



Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master 2 Recherche

« Biodiversité et Environnement »

THÈME

Actualisation de la flore de Garâat Estah commune de Sebâa région d'El Tarf

Soutenu le : 23-06-2024

Présenté Par : Darzahaf Ines

Raghdadi Abir

Devant le jury composé de :

Mme Brahmia Zahra	MCA	Présidente	UCBET
Mme Lazli Amel	MCA	Examinatrice	UCBET
Mme LOUHI-HAOU Sihem	Prof.	Promotrice	UCBET

Année universitaire 2023 - 2024



REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, nous remercions *Allah* Tout puissant qui nous a donné la force, la volonté et le courage d'accomplir ce travail.*

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer nos remerciements notre profonde gratitude.

*Nous remercions notre promotrice, **Mme. Louhi Haou Sihem**, pour son encadrement et orientations judicieuses qui nous ont été infiniment utiles, pour ses conseils, ses encouragements, pour tous leurs efforts, leurs savoirs, leurs idées et leurs confiances. Et nous remercions **Monsieur Louhi** pour ses efforts et son aide tout au long de la période de cette recherche.*

Nous tenons également à exprimer nos profondes gratitude et nos vifs reconnaissances à l'égard des membres de jury pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail, est nous bénéficier de leurs observations et critiques constructives :

- *Presidente: **Dr Brahmia zahra***
- *Examinatrice: **Prof Lazli Amel***

Nos plus vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réussite de sa concrétisation de prés ou de loin sans exclusion aucune.

Un grand Merci

Dédicace

Merci à Allah de m'avoir donné la capacité décrire, de réfléchir, d'avoir la force d'en croire en lui et surtout d'avoir la patience de persévérer jusqu'à la réalisation de mon rêve et de mon bonheur, tout en levant, mes mains vers le ciel et dire :

الحمد لله

Je tiens c'est avec grande plaisir que je dédie ce modeste travail:

*A mon père **Laayachi**, mon soutien dans la vie et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir.*

*A ma mère **Akila**, la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie.*

*A mes chers frères **Samir**, **Rafik** et **Mohamed**, je vous souhaite a tous plein de joie et de bonheur*

*A mes chères sœurs **Chahira**, **Samia** et **Hanane** pour leur encouragement.*

Pour les petits enfants de la famille : Anis, Sirin, Islem, Ali, Nihel, Assil, Nizar, Louay, Kossay.

*Très spécialement A mes amies **Raouene** & **Omnia** qui ont toujours été là pour moi.*

A mes chers collègues

Et tous qui m'aide de compulse ce modeste travail

*Enfin, je remercie mon joli binôme, **Ines**, qui a contribué à la réalisation de ce modeste travail.*



Dédicace

Au nom de Dieu Tout-Puissant, qui m'a donné la volonté et la patience et qui m'a mis sur le bon chemin pour arriver à ce jour

Je dédie ce travail à : tous ceux qui ont prié pour moi matin et soir.

A ceux qui ont sacrifié leur vie pour mon éducation et à ceux qui m'ont conseillé.

Je tiens à remercier et à exprimer ma gratitude :

***A mon cher père Saad,** pour avoir toujours cru en moi, m'encourageant et me soutenant. Ce travail est le résultat de vos sacrifices*

***A ma chère mère Naima,** mon amour éternel*

Qui a fait tout ce qui était en son pouvoir pour arriver là où je suis aujourd'hui, aucun honneur ne peut être à la hauteur de tous les sacrifices. Que vous avez fourni pour mon éducation et mon bien-être, je me souviens toujours de Toutes les fois où tu m'as poussé à travailler et à réussir.

***Mes belles sœurs Warda, Zahia, Fatma, Afaf,** mes forces qui m'ont toujours accompagnées et encouragées,*

Mes frères, Noureddine. Ilyes. Yazid

Pour les petits enfants de la famille : Maram. Islem. Ishak. Adem .Taki. Lina. Ahmed

***A tous mes amis** pour leur sympathie et leur solidarité à mon égard.*

À tout ce qui m'a aidé à mieux performer dans la réalisation de ce travail

***À ma sœur,** amie et partenaire dans ce travail, Abir.*

Ines



Résumé

Notre étude est réalisée sur un étang nommé Garâat Estah situé dans la commune de Sabâa région d'El Tarf, porte sur l'actualisation de la flore et la qualification physico-chimique de l'eau. L'objectif consistait à établir un inventaire de la flore existante associé à une analyse physico-chimique de l'eau. Le site est situé en bordure d'un champ de culture et se caractérise par une flore d'importance écologique et rare. L'inventaire floristique de Garâat Estah signale la présence de 36 espèces dans 89 relevés.

Pour surveiller l'état actuelle de la qualité de l'eau, on a effectué quatre prélèvements au niveau de quatre stations différentes sur une période du mois Mars et d'Avril 2024. Six paramètres physico-chimiques ont été analysés, à savoir la température, pH, conductivité, turbidité, TDS et MES.

Mots clés : Garâat ; actualisation de la flore; inventaire floristique; analyse; de l'eau,

Abstract

Our study is carried out on a pond named Garâat Estah located in the commune of Sabâa region of El Tarf, focuses on the updating of the flora and the physico-chemical qualification of the water. The objective was to establish an inventory of the existing flora associated with a physico-chemical analysis of the water. The site is located on the edge of a crop field and is characterized by flora of ecological importance and rare. The floristic inventory of Garaat Estah reports the presence of 36 species in 89 surveys.

To monitor the current state of water quality, four samples were taken at four different stations over a period of March and April 2024. Six physicochemical parameters were analyzed, namely temperature, pH, conductivity, turbidity, TDS and suspended matter.

Key words: Garaat; updating of the flora, floristic inventory; analysis of water

ملخص

أجريت دراستنا على بركة تسمى السطح بجماعة منطقة السبعة بالطارف، وتركزت على تحديث النباتات والمؤهلات الفيزيائية والكيميائية للمياه. كان الهدف هو إنشاء جرد للنباتات الموجودة المرتبطة بالتحليل الفيزيائي والكيميائي للمياه. يقع الموقع على حافة حفل محاصيل ويتميز بنباتات ذات أهمية بيئية ونادرة. يشير جرد الأزهار في منطقة قارة إسته إلى وجود 36 نوع في 89 دراسة استقصائية.

ولرصد الوضع الحالي لجودة المياه، تم أخذ أربع عينات من أربع محطات مختلفة خلال الفترة من مارس وأبريل 2024. وتم تحليل ستة عوامل فيزيائية وكيميائية، وهي درجة الحرارة، ودرجة الحموضة، والموصلية، والعكورة، والمواد الصلبة الذائبة، والمواد العالقة.

الكلمات المفتاحية

بركةالسطح،النباتات،جرد للنباتات، التحليل الفيزيائي والكيميائي للمياه،تحديث

LISTE DES ABRÉVIATIONS

N : Nord

E : Est

m²/ m / Km/ Cm: le mètre carré/ mètre/ Kilomètre/ Centimètre

°C : Le degré Celsius

ha : Hectare

% : Pourcent

G : Garaat

pH : Potentiel hydrogène

< : Inférieur à

= : Egal

S/m: Siemens/ mètre

S/cm: Siemens/ centimètre

µS/cm:micro-siemens par centimètre

ml: millième de litre

NTU: Nephelometric turbidity unit

ISO: l'Organisation internationale de normalisation

nm: Le nanomètre

NaCl: Le chlorure de sodium

TDS: Taux de solides dissous

MES : Matières en suspension

Mg/l : Milligramme par litre

AFC : Analyse factorielle des correspondances

Liste des tableaux

Tableau 01 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Monod, 1989).....	14
Tableau 02 : Classification des eaux selon leurs pH (Degermont, 2005 ; Berdai ,2021).....	15
Tableau 03 : Classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit).....	17
Tableau 04 : Les fréquences des espèces de Garâat Estah.....	24
Tableau 05 : Résultats d'analyse physico-chimique de l'eau de Garaat Estah.....	28

Liste des figures

Figure 01 : Carte de situation de la zone, site et stations d'étude.....	09
Figure 02 : Variation de l'abondance des espèces du groupement végétal terrestre.....	21
Figure 03: Variation de l'abondance des espèces du groupement végétal aquatiques et subaquatiques.....	22
Figure 04: Les variations de la richesse spécifique dans les différentes stations.....	22
Figure 05 : Analyse factorielle axe (2.3). Distribution de 89 relevés d'étude selon la physionomie végétale.....	26
Figure 06 : Analyse factorielle axe (2.3). Distribution de 36 espèces végétales sur 89 relevés d'étude selon la le type biologique.....	27
Figure 07 : Echantillonnage.....	28

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction.....01

Chapitre 01 : Synthèse bibliographique

I. Définition des mares.....03

I.1.Origines des mares.....03

I.1.1.Origine naturelle.....03

I.1.2.Origine artificiel.....03

I.2. Caractérisation des mares permanentes et temporaires.....03

I.3. Mares permanentes.....04

II. Les mares en Algérie.....04

II.1. Distribution des zones humides en Algérie05

II.1.1. Les zones humides d'Annaba.....05

II.1.2. Les zones humides de Tebessa.....05

II.1.3. Les zones humides de Khenchla.....05

II.1.4. Les zones humides d'Oum el Bouaghi.....06

II.1.5. Les zones humides de Souk-Ahras.....06

II.1.6. Les zones humides de Guerbes-Senhadja:.....06

III. Les mares dans la wilaya d'el Tarf.....07

III.1. Garaat Estah.....07

III.2. Garaat Dakhla.....08

III.3. Le marais de Mekhada.....	08
III.4. Marais de Chatt.....	08

CHAPITRE II : Matériels et Méthodes

I. Situation et caractérisation de la zone et stations d'étude.....	09
II. Méthode d'étude.....	09
II.1. Méthode phytoécologique.....	09
II.1.2. Notion de relevé phytoécologique.....	10
II.1.3. Phytoécologie.....	10
a. Méthode phytoécologique analytique.....	11
b. Méthode phytoécologique globale.....	11
II.1.4. Analyse phytoécologique.....	11
II.2. Méthode d'échantillonnage aléatoire.....	11
II.2.1. Méthode d'échantillonnage aléatoire simple (EAS).....	11
II.2.2. Méthode d'échantillonnage aléatoire systématique.....	12
II.3. Méthode d'analyse physico-chimique d'eau	13
II.3.1. Méthode de prélèvement.....	13
II.3.2. Enregistrement et étiquetage des échantillons.....	13
II.3.3. Les analyses physicochimiques.....	14
II.3.3.1. Paramètres physiques	14
II.4. Analyse factorielle des correspondances.....	19

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. Analyse floristique.....	21
II. Diversité et Equitabilité.....	23
II.1. Indices de diversité.....	23

II.1.1. Indice de Shannon.....	23
II.1.2. Equitabilité.....	23
II.1.3. Fréquences des espèces.....	24
III. Analyse factorielle des correspondances (AFC).....	25
III.1. Analyse de l'eau.....	28
IV. Discussion.....	30
Conclusion	31
Références	

INTRODUCTION

Introduction

Les mares permanentes, ces petits écosystèmes aquatiques qui subsistent tout au long de l'année sans assèchement complet, jouent un rôle crucial dans la conservation de la biodiversité. Elles abritent une grande variété de plantes, d'animaux et de micro-organismes, souvent spécifiques à ces milieux. Ces écosystèmes sont des refuges importants pour des espèces rares et endémiques, contribuant ainsi à la préservation des patrimoines naturels locaux (Biggs *et al.*, 2005).

