

وزارة التعليم

Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieure des Sciences de la Mer et de l'Aménagement du Littoral



MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER EN SCIENCES DE LA MER

Sujet :

**Analyse des données environnementales
dans la zone humide de Réghaia
(Qualité des eaux)**

Préparé par:

Gasmi Oussama

Soutenu le 30 /10 /2013 devant le jury suivant :

Mme	MAOUEL.	Maître Assistant	Présidente
Melle	LAOUAR.A	Maître Assistant	Examinatrice
Mme	MEHDID.S	Chargé de cours	Examinatrice
Mr	BELLEHRACHE.A	Maître Assistant	Promoteur
Mr	HAREK.D	Chargé de recherche (INRA)	Co- promoteur

Promotion: 2013

Remerciement

AU TERME DE CE TRAVAIL, NOUS REMERCIONS ALLAH LE TOUT-PUISSANT POUR NOUS AVOIR DONNÉ LA SANTÉ, LE COURAGE ET LA VOLONTÉ POUR RÉALISER CE MODESTE TRAVAIL.

NOUS TENONS À EXPRIMER TOUTES NOS RECONNAISSANCES À CEUX QUI, À DIVERS TITRES, ONT COLLABORÉ À LA RÉALISATION DE CE TRAVAIL. NOUS LES DEVONS À DE NOMBREUSES PERSONNES QUE NOUS AVONS LE PLAISIR ET L'HONNEUR DE CITER CI-APRÈS :

MR BELLAHRECHE D'AVOIR ACCEPTÉ DE NOUS ENCADRER, NOUS EXPRIMONS NOTRE GRATITUDE POUR L'ATTENTION PORTÉE AFIN D'ÉLABORER CE MÉMOIRE, SON SOUTIEN ET POUR TOUS SES EFFORTS.

MR HAREK DERRADJI POUR AVOIR DIRIGÉ CE TRAVAIL ET LUI AVOIR ACCORDÉ UN INTÉRÊT TOUT AU LONG DE SON ÉLABORATION.

SANS OUBLIER L'ENSEMBLE DU PERSONNEL DU CCR POUR LE MEILLEUR ACCUEIL, ET D'AVOIR FACILITÉ LA CONSULTATION DES DOCUMENTS NÉCESSAIRES POUR NOTRE TRAVAIL.

MME MAOUEL D'AVOIR ACCEPTÉ DE PRÉSIDER LE JURY DE CETTE SOUTENANCE.

MELLE LAOUAR. A DE NOUS AVOIR HONORÉ DE SA PRÉSENCE, D'AVOIR ACCEPTÉ D'EXAMINER CE TRAVAIL.

MME MEHDID DE NOUS AVOIR HONORÉ DE SA PRÉSENCE, D'AVOIR ACCEPTÉ D'EXAMINER CE TRAVAIL.

ENFIN NOS VIFS REMERCIEMENTS, À TOUTES LES PERSONNES QUI NOUS ONT AIDÉ DU PRÈS OU DE LOIN À LA RÉALISATION DE CE MÉMOIRE DE MASTER.

Les Listes

Acronymes

O P I M : Office des périmètres irrigués de la Mitidja.

O.N.M : Office national de la météorologie.

CCR : Centre cynégétique de Réghaia.

RAMSSAR : Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau.

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Caractéristiques des cours d'eau.....	6
Tableau 1.2 : Valeurs des températures moyennes enregistrées sur une période de 10 ans (1987 - 1997).....	7
Tableau I.3 : Valeurs des précipitations moyennes enregistrées sur une période de 10 ans (1987-1997).....	8
Tableau III.1 : statistique descriptive des données physico-chimique des eaux du lac de Réghaia.....	25
Tableau III.2 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du O ₂	27
Tableau III.3 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du NO ₃	28
Tableau III.4 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du NO ₂	29
Tableau III.5 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du PO ₄	30
Tableau III.6 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne de la transparence.....	31
Tableau III.7 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne de la profondeur.....	32
Tableau III.8 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du pH.....	33
Tableau III.9 : Univariate Tests of Significance for (Matrice Réghaia).....	34
Tableau III.10 : les groupes homogènes par le test newsmann keuls.....	35
Tableau III.11 : Moyennes et écarts-types des variables quantitatives.....	37
Tableau III.12 : Valeurs propres et la variabilité entre les facteurs quantitatifs.....	38
Tableau III.13 : Contributions des des variables.....	39

Liste des figures

Figure.I.1 :	Carte de situation de la réserve.....	04
Figure.I.2 :	Histogramme des précipitations mensuelles.....	08
Figure II.1 :	Localisation des sites de prélèvements au niveau du lac de Réghaia.....	19
Figure III.1 :	boite à moustache des sept variables.....	26
FigureIII.2 :	La gamme de la variation du O ₂ dans la zone d'étude.....	27
Figure III.3 :	La gamme de la variation du NO ₃ dans la zone d'étude.....	28
Figure III.4 :	La gamme de la variation du NO ₂ dans la zone d'étude.....	29
Figure III.5:	La gamme de la variation du PO ₄ dans la zone d'étude.....	30
Figure III.6:	La gamme de la variation de la transparence dans la zone.....	31
Figure III.7 :	La gamme de la variation de la profondeur dans la zone d'étude.....	32
Figure III.8 :	La gamme de la variation du pH dans la zone d'étude.....	33
FigureIII.9 :	cercle.....	41
Figure III.10:	projection par individus.....	42
Figure III.11 :	le dendrogramme.....	43

Liste des photos

Photo I.1 :	Ecosystème Marécageux.....	11
Photo I.2 :	Ecosystème lacustre.....	12
Photos I.3 :	Vues sur le maquis.....	12
Photos I.4 :	Ecosystème dunaire de la réserve naturelle.....	13
Photos I.5 :	vues sur ile aguéli (écosystème marin).....	14

Sommaire

Sommaire

Introduction	01
---------------------------	----

Chapitre I : Généralités

I.1. Présentation de la zone	03
I.1.1. Localisation géographique.....	03
I.1.2. Description et limites naturelles.....	03
I.1.3. Superficie et nature juridique	03
I.2. Caractéristiques physiques	05
I.2.1. Géomorphologie.....	05
I.2.2. Hydrographie	05
I.2.3. Géologie.....	06
I.2.4. Climatologie.....	06
I.2.4.1. Les températures	07
I.2.4.2. Les précipitations.....	07
I.2.4.3. Humidité.....	09
I.2.4.4. Synthèses climatiques	09
I.3. Morphologie de la zone marine	09
I.3.1. Géomorphologie	09
I.3.2. Description, richesse et importance	10
I.4. Les caractéristiques écologiques	10
I.4.1. Les écosystèmes de la zone	10
I.4.1.1. Écosystème marécageux	10
I.4.1.2. Écosystème lacustre	11
I.4.1.3. Écosystème forestier	12
I.4.1.4. Écosystème dunaire	12
I.4.1.5. Écosystème marin	13
I.5. Analyse des données environnementales	15

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1. Matériels	18
II.2. Méthodes de travail	20
II.2.1. Analyse des données	20
II.2.1.1. Analyse uni-variée des profils quantitatifs	20
II.2.1.2. Analyse de la Variance ANOVA	21
II.2.1.3. Analyse Multi-variée	21
II.2.1.3.1. Analyse en composantes principales (ACP)	21
II.2.1.3.2. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)	22

