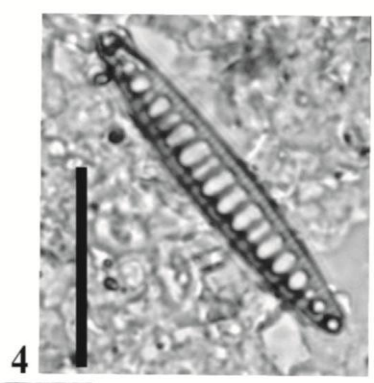
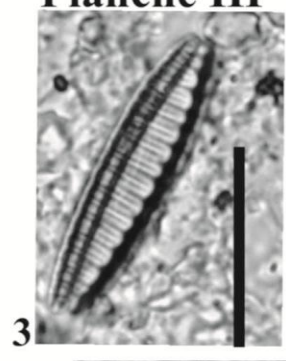
Fig. 7 : *Halamphora veneta* (Kutzing) Levkov

Vue valvaire (Échantillon d27), grossissement X 1000.

Fig. 8 : *Diploneis Krammeri* Lange-Bertalot & Reichardt

Vue valvaire (Échantillon a6), grossissement X 1000

Planche III



### PLANCHE III

Figs. 1-2 : *Cymbella parva* (W. Smith) kirchner in Cohn

Vue valvaire (Échantillon b18), grossissement X 1000.

Fig. 3-4 : *Nitzschia denticula* Grunow

Vue valvaire (Échantillon a7), grossissement X 1000.

Fig. 5 : *Surirella brebissonii* Krammer & Lange-Bertalot

Vue valvaire (Échantillon b17), grossissement X 1000

Fig. 6 : *Surirella ovalis* Brebisson

Vue valvaire (Échantillon a4), grossissement X 1000

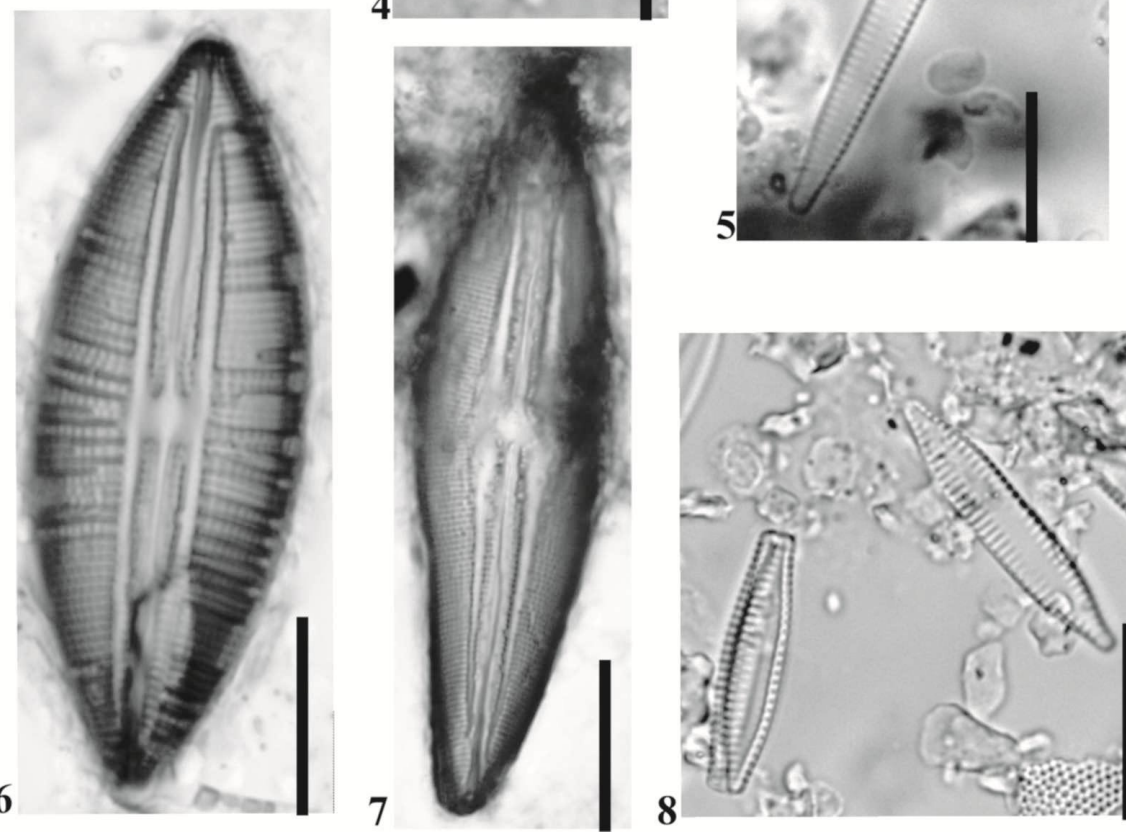
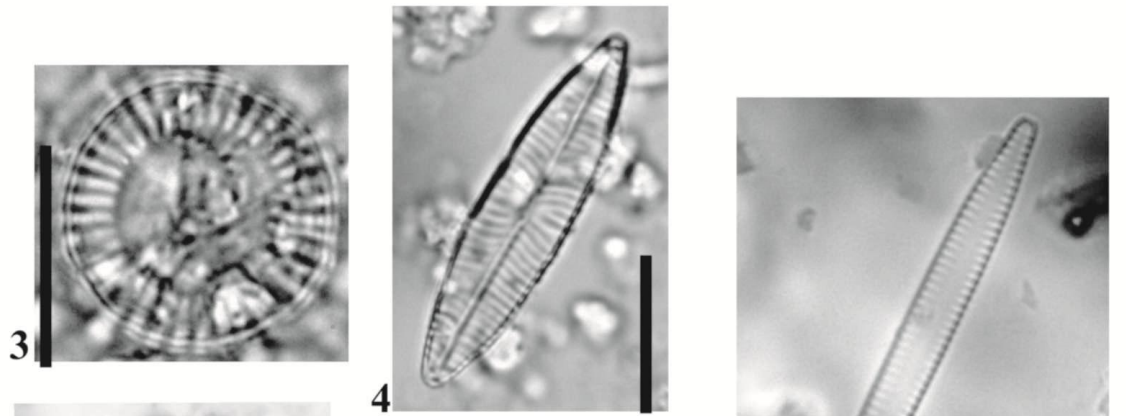
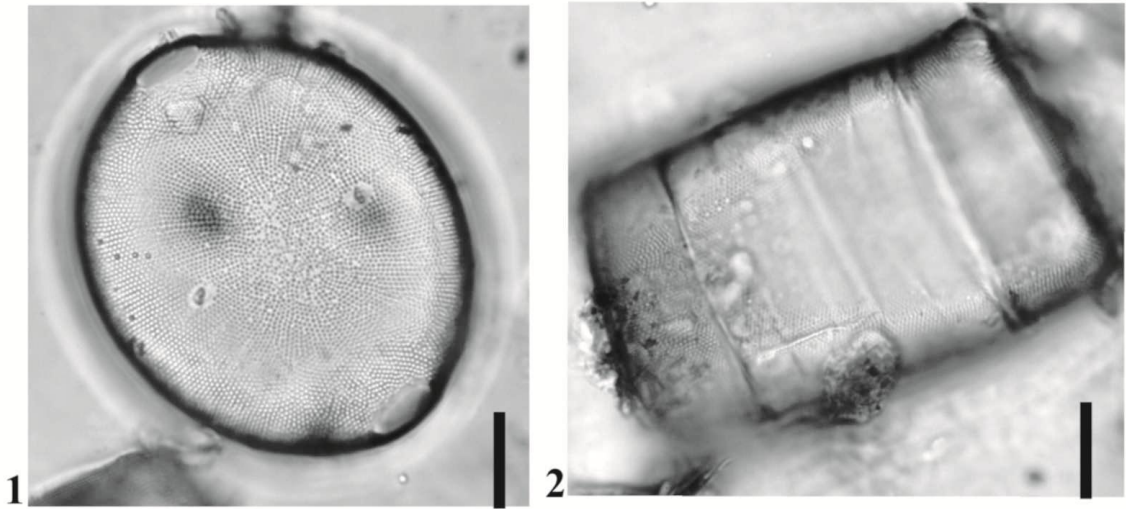
Fig. 7 : *Tryblionella apiculata* W. Gregory

Vue valvaire (Échantillon a3), grossissement X 1000

Fig. 8 : *Ulnaria ulna* (Nitzsch.) Compere

Vue valvaire (Échantillon a4), grossissement X 1000

# Planche IV





## PLANCHE IV

Fig. 1 : *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère

Vue valvaire (Échantillon d26), grossissement X 1000.