La région d'El Tarf, située dans le nord-est de l'Algérie, abrite plusieurs écosystèmes uniques et diversifiés, parmi lesquels Garâat Estah. Cette zone humide, comme beaucoup d'autres dans la wilaya de Tarf, est d'une importance écologique considérable en raison de sa biodiversité floristique.

Garâat Estah, située dans la wilaya de Tarf, est une zone humide d'une grande valeur écologique. Elle joue un rôle vital dans la conservation de la biodiversité et dans la régulation des cycles hydrologiques locaux. Cette région est reconnue pour ses écosystèmes riches et variés, notamment en termes de flore. Cependant, les dynamiques environnementales et les pressions anthropiques requièrent une actualisation régulière des données floristiques pour garantir la protection et la gestion durable de cet habitat.

L'actualisation de la flore de cette zone consiste en une étude approfondie et mise à jour des espèces végétales présentes, prenant en compte les évolutions et les changements environnementaux survenus au fil du temps. Ce processus est crucial pour comprendre l'impact des facteurs anthropiques et climatiques sur cet écosystème (Blaustein *et al.*, 2011).

L'actualisation de la flore est essentielle pour plusieurs raisons. Premièrement, elle permet de suivre l'évolution des écosystèmes locaux face aux pressions anthropiques et climatiques. Deuxièmement, elle fournit des données précises et récentes, indispensables pour la mise en place de stratégies de conservation efficaces. Enfin, elle contribue à une meilleure compréhension scientifique de la dynamique des écosystèmes aquatiques et des interactions entre les espèces (Baldwin *et de* Maynadier, 2009).

Les analyses physico-chimiques de l'eau de Garâat Estah sont essentielles pour comprendre la qualité de l'eau, les processus écologiques en cours, et l'impact des activités anthropiques. Nous avons impliqué des prélèvements réguliers d'échantillons d'eau à divers points de Garâat Estah, suivis de tests en laboratoire.

L'objectif de cette étude est de fournir un inventaire actualisé de la flore de la Garâat Estah, d'analyser les tendances écologiques observées, et de proposer des recommandations pour la gestion et la conservation de cette zone humide précieuse. En s'appuyant sur des méthodologies rigoureuses et des observations de terrain détaillées, cette recherche vise à enrichir les connaissances sur les mares permanentes et à soutenir les efforts de préservation de la biodiversité dans cette région. Evaluer la qualité de l'eau et surveiller les impacts anthropiques.

Ainsi, notre travail s'est structuré autour de trois chapitres qui sont :

- Le premier chapitre est un rappel sur les mares d'une façon générale ;
- Le second chapitre présente les caractéristiques générales de la zone d'étude ;
- Le troisième chapitre a été consacré à l'interprétation des résultats, aux changements de cônes (colonnes graphiques), ainsi qu'aux analyses d'eau ;
- Enfin, nous terminons notre travail par une conclusion générale qui comprend quelques recommandations qui nous paraissent nécessaires.

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

I. Définition des mares

« Il n'existe pas de véritable définition juridique des mares, mais la définition issue du Programme National de Recherche sur les Zones Humides apporte des précisions sur ce qu'elle représente : la mare est une étendue d'eau à renouvellement généralement limité, de taille variable pouvant atteindre un maximum de 5 000 m². Sa faible profondeur peut atteindre environ 2 m, cela permet à toutes les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire, ainsi qu'aux plantes de s'enraciner sur tout le fond. D'origine naturelle ou anthropique, la mare se trouve dans des dépressions imperméables, en contexte rural, périurbain, voire urbain. Alimentée par les eaux pluviales et parfois phréatiques, elle peut être associée à un réseau de fossés qui en pénètrent et en ressortent ; elle exerce alors un rôle tampon au ruissellement. Elle peut être sensible aux variations météorologiques et climatiques, et ainsi être temporaire. La mare constitue un écosystème au fonctionnement complexe, ouvert sur les écosystèmes voisins, qui présente à la fois une forte variabilité biologique et hydrologique interannuelle. Elle possède un fort potentiel biologique et une forte productivité potentielle (B. Sajaloli & C. Dutilleul, 2001) ».

I.1. Origines des mares

I.1.1. Origine naturelle

L'érosion peut résulter de l'action physico-chimique de l'eau, de l'action du vent, de processus géomorphologiques liés à la divagation des cours d'eau mais aussi de la combinaison de ces différents processus, éventuellement combinés à l'action de la faune voire de la flore. Des colmatages naturels limitant le drainage ou le ruissellement peuvent contribuer à la création de mares (Grillas et *al.*, 2004 ; Redaounia, 2009).

I.1.2- Origine artificiel

Pour ses activités d'élevage, de voirie, d'irrigation, ou de stockage d'eau, l'homme a créé des bassins et des mares. Au fil du temps, ces milieux ont été colonisés par des biocénoses dont la composition et la structure évoluent assez souvent en rapport avec l'âge de l'habitat (Grillas et *al.*, 2004;Redaounia, 2009).

I.2. Caractérisation des mares permanentes et temporaires

Elles sont caractérisées par une alternance annuelle d'inondation et d'exondation. Ces zones humides présentent un intérêt floristique majeur parce qu'elles hébergent des espèces végétales spécialisées, rares et menacées au niveau national. Les mares constituent des sites privilégiés de reproduction des populations d'amphibiens, donc elles possèdent un rang d'une

valeur patrimoniale ; leur disparition est liée aux modifications des pratiques agricoles (Brenda, 2008 ; Messai&Reguiat, 2017).

Les Caractéristiques des Mares Permanentes :

1. Hydrologie: Les mares permanentes ont une source d'eau constante, qui peut être due à la nappe phréatique, à des sources souterraines, ou à des précipitations régulières qui maintiennent leur niveau d'eau.

2. Biodiversité: Elles abritent une diversité d'organismes aquatiques, y compris des plantes, des insectes, des amphibiens, des poissons, et des oiseaux. Cette stabilité permet le développement de communautés biologiques complexes.

3. Écologie: Elles jouent un rôle important dans les écosystèmes locaux en fournissant des habitats, en régulant les régimes hydrologiques, et en contribuant à la recharge des nappes phréatiques.

I.3. Mares permanentes

Les mares permanentes sont connues pour leur remarquable concentration en biodiversité, pourtant, elles sont rares en région aride et même en région tempérée. En France, beaucoup des mares comptabilisées passent par un cycle de remplissage et d'assèchement.

On entend par mare permanente ou pérenne, toute mare qui dure douze mois sur douze mois de l'année, bien que l'étendue et la profondeur fluctuent selon les saisons (Harou, 2013).

Les plans d'eau permanents sont remplis toute l'année et ne s'assèchent que très rarement, voire jamais. C'est l'image typique qui nous vient à l'idée lorsque l'on parle d'étang. Le fait qu'il y ait de l'eau en permanence implique qu'il y ait un grand nombre de larves d'insectes prédatrices, comme des larves de dytiques, des larves d'anisoptères (libellules), mais aussi de zygoptères (demoiselles). Pour autant que ces étangs ne soient pas alimentés par un ruisseau, il ne devrait naturellement pas y avoir de poissons. Seules quelques espèces d'amphibiens peuvent supporter la forte pression de prédation exercée par les larves d'insectes. Il s'agit d'espèces qui produisent des milliers d'œufs, comme par exemple la grenouille rousse ou le crapaud commun. Dès que l'on introduit des poissons dans un étang, on ne trouve quasiment plus que du crapaud commun, puisque les têtards de ce dernier sont les seuls à ne pas intéresser les poissons [1].

II. Les mares en Algérie

L'Algérie compte actuellement 50 sites Ramsar, couvrant près de 3 millions d'hectares, ce qui lui permet d'occuper le onzième rang à l'échelle mondiale et le premier rang des pays

d'Afrique du Nord et des pays arabes (RAMSAR, 2019). Ces classements ont permis à la communauté internationale de découvrir de nouveaux types de sites humides originaux, tels que : les Chotts, les Sebkhets, les Garâats, les Gueltas et les Oasis, reconnus et classés en 2001 sur la liste Ramsar ; suivis par les Oglâts et les Dayas classés en 2004. A part les Oasis, ces habitats humides ne sont pas pris en compte par la typologie Ramsar, puisque ils ont été mentionnés par des habitats équivalents (Saifouni, 2021).

Les zones humides se caractérisent par la présence, permanente ou temporaire, en surface ou à faible profondeur dans le sol, d'eau disponible douce, saumâtre ou salée. Souvent en position d'interface, de transition, entre milieux terrestres et milieux aquatiques proprement dits, elles se distinguent par une faible profondeur d'eau, des sols hydromorphes ou non évolués, et/ou une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins une partie de l'année. Enfin, elles nourrissent et/ou abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces (Barnaud, 1991 ; Saifouni, 2021).

De leur côté, HUGHES et HUGHES (1992) définissent les zones humides comme étant « toutes les terres inondées de manière permanente ou périodique tel que les lacs, les étangs, les marécages, les marais, les tourbières, les plaines d'inondation riveraines ou lacustres, les cuvettes et les oueds, les marais salés du littoral et les mangroves, les retenues artificielles sont également comprises dans cette définition» (Sidi Ouis & Hoceini, 2017).

II.1. Distribution des zones humides en Algérie

II.1.1. Les zones humides d'Annaba :

* **Les mares de Joinou-ville** (36°.51.999'N, 7°.45.590'E) (Baaloudj, 2008).

* **Seraïdi** (36° 56' 54'' N, 07° 40' 19'' E): Région fait partie du massif de l'Edough dont l'altitude de 0 à 1000 m, le climat est de type méditerranéen humide. La végétation très diversifiée, elle est dominée par les forêts de Chêne liège et Chêne zéen, pin maritime (Toubal, 1986 ; Baaloudj, 2008).

II.1.2. Les zones humides de Tebessa (Baaloudj, 2008):

* **Oued Hriher**: 35°.25.089'N, 08°.08.363'E.

* **Bakarya**: 35°.21.697'N, 08°.14.666'E.

* **El mazerâa**: 35°.04.041'N, 07°.34.765'E.

* **Tligène**: 35°.06.895'N, 07°.45.537'E

II.1.3. Les zones humides de Khenchla (Baaloudj, 2008):

* **Oued el Arab**: 35°.24.724'N, 07°.10.010'E.

* **Hamam el Salhine**: 35°.24.975'N, 07°.04.11'E.

