

N°d'ordre :

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université d'Oran2 Mohamed Ben Ahmed
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département des Sciences de la Terre
Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et de Paléoenvironnement

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master
En Sciences de la Terre
Option : Géologie des Bassins Sédimentaires

Thème

Aperçu sur la composition diatomique des dépôts
des sources hydrothermales d'Ain Franine
et de Petit Vichy (Hammam Bouhadjar)
(Oranie Algérie Nord-occidental)

Présenté et soutenu publiquement par :
HAMIDOU Nassima

Soutenu : 11 /11/2020

devant la commission d'examen :

Mr. ATIF K.F.T.	Maitre de conférences A	Université d'Oran 2	Président
Mr. MANSOUR B.	Professeur	Université d'Oran 2	Rapporteur
Mr. BELHADJI A.	Maitre Assistant A	Université d'Oran 2	Examineur

Oran,2020

Avant- propos

Au terme de ce travail, j'adresse mes remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation:

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma gratitude envers Mr **MANSOUR BOUHAMEUR** professeur à l'université d'Oran au département de Sciences de la Terre et l'Univers pour m'avoir encadré et dirigé ce travail avec minutie et précision ce qui m'a permis de découvrir le monde fabuleux des diatomées et de me donner l'opportunité de travailler sur un sujet passionnant. Sa méthode rigoureuse sera pour moi un bon exemple à suivre.

Mes vifs remerciements s'adressent au professeur **ATIF KHEIREDDINE FAYCAL TOUFIK** Maître de conférences A à l'université d'Oran 2 qui m'a enseigné en deuxième année universitaire. Je le remercie pour avoir accepté de présider ce jury.

Mes sincères remerciements s'adressent à Mr **BELHADJI AHMED** Maitre Assistant A pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je souhaite remercier aussi Mr **HAMZAOUI SAAD** Professeur de physique a l' université des sciences et de la technologie d'Oran- Mohamed Boudiaf Pour m'avoir permis d'utiliser le microscope à balayage électronique (MEB).

Je souhaiterai aussi rendre hommage a tous les enseignants qui m'ont formé durant mon cycle universitaire et plus particulièrement a deux enseignants qui m'ont marqué, qui ont toujours été de bons conseils. Mr **BOUTERFA BOUMEDIENE**. Mr **OUALI MEHADJI ABDELKADER**.

Ma vive gratitude et mes remerciements s'adressent également à madame **BEN YAKOUB S.**, pour son aide et son encouragement, technicienne au laboratoire d'hydrogéologie.

Enfin je ne peux finir cet avant -propos sans remercier mes amis(es) et mes collègues(es) **BENGUEDACH I., NACEL O., CHATRI R., SGHIER S., BESSEKRI T., LARBI BENHADJAR I.**, merci pour votre soutien moral votre aide et tous les bons moments passés

ensemble. J'adresse un remerciement particulier à **CHEKKALI C.**, pour son aide et ses conseils rigoureux.

HAMIDOU NASSIMA

Dédicace

Je dédie ce mémoire

A ma chère mère

A mon cher père

Qui n'ont jamais cessé de formuler des prières a mon égard, de me soutenir

Et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs

MERCI MAMAN

MERCI PAPA

A mon cher frère SOFIANE qui m'a accompagné lors du stage de terrain

Puisse dieu lui donner courage santé et réussite

Et a mes meilleures amies NADIA IMENE ET ISMAHAN

A tous ceux que j'aime MERCI

RÉSUMÉ

La présente étude a permis d'avoir un aperçu sur la composition diatomique deux sources hydrothermales et dans des différents substrats. L'étude concerne deux secteurs différents en Oranie : le secteur d'Ain Franine (source d'Ypssera) dans la Wilaya d'Oran ; le secteur de Hammam Bouhadjar Wilaya d'Ain Témouchent (Petit Vichy et Sidi –Ayed).

La comparaison de l'inventaire diatomique entre les trois secteurs montre une biodiversité variable d'une station à une autre et que la station de Sidi Ayed étant stérile, n'a livré aucune diatomée. L'inventaire dans les différents substrats et différentes stations ont fourni une microflore représentée par des diatomées pennées (Les Pennales). Ainsi, 12 genres, ont été identifiés et réparties en 10 genres à Aine Franine et seulement cinq (05) genres dans les 4 échantillons de la station de Petit vichy (Hammam Bouhadjar) avec trois (03) taxons en communs (*Amphora*, *Mastogloia* et *Pinnularia*).

A Petit Vichy, que ce soit dans le substrat végétal ou sédimentaire (travertins), le contenu diatomifère ou diatomique est très pauvre et surtout de petite taille, dans les échantillons de Petit Vichy (Hammam Bouhdjar). Le fait le plus marquant est que les deux substrats même de différent nature sont représentés par les même taxons et le nombre: *Amphora*, *Cymatopleura*, *Gyrosigma*, *Mastogloia* et *Pinnularia*. Les taxons qui ont pu être déterminés sont : *Amphora coffeaeformis*, *Mastogloia smithii* et *Pinnularia interrupta*.

Par contre à Aine Franine la biodiversité est plus riche que ceux de Petit Vichy avec neuf (10) taxons ou genres et représenté par des individus de plus grande taille. Le genre *Navicula* domine en individus. Les autres taxons (*Amphora*, *Diatoma*, *Surirella*, *Nitzschia*, *Rhopalodia* et *Pinnularia*) sont relativement moins riches en individus.

Les différences observées entre la composition diatomique des stations étudiées semblent s'expliquer par plusieurs facteurs: salinité; par la position géographique (proximité et l'éloignement de littoral et donc de la mer); l'enrichissement des niveaux en éléments nutritifs.

Mots clefs; diatomées, sources hydrothermales, substrats, Aine franine, Peti Vichy, Oranie.

SOMMAIRE

AVANT PROPOS

RESUME

SOMMAIRE

Chapitre 1

I -Introduction.....	01
II - Cadre géographique.....	02
II. 1 -Situation géographique générale.....	02
II. 2 -Situation géographique locale.....	02
II. 2.1 -Ain Franine.....	02
II. 2.2 -Hamмам Bouhadja.....	03
II. 2.2.1 - Petit Vich.....	03
II. 2.2.2 -Sidi –Ayed.....	03
III - Cadre géologique générale.....	04
III. 1 -Cadre géologique locale.....	05
III. 1.1 -Cadre géologique de l’Oranie.....	05
III. 2 - Relation source thermale et tectonique.....	06
III. 3 - L’hydrothermalisme dans la région de Hammam Bouhadjar	07

Chapitre 2

I - Introduction.....	08
II - Critères des choix des stations.....	08
III - Descriptions des sites de prélèvement.....	09
III. 1 - Ain Franine.....	11
III. 2 - Hammam Bouhadjar.....	11
2.1 -Sidi –Ayed.....	15
IV - Paramètres abiotiques des eaux de sources thermales.....	16
IV. 1 - Données de l’analyse physico-chimique de la source Ain Franine (ANRH, 2014).	16
IV. 2 - Les données de l’analyse physico-chimique de la source de Hammam Bouhadjar	16
Petit Vichy.....	
IV. 3 - Les données de l’analyse physico-chimique de la source sidi -Ayed (ANRH, 2015).	17
V - Les données de quelque paramètre physique du présent travail.....	17
V. 1 .Température et ph (paramètres physique).....	17

V. 1 .1.1. Ain Franine	17
V. 1 .1.2. Hammam Bouhadjar (Petit Vichy).....	17
V. 1 .1. Sidi-Ayed	17
VI - Méthode d'études.....	18
VI. 1 - Matériel de prélèvement.....	18
VI. 2- Type de prélèvement.....	18
VI. 3 -Traitement et détermination.....	18
VI.3.1 - Matériel utilisé.....	18
VI. 3.2-Produits chimiques.....	19
VI. 3.3 - Etapes de traitement.....	19
VI. 3.3.1-Le grattage.....	19
VI. 3.3.2-Traitement chimique (technique et préparation	19
VI. 3.4 - Observation des lames.....	22
VI. 3.5 - Méthode de comptage.....	22
VI. 3.6 -Observation au microscope à balayage électronique (MEB).....	23

Chapitre 3

I - Introduction.....	25
II - Généralités sur les diatomées.....	25
II. 1 - Morphologie des diatomées.....	25
II. 2-Reproduction.....	27
II. 3-Ecologie.....	28
II. 3 .1- Diatomées planctonique.....	28
II. 3.2 - Diatomées benthiques.....	28
II. 3.3-Diatomées épibiontiques.....	28
II. 4 - Température.....	28
II. 5-Vitesse de courant.....	29
II. 6 - Ph.....	29
II. 7 - Salinité.....	29
II. 8-Matières organiques.....	29
II. 9 - Teneur en silice.....	29
III - Inventaire diatomitique.....	29
III. 1 -Systématique.....	29

III. 1.1 - Les Diatomées pennées.....	31
IV – Analyse diatomique.....	34
IV.1 - Biodiversité générique.....	34
VI.1.1 - Biodiversité des échantillons de Petit Vichy (Hammam Bouhadjar).....	34
IV.1.2 - Biodiversité de l'échantillon de Ain Franine.....	35
IV – Conclusion.....	36
Conclusion Générale	37

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

LISTES DES FIGURES

PLANCHE

Chapitre I
Généralités

I - Introduction

Dans plusieurs pays du monde, les eaux thermo-minérales sont de plus en plus utilisées dans les secteurs de la santé et du bien-être (Smith & Puczkò, 2009) et de la production d'électricité (Lund, Freeston & Boyd, 2005; Petraccia *et al.*, 2006). Les conditions particulières qui peuvent se produire dans les sources d'eau minérale comme la température élevée, le faible pH et la présence de sulfure d'hydrogène, les rendent intéressantes pour l'étude d'assemblages d'algues spécifiques (Denicola, 2000; Hambrook, Armitage & Vis, 1999 ; Quintela *et al.*, 2013).

Parmi ses algues, les diatomées (micro-algues) capables de survivre dans diverses niches écologiques (Nikulina & Kociolek, 2011) et se produisent également dans des environnements extrêmes, y compris les sources d'eau chaude (Bourrelly & Manguin, 1946; Hobbs *et al.*, 2009; Mannino, 2007 ; Owen, Renaut & Jones, 2008; Yoshitake, Fukushima & Lepskaya, 2008). Les diatomées étant aussi très sensibles aux variations environnementales et leurs réponses écologiques (Prygiel & Coste, 1993), peuvent être utilisées comme un outil utile pour la planification de l'utilisation durable et la préservation des ressources en eau (Mogna *et al.*, 2015).

Des études sur les diatomées provenant de sources thermales ont été menées dans de nombreuses régions géographiques, mais leur nombre reste globalement limité (Nikulina et Kociolek, 2011). En Algérie à titre d'exemple seuls les travaux de Baudrimont (1978) ont été effectués dans la région de Guelma (Hammam Maskhoutine), où il établit un inventaire préliminaire de diatomées.

Les diatomées ou Bacillariophycées sont des micro algues brunes retrouvées dans de nombreux écosystèmes aquatiques ils jouent un rôle primordiale dans la biosphère. Ils produisent à elles seules un quart de l'oxygène que nous respirons.

Pour faire face aux contraintes environnementales aussi bien locales que globales, transitoires ou durables, les diatomées doivent mettre en place un changement physiologique et génomique. L'étude de leurs capacités d'acclimatation permettrait de comprendre leur évolution passée mais aussi d'anticiper leur futur face aux nombreux changements globaux.

Dans cette étude, nous essayons d'établir un inventaire diatomique sur des échantillons prélevés sur des niveaux travertineux (travertins) de sources hydrothermales de deux régions : Ain Franine, Hammam Bouhadjar Petit Vichy et Sidi -Ayed.

II - Cadre géographique

II.1 - Situation géographique générale

La région d'étude se trouve en Oranie dans le (Nord-Ouest de l'Algérie) qui fait partie de la partie occidentale du bassin du Bas Chélif (Fig.01).

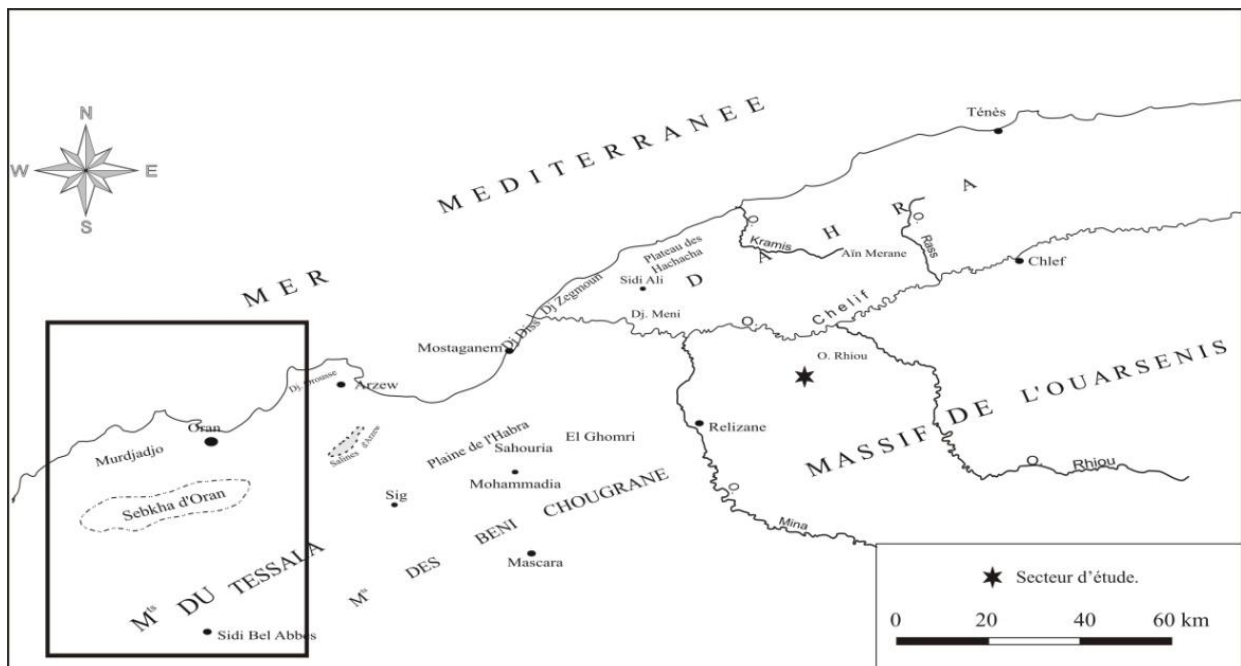


Fig.01-Carte de localisation générale de secteur étudié.