Fig. 2 : *Pleurosira laevis* (Ehrenberg) Compère

Vue connective (Échantillon d26), grossissement X 1000.

Fig. 3 : *Cyclotella meneghiniana* Kützing

Vue valvaire (Échantillon d27), grossissement X 1000.

Fig. 4 : *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory

Vue valvaire (Échantillon b13), grossissement X 1000.

Fig. 5 : *Tabularia fasciculata* (C.Agardh) D.M.Williams et Round

Vue valvaire (Échantillon d26), grossissement X 1000.

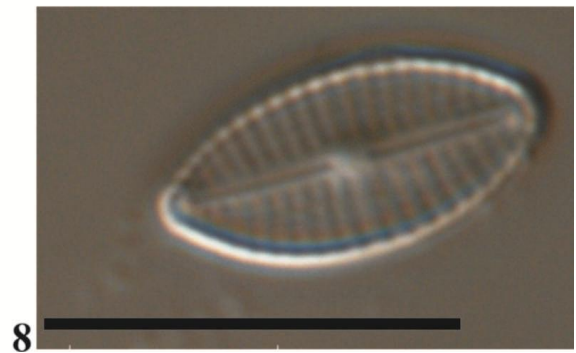
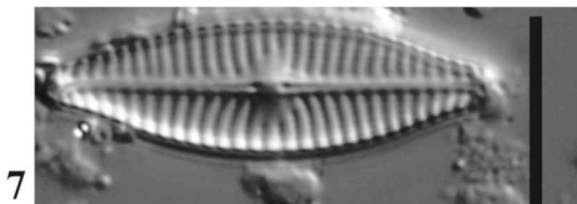
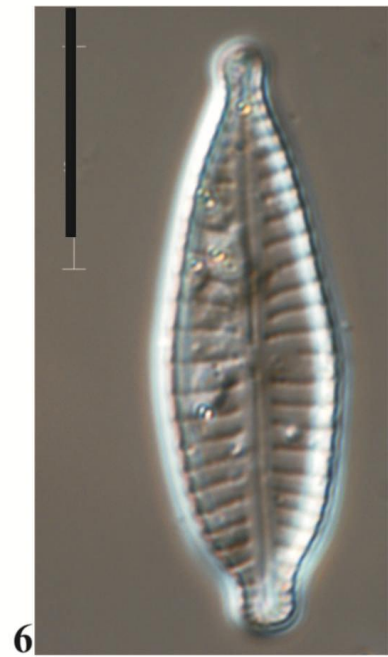
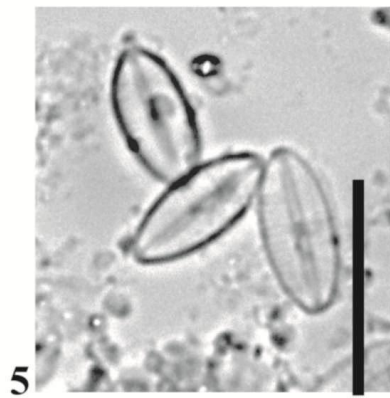
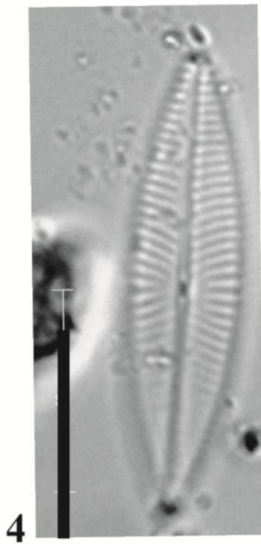
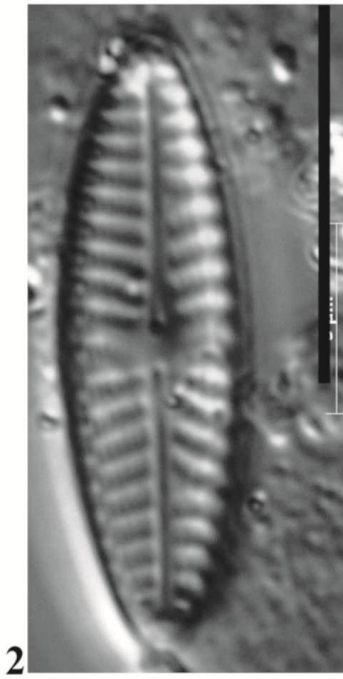
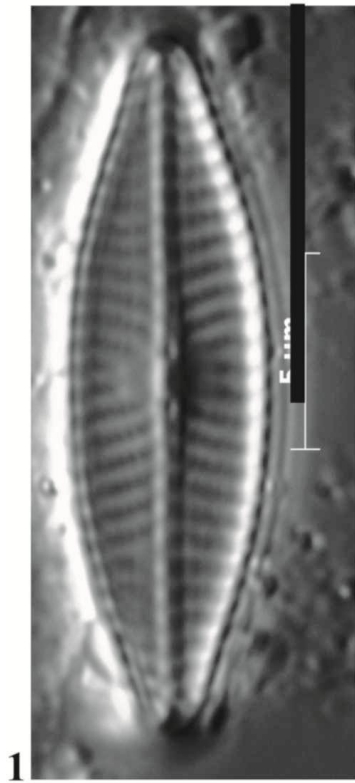
Fig. 6-7 : *Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle & D.G. Mann in Round, Crawford & Mann

Vue valvaire (Échantillon a6), grossissement X 1000.

Fig. 8 : *Pseudostaurosira brevistriata* (Grunow in Van Heurck) D.M.Williams & Round

Vue valvaire (Échantillon b15), grossissement X 1000.

# Planche V



## PLANCHE V

Fig. 1 : *Navicula simulata* Manguin

Vue valvaire (Échantillon b13), grossissement X 1000.

Fig. 2 : *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot

Vue valvaire (Échantillon b13), grossissement X 1000

Fig. 3 : *Caloneis macedonica* Hustedt

Vue valvaire (Échantillon a1), grossissement X 1000.

Fig. 4 : *Navicula radiosa* Kützing

Vue valvaire (Échantillon b10), grossissement X 1000.

Fig. 5 : *Mayamea permitis* (Hustedt) Bruder & Medlin

Vue valvaire (Échantillon c21), grossissement X 1000.

Fig. 6 : *Gomphonema pseudoaugur* Lange-Bertalot

Vue valvaire (Échantillon c24), grossissement X 1000.

Fig. 7 : *Navicula halophila* (Grunow) Cleve

Vue valvaire (Échantillon b10), grossissement X 1000.

Fig. 8 : *Navicula cryptocephala* Kützing

Vue valvaire (Échantillon c24), grossissement X 1000.

# **ANNEXES**

Annexe. 01 : Inventaire et abondance relative des diatomées de Oued Derdouse (campagne 2012).

CODE	DENOMINATION COMPLETE	Campagne 2012				
		Oued Derdouse				
		b8	b9	b10	b11	b12
AMMO	<i>Amphora montana</i> Krasske		3			0,75
ANOR	<i>Amphora normanii</i> Rabenhorst		0,75			0,75
AVEN	<i>Amphora veneta</i> Kutzing				9	2,5
AFOR	<i>Asterionella formosa</i> Hassall			1,75		
EAST	<i>Eunotia asterionelloides</i> Hustedt		2,5			
FBRE	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow (Pseudostausira)					3
FCRO	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton					
GANG	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kutzing) Rabenhorst	2,5	3,25	22,5	1	
GPAR	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing)	7,5		10		
HAMP	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow			0,5		
NACO	<i>Navicula accomoda</i> Hustedt		21,25			
NHAL	<i>Navicula halophila</i> (Grunow) Cleve	5	1,5	42,75	61,25	40
NHAR	<i>Navicula halophila var. robusta</i> (Grunow) Cleve & Hustedt	11,25				
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kutzing			15		5
NSAP	<i>Navicula saprophila</i> Lange-Bertalot & Bonik	9	10,25		11,5	7,5
NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kutzing		0,5			1,25
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow		0,75			
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A, Schmidt & al,		0,75			
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	10	0,25			
NINT	<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow	2,5				
NMNA	<i>Nitzschia minuta</i> (Cleve) Cleve-Euler	3				3,75
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kutzing) W.Smith	27,5	37,5	7,5	14	11,25
NPAD	<i>Nitzschia palea var. debilis</i> (Kützing) Grunow in Cleve Grunow	8,75	1,5		1,25	16,25
NPAE	<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	3			0,75	1,25
NPUF	<i>Nitzschia puriformis</i> Hlúbíková et al. 2009					2
NIPU	<i>Nitzschia pusilla</i> (Kutzing) Grunow	4,5			0,5	1,25
NZSU	<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	3,75				
NTRY	<i>Nitzschia tryblionella</i> Hantzsch		11,25			0,75
NTSS	<i>Nitzschia tryblionella var. subsalina</i> (O'Meara) Grunow	1,75				
NUMB	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot		5		0,5	1,5
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow in Van Heurck) D.M. Williams & Round				0,25	1,25

Annexe. 02 : Inventaire et abondance relative des diatomées des Oueds : Kramis et Abid  
(campagne 2013).