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1. Analyse statistique :	24
III.2.1. Analyse uni-variée :	24

Sommaire

III.2.1.1. Statistique descriptive des caractères quantitatifs :	24
III.2.1.2. Les distributions des caractères quantitatifs	26
III.1.1.2.1: Oxygène dissous O ₂ :	27
III.1.1.2.2. Les nitrate NO ₃ :	28
III.1.1.2.3. Les nitrites NO ₂ :	29
III.1.1.2.4. Les ortho-phosphate PO ₄ :	30
III.1.1.2.5. La transparence des eaux :	31
III.1.1.2.6. La profondeur :	32
III.1.1.2.7. Le potentiel d'hydrogène pH.	33
III.3. Analyse multidimensionnelle :	37
III.3.1. Analyse en Composantes Principales (ACP) :	37
III.3.2. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) :	42
III.3.3. Etude de dis-similarité.....	42
Conclusion.....	44

Introduction

Introduction

Il est indispensable de considérer les milieux aquatiques comme étant des écosystèmes chimiques, physiques et biologiques plus ou moins éloignés de leurs états d'équilibre et pour lesquels les paramètres qui les décrivent, considérés à un instant donné, sont liés les uns aux autres par des relations qui évoluent avec leurs états (**Dussart, 1992 ; Ramade, 1998**).

L'accroissement de la population mondiale en général, algérienne en particulier, a engendré la recherche d'un développement des moyens d'existence (urbanisation, agriculture, industrie) plus élevé et plus rapide, afin de satisfaire des populations de plus en plus exigeantes. Cette entreprise se fait malheureusement au détriment des milieux naturels où les dégradations engendrées sont souvent irréversibles.

Les zones humides représentent une ressource naturelle de première importance tant pour l'homme que pour la faune et la flore sauvage qui trouvent en ces lieux leurs conditions d'existence.

Le problème des zones humides est souvent soulevé par les scientifiques qui ont en fait l'objet de nombreux séminaires et congrès. Ces derniers concluent tous sur leurs importances écologiques, économiques et la nécessité de les protéger afin d'utiliser leurs ressources de façon rationnelle et durable.

En Algérie beaucoup de zones humides ont succombé aux opérations d'assèchement (Exemple du lac Halloula dans la Mitidja). Les sites qui ont résisté sont rares, parmi lesquels la zone humide du lac de Réghaia qui constitue l'unique vestige de l'ancienne Mitidja qui est classé comme une zone protégée dans la convention de RAMSSAR en juin 2003.

À l'instar des autres milieux naturels, la zone humide du lac de Réghaia dont l'alliance de la mer et de la terre en font l'unicité de ce milieu, contribue à la diversité de ces différents écosystèmes qui abritent une flore et une faune remarquable, est soumise à une pression anthropique de plus en plus forte sur ses ressources naturelles, entraînant ainsi la disparition progressive d'espèces animales et végétales.

L'importance de la zone humide de Réghaia a fait l'objet de cette étude « Analyse des données environnementales ».

L'analyse de données de l'environnement associe une grande diversité de méthodes dans une approche mixte et le plus souvent interdisciplinaire, voire transdisciplinaire. Cette recherche, qui porte sur le sujet proposé, vise à comprendre, d'une part, comment les différentes méthodes sont choisies et agencées de manière à répondre aux objectifs de recherche.

Tant pour le choix que pour l'utilisation des méthodes, l'orientation « recherche appliquée » et l'inter ou la transdisciplinarité du sujet jouent un rôle central. Elles encouragent un rapport pragmatique aux outils de la recherche, favorisent les métissages méthodologiques et l'adoption de techniques participatives et enfin confrontent les chercheurs à deux grands défis : d'une part, la remise en question et le renouvellement de la démarche scientifique et, d'autre part, une réflexion méthodologique sur des processus de recherche unissant des chercheurs issus de disciplines et d'orientations diverses, ainsi que différents acteurs sociaux.

Le sujet proposé permet de traiter certaines questions d'importance globale sur l'environnement, en plus des questions d'importance économique et environnementale, notamment la perte de la biodiversité. Des sites pilotent abritant les principaux écosystèmes d'importance globale et les biodiversités menacées ont été sélectionnés dans chacun de ces régions. Ces sites servent de champ d'expérimentation pour la recherche développement au suivi et à l'évaluation de la biodiversité marine et/ou forestière.

Sur ces sites, on teste les options ou/et les opportunités de gestion des ressources naturelles les plus prometteuses, par une collecte de données ayant trait à la caractérisation des milieux étudiés et essayent de développés des alternatives durables pour une meilleure gestion et une meilleure orientation des décideurs et chercheurs. Des directives, recommandations et politiques nationales d'appui relatives aux enjeux de la biodiversité seront mises en œuvre dans la région sus-indiquée.

L'objectif principal de notre recherche est de saisir les processus de construction des savoirs et des compétences développées dans les recherches en science de la mer et la statistique, ainsi que les dynamiques qui caractérisent le choix, l'utilisation et, à posteriori, l'évaluation des méthodes dans cette proposition.

Plus précisément, notre analyse vise à expliquer :

- la manière dont s'opèrent les choix méthodologiques ;
- les améliorations méthodologiques qui pourraient être apportées pour l'analyse du développement durable de l'environnement marin.

De ces objectifs découlent deux questions de recherche :

- Quels sont les éléments ou bien **les indicateurs** qui orientent le choix des méthodes de recherche dans le cadre du sujet (type de données, terrain, etc.) ?
- Quelles sont, du point de vue des chercheurs, les améliorations qui pourraient être apportées à l'analyse du développement de l'environnement sur le plan méthodologique ?

Chapitre I

Généralités

I.1. Présentation de la zone :

I.1.1. Localisation :

La réserve naturelle du lac de Réghaïa est située à 30 km d'Alger, à la limite Nord- Est de la plaine de la Mitidja.

Ce périmètre est bordé au Nord par la mer Méditerranée ,au Sud par la route nationale N°5 reliant Alger à Constantine ,à l'Est par la ville de Boudouaou et à l'Ouest par la ville de Ain-Taya. Elle est comprise entre les parallèles : 3°19 à 3°21 de Longitude Est et 36° 45 à 36°48 de Latitude Nord. (Page 4)

- **Situation administrative :**

- Wilaya d'Alger
- Circonscription administrative de Rouiba.
- Communes : Réghaïa et Heuraoua.

I.1.2. Description et limites naturelles :

La réserve naturelle du lac de Réghaïa est une zone humide côtière et marine dont l'embouchure est barrée par un cordon dunaire. A environ 600 m des dunes, une digue artificielle retient les eaux du lac.