II.2 - Situation géographique locale

Deux secteurs concernent cette étude qui sont : Ain Franine (source d'Yepssera) faisant partie de la wilaya d'Oran et un autre secteur de la wilaya d'Ain Témouchent Hammam Bouhadjar (source de Petit Vichy et Sidi Ayed).

II.2.1 - Ain franine

Faisant partie de la Wilaya d'Oran et sur le territoire de la commune d'Hassi Ben Okba à l'est Sud Est et de la pointe de Canastel près du Djebel Kahar (montagne des lions) au lieu dit la plâtrière (Fig.02), cette source est connue sous le nom de la source Yepssera.

L'eau sourd à la faveur d'une faille (Nord -Sud) à environ 25 mètres d'altitude, au pied d'une falaise à une 50 de mètres de la mer (Hassani, 1987).

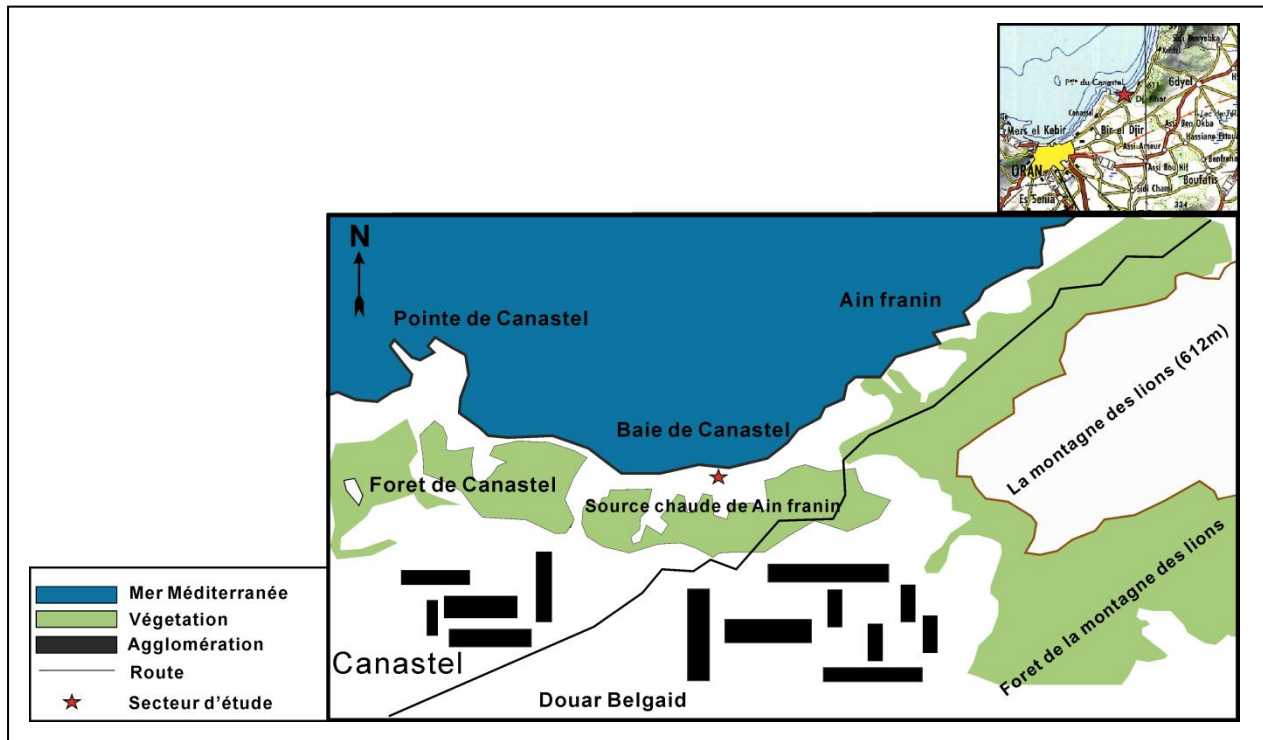


Fig.02-Localisation géographique du secteur d'étude de Ain Franine (extrait de la carte Oran N3-4, 1/25.000, modifiée).

II.2.2 - Hammam Bouhadjar

Notre deuxième région d'étude comporte deux secteurs qui se trouvent dans la commune de Hammam Bouhadjar dans la wilaya d'Ain Témouchent (Fig.03).

II.2.2.1 - Petit Vichy

Le jardin public, le «Petit-Vichy» de Hammam Bouhadjar (22 km à l'Est d'Ain-Temouchent) fait partie du périmètre des sources thermales aux bienfaits profondément bénéfiques de la région (Fig.02). Sa création date de celle de la cité des Bains.

II.2.2.2 - Sidi -Ayed

Hammam Sidi-Ayed se situe à environ 2 km au Sud-Est de la ville de Hammam Bouhadjar il fait partie de la zone thermale de cette dernière, qui sont les plus importants réservoirs géothermiques au Nord-Ouest algérien (Fig.02).

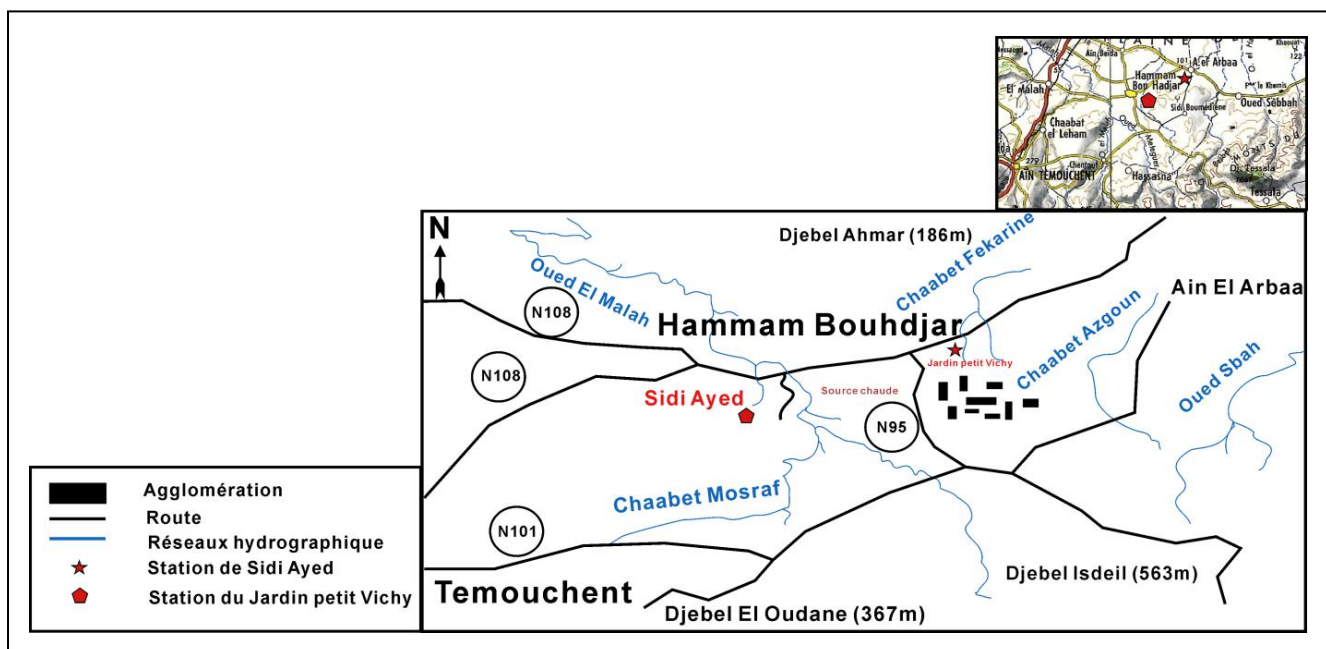


Fig.03-Localisation géographique des secteurs d'étude de Hammam Bouhadjar extrait de la carte Oran, 1/25.000, modifiée).

III-Cadre géologique générale

Le bassin du bas Chélif fait partie de l'Atlas Tellien de l'Algérie occidentale, et il s'intègre aux bassins néogène sublittoraux de l'Algérie, il a fonctionné comme étant un bassin intra-montagneux. Ce sont des bassins mobiles souvent étroits qui succèdent à la surrection d'une chaîne de montagne.

Il se présente sous la forme d'une longue cuvette qui s'étend de Béni Menacer Jusqu'à Ain Témouchent avec une longueur de plus 300 km et une largeur de 100 km (Thomas, 1985).

Il est caractérisé par une sédimentation épaisse dans les aires centrales du bassin et un peu moins sur ses marges cette couverture sédimentaire repose en discordance sur un substratum d'âge Crétacé ou bien Oligocène.

Le premier secteur (Ain Franine) se trouve dans les massifs littoraux sur la bordure nord du bas Chélif, et le deuxième secteur (Hammam Bouhadjar) se trouve sur la bordure sud du bas Chélif et sur la partie nord des Tessala (partie occidentale).

III.1 - Cadre géologique

III.1 - Cadre géologique de l'Oranie

La morphologie de l'Oranie est marquée par une vaste dépression qui s'élargit du Sud-Ouest Oranais à la vallée du Chéelif, plus à l'Est. Cette dépression qui est encadrée au Nord par les massifs du littoral et au Sud par un ensemble de massifs montagneux, elle est occupée par les plaines de la Mléta, de Habra et du Chéelif; et par des lacs salés: la grande Sebkha d'Oran et les salines d'Arzew (Fig.03).

De nombreuses sources thermales émergent, à la faveur de failles, à l'abord des massifs montagneux mais aussi dans les plaines.

La géologie de la région a été étudiée par de nombreux auteurs. Selon (Thomas, 1985) la région concernée comprend quatre grands ensembles :

Le tell septentrional qui est caractérisé par la présence de formations paléozoïques et mésozoïques (calcaires et schistes) formant les massifs littoraux qui eux-mêmes sont recouverts parfois de croûtes calcaires, de limons et de dunes quaternaires.

Plus au Sud, les vastes dépressions remplies de formations surtout détritiques, constituent les plaines de la M'léta et Habra. Ces dépressions rejoignent vers l'Est, la plaine du Chéelif.

Le tell méridional est constitué par une série de massifs qui forment les monts du Tessala, de Sebaa Echioukh, et les monts d'Ouled Ali et Béni Chougrane. Ces massifs montagneux, constitués en majorité d'épaisses séries carbonatées du Paléozoïque, marquent la limite méridionale des nappes telliennes.

Enfin, plus au sud, en bordure des hauts plateaux, les calcaires et dolomies du Lias et Malm forment les monts de Tlemcen, les monts Daïa et les monts de Saïda. Dans les Monts Daïa, ces formations sont recouvertes par les séries crétacées où dominent marnes et grès.

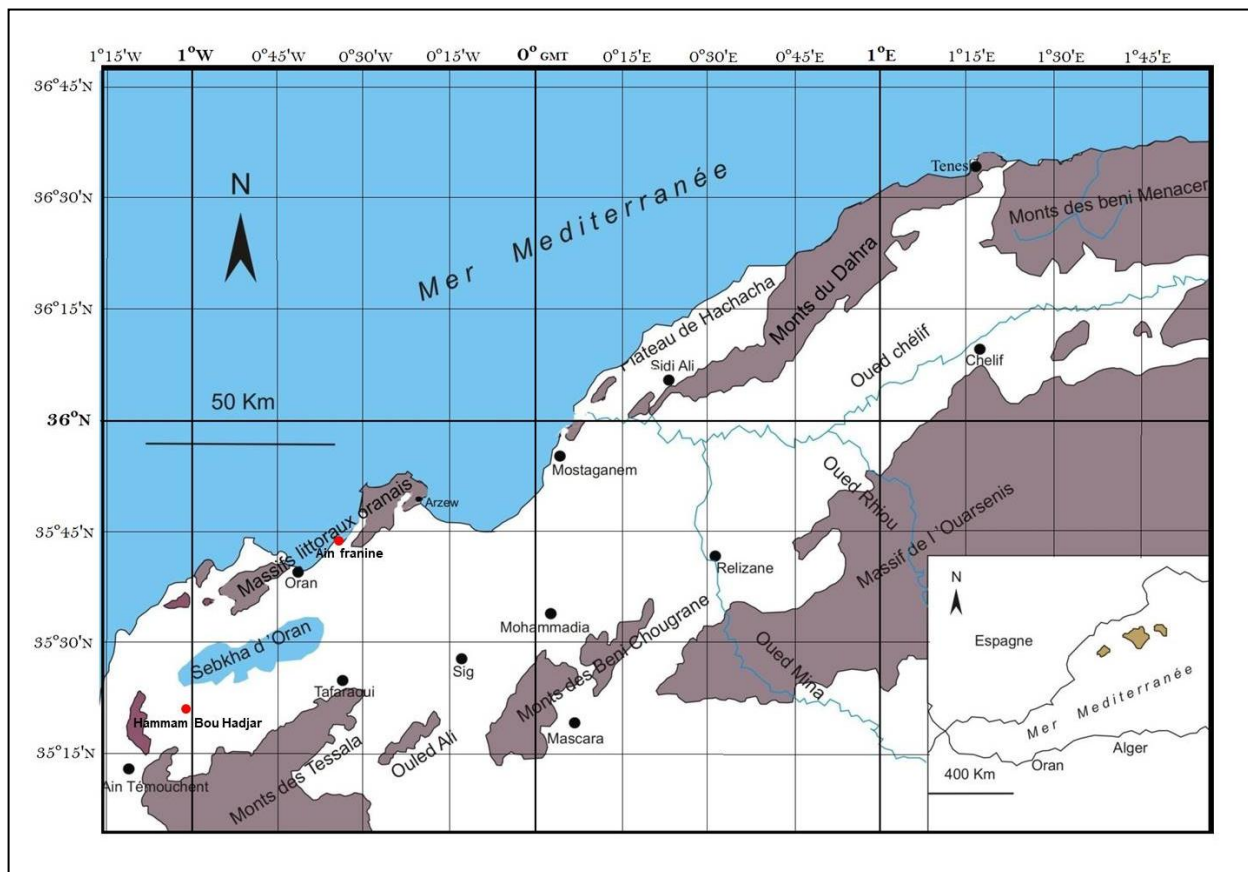


Fig.04- Situation géographique du bassin de bas Chélif (d'après Perrodon, 1957, modifiée).

