

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université SAAD DAHLEB de BLIDA  
Faculté des Sciences Agro-Vétérinaire et Biologiques  
Département de Biologie



## Mémoire de Fin d'Etude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en science de la nature et la vie  
**Option** : Restauration des Milieux Aquatiques Continentaux

*Thème :*

*Etude physico-chimique et zooplanctonique des  
eaux du lac du Réghaïa (Alger)*

**Présenté par :**

**CHOULI Nesma**

**Date de soutenance :**

**Le 02/ 10/ 2013.**

**Devant le jury :**

**M<sup>r</sup> R. MOHAMED SAID**

**M.A.A USDB**

**Président**

**M<sup>me</sup> N.AMAROUCHE**

**M.A.A USDB**

**Examinatrice**

**M<sup>me</sup> S.OUARAB**

**M.C.B USDB**

**Examinatrice**

**M<sup>me</sup> H.KHEDDAM**

**M.A.A USDB**

**Promotrice**

**Promotion 2012-2013**

## Remerciements

Je remercie d'abord le bon Dieu, le tout puissant de m'avoir donné le courage de poursuivre ce travail jusqu'au bout.

Mes profonds remerciements vont à Mme **KHEDDAM H.** maitre assistante à l'Université de Saad Dahleb de Blida pour m'avoir encadré et diriger ce travail, pour ses encouragements et son soutiens tout le long de cette étude, et surtout pour sa disponibilité qu'il est fait preuve à mon égard malgré ses nombreuses obligations. Merci infiniment.

Je remercie vivement **M<sup>r</sup> MOHAMED SAID R.** maitre assistant à l'Université Saad Dahleb de Blida pour l'honneur qu'il m'a fait plaisir en acceptant de présider le jury.

Je m'exprime mes plus vifs remerciements à **M<sup>me</sup> AMAROUCHE N. et M<sup>me</sup> OUARAB S.** chargées de cours à l'Université Saad Dahleb de Blida pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je remercie chaleureusement mon mari **ALILICHE M.** qui m'accompagner sur terrain durant toute la période de cette étude malgré ses nombreuses préoccupations et pour sa compréhension, son dévouement et ses encouragements. Merci beaucoup.

Je remercie également le membre de centre cynégétique de Réghaïa pour leur accueil chaleureux à chacune de mes visites.

Je tiens à remercier tous les ingénieurs de laboratoire de **P.F.E.** où nous avons fait les paramètres biologiques.

Mes remerciement s'adresse également à toute l'équipe de laboratoire de **S.E.A.A.L.** qui m'ont bien reçus et qui m'ont aidé jusqu'à la fin.

Je tien à remercier aussi l'ensemble des enseignants de l'institut de département de biologie qui ont contribué à notre formation.

A tous ceux ou celles qui m'ont apportés leur soutien et qui m'ont aidé de loin ou de près pour l'achèvement de ce projet trouvent ici l'expression de mon vive et sincère reconnaissance, en particulier mes parents, ma familles et mes amis.



*Je dédie ce modeste travail :*

*A celle qui m'a toujours dirigé, guidé et encouragé afin de me voir affronter la vie avec sérénité et courage, à la femme qui à toujours souhaité me voir à la hauteur, ma mère.*

*A mon père qui a sacrifié toute sa vie afin de me voir devenir ce que je suis, merci mes parents.*

*Pour la personne qui compte le plus au monde pour moi, l'unique amour de ma vie, mon époux Mohammed qui a été à mes côtés et ma soutenu durant tout le long de ce travail.*

*A mes très chers beaux parents qui m'ont guidé durant les moments les plus pénibles de ce long chemin, pour les quels je serai toujours reconnaissante.*

*A mon frère Fethi et sa femme Khadidja et Mounir et sa femme Amel, à mon petit frère Ahmed.Amine.*

*A mes beaux frères : Nassim, Abed elmoutaleb, Hamza, Mounir et le petit M.Rayane.*

*A mes belle sœurs Asmaa et Nour el houda.*

*A toutes mes amies de la cité universitaire Zoubida Hamadouche : Rachda, Rawnak, Besma ,Imane, Waffa , Selwa.*

*A toute la promotion 2012/2014 d'écosystème et environnement.*

*A tous ceux qui ont particulier de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.*

*Noema*

## Résumé

Notre travail a consisté sur l'étude physico-chimique et zooplanctonique d'un écosystème lacustre : le lac de Réghaïa (W. d'Alger). Le site est situé dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver doux et humide et été sec et chaud.

L'analyse physico-chimique a révélé que les eaux du lac sont riches en substances chimiques tels que (le calcium, le magnésium, les nitrites et l'azote ammoniacal) dont la pluparts constituent des sels nutritifs pour les communautés planctoniques qui y vivent.

Cette pollution chimique peut avoir comme origine les rejets des eaux usées urbaines et industrielles déversées dans le lac.

L'étude du zooplancton a permis de récolter 3 espèces (*Moina brachiata*, *Daphnia magna* et *Daphnia pulex*), toutes ces espèces appartiennent au groupe Cladocère.

**Mots clés :** Lac de Réghaïa, Physico-chimie, Zooplancton, Pollution chimique, Cladocère.

## ملخص

عملنا ركز على الدراسة الفيزيائية والكيميائية والعوالق الحيوانية لنظام إيكولوجي : بحيرة الرغاية (الجزائر العاصمة) . وتقع البحيرة في مناخ شبه رطب ذات شتاء دافئ و رطب و صيف جاف وحار .

كشفت التحاليل الفيزيائية والكيميائية أن مياه البحيرة غنية بالمواد الكيميائية مثل (الكالسيوم, المغنيسيوم, النترت والازوت الأمونياك) التي معظمها مواد غذائية للعوالق الذين يعيشون هناك .

هذا التلوث الكيميائي قد يكون مصدره : مياه الصرف الحضري والصناعية التي تم صرفها في البحيرة .

دراسة العوالق الحيوانية سمحت بجمع ثلاثة كائنات (مويانا بركياتا, دافنيا مغنا ودافنيا بيلاكس), وجميع هذه الأنواع تنتمي إلى مجموعة الكلاوسار .

**كلمات البحث:** بحيرة الرغاية، الكيمياء الفيزيائية، العوالق الحيوانية، التلوث الكيميائي، الكلاوسار .

## Abstract

Our work has focused on the study of physico-chemical and zooplankton of a lakeside ecosystem : lake Réghaïa (W. Algiers). The site is located in the sub-humid bioclimatic with warm and wet winter and dry and hot summer.

The physico-chemical analysis revealed that the lake waters are rich in chemicals substances such as (calcium, magnesium, nitrite and ammoniacal nitrogen) which the most are a nutrients for plankton communities who live there, and in some cases may be limiting factors.

This chemical pollution may have originated discharges of urban and industrial wastewater discharged into the lake.

The study of zooplankton has raised three species (*Moina brachiata*, *Daphnia magna* and *Daphnia pulex*), all these species belong to the group Cladoceran.

**Keywords:** Lake Réghaïa, Physical-chemical, Zooplankton, Chemical pollution, Cladoceran.

## La liste des figures

<b>Figure 1</b> : situation géographique du lac de Réghaïa (DGF, 2002).....	3
<b>Figure 2</b> : la réserve naturelle du lac de Réghaïa (Atlas des 26 zones humides en Algérie, 2002).....	7
<b>Figure 3</b> : diagramme omrothermique caractérisant la région de Réghaïa (1994au2004).....	10
<b>Figure.4</b> : position de la station de Réghaïa dans le climagramme pluviométrique d'Emberger.....	11
<b>Figure 5</b> : localisation des stations.....	13
<b>Figure 6</b> : station 1 (la digue).....	14
<b>Figure 7</b> : station 2 (Ouest).....	14
<b>Figure 8</b> : station 3 (Est).....	14
<b>Figure 9</b> : station 4(Amont).....	15
<b>Figure 10</b> : photo du disque de Secchi muni d'un filet (originale).....	18
<b>Figure 11</b> : photo du filet planctonique muni d'un pilulier (originale).....	24
<b>Figure 12</b> : variation des moyennes mensuelles de la température de l'eau (°C).....	27
<b>Figure 13</b> : Variation mensuelle du pH.....	28
<b>Figure 16</b> : variation mensuelle de la conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).....	29
<b>Figure 17</b> : variation spatiale de la conductivité électrique ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ ).....	29
<b>Figure18</b> : variation mensuelle de la transparence de l'eau (m).	
<b>Figure19</b> : variation spatiale de la transparence de l'eau (m).	
<b>Figure 20</b> : variation mensuelle de la turbidité de l'eau (NTU).	
<b>Figure 21</b> : variation spatiale de la turbidité de l'eau (NTU).	
<b>Figure 22</b> : variation mensuelle des chlorures (mg/l).	