II.1.4. Les zones humides d'Oum el Bouaghi (Baaloudj, 2008):

* **Oued Rafrat** (35°.26.853' N, 07°.34.781'E):

- Oued sous forme d'un tapis, végétation rare, composé de seirpes.
- Eau ruisselant à petit débit "eau de source de bonne qualité".

* **Dhalaa** (35°.26.082' N, 07°.32.836' E) : 988m altitude.

- une pépinière avec végétation variée surtout le Tamarix, Juncus Acutus, Typha Angustifolia.
- Débit très fort, c'est une eau propre courante issue d'une source d'eau potable de très bonne qualité.

- Présence de plusieurs espèces d'oiseaux comme ; Guêpier, Héron garde bœufs, Cigogne blanche, Foulque macroule...etc.

* **Oued Miskiana** (35°.38.316'N, 07°.39.881' E): Représente une partie d'Oued Mellegue traversant la ville de Meskiana et semble être d'une profondeur variant entre 0,5m et 2,5m dont la faune est variée (crustacés, poissons, insecte aquatique etc.), ainsi que la flore telle que Cynodon dactylon, Typha angustifolia, Lolium rigidum, etc. (Aggouni, 2003).

- C'est un Oued très pollué divisés en plusieurs rigoles, plein des déchets domestiques et lavage de laine.

* **Oued Hmimim** (36°.00.184' N, 07°.13.853' E):

- Débit très faible.
- Pas de pollution.
- Existence d'une source d'eau.

II.1.5. Les zones humides de Souk-Ahras (Baaloudj, 2008):

* **Oued Medjerda** (36°.16.138' N, 07°.59.890' E): Principal cours d'eau dont la qualité reste très douteuse car la salinité est très importante et il reçoit également les rejets domestiques et industriels. - L'absence de végétation importante est une des caractéristiques de ce bassin - La pluviométrie moyenne est de 280mm (Mokatel, 2006 ; Baaloudj, 2008).

* **Barrage Bourgasse « Tawra »** (36°.9.160' N, 07°.59.184' E): Un marais d'eau douce de 2,5 m de profondeur, couvert de Nymphaea alba, Tamarix avec la présence de plusieurs espèces d'oiseaux.

II.1.6. Les zones humides de Guerbes-Senhadja:

* **G. Hadj Tahar** (36° 51.774'N, 7° 15.957'E): Un marais d'eau douce de 80 ha, couvert de Nymphaea alba et de nombreux hélophytes (Scirpus lacustris, Phragmites australis, Typha angustifolia, Iris pseudiacorus) (Baaloudj, 2008).

***Garaet Chichaya** : Ce marais (36°53'791 N ;7°18'230 E) occupe une surface d'environ 50 ha. Orienté Nord-Ouest-Sud-Est. En Nord-Ouest est alimenté par les eaux dunaires souterraines et les dépressions ouvertes vers le Sud-Est, près de la plaine alluviale d'Oued El Kebir. Il y a

une continuité avec Garaet Sidi Makhoulf. Le substratum est constitué, en Nord Ouest par le sable dunaire mélangé avec la tourbe. Ce sol est remplacé en Sud-Est par une boue argileuse de la plaine. Le Nord-Ouest est entièrement occupé par l'aulne, plus ou moins fixé en dune. Au Sud-Est, le marais suit une petite pente vers l'eau libre, temporaire ou non, selon la pluviosité annuelle et la pression du pompage de l'eau. (Samraoui et De Belair, 1997 ; Abdi, Razkallah & Zerari, 2013).

***Garaet Sidi Makhoulf :** La Garaet (36°53'094 N ; 7°18'248 E), elle occupe une superficie d'environ 50 ha d'eau douce permanente menacée par l'avancement des dunes ceinturée du côté Nord d'aulne glutineux (DES, 2013). Le substratum et la situation géomorphologique de la Garaet sont identiques à ceux de Garaet Chichaya. Toutes les deux constituent une unité simple, orientée du Nord-Ouest au Sud-Est vers la plaine alluviale. (Samraoui et De Belair, 1997; Abdi, Razkallah & Zerari, 2013).

***Garaet Beni M'Hamed :** Ce marais salé (36°57' N ; 7°16'E) occupe une surface d'environ 380 ha. S'étend près de l'estuaire d'Oued El-Kebir. Il est alimenté par l'inondation de cet Oued (Samraoui et De Belair, 1997). C'est une zone inondable elle est servie comme zone de gagnage par les hivernants (DES, 2013). Son sol est formé d'argile Numidien. La végétation de la Garaet est peu diversifiée dans le plan d'eau nous constatons des formations émergentes de *Chamaemelum praecox*, *Juncus acutus*, *Oenanthe fistulosa* dont le recouvrement peut atteindre 50%. La Garaet est entourée de *Tamarix gallica* et de forêts de frênes *Fraxinus angustifolia*. (Samraoui et De Belair, 1997 ; Abdi, Razkallah & Zerari, 2013).

***Garaet Messaoussa :** Lac d'eau douce (36°52'N ; 07°15'E) occupe une surface d'environ 300 ha entièrement boisée en aulne glutineux bien portant, avec un sable mouvant, présence d'eau en permanence. Le site est à quelques mètres de l'Oued El-Kebir ; et il est alimenté par ce dernier. Cette aulnée est menacée par l'avancement des dunes de sable ; due au défrichement intenses. Le lac constitue un site de nidification des rapaces (buses variables, busards, des roseaux, buse féroce et des oigognes blanches). (DES, 2013 ; Abdi, Razkallah & Zerari, 2013)

III. Les mares dans la wilaya d'el Tarf

Le Nord-Est Algérien et plus particulièrement la région d'El Kala possède un ensemble de zones humides unique au Maghreb par ses dimensions et sa diversité : Lacs, étang, mares, marais aulnaies, oueds... forment une mosaïque de biotopes remarquables où l'on peut voir se côtoyer des espèces endémiques boréales et tropicales dans un secteur qui rassemble plus de la moitié de la faune et de la flore aquatiques du pays (Samraoui & Debélaïr, 1998 ; Redaounia, 2009).

III.1. Garaat Estah (36°.50.674N, 07°.58.939'E) : Un étang dunaire couvert de *Nymphaea alba*, *Iris pseudo-acorus*, *Scirpus lacustris*. Sa superficie est de l'ordre de 2 ha. G. Estah et G. Dakhla sont situées à quelques kilomètres à l'est de l'embouchure de la Mafragh (Samraoui et

al., 2012). En raison de la proximité du marais de la Mekhada, un poisson *Gambusia holbrooki* non indigène était présent au début de la période d'échantillonnage (Benslimane et *al.*, 2019).

III.2. Garaat Dakhla (36° 50,67' N ; 7° 59,08 E) : C'est une dépression dunaire de 8 ha, situé à quelque kilomètre à l'est de l'embouchure de la Mafragh, dominé par le *Salix* sp, *Phragmites* sp, *Cladium mariscus*, *Salvinia natans*, *Nymphaea alba* et *Hydrocharis morsus – ranae* ; peu d'étude ont été fait sur ce site, une étude d'ingénieur a révélé la présence de 28 taxa faunistique et 122 espèces végétal e dont 12 rares (Layachi, 1997 ; Samraoui Chenafi, 2009; Nedjah, 2010).

III.3. Le marais de Mekhada 36°48 'N ; 8°00' (9000 ha): C'est le deuxième dans la région de la Numidie, après le lac Fetzara avec sa superficie. Dominé au sud par la montagne et limité au nord (15 Km plus loin) par des cordons dunaires, il est parcourue par quatre oueds qui convergent en embouchure commune (La Mafrague). Il est un peu saumâtre, au moins dans la partie aval (Van Dijk & Ledant, 1983; Nedjah, 2010).

III.4. Marais de Chatt (36°51,26'N ; 7° 43,83' E): Se trouve à 3 kilomètres de l'ouest de l'embouchure de la Mafraghe, avec une superficie de 2 ha, dominé par *Typha angustifolia*, *Iris pseudo – acorus* et *Phragmites australis* entouré des *Eucalyptus* entre deux agglomérations urbaines, la commune de Sidi M'Barek et d'Echatt (Samraoui et *al.*, 2009 ; Nedjah, 2010).

CHAPITRE II : Matériels et méthodes

I. Situation et caractérisation de la zone et stations d'étude

Garâat Estah ($36^{\circ}.50.674N$, $07^{\circ}.58.939'E$), se trouve dans la partie nord-est de l'Algérie, au sein de la wilaya d'El Tarf, proche de la frontière tunisienne. Sa superficie est de l'ordre de 2 ha. G. Estah est située à quelque Kilomètre à l'est de l'embouchure de la Mafragh.

Notre choix est portée sur la partie Ouest est Sud-Ouest de la Garaa, vue l'accessibilité de la zone. La partie Nord et la partie Est siéger par les agriculteurs impossibles des accéder. Cette partie présente une diversité fonctionnelle vue qu'il ya la pelouse, la partie submergeable, l'aquatique et une partie des dunes intérieure.



II. Méthode d'étude

II.1. Méthode phytoécologique

C'est l'étude des rapports entre le climat, la faune, le milieu et la végétation.

L'étude phytoécologique traduit la combinaison, ou les relations entre la végétation et les facteurs écologiques qui jouent un rôle actif dans sa distribution et son développement (Lazergui, 2014).

Les méthodes phytoécologiques reposent sur la notion de groupe écologique = groupe d'espèces ayant un comportement écologique semblable et un degré de présence négligeable en dehors des relevés présentant les caractéristiques écologiques du groupe" (Gounot, 1969 ; Hedidi, 2021).

La méthode phytoécologique est une méthode lourde et pesante; la caractérisation d'une espèce indicatrice nécessite une connaissance approfondie des facteurs du milieu, et en particulier des facteurs édaphiques: texture du sol, ph, composition chimique et facteurs climatiques : précipitations, températures et étage bioclimatiqueetc.

Certains facteurs écologiques sont difficiles à définir de manière très précise : ainsi la pluviosité dépend-elle aussi de facteurs microclimatique (Hedidi, 2021).

L'étude phytoécologique est l'observation des rapports entre le climat, la faune, le milieu et la végétation. Elle traduit la combinaison, ou les relations entre la végétation et les facteurs écologiques qui jouent un rôle actif dans sa distribution et son développement. C'est un maillon indispensable pour la connaissance de milieu et de la végétation. Donc, la composition floristique est en corrélation étroite avec le type d'environnement (Karimi, 2016).

II.1.2. Notion de relevé phytoécologique :

Un relevé phytoécologique est un ensemble d'observations écologiques et phytosociologiques qui concernent un lieu déterminé.

Pour ce la, les relevés de la zone d'étude passe d'abord par une description du milieu biotique (les espèces végétales rencontrées et leur recouvrement) et abiotique (variables écologiques : les pentes, l'exposition, les caractères édaphique) (Lazergui, 2014).

II.1.3. Phytoécologie

Il étudie la relation entre le climat, les animaux, l'environnement et la végétation. Son objectif est donc d'étudier la répartition des plantes en fonction de variables écologiques. Cela revient à comprendre pourquoi les taxons végétaux existent au même endroit et au même moment (Mellal, 2014).