III.2 - Relation source thermales et tectonique

La structure géomorphologique de Hammam Bouhadjar consiste en de plusieurs unités structurales, tectoniquement superposées (fig.05). Au-dessus de ces unités, ce sont accumulées des épaisses bandes post nappe, durant une période se trouvant entre le Miocène jusqu'au Quaternaire (Serravalien tardif à l'actuel) (Perrodon ,1957).

La structure géologique majeure de Hammam Bouhadjar est une faille de direction NNE-SSW qui traverse la bordure Est de Bled El Megane. Cette faille est appelée la faille de "Ouled El Malah " (Bouyahiaoui *et al.*, 2017).

Cette dernière divise la région en deux compartiments : une à L'Ouest qui constitue la partie surélevée du compartiment de Bled El Megane, et le second se trouvant à L'Est qui constitue la partie affaissée de Hammam Bouhadjar, traversé par un sous-système de failles qui sont connectées à la faille principale. Ce sous-système de faille se prolonge du SW jusqu'au NE (Fenet, 1975).

Les mouvements qui sont à l'origine de tel accidents sont clairs et expriment un transport dextre, qui va du Hammam Bouhadjar jusqu'au piedmont du massif du Tessala, associé à un effondrement relatifs des blocs.

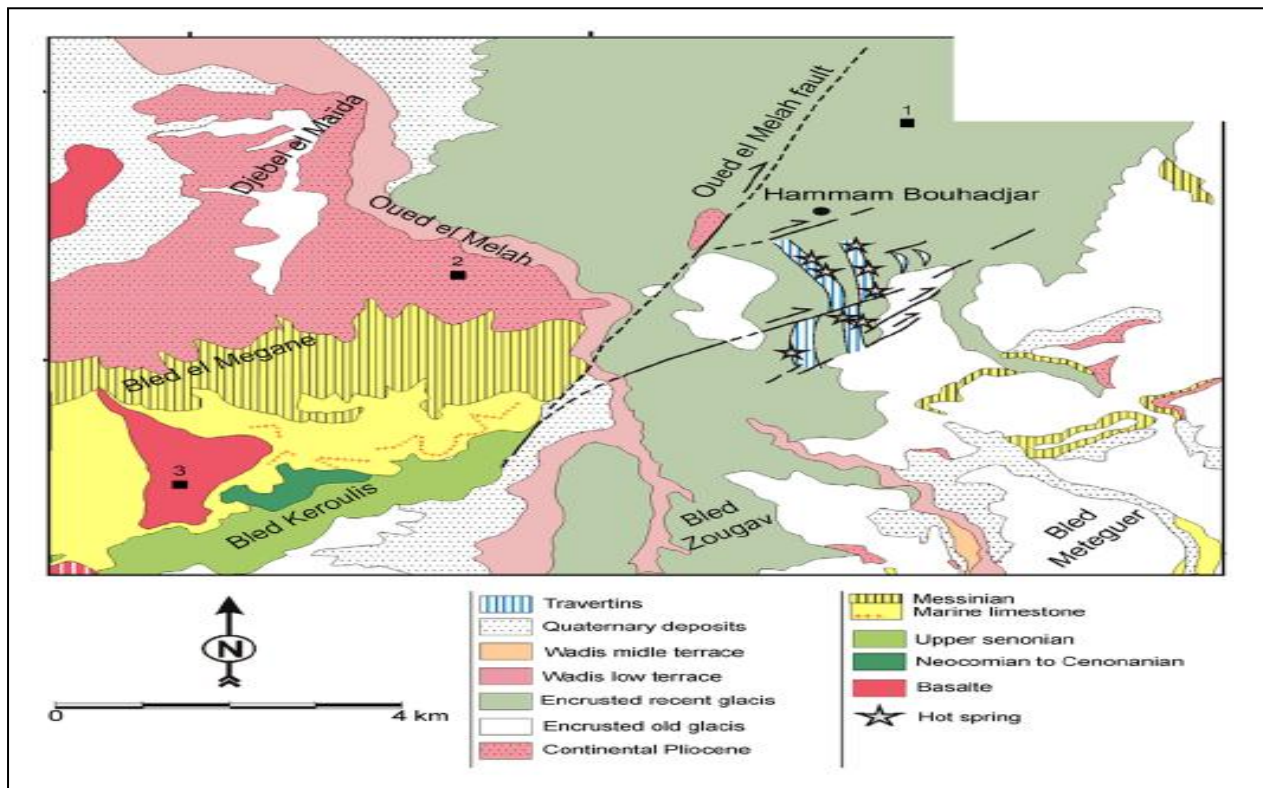


Fig. 05-Carte géologique de la région du Hammam Bouhadjar (Bouyahiaoui et al., 2017).

III.3 - L'hydrothermalisme dans la région de Hammam Bouhadjar

Le thermalisme de la région de Hammam Bouhadjar est perceptible des sources qui se situent dans les failles, les travertins sont déposés par les flux de ces sources chaudes (thermo-minéral).

Chargée en carbonate avec des fractures et des failles affectant la zone. Les eaux thermales vont du froid à l'hypertherme en passant par les stades hypothérmaux et mésothermiques, avec des variations de température du printemps froid (9,5 °C) à la source très chaude (68,5 °C) (Tabet Helal & Baghli 2005; Belhai et al., .2014). Ce thermalisme se localise dans la dépression de la plaine de la M'léta.

Chapitre II

Matériel d'étude

I - Introduction

Dans ce présent travail plusieurs prélèvements ont été effectués dans trois sources géothermiques différentes au niveau des travertins (ceux sont des roches sédimentaires carbonatées qui se forme aux émergences de certaine source).

L'étude a été faite dans deux secteur différents, le secteur d'Ain Franine (source d'Ypssera) dans la Wilaya d'Oran et dans le secteur de Hammam Bouhadjar Wilaya d' Ain Témouchent au niveau de la station de petit vichy et la station de Sidi -Ayed.

Ce travail a pour but discerner les différents assemblages diatomiques qui existent entre les diatomées de chaque source et ainsi élaborer un inventaire de la flore diatomifère et cela à travers plusieurs techniques de traitements chimiques et d'observation en microscope photonique et accessoirement au microscope électronique à balayage (MEB).

II - Critères des choix des stations

Le choix des stations est cruciale dans l'étude de la structure systématique de la flore benthique distomatiques, afin de prélevé le biofilm pour la récolte de diatomées. Les stations (Ain Franine, Hammam Bouhadjar et Sidi -Ayed) ont été choisit selon ces critères (Fig.06):

- Une bonne accessibilité (en voiture et a pied) ;

- Éviter la proximité de rejets ponctuels qui peuvent modifier les conditions locales (drains agricoles, émissaires pluviaux, etc.), sauf si l'objectif de l'étude est de mesurer leurs effets (amont-aval).

- De préférence dans un secteur d'eau vive (milieu lotique) afin d'éviter de prélever une grande quantité de matériel sédimenté (sédiments et autres débris) ;

- Préférer l'aval des écluses ou seuils plutôt que les secteurs amont, Les seuils sont le plus souvent des sections d'eaux vives et se caractérisent généralement par la présence d'une grande quantité de substrats durs naturels ;

- Éviter les zones ombragés ;

- choisir un site d'échantillonnage ensoleillé.

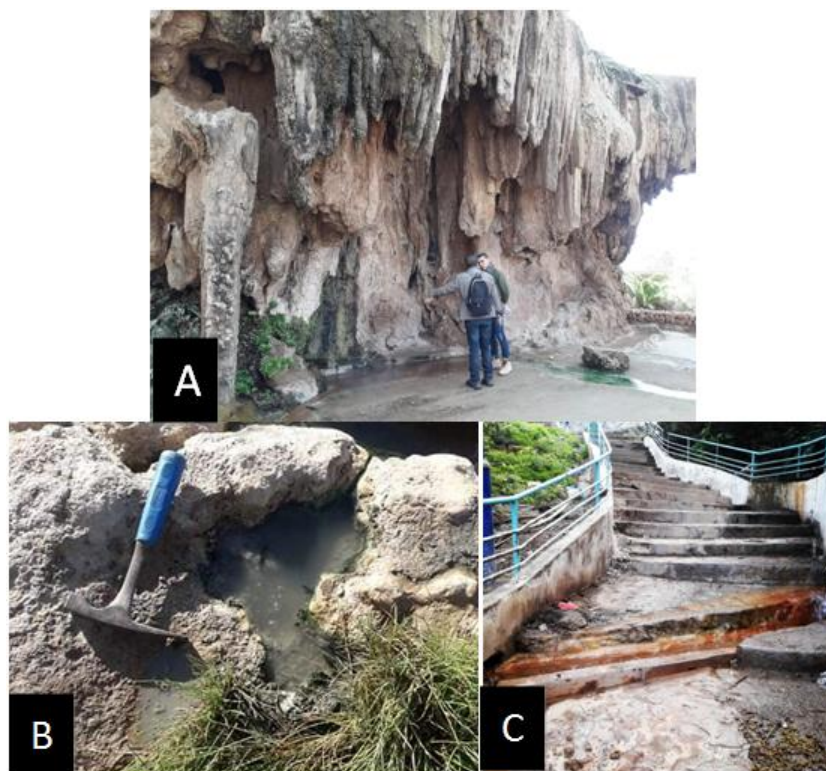


Fig.06- Photos des stations d'études, A : Station Petit Vichy, B : Station de Sidi-Ayed, C : Station d'Ain Franine.

III - Descriptions des sites de prélèvement

1 - Ain Franine

Dans la région d'Ain Franine 3 échantillons ont été prélevés à différents endroits près de la mer et à 10 mètres de la source. Ces échantillons sont sous forme de travertins encore boueux.

L'échantillon AF1 (échantillon analysé) : le premier échantillon a été prélevé dans un troplein un peu éloigné de la source il se présente sous forme d'une boue argilo-sableuse de la classe des pélites qui pourra se développer en travertin des sources thermales (Fig.07).



Fig.07- Position de l'échantillon AF1 du secteur de Ain Franine.

L'échantillon AF2 : le deuxième échantillon a été prélevé au niveau d'un cours d'eau où l'écoulement est d'une forte intensité. Le prélèvement est sous forme d'une boue argileuse mélangée à du sable d'une couleur brunâtre à jaunâtre cela se traduit par la présence de soufre (Fig.08).



Fig.08- Position de l'échantillon AF2 du secteur Aine Franine.

L'échantillon AF3 : le troisième échantillon a été prélevé à quelques mètres de la mer il s'agit d'un étang, ce dernier se présente sous forme aussi de boue argilo -sableuse d'une couleur maronâtre on peut aussi noter la fraction végétale à l'intérieur au sein de la boue qui est représentée sous forme d'algues (Fig.09).



Fig.09- Position de l'échantillon AF3 du secteur de Ain Franine.

Il est à signaler que le seul échantillon qui a été analysé est le AF1 (Fig.06). Le choix a été basé sur la proximité de la source et du fait qu'il ne soit pas influencé par la pollution anthropique étant donné que l'eau n'est pas stagnante comme dans les autres échantillons (Fig.07;08; 09).

2-Hammam Bouhadjar

Les échantillons concernés par cette étude comprennent ceux des stations de Petit Vichy et Sidi-Ayed

2.1- Petit Vichy

Les échantillons qui ont été récoltés dans la région de Hammam Bouhadjar au niveau du jardin publique de Petit Vichy. Il s'agit en général de dépôts tufacés ou travertineux qui se forment près et issues des sources thermales chaudes.

Les 4 échantillons prélevés (HBS1; HBS2; HBS3; HBS4) représentent des stations différentes dans la zone de Petit Vichy (Fig.10).



Fig. 10 - Vue panoramique des dépôts tufacés (travertins de la source hydrothermale de Petit Vichy et position des échantillons analysés.

2.2- Description sommaire des échantillons provenant de Petit Vichy

a. Echantillon HBS1

L'échantillon est de taille centimétrique (Fig.11), il a été prélevé à la base de la terrasse dans une zone partiellement immergée dans la source. Il présente deux substrats bien distincts un:

-Un substrat végétal (HBS1-A) : épais formé par des cyanophycées (Fig.11).