CODE	DENOMINATION COMPLETE	Campagne 2013		
		Secteur A		
		Oued Kramis		Oued Abid
		a1	a2	a3
AMIT	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i> Kutzing	5	28,75	19,25
AOLG	<i>Amphora oligotraphenta</i> Lang-Bertalot	5	3,75	0
AVEN	<i>Amphora veneta</i> Kutzing	3,5	0	0
ANSS	<i>Aneumastus stroesei</i> (Østrup) D.G. Mann & Stickle in Round, Crawford & Mann	3,25	0	0
BNEG	<i>Brachysira neglectissima</i> Lange-Bertalot	0	0	3,75
BVIT	<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) R. Ross in Hartley	11,25	11,25	6,25
CMAC	<i>Caloneis macedonica</i> Hustedt	27,5	1,25	9,5
CBIC	<i>Campylodiscus bicostatus</i> W.Smith in Roper	6	1,5	0
CAFF	<i>Cymbella</i> aff. <i>affinis</i> Kützing	0	0,75	0
CAEX	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	0	1	0
CBAM	<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli ex Kützing) Krammer	2,75	0	0
DITE	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh	0	0	4,25
EGFA	<i>Eunotia glacialifalsa</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	2,75	0	0
FBRE	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow ( <i>Pseudostausira</i> )	0	2,5	0
GCUN	<i>Gomphonema cuneolus</i> E. Reichardt	0	1	0
GLGN	<i>Gomphonema langenua</i> Kützing	0	1,25	0
GPAR	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing)	0	0	1,75
GRHO	<i>Gomphonema rhombicum</i> Fricke	8,75	0	0
HVUN	<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	0	0,75	0
NCAP	<i>Navicula capitata</i> Ehrenberg (Hippodonta)	3,75	0	0
NEXT	<i>Navicula exilis</i> Kützing	0	1,5	0
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kutzing	0	0,75	0
NSAP	<i>Navicula saprophila</i> Lange-Bertalot & Bonik	2,75	0	0
NSLE	<i>Navicula slesvicensis</i> Grunow	0	2,75	0
NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kutzing	0	2,5	2,5
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	0	0	5
NIAR	<i>Nitzschia archibaldi</i> Lange-Bertalot	0	0	2,75
NBRG	<i>Nitzschia bergii</i> Cleve-Euler	3,25	1	3,75
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A. Schmidt & al.	1	1,75	0
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	0	0	7,5
NFIL	<i>Nitzschia filliformis</i> (W.M. Smith) Van Heurck	0	1	0
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller	5,75	1,25	7,5
NGES	<i>Nitzschia gessneri</i> Hustedt	0	0	3,75
NHAN	<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst	0	1,25	0
NHEU	<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	1	0,75	0
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	0	0	7,5

NPAE	<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	3,5	21,25	0
NZSU	<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	0	1,75	0
NUMB	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	1,25	0	0
PISS	<i>Pinnularia isselana</i> Krammer	0	0	3,75
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun. In Van Heurck) Williams & Round	0	6,25	5
RSIN	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoemer	0	1,5	0
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	2	1	6,25

Annexe. 03 : Inventaire et abondance relative des diatomées des Oueds : Derdouse et Kerrada (campagne 2013).

CODE	DENOMINATION COMPLETE	Campagne 2013		
		Oued Derdouse		Oued Kerrada
		b13	b14	b15
ACAF	<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki	1,5		
AMMO	<i>Amphora montana</i> Krasske	0,5		
AVEN	<i>Amphora veneta</i> Kützing	1,25		1,25
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing			7,25
CAFF	<i>Cymbella aff. afinis</i> Kützing	1,25		0,5
CPAR	<i>Cymbella parva</i> (W. Smith) Kirchner in Cohn	0,5		
CPRO	<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve			0,5
CBAM	<i>Cymbopleura amphicephala</i> Krammer	0,25		
DTEN	<i>Denticula tenuis</i> Kützing			0,5
FCRO	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton			0,5
GYKU	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve		0,5	0,25
MVAR	<i>Melosira varians</i> Agardh			0,25
NACO	<i>Navicula accomoda</i> Hustedt	2	13,25	
MVAR	<i>Navicula cataracta</i> Rheni Lange -Bertalot	5		
NCPR	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain			4
NCAP	<i>Navicula capitelata</i> Ehrenberg (Hippdenta)	5		
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange -Bertalot	12		0,5
NEXI	<i>Navicula exilis</i> Kützing			5
NGRE	<i>Navicula gregaria</i> Donkin	13,5		0,5
NHAL	<i>Navicula halophila</i> (Grunow) Cleve	5,5		0,25
NHAR	<i>Navicula halophila var. robusta</i> (Grunow) Cleve & Hustedt	1,5		0,25
NPYG	<i>Navicula pygmaea</i> Kützing			0,5
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kützing	3,5	2	0,25
NRCH	<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	5,25		0,25
NSAP	<i>Navicula saprophila</i> Lange-Bertalot & Bonik			0,5
NSIA	<i>Navicula simulata</i> Manguin	1,5	1,5	0,25
NTPT	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Muller) Bory	5		0,5
NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kützing	13	28	4

NACU	<i>Nitzschia acula</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst		5	
NIAN	<i>Nitzschia angustata</i> Grunow		4	
NBRG	<i>Nitzschia bergii</i> Cleve-Euler		8	
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A, Schmidt & al,			0,5
NCOT	<i>Nitzschia constricta</i> (Kützing) Grunow		7	0,5
NFIL	<i>Nitzschia filliformis</i> (W,M, Smith) Van Heurck	2		
NGES	<i>Nitzschia gesseneri</i> Hustedt			0,25
NHAN	<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst		2,25	0,25
NINT	<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow			0,25
NMNA	<i>Nitzschia minuta</i> (Cleve) Cleve-Euler		2	0,25
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	6	18	12
NPAD	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i> (Kützing) Grunow in Cleve Grunow	3	3	5,5
NPAE	<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	2		4
NIPF	<i>Nitzschia paleaeformis</i> Hustedt			3
NIPR	<i>Nitzschia pura</i> Hustedt	3		2
NPUF	<i>Nitzschia puriformis</i> Hlúbiková et al. 2009			5
NIPU	<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow			3
NSIG	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.M.Smith			0,75
NSBC	<i>Nitzschia subcapitellata</i> Hustedt	0,5	5	3,25
NVER	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst	0,5		
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow in Van Heurck) D.M. Williams & Round			10,5
ROPE	<i>Rhopalodia operculata</i> (Agardh) Hakansson			3,25
SBRE	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var. <i>brebissonii</i>		0,25	
SOVI	<i>Surirella ovalis</i> Brebisson		0,25	4,5
TANG	<i>Tryblionella angustata</i> Wm Smith			4,25
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> W. Gregory	2		5,25
THUN	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	3		4

Annexe. 04 : Inventaire et abondance relative des diatomées de Oued El Malah (campagne 2013).