Les études de végétation visant à comprendre la structure, la dynamique et la composition de la végétation peuvent être réalisées en combinant plusieurs méthodes d'enquête ; deux approches sont indiquées sur ce sujet (Benabdeli, 1996 ; Mellal, 2014) :

a. Méthode phytoécologique analytique

Cette méthode étudie le comportement de chaque espèce vis à vis de chaque descripteur écologique. Elle devrait aboutir en principe à des groupes espèces ou «groupe écologique » qui ont même affinité vis à vis de chaque facteur écologique.

b. Méthode phytoécologique globale

Elle est basé sur l'utilisation commune des facteurs du milieu, de la végétation et des peuplements pour définir les groupements végétaux et parvenir ensuite à une description détaillée de la végétation.

II.1.4. Analyse phytoécologique

La caractérisation d'un couvert végétal passe obligatoirement par sa classification. Les techniques les plus utilisées relèvent de l'ordination des données. Le but de la méthode de tri est de trier les objets les uns par rapport aux autres à distance les objets les plus différents en essayant de limiter le nombre de variables nécessaires. Parmi ces techniques, on tente d'appliquer l'analyse factorielle des correspondances, très utilisée en écologie (Karimi, 2016)

C'est une méthode d'analyse multidimensionnelle qui vise, à structurer, à résumer et synthétiser les données en vue de comprendre le phénomène étudié (Karimi, 2016).

II.2. Méthode d'échantillonnage aléatoire

Le mot aléatoire signifie que le choix du point de prélèvement est effectué au hasard, sans qu'interviennent le jugement ou la décision du préleveur. Il existe plusieurs façons de préparer un plan d'échantillonnage aléatoire, aussi désigné sous l'épithète probabiliste (Québec, 2008)

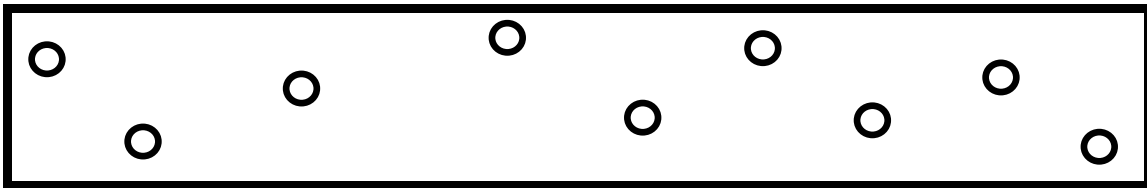
II.2.1. Méthode d'échantillonnage aléatoire simple (EAS)

L'échantillonnage aléatoire simple nécessite de définir un périmètre et de déterminer de manière aléatoire des points d'échantillonnage dans la zone. Chaque point doit avoir une chance égale d'être sélectionné, et la sélection d'un point ne doit pas affecter la sélection d'un autre point. En principe, la détermination du score doit reposer sur des règles précises, parmi lesquelles l'utilisation de tables de nombres aléatoires (Scherrer, 1984).

En pratique cependant, il est rare que l'on s'interroge sur le caractère aléatoire de prélèvements avant de calculer les paramètres statistiques d'un groupe de données. En situation concrète, devant un tas plus ou moins difforme, il peut être difficile d'appliquer

scrupuleusement un modèle aléatoire simple. Des échantillons choisis à l'aveuglette par le préleveur peuvent autant être représentatifs du milieu que s'ils l'avaient été au moyen d'une table de nombres (Scherrer, 1984). En réalité, l'usage d'une table confère automatiquement à un ensemble de points un caractère aléatoire, alors qu'il peut subsister des doutes dans le cas d'échantillons choisis à l'aveuglette. Le tout dépend jusqu'à quel point on peut associer un caractère aléatoire à la méthodologie utilisée [2].

Modèle aléatoire simple



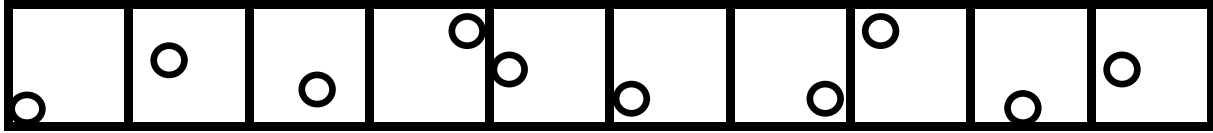
Pour définir la position des points d'échantillonnage, dans une, deux ou trois dimensions, il suffit de choisir une ou des positions aléatoires à l'aide de la table. Par exemple, si l'on veut prélever cinq échantillons sur une distance de dix mètres, on choisira à partir d'un point de la table les cinq nombres consécutifs qui sont compris entre 0 et 10. Si l'on veut mesurer les distances au centimètre près, il suffit de choisir les nombres qui varient entre 0 et 1000 cm. La même méthode permettra de choisir les autres coordonnées du plan cartésien. Il est aussi possible de déterminer de la sorte seulement les points d'échantillonnage en surface et d'utiliser la technique systématique décrite au paragraphe suivant pour l'échantillonnage en profondeur ou vice versa. Par exemple, dans un réservoir, les points de prélèvement en profondeur peuvent être localisés à tous les 20 cm. (Québec, 2008).

II.2.2. Méthode d'échantillonnage aléatoire systématique

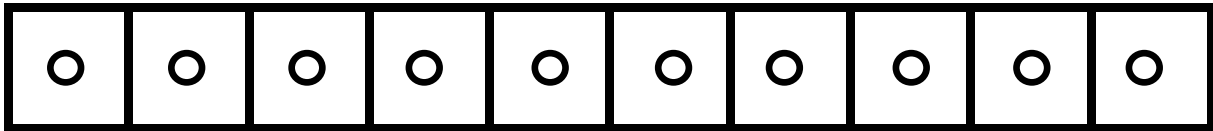
L'échantillonnage aléatoire systématique consiste à choisir au hasard le premier point de prélèvement et, dans un univers unidimensionnel, à y ajouter ou à y soustraire une unité de longueur choisie à l'avance (intervalle d'échantillonnage). Selon la position du premier point dans le segment à l'étude, des opérations d'addition et de soustraction de la grandeur fixe permettront de couvrir tout le secteur désiré. Dans un cadre bi ou tridimensionnel, une grille ou un cube de grandeur fixe viendra diviser la surface ou le volume en parties égales. Cette grille sera choisie de façon à couvrir les dimensions de la zone à l'étude et doit donc être conciliable avec le nombre de points de prélèvement nécessaires. Ainsi pour échantillonner sur une distance linéaire de 100 mètres, en prélevant dix échantillons, la distance entre chaque point à partir du premier point choisi au hasard sera de 10 mètres. Par la suite, les points d'échantillonnage sont

sélectionnés aléatoirement ou systématiquement à l'intérieur de chaque espace, maille ou cube ainsi formé. (Québec, 2008).

Modèle aléatoire systématique avec position aléatoire dans chaque maille



Modèle aléatoire systématique avec position systématique dans chaque maille



Il est aussi possible de modifier les règles du jeu en échantillonnant seulement à toutes les deux ou trois mailles de la grille de prélèvement. Toutefois, ces dispositions doivent être déterminées à l'avance et demeurer invariables en cours de réalisation. Les mailles utilisées peuvent être carrées, rectangulaires ou triangulaires [2].

II.3. Méthode d'analyse physico-chimique d'eau

II.3.1. Méthode de prélèvement

Le prélèvement doit s'effectuer dans des conditions d'asepsie rigoureuse. Il faut utiliser de préférence des flacons en verre Pyrex munis d'un large col et d'un bouchon à vise métallique. Les techniques de prélèvement sont variables en fonction du but recherché et de la nature de l'eau. Pour une eau de surface (eau superficielle), les flacons stériles sont prolongés à une distance qui varie de 25 à 30 cm de la surface assez loin des bords, ainsi que des obstacles naturels. Les flacons sont ouverts sous l'eau et sont remplis jusqu'au bord, ensuite le bouchon est également placé sous l'eau de telle façon qu'il n'y est aucune bulle d'air et qu'il ne soit pas éjecté au cours du transport. (Rodier, 2005; Amiri & Boualleg, 2014).

II.3.2. Enregistrement et étiquetage des échantillons

Pour faciliter le travail et l'exploitation des résultats tout évitant les erreurs, il est essentiel que les échantillons soient clairement étiquetés immédiatement avant les prélèvements et que les étiquettes soient lisibles et non détachables (Rodier, 2009). Dans ces derniers, on doit noter avec précision : la date, l'heure, les conditions météorologique, un numéro et toutes

circonstances anormales, pour éviter toute confusion (Lightfoot, 2002; Amiri&Boualleg, 2014).

II.3.3. Les analyses physicochimiques

Il y'a plusieurs réactions (chimique, physique et biologique) peuvent se produire au sein d'un échantillon destiné à l'analyse, modifiant sensiblement les concentrations de certains éléments donc et pour éviter ses modifications défavorables qui peuvent affecter la fiabilité des résultats, nous devons faire des analyses sur place pour ces paramètres tels que : la température ; le potentiel d'hydrogène ; l'oxygène dissous et la conductivité électrique. Ont été mesurés à l'aide d'une sonde multi paramètres de terrain (Rodier, 2009 ; Boutebba & Ferdi & Meghazi, 2022).

II.3.3.1. Paramètres physiques :

Les paramètres physiques sont liés à la structure naturelle de l'eau : au contact du sol, l'eau absorbe certains éléments minéraux, ce qui affecte la conductivité et le pH, en tenant également compte de la température de l'eau (Berdai, 2021).

➤ **Température**

La température est le paramètre le plus important dans les analyses de l'eau. Elle a une influence directe sur le comportement de différentes substances contenues dans l'eau et à une grande influence sur l'activité biologique. Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels (Rodier, 2005 ; Boutebba & Ferdi & Meghazi, 2022).

Tableau 01 : Grille d'appréciation de la qualité de l'eau en fonction de la température (Monod, 1989).

Température	Qualité
<20°C	Normal
20°C-22°C	Bonne
22°C-25°C	Moyenne
25°C-30°C	Médiocre

➤ Le potentiel hydrogène

Le potentiel hydrogène, plus connu sous le nom de pH est la valeur qui détermine si une substance est acide, neutre ou basique, il est calculé à partir du nombre d'ions hydrogène présent. Sa mesure était à l'aide d'un multi-paramètre de terrain. (Rodier, 1996)

Tableau 02 : Classification des eaux selon leurs pH (Degermont, 2005 ; Berdai, 2021).

pH < 5	Acidité forte => présence d'acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles.
pH = 7	pH neutre
7 < pH < 8	Neutralité approchée => majorité des eaux de surface
5,5 < pH < 8	Majorité des eaux souterraines
pH = 8	Alcalinité forte, évaporation intense

Principe

La valeur du pH permet de déterminer l'acidité, la neutralité ou la basicité de l'eau, autrement dit la concentration en ions hydrogène (Taguida, 2022).