-Un substrats rocheux (HBS1-B) : formé par un calcaire tufacé détritique jaunâtre a marron et à aspect concentrique (Fig.11).

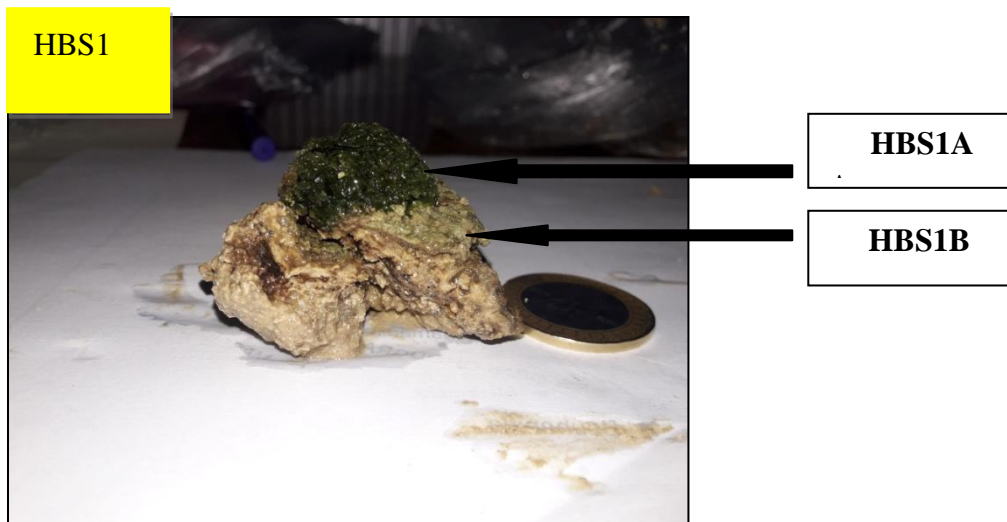


Fig.11- Photo de l'échantillon HBS1 (HBS1A (substrat végétale) ; HBS1B (substrat rocheux).

b. Echantillon HBS2

L'échantillon (Fig.12) a été prélevé à la base de la terrasse du travertin ou du dépôt tufacé (Fig.12)

Cet échantillon présente à sa surface supérieure qui est indurée (Fig.12A), des laminations calcaires blanchâtres.

La partie inférieure (Fig.12B) présente des laminations calcaires noirâtres, contrairement à l'échantillon 1 celui-ci ne présente pas de pellicule Algaires à la surface.

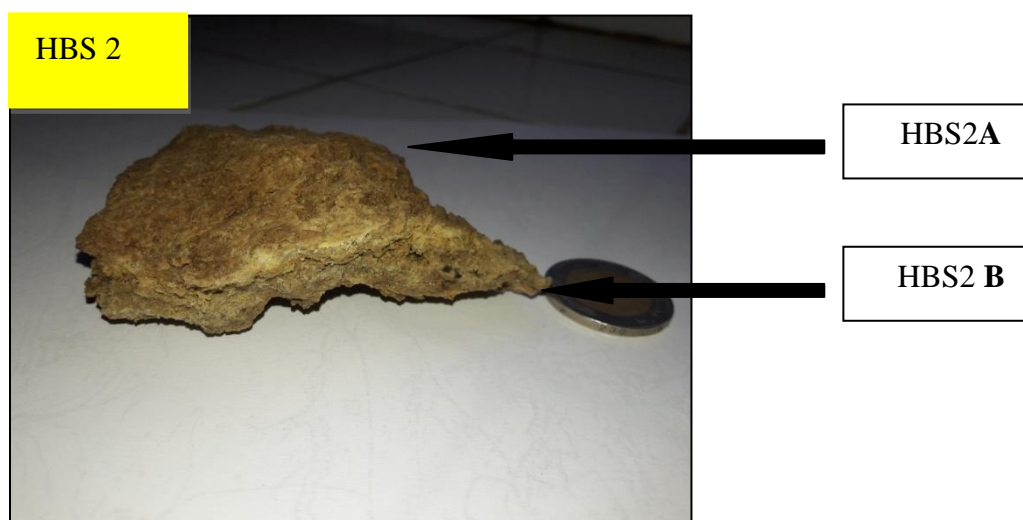


Fig.12-photo de l'échantillon de la station HBS2 (A : surface supérieure ; B : surface inférieure).

c. Echantillon HBS3

L'échantillon s'est effectué sur de la boue très meuble détritique rugueuse au toucher et contenant des biofilms végétaux, lui conférant ainsi une couleur brunâtre à verdâtre. Un volume de quelques cm³ a été prélevé (Fig.13).



Fig.13-photo de l'échantillon HBS3.

d. Echantillon HBS4

L'échantillonnage s'est effectué sur deux substrats différents : substrat végétal (HBS4A ; substrat lithique (HBS4B) (Fig. 14; 15) et dans un même lieu (Fig.10).

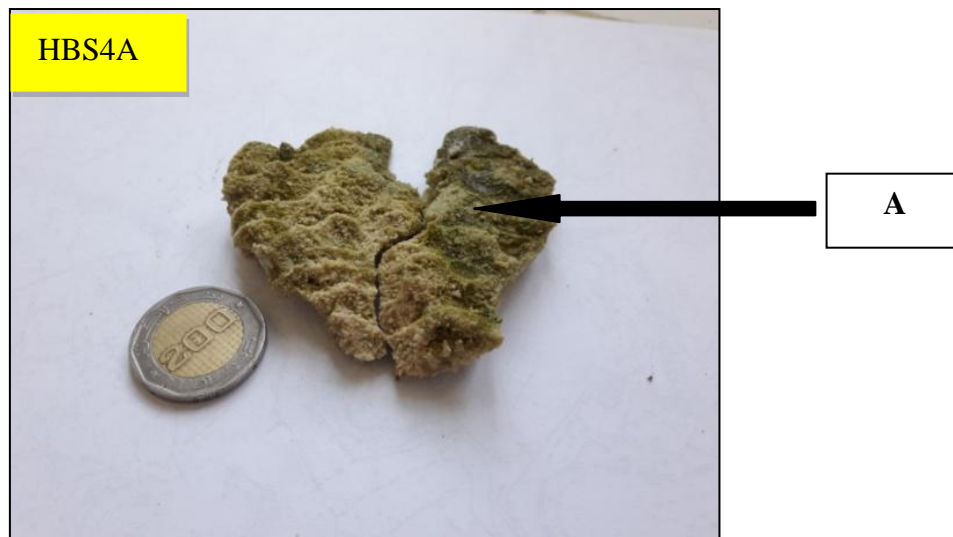
- Un substrat végétal (Fig.14)

Fig.14-photo de l'échantillon HBS4A.

- Un substrat lithique

Il s'agit d'un faciès tufacé très sableux de couleur jaunâtre à blanchâtre, il présente aussi des structures concentriques et a une potentielle activité stromatolitique ainsi qu'un minéral de couleur brunâtre qui semble être de l'aragonite (Fig.15).



Fig.15-photo de l'échantillon HBS4B (substrat lithique).

3. Sidi -Ayed

Deux échantillons ont été prélevés SA1 et SA2 (Fig.16) dans la région de Sidi –Ayed (commune de Ain témouchent).



Fig.16-Station d'échantillonnage : (Echantillon SA1 et SA2).

III.5 - SA1

L'échantillon est de taille centimétrique, il présente deux substrats, un substrat à la face supérieure (Fig.17-A) de l'échantillon qui est représenté par une pellicule verte formée par des algues, et un substrat rocheux (Fig.17-B) qui est composé par des calcaires tufacés semblables à ceux de Petit Vichy, on note une surface brunâtre qui est de l'aragonite.

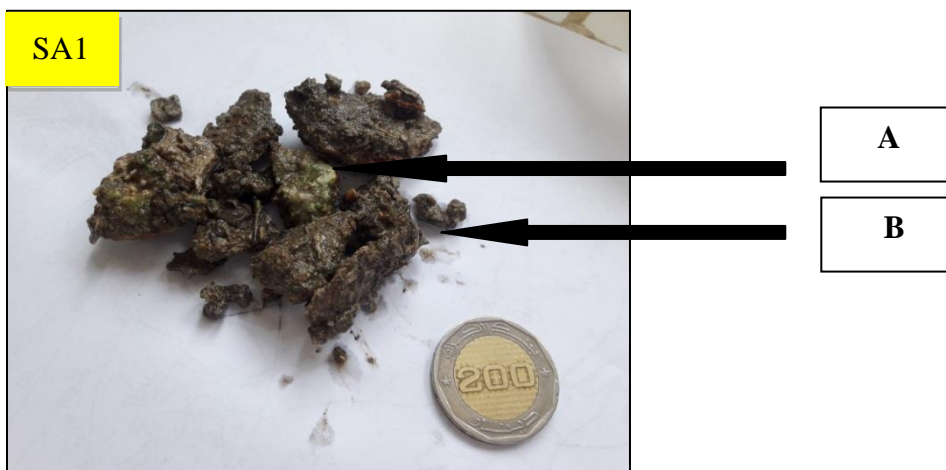


Fig.17-photo de l'échantillon de la station SA1: A (substrat végétale), B (substrat) rocheux).

III.6 - SA2

Cet échantillon présente une taille centimétrique identique au précédent. Il présente deux surfaces, une surface végétale (Fig.18-A) et une surface rocheuse formée par des calcaires tufacés indurés de couleur sombre (Fig.18-B).



Fig.18-photo de l'échantillon SA2A (substrat végétale), SA2AB (substrat rocheux).

IV - Paramètres abiotiques des eaux de sources thermales

1- Données de l'analyse physico-chimique de la source Ain Franine (ANRH, 2014).

N	NOM	pH	T°C	CE μs/cm	RS mg/l	Ca ⁺² mg/l	Mg ⁺² mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l
1	Ain franine	7	35	5792	4250	49.2	169.13	542	181	1079.2	152	13.8	920

Tab.01- Données de l'analyse physico-chimique de la source Ain Franine (ANRH, 2014).

La température d'émergence de l'eau thermale de Ain Franine est de 35°C se qu'on peut qualifier d'eau mésothermale.

La valeur de la conductivité électrique est 5792μs/cm, une valeur élevée. Cette eau est caractérisée par un résidu Sec élevé entre 4095mg/l et 4250mg/l. Cette valeur est concordante avec la conductivité.

On note pour la source d'Ain Franine 0,15 millimicrocuries ou 0,99 millimicrocuries de radon/l (*in* Foukrache, 2001). La phase gazeuse est représentée par 53,6% de gaz carbonique, accompagné de 34,6% d'azote, de 11,6% d'oxygène et de 0,04% d'hélium (Issaadi, 1992).

Les caractéristiques chimiques montrent que le taux de chlorure est considérablement concentré dans la source thermale il prime sur anions, traduisant ainsi une importante teneur en sodium.

2- Les données de l'analyse physico-chimique de la source de Hammam Bouhadjar Petit Vichy.

Des eaux chlorurées avec une minéralisation très élevée (3500 mg/l).

3- Les données de l'analyse physico-chimique de la source sidi -Ayed (ANRH, 2015).

La source de Sidi- Ayed est l'une des sources les plus chaudes du littoral oranais c'est une source hyperthermale le ph est faible donc acide, en se qui concerne la conductivité elle est moyennement forte.

N	NOM	pH	T°C	CE μs/cm	RS mg/l	Ca ⁺² mg/l	Mg ⁺² mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	Cl mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l
1	Sidi Ayed	6.53	68	5110	3840	206	21	1001	47	1441	88	4	745

Tab.02- données de l'analyse physico-chimique de la source sidi -Ayed (ANRH, 2015).

V- Les données de quelque paramètre physique du présent travail

1. Température et ph (paramètres physique)

La température et le PH ont été pris sur terrain au moment du l'échantillonnage.

1.1. Ain Franine

Prélèvement	pH	T°C
AF1	7.01	31.50
AF2	7.01	30.08
AF3	7.02	29.3

Tab.03-données des paramètres physiques de Aine Franine.

1.2. Hammam Bouhadjar (Petit Vichy)

Prélèvement	pH	T°C
HBS	7.03	59.9

Tab.04-données des paramètres physiques de Petit Vichy.

1.3. Sidi –Ayed

Prélèvement	pH	T°C
SA	7.02	37.8

Tab.05-données des paramètres physiques de Sidi-Ayed.

VI - Méthode d'études :

Les diatomées peuvent être récoltées aussi bien en plein eau que sur n'importe quel support dans la zone de surface ou dans des zones mises en eau même temporairement.

Dans le cadre d'un indice distomatique se sont les diatomées fixées qui seront prélevées prioritairement sur des substrats durs et verticaux.

Pour obtenir une diversité micro floristique maximale il est souhaitable de prospector 3 supports différents. Pour comparer une station sur l'autre il sera souhaitable de prospector les mêmes supports dans les mêmes classes et vitesses de courant en amont et en aval.

VI.1 - Matériel de prélèvement

Le prélèvement a été effectué à l'aide d'un marteau et d'une pelle.

VI.2 - Type de prélèvement

On prend un échantillon induré en le prélevant de la roche à l'aide d'un marteau.

VI.3 - Traitement et détermination

VI.3.1 - Matériel utilisé:

-Ph-mètre: constitué d'un boîtier électronique permettant l'affichage de la valeur numérique du pH et d'une sonde de pH constituée d'une électrode de verre permettant la mesure et d'une électrode de référence.

-Thermomètre d'eau.

Des béchers en verre borosilicate constitués d'un cylindre vertical gradué à fond plat au bord haut légèrement évasé muni d'un bec verseur.

-Des pipettes afin d'aspirer le liquide.

-Des lamelles 18×18 mm de diamètres.