**Figure 23** : variation spatiale des chlorures (mg/l).

**Figure 24** : variation mensuelle des bicarbonates (mg/l).

**Figure 25** : variation spatiale des bicarbonates (mg/l).

**Figure 26** : variations mensuelles du calcium (mg/l).

**Figure 27** : variations spatiale du calcium (mg/l).

**Figure 28**: variations mensuelles du magnésium (mg/l).

**Figure 29**: variations spatiale du magnésium (mg/l).

**Figure 30** : variations mensuelle des sulfates (mg/l).

**Figure 31** : variations spatiale des sulfates (mg/l).

**Figure 32**: variations mensuelle des nitrates (mg/l).

**Figure 33**: variations spatiale des nitrates (mg/l).

**Figure 34**: variation mensuelle des nitrites (mg/l).

**Figure 35**: variation spatiale des nitrites (mg/l).

**Figure 36** : variation mensuelle de l'azote ammoniacal (mg/l).

**Figure 37** : variation spatiale de l'azote ammoniacal (mg/l).

**Figure 38** : variations mensuelles des orthophosphates (mg/l).

**Figure 39** : variations spatiale des orthophosphates (mg/l).

**Figure 40** : photo originale du *Daphnia magna*.

**Figure 41** : photo originale du *Daphnia pulex*.

**Figure 42** : photo originale de *Moina brachiata*.

**Figure 43** : variation mensuelle de la richesse spécifique du zooplancton

**Figure 44** : variation mensuelle de la densité (ind/l) des espèces récoltées.



**Figure 45** : variation spatiale de la densité (ind/l) des espèces récoltées.

**Figure 45** : variation mensuelle de la dominance des espèces récoltées.

**Figure 46** : variation spatiale de la dominance des espèces récoltées.

**Figure 48** : Variation mensuelle de l'indice de Shannon

**Figure 49** : variation mensuelle de l'équitabilité

## La liste des tableaux

- Tableau 1** : Valeurs des températures recueillies dans la région de Réghaïa (O.N.M.).....9
- Tableau 2** : dates de prélèvements et quelques conditions climatiques.....15
- Tableau 3** : valeurs de la température mensuelles en (C°)du l'eau du lac de Réghaïa
- Tableau 4** : valeurs des pH mensuelles du lac de Réghaïa.
- Tableau 5**: valeurs des conductivités électriques mensuelles en ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) du lac de Réghaïa.
- Tableau 6**: valeurs de la transparence mensuelle en m du lac de Réghaïa.
- Tableau 7**: valeurs de la turbidité mensuelle en NTU du lac de Réghaïa.
- Tableau 8** : valeurs mensuelles des chlorures en (mg/l) du l'eau du lac de Réghaïa.
- Tableau 9** : valeurs mensuelles des bicarbonates en (mg/l) du l'eau du lac de Réghaïa.
- Tableau 10** : valeurs mensuelles des calciums en (mg/l) du l'eau du lac de Réghaïa.
- Tableau 11** : valeurs mensuelles des magnésiums en (mg/l) du l'eau du lac de Réghaïa.
- Tableau 12** : valeurs mensuelles des sulfates en (mg/l) du l'eau du lac de Réghaïa.
- Tableau 13** : valeurs mensuelles des nitrates en (mg/l) du l'eau du lac de Réghaïa.
- Tableau 14** : valeurs mensuelles des nitrites en (mg/l) du l'eau du lac de Réghaïa.
- Tableau15** : valeurs mensuelles de l'azote ammoniacal en (mg/l) du l'eau du lac de Réghaïa.
- Tableau 16** : valeurs mensuelles des ortho-phosphates en (mg/l) du l'eau du lac de Réghaïa.
- Tableau 17** : le zooplancton récolté dans le lac de Réghaïa.

## **La liste des abréviations**

D.G.F : la Direction Générale des Forêts.

I.S.O : l'Organisation International de Standardisation.

J.O.R.A.D.P : le Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.

O.N.M : l'Office National de la Métrologie.

N.A : Norme Algérienne.

N.F : Norme Française.

S.E.A.A.L : Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger.

St1 : station 1(Aval).

St2 : station 2 (Ouest).

St3 : station 3(Est).

St4 : station 4 (Amont).

S.T.E.P : la Station des Traitement des Eaux Polluées.

U.I.C.N : l'Union International de la Convention de la Nature.

## **Introduction**

En Algérie, pays à climat méditerranéen semi aride, l'approvisionnement en eaux potables et industrielles est assuré essentiellement par les eaux de surfaces. Plusieurs lacs connaissent des problèmes de la dégradation de leur qualité d'eau due essentiellement aux différentes sources de pollution. Ajouté à cela les processus naturels d'érosion du sol apportant différents éléments qui peuvent être à l'origine de l'altération de la qualité de l'eau. L'une des conséquences de cette situation est l'enrichissement de l'eau par les nutriments en particulier le phosphore et les nitrates, indicateurs d'un état avancé de l'eutrophisation **(ELGHACHTOUL et al., 2005)**.

Dans l'optique d'une gestion à long terme de cette ressource, il s'est avéré nécessaire de développer des outils de diagnostic pour caractériser l'état de ces masses d'eau, afin de définir des priorités d'actions (protection, restauration). Pendant longtemps, les objectifs de qualité étaient de réduire le niveau de pollution des écosystèmes en fixant des normes de concentrations admissibles dans les eaux **(BARBE et al., 2003)**.

La qualité des eaux était donc évaluée à l'aide de critères physico-chimiques, dont la plupart faisaient l'objet de normes, au niveau des rejets polluants par exemple. Cette démarche a fait ses preuves, mais a également montré ses limites, notamment pour déceler des émissions ponctuelles de substances toxiques qui ont des conséquences sur le milieu biologique. De plus, la nature des perturbations a changé, on observe désormais de nombreuses pollutions d'origine diffuse, un nombre croissant de sources de perturbations dont les effets cumulés sont importants et dont l'origine n'est pas chimique **(LEVEQUE, 1991)**

La prise en compte de variables biologiques s'est progressivement imposée, car elles permettent une évaluation beaucoup plus précise du devenir du compartiment biologique que les variables physico-chimiques. Les organismes vivants sont sensibles à une large gamme d'impacts physiques, chimiques et biologiques et peuvent théoriquement apporter des réponses précises et graduées aux conséquences de ces perturbations sur le milieu aquatique **(BARBE et al., 2003)**

Le présent travail consiste à étudier trois parties :

- la première partie concerne les paramètres qui peuvent influencer notre milieu d'étude.

- la deuxième partie porte sur le dosage des paramètres physico-chimiques qui déterminent les conditions de vie des peuplements.
- la troisième partie est consacrée aux résultats qualitatifs et quantitatifs des facteurs abiotiques et biotiques suivi par l'interprétation.

Nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

### I-1-Localisation géographique de lac de Réghaïa

Le centre cynégétique de Réghaïa est situé à 30 Km à l'Est du centre d'Alger et à 14 Km de la ville de Boumerdes (Fig.1).