Mode opératoire

Plonger la sonde dans le milieu à analyser.

Remuer avec soin et légèrement la sonde et attendre que la lecture se stabilise.

Pas de sonde de température

Mesurer la température du milieu à analyser avec un thermomètre, puis afficher la valeur sur le pH-mètre.

Relever la valeur de pH à la température mesurée.

- il existe une sonde de température.

Plonger les deux sondes (température et pH).

Relever les deux lectures : pH et température.

Généralement, la mesure s'effectue à 20 °C.

Il est recommandé de refroidir ou réchauffer le prélèvement vers 20°C avant de mesurer Le pH.

➤ Conductivité

La conductivité est une mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique, donc une mesure indirecte de la teneur de l'eau en ions. Ainsi, plus l'eau contient des ions plus elle est capable de conduire un courant électrique et plus la conductivité mesurée est élevée (Benkaddour, 2015 ; Berdai ,2021).

La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau. Ce paramètre doit impérativement être mesuré sur le terrain. L'unité de mesure de la conductivité est siemens/cm (s/cm) : [1 S/m=10⁴ µS/cm]. Cette mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau et suivre son évolution (Berdai ,2021).

Le principe

La mesure est basée sur le principe du pont de Wheatstone, en utilisant comme appareil de zéro un galvanomètre à une image cathodique (Taguida, 2022).

Mode opératoire

- Allumer le multimètre.
- Prendre environ 100 ml d'eau à analyser.
- Mettre un agitateur avec une faible agitation.
- Tremper les électrodes dans le bécher.
- Laisser stabiliser un moment avec une faible vitesse d'agitation.
- Puis noter le pH, la conductivité et la température.

➤ Turbidité

La turbidité d'une eau représente l'opacité d'un milieu trouble. Autrement dit, c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes, notamment colloïdales, argiles, limons, grains de silice, matières organiques. L'appréciation de l'abondance de ces matières mesure son degré de turbidité. Celui-ci sera d'autant plus faible que le traitement de l'eau aura été plus efficace. Les mesures de turbidité ont donc un grand intérêt dans le contrôle de l'opération de traitement des eaux brutes. L'unité de mesure utilisée pour exprimer la turbidité est : NTU = Unité de Turbidité Néphélométrique (Rejsek, 2002 ; Graindorge, 2015 ; Berdai ,2021)

Donc, la turbidité de l'eau est liée à sa transparence. Elle donne une idée sur la teneur en matière en suspension. Les eaux troubles sont chargées de substances finement divisées, elles forment parfois d'importants dépôts dans les tuyauteries et dans les réservoirs. Pour la sécurité du consommateur, l'eau destinée à la consommation doit présenter une turbidité inférieure à 5 NTU (Rodier, 1984 ; Rejsek, 2002 ; Rodier, 2009 ; Berdai ,2021).

Tableau 03 : classes de turbidité usuelles (NTU, nephelometric turbidity unit)

NTU < 5	Eau Claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 50	Eau trouble
NTU	La plupart des eaux de surface en Afrique atteignent ce niveau de turbidité

Le principe

La turbidité d'une eau est causée par des matières non dissoutes (limon, argile, algue, grain de silice, micro-flocs...) celles-ci atténuent la radiation incidente et les particules insolubles diffusent la radiation de façon inégale. L'appareil employé fonctionne sur le principe de la mesure diffusée. La longueur d'onde de la radiation incidente est de 860 nm comme recommandé dans la méthode ISO 7027 et ce, afin dévier l'influence des matières (Taguida, 2022).

Mode opératoire

La turbidité a été mesurée grâce à un turbidimètre selon les étapes suivantes (Taguida 2022):

Rincer la cuvette avec l'eau à analyser puis le remplir ;

Nettoyer la cuvette et s'assurer que la surface de la cuvette est sèche et qu'elle ne contient aucune tache ;

Placer la cuvette et noter la mesure affichée sur l'écran de l'instrument ;

Jeter l'échantillon et rincer la cuvette.

➤ Salinité

La salinité est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans un litre d'eau. (Rodier et al., 2009; Berdai ,2021). Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ion chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque

solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner (Gaujous, 1995; Berdai, 2021)

La salinité est un facteur écologique majeur, une salinisation du milieu entraîne une modification importante de la biocénose, sans qu'il s'agisse forcément d'un appauvrissement, donc d'une pollution. La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximum de densité). D'autres (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière significative. En fin, certaines sont essentiellement déterminées par la quantité de sel dans l'eau (conductivité, pression osmotique). Le chlorure de sodium (NaCl) n'est qu'un de très nombreux sels composant l'eau. Pour la mesure de la salinité en utilise un multi-paramètre (Hadji, 2020).

Le principe

La présence de sel dans l'eau modifie certaines propriétés (densité, compressibilité, point de congélation, température du maximal de densité), d'autre (viscosité, absorption de la lumière) ne sont pas influencées de manière signification (Taguida, 2022).

Mode opératoire

L'analyse s'effectue sur un prélèvement d'eau dont le volume doit être suffisant pour plonger la sonde de conductivité.

Plonger la sonde dans la solution à mesurer et sélectionner la gamme de mesure en appuyant sur l'un des quatre boutons correspondants. Au cas où il n'apparaîtrait qu'un << 1 >> en haut et à gauche de l'affichage sans visualisation de la lecture à droite, cela signifierait que la condition de dépassement est ors échelle : il faudrait alors sélectionner l'échelle supérieure.

- Effectuer la mesure de la conductivité à la température relevée ou ramener le prélèvement d'eau à la température souhaitée.
- Compensation de température, un capteur de température sert à compenser la dépendance température / conductivité.

Il suffit d'environ 5 minutes pour que le capteur atteigne l'équilibre thermique avec la solution au cas où la température de la sonde serait totalement différente de celle de la solution.

Aussi, avant d'effectuer toute mesure, faut-il attendre que la stabilisation thermique se soit réalisée.

Taper légèrement la sonde sur le fond du bécher et l'agiter afin de vérifier que des bulles d'air ne se soient pas formé à l'intérieur.

La mesure terminée, éteindre l'instrument et, si nécessaire, nettoyer la sonde.

Après chaque série de mesures, rincer l'électrode à l'eau déminéralisée

Reporter la valeur de la conductivité puis la salinité et la TDS sur le bulletin d'analyse.

➤ Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension représentent la quantité de pollution organique et minérale non dissoute dans l'eau, c'est-à-dire les matières décantables et colloïdales.

Elles constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution d'un effluent urbain au même industrielle, qui permet une mesure directe de la turbidité et une bon corrélation avec d'autre paramètres. Il est nécessaire de mesurer les MES dans le cas des irrigations par gouttes à gouttes ; qui risquent le colmatage des filtres et même les injecteurs par les microparticules. (Beaudry, 1984 ; Hachemi & Beddek, 2015).

La présence d'énormes quantités de matières en suspension (MES) entraîne leur sédimentation sur les planches, ayant pour effet le colmatage des sols empêchant ainsi la respiration normale des cultures.

Mesure Le Taux de Solides Dissous (TDS)

Pour mesurer la teneur en TDS de source d'eau, vous avez besoin d'un compteur TDS. Il s'agit d'un simple compteur qui fonctionne sur piles. Vous pouvez le comparer avec une jauge de température que vous tenez dans l'eau. Un nombre est affiché sur le compteur pour indiquer la valeur TDS dans l'eau. En d'autres termes, combien de solides dissous sont présents dans source d'eau (Taguida, 2022).

II.4. Analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances (AFC), ou analyse des correspondances simples, est une méthode exploratoire d'analyse des tableaux de contingence. Elle a été développée par **J.-P. Benzecri** durant la période **1970-1990**(Thiare, 2020).

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) n'est qu'un cas particulier des analyses multi variées qui toutes relèvent de la théorie mathématique des analyses canoniques généralisées. Toutes ces méthodes visent à dégager les grandes tendances dans l'organisation d'un ensemble de données par le biais d'une hiérarchie de facteurs, chaque facteur dégageant une cohérence partielle de données. Toutes visent à rapprocher/opposer les individus ou éléments entre eux par le fait qu'ils ont des valeurs "proches"/éloignées (mais la notion de distance est variable selon les méthodes) pour les mêmes caractères OU variables ; toutes visent à rapprocher/opposer les variables entre elles par le fait qu'elles ont des valeurs

"proches"/éloignées pour les mêmes individus. Toutes visent à rapprocher les individus des variables. Toutes utilisent, pour ce, des calculs matriciels.

CHAPITRE III : Résultats et Discussions

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I. Analyse floristique

L'inventaire floristique de Garâat Estah signale la présence de 36 espèces

Les résultats de variation de l'abondance des espèces terrestres et des espèces aquatiques et subaquatiques sont illustrés par la figure suivante :

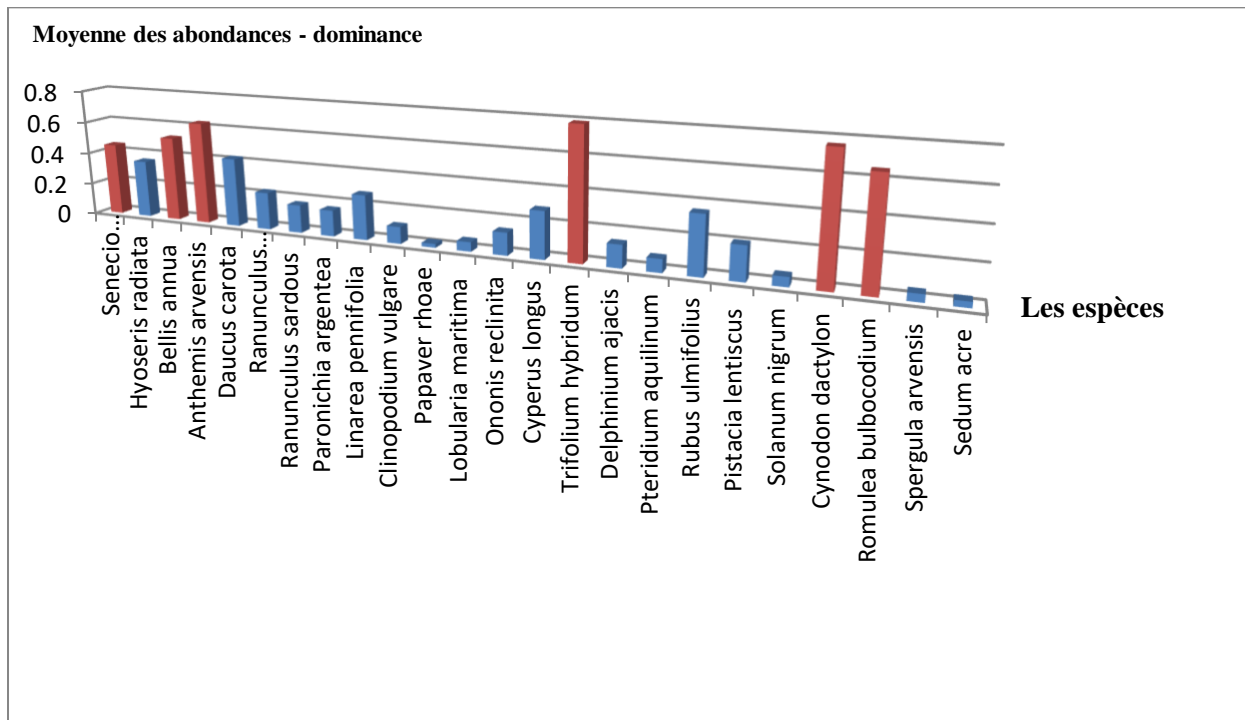


Figure 02 : Variation de l'abondance des espèces du groupement végétal terrestre

Les résultats montrent que il y a quelques espèces très abondantes telles que : *Trifolium hybridum L.*, *Cynodon dactylon L.*, de moyenne presque (0,8). Et autres espèces abondantes comme *Romulea bulbocodium L.*, *Anthemis arvensis L.*, *Bellis annuaL* de moyenne de abondance entre [0,4 & 0,6]. Et il ya des espèces presque rare de variation entre [0,1 & 0,2] comme : *Papaver rhoae L.*, *Solanum nigrum L* et *Sedum acre L.* Autres espèces : *Daucus carota L.*, *Cyperus longusL* et *Rubus ulmifolius* sont peut rare.