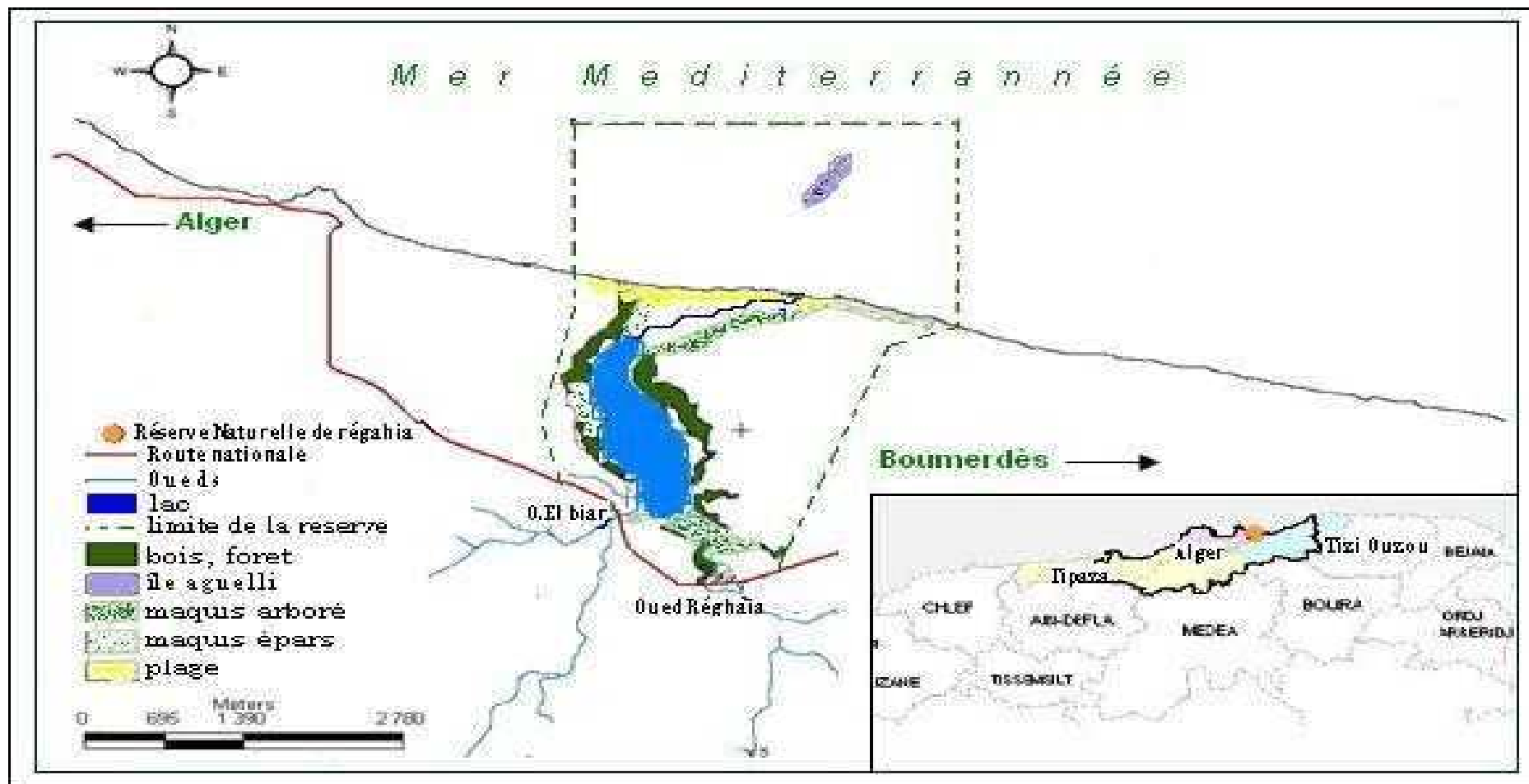
Cette digue a transformé le faciès du lac en un étang permanent en amont d'une superficie de plus de 75 ha.

Des limites sont constituées par un maquis d'oléastre et de lentisque, ainsi que quelques bosquets d'eucalyptus et plusieurs terrains agricoles. Au Nord de la berge Est sont implantées les infrastructures du centre cynégétique relevant du ministère de l'agriculture et de la station de pompage des eaux d'irrigation relevant du ministère de l'hydraulique et gérée par l'office des périmètres irrigués de la Mitidja (O P I M).

La petite île Agueli ; formation rocheuse de plus 212 m² fait face au lac à 1 km en mer et permet les échanges d'oiseaux.

I.1.3. Superficie et nature juridique :

La partie continentale de la réserve est évaluée à 600 ha, la superficie maritime faisant prolongement de la zone humide de Réghaïa jusqu'à l'île Agueli est estimée à environ 500 ha. Ainsi, la réserve naturelle s'étendra sur une superficie de 1100 ha.



(Source : LARID.M)

Figure I.1 : Carte de situation de la réserve naturelle du Réghaia.

I.2. Caractéristiques physiques :

I.2.1. Géomorphologie :

La topographie du site est assez complexe, le plan d'eau est situé à 4 m au-dessus du niveau de la mer, sa profondeur varie de quelques centimètres à six mètres.

Les berges immédiates sont à pente douce à nulle parfois (0 à 3%). L'altitude croît par endroits pour atteindre 35 m au niveau des collines. Le maquis occupe les fortes pentes (12,5 % à 25%) surplombant le plan d'eau.

La topographie de la région est formée de quatre plateaux à configuration variée :

a – Plateau Ouest : C'est le plateau de Bordj-el bahri et Ain-Taya : il descend graduellement vers la plage en forme de falaises à pentes plus ou moins abruptes.

b – Plateau Est : C'est le plateau de Boudouaou, il s'étale sur la partie Est du périmètre de Réghaïa et se termine sur le littoral par des falaises.

c – Plateau Sud : Il englobe tous les terrains qui proviennent du Hamiz jusqu'à la ville de Réghaïa. Il est formé de terrasses qui s'achèvent au sud de l'oued Réghaïa par des marécages.

d – Plateau Central : Il s'étend sur toute la zone sillonnée par l'oued Réghaïa qui forme une vallée étroite. Cette dernière comprend deux versants, l'un à l'Est appartenant anciennement aux domaines Saïdani et Ali khodja, qui est actuellement occupé par le centre cynégétique et la station de pompage. L'autre à l'Ouest occupé par le douar Ain El –Khahla et le domaine Boudhane.

A la partie Nord de la vallée s'allongent des dunes plus ou moins fixées qui séparent le lac de Réghaïa de la mer.

I.2.2. Hydrographie :

Le lac de Réghaïa est alimenté par trois cours d'eau :

a- Oued Boureah : Est un affluent de l'oued El-Hamiz. Il débute à Rouiba et draine les eaux de ruissellements des terres agricoles de la Mitidja Nord- Est.

b- Oued Réghaïa : Prend naissance au Nord de la ville de Ouled moussa, il est le plus important avec une longueur de 5500m et une profondeur égale à 17 m. Il est alimenté par deux affluents Oued Guesbaï et Oued Berraba.

- c- **Oued El-Biar** : Prend naissance aux environs de la zone industrielle Rouiba - Réghaïa, sa longueur est de 4075 m avec une profondeur qui augmente au fur et à mesure que l'on s'approche du lac pour atteindre 4 m à l'embouchure, (tableau I.1).

Tableau I.1 : Caractéristiques des cours d'eau.

Caractéristiques Oueds	Bassin versant (km ²)	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)
Oued Barreah	20	3600	08	05
Oued Réghaïa	85	5500	10	17
Oued El-Biar	15 à 20	4075	06	04

(Source : ANRH)

La réserve naturelle du lac de Réghaïa est pourvue d'une station de pompage équipée 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.

Suite à l'installation d'une station d'épuration installée en amont de la retenue, le lac reçoit quotidiennement une quantité importante d'eau d'origine industrielle (20.000 m³/j) et urbaine (7000 m³/j).

En plus, il existe une alimentation souterraine grâce à l'affleurement de la nappe ; dont le débit reste inconnu à ce jour, les eaux du lac sont douces mais assez polluées par les divers rejets industriels, urbains et agricoles.