Le lac de Réghaïa se trouve à 4 Km de l'agglomération de Réghaïa, à une altitude de 55 m, dont les coordonnées géographiques se situent entre 3°19' et 3°21' de longitude et du méridien de Greenwich et entre 36°45' et 36°48' de latitude Nord.

Il fait partie de la wilaya d'Alger, il est limité au Nord par la mer, au Sud par la route Ain Taya-Corso, à l'Ouest par des terres agricoles et à l'Est par un maquis.

D'après les données morphométriques, le plan d'eau a une capacité de 4 millions de m<sup>3</sup> et couvre une superficie de 80 ha.

Le lac est orienté selon un axe Nord-Sud à une longueur de 1500 m, une largeur de 500 m et une profondeur de 7 m au centre et de 0.5 m à 2 m à proximité des rives (D.G.F, 2002).



Figure 1 : situation géographique du lac de Réghaïa (D.G.F, 2002)

## I-2-Description du lac de Réghaïa

La zone humide de Réghaïa est une zone humide côtière qui s'étend sur 842 ha et qui correspond à l'estuaire de l'oued de Réghaïa dont l'embouchure est barrée par un cordon dunaire. Aujourd'hui, ces dunes sont doublées à quelque 600 m en aval d'une digue artificielle qui retient un lac permanent (D.G.F, 2001).

Des marécages, à roseaux et scirpes subsistent d'une part, en aval de la digue et d'autre part, sur les rives et dans les points amont du lac. Une grande surpaie à *Scirpus lacustris* s'étend sur le secteur sud. Elle est surmontée localement d'*Eucalyptus camaldulensis* dépérissant et mêlées de petites roselières à *phragmites communis*, des plages de massettes à *Typha latifolia* et d'*Iris pseudoactis* (D.G.F, 2002).

### I-2-1-Inscription du lac de Réghaïa sur la liste RAMSAR

Les zones humides constituent une ressource de grande valeur écologique, scientifique, économique et récréative dont la disparition serait irréparable.

La convention relative aux zones humides d'importance internationale connue sous le nom de Ramsar, nom de la ville où elle fut adoptée en février 1971, et née en Iran de la volonté de promouvoir la conservation des zones humides et leur gestion rationnelle (D.G.F, 2002).

En Algérie ce n'est qu'avec l'adhésion de la convention de Ramsar en 1983, qu'une prise de conscience globale s'installa. Cinquante zones humides algériennes furent inscrites sur la liste de Ramsar (D.G.F, 2004).

Le lac de Réghaïa compte parmi ces zones humides, il a été inscrit en novembre 2003 lors de la 8<sup>ème</sup> conférences des parties contractantes à Valence en Espagne (D.G.F, 2004).

### I-2-2-Critères de classification du lac de Réghaïa sur la liste RAMSAR

Selon la D.G.F (2002), les critères d'inscription du lac de Réghaïa sur la liste RAMSAR sont trois sur huit (1,2 et 3).

#### Critère 1 :

Le lac de Réghaïa, est considéré comme un site d'importance internationale car il constitue le dernier vestige de l'ancienne Mitidja. Il reste actuellement la seule zone humide de la région biogéographique algérienne qui donne face directement à la mer méditerranéenne,

permettant ainsi de jouer un rôle d'étape pour les oiseaux migrateurs après leur traversée de la méditerranée.

Il reste également la seule zone humide ayant échappé aux opérations d'assèchement qui ont fait disparaître les lacs de la Mitidja, notamment le lac Halloula et les petits marais de Ressauta, d'où son importance historique et écologique.

### **Critère 2 :**

Le site abrite des espèces d'oiseaux rares, trois (3) d'entre elles sont classées vulnérables sur la liste rouge de l'UICN : *Arthya nyroca*, *Mamaronetta angustirostris* et *Oxyura leucocephala*.

### **Critère 3 :**

Le site abrite des espèces végétales tel que (*Opuntia ficus indica*, *Tamaris articulata*, *Juncus maritimum*...) et animales comme (*Pophrio orphyrio*, *Aythya nyroca*, *Oxyura leucocephala*...) importantes pour le maintien de la diversité biologique d'Afrique du nord et de la méditerranée.

## **I-3-Caractéristiques physiques du lac de Réghaïa**

### **I-3-1-Géologie**

La zone de Réghaïa est située au Nord-est de la plaine de Mitidja, présente une formation géologique en synclinal néogène fins de miocène et du plio-quaternaire (**Glangeaud, 1932**).

**Mutin (1977)**, affirme que la zone de Réghaïa est une formation géologique qui est passée par un plissement puis un remblaiement.

Les faciès datent du quaternaire récent et actuel, les principaux faciès sont de type alluvionnaire et marécageux. Elles se composent de dépôts lacustres, de dépôts marins, d'alluvions récentes, caillouteuses et limoneuses, de dunes consolidées, de lumachelles à pétoncles, de poudingues, et de grès marins, de sable argileux et d'alluvions anciens du quaternaire (**D.G.F, 2004**).

La zone d'étude est donc une région qui présente un sol à tendance sablo-limoneux et une terre fertile, à tendance argileuse constituée en profondeur moyenne par des sols bruns méditerranéens et des sols rouges brunifiés (**Aydi et Benamara, 2004**).



**I-3-2-L'hydrologie**

D'après la **D.F.G (2002)**, les eaux du lac proviennent des précipitations et du ruissellement des eaux des nappes qui sont à l'origine de la formation du lac de Réghaïa. Le lac est alimenté par trois cours d'eau (fig.2) :

- **l'Oued Réghaïa** : la grandeur du bassin versant est de 75 km<sup>2</sup> dont une part de 25 km<sup>2</sup> est constituée par territoire monticule, le reste est une plaine inclinée vers la mer.
- **l'Oued boureah** : un affluent de l'oued El Hamiz, il débute à Rouiba et draine ses eaux de ruissèlement vers les terres agricoles de la Mitidja, son bassin versant est de 20 km<sup>2</sup>.
- **l'Oued Biar** : cet oued qui prend naissance aux environs de la zone industrielle Rouiba-Réghaïa traverse une grande partie des champs avant de se déverser au niveau du lac, sa grandeur est de 4075 m et son bassin versant de 20 Km<sup>2</sup>.

Le lac est pourvu d'une station de pompage, équipé de trois pompes verticales d'une capacité de 350 l/s chacune, pour alimenter le réseau d'irrigation d'un périmètre agricole de plus de 1200 ha.