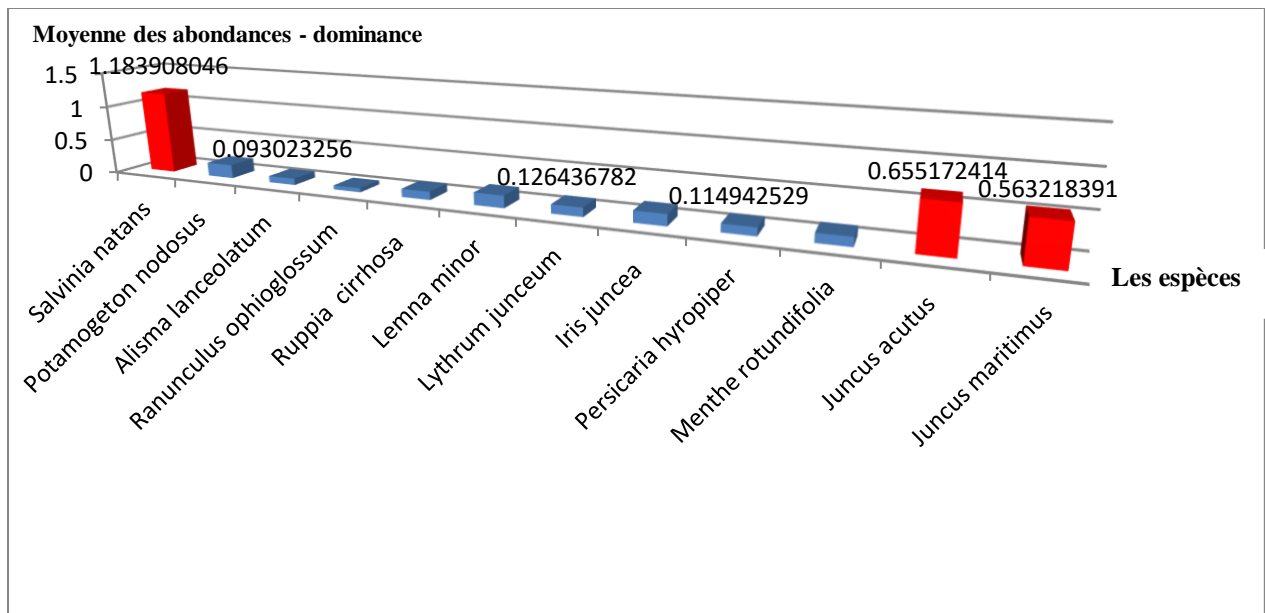


Figure 03: Variation de l'abondance des espèces du groupement végétal aquatiques et subaquatiques.

Cette étude qui étudie l'abondance des espèces aquatiques et subaquatiques, remarque que l'espèce le plus élevée et la plus abondante c'est *Salvinia natans L* (1,183908046). Et deux autres espèces abondantes entre [0,5 & 0,6] sont : *Juncus acutus L* et *Juncus maritimus Lamk*. Et il ya des espèces presque rare de variation entre [0,05 & 0,2] comme : *Potamogeton nodosus L*, *Ranunculus ophioglossum* et *Iris juncea Poir*.

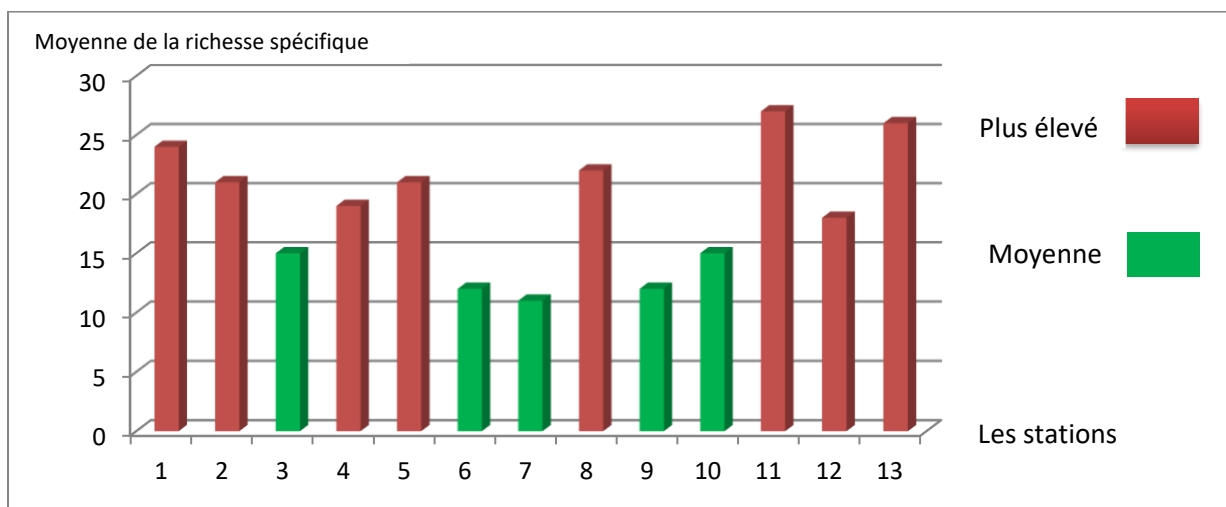


Figure 04: Les variations de la richesse spécifique dans les différentes stations

L'analyse des résultats de cette figure signale que la richesse spécifique est plus élevée dans la plupart des stations c'est-à-dire plus le milieu est riche, donc, complexe et plus il est stable. Alors qu'on remarque dans certaines stations que la richesse spécifique est moyenne.

II. Diversité et Equitabilité

II.1. Indices de diversité

II.1.1. Indice de Shannon

L'indice de Shannon n'est pas extrêmement élevé au Garâat Estah.

$$H' = 1,1003928$$

Cette valeur indique que, même si plusieurs espèces sont présentes, leur abondance relative n'est pas extrêmement équilibrée. Si toutes les espèces étaient également abondantes, l'indice de Shannon serait plus élevé. Une valeur modérée suggère qu'il y a quelques espèces dominantes et d'autres moins représentées.

II.1.2. Equitabilité

L'équitabilité (E) ou indice de Pielou mesure l'uniformité de la distribution des individus parmi les espèces dans une communauté. Avec une équitabilité $E = 0,5924587$ pour les Garâat Estah.

Une valeur d'équitabilité de 0,5924587 suggère que la distribution des individus parmi les espèces est modérément inégale. Cela signifie qu'il y a des espèces qui sont plus abondantes que d'autres, mais cette inégalité n'est pas extrême et cette valeur indique que la communauté n'est pas dominée par une seule ou quelques espèces, mais qu'il y a tout de même des différences notables dans l'abondance des différentes espèces.

II.1.3. Fréquences des espèces

Nous avons calculé des intervalles de fréquences des espèces qu'on appelle la constante

Tableau 04: Les fréquences des espèces de Garâat Estah

<p><i>Hyoseris radiata L.</i> <i>Trifolium hybridum L.</i> <i>Cynodon dactylon L.</i> <i>Salvinia natans L.</i></p>	<p>F = 100%</p>	<p>⇒ Des espèces très Dominant.</p>
<p><i>Juncus acutus L.</i> <i>Juncus maritimus Lamk.</i> <i>Senecio leucanthemifolius Poir.</i> <i>Bellis annua L.</i> <i>Anthemis arvensis L.</i> <i>Daucus carota L.</i> <i>Ranunculus macrophyllus Desf.</i> <i>Ranunculus sardous Crantz.</i> <i>Rubus ulmifolius Schott.</i> <i>Romulea bulbocodium L.</i> <i>Potamogeton nodosus Poir.</i> <i>Lythrum junceum Banks & Sol.</i> <i>Iris juncea Poir.</i> <i>Persicaria hydropiper L.</i> <i>Mentha rotundifolia L.</i></p>	<p>$F_i > 50\%$</p>	<p>⇒ Des espèces dominantes.</p>
<p><i>Linaria pinifolia Poir.</i> <i>Cyperus longus L.</i> <i>Delphinium ajacis L.</i> <i>Pteridium aquilinum L.</i> <i>Pistacia lentiscus L.</i> <i>Alisma lanceolatum With.</i> <i>Ranunculus ophioglossifolius Vill.</i> <i>Ruppia cirrhosa Auct.</i> <i>Lemna minor L.</i></p>	<p>$25\% < F_i \leq 50\%$</p>	<p>⇒ Des espèces commune ou accessoire.</p>