-Des lame porte objet de 76×26mm en verre mince max 0.8 mm maxi.

-Un réchaud de préférence électrique (éviter le gaz car les risque d'inflammation avec l'alcool et les solvants (xylene)).

-Microscope optique pour l'observation des lames.

VI.3.2 - Produits chimiques :

- Eau oxygénée a 110ou 130 volumes
- Solvants ou xylène ou toluène
- L'emploi d'un solvant récent non inflammable et moins toxique que le toluène le Imrsol est vivement conseillé.
- Acide sulfurique concentré et HCL.
- Résine a indice de réfraction élevé.
- Huile a émersion.
- Vernis à ongle ou peinture email.
- Aldéhyde formique formol.

VI.3.3 - Etapes de traitement

Le traitement et la détermination ont été réalisés selon les étapes suivantes :

VI.3.3.1 - Le grattage.

On prend l'échantillon et on sépare la partie supérieur de la partie inferieur de façon a séparer le substrat vegetale du substrat rocheux sois en grattant sois en devisant le substrat a l'aide d'un cutteur.

VI.3.3.2 - Traitement chimique (technique et préparation)

Le traitement adopté dans ce travail est celui de Schrader et Gersonde (1978), Gardette (1979), Gersonde (1980) et Mansour (1991).

Chaque échantillon doit subir un traitement physico-chimique (Fig.19) et un montage afin d'être observé par un microscope optique ou en microscope électronique a balayage.

Pour chaque échantillon (environ cinq grammes de sédiments), il est nécessaire de procéder à l'élimination des carbonates, des matières organiques et des éléments détritiques.

Pour éliminer la fraction carbonatée et la matière organique, l'échantillon est placé dans un bécher et attaqué simultanément A l'acide chlorhydrique (30 ml) et A l'eau oxygénée- (25ml de peroxyde d'hydrogène A 110 volumes), en portant solution trois fois à ébullition. La réaction est terminée. Lorsque la solution vire au jaune (Fig.19).

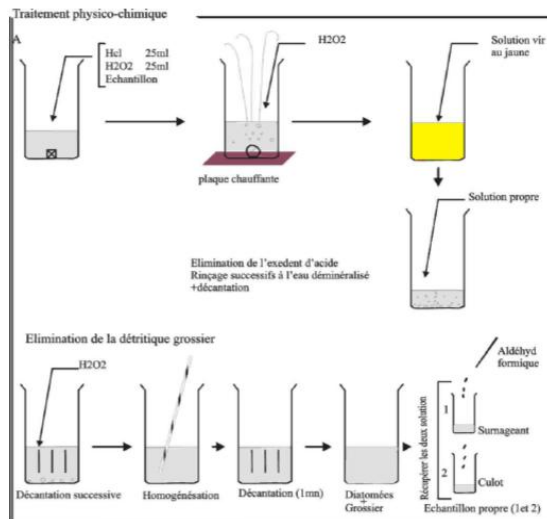


Fig.19- Traitement physico-chimique des échantillons (d'après Gardet, 1979, Gersond, 1980 et Mansour, 1991 avec quelques modifications).in hamadai2015.

Lorsque la solution est prête on rince a l'eau distillée et on homogénéise la solution à l'aide d'une pipette, il faut laisser décanter environ une minute, puis verser lentement le contenu dans un bécher.

Le détritique grossier décanne rapidement, tandis que les diatomées, du fait de leur forme et de leur densité, descendent moins rapidement La solution initiale se trouve ainsi séparée du détritique grossier (Fig.19).

Cette opération se fait 3 fois jusqu'a éliminer l'acide. À la fin de ce processus on ajoute quelques gouttes d'aldéhyde formique (formol) en prévention d'une activité bactérienne (Fig.19).

Les échantillons récoltés sont fixés au formol (4%) pour être conservés et les mentions suivantes sont à inscrire avec soin sur l'étiquette.

- *Date et site;
- *Nature du substrat prospecté;
- *Renseignements divers (débit, marnage, crue etc.) Les piluliers peuvent alors être rangés à l'obscurité de préférence pour des observations futures;
- *Montage et observations.



Fig.20-Photos du traitement chimique des échantillons.

Les préparations se font entre lame et lamelle. Une goutte de la solution est prélevée après avoir été soigneusement agitée, puis délicatement étalée sur une lamelle 18 ×18 mm. La lamelle est ensuite placée sous une lampe pour accélérer l'évaporation et empêcher les poussières atmosphériques de se déposer sur la lamelle (sachant que la lampe provoque un réchauffement local de l'air). Une goutte de résine est posée sur une lame de 76 × 26 mm (Fig.21)

Cette lame est chauffée quelques secondes sur un réchaud afin de fluidifier la résine (comme résine, j'ai utilisé la colle Nafrax à indice de réfraction égal à 1,71).

Lorsque la colle est chaude, la lamelle sur laquelle s'est déposé le résidu siliceux est placée sur la lame en l'appliquant délicatement pour éviter de briser les grandes formes d'organismes (Fig.21).

Les lames sont ensuite observées sous microscope photonique, puis éventuellement photographiées.

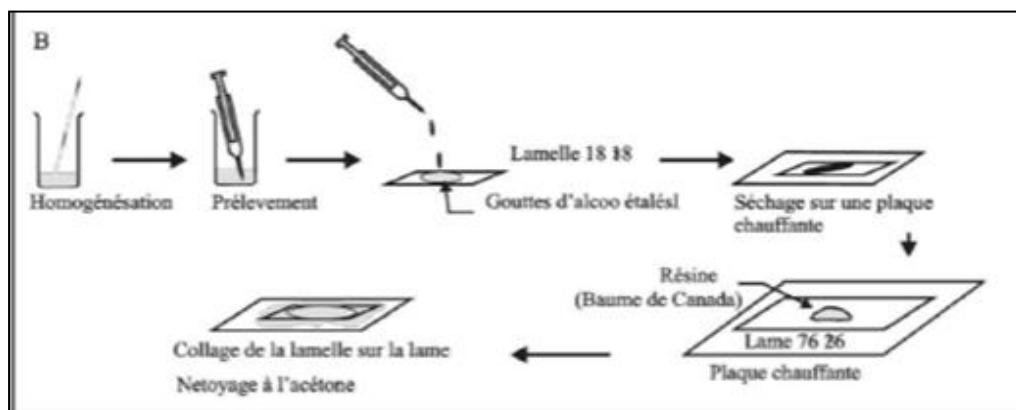


Fig.21-Montage des lames (d'après Gardet, 1979, Gersond, 1980 et Mansour, 1991 avec quelques modifications).in hamadai2015.

VI.3.4 - Observation des lames

Le travail au microscope comprend la détermination des espèces et le comptage des valves de diatomées. Cela se fait grâce aux différents caractères reconnaissables au microscope optique que présentent ces derniers tel que les petites ornements des valves, il est nécessaire de travailler avec une très bonne optique.

VI.3.5 - Méthode de comptage

La méthode de comptage adoptée dans ce travail est celle de Prygiel & Coste (1993).

L'objectif du microscope est placé sur le bord de la lamelle on procède a un balayage selon le schéma ci-dessous (Fig.22). Pour éviter de revenir plusieurs fois sur un même champ Il faut compter une minimum 400 valves en prenant soin de vérifier, en ajustant, le focus, Si les deux valves sont présentes. Les valves d'une colonie doivent également être comptées. Si le nombre de valves comptées est inférieur à 400 après balayage complet de la lame, il est impératif de refaire une nouvelle préparation à partir de la suspension d'origine qui permettra de compléter l'inventaire.

- Puisque les échantillons ont été oxydés par la méthode de préparation des lames, les Diatomées vivantes et les diatomées mortes font Partie des comptages ;
- Ne pas tenir compte des valves brisées qui représentent moins de La moitié d'une valve intacte.

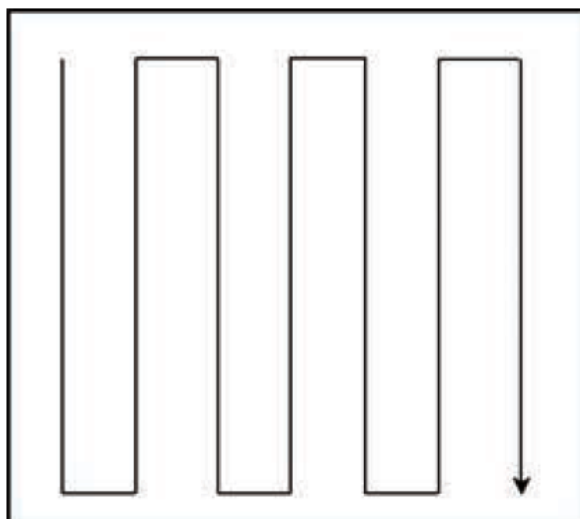


Fig.22- Balayage d'une lamelle au microscope.

VI.3.6 - Observation au microscope à balayage électronique (MEB)

Préparation a l'observation au MEB(Fig.24)

L'opération se fait en 4 étapes pour chaque échantillon (Fig.23).

Etape 1 : on laisse la solution décantée.

Etape 2 : ensuite on procède a l'élimination du surnageant pour n'avoir que le culot.

Etape 3 : la solution doit être homogénéisée.

Etape 4 : avec une pipette on étale une goutte de la solution sur un plot métallique.

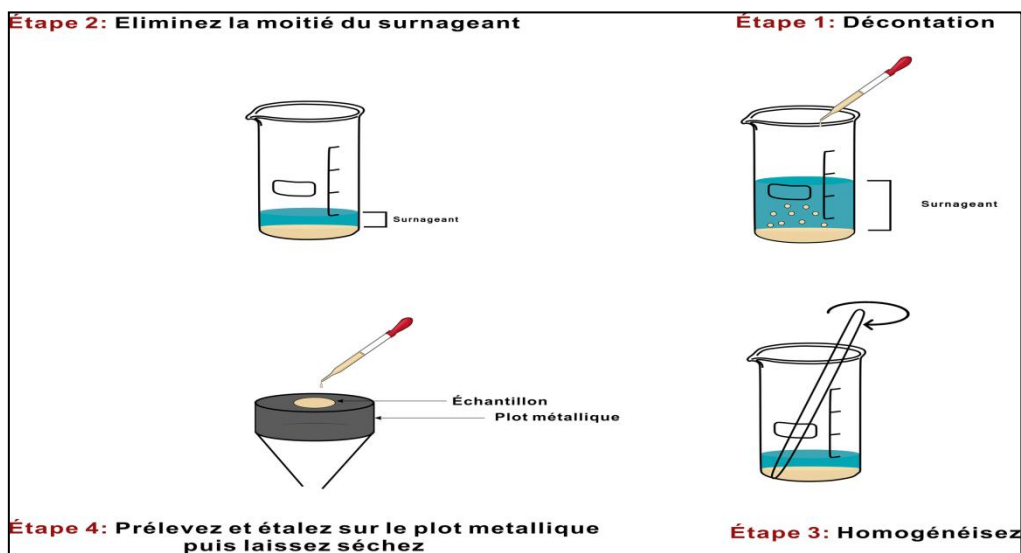


Fig.23- Préparation des échantillons a l'observation au MEB.



Fig.24-photographie du microscope à balayage électronique (MEB) l'université de l'USTO.



Fig.25-photographie du plot métallique du microscope a balayage électronique (MEB).

Chapitre III

Inventaire diatomique

I - Introduction

L'étude systématique est basée principalement sur les diatomées récoltées dans les deux régions (sources hydrothermales). Les taxons rencontrés sont présentés dans ce chapitre, dans le but d'établir un inventaire microfloristique (diatomifères) existantes dans les sources hydrothermales.

Il est à signaler que certains prélèvements s'avèrent stériles et d'autres ne présentant que des diatomées de très petites tailles (2 à 5 micromètres) difficilement déterminables.

II - Généralités sur les diatomées

Les diatomées ou les Bacillariophycées sont des algues brunes, microscopiques et unicellulaires appartenant à l'embranchement des Cormophytes. La taille des diatomées diffère en quelques micromètres à plus de 500 μm (Prygiel et Coste, 2000-2003).

Elles ont la singularité de présenter un exosquelette siliceux appelée frustule. Grâce à ce biominéral, des traces de diatomées fossiles ont été retrouvées dans des sédiments géologiques anciens (Bussard, 2015).

L'un des premiers fossiles de diatomées retrouvés datent du Jurassique il y a environ 200 millions d'années, avec deux espèces acceptées par la communauté scientifique, du genre *Pyxidicula* (*P. liasica* et *P. bollensis*) (Sims *et al.*, 2006).

Suivant l'ancienne classification, ces diatomées se divisent en deux groupes (ordres) qui sont :

- les Centriques, à symétrie radiale, rassemblent les espèces rondes et cylindriques.
- les Pennées, à symétrie bilatérale, regroupent les autres espèces.

II.1 - Morphologie des diatomées :

Une diatomée est constituée de deux parties (valves) réunies par une bande, formant une boîte appelée frustule. Chaque frustule renferme une cellule constituée d'un noyau nageant dans le cytoplasme. Chaque classe a une morphologie propre à elle.

Pour les diatomées centrales à symétrie radiale: le frustule circulaire porte des stries, rayonnants depuis un point ou une aréole (qui n'est pas forcément située au centre de la valve), ou une réticulation (Fig.26) (Langlois, 2006).