		Campagne 2013	
		Secteur C	
		Oued El Malah	
CODE	DENOMINATION COMPLETE	c20	c21
ADRU	<i>Achnantheidium druartii</i> Rimer & Couté		7,5
AVEN	<i>Amphora veneta</i> Kützing		0,25
CRAC	<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann		3,25
GAUG	<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	7,5	
GLAT	<i>Gomphonema lateripenctutum</i> Reichard & Lange-Bertalot		1,25
MPMI	<i>Mayamea permitis</i> (Hustedt) Bruders & Mealin		13,75
MVAR	<i>Navicula cataracta</i> Rheni Lange -Bertalot		10
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kützing	22,5	3,75



NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kutzing		0,25
NIAN	<i>Nitzschia angustata</i> Grunow		5
NBNO	<i>Nitzschia brunoi</i> Lange-Bertalot	7,5	
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Husted in A. Schmidt & al.		3,75
NCOT	<i>Nitzschia constricta</i> (Kützing) Ralfs	10,5	
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller	36,25	32,5
NCBI	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow		11
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	6,25	6,25
NUMB	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	8,75	
SOVI	<i>Surirella ovalis</i> Brebisson	0,75	
THUN	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann		1,5

Annexe. 05 : Inventaire et abondance relative des diatomées de Oued Rhiou (campagne 2014).

		Campagne 2014	
		Secteur B2	
		Oued Rhiou	
CODE	DENOMINATION COMPLETE	b18	b19
AMIT	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i> Kutzing		7
ACAF	<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki	3	14,5
CPED	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg		1,5
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing		0,25
CEPR	<i>Cymbella excisa</i> var. <i>procera</i> Krammer		2,5
CHEL	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing		1
CPAR	<i>Cymbella parva</i> (W. Smith) Kirchner in Cohn	0,75	
CPRO	<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve		5
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing		0,75
DITE	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh	68,75	15,5
DTEL	<i>Diatoma tenuis</i> var. <i>elongatum</i> Lyngbye		0,5
DOBL	<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler	0,25	
FCRO	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton		2
GCLE	<i>Gomphonema clevei</i> Fricke	3,75	
GDES	<i>Gomphonema designatum</i> E. Reichardt	5	
GOLI	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson		1,75
GVID	<i>Gomphonema vidalii</i> Beltrami & Ector in Beltrami et al.	2,5	
GYAT	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst		0,25
GYKU	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve	0,25	
MVAR	<i>Melosira varians</i> Agardh	0,25	
MVAR	<i>Navicula cataracta</i> Rheni Lange -Bertalot		0,5
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange -Bertalot		1
NGRE	<i>Navicula gregaria</i> Donkin		1,5
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kutzing	1,75	5,25
NSIA	<i>Navicula simulata</i> Manguin	0,75	
NTPT	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Muller) Bory	0,25	1,5
NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kutzing		6,5

NAUR	<i>Nitzschia aurariae</i> Cholnoky		2
NCOM	<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst		4,5
NCOT	<i>Nitzschia constricta</i> (Kützing) Grunow		3,25
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow		1
NIGR	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	0,5	
NLIN	<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith		3,75
NIAN	<i>Nitzschia aff. nana</i> Grunow in van Heurck	6,25	
NPAD	<i>Nitzschia palea var. debilis</i> (Kützing) Grunow in Cleve Grunow		9
NIPF	<i>Nitzschia paleaeformis</i> Hustedt		2,25
NIPR	<i>Nitzschia pura</i> Hustedt	0,5	
NIPU	<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow	0,75	
NSIG	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.M.Smith		1,5
NUMB	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot		0,75
ROPE	<i>Rhopalodia operculata</i> (Agardh) Hakansson	0,75	1,5
SBRE	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var. brebissonii		2,75
SOVI	<i>Surirella ovalis</i> Brebisson		3,5
SACU	<i>Synedra acus</i> Kützing		0,5
TFAS	<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams et Round	2,5	
TANG	<i>Tryblionella angustata</i> Wm Smith		1,5
UULN	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compere	1,5	0,5

Annexe. 06 : Inventaire et abondance relative des diatomées des Oueds : Yeghbel, Zerrifa et Kramis (campagne 2016).

		Campagne 2016			
		Secteur A			
		Oued Yeghbel	Oued Zerrifa	Oued Kramis	
CODE	DENOMINATION COMPLETE	a4	a5	a6	a7
AMIT	<i>Achnanthes minutissima var. minutissima</i> Kützing	1,25	8,75		2
AHOL	<i>Amphora holsatica</i> Hustedt				15
AOVA	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	2,5			
AFOR	<i>Asterinella formosa</i> Hassall		6,25		
BNEG	<i>Brachysira neglectissima</i> Lange-Bertalot	30	26,25		
CSUT	<i>Cymbella subtruncata</i> Krammer	2,5	0,5		
DSUB	<i>Denticula subtilis</i> Grunow	20			
DTEN	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	3,75			
DTEN	<i>Denticula tenuis var. frigida</i> Kützing	1,25			
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing	10			
DITE	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh		5		
DKRA	<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot & Reichardt	1,75		2,5	
EGFA	<i>Eumotia glacialifalsa</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot			5	
FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann	1		46,25	3,75
FSLU	<i>Fallacia sublucidula</i> (Hustedt) D.G. Mann			7,5	1,25
FBRE	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow ( <i>Pseudostausira</i> )				
FDEL	<i>Fragilaria delicatissima</i> (W.Smith) Lange-Bertalot				6,25
FUAC	<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch.) Lange-Bertalot	0,25			
GLAT	<i>Gomphonema lateripenctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot				1,25

GYKU	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve			3,75	
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kutzing				1,25
NDEN	<i>Nitzschia denticula</i> Grunow		40		55
NFIL	<i>Nitzschia filliformis</i> (W.M. Smith) Van Heurck				2,25
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller	6,25	7,5		2
NGIS	<i>Nitzschia gisela</i> Lange-Bertalot				1,25
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith		5,5	0,75	6,25
NPVU	<i>Nitzschia parvula</i> Lewis				1,25
NSIO	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch.) W. Smith			17,5	
NZSU	<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot			7,5	
PSCM	<i>Pinnularia subcommutata</i> Krammer	1,25			
RGBL	<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O.Muller			1,25	
ROPE	<i>Rhopalodia operculata</i> (Agardh) Hakansson				1,25
SOVI	<i>Surirella ovalis</i> Brebisson	3,25			
SACU	<i>Synedra acus</i> Kützing		0,25		
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory			6,25	
TSAL	<i>Tryblionella salinarum</i> (Grunow) Pelletan			1,75	
UDAN	<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Comper & Bukhtiyarova	3,75			
UULN	<i>Ulnaria ulna</i> (Nizsch.) Compere	11,25			

annexe. 07 : Inventaire et abondance relative des diatomées des Oueds : Kerrada et Achasta (campagne 2016).

CODE	DENOMINATION COMPLETE	Campagne 2016	
		Secteur B1	
		Oued Kerrada	Oued Achasta
		b16	b17
AMIT	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i> Kutzing		1,25
ANOR	<i>Amphora normanii</i> Rabenhorst	3,5	
AOVA	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kutzing		2,5
BNEG	<i>Brachysira neglectissima</i> Lange-Bertalot		30
CNHT	<i>Campylodiscus noricus</i> var. <i>hibernicus</i> W.Smith in Roper	3,25	
CRBU	<i>Craticula bunderi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	4,25	
CAEX	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	3,25	
CSUT	<i>Cymbella subtruncata</i> Krammer		2,5
DSUB	<i>Denticula subtilis</i> Grunow		20
DTEN	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	10	3,75
DTEN	<i>Denticula tenuis</i> var. <i>frigida</i> Kützing		1,25
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing		10
DKRA	<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot & Reichardt		1,75
FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann		1,25
FAMO	<i>Frustulia amosseanae</i> Lange-Bertalot	2,25	
FBRE	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow (Pseudostausira)	15	
GANG	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2,5	
GELG	<i>Gomphonema elegantissimum</i>	3,25	
GYAT	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2,25	
NAAN	<i>Navicula angusta</i> sensu Hofmann et al. 2011	4,25	
NPYG	<i>Navicula pygmaea</i> Kutzing	1,25	

NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kutzing	5	
NACU	<i>Nitzschia acula</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst	5	
NIAN	<i>Nitzschia angustata</i> Grunow	4	
NBNO	<i>Nitzschia brunoi</i> Lange - Bertalot	2	
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A, Schmidt & al,	3	
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller	2,5	6,25
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	4	
NVER	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst	6	
PSCM	<i>Pinnularia subcommutata</i> Krammer		1,25
SADC	<i>Stauroneis acidoclinata</i> Lange-Bertalot & Werum	3,5	
SBRE	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var.brebissonii		3,25
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> W. Gregory	5	
THUN	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	5	
UDAN	<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Comper & Bukhtiyarova		3,75
UULN	<i>Ulnaria ulna</i> (Nizsch.) Compere		11,25

Annexe. 08 : Inventaire et abondance relative des diatomées des Oueds : El Malah et Terga  
(campagne 2016).