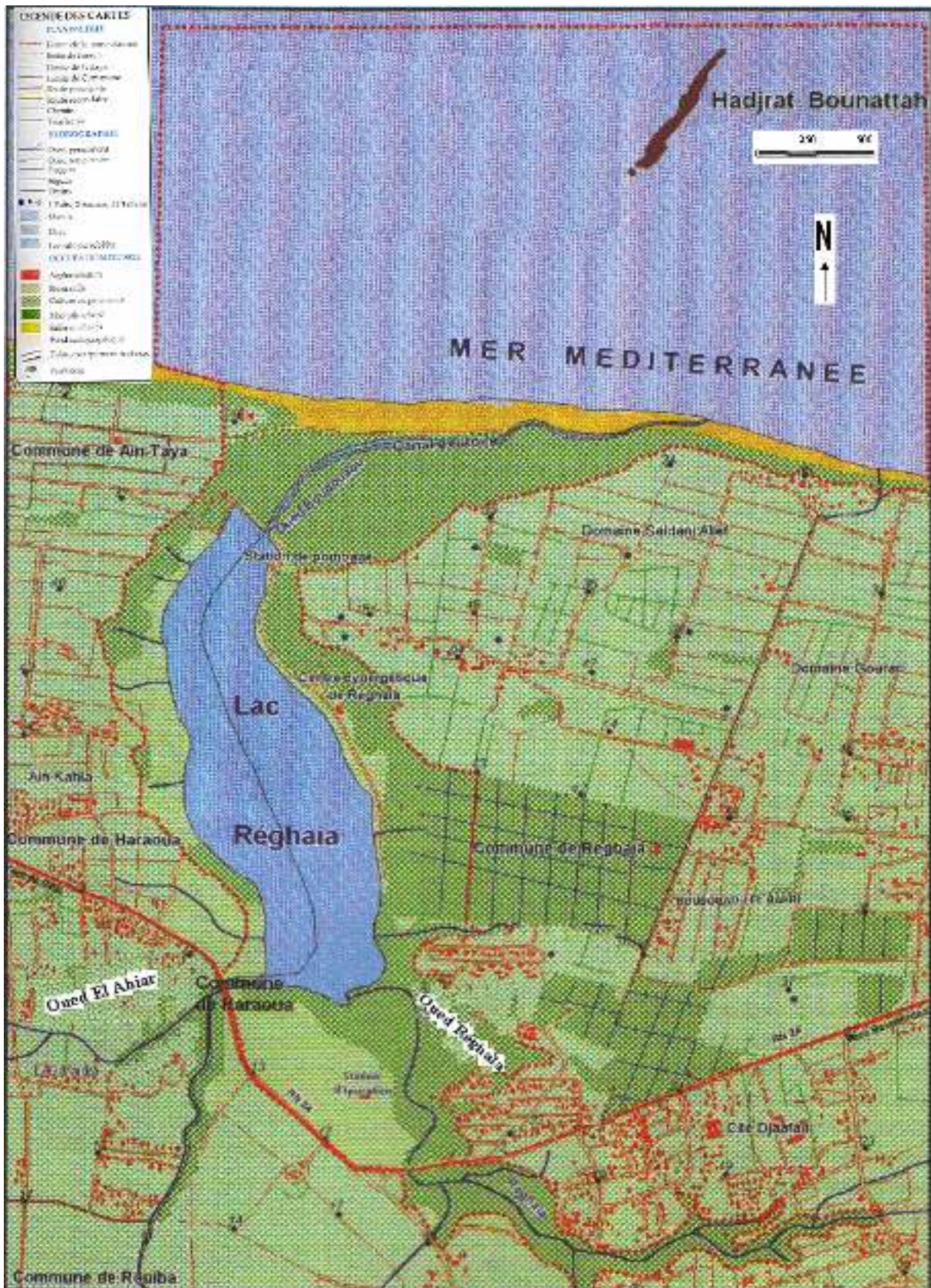


Figure 2 : la réserve naturelle du lac le Réghaïa (D.G.F, 2002)

### **I-3-3-La géomorphologie**

La zone est localisée sur un plateau central surélevé de la région de Réghaïa. Sa surface est profondément creusée par de nombreuses vallées torrentielles qui lui donnent une configuration ondulée (D.G.F, 2002).

Dans la partie nord de la vallée, s'allongent des dunes plus en moins fixées qui séparent l'embouchure de l'oued Réghaïa de la mer.

### **I-3-4-La pédologie**

La Mitidja est caractérisée par des sols peu évolués, d'apport alluvial. Ce sont des sols lourds à texture limoneuse et argilo-limoneuse (AUBERT et DUCHAUFOR in MUTIN, 1977). Dans notre zone d'étude s'entremêlent divers types de sols. Principalement des sols bruns et des sols rouges brunifiés.

### **I-3-5-Climatologie**

Le climat est un facteur important dans la vie et dans l'évolution d'un écosystème (DAJOZ, 1972). Le climat de Réghaïa est qualifié de variante de type méditerranéen, c'est-à-dire répartition irrégulière des pluies au cours de l'année.

Les climatologues n'admettent que le trait fondamental du climat méditerranéen et sa sécheresse estivale qui peut être plus au moins longue de plus il y a toujours un contraste entre la saison froide qui est humide et la saison chaude qui est sèche (DAJOZ, 2000).

#### **I-3-5-1-Températures**

L'absence d'une station météorologique au niveau du site nous a contraints à exploiter des données enregistrées à la station de Dar El Beida, sur une période de dix ans (1994 - 2004) (O.N.M, 2005).

#### **I-3-5-2-Les précipitations**

Les précipitations constituent un des facteurs climatiques qui conditionnent la répartition des espèces végétales et animales. En effet, l'eau influe directement sur la croissance de ces dernières (D.G.F, 2002).

Tableau 1 : valeurs des températures recueillies dans la région de Réghaïa (O.N.M, 2005)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>M(c°)</b>	17,3	17,99	20,06	21,54	24,76	28,5	31,37	<b>32,67</b>	29,43	26,32	20,99	18,50
<b>m(c°)</b>	6,23	<b>5,67</b>	7,49	8,82	12,96	16,62	19,45	20,88	17,87	14,52	10,33	7,48
$T = \frac{M + m}{2}$	<b>11,76</b>	11,83	13,77	15,18	18,86	22,56	25,41	<b>26,77</b>	23,65	20,42	15,66	12,99
<b>P (mm)</b>	94,84	73,5	52,18	62,34	42,31	07,27	<b>01,82</b>	12,64	26,09	45,97	<b>95,05</b>	88,44

- **M** : moyenne des températures maximales en degré Celsius.
- **m** : moyenne des températures minimales en degré Celsius.
- **T** : température moyenne mensuelle en degré Celsius.
- **P** : moyenne des précipitations en millimètre.

-La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (M) est de **32,67 °C**.

-La moyenne des températures minimales du mois le plus froids (m) est de **5,67 °C**.

Dans la région d'étude, nous remarquons que les précipitations sont d'une extrême variabilité mensuelle, les pluies abondantes sont observées en automne et en hiver, elles atteignent alors la valeur minimale au mois de juillet avec 0.23 mm (d'après le tableau I).

### I-3-5-3-Les Vents

Le vent est d'habitude faible à modéré, sa direction prédominante est celle du secteur Nord-Ouest. Le sirocco souffle en moyenne de 5 jours par an. Les orages sont fréquents surtout en hiver et en automne avec une moyenne de 23.3 jours/an (D.G.F, 2002).

### I-3-6-Synthèse climatique

#### I-3-6-1-Diagramme ombrothermique

Le diagramme permet de visualiser et de quantifier les périodes sèches et humides en tenant compte de la relation  $P \leq 2T$  (BAGNOULS ET GAUSSEN, 1953).

Sur le même graphique nous portons:

- en abscisse, les mois de l'année,
- en ordonnée, les températures (T) et les précipitations (P), de façon à ce que l'échelle des précipitations soit double de celle des températures.

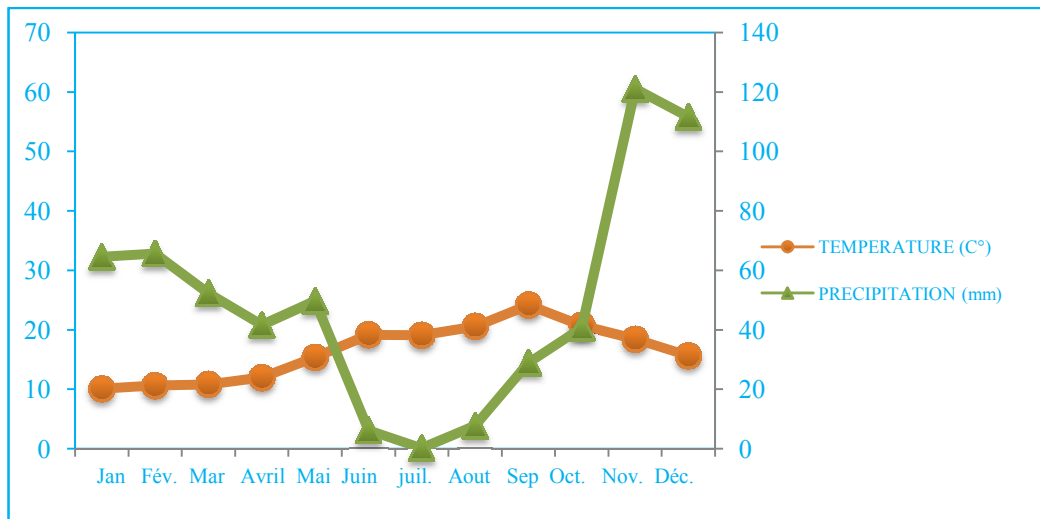


Figure 3 : diagramme ombrothermique caractérisant la région de Réghaïa.