I.2.3. Géologie :

La zone de Réghaïa appartient au subsidant mitidgien à remplissage mio-plio quaternaire.

La Mitidja est un synclinal post astrien remplie par des dépôts du pliocène supérieur. Les marnes du lac de Réghaïa sont isolées de la mer par le cordon dunaire du sahel .Celui-ci, formé par des dépôts de sables dunaires (**BOUKHALFA, 1991**), qui constituaient la digue naturelle avant son renforcement par une digue artificielle, retient actuellement les eaux du lac.

Les formations géologiques du lac de Réghaïa ont donc contribuées au maintien du marais, malgré les nombreuses tentatives d'assèchement.

I.2.4. Climatologie :

La réserve naturelle du lac de Réghaïa est une zone humide côtière, dont une partie des eaux superficielles provient des précipitations, d'où l'intérêt de l'étude climatique.

L'absence de station météorologique au niveau du site nous a contraints à exploiter les données enregistrées à la station de Dar El-Beida, caractérisée par un climat méditerranéen.

Les données climatiques ont été puisées des documents de l’O.N.M. (office national de la météorologie) sur une période de 10 ans entre 1987 et 1997.

I.2.4.1. Les températures :

Il est connu que les températures représentent un facteur déterminant pour les végétaux. En effet, elles conditionnent la répartition des espèces et favorisent le dessèchement estival de la végétation (tableau I.2)

Tableau 1.2 : Valeurs des températures moyennes enregistrées sur une période de 10 ans (1987 - 1997)

Mois	T°C	Jan	Fév	Mars	Avl	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Station DAR EL BEIDA	M	16,94	17,44	19,29	20,86	24,19	27,94	31,10	32,89	29,75	25,79	21,26	18,22
	m	6,00	5,97	7,19	8,89	12,69	16,20	19,23	20,46	18,21	14,60	10,29	7,58
	$\frac{M+m}{2}$	11,47	11,70	13,24	14,87	18,44	22,07	25,16	26,67	23,98	20,19	15,77	12,90
	M-m	10,94	11,46	12,10	11,97	11,50	11,74	11,87	12,43	11,54	11,19	10,97	10,64

(Sources ; ONM, 1998)

- La moyenne du minima (m) du mois le plus froid est : 5,97 C° (Février)
- La moyenne du maxima (M) du mois le plus chaud est : 32,89 C° (Août)
- Les moyennes mensuelles $\frac{M + m}{2}$ prennent des valeurs saisonnières.
 - la plus faible moyenne caractérise la période hivernale : 11,47 C°
 - La moyenne la plus élevée caractérise la période estivale : 26,67 C°

I.2.4.2. Les précipitations :

Le facteur eau influe directement et fortement sur le développement et la croissance des végétaux.

Dans cette zone, les précipitations se caractérisent par une extrême variabilité dans l'espace et dans le temps. Les pluies sont fréquentes en automne et en hiver ; elles diminuent sensiblement dès la fin du printemps et deviennent rares pendant l’été (tableau I.3).

Tableau I.3 : Valeurs des précipitations moyennes enregistrées sur une période de 10 ans (1987/ 1997)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avl	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Précipitations en mm	839,4	742,6	484,9	749,7	281,9	168,9	53,1	89,6	321,4	510,0	788,5	800,0

(Sources : ONM, 1998)

- Le mois de Janvier représente le mois le plus pluvieux pour cette station, soit 839 ,4 mm
- Le mois de Juillet représente le mois le plus sec pour cette station, soit 53,1mm

La réserve est située dans la frange littorale où les pluies commencent à tomber durant le mois de Septembre, s'accroissent en Novembre, Décembre, Janvier et Février, et décroissent quantitativement en Mars, Avril et Mai pour devenir très faibles en Juin, Juillet et Août (Fig. 1)

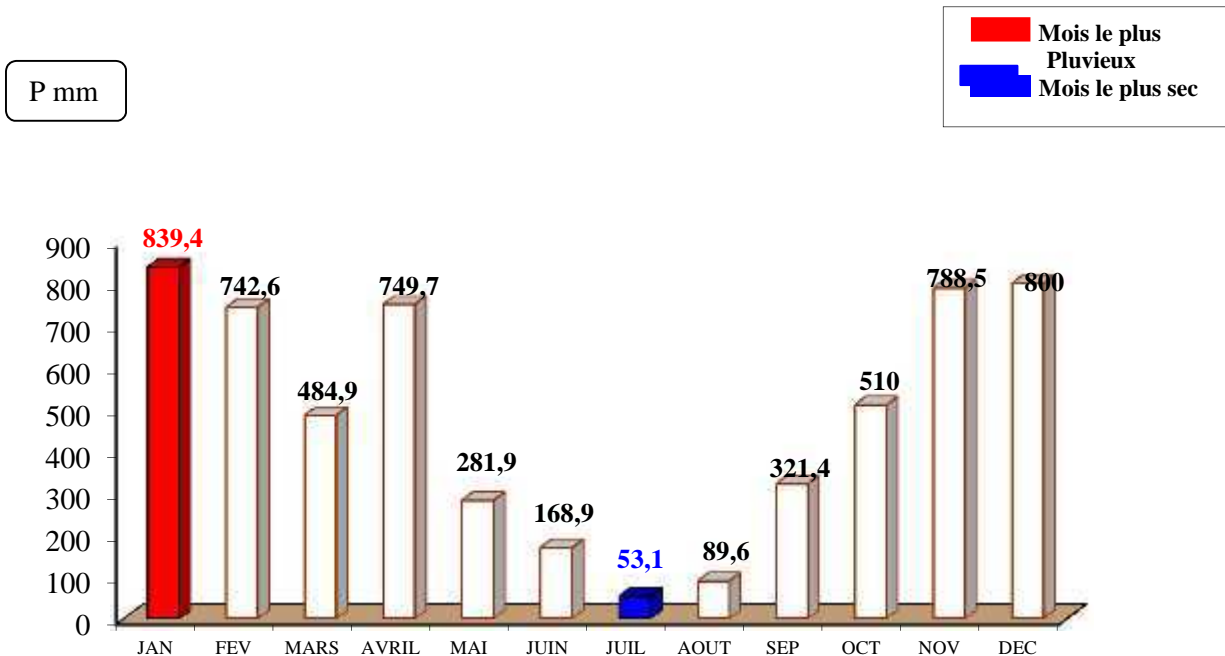


Figure.I.2. Histogramme des précipitations mensuelles (source : ONM in CCR)

I.2.4.3. Humidité :

La période humide englobe les trois saisons (automne, hiver, et printemps) et la période sèche correspond à l'été.

I.2.4.4. Synthèses climatiques :

Pour caractériser le climat d'une région, on procède à une synthèse des principaux facteurs climatiques (Températures et Précipitations) cela permet de déterminer le seuil critique au-dessous duquel le bilan hydrique du sol et donc des végétaux devient déficitaire.

Différents auteurs dont BAGNOULS et GAUSSEN, EMBERGER et STEWART ont proposé des synthèses numériques et graphiques qui rendent mieux compte de cette réalité.

Pour la réserve naturelle du lac de Réghaïa, la période sèche dure cinq (5) mois et la période humide s'étend sur sept (7) mois. Donc, la saison humide est plus importante que la saison sèche (Voir Annexe).

Position de la Station de Réghaïa dans le Climagramme Pluviothermique d'Emberger est subhumide (Voir Annexe).