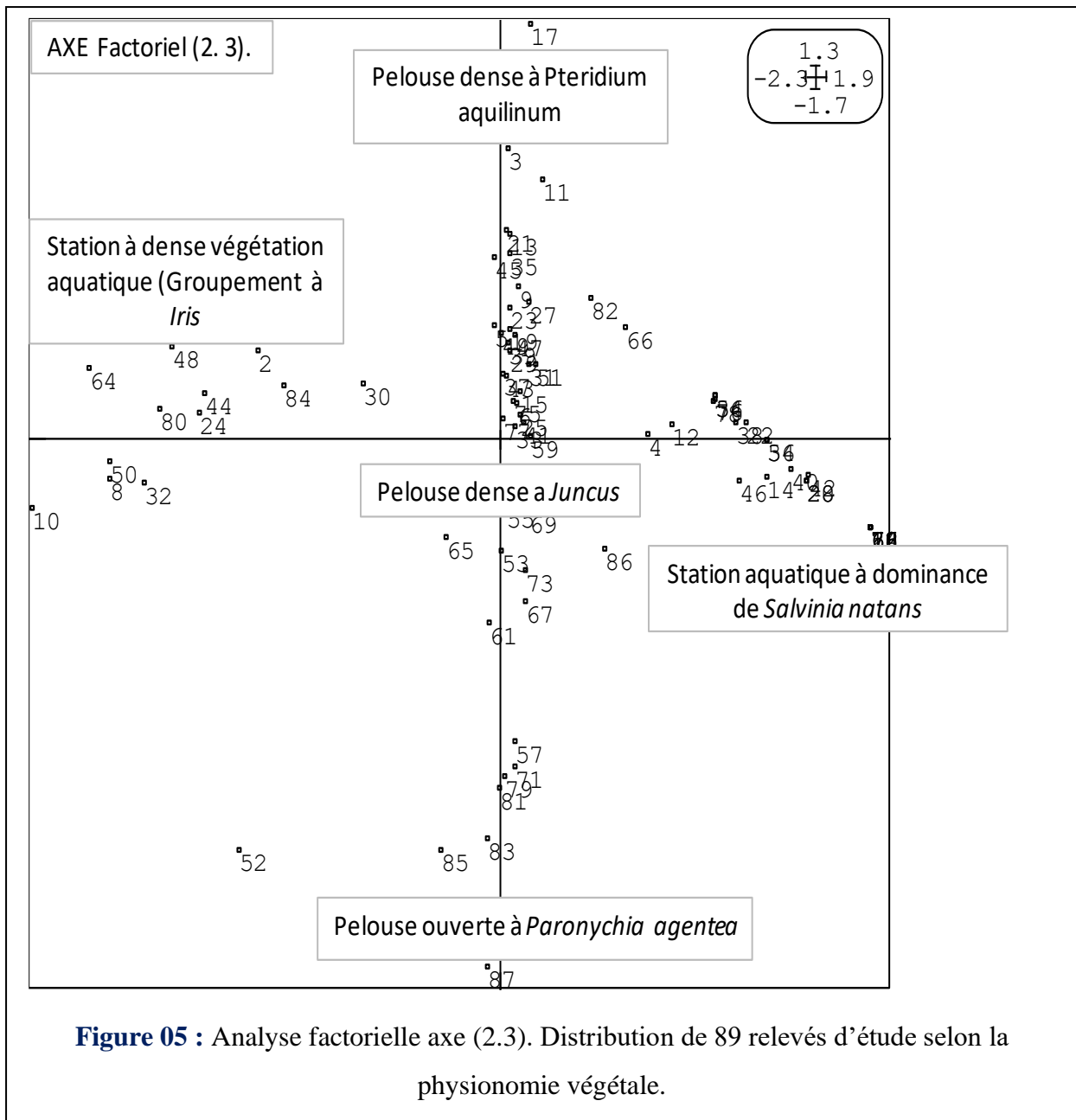
<p><i>Paronychia argentea</i> Lamk. <i>Clinopodium vulgare</i> L. <i>Papaver rhoeas</i> L. <i>Lobularia maritima</i> L. <i>Ononis reclinata</i> L. <i>Solanum nigrum</i> L. <i>Spergula arvensis</i> L. <i>Sedum acre</i> L.</p>	<p>$F_i \leq 25\%$</p>	<p>⇒ espèce rare ou accidentelle</p>
---	-----------------------------------	--------------------------------------

III. Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'analyse factorielle des correspondances AFC a été réalisée à l'aide du logiciel ADE-4 (Chessel & Doledec, 1992 ; REDAOUNIA, 2009).

Nous avons réalisé une analyse de l'ensemble des relevés effectués durant la période d'étude sur une matrice de 89 relevés.

L'analyse met en évidence une distribution floristique selon l'agencement de la végétation, ainsi nous avons cinq groupements végétaux. L'axe 3 regroupe trois type de pelouse : deux dense à *Pteridium aquilinum* et dans le plan factoriel, à *Juncus acutus* et *J. maritimus* et une autre pelouse ouverte à *Paronychia argentea*. L'axe 2 étire du moins vers le plus de l'axe un groupement à végétation dense où nous observons la dominance d'*Iris pseudacorus* et un groupement aquatique ouvert où nous observons la dominance de *Salvinia natans*.



Salvinia natans L



Valeriana cornucopiae L

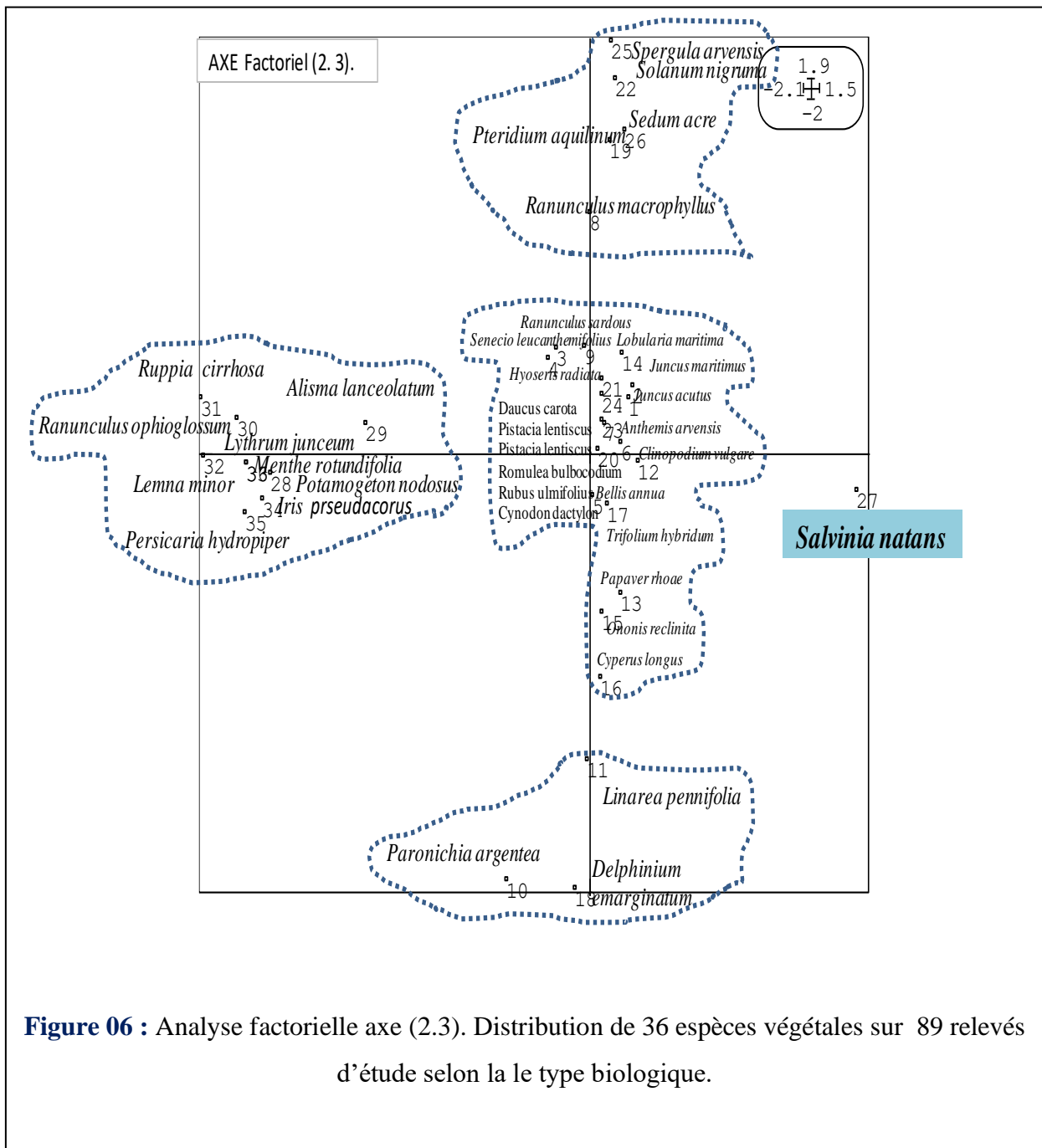


Figure 06 : Analyse factorielle axe (2.3). Distribution de 36 espèces végétales sur 89 relevés d'étude selon la le type biologique.



III.4. Analyse de l'eau

Nous avons fait des analyses physico- chimique de l'eau. Elles ont été réalisées mensuellement au niveau du laboratoire de l'environnement (**SIDER EL-HADJAR**).Le 22 Mars 2024 nous avons prélevé deux échantillons provenant de deux stations différentes [Station 1 (11h17min) et Station 2 (11h23min) et le 20 Avril 2024 nous avons prélevé deux autres échantillons [Station 3 et Station 4, même heures que les station 1 et 2].



Figure 07 : Echantillonnage

Les résultats sont présentés dans le tableau suivant:

Tableau 05:Résultats d'analyse physico-chimique de l'eau de Garâat Estah.

Paramètres	PH	MES (mg/l)	T°C	TDS (mg/l)	Conductivité (S/cm)	Turbidité (NTU)
Station 1	7,5	13	18,2	244	518	2,07
Station 2	7,6	16	18,1	235	499	3,25
Station 3	7,84	25	18	255	520	3,2
Station 4	7,5	23	18	245	490	2,9

Interpretation:

Selon la disponibilité nous n'avons pu analyser que ces paramètres: pH, conductivité, température, Turbidité, TDS et MES (Tableau N°05).Les analyses montrent que la température

presque constante varie de 18°C et 18,2°C dans les quatre stations, cela indique que la qualité de l'eau normale. Les valeurs du pH varient [7,5 à 7,84] et montrent que l'eau est légèrement alcaline. L'eau de la troisième station est relativement la plus alcaline. D'autre part, L'eau présente une conductivité très élevée variant entre 490 à 520 $\mu\text{S}/\text{cm}$; la station 3 révèle la valeur maximale. Dans notre étude, les valeurs enregistrées de la turbidité varient entre 2,07 et 3,25 c'est-à-dire l'eau n'est pas trouble donc l'eau clair. Les valeurs de TDS varient de 235 à 255 mg/l indiquant une eau très salée. Cependant, matière en suspension (MES) varie de 13 à 25 mg/l ; la troisième station est la plus élevée.

Discussions

Garâat Estah ; notre site d'étude, situé en bordure d'un champ de culture et se caractérise par une flore d'importance écologique et rare. Depuis une dizaine d'année le site présente une dégradation importante et un assèchement causé par sur-pompage d'eau par les agriculteurs. De même il ya eu une période où nous avons observé un déversement d'eau usée de la zone rurale proche. C'est pourquoi nous nous sommes intéressée à actualiser la flore existante en établissant l'état de population de chaque espèce recensée, associé à une première approche de l'analyse physico-chimique de l'eau. De nombreuses espèces ont diminué leurs fréquence de présence mais reste dominante au niveau des relevés d'étude : *Romulea bulbocodium L*, *Pistacia lentiscus L*, *Daucus carota L*, *Juncus maritimus Lamk*, *Clinopodium vulgare L*, ces derniers ; l'activité des agriculteurs et le passage de leurs engins a minimiser la régénération de cette flore des pelouses qui entourent le site. D'autres ont repris le dessus et prédomine dans le relevé d'étude telles : *Salvinia natans L*, qui présente une très faible sociabilité avec d'autre espèce. Cette espèce a présenté une fréquence signalé comme assez faible en 2011 et en 2014 selon Haou et al 2011 et Haou et de Bélair. 2014. *Paronychia argentea Lamk.*, *Clinopodium vulgare L*, *Papaver rhoeas L*, *Lobularia maritima L*, *Ononis reclinata L*, *Solanum nigrum L*, *Spergula arvensis L* et *Sedum acre* ; ces espèces représentent le groupement psammophiles de la région d'étude leurs faible fréquence qui va jusqu'à l'absence totale nous confirme le degré de dégradation des dunes interne de la région, qui se trouve pré de la Garraa.