### I-3-6-2-Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger

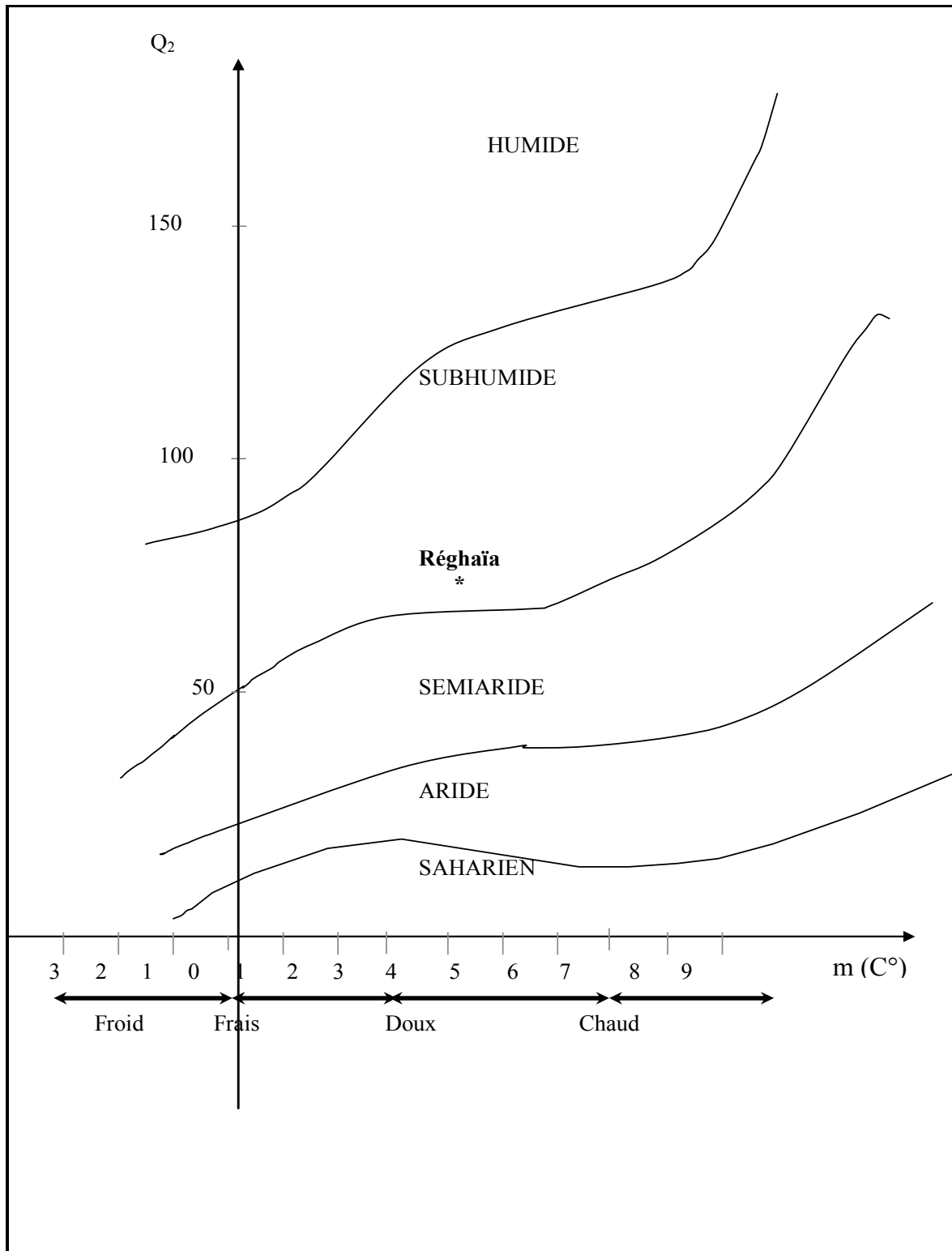
EMBERGER (1955), a proposé un quotient pluviométrique et un climagramme qui permet de distinguer les différents étages climatiques méditerranéens (humide, subhumide, semi aride, aride et saharien) ainsi que les variantes de chaque étage (hiver froid, frais, tempéré et chaud)

Il s'écrit :

$$Q2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

- **P** : précipitations moyennes annuelles.
- **M** : température moyenne mensuelle la plus élevée.
- **m** : température moyen mensuelle la plus faible.

Pour notre région d'étude, le **Q2** a la valeur de **76.37**



**Figure 4** : position de la station de Réghaïa sur le Climagramme Pluviothermique d'Emberger

Suivant le climagramme d'Emberger, le marais de Réghaïa est situé dans l'étage bioclimatique subhumide caractérisé par des étés secs et chauds et par des hivers doux et humides.

## I-4-Les caractéristiques écologiques du lac de Réghaïa

### I-4-1-Communautés végétales

Selon la **D.G.F(2002)**, plusieurs associations végétales ont été déterminées dans la zone du lac de Réghaïa. Ce sont essentiellement des groupements hydrophiles liés à la présence permanente de l'eau, ils se développent en bandes vertes dans les zones marécageuses. Cette végétation sert de refuge aux oiseaux d'eau, participe à la fixation du sol, au moment des crues en hiver et se compose des espèces suivantes : *Hirchfedia geniculata*, *Joncus maritimum*, *Melica ciliata*, *Typha latifolia*.

Du côté ouest, on constate un maquis dégradé composé des espèces suivantes : *Pistacia lentiscus*, *Opuntia ficus indica* avec une abondance marquée de *Tamaris articulata*.

### I-4-2-Communautés animales

Malgré sa taille réduite, Le lac de Réghaïa a révélé une grande richesse non seulement en oiseaux migrateurs mais aussi en nicheurs rares. Ce dernier héberge plus de 250 espèces d'oiseaux dont 36 espèces sont des oiseaux d'eaux. Parmi ces derniers 15 espèces nichent dans le lac de Réghaïa. Il héberge 4 espèces d'oiseaux rares qui sont : *Aythya nyroca* (Fuligule nyroca), *Mamaronetta angustirostris* (Sarcelle marbrée), *Oxyura leucocephala* (Erismature à tête blanche), et *Pophrio orphyrio* (Poule sultane) (**D.G.F, 2002**).

## I-5-Choix des stations

Les quatre stations sur lesquelles nous avons travaillé ont été choisies selon la morphométrie de la cuvette du lac (Fig.5).