CODE	DENOMINATION COMPLETE	Campagne2016			
		Secteur C			
		Oued El Malah		Oued Terga	
		c22	c23	c24	c25
ADMS	<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot			11,25	
AHOL	<i>Amphora holsatica</i> Hustedt	1,25	1,25		
CNHT	<i>Campylodiscus noricus</i> var. <i>hibernicus</i>	1,25			
FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Sickle & Mann	0,75			
FSLU	<i>Fallacia sublucidula</i> (Hustedt) D.G. Mann		16,25		
GELG	<i>Gomphonema elegantissimum</i> (Gru.) Lange-Bertalot & Reichardt	1,25	5	3,75	1,75
GEXL	<i>Gomphonema exilissimum</i> (Gru.) Lange-Bertalot & Reichardt			7,5	0,5
GPAR	<i>Gomphonema parvulum</i> Kutzing	5	7,5		3,75
GPSA	<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot			11,75	25
GVST	<i>Gomphonema variostigmatum</i> Reichard	16,25			
GPGB	<i>Gomphosphenia grovei</i> Lange-Bertalot			2	
LGOE	<i>Luticola geoppertiana</i> (Bleisch in Rabenhost) D.G. Mann				17,5
MAAT	<i>Mayamea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	12,5	8,75		13,75
MPMI	<i>Mayamea permitis</i> (Hustedt) Bruders & Mealin			8,75	
NCTV	<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellerman		12,5		
NCRY	<i>Navicula cryptocephala</i> Kutzing			11,25	
NGER	<i>Navicula germainii</i> Wallace			7,5	
NRCH	<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot			5	
NSBN	<i>Navicula subalpina</i> Reichardt				10
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Husted in A. Schmidt & al.				8,75
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller			8	
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	15,5	45	13,75	17,5
NPVU	<i>Nitzschia parvula</i> Lewis	11,25			
NSIG	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.M.Smith		0,25		

NSTS	<i>Nitzschia soratensis</i> Morales & Vis			2,5	
NZSU	<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot			2	
NUMB	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot		0,5		0,25
PLEV	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compere			1,25	
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun.in Van Heurck) Williams & Round			3,75	
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	10	0,5		1,25
THUN	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	25	2,5		

Annexe. 09 : Inventaire et abondance relative des diatomées des Oueds : Tafna, Mouillah - des barrages : Bouhrara et Beni Bahdel (campagne 2016).

		(Campagne 2016)						
		Secteur D						
		Oued Tafna		Oued Mouillah		Barrage de Bouhrara	Barrage de Beni Bahdel	Oued Tafna (Ain Taga)
CODE	DENOMINATION COMPLETE	d 26	d 27	d 28	d 29	d 30	d 31	
AMIT	<i>Achnanthes minutissima var. minutissima</i> Kutzing					20	2,5	
ADRU	<i>Achnanthidium druarttu</i> Rimer & Couté						3,75	
ADMS	<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot		5	20				
APED	<i>Amphora pediculus</i> (kutzing) Grunow					12,5		
BPAX	<i>Bacillaria paxillifera var. paxillifera</i> (O.F. Muller) Hendy		0,25					
BNEG	<i>Brachysira neglectissima</i> Lange-Bertalot					13,75		
BVIT	<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross in Hartley					4		
CEUG	<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg						5	
CLNT	<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg	0,25						
CATO	<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt					0,75		
CMED	<i>Cyclotella meduanae</i> Germain					6,25		
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutzing		6,25		7,5			
COCE	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek					31,25		
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i> Kutzing						2	
DOBL	<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler		3					
ENMI	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh) D.G. Mann						3,75	
ESUB	<i>Eunotica subarcuatoidea</i> Alles Norpel & Lange- Bertalot						3,75	
FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kutzing) Stickle & Mann	0,25						
GPAR	<i>Gomphonema parvulum</i> Kutzing			31,25				
GYKU	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve		0,5					
GYOB	<i>Gyrosigma obtusatum</i> (Sullivan & Wormley) Byer		0,75					
HVEN	<i>Halamphora veneta</i> (Kutzing) Levkov		3,75					
KCLE	<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Bukhtiyarova					4		
MPMI	<i>Mayamea permissis</i> (Husted) Bruders & Mealin					7,5		
MVAR	<i>Melosira varians</i> Agardh	25,5						
NCAT	<i>Navicula catalanogermanica</i> Lange-Bertalot		23,75					
NCPR	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain		4,25					
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	2,5						
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kutzing		5					

NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow					6,25			
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A. Schmidt & al.					13,75			
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow		1,5						
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller		5						
NIFT	<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt		1,25						
NZLT	<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>tenuis</i> (Agardh) W.M. Smith		1,25						
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith		4,25	5		26,25			
NPAE	<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in van Heurck					46,25			
NPVU	<i>Nitzschia parvula</i> Lewis				40				
NIPU	<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow				3,75				
NVER	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch		3,75						1,25
RSIN	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer								42,5
RUNI	<i>Reimeria uniseriata</i> Sala Guerrerto & Ferrario								20,5
PLEV	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compere	35							
PALV	<i>Pseudostaurosira alvareziae</i> Cejudo & Ector								5
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) in Van Heurck Williams & Round	30	6,5						1,25
STSE	<i>Stauroneis separanda</i> Lange-Bertalot & Werum	0,25							
SSVE	<i>Staurosira venter</i> (Ehr.) Cleve & Moeller								8,75
TFAS	<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams & Round	6,25							
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory		8						
THUN	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann		2,75						
TLEV	<i>Tryblionella levidensis</i> Wm. Smith		7,75						
TSAL	<i>Tryblionella salinarum</i> (Grunow) Pelotan		5,5						

Annexe. 10 : Inventaire des abondances relatives des diatomées dans les prélèvements de la campagne 2016 (secteurs : A, B et C), correspondant aux Bassins hydrographiques (Côtier Dahra, Chélif et Côtiers Oranais) respectivement.

CODE	DENOMINATION COMPLETE	Bassin Côtier Dahra			Bassin de Chélif		Bassin Côtiers Oranais			
		a5	a6	a7	b16	b17	c22	c23	c24	c25
AMIT	<i>Achnanthes minutissima</i> Kutz. v. <i>minutissima</i> Kützing fo.teratogene	8,75		2		1,25				
ADMS	<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot								11,25	
AHOL	<i>Amphora holsatica</i> Hustedt			15			1,25	1,25		
AOVA	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing					2,5				
ANOR	<i>Amphora normanii</i> Rabenhorst				3,5					
AFOR	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	6,25								
BNEG	<i>Brachysira neglectissima</i> Lange-Bertalot	26,25				30				
CNHT	<i>Campylodiscus noricus</i> Ehr. var. <i>hibernicus</i> (Ehr.) Grunow				3,25		1,25			
CRBU	<i>Craticula bunderi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot				4,5					
CAEX	<i>Cymbella excisa</i> Kützing var. <i>excisa</i>				3,75					
CSUT	<i>Cymbella subtruncata</i> Krammer var. <i>subtruncata</i>	0,5				2,5				
DSUB	<i>Denticula subtilis</i> Grunow					20				
DTEN	<i>Denticula tenuis</i> Kützing				10	3,75				