Les analyses physico-chimique de l'eau de Garâat Estah sont essentielles pour comprendre la qualité de l'eau, les processus écologiques en cours, et l'impact des activités anthropiques, car il est ressorti clairement des analyses que l'eau n'est pas trouble, très salée à conductivité très élevée. Le pH est neutre dans certaines station et alcalin, il suit la nature de la végétation.

CONCLUSION

CONCLUSION

Au terme de ce modeste travail qui a porté essentiellement sur l'actualisation de la flore et la qualification physico-chimique de l'eau d'un étang nommé Garâat Estah, durant la période de février-Avril 2024. Nous avons élaboré une matrice de 36 espèces dans 89 relevés à 13 stations déférentes.

L'actualisation de la flore de Garâat Estah a révélé une richesse floristique significative, tout en soulignant les défis de conservation. Une approche intégrée impliquant la recherche continue, la gestion active des habitats et la collaboration communautaire est indispensable pour préserver cette précieuse biodiversité.

Le site est reconnu pour l'abondance de deux espèces très caractéristique. Une dans la phyto-épuration étant *Salvinia natans* L (une Ptéridophyte), l'autre une espèce très vulnérable étant: **Hydrocharis morsus –ranae** qui présente une abondance très faible maintenant dans ce site. Les résultats des analyses physico-chimiques de l'eau dans les différentes stations de Garâat Estah révèlent plusieurs points clés sur la qualité de l'eau.

Les analyses montrent que l'eau de Garâat Estah est globalement de bonne qualité sur le plan physico-chimique. Les paramètres mesurés sont tous dans des plages acceptables pour l'eau douce naturelle, ce qui suggère que l'eau peut être utilisée à des fins domestiques, agricoles et potentiellement même pour la consommation après traitement approprié.

Cependant, une surveillance continue et des enquêtes plus approfondies sur les sources possibles de pollution à certaines stations (notamment les stations 2 et 3) pourraient être nécessaires pour garantir une gestion durable de la ressource en eau.

Vue l'importance écologique du site d'étude, il est nécessaire de le protéger. Mettre en place des systèmes de surveillance pour suivre l'état de l'écosystème et intervenir rapidement en cas de dégradation. Cela peut inclure la gestion des niveaux d'eau, la lutte contre les espèces invasives et la restauration des habitats dégradés. Établir et appliquer des réglementations strictes pour protéger la zone contre les activités humaines destructrices susceptible de nuire à la flore, comme le drainage des terres, la pollution et l'urbanisation non contrôlée. En protégeant cette zone humide, nous contribuons à la sauvegarde de la biodiversité, à la lutte contre le changement climatique et à la promotion du bien-être des communautés locale

Références bibliographiques

Références bibliographiques

(A)

Abdi S., Razkallah Z & Zerari A., 2013. Etude de la qualité bactériologique des eaux de quelques zones humides du complexe de Guerbes-Sanhadja (Wilaya de Skikda). Mémoire de Master. Université 8 mai 1945 Guelma, 7-8-9-10p.

Aggouni M., 2003. Contribution à l'inventaire et à l'écologie des odonates du constantinois. Mémoire de Magister, Université de Constantine.

Amiri F & Boualleg W., 2014. Etude bactériologique de l'eau de la retenue collinaire "Hadjar Gafta" de la commune Nechmaya (Wilaya de Guelma). Mémoire de Master. UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA, 24-25-26p.

(B)

Baaloudj A., 2008. Contribution à La Mise à Jour de l'Odonato faune de l'Est Algérien. Diplôme de Magister. Université 08 mai 1945 Guelma, 17, 25, 27p.

Baldwin, R. F., & DE Maynadier, P. G. (2009). Assessing threats to pool-breeding amphibian habitat in an urbanizing landscape. *Biological Conservation*, 142 (1628-1638).

Barnaud G., 1991 - Qu'est-ce qu'une zone humide? Compte-rendu des avis d'experts, Définition scientifique et juridique. Muséum National d'Histoire Naturelle – Laboratoire D'Évolution des Systèmes Naturels et Modifiés. 10 p.

Beaudry J. P., 1984 . Traitement de l'eau Ed. Le Griffon d'argile INC, CANADA.

Benabdelli K ., 1996- aspects physionomico-structural et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de dhaya (Algérie septentrionale). Thèse doctorat es-sciences ; univ.s.b.abes.

Benslimane N., 2019. Structure Et Fonctionnement De Quatre Dépressions Dunaires Du Nord-est Algérien. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar-Annaba, 25p.

Berdai A., 2021. Analyse physico-chimique et microbiologique de l'eau minérale naturelle embouteillée (texanna) et sa comparaison avec des eaux de sources de la région de jijel. Mémoire de Master. Université Chadli Bendjedid, p

Biggs, J., Williams, P., Whitfield, M., Nicolet, P., & Weatherby, A. (2005). 15 years of pond assessment in Britain: Results and lessons learned from the work of Pond Conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15(6), 693-714.

Blaustein, L., Schwartz, S. S., & Johnson, C. R. (2011). Hydrological regimes and the conservation of temporary ponds. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 21(3), 1-14.

Boutebba, C & Ferdi, I & Meghazi, C., 2022. Qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau d'Oued SEYBOUSE. Mémoire de Master. Université 8 Mai 1945 Guelma, 29-30-31-32p.

Brenda X., 2008. Etude conjuguée géochimique /hydrologique des relations nappe-rivière dans une zone humide: cas de la zone humide alluviale de mannequin, France. Thèse doctorat. Université TOULOUSE III - paulsabatie .France. P243.

(H)

HACHEMI, B & BEDDEK, F., 2015. Etudes des caractéristiques physico-chimiques des eaux de la retenue collinaire de l'ITMAS de Tizi-Ouzou. Mémoire de Master. Université Mouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou (UMMTO), 11-12p.

Harou M., 2013. Mise en valeur des ressources en eau dans la vallée du Dallol Bosso, région de Dosso, république du Niger. Mémoire de Master. Université de Niamey.

Hedidi, D., 2021. Polycopie de cours. Ecologie forestière. Chlef, 27p.

Hughes R.H. & Hughes J.S. 1992 - A directory of African Wetlands. IUCN, Gland.

(G)

Gounot M., 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation, Ed. Mass&Cie., Paris. 314p.

Grillas P & Gauthier P, & Yavercovski N & Perennou C., 2004. Les mares temporaires méditerranéennes : Enjeux de conservation, fonctionnement et gestion. vol1. Edi Tour du Valat .121p

(K)

Karimi M.H., 2016. Caractérisation phytoécologique des parcours de BELGHAZI dans la région de Timimoune – Wilaya d'Adrar. Mémoire de Master. Université Aboubekr Belkaid Tlemcen, 1-39p.

(L)

Laalaoui R & Alloul, F., 2022. Evaluation de la qualité physico- chimique de l'eau traitée du barrage d'Ain Zada, Wilaya Bordj Bou Arréridj. Mémoire de Master. Université Mohamed El Bachir Ibrahim BBA,

Lazergui H., 2014. Contribution à l'étude phytoécologique des groupements à matorrals de HAMEÏANE (Daïra de Youb- Wilaya de Saida). Mémoire de Master. Université Dr. Tahar MOULAY – Saïda & Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, 7-8p.

Lightfoot N. F., (2002). Analyses microbiologiques des aliments et de l'eau. Directives pour l'assurance qualité. 387p.

(M)

Messai B.O & Reguiat, R., 2017. Analyse de la diversité de l'avifaune de quelques zones humides de la région d'El-Oued (Chott Merouane, Oued Khrouf, Chott Melghigh, Lac Ayata, Lac Tindla) durant la période allant de 1999 à 2017. Mémoire de Master. Université EchahidHamma Lakhdar –El OUED, 7p.

Mokatel N., 2006. Qualité des eaux d'Oued Medjerda région de Souk Ahras (Nord-Est Algerian). Thèse de Magistère, Université d'Annaba.

Mellal T., 2014. Utilisation d'un système d'information géographique (SIG) pour la création d'une base de données phytoécologique. Commune de Tircine, daïra d'Ouled brahim Wilaya de Saida. MASTER EN BIOLOGIE, UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID TLEMCEN, 15p.

(N)

Nedjah R., 2010. Ecologie de l'Héron pourpré (*Ardea purpurea*) en Numidie (Nord - Est algérien). Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba, 25-26-27p.

(R)

Redaounia A., 2009. Ecologie des mares Gauthier- Parc National d'El Kala- Nov 2007- Mai 2008. Magister en Biologie - Ecologie. Université 08 Mai 1945 de Guelma, 3-4-25p.

Rodier J., (2005). L'analyse de l'eau : eau naturelles, eau résiduelle, eau de mer ; 8ème Edition. Dunod. 1383p.

Rodier J., Legube B., Merlet N., ET AL., (2009). L'Analyse de l'eau. 9ème édition. Dunod. Paris. 1579p.

(S)

Saifouni A., 2021. Les zones humides en Algérie : proposition d'une nouvelle classification, inventaire national et typologie. Thèse de Doctorat. École Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A), El-Harrach, Alger. 1-10p

Samraoui B. & G. de. Belair, 1998. Les zones humides de la Numidie orientale (bilan des connaissances et perspectives de gestion). Synthèses N°4. 1-98.

Scherrer, Bruno. Biostatistique, Montréal, Gaëtan Morin éditeur, 1984, 850 p.

Sidi Ouis, A & Hoceini, I., 2017. Contribution à l'étude de la diversité de l'avifaune aquatique du marais de Tamelaht (Béjaia). Mémoire de master. Université Abderrahmane MIRA-Bejaia, 3p

(T)

Taguida R., 2022 .Evaluation de la qualité physico-chimique des eaux de source d'Al Aioun (Nord- Est d'Algérie).Mémoire de master.Université Chadli Bendjedid, 25-26-27-28p

Thiare O., 2020. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) L3{MA, Info_SI, Info_Reseaux} - UFR S.A.T. 4p.

Web-graphyie

[1] :<https://www.infofauna.ch/fr/services-conseil/amphibiens-karch/conservation/amenagements-detangs#gsc.tab=0>

[2] : Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales, septembre 2008. 26-27-28p.