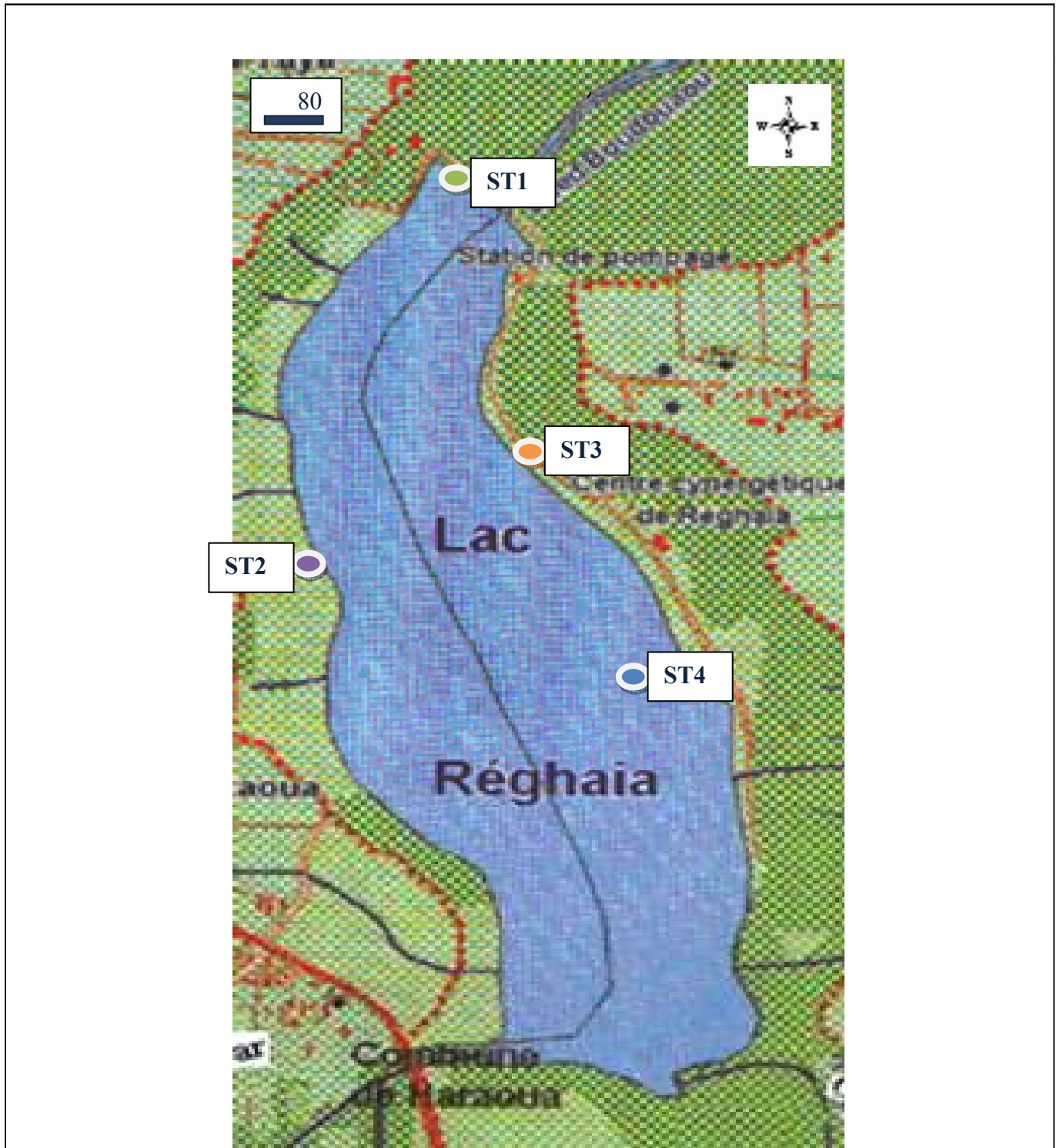


Figure 5 : localisation des stations d'étude.



**Station 1 :** localisée à proximité de la petite digue (35°57'34.71''N, 0°58'03.25''E), elle sert à l'irrigation des terrains agricoles proches de la partie Est du lac. Un site très fréquenté par les oiseaux d'eau, ce qui cause une augmentation de la pollution organique.



**Figure 6 : station 1 (la digue)**

**Station 2 :** station dénudée, localisée sur le côté Ouest du lac, rive gauche (35°57'34.71''N, 0°58'03.25''E). Caractérisée par des vastes terres agricoles, dont l'eau sert à leurs irrigations.



**Figure 7 : station 2 (Ouest)**

**Station 3 :** localisée sur le côté Est du lac, rive droite (35°54'44.22''N, 0°59'34.58''E). Elle est caractérisée par une végétation abondante et très variée



**Figure 8 : station 3 (Est)**

**Station 4 :** localisée à l'amont du lac où déverse Oued El Réghaïa. Elle est située en aval de la station d'épuration (STEP). Elle est surtout fréquentée par les poules d'eau et entourée par des bidonvilles.



**Figure9 : station 4 (Amont)**

### I-6-Echantillonnage

Six prélèvements mensuels ont été faits durant l'année 2013, afin d'étudier la variabilité spatiotemporelle des facteurs biotiques et abiotiques (tableau II).

**Tableau 2** : dates de prélèvements et quelques conditions climatiques.

La date		28/01/13	16/02/13	20/04/13	07/05/13	10/06/13	01/07/13
Station 1	Temps	11 :25	09 :48	12 :35	9 :45	9 :45	9 :23
	Vent	Faible	Faible	Faible	très faible	Faible	Faible
	Ciel	Ensoleillé	Nuageux	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Nuageux
	profondeur	1,8 m	1,5 m	1,29 m	1,29 m	1,30 m	1,28 m
Station 2	Temps	11 :45	10 :17	12 :18	09:58	10 :17	11 :03
	Vent	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible
	Ciel	Ensoleillé	Nuageux	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Nuageux
	profondeur	1,5 m	1,5 m	1,45 m	1,52 m	1,55 m	1,60 m
Station 3	Temps	12 :00	10 : 37	13 : 14	10 :29	10 :38	11:17
	Vent	Faible	Faible	Faible	très faible	Faible	Faible
	Ciel	Ensoleillé	Nuageux	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Nuageux
	profondeur	3,1 m	1,8 m	1,25 m	1,25 m	1,27 m	1,30 m
Station 4	Temps	12 :23	11 :03	13 :25	19 :59	11 :03	11 :40
	Vent	Faible	Faible	Faible	très faible	Faible	Faible
	Ciel	Ensoleillé	Nuageux	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé	Nuageux
	profondeur	0,8 m	1,25 m	1,25 m	1,20 m	1,29 m	1,20 m

## **II-1-Facteurs abiotiques : la physico-chimie**

L'eau, en raison de ses propriétés électriques et de sa constitution moléculaire, se comporte comme un solvant puissant. C'est pourquoi, la composition chimique d'une eau dépend de la composition des roches et des sols du bassin versant dans lequel elle a ruisselé ou percolé. C'est également la raison pour laquelle l'eau contient une grande variété d'éléments dissous. Cependant, la composition chimique des eaux naturelles varie considérablement dans le temps et dans l'espace selon la nature et l'abondance des sources en éléments dissous ou en suspension et en fonction du cycle hydrologique.

## **II-2-Échantillonnage et mode de prélèvement**

A fin de connaître la nature physico-chimique des eaux du lac de Réghaïa, nous avons procédé à des prélèvements mensuels aux niveaux de quatre stations choisies en surface.

Les échantillons ont été prélevés dans des bouteilles en plastiques d'une capacité de un litre. La bouteille est remplie d'eau, après un rinçage répété avec l'eau du point de prélèvement. Chaque échantillon est soigneusement identifié grâce à une étiquette. Cette dernière doit toujours porter le numéro de la station, la date et le type d'analyse auquel le prélèvement est destiné.

Les échantillons ont été réfrigérés dans une glacière de terrain à 6 °C avant leur acheminement au laboratoire où ils seront déposés au réfrigérateur à 4°C jusqu'à leur analyse.

Notre échantillon a porté sur deux modes d'analyse, l'un sur le terrain au moment de la prise des échantillons (température et transparence) et l'autre au niveau du laboratoire de S.E.A.A.L (Société des Eaux et de l'Assainissement d'Alger).

## **II-3-Techniques de dosages**

### **II-3-1-Facteurs physiques**

#### **II-3-1-1-Température de l'eau**

Les êtres vivants en général, ne peuvent vivre que dans un intervalle de température qui est déterminé par les limites de tolérance, hors desquels ils sont amenés à disparaître. (DAJOZ, 2000).

Dans les milieux aquatiques, la température joue un rôle important dans la solubilité des gaz et la dissolution des sels. Elle intervient dans la détermination de la conductivité électrique et le potentiel d'hydrogène (pH) (ARRIGNION, 1982)

La mesure de la température a été effectuée sur le terrain à l'aide d'un thermomètre manuel ; l'unité de mesure est exprimée en degrés Celsius (°C).