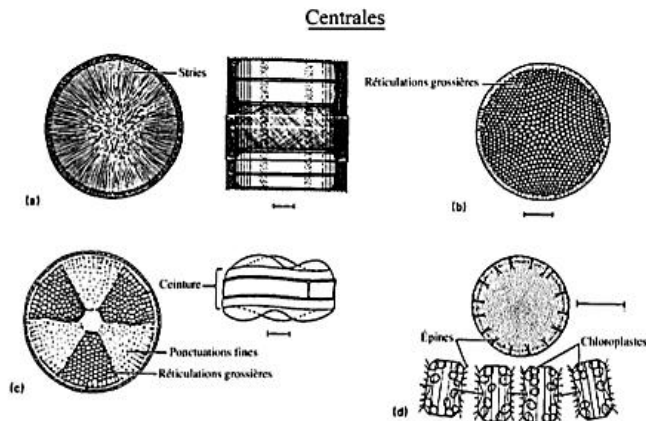


Fig.26-Diatomées centrales d’après (Brasier, 1980).

Les diatomées pennées, à symétrie bilatérale, le frustule allongé présente des stries disposées autour d’un plan de symétrie bilatérale (Fig.27). De nombreuses Diatomées Pennées présente sur ce plan de symétrie une fente, le raphé, interrompue par un nodule de silice central. Elle permet une communication avec le milieu extérieur et l’excrétion de mucilage. Si cette fente est atrophiée ou peu marquée, on parle de pseudo-raphé. Les pennées sans raphé sont appelées Diatomées araphidées ou crypto-raphidées (Langlois, 2006).

Le squelette siliceux protège la structure interne composée :

- d'un noyau pouvant contenir plusieurs nucléoles.
- de plastes dont la couleur peut varier du jaune très pâle au brun et qui renferment des chlorophylles a et c, masqués par une quantité importante de pigments caroténoïdes (Prygiel & Coste, 2000-2003).

La cellule élabore de nombreuses substances mucilagineuses qui jouent un rôle important dans la constitution et la protection des colonies, la locomotion, la flottaison et la reproduction (Prygiel et Coste, 2000-2003).

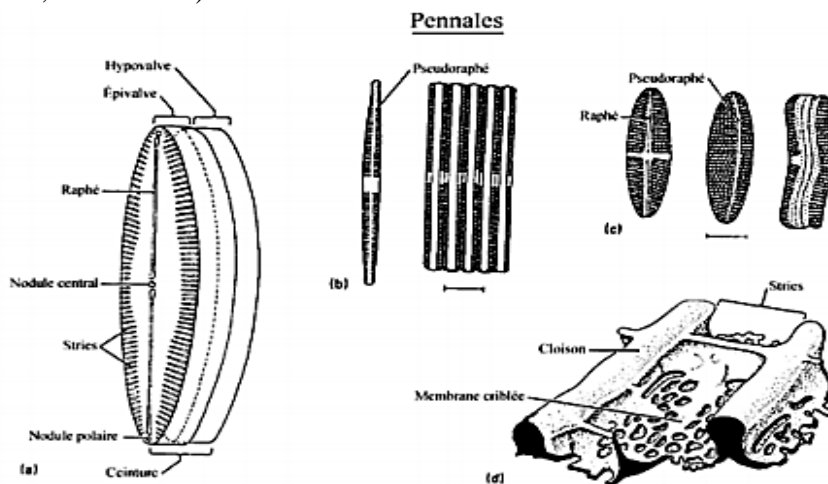


Fig.27- Diatomée pennale d’après (Brasier, 1980).

II.2 - Reproduction

Les Diatomées ont un cycle de vie essentiellement diplophasique. Les cellules diploïdes se multiplient par mitose pendant plusieurs mois, ou plusieurs années. Chacune des valves de la cellule parente devient l'épithèque d'une cellule-fille, qui secrète l'hypothèque correspondante (Prygiel et Coste, 2000-2003).

En conséquence, l'une des deux diatomées-filles est de taille inférieure à la diatomée initiale, alors que l'autre fille est de même taille (Fig.28). Par conséquent, au cours des divisions successives, des Diatomées plus petites apparaissent et l'une des lignées de descendantes voit sa taille diminuer à chaque génération (Prygiel et Coste, 2000-2003).

Cette diminution ne dure pas indéfiniment. En dessous d'un certain seuil (~ 30% de la taille initiale), ces cellules entrent en méiose et produisent des gamètes (le gamète mâle est la seule cellule flagellée du cycle), dont la paroi cellulaire ne comporte pas de frustule siliceux. Le zygote issu de la fusion des gamètes (auxospore) croît jusqu'à la taille maximale propre à l'espèce ou à la population avant de former un nouveau frustule (Prygiel et Coste, 2000-2003).

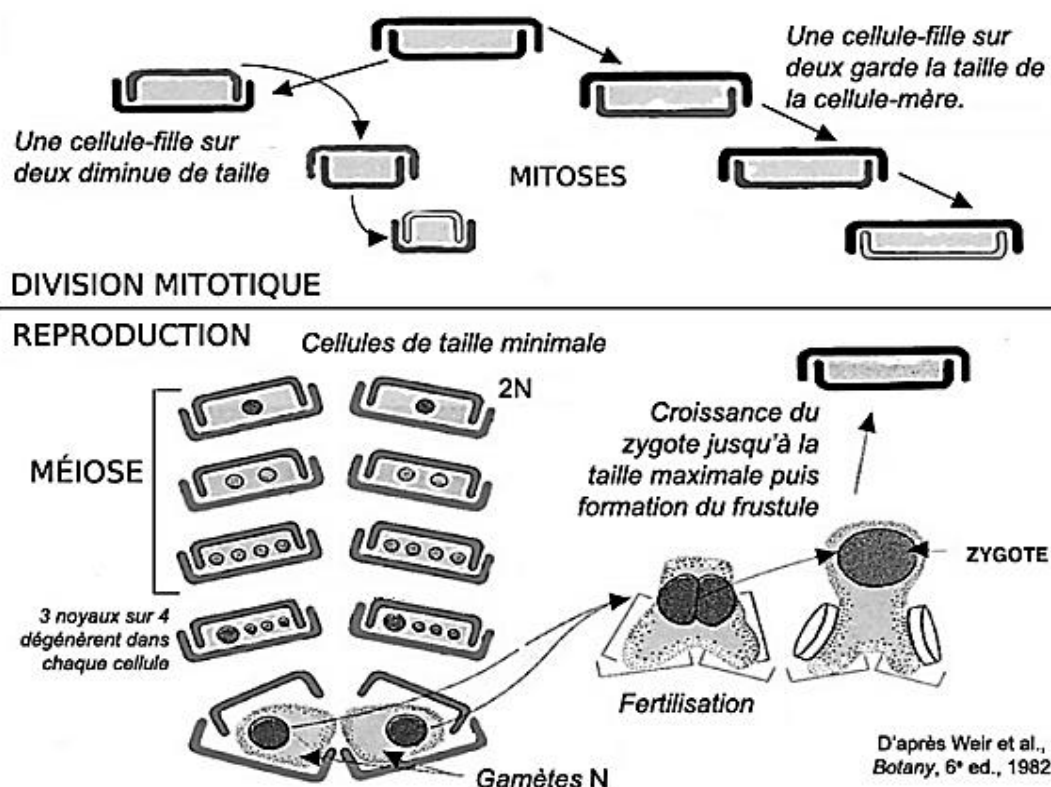


Fig.28- schéma de la division mitotique et de la reproduction

II.3 - Ecologie

II.3.1 - Diatomées planctonique

Les diatomées planctoniques vivent libres dans l'eau c'est la forme centrique isolées qui prédomine ou associées en chaînes.

Parmi les quelques formes pennées du phytoplancton se trouvent des colonies rubanées ou étoilées. Les diatomées typiquement planctoniques sont souvent absentes dans la partie supérieure des cours d'eau (hauts bassins versants) où leur présence est souvent liée à des apports extérieurs provenant de retenues ou étangs situés en amont. Elles deviennent prédominantes dans les parties moyenne et inférieure des océans (Bussard, 2015).

II.3.2 - Diatomées benthiques

Les diatomées benthiques dominant souvent le microphytobenthos (Smith & Underwood, 2000) et forment ce que l'on appelle un biofilm en association avec des cyanobactéries, d'autres microalgues et des organismes hétérotrophes tels que les bactéries, les champignons et les protozoaires (Bussard, 2015).

Les biofilms regroupent des micro-organismes aux métabolismes divers et complémentaires et correspondent à une sorte de «micro-écosystèmes» extrêmement dynamique répondant aux fluctuations environnementales (Bussard, 2015).

II.3.3 - Diatomées épibiontiques

Contrairement au mode de vie des diatomées benthique et planctoniques certaines formes de diatomées ont un mode de vie totalement différent. En effet les diatomées épibiontiques sont des organismes qui se servent d'autres organismes comme support pour leur croissance et leur développement (Bussard, 2015).

Dans le milieu aquatique, le développement des diatomées est étroitement lié à la température, à l'intensité lumineuse, aux caractéristiques hydrauliques et physicochimiques, et par conséquent, aux variations saisonnières et annuelles du milieu (Bussard, 2015).

II.4 - Température

La température influe sur l'oxygénation, la viscosité de l'eau, la solubilité et la diffusion des composantes chimiques; ce qui fait que la température affecte plus ou moins indirectement le métabolisme des diatomées (Prygiel et Coste, 2000-2003).

II.5 - Vitesse de courant

La répartition des diatomées dans les zones de courants est directement liée à leur mode de fixation au substrat. Les espèces limnophiles se trouvent en eaux calmes alors que les rhéophiles sont d'avantage présentes dans les eaux courantes (Prygiel et Coste, 2000-2003).

II.6 - Le Ph

Le ph est l'un des paramètres déterminant à la répartition des diatomées, il impacte la solubilité des différentes substances et la disponibilité du carbone, ainsi on peut déterminer les espèces acidophiles, neutrophiles et alcaliphiles (Prygiel et Coste, 2000-2003).

II.7 - La Salinité

Seules les diatomées euryhalines pourront être rencontrées dans les eaux douces et des eaux saumâtres. Les autres diatomées sténohalines ne supportent pas de fortes variations de salinité et leur répartition est liée à la concentration en sel du milieu (Prygiel et Coste, 2000-2003).

II.8 - Matières organiques

La matière organique est différente d'une espèce à une autre. Différentes classes de tolérance aux charges organiques ont pu être mises en place ainsi il existe deux types de diatomée une espèce oligosaprobe qui ne supportent que des eaux faibles en matières organiques et l'espèce polysaprobe supportant la décomposition des matières organiques et une oxygénation très faible voire nulle (Prygiel et Coste, 2000-2003).

II.9 - Teneur en silice

La nécessité en silice est différente d'une espèce à une autre mais également au sein d'une même espèce selon son stade d'évolution certaines espèces faiblement silicifiées se développent normalement malgré la faible quantité en silice tandis que d'autres fortement silicifiées requièrent des fortes concentrations en silice et peuvent changer de formes si la silice devient un élément limitant (Prygiel et Coste, 2000-2003).

III - Inventaire diatomique ou diatomifère des sources thermales étudiées

III.1 - Systématique

Plusieurs classifications ont été proposées dont celle de Van Heurck (1880-1881) Hustedt (1930) modifiée par Simonse, (1972) et celle plus récente de Round et *al.* (1990) et de Vasselon (2019), basées sur les investigations réalisées en microscopie électronique.

La détermination des taxons a été réalisée grâce à des nombreux ouvrages (Round *et al.*, (1990), Medlin et Kaczmarska (2004), Monnier (2009), Germain (1981) et Vasselon *et al.*, (2019).

Les différentes analyses et détermination des 7 échantillons provenant des différents secteurs Ain Franine (1 échantillon). Petit Vichy (4 échantillons) et Sidi –Ayed (2 échantillons) nous ont permis d’inventorier la flore diatomitique et de mettre en place une classification hiérarchique et de les rassembler selon leurs caractères commun à l’intérieur d’entités hiérarchisées prédéfinies : *Division, Subdivision, Classe, Sous-classe, Ordre, Sous-ordre, Famille et Genre.*

La microflore de diatomées analysées dans cette étude a fourni 12 genres, réparties en 10 genres dans l’échantillon de Ain Franine et seulement cinq (05) genres dans les 4 échantillons de la station de Hammam Bouhadjar (Petit vichy) tout en ayant trois (03) genres en communs dans les deux stations (*Amphora, Mastogloia* et *Pinnularia*) (Pl. 1)

La station de Sidi –Ayed étant stérile n’a fourni aucune diatomé (Tab.06).

Il est à signaler que cette microflore n’est représentée que par des diatomées pennées (Les Pennales).

Taxons	Ain Franine	Petit vichy	Sidi Ayed
<i>Achnanthes</i> Bory 1882	X		
<i>Amphora</i> Ehrenberg ex Kützing 1844	X	X	
<i>Cymatopleura</i> Smith 1851		X	
<i>Diatoma</i> Candolle 1805	X		
<i>Gyrosigma</i> Hassall 1845		X	
<i>Hantzschia</i> Grunow 1877	X		
<i>Mastogloia</i> Grunow 1880	X	X	
<i>Navicula</i> Bory 1822	X		
<i>Nitzschia</i> Hassall 1845	X		
<i>Pinnularia</i> Ehrenb 1843	X	X	
<i>Rhopalodia</i> Muller 1895	X		
<i>Surirella</i> Turpin 1828	X		

Tab.06- tableau représentant les différents genres dans les stations étudiées.

III.1.1 - Les Diatomées pennées

La hiérarchie taxonomique ou classification adoptée est selon (Round *et al.* 1990 ; Medlin & Kaczmarska 2004 ; Monnier *et al.*, 2009) et inspirée dans ce travail est celle de l'Atlas des diatomées des Alpes-Maritimes et de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur de Ector & Hlúbiková (2010).