I.3. Morphologie de la zone marine :

I.3.1. Géomorphologie :

- **Les falaises :** Toute la partie littorale de la réserve naturelle du lac de Réghaïa est limitée par une falaise (pente forte) constituée de sable consolidé et de grès. Sa hauteur diminue en allant de l'Est vers l'Ouest jusqu'au bassin versant de l'oued de Réghaïa, cette falaise est couverte d'une végétation plus ou moins dense.
- **Plage :** La plage d'El kadous est une plage assez large, 1500m de longueur avec une largeur qui varie entre 10 à 40 m, qui est limitée à l'Est par Réghaïa plage, à l'ouest par Déca plage et au Sud par le lac de Réghaïa. Cette plage est caractérisée par un sable plus au moins fin, la grande surface de cet endroit est la conséquence d'accumulation des
- apports de l'oued Réghaïa. Malheureusement ces derniers temps le cordon dunaire de cette zone s'est dégradé sous l'effet de l'extraction de sable entraînant ainsi à moyen terme la disparition de cette barrière naturelle, ceci présente un risque sur l'équilibre biologique et écologique de la zone.

- **Cordon dunaire** : La limite entre Reghaia plage et la plage d'El kadous, se trouvent des dunes côtières couvertes d'une végétation spécifique, formant une barrière morphologique entre la plage et le lac de Reghaia.

I.3.2. Description, richesse et importance :

La zone marine de la réserve naturelle du lac de Reghaia représente une continuité de la zone lacustre, cette dernière débouche sur la mer au niveau de la plage d'El Kadous, l'une des plus belles plages de la côte algéroise.

La partie marine comprend l'île Agueli, qui se dresse à environ 1 Km de côte et qui remonte près de la surface à (- 07 m).

Cet écosystème revêt une valeur particulière, car en plus de sa diversité biologique en raison de la richesse faunistique (abrite 12 espèces de poissons) ainsi qu'une richesse floristique marquée par la présence d'une espèce clé de l'écosystème méditerranéen (la Posidonie océanique), il renferme une formation rocheuse qui joue le rôle de frayère pour de nombreuses espèces sous-marines, et également un lieu de nidification idéal pour le grand cormoran et le goéland leucophé.

Si la spécificité biologique, écologique et touristique de la zone marine de la réserve naturelle du lac de Réghaia justifie amplement l'intérêt qui lui est porté, la proximité d'Alger et les risques de la sur fréquentation estivale, fait craindre le pire pour cette zone.

I.4. Les caractéristiques écologiques :

La réserve naturelle du lac de Réghaia chevauche entre la mer et la terre. Cette alliance lui confère une diversité biologique remarquable tant végétale qu'animale, il ressort que cette réserve naturelle abrite un complexe d'écosystèmes spécifiques et complémentaires se succédant de la partie continentale à la mer.

I.4.1. Les écosystèmes de la zone :

I.4.1.1. Écosystème marécageux :

Milieu intermédiaire entre le pré et le lac, il joue un rôle important d'une part, pour contenir et régler les crues des oueds, et d'autre part, cet habitat constitue le milieu idéal pour la nidification de nombreuses espèces comme *les hérons*, *l'avocette* et *le canard colvert* quant à la composition végétale, elle varie en fonction des saisons suite à l'alternance d'inondations et d'assèchements parfois prolongés de l'endroit, dont le caractère le plus manifeste de cet habitat est sa végétation qui forme des zones distinctes en cercles concentriques.

Les plantes aquatiques émergentes dominant le paysage de cette réserve naturelle ; sont à base de *Phragmites communis* et *Typha LATIFOLIA* ; enrichies au printemps par des touffes de

Scirpus lacustris et *Iris pseudacorus*, d'autres espèces s'y rencontrent également tel que les *Joncs* et les *Renoncules*

Les milieux les plus ouverts attirent quant à eux les oiseaux d'eau comme les *Aigrettes*, les *Limicoles* et les *Foulques*.



Photo I.1 : Ecosystème Marécageux (source : CCR).

I.4.1.2. Ecosystème lacustre :

Il est représenté par un réservoir permanent d'eau douce d'une superficie de plus de 75 ha. A partir de la limite externe de la rive se succèdent une zone peuplée d'arbres hydrophiles ; *Salix alba*, *Populus alba*, *Eucalyptus camaldulensis*. Les berges du lac sont colonisées par des groupements de plantes hydrophiles telle que *Typha latifolia*, *Phragmites communis* et *Scirpus lacustris*.



Photo I.2 : Ecosystème lacustre (source : CCR).

I.4.1.3. Écosystème forestier :

Il forme une ceinture plus ou moins étroite autour du lac qui permet une bonne protection pour l'avifaune et les autres espèces animales.



Photos I.3 : Vues sur le maquis (source : CCR).

I.4.1.4. Ecosystème dunaire :

Le cordon dunaire constitue une barrière naturelle entre la mer et le lac, cet écosystème est colonisé par une végétation se développant en bande étroite le long de la côte qui arrête et fixe le sable, représentée par des groupements à *Pancratium maritimum*, *Lotus creticus*, *Amophila arenaria* et *Chamaerops humilis*.

La zone de transition entre le lac et les dunes est colonisée par des peuplements à *Tamarix africana* et *Plantago coronopus*.



Photos I.4 : Ecosystème dunaire de la réserve naturelle (source : CCR).

I.4.1.5. Ecosystème marin :

Représenté par la petite île Agueli qui se dresse sur une superficie de 212 m² entre le large et l'embouchure du lac de la réserve naturelle de Réghaïa abritant une faune et flore remarquable. Cette île à un effet attractif et son rôle est capital comme zone de frayère pour de nombreuses espèces faunistique, à titre d'exemple, la grande cigale de mer *Scyllarus latus*.

Cette zone est reconnue également comme lieu de nidification de certaines espèces aviaires telle que le *Grand cormoran* et le *Goéland leucophé*.

Parmi les espèces végétales rencontrées au niveau et aux alentours de cette formation rocheuse, on peut citer : *Asteriscus maritimus*, *Altheae officinalis*, *Posidonia oceanica* et *Laminaria sp.*



Photos I.5 : écosystème marin, vues sur île Agueli (source : CCR).

- **Les richesses faunistiques et floristiques de la réserve naturelle du lac de Réghaïa :**
 - La réserve naturelle du lac de Réghaïa renferme une richesse floristique remarquable estimée à un minimum de 233 espèces végétales recensées, soit l'équivalent de 13% de la flore du Nord de l'Algérie.

- La diversité des ressources végétales naturelles dans la réserve naturelle du lac de Réghaia est à l'origine d'une richesse faunistique remarquable
 - 20 Mammifères
 - 09 espèces entre Reptiles et Amphibiens, parmi lesquelles certaines espèces sont protégées.

- la zone marine, elle renferme une richesse spécifique marquée par la présence de 3 espèces d'invertébrés 12 espèces de poissons et 01 espèce de Mammifères.

I.5. Analyse des données environnementales :

L'esprit d'une analyse environnementale est dressé un constat des effets réels ou potentiels sur l'environnement des activités, produits, services et pratiques d'un organisme. Elle n'a pas pour objectif de résoudre immédiatement les problèmes identifiés, mais de servir de base à la détermination d'objectifs d'amélioration et d'un programme d'actions.