### **II-3-1-2-Le potentiel d'hydrogène (pH)**

C'est la teneur d'une solution en ions hydrogène  $H^+$ . Le pH renseigne sur l'acidité ou l'alcalinité d'une eau et cela lorsqu'il se trouve respectivement dans l'intervalle de 0 à 7 ou de 7 à 14 (RODIER, 1996).

Le pH a été mesuré au laboratoire à l'aide d'un pH mètre doté d'une électrode en platine combinée à une sonde de température.

#### **Mode opératoire (N.A.751/1990)**

Pour cette mesure il faut étalonner l'appareil avec les solutions tampons (pH=4 et pH=10) correspondant à la zone de pH à mesurer, puis rincer l'électrode à l'eau distillée, la faire plonger dans la solution à mesurer, la lecture du pH de fait directement sur l'appareil. Après la lecture nettoyer correctement l'électrode et la laisser immerger dans l'eau distillée jusqu'à la nouvelle lecture.

### **II-1-2-3-La conductivité électrique**

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface et séparées l'une de l'autre de 1cm (ARRIGNION ,1982).

La détermination du degré de minéralisation se fait à partir de la conductivité électrique (RODIER, 1984), cette dernière augmente avec la teneur en sels électrolysables dissous, elle augmente encore avec la mobilité des ions donc avec la température (ARRIGNION, 1982).

#### **Mode opératoire (N.A.749)**

Remplir un bécher avec une quantité suffisante d'eau à analyser pour l'immersion de l'électrode de la conductivité

Après un rinçage plusieurs fois de l'électrode avec l'eau distillée puis en la plongeant dans le bécher ; la valeur de la conductivité s'affiche sur l'écran de l'appareil avec une unité de micro siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

#### II-1-2-4-La transparence

La transparence est mesurée en m au moyen du disque de Secchi. C'est un disque blanc en métal de 30 cm de diamètre, muni d'une corde graduée (fig.10). Nous avons plongé le disque de Secchi dans l'eau et nous laissons descendre lentement. A partir du moment où il devient invisible, nous avons noté la profondeur à laquelle il se trouve le disque ainsi cette profondeur correspond à la transparence de l'eau. Celle-ci diminue avec l'augmentation des matières en suspension qui empêchent la lumière de pénétrer la colonne d'eau (RODIER, 1996).



Figure 10 : photo originale du disque de Secchi muni d'une corde graduée.

#### II-1-2-5-La turbidité

La turbidité est une mesure qui permet d'identifier les particules en suspension dans l'eau et qui peuvent nuire à sa clarté. C'est un indicateur important de sédiments en suspension et des différents niveaux d'érosion. En générale, les valeurs augmentent fortement pendant et après une pluie. Une turbidité élevée peut être également à l'origine d'une augmentation de la température de l'eau et d'une diminution de l'oxygène dissous (BECHAR, 1997).

**Mode opératoire (N.F. 746)**

Remplir une cuvette de mesure propre et bien essuyer avec du papier hygiénique avec l'échantillon à analyser bien homogénéiser et effectuer rapidement la mesure, il est nécessaire de vérifier l'absence de bulle d'air avant la mesure. Le résultat est affiché directement en Néphlometric Turbidity Unit.

**II-3-2-Facteurs chimiques****II-3-2-1-Les bicarbonates**

Les bicarbonates proviennent des phénomènes de la respiration et du lessivage des roches au contact de l'eau, ces carbonates se transforment en bicarbonates (**RODIER, 1996**).

L'utilisation de la méthode de titration (**RODIER, 1996**) pour le dosage des bicarbonates offre de nombreux avantages. Elle évite toute erreur d'estimation due aux méthodes utilisant des indicateurs colorés. En outre elle est particulièrement intéressante dans le cas d'eaux troubles ou colorées.

**Réactives utilisés :**

- Solution de méthyle orange.
- Solution d'acide chlorhydrique 0,1 N.

**Mode opératoire (T 90-036)**

Dans un bécher verser 200 ml d'eau à analyser puis ajouter deux gouttes de Méthyle orange. Procéder au titrage de la solution par l'acide Chlorhydrique et noter V le volume d'acide Chlorhydrique utilisé.

La concentration du bicarbonate est donnée par la formule suivante :

$$\text{HCO}_3^- \text{ (mg/l)} = V \times 0,015$$

**II-3-2-2-Les chlorures**

D'origine naturelle, humaine ou industrielle, le dosage de chlorure est réalisé par titrage d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ) en utilisant du dichromate de potassium ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) comme indicateur.

**Réactives utilisés**

- Solution du nitrate d'argent 0,02 mole/l
- Chromate de potassium comme indicateur.

**Mode opératoire (NF ISO 9297)**

Introduire au moyenne d'une fiole 100 ml de l'échantillon ( $V_a$ ), dans un bécher puis ajouter 1 ml de chromate de potassium et titrer la solution par addition goutte à goutte de solution de nitrate d'argent jusqu'à ce qu'elle prenne une couleur brun rougeâtre et noter le volume  $V_s$  de nitrate d'argent versé.

Titrer une solution à blanc, en utilisant 100 ml d'eau distillé et noter le volume de nitrate d'argent versé  $V_b$

La concentration en chlorure  $C_{Cl}$  est exprimée en mg/l, est donnée par la formule suivante :

$$C_{Cl} = \frac{(V_s - V_b) C \times f}{V_a}$$

- $V_s$ : le volume en ml/l de nitrate d'argent utilisée pour le titrage de l'échantillon.
- $V_b$  : le volume en ml/l de nitrate d'argent utilisée pour le titrage de blanc.
- $V_a$  : le volume en ml/l de l'eau à analysée.
- $C$  : la concentration en mole/l de nitrate d'argent.
- $f$  : la masse molaire de Cl x 1000.

**II-3-2-3-Dosage des sulfates ( $SO_4^{2-}$ )****Principe**

Les sulfates sont précipités sous forme de sulfate de baryum par le chlorure de baryum. Le précipité ainsi obtenu est stabilisé par la gélatine.



Les sulfates ont été dosés par la spectrométrie d'absorption moléculaire (mg/l).

**Réactifs utilisés**

- Solution de chlorure de baryum

- Solution stabilisante (la gélatine)
- Solution mère de sulfate de sodium à 1g/l

### Mode opératoire (N.F./ ISO 22743)

Prendre 20 ml d'eau à analysée et ajouter 5 ml de la solution stabilisante, en agitant lentement, puis ajouter 2ml de chlorure de baryum et 100 ml d'eau distillée en agitant rapidement pendant une minute et remplir la cuve puis la concentration de  $(SO_4^{-2})$  est affiché sur l'écran en mg/l.

### II-3-2-4-Dosage du calcium ( $Ca^{2+}$ )

Il joue un rôle essentiel dans la constitution des squelettes et coquilles, et dans les phénomènes de perméabilité cellulaire, il nous renseigne sur la productivité et la dureté des eaux (GAUJOUS, 1995), le calcium est dosé par la méthode titrimétrique à E.D.T.A (sel disodique d'acide éthylène-diamine tétraacétique ( $C_{10} H_{14} N_2 O_8 Na_2 2H_2O$ ) et exprimée en (mg/l).

#### Réactifs utilisé

- Solution d'hydroxyde de sodium
- Solution mère de calcium
- Solution d'EDTA 0,02 mole/l

### Mode opératoire (ISO 6058 N.A. 1655)

Prélever 50 ml de l'eau à analyser et ajouter 2 ml de la solution d'hydroxyde de sodium et une pincée d'indicateur (Murexide) et verser lentement d'EDTA jusqu'à ce qu'elle prenne la couleur nettement violette.