Division

Subdivision

Classe

Sous-classe

Ordre

Sous-ordre

Famille

Genre

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

Fragilariophycidae Round in Round *et al.* 1990

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

fragilariaceae Greville 1833

Diatoma De Candolle 1805

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

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

Naviculineae Hendeby 1937

Naviculaceae Kützing 1844 emend. D.G. Mann in

Round *et al.* 1990

Navicula Bory 1822

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

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

Naviculineae Hendeby 1937

Naviculaceae Kützing 1844 emend. D.G. Mann in

Round *et al.* 1990

Mastogloia Grunow 1880

Division

Subdivision

Classe

Sous-classe

Ordre

Sous-ordre

Famille

Genre

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

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

Surirellaceae Kützing 1844

Surirella Turpin 1828

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

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

Surirellaceae Kützing 1844

Cymatopleura Smith 1851

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

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

Catenulaceae Mereschkowsky 1902

Amphora Ehrenberg ex Kützing 1844

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

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

Bacillariaceae Ehrenberg 1831

Nitzschia Hassall 1845

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

Achnanthesales Silva 1962

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

Achnanthes Bory 1882

Division

Subdivision

Classe

Sous-classe

Ordre

Sous-ordre

Famille

Genre

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

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

Bacillariaceae Ehrenberg 1831

Hantzschia Grunow 1877

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

Naviculales Bessey 1907

Pinnulariaceae Mann 1990

Pinnularia Ehrenb 1843

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

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

Rhopalodiaceae (Karsten) Topachevs'kyj &
Oksiyuk 1960*Rhopalodia* Muller 1895

Bacillariophyta

Bacillariophytina Medlin & Kaczmarska 2004

Bacillariophyceae Haeckel 1878 emend. Medlin & Kaczmarska 2004

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

Naviculales Bessey 1907

Pleurosigmataceae Mereschk 1903

Gyrosigma Hassall 1845

IV – Analyse diatomique

IV.1 - Biodiversité générique

Cette analyse a pour objectif d'évaluer la biodiversité diatomique dans les deux sites étudiés. Ain Franine (Échantillon AF1) et Hammam Bouhadjar dans le site de Petit Vichy (Échantillons : HBS1 ; HBS2 ; HBS3 et HBS4) et ceci afin de comparer et de mettre en valeur la biodiversité générique des taxons.

Le contenu microfloristique des deux sites étudiés révèle une richesse en nombre de genre à Ain Franine avec neuf (09) genres. Par comparaison à Hammam Bouhadjar (Petit Vichy) qui ne représente que 5 genres (Fig.29).

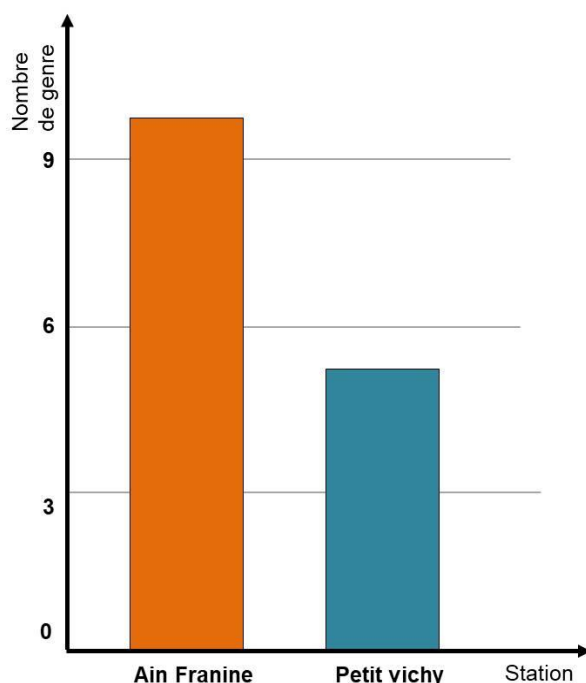


Fig.29 - comparaison quantitative de la microflore diatomique échantillonné dans les stations de Petit Vichy et Ain Franine.

VI.1.1 - Biodiversité des échantillons de Petit Vichy (Hammam Bouhadjar)

Que ce soit dans le substrat végétal ou sédimentaire (travertins), le contenu diatomifère ou diatomique est très pauvre et surtout de petite taille. Les deux substrats même de différente nature sont représentés par seulement cinq (05) taxons ou genres : *Amphora*, *Cymatopleura*, *Gyrosigma*, *Mastogloia* et *Pinnularia*. Les taxons qui ont pu être déterminés sont : *Amphora coffeaeformis*, *Mastogloia smithii* et *Pinnularia interrupta*.

IV.1.2 - Biodiversité de l'échantillon de Ain Franine

Cette échantillon (AF1) paraît plus riche que ceux de Petit Vichy avec neuf (09) taxons ou genres (Tab. 06 ; Fig. 29). Il est représenté par des individus de plus grande taille.

Un comptage approximatif a montré que du point de vue qualitatif, la station étudiée est dominée par le genre *Navicula*. Avec 15 individus au totale (Fig.30), Les autres taxons (*Amphora*, *Diatoma*, *Surirella*, *Nitzschia*, *Rhopalodia* et *Pinnularia*) sont relativement riches en individus. Tandis que les autres taxons (*Hantzschia*, *Mastogloia* et en particulier les *Achnanthes*) sont moins représentés (Fig. 30).

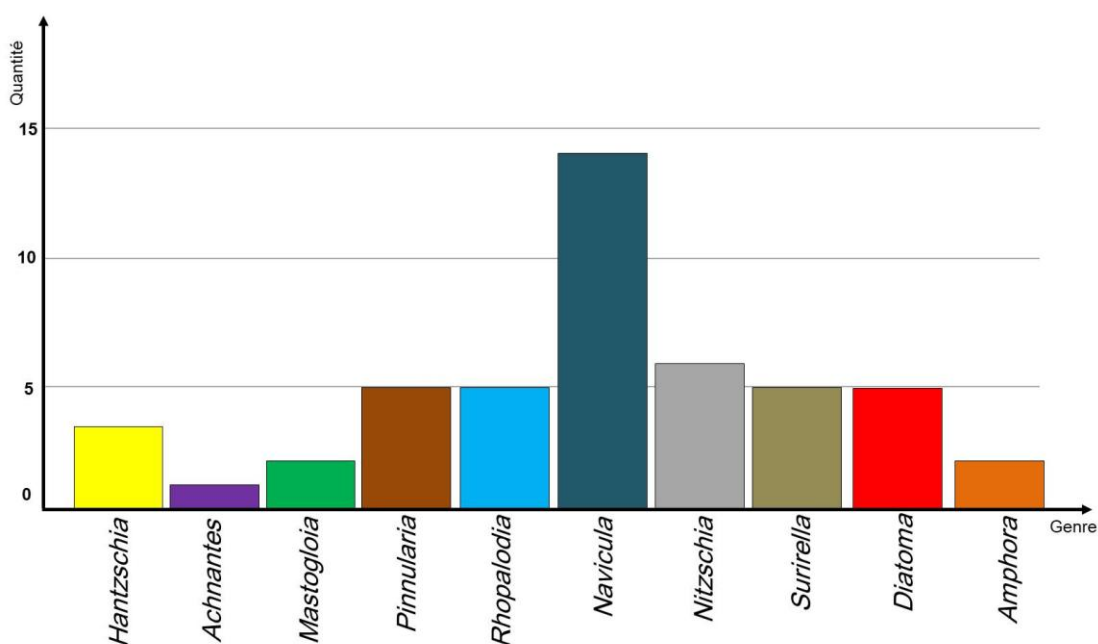


Fig.30 -comparaison de la biodiversité de la faune diatomique échantillonné dans les stations d'Ain Franine.

Le caractère le plus marquant dans cette assemblage générique est l'abondance des *Navicula* et parmi ces *Navicula* une espèce a été déterminé qui est *Navicula digitoradiata* qui est une espèce mésohabes (se développe dans les milieux salés = milieu relativement marin). Ceci s'explique par la salinité élevée de l'eau de source d'Ain Franine étant issue du diapir (gypses triasique) et aussi du fait que cette dernière est située près ou dans le littoral. Il y a donc aussi possibilité d'une influence saline provenant de fines gouttelettes d'eaux marines amenées par le vent et contenant une certaine quantité de sel. La présence du taxon *Amphora cpffaeiformis*, espèce euryhaline semble confirmer cette hypothèse.

IV - Conclusion

Les différences observées entre la composition diatomique des échantillons de cette étude et/entre les stations étudiées semblent s'expliquer par certains facteurs ; exemple de salinité et de PH et aussi par la position géographique et donc par l'enrichissement des niveaux en éléments nutritifs. La preuve s'observe dans l'échantillon d'Ain Franine qui montre des individus de plus grande de taille et une richesse diatomifère par rapport à Petit Vichy. Le deuxième facteur qui est la salinité qui peut être déterminant dans cette abondance et richesse. Elle est marquée par des formes salines (*Navicula*) répertoriées dans les milieux mésahalobes. La position géographique littorale très proche de la mer et l'origine de la source, qui est une origine diapirique, en est un témoin.

Conclusion général

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Plusieurs prélèvements ont été effectués dans trois sources géothermiques ou sources hydrothermales différentes sur des substrats variés (travertins, calcaires tufacées, boues argilo-détritiques brunâtres et substrat végétal). Cette étude a pour but de discerner la composition diatomique de chaque substrat et chaque source hydrothermale et aussi d'élaborer un inventaire de la flore diatomifère des sources thermales d'Oranie.

Le travail concerne deux secteurs différents : le secteur d'Ain Franine (source d'Ypssera) dans la Wilaya d'Oran ; le secteur de Hammam Bouhadjar Wilaya d' Ain Témouchent (au niveau de la station de Petit Vichy et la station de Sidi –Ayed).

Plusieurs techniques de traitements chimiques et d'observation que ce soit en microscope photonique et accessoirement au microscope électronique à balayage (MEB) ont été utilisées.

Les échantillons analysés dans les différents substrats et différentes stations ont fourni une microflore représentée par des diatomées pennées (Les Pennales). Ainsi, 12 genres, ont été identifiés et réparties en 10 genres dans le prélèvement d'Ain Franine et seulement cinq (05) genres dans les 4 échantillons de la station de Hammam Bouhadjar (Petit vichy). L'inventaire montre trois (03) taxons ou genres en communs dans les deux stations. Il s'agit de : *Amphora* ; *Mastogloia* et *Pinnularia*.

Cette analyse a montré une biodiversité variable d'une station à une autre et que la station de Sidi Ayed n'a livré aucune diatomée.

Que ce soit dans le substrat végétal ou sédimentaire (travertins), le contenu diatomifère ou diatomique est très pauvre et surtout de petite taille, dans les échantillons de Petit Vichy (Hammam Bouhadjar). Le fait le plus marquant est que les deux substrats même de différente nature sont représentés par les mêmes taxons et le nombre étant très faible (seulement cinq (05) taxons ou genres) : *Amphora*, *Cymatopleura*, *Gyrosigma*, *Mastogloia* et *Pinnularia*. Les taxons qui ont pu être déterminés sont : *Amphora coffeaeformis*, *Mastogloia smithii* et *Pinnularia interrupta*.

Par contre l'échantillon (AF1) d'Ain Franine paraît plus riche que ceux de Petit Vichy avec neuf (10) taxons ou genres et représenté par des individus de plus grande taille.

La biodiversité est dominée par le genre *Navicula* avec 15 individus au totale. Les autres taxons (*Amphora*, *Diatoma*, *Surirella*, *Nitzschia*, *Rhopalodia* et *Pinnularia*) sont relativement riches en individus que les *Navicula*.

Conclusion Générale

Les différences observées entre la composition diatomique des échantillons de cette étude et/entre les stations étudiées semblent s'expliquer par certains facteurs ; exemple de salinité et de PH et aussi par la position géographique et donc par l'enrichissement des niveaux en éléments nutritifs. La preuve s'observe dans l'échantillon de Ain Franine qui montre des individus de plus grande de taille et une richesse diatomifère par rapport à Petit Vichy. Le deuxième facteur qui est la salinité qui peut être déterminant dans cette abondance et richesse. Elle est marquée par des formes salines (*Navicula*) répertoriées dans les milieux mésahalobes. La position géographique littorale très proche de la mer et l'origine de la source, qui est une origine diapirique, en est un témoin.

Références
Bibliographiques

- ABTOUT, A., BOUKERBOUT, H., BOUYAHIAOUI, B., ET GIBERT, D. (2014).** - Gravimetric evidences of active faults and underground structure of the Cheliff seismogenic basin (Algeria). *Journal of African Earth Sciences*, 99, 363–373. doi:10.1016/j.jafrearsci.2014.02. 011. Baranov.
- BAUDRIMONT R. (1974).** - Recherches écologiques sur les diatomées des eaux continentales du Maroc.
- BELHAI, M., FUJIMITSU, Y., BOUCHARREB-HAOUCHINE, F.Z., IWANAGA, T., NOTO, M. (2014).** - Geochemistry of the North Western Algerian Geothermal System. In Proceedings, Thirty-Ninth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, February 24–26, 2014 SGP-TR-202.
- BESSEY C E. (1907).**- The Structure and Classification of the Siphonales, with a Rearrangement of the Principal North American Genera, *Wiley on behalf of American Microscopical Society* 27, pp. 47-62.
- BORY. (1822).** - Dictionnaire classique d'histoire naturelle.
- BOURRELLY, P. ET MANGUIN, E. (1946) a.**- Contribution à la flore algale d'eau douce des Açores. In: Contribution à l'étude du peuplement des Iles Atlantides. *Mémoires de la Société de Biogéographie* 8: 447-500.
- BOURRELLY, P. ET MANGUIN, E. (1946) b.** - Les caractères biogéographiques de la flore algale d'eau douce des Açores. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences* 222: 682-683.
- BRASIER, M.D. (1980).**- Microfossils. George Allen & Unwin, London. Brasier, M.D., 1982. Foraminiferid architectural history; a review using the MinLOC and PI methods. *Journal of Micropalaeontology* 1, 95–105.
- BUSSARD A.(2015).**-Capacités d'acclimatation des diatomées aux contraintes environnementales *Thèse De Docteur Du Museum National D'histoire Naturelle*
- CANDOLL. (1805).** - Flore française, ou descriptions succinctes de toutes les plantes qui croissent naturellement en France, disposées selon une nouvelle méthode d'analyse, et précédées par un exposé des principes élémentaires de la botanique. *Troisième Édition. Tome second.*

DENICOLA D.M. (2000). - A review of diatoms found in highly acidic environments. *Hydrobiologia* 433: 11-122.