DTFR	<i>Denticula tenuis var. frigida</i> (Kutzing) Grunow in Van Heurck					1,25				
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i> Kutzing					10				
DITE	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh	5								
DKRA	<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot & Reichardt		2,5			1,75				
EGFA	<i>Eunotia glacialisfalsa</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot		5							
FSLU	<i>Fallacia subclucidula</i> (Hustedt) D.G. Mann		7,5	1,25				16,25		
FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> (K_zing) Stickle & Mann ssp.pygmaea Lange-Bertalot		46,25	3,75		1,25	0,75			
FBRE	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow (Pseudostaurosira)				15					
FDEL	<i>Fragilaria delicatissima</i> (W.Smith) Lange-Bertalot			6,25						
FUAC	<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch.) Lange-Bertalot var.acus(Kutz.) Lange-Bertalot	0,25								
FAMO	<i>Frustulia amosseanae</i> Lange-Bertalot in Rumrich, Lange-Bertalot & Rumrich				2,5					
GANG	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kutzing) Rabenhorst				2,5					
GELG	<i>Gomphonema elegans</i> (Reichardt & Lange-Bertalot) Monnier & Ector				3,75		1,25	5	3,75	1,75
GEXL	<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt								7,5	0,5
GLAT	<i>Gomphonema lateripunctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot			1,25						
GPRA	<i>Gomphonema parvulum</i> Kutzing						5	7,5		3,75
GPSA	<i>Gomphonema pseudoagur</i> Lange-Bertalot								11,75	25
GVST	<i>Gomphonema variostigmatum</i> E. Richardt						16,25			
GPGR	<i>Gomphosphenia grovei</i> (M.Schmidt) Lange-Bertalot								2	
GYAT	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (K_zing) Rabenhorst		3,75	2,5						
LGOE	<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch in Rabenhorst) D.G. Mann									17,5
MAAT	<i>Mayamaea atomus</i> (Kutzing) Lange-Bertalot						12,5	8,75		13,75
MPMI	<i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) Monnier & Ector								8,75	
NAAN	<i>Navicula angusta</i> Grunow			4,25						
NCTV	<i>Navicula caterva</i> Hohn & Helleman							12,5		
NCRY	<i>Navicula cryptocephala</i> Kutzing								11,25	
NGER	<i>Navicula germainii</i> Wallace								7,5	
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kudzing			1,25	5					
NRCH	<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot var. reichardtiana								5	
NSBN	<i>Navicula subalpina</i> E. Richardt									10
NPYG	<i>Navicula pygmaea</i> Kutzing				1,25					
NACU	<i>Nitzschia acula</i> Hantzsch				5					
NBNO	<i>Nitzschia bruno</i> i Lange-Bertalot				2,5					
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A.Schmidt & al.				3,75					8,75
NDEN	<i>Nitzschia denticula</i> Grunow	40	55							
NFIL	<i>Nitzschia filiformis</i> (W.M.Smith) Van Heurck var. filiformis			2,25						
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve et M_ler	7,5	2	2,5	6,25				8	
NGIS	<i>Nitzschia gisela</i> Lange-Bertalot			1,25						
NSIG	<i>Nitzschia sigma</i> (Kutzing) W.M.Smith							0,25		

NSIO	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch)W. Smith		17,5							
NZSU	<i>Nitzschia supralitoria</i> Lange-Bertalot		7,5						4,5	
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	5,5	0,75	6,25	4		15,5	45	13,75	17,5
NPVU	<i>Nitzschia parvula</i> Lewis			1,25			11,25			
NVER	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing)Hantzsch				6,25					
NUMB	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg)Lange-Bertalot							0,5		
PLEV	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compere f.laevis Ehrenberg								1,25	
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun.in Van Heurck) Williams & Round								3,75	
PSCM	<i>Pinnularia subcommutata</i> Krammer					1,25				
ROPE	<i>Rhopalodia operculata</i> (Agardh)			1,25						
RGBL	<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O.Muller		1,25							
RABB	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot									0,25
SADC	<i>Stauroneis acidoclinata</i> Lange-Bertalot & Werum				3,75					
SOVI	<i>Surirella ovalis</i> Brebisson					3,25				
TFAS	<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh)Williams et Round									
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory		6,25		5		10	0,5		1,25
TSAL	<i>Tryblionella salinarum</i> (Grunow) Pelletan		1,75							
THUN	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann				5,5		25	2,5		
UDAN	<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Compere et Bukhtiyarova					3,75				
UULN	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compere					11,25				

Annexe. 11 : Inventaire et abondance relative de la microflore diatomique du secteur A.

CODE	DENOMINATION COMPLETE	Campagne 2013			Campagne 2016			
		Secteur A						
		Oued Kramis		Oued Abid	Oued Yeghbel		Oued Zerrifa	Oued Kramis
a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7		
AMIT	<i>Achnanthes minutissima var. minutissima</i> Kützing	5	28,75	19,25	1,25	8,75		2
AHOL	<i>Amphora holsatica</i> Hstedt							15
AOLG	<i>Amphora oligotrachenta</i> Lang-Bertalot	5	3,75	0				
AOVA	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing				2,5			
AVEN	<i>Amphora veneta</i> Kützing	3,5	0	0				
ANSS	<i>Aneumastus stroesei</i> (Østrup) D.G. Mann & Stickle in Round, Crawford & Mann	3,25	0	0				
AFOR	<i>Asterinella formosa</i> Hassall					6,25		
BNEG	<i>Brachysira neglectissima</i> Lange-Bertalot	0	0	3,75	30	26,25		
BVIT	<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) R. Ross in Hartley	11,25	11,25	6,25				
CMAC	<i>Caloneis macedonica</i> Hustedt	27,5	1,25	9,5				
CBIC	<i>Campylodiscus bicostatus</i> W.Smith in Roper	6	1,5	0				
CAFF	<i>Cymbella aff. affinis</i> Kützing	0	0,75	0				
CAEX	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	0	1	0				
CSUT	<i>Cymbella subtruncata</i> Krammer				2,5	0,5		
CBAM	<i>Cymbopleura amphicephala</i> (Nägeli ex Kützing)	2,75	0	0				



	Krammer							
DSUB	<i>Denticula subtilis</i> Grunow				20			
DTEN	<i>Denticula tenuis</i> Kützing				3,75			
DTEN	<i>Denticula tenuis var. frigida</i> Kützing				1,25			
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing				10			
DITE	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh	0	0	4,25		5		
DKRA	<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot & Reichardt				1,75		2,5	
EGFA	<i>Eunotia glacialifalsa</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	2,75	0	0			5	
FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann				1		46,25	3,75
FSLU	<i>Fallacia sublucidula</i> (Hustedt) D.G. Mann						7,5	1,25
FBRE	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow ( <i>Pseudostausira</i> )	0	2,5	0				
FDEL	<i>Fragilaria delicatissima</i> (W.Smith) Lange-Bertlot							6,25
FUAC	<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch.) Lange-Bertalot				0,25			
GCUN	<i>Gomphonema cuneolus</i> E. Reichardt	0	1	0				
GLGN	<i>Gomphonema langenua</i> Kützing	0	1,25	0				
GLAT	<i>Gomphonema lateripenctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot							1,25
GPAR	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing)	0	0	1,75				
GRHO	<i>Gomphonema rhombicum</i> Fricke	8,75	0	0				
GYKU	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve						3,75	
HVUN	<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	0	0,75	0				
NCAP	<i>Navicula capitata</i> Ehrenberg (Hippodonta)	3,75	0	0				
NEXT	<i>Navicula exilis</i> Kützing	0	1,5	0				
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kützing	0	0,75	0				1,25
NSAP	<i>Navicula saprophila</i> Lange-Bertalot & Bonik	2,75	0	0				
NSLE	<i>Navicula slesvicensis</i> Grunow	0	2,75	0				
NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kützing	0	2,5	2,5				
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	0	0	5				
NIAR	<i>Nitzschia archibaldi</i> Lange-Bertalot	0	0	2,75				
NBRG	<i>Nitzschia bergii</i> Cleve-Euler	3,25	1	3,75				
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A. Schmidt & al.	1	1,75	0				
NDEN	<i>Nitzschia denticula</i> Grunow					40		55
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	0	0	7,5				
NFIL	<i>Nitzschia filliformis</i> (W.M. Smith) Van Heurck	0	1	0				2,25
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller	5,75	1,25	7,5	6,25	7,5		2
NGES	<i>Nitzschia gessneri</i> Hustedt	0	0	3,75				
NGIS	<i>Nitzschia gisela</i> Lange-Bertalot							1,25
NHAN	<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst	0	1,25	0				
NHEU	<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	1	0,75	0				
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	0	0	7,5		5,5	0,75	6,25
NPAE	<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	3,5	21,25	0				
NPVU	<i>Nitzschia parvula</i> Lewis							1,25
NSIO	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch.) W. Smith						17,5	
NZSU	<i>Nitzschia supralitoria</i> Lange-Bertalot	0	1,75	0			7,5	
NUMB	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	1,25	0	0				
PISS	<i>Pinnularia isselana</i> Krammer	0	0	3,75				
PSCM	<i>Pinnularia subcommutata</i> Krammer				1,25			

PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun. In Van Heurck) Williams & Round	0	6,25	5									
RSIN	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoemer	0	1,5	0									
RGBL	<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O.Muller										1,25		
ROPE	<i>Rhopalodia operculata</i> (Agardh) Hakansson												1,25
SOVI	<i>Surirella ovalis</i> Brebisson									3,25			
SACU	<i>Synedra acus</i> Kützing										0,25		
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	2	1	6,25								6,25	
TSAL	<i>Tryblionella salinarum</i> (Grunow) Pelletan											1,75	
UDAN	<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Comper & Bukhtiyarova									3,75			
UULN	<i>Ulnaria ulna</i> (Nizsch.) Compere									11,25			

Annexe. 12 : Inventaire et abondance relative de la microflore diatomique des secteurs B1 et B2.

CODE	DENOMINATION COMPLETE	Campagne 2012					Campagne 2013			Campagne 2016			Campagne 2014	
		Secteur B1					Secteur B1			Secteur B1			Secteur B2	
		Oued Derdouse					Oued Derdouse		Oued Kerrada	Oued Kerrada	Oued Achasta	Oued Rhiou		
		b8	b9	b10	b11	b12	b13	b14	b15	b16	b17	b18	b19	
AMIT	<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i> Kützing										1,25		7	
ACAF	<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarniecki						1,5					3	14,5	
AMMO	<i>Amphora montana</i> Krasske		3			0,75	0,5							
ANOR	<i>Amphora normanii</i> Rabenhorst		0,75			0,75				3,5				
AOVA	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing										2,5			
AVEN	<i>Amphora veneta</i> Kützing				9	2,5	1,25		1,25					
AFOR	<i>Asterionella formosa</i> Hassall			1,75										
BNEG	<i>Brachysira neglectissima</i> Lange-Bertalot										30			
CNHT	<i>Campylodiscus noricus</i> var. <i>hibernicus</i> W. Smith in Roper									3,25				
CRBU	<i>Craticula bunderi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot									4,25				
CPED	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg												1,5	
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing								7,25				0,25	
CAFF	<i>Cymbella aff. afinis</i> Kützing						1,25		0,5					
CAEX	<i>Cymbella excisa</i> Kützing									3,25				
CEPR	<i>Cymbella excisa</i> var. <i>procera</i> Krammer												2,5	
CHEL	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing												1	
CPAR	<i>Cymbella parva</i> (W. Smith) Kirchner in Cohn						0,5					0,75		
CPRO	<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve								0,5				5	
CSUT	<i>Cymbella subtruncata</i> Krammer										2,5			
CBAM	<i>Cymbopleura amphicephala</i> Krammer						0,25							
DSUB	<i>Denticula subtilis</i> Grunow										20			
DTEN	<i>Denticula tenuis</i> Kützing								0,5	10	3,75			
DTEN	<i>Denticula tenuis</i> var.										1,25			

	<i>frigida</i> Kützing												
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing										10		0,75
DITE	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh											68,7 5	15,5
DTEL	<i>Diatoma tenuis</i> var. <i>elongatum</i> Lyngbye												0,5
DKRA	<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot & Reichardt										1,75		
DOBL	<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler											0,25	
EAST	<i>Eunotia asterionelloides</i> Hustedt		2,5										
FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann										1,25		
FAMO	<i>Frustulia amosseanae</i> Lange-Bertalot								2,25				
FBRE	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow (Pseudostausira)					3			15				
FCRO	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton							0,5					2
GANG	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2,5	3,25	22,5	1				2,5				
GCLE	<i>Gomphonema clevei</i> Fricke											3,75	
GDES	<i>Gomphonema designatum</i> E. Reichardt											5	
GELG	<i>Gomphonema elegantissimum</i>								3,25				
GOLI	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson												1,75
GPAR	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing)	7,5		10									
GVID	<i>Gomphonema vidalii</i> Beltrami & Ector in Beltrami et al.											2,5	
GYAT	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst								2,25				0,25
GYKU	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve							0,5	0,25			0,25	
HAMP	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow			0,5									
MVAR	<i>Melosira varians</i> Agardh								0,25			0,25	
NACO	<i>Navicula accomoda</i> Hustedt		21,25					2	13,2 5				
NAAN	<i>Navicula angusta</i> sensu Hofmann et al. 2011									4,25			
MVAR	<i>Navicula cataracta</i> Rheni Lange -Bertalot							5					0,5
NCPR	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain								4				
NCAP	<i>Navicula capitelata</i> Ehrenberg (Hippdenta)							5					
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange -Bertalot							12	0,5				1
NEXI	<i>Navicula exilis</i> Kützing								5				
NGRE	<i>Navicula gregaria</i> Donkin							13,5	0,5				1,5
NHAL	<i>Navicula halophila</i> (Grunow) Cleve	5	1,5	42,75	61,25	40	5,5		0,25				
NHAR	<i>Navicula halophila</i> var. <i>robusta</i> (Grunow) Cleve & Hustedt	11,25					1,5		0,25				
NPYG	<i>Navicula pygmaea</i> Kützing								0,5	1,25			
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kützing			15		5	3,5	2	0,25	5		1,75	5,25
NRCH	<i>Navicula reichardiana</i> Lange-Bertalot						5,25		0,25				
NSAP	<i>Navicula saprophila</i> Lange-Bertalot & Bonik	9	10,25		11,5	7,5			0,5				

NSIA	<i>Navicula simulata</i> Manguin						1,5	1,5	0,25			0,75	
NTPT	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Muller) Bory						5		0,5			0,25	1,5
NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kutzing		0,5			1,25	13	28	4				6,5
NACU	<i>Nitzschia acula</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst							5			5		
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow		0,75										
NIAN	<i>Nitzschia angustata</i> Grunow							4			4		
NAUR	<i>Nitzschia aurariae</i> Cholnoky												2
NBRG	<i>Nitzschia bergii</i> Cleve- Euler							8					
NBNO	<i>Nitzschia bruno</i> i Lange - Bertalot										2		
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A. Schmidt & al.		0,75						0,5		3		
NCOM	<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst												4,5
NCOT	<i>Nitzschia constricta</i> (Kützing) Grunow							7	0,5				3,25
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	10	0,25										1
NFIL	<i>Nitzschia filliformis</i> (W,M, Smith) Van Heurck						2						
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller										2,5	6,25	
NGES	<i>Nitzschia gesseneri</i> Hustedt								0,25				
NIGR	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch												0,5
NHAN	<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst							2,25	0,25				
NINT	<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow	2,5							0,25				
NLIN	<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith												3,75
NMNA	<i>Nitzschia minuta</i> (Cleve) Cleve-Euler	3				3,75		2	0,25				
NIAN	<i>Nitzschia aff. nana</i> Grunow in van Heurck												6,25
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	27,5	37,5	7,5	14	11,25	6	18	12	4			
NPAD	<i>Nitzschia palea var. debilis</i> (Kützing) Grunow in Cleve Grunow	8,75	1,5		1,25	16,25	3	3	5,5				9
NPAE	<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	3			0,75	1,25	2		4				
NIPF	<i>Nitzschia paleaeformis</i> Hustedt								3				2,25
NIPR	<i>Nitzschia pura</i> Hustedt						3		2				0,5
NPUF	<i>Nitzschia puriformis</i> Hlúbiková et al. 2009					2			5				
NIPU	<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow	4,5			0,5	1,25			3				0,75
NSIG	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.M. Smith								0,75				1,5
NSBC	<i>Nitzschia subcapitellata</i> Hustedt						0,5	5	3,25				
NZSU	<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	3,75											
NTRY	<i>Nitzschia tryblionella</i> Hantzsch		11,25			0,75							
NTSS	<i>Nitzschia tryblionella var.</i> <i>subsalina</i> (O'Meara) Grunow	1,75											
NUMB	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-		5		0,5	1,5							0,75

	Bertalot												
NVER	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst					0,5				6			
PSCM	<i>Pinnularia subcommutata</i> Krammer										1,25		
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow in Van Heurck) D.M. Williams & Round				0,25	1,25			10,5				
ROPE	<i>Rhopalodia operculata</i> (Agardh) Hakansson								3,25			0,75	1,5
SADC	<i>Stauroneis acidoclinata</i> Lange-Bertalot & Werum									3,5			
SBRE	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var. brebissonii						0,25				3,25		2,75
SOVI	<i>Surirella ovalis</i> Brebisson						0,25	4,5					3,5
SACU	<i>Synedra acus</i> Kützing												0,5
TFAS	<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams et Round											2,5	
TANG	<i>Tryblionella angustata</i> Wm Smith								4,25				1,5
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> W. Gregory						2		5,25	5			
THUN	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann						3	4	5				
UDAN	<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Comper & Bukhtiyarova										3,75		
UULN	<i>Ulnaria ulna</i> (Nizsch.) Compere										11,25	1,5	0,5

Annexe. 13 : Inventaire et abondance relative de la microflore diatomique du secteur C.