L'analyse environnementale est l'une des principales étapes de la mise en place d'un système de management environnementale (SME). Elle constitue « l'état des lieux » environnementale sans lequel ne peut débuter la démarche. (**ODILE FAURE-ROCHET, 2005**). Cette analyse se base sur des indicateurs (mesurée ou décrite).

- **Indicateurs environnementaux :**

Un indicateur environnemental désigne une variable quantitative ou qualitative qui peut être mesurée ou décrite. Un indicateur de l'environnement est une représentation simplifiée d'une réalité complexe qui répond à trois grandes fonctions : scientifique : évaluer l'état de l'environnement ; politique : identifier les priorités et évaluer les performances de l'action publique ; sociétale : faciliter la communication.

Un indicateur doit répondre à un ensemble de critères qui permet de le définir :

- Type d'indicateur : énergie - eau - déchet - etc.

- Objet et Signification de l'indicateur.

- Pertinence vis à vis de la mesure.

- Relations d'interaction avec d'autres indicateurs.

- Réglementation.

- Description méthodologique des mesures.

- Limites de l'indicateur.
- Autres définitions parfois utilisées.
- Evaluation de la disponibilité des données nécessaires au calcul de l'indicateur.
- Données disponibles auprès d'autres sources nationales et internationales.
- Institutions, laboratoires, cabinets ayant participé à l'élaboration de l'indicateur.
- Références Bibliographie.
- Evolution prévisibles dans le temps.
- Nom du responsable et date de la dernière mesure.

Exemples d'indicateurs environnementaux : DBO₅, DCO, etc.

En peut classer les indicateurs comme suite :

Air et climat :

1. Qualité de l'air.
2. Émissions atmosphériques :
 - a. polluants atmosphériques ex : ammoniac NH₃, oxydes d'azote NO_x.
 - b. Substances toxiques ex : mercure.
 - c. Émissions de gaz à effet de serre.
3. Météo.
4. Impacts de la pollution sur la santé humaine.

Nature :

1. Habitats protégés
 - a. Aires protégées
 - b. Changement du niveau de risque de disparition des espèces sauvages
 - c. Situation générale des espèces
 - d. Les tendances des populations d'espèces en péril
 - e. Tendances liées aux populations d'oiseaux migrateurs
2. Ressources biologiques.

Eau :

1. Qualité de l'eau
2. Pressions sur la qualité de l'eau
 - a. Traitement des eaux usées municipales
 - b. Indicateurs de la qualité du sol et de l'eau pour l'agriculture
 - c. Rejets de substances toxiques dans l'eau.

Pour notre cas en a choisis l'indicateur eau pour la disponibilité des données par rapport aux autres indicateurs.

Les analyses des paramètres physico-chimiques sont effectuées par le centre cynégétique de Réghaia (annexe).

Chapitre II

Matériels et méthodes

Introduction :

Les informations issues des analyses réalisées auprès le centre cynégétique de Réghaia (CCR) ont permis d'élaborer une matrice structurelle et de regrouper les Stations en types représentatifs de la diversité physico-chimique observée. Celle-ci permet de comparer les stations entre elles et par conséquent de cerner leur degré de pollution.

Notre étude a pour objectif d'identifier et de caractériser la variabilité physico-chimique, dans le lac du Réghaia en se basant sur les analyses des paramètres suivants :

- O_2 (mg/l) : **oxygène**
- NO_3 (mg/l) : **nitrate**
- NO_2 (mg/l) : **dioxyde d'azot**
- PO_4 (mg/l) : **phosphate**
- Transparence
- Profondeur
- pH : **potentiel hydrogène**

II.1. Matériels :

Statistica : est un système complet et intégré d'analyse des données, de représentation graphique, de gestion de bases de données, et de développement d'applications personnalisées, offrant une large gamme de procédures élémentaires ou avancées pour les sciences, le data mining, les affaires et les applications industrielles.

Les analyses faites sur chaque 5 station, 4 prélèvements pour chaque station. La carte suivante nous montre les zones au les prélèvements sont effectuées



- A Zones de pâturage : N 36° 46' 498 / E 003° 19' 832
- ▲ B Zones marécageuses (intersection des oueds) : N 36° 45' 802 / E 003° 20' 191
- ★ C Le centre du lac : N 36° 46' 278 / E 003° 20' 057
- D La digue : N 36° 46' 498 / E 003° 19' 832
- ◆ E Station de pompage : N 36° 46' 582 / E 003° 20' 055

Figure II.1 : Localisation des sites de prélèvements au niveau du lac de Réghaia

II.2. Méthodes de travail :

II.2.1. Analyse des données :

Notre méthodologie d'analyse des données est basée sur l'étude de la qualité des eaux du lac, à travers les profils physico-chimiques dans les stations. Nous allons traiter les données issues des analyses.

L'hypothèse de départ suppose que ces stations sont toutes semblables. Pour confirmer ou infirmer cette hypothèse nous procédons par une analyse individuelle des caractères quantitatifs et qualitatifs, puis montrer les interactions éventuelles existantes entre ces différents caractères.

On notera qu'un caractère est défini comme un trait observé dans un groupe d'êtres vivants. Par ailleurs, les états d'un caractère sont les différentes formes que peut prendre ce dernier (MOURA, 2002).

II.2.1.1. Analyse uni-variée des profils quantitatifs :

L'analyse uni-variée nous permet de déterminer la qualité de l'expérimentation caractère par caractère. De plus, nous étudierons les groupements et les dispersions des échantillons choisis. En premier lieu, nous faisons l'indice de représentativité de la valeur globale ; par la suite, pour l'analyse des variables quantitatives, nous avons utilisé la moyenne des variables par station et par région pour chaque caractère mesurable vu le nombre assez élevé des observations d'une part, et d'autre part, notre analyse sert à vérifier l'hypothèse de la ressemblance des populations (localités, races et populations) et non pas des individus (annexe).

Par définition dans le tableau des données brutes, nous désignons par **I**, l'ensemble des lignes ou des observations et par **J**, l'ensemble des colonnes ou des variables. Chaque observation **i** est représentée par une variable **j** dans le tableau des données brutes formant ainsi un ensemble de valeurs **X_{ij}**.

Certaines informations ont pour but d'identifier les stations et ne doivent pas être considérées comme des descripteurs puisqu'elles ne rentrent dans aucune analyse, mais elles : servant à l'interprétation des résultats statistiques.

II.2.1.2. Analyse de la Variance ANOVA :

L'Analyse de la variance et l'analyse factorielle sont des techniques permettant de savoir si une ou plusieurs variables *dépendantes (variables à expliquer)* sont en relation avec un ou plusieurs variables dites *indépendantes (variables explicatives)*. Sur l'ensemble des variables quantitatives nous devons déterminer s'il existe une différence significative entre les individus par leur emplacement (localités), par les types qui constituent la population et par les races existantes dans la région c'est-à-dire l'influence du milieu, de la population et des races sur ces variables quantitatives.

Nous sommes dans un cas d'ANOVA à un facteur (région, et stations) non équilibré puisque le nombre de répétitions n'est pas le même pour les différentes localités, et stations.

Le tableau des données est le tableau des caractères quantitatifs formé en colonnes par l'ensemble des variables quantitatives et en lignes par l'ensemble des échantillons pour l'ensemble des régions et stations sachant que le nombre des échantillons par stations n'est pas le même (facteurs non équilibrés).

Le test de Newman-Keuls : est une méthode de comparaison multiple qui permet de comparer toutes les paires de moyennes en contrôlant le risque alpha global, à un niveau défini.