EHRENBERG C.G. (1843) -. Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd- und Nord-Amerika: Abh. Akad. Wiss. Berlin, (1841), p. 291-446

EL BOUYAHIAOUI R., ARBOUCH F., GHOZLANE F., MOULLA F., BELKBIR B., BENTRIOUA A., HIDRA H., MANSOURI H., IGUEROAUDA M., BELLAHERCHE A., ET DJOUAT A. (2015). - Repatition et phénotype de la race oinr beue de kabylie ou Tazegzawt (Algérie) ,*Livestoch Res .Rural Dev.*, 27,14,Retrieved March 13, 2017

FENET B. (1975). - Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du Bouclier africain à partir d'un élément de l'Orogène nord-maghrébin: les Monts du Djebel Tessala et les Massifs du littoral oranais. *Thèse de Doctorat, Université de Nice*, 301 p.

FOUKRACHE M. (2001). - Hydrogéologie des massifs côtiers oranais (Arzew-Béni Saf). *Mémoire de Magister, Université d'Oran*, 321 p.

GARDETTE, D. (1979). - Apport de l'étude des diatomées et des silicoflagellés à la biostratigraphie. Reconstitution du Messinien de Méditerranée : analyse de quelques tripolis du passage Mio-Pliocène à Chypre, en Crète et au Maroc, *Thèse de Doctorat 3e cycle. Université de Paris-Sud*.

GERMAIN H. (1981).- .Flore des diatomées

GERSONDE, R. (1980). - Paläoökologische und biostratigraphische Auswertung von Diatomeen Assoziationen aus dem Messinium des Caltanissetta Beckens (Sizilien) und einiger Vergleichsprofile in SO-Spanien, NW-Algerien und auf Kreta. Thèse de l'Université de Kiel.

GRUNNOW. (1880).- Synopsis des Diatomées de Belgique Atlas. pp. pls I-XXX. *Anvers*

GRUNOW A. (1884).- Die Diatomeen von Franz Josefs-Land: Denkschr. Kgl. Akad. Wiss. Wien, Math. Nat. Wiss. Kl., v. 48, p. 53.

HAMBROOK J A, ARMITAGE J B ET VIS M. (1999).- Algal and Macroinvertebrate Assemblages of Selected Ohio Spring. *Ohio Biological Survey Notes* 2: 1-24.

HASSAL. (1845). - A history of the British freshwater algae, including descriptions of the Desmidiaceae and Diatomaceae. With upwards of one hundred plates, illustrating the various species.

- HASSANI M. I. (1987).** - Hydrogéologie d'un bassin endoréique semi-aride. Le bassin versant de la grande Sebkhha d'Oran (Algérie). *Thèse de Doctorat 3ème cycle, Université de Grenoble*, 304p.
- HENDEY N.I. (1937).**- The plankton diatoms of the southern seas. *Discovery Reports* 16 : 151-364.
- HOBBS RJ, HIGGS E, AND HARRIS JA. (2009).** - Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. *Trends Ecol Evol* 24: 599–605.
- HUSTEDT F. (1930).**- Bacillariophyta in *Pascher Susswasser flora von Mitteleuropas*.
- ISSAADI A. (1992).** - Le thermalisme dans son cadre géostructural, apports à la connaissance de la structure profonde de l'Algérie et de ses ressources géothermales. *Thèse de Doctorat, USTHB (Alger)*, 267 p.
- LANGLOIS C. (2006).**- Diatomées.
- LUND, J.W., FREESTON, D.H. & BOYD, T.L. 2005).** - Direct application of geothermal energy: 2005 worldwide review. *Geothermics*, 34(6): 691–727.
- MANNINO. (2007).** - Diatoms from thermal-sulphur waters of Fiume Caldo (North-western Sicily). *Cryptogamie Algologie*, 28 (2007), pp. 385-396.
- MANSOUR, B. (1991).** - La série diatomitique messinienne de Sig : étude systématique des diatomées et implications paléo-écologiques *Thèse de Magister, Université d'Oran (Algérie)*.
- MOGNA M., CANTONATI M., ANDREUCCI F., ANGELI N., BERTA G., MISERERE L. (2015).** - Diatom communities and vegetation of springs in the south-western Alps. *Acta Bot. Croat.* 74 (2), 265–285.
- MUELLER. (1895).** - Rhopalodia ein neues Genus der Bacillariaceen. *Botanische Jahrbucher fur Systematik, Pflanzengeschichte und Pflanzengeographi*.
- NIKULINA ET KOCIOLEK. (2011).** - Diatoms from hot springs from Kuril and Sakhalin Islands (Far East, Russia). *The diatom world*, pp. 333-363.
- OWEN, R.B., RENAUT, R.W., et JONES B. (2008).** - Geothermal diatoms: a comparative study of floras in hot springs systems of Iceland, New Zealand, and Kenya. *Hydrobiologia* 610: 175–192.

PERRODON A. (1957). - Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie Occidentale. *Publ. Serv. Carte Géol. Algérie*, pp 12, 328.

PETRACCIA L., LIBERATI G., MASCIULLO S.G., GRASSI M., FRAIOLI A. (2006). - Water, mineral waters and health *Clin. Nutr.* 25(3) pp 377-385.

PRYGIEL ET COSTE (2000).- Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'Indice Biologique Diatomées.

PRYGIEL, J. et M. COSTE. (1993). - Diatomées benthiques et phytoplancton d'un étang d'affaissement minier: La Mareà Goriaux (Nord de la France). Impact de la salinité et de la pollution organique. In P. Lelong Ed. 10e Colloque de l'ADLAF., Les Embiez 25-28 Sept. 90, 95-117.

QUINTELA A., ALMEIDA S., TERROSO D., FERREIRA DA SILVA E., FORJAZ V., ROCHA F. (2013). - Diatom assemblages of thermal and mineral waters from volcanic environments in São Miguel Island, Azores. *Diatom Research*, 28, pp. 407-417.

ROUND E.E., CRAWFORD R.M. et MANN D.G. (1990). -The *diatoms. Biology et morphology the genera.* Cambridge, Cambridge University Press, 747p.

ROUND FE, CRAWFORD RM. (1981).- The lines of evolution of the Bacillariophyta. *Proc R Soc Ser B-Bio* 211:237-239.

SCHRADER, J., GERSONDE, R. (1978). - Diatoms and silicoflagellates. In: Zachariasse, W.J., Riedel, W.R., Sanfilippo, A.S., R.R. Broolsma, M.J., Schrader, H.J., Gersonde, R., Drooger, M.M., Broekman, J.A. (Eds.), Utrecht micropaleontological Bulletin, 17, pp. 129–176 Micropaleontological counting methods and techniques – an exercise on an eight metres section of the lower Pliocene of Capo Rossello, Sicily.

SMITH M ET PUCZKÒ L. (2009). - Health and Wellness Tourism. Elsevier, Oxford.

SMITH. (1851). - Notes on the Diatomaceae, with descriptions of British species included in the genera *Campylodiscus*, *Surirella* and *Cymatopleura*. *Annals and Magazine of Natural History, series 2* 7: 1-14, pls I-III.

Symposium. Biopress Ltd., Bristol, pp. 151–168

TABET HELAL ET BAGHLI. (2005). - La région d'étude situe au Sud-Ouest de l'unité hydrogéologique du Sahara. *Mémoire de Master. Université de Tlemcen*, 83 p.

THOMAS G. (1985). - Géodynamique d'un Bassin intra-Montagneux. Le Bassin du Bas Chélif Occidental durant le Mio – Plio – Quaternaire. *Thèse de Doctorat, Université de pau*, 594 p.

TOPACHEVS'KYJ ET OKSIYUK. (1960). - Names of classes and families of living algae: with special reference to their use in the Index Nominum Genericorum.

TURPIN. (1828). - De la description de plusieurs genres et espèces nouvelles très remarquables, découverte parmi les productions végétales et microscopiques. *Mémoires du Musée d'Histoire Naturelle* 16: 295-344, pl. 13.

VAN HEURCK H. (1880-1881).- *Synopsis des diatomées* de Belgique.

VASSELON ET AL. (2019). - Assessing pollution of aquatic environments with diatoms' DNA metabarcoding: experience and developments from France water framework directive networks.

YOSHITAKE, S., FUKUSHIMA, H. ET LEPSKAYA, E.V. (2008). - The diatom flora of some hot springs in Kamchatka, Russia, In: Y. Likhoshway (*ed.*) Proceedings of the Nineteenth International Diatom .

Listes des figures

Fig.01 -Carte de localisation générale de secteur étudié.....	02
Fig.02 -Localisation géographique du secteur d'étude de Ain Franine (extrait de la carte Oran N3-4, 1/25.000), modifiée).....	03
Fig.03 -Localisation géographique des secteurs d'étude de Hammam Bouhadjar extrait de la carte Oran, 1/25.000, modifiée).....	04
Fig.04 - Situation géographique du bassin de bas Chélif (d'après Perrodon, 1957, modifiée).....	06
Fig. 05 -Carte géologique de la région du Hammam Bouhadjar (Bouyahiaoui et <i>al.</i> , 2017).....	07
Fig.06 - Photos des stations d'études, A : Station Petit Vichy, B : Station de Sidi-Ayed, C : Station d'Ain Franine.....	09
Fig.07 - Position de l'échantillon AF1 du secteur de Ain Franine.....	10
Fig.08 - Position de l'échantillon AF2 du secteur Aine Franine	10
Fig.09 - Position de l'échantillon AF3 du secteur de Ain Franine.....	11
Fig. 10 - Vue panoramique des dépôts tufacès (travertins de la source hydrothermale de Petit Vichy et position des échantillons analysés.....	12
Fig.11 - Photo de l'échantillon HBS1 (HBS1A (substrat végétale) ; HBS1B (substrat rocheux).....	12
Fig.12 -photo de l'échantillon de la station HBS2 (A : surface supérieure ; B : surface inférieure).....	13
Fig.13 -photo de l'échantillon HBS3.....	13
Fig.14 -photo de l'échantillon HBS4A.....	14
Fig.15 -photo de l'échantillon HBS4B (substrat lithique).....	14
Fig.16 -Station d'échantillonnage : (Echantillon SA1 et SA2).	15
Fig.17 -photo de l'échantillon de la station SA1: A (substrat végétale), B (substrat.....	15
Fig.18 -photo de l'échantillon SA2A (substrat végétale), SA2AB (substrat rocheux).....	16
Fig.19 - Traitement physico-chimique des échantillons (d'après Gardet, 1979, Gersond, 1980 et Mansour, 1991 avec quelques modifications).in hamadai2015.....	20
Fig.20 -Photos du traitement chimique des échantillons.....	21
Fig.21 -Montage des lames (d'après Gardet, 1979, Gersond, 1980 et Mansour, 1991 avec quelques modifications).in hamadai2015.....	21
Fig.22 - Balayage d'une lamelle au microscope	22
Fig.23 - Préparation des échantillons a l'observation au MEB	23
Fig.24 -photographie du microscope à balayage électronique (MEB) l'université de	

Listes des figures

l'USTO.....	24
Fig.25 -photographie du plot métallique du microscope a balayage électronique (MEB).....	24
Fig.26 -Diatomées centrales d'après (Brasier, 1980).....	26
Fig.27 - Diatomée pennale d'après (Brasier, 1980).....	26
Fig.28 - schéma de la division mitotique et de la reproduction.....	27
Fig.29 - comparaison quantitative de la microflore diatomique échantillonné dans les stations de Petit Vichy et Ain Franine.....	34
Fig.30 -comparaison de la biodiversité de la faune diatomique échantillonné dans les stations d'Ain Franine.....	35

Liste des tableaux :

Tab.01 - Données de l'analyse physico-chimique de la source Ain Franine (ANRH, 2014).....	16
Tab.02 - données de l'analyse physico-chimique de la source sidi -Ayed (ANRH, 2015).....	17
Tab.03 -données des paramètres physiques de Ain Franine.....	17
Tab.04 -données des paramètres physiques de Petit Vichy.....	17
Tab.05 -données des paramètres physiques de Sidi-Ayed.....	17
Tab.06 - tableau représentant les différents genres dans les stations étudiées.....	30

Planche1

Ain Franine

- 1 .*Navicula* Bory 1822 vue connective
- 2 .*Rhopalodia* Muller 1895 vue connective
- 3.*Pinnularia* Ehrenb 1843 vue connective
- 4.*Mastogloia* Grunow1880 vue connective
- 5.*Diatoma* Candolle 1805vue connective
- 6.*Surirella* Turpin1828 vue connective
- 7.*Nitzshia* Hassal 1845 vue connective

Petit vichy

- 8 .*Rhopalodia* Sp 1Muller 1895 vue connective
- 9 .*Nitzshia* Hassal 1845 vue connective
- 10.*Gyrosigma* Hassal 1845 vue connective
- 11 .*Rhopalodia* Sp 2Muller 1895 vue connective
- 12 .*Mastogloia* Grunow1880 vue connective (photo MEB)