CODE	DENOMINATION COMPLETE	Campagne 2013		Campagne 2016			
		Secteur C					
		Oued El Malah		Oued El Malah		Oued Térga	
		c20	c21	c22	c23	c24	c25
ADRU	<i>Achnanthisdium druarttii</i> Rimer & Couté		7,5				
ADMS	<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot					11,25	
AHOL	<i>Amphora holsatica</i> Hustedt			1,25	1,25		
AVEN	<i>Amphora veneta</i> Kutzing		0,25				
CNHT	<i>Campylodiscus noricus</i> var. <i>hibernicus</i>			1,25			
CRAC	<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann		3,25				
FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Sickle & Mann			0,75			
FSLU	<i>Fallacia sublucidula</i> (Hustedt) D.G. Mann				16,25		
GAUG	<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	7,5					
GELG	<i>Gomphonema elegantissimum</i> (Gru.) Lange-Bertalot & Reichardt			1,25	5	3,75	1,75
GEXL	<i>Gomphonema exilissimum</i> (Gru.) Lange-Bertalot & Reichardt					7,5	0,5
GLAT	<i>Gomphonema lateripentutium</i> Reichard & Lange-Bertalot		1,25				
GPAR	<i>Gomphonema parvulum</i> Kutzing			5	7,5		3,75
GPSA	<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot					11,75	25
GVST	<i>Gomphonema variostigmatum</i> Reichard			16,25			

GPGB	<i>Gomphosphenia grovei</i> Lange-Bertalot					2	
LGOE	<i>Luticola geoppertiana</i> (Bleich in Rabenhost) D.G. Mann						17,5
MAAT	<i>Mayamea atomus</i> (Kutzing) Lange-Bertalot			12,5	8,75		13,75
MPMI	<i>Mayamea permitis</i> (Hustedt) Bruders & Mealin		13,75			8,75	
MVAR	<i>Navicula cataracta</i> Rheni Lange -Bertalot		10				
NCTV	<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellerman				12,5		
NCRY	<i>Navicula cryptocephala</i> Kutzing					11,25	
NGER	<i>Navicula germainii</i> Wallace					7,5	
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kutzing	22,5	3,75				
NRCH	<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot					5	
NSBN	<i>Navicula subalpina</i> Reichardt						10
NVEN	<i>Navicula veneta</i> Kutzing		0,25				
NIAN	<i>Nitzschia angustata</i> Grunow		5				
NBNO	<i>Nitzschia brunoi</i> Lange-Bertalot	7,5					
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Husted in A. Schmidt & al.		3,75				8,75
NCOT	<i>Nitzschia constricta</i> (Kutzing) Ralfs	10,5					
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller	36,25	32,5			8	
NCBI	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kuting) Grunow in Cleve & Grunow		11				
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kutzing) W.Smith	6,25	6,25	15,5	45	13,75	17,5
NPVU	<i>Nitzschia parvula</i> Lewis			11,25			
NSIG	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.M.Smith				0,25		
NSTS	<i>Nitzschia soratensis</i> Morales & Vis					2,5	
NZSU	<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot					2	
NUMB	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	8,75			0,5		0,25
PLEV	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compere					1,25	
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grun.in Van Heurck) Williams & Round					3,75	
SOVI	<i>Surirella ovalis</i> Brebisson	0,75					
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory			10	0,5		1,25
THUN	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann		1,5	25	2,5		

Annexe. 14 : Inventaire et abondance relative de la microflore diatomique du secteur D.

		(Campagne 2016)					
		Secteur D					
CODE	DENOMINATION COMPLETE	Oued Tafna		Oued Mouillah	Barrage Boughrara	Barrage Beni Bahdel	Oued Tafna (Ain Taga)
		d 26	d 27	d 28	d 29	d 30	d 31
AMIT	<i>Achnanthes minutissima var.minutissima</i> Kutzing					20	2,5
ADRU	<i>Achnantheidium druartu</i> Rimer & Couté						3,75
ADMS	<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot		5	20			
APED	<i>Amphora pediculus</i> (kutzing) Grunow					12,5	
BPAX	<i>Bacillaria paxillifera var.paxillifera</i> (O.F. Muller) Hendy		0,25				
BNEG	<i>Brachysira neglectissima</i> Lange-Bertalot					13,75	
BVIT	<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross in Hartley					4	
CEUG	<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg						5
CLNT	<i>Cocconeis lineata</i> Ehrenberg	0,25					

CATO	<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt					0,75	
CMED	<i>Cyclotella meduanae</i> Germain					6,25	
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kutzing		6,25		7,5		
COCE	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek					31,25	
DMON	<i>Diatoma moniliformis</i> Kutzing						2
DOBL	<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler		3				
ENMI	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh) D.G. Mann						3,75
ESUB	<i>Eunotica subarcuatoides</i> Alles Norpel & Lange-Bertalot						3,75
FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kutzing) Stickle & Mann	0,25					
GPAR	<i>Gomphonena parvulum</i> Kutzing			31,25			
GYKU	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve		0,5				
GYOB	<i>Gyrosigma obtusatum</i> (Sullivan & Wormley) Byer		0,75				
HVEN	<i>Halamphora veneta</i> (Kutzing) Levkov		3,75				
KCLE	<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Bukhtiyarova					4	
MPMI	<i>Mayamea permitis</i> (Husted) Bruders & Mealin					7,5	
MVAR	<i>Melosira varians</i> Agardh	25,5					
NCAT	<i>Navicula catalanogermanica</i> Lange-Bertalot		23,75				
NCPR	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain		4,25				
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	2,5					
NRAD	<i>Navicula radiosa</i> Kutzing		5				
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow				6,25		
NCPL	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A. Schmidt & al.				13,75		
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow		1,5				
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve & Moller		5				
NIFT	<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt		1,25				
NZLT	<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>tenuis</i> (Agardh) W.M. Smith		1,25				
NPAL	<i>Nitzschia palea</i> (Kutzing) W.Smith		4,25	5	26,25		
NPAE	<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in van Heurck				46,25		
NPVU	<i>Nitzschia parvula</i> Lewis			40			
NIPU	<i>Nitzschia pusilla</i> (Kutzing) Grunow			3,75			
NVER	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kutzing) Hantzsch		3,75				1,25
RSIN	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer						42,5
RUNI	<i>Reimeria uniseriata</i> Sala Guerrerto & Ferrario						20,5
PLEV	<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compere	35					
PALV	<i>Pseudostaurosira alvareziae</i> Cejudo & Ector						5
PSBR	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow, in Van Heurck) Williams & Round	30	6,5				1,25
STSE	<i>Stauroneis separanda</i> Lange-Bertalot & Werum	0,25					
SSVE	<i>Staurosira venter</i> (Ehr.) Cleve & Moeller						8,75
TFAS	<i>Tabularia fasciculata</i> (Agardh) Williams & Round	6,25					
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory		8				
THUN	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann		2,75				
TLEV	<i>Tryblionella levidensis</i> Wm. Smith		7,75				
TSAL	<i>Tryblionella salinarum</i> (Grunow) Pellotan		5,5				