C'est une procédure par étape qui se repose sur une *studentized range distribution*. Bien qu'elle ne fournisse pas d'estimation de l'intervalle de différence entre chaque paire de moyenne ; elle indique qu'elles moyennent sont significativement différentes des autres par une classification en sous-ensembles homogènes.

II.2.1.3. Analyse Multi-variée :

L'analyse Multi-variée permet de passer au niveau d'analyse par la confrontation des différentes distributions pour analyser de façon précise les interactions entre les variables sélectionnées et d'essayer de mettre en évidence des combinaisons plus ou moins systématiques de variables et de dégager les composantes qui structurent les populations étudiées. Les méthodes d'étude de l'ensemble des caractères reposent sur les principes de l'analyse statistique multidimensionnelle (**JIVOTOVSKI, 1985**).

II.2.1.3.1. Analyse en composantes principales (ACP) :

C'est une des techniques les plus classiques de la statistique multi-variée. Elle permet d'extraire le maximum d'informations sous une forme simple et cohérente à partir d'un ensemble très élevé de données. Elle sert aussi à mettre en évidence les interrelations entre les variables et les ressemblances et les oppositions entre stations et lacs analysées.

Toutefois, il faut rappeler que cette méthode s'applique à un ensemble de variables quantitatives.

Le même tableau utilisé pour l'analyse uni-variée pour les caractères quantitatifs est utilisé pour l'Analyse en Composantes Principales. Ce tableau est formé des moyennes des valeurs quantitatives pour les 7 caractères étudiés. Chaque valeur dans la même ligne correspond à une station sur un total de 20.

L'ACP nous permet, entre autre, de calculer la matrice de corrélation entre les variables quantitatives. La difficulté de l'ACP se résume dans la détermination du système d'axes de références tels qu'en diminuant le nombre de dimension de l'espace dans lequel nous projetons les points d'observations, la perte de l'information soit minimale.

II.2.1.3.2. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) :

La classification Ascendante Hiérarchique est une des méthodes d'analyse qui consiste à résumer les relations entre unités taxonomiques opérationnelles par une structure simplifiée, à partir de la matrice des correspondances (ALILI, 1988).

- Caractéristique de la CAH :

En général, les classifications procèdent par la partition d'un ensemble de variables en un système de classes disjointes. Dans les classifications hiérarchiques, chaque classe peut être subdivisée au niveau inférieur ou regroupée au niveau supérieur de la hiérarchie. Les résultats obtenus sont de la sorte qu'ils peuvent être synthétisés graphiquement sous la forme de dendrogramme.

MOURA (2002) souligne que les méthodes de la classification ascendantes sont très utilisées dans le domaine de la classification. Elles regroupent successivement les taxons les plus proches et recalculent à chaque fois, en fonction des taxons regroupés, les distances des autres taxons au nœud résultant. Le processus est répété jusqu' à l'agglomération de tous les taxons.

- Choix d'une distance :

L'efficacité de la CAH dépend essentiellement du choix de la distance utilisée. Notre choix est porté sur la distance Euclidienne pour décrire la similarité et la distance de Pearson pour décrire la dis-similarité entre les populations.

L'ACP et la CAH sont complémentaires, et on est le plus souvent amené à les utiliser conjointement pour analyser un problème donné.

Comparant les résultats obtenus par l'ACP avec ceux de la CAH, nous pouvons déduire la distance qui explique le mieux cette classification.

Nous avons utilisé le même tableau que dans l'analyse précédente, à savoir l'ACP. Ce tableau comporte 10 localités, 03 populations et 05 races avec 27 caractères quantitatifs.

L'avantage de cette méthode est la simplicité des interprétations et la clarté des résultats.

Toutefois, ces résultats nécessitent une analyse critique. D'après (HAMROUNI, 1982), les résultats sont valables si l'ensemble étudié appartient à un espace de dimensions relativement réduites. Pour cela, il est nécessaire de faire précéder l'Analyse Ascendante Hiérarchique par une analyse des correspondances.

Chapitre III

Résultats et discussion

III.1. Analyse statistique :

Les mesures sont faites sur un total de 140 échantillons et sur une totalité de 20 stations, les critères pris en considération sont :

L'oxygène dissous, les nitrates et nitrites, les ortho-phosphates, le potentiel d'hydrogène, la transparence des eaux ainsi que la profondeur.

Les informations issues des analyses réalisées auprès de Centre cynégétique du Réghaia ont permis d'élaborer une matrice structurelle et de regrouper les différentes Stations en types représentatifs de la diversité physico-chimique observée de la qualité des eaux (**Voire annexe**).

III.2.1. Analyse uni-variée :

III.2.1.1. Statistique descriptive des caractères quantitatifs :

Les paramètres statistiques de chaque variable sont présentés dans le **Tableau III.1** : la moyenne, la valeur maximale, la valeur minimale, écart-type et le coefficient de variation.

Dans un intervalle de confiance de 95 %, nous remarquons une grande variabilité inter et intra variables. Le premier indicateur de cette variabilité est l'étendue qui est important, la valeur maximale concerne la profondeur quant au coefficient de variation, il permet de comparer la dispersion de variables dont les unités sont différentes (Tableau III.1).

Dans notre analyse, ce coefficient est inférieur à 0,03% ($CV < 13\%$) pour les variables pH, NO₂, PO₄ cela équivaut à une dispersion plus faible.

Par contre, pour les variables : O₂, NO₃ sont nettement supérieures à 13 %, avec des valeurs respectives de 1,60 et 0,97 par le fait de l'intervalle des valeurs minimale et maximale.

Par ailleurs, on note que plus ce coefficient est faible, meilleure est la précision de l'essai et moins il y a d'erreurs dans les résultats (**ACOURENE et al. 2001**).

Tableau III.1 : Statistique descriptive des données physico-chimique des eaux du lac de Réghaia

Variabes	Actifs	Moyenne	Min	Max	Variance	Ecart-type	Coefficient de variation (%)
O ₂ (mg/l)	20	9,015	7,980	10,050	0,63	2,07	9,08348
NO ₃ (mg/l)	20	3,58	2,800	4,360	0,40	1,56	17,42668
NO ₂ (mg/l)	20	0,495	0,290	0,700	0,02	0,41	30,67552
PO ₄ (mg/l)	20	0,475	0,250	0,700	0,03	0,45	43,16655
Transparence	20	97,16	63,320	131,000	527,70	67,68	23,57362
Profondeur	20	339,330	76,660	602,000	38229,25	525,34	85,46146
pH	20	8,15	7,000	8,800	0,31	1,3	6,89652

Remarque : l'écart type et l'intervalle de confiance de la moyenne sont valides uniquement dans le cas d'un échantillonnage aléatoire simple.

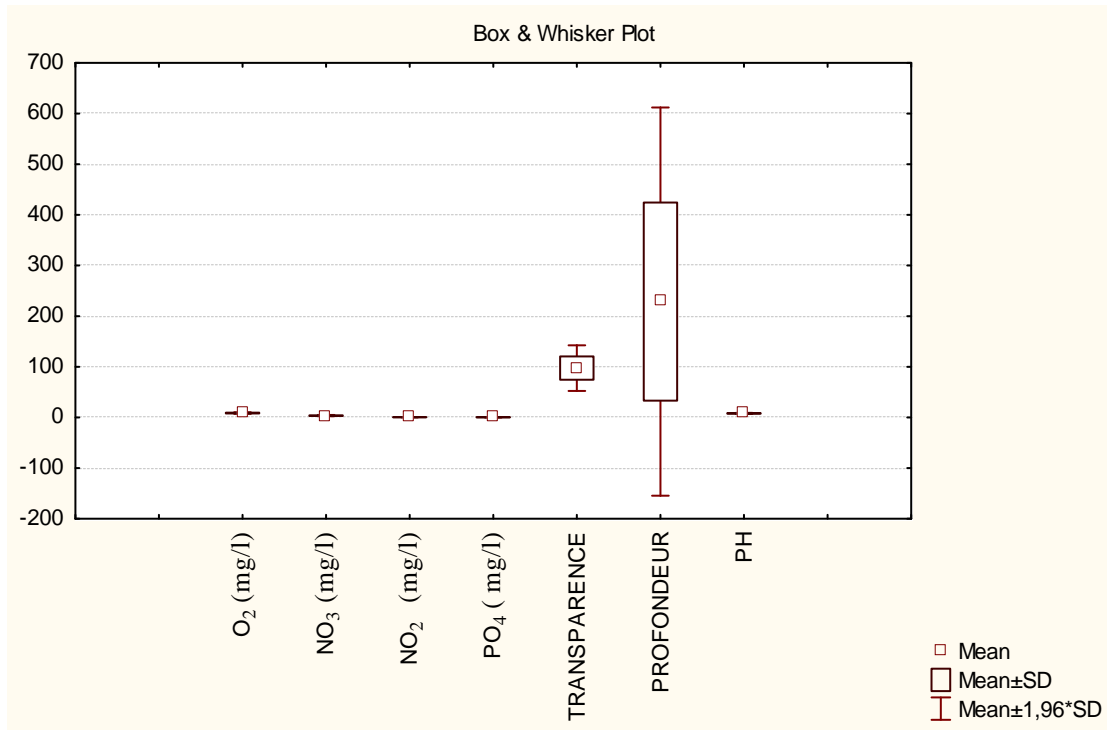


Figure III.1 : Boîte à moustache des sept variables

Dans les représentations graphiques de données statistiques, la **boîte à moustaches** (aussi appelée **diagramme en boîte**, **boîte de Tukey** ou **box plot**) est un moyen rapide de figurer le profil essentiel d'une série statistique quantitative.

La boîte à moustaches résume seulement quelques caractéristiques de position du caractère étudié (médiane, quartiles, minimum, maximum ou déciles). Ce diagramme est utilisé principalement pour comparer un même caractère dans deux populations de tailles différentes.

III.2.1.2. Les distributions des caractères quantitatifs

Pour l'analyse uni-variée d'un caractère, celle-ci est analysée sans tenir compte des autres. La distribution des caractères quantitatives a été étudiée pour les stations étudiées dans notre analyse : par **station**.

La plupart des indicateurs environnementaux, peuvent prendre des valeurs qui recouvrent de façon continue un large intervalle de variation.

Après confirmation de la normalité des données et l'homogénéité des variances, les résultats des analyses effectuées sont comme suit :

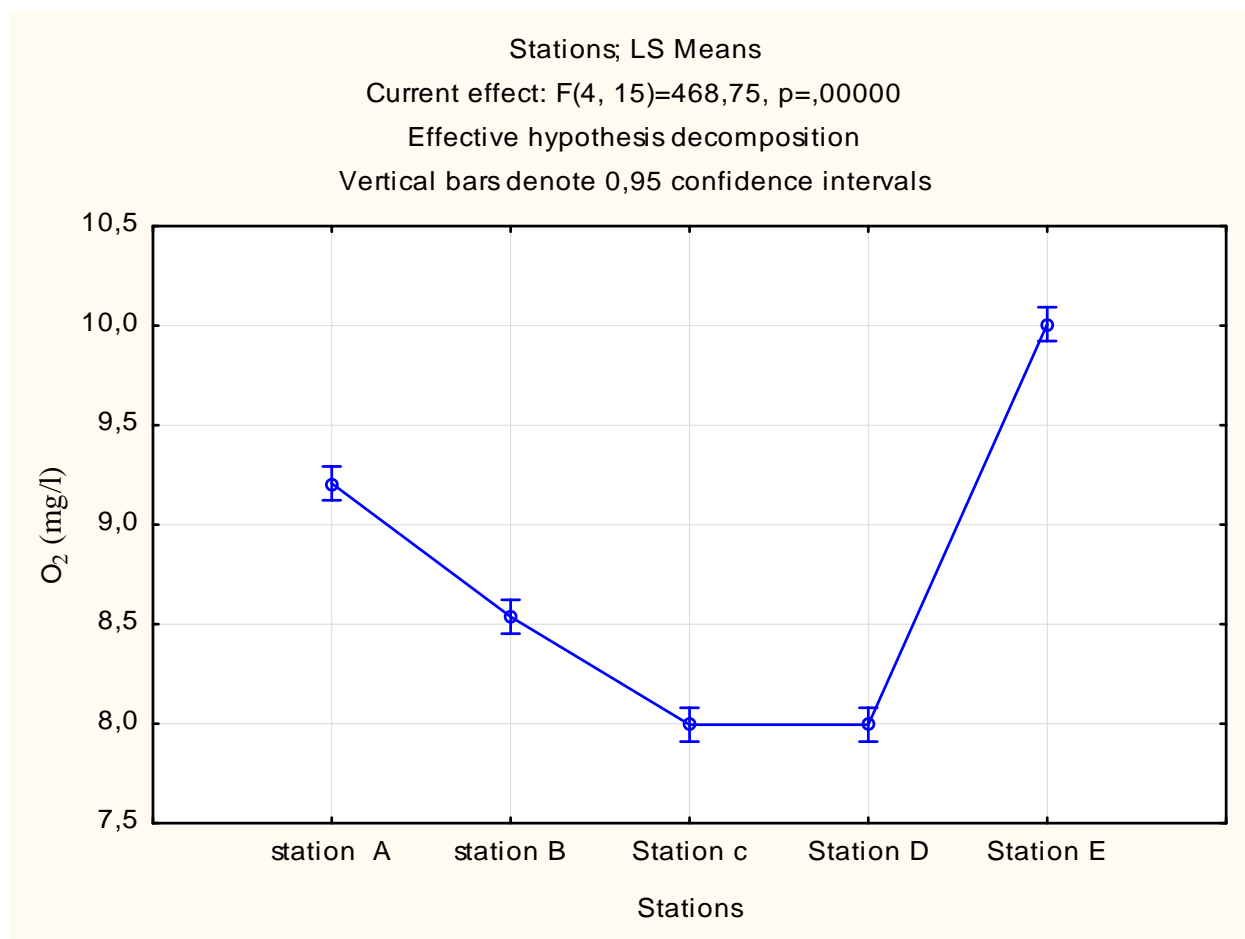
III.1.1.2.1 : Oxygène dissous O₂ :

Figure III.2 : La gamme de la variation de l'O₂ dans la zone d'étude.

Tableau III.2 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du O₂.

	[O ₂] min (mg/l)	[O ₂] max (mg/l)	[O ₂] moyenne (mg/l)	ET
Réghaia	7,9800	10,050	9,015	2,07

On note que les valeurs moyennes de l'O₂ présentent des valeurs importantes pour la station E, contrairement aux autres stations qui présentent des valeurs moins importantes.

III.1.1.2.2. Les nitrate NO₃ :