La teneur en calcium est exprimée en mg/l par l'équation suivante :

$$Ca = \frac{A \times V_1 \times C_1}{V_0} \times F_c \times 1000 \times F$$

- $C_1$  : concentration de l'EDTA soit 0,01 mole/l.
- $V_0$  : le volume de l'échantillon soit 50 ml.
- $V_1$  : le volume d'EDTA utilisé pour le dosage.
- $A$  : la masse atomique du calcium (40,08 g).
- $F_c$  : facteur de correction du titre



- F : facteur de dilution

### II-3-2-5-Dosage du magnésium ( $Mg^{2+}$ ) (ISO 6059 N.A 752)

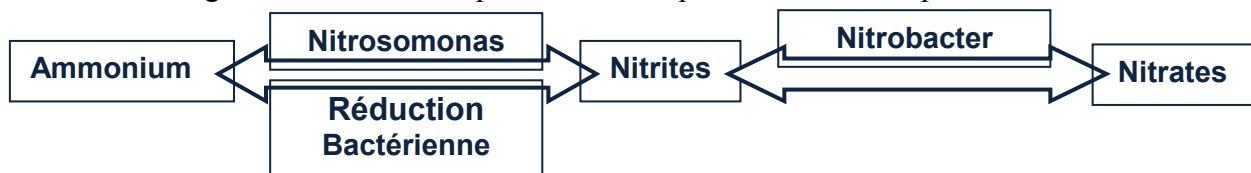
C'est le même principe que le dosage de calcium sauf qu'en utilise la solution mère de magnésium.

### II-3-2-6-Les sels nutritifs

#### II-3-2-6-1-Nitrites ( $NO_2^-$ )

Stade intermédiaire entre l'Ammonium et les Nitrates :

Le dosage des nitrites se fait par la méthode spectrométrie d'absorption moléculaire.



#### Réactif utilisé

- 40 gr d' amino-4 benzène sulfonamide ( $NH_2C_6H_4SO_2NH_2$ )
- 100ml d'acide orthophosphorique
- 2 gr de dichlorhydrate de N-(naphtyl-1) diamino-1,2 éthane ( $C_{10}H_7NH-CH_2-CH_2-NH_2 \cdot 2HCl$ ),

#### Mode opératoire (ISO 6777)

Prendre 50 ml de l'eau à analysé et ajouter 40g d' amino-4 benzène sulfonamide en présence de 100ml d'acide orthophosphorique pour former un sel diazoïque qui forme un complexe de coloration rose avec 2g dichlor-hydrate de N-(naphtyl-1)diamino-1,2 éthane. Mettre le tous dans la cuve puis la concentration des  $NO_2^-$  est affichée sur l'écran en mg/l.

#### II-3-2-6-2-Nitrate ( $NO_3^-$ ) (N.F./ISO 13395)

Le dosage des nitrates se fait par la méthode spectrométrie d'absorption moléculaire, le même principe que les nitrites et exprimé en mg/l.

### II-3-2-6-3-L'azote ammoniacal

#### Réactifs utilisés

- Acide dichloroisocyanurique
- Hydroxyde de sodium ( NaOH ).
- Eau distillée

#### Mode opératoire (N.F./ISO 11732)

Prendre 40 ml d'eau à analyser et ajouter 4 ml d'Acide dichloroisocyanurique puis ajouter 4 ml du NaOH et ajuster à 50 ml avec l'eau distillée et attendre 1h. 30. L'apparition de la coloration verdâtre indique la présence de :  $\text{NH}_4^+$ . Et en fin effectuer la lecture à 655 nm. Le résultat est donné directement en mg/l.

### II-3-2-6-4-Dosage des orthophosphates

#### Réactif utilisé

- Solution d'acide Ascorbique à 100 g/l ;
- Solution d'heptamolybdate d'ammonium.

#### Mode opératoire (ISO 6878)

Prélever 40 ml d'eau à analyser, et ajouter 1 ml d'acide Ascorbique à 100 g/l et 2 ml d'heptamolybdate d'ammonium. Agiter quelques secondes (entre 10 et 30 min) jusqu'à l'obtention d'une couleur bleue et effectuer la mesure au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 880 nm. La concentration des  $\text{P04}^{3-}$  est affichée sur l'écran en mg/l.

## II-4-Facteurs biotiques

### II-4-1-Echantillonnage

Pour échantillonner le zooplancton nous avons utilisé des bouteilles en plastiques d'une capacité de un litre, le contenu de la bouteille est filtré à l'aide d'un filet planctonique de 80µm de vide de maille, sa partie terminale est fixée à un collecteur permettant de recueillir le zooplancton (Fig.11). Afin de conserver le zooplancton récolté, les échantillons sont conservés dans des piluliers étiquetés d'une capacité de 50 ml en rajoutant quelques gouttes de la solution de formol aldéhyde diluée à 5%.



**Figure 11** : photo originale du filet planctonique muni d'un pilulier.

## II-4-2-Etude qualitative

### II-4-2-1-Détermination du zooplancton

Trois groupes principaux composent l'essentiel du zooplancton : Copépodes et Cladocères appartenant à la classe des Crustacés, et les Rotifères qui dépendent des Vers (**CHAMPIAT et LARPENT, 1994**).

- **Technique de détermination des Cladocères**

Sous la loupe binoculaire, nous pouvons séparer les différentes familles, et parfois même certains genres, en se basant sur la morphologie des pattes thoracique, des antennes, des antennules et enfin les soies caudales.

Généralement on procède à dissection de certaines pièces comme les pattes thoraciques et le post abdomen pour la détermination des espèces, qui se fait sous microscope photonique, afin de voir les détails et faire des dessins des caractères diagnostiques.

### II-4-3-Etudes quantitatives

Pour la détermination des cladocères nous nous sommes basées sur les caractères morphologiques décrits dans la clé de déterminations d'**AMOROS (1984)**.

### II-4-3-1-La Densité

La richesse des eaux en plancton, est exprimée en nombre d'individus par unité de volume (l).

$$D \text{ (ind/l)} = n/V$$

- D : densité
- n : nombre d'individus
- V : volume

### II-4-3-2- L'abondance ou la dominance

La fréquence et dominance sont des caractéristiques qui permettent de connaître l'importance d'une espèce au regard des autres espèces du même peuplement.

L'abondance est une expression mathématique qui désigne le rapport en pourcent entre le nombre d'individus de l'espèce « i » et le nombre total des individus du peuplement.

$$A = (Q_i/Q) \times 100$$

- A : abondance d'une espèce « i »
- $Q_i$  : nombre d'individus de l'espèce « i »
- Q : nombre total des individus.

### II-4-3-3- Etude de la diversité

Les indices proposés par différents auteurs permettent de caractériser la structure et l'évolution d'un peuplement.

Pour notre étude, nous avons utilisé deux indices ; l'indice de diversité de Shannon et l'indice de l'équitabilité.

#### ▪ Indice de diversité de Shannon

L'organisation et l'évolution d'un peuplement peuvent être caractérisées par sa diversité spécifique. L'expression mathématique de la diversité spécifique est exprimée par l'indice de Shannon selon la formule suivante :

$$H' = - \sum P_i \times \log_2 P_i$$

- Avec :  $P_i = n_i / N$
- $H'$  : indice de Shannon est exprimé en bits par individu, compris entre 0 pour sa valeur minimale et  $\log S$  pour une richesse spécifique, maximale du peuplement.
- $P_i$  : fréquence relative de l'espèce  $i$ .
- $n_i$  : nombre d'individus de l'espèce  $i$ .
- $N$  : nombre total de tous les individus de toutes les espèces.
- **Equitabilité**

Cet indice vient compléter l'indice de la diversité spécifique, il nous renseigne sur la distribution du nombre d'individus par espèce au sein du peuplement. Il est exprimé par la formule suivante :

$$E = H' / H_{\max} = H' / \log_2 S$$

- $E$  : indice d'équitabilité compris entre 0 et 1.
- $S$  : nombre d'espèces du peuplement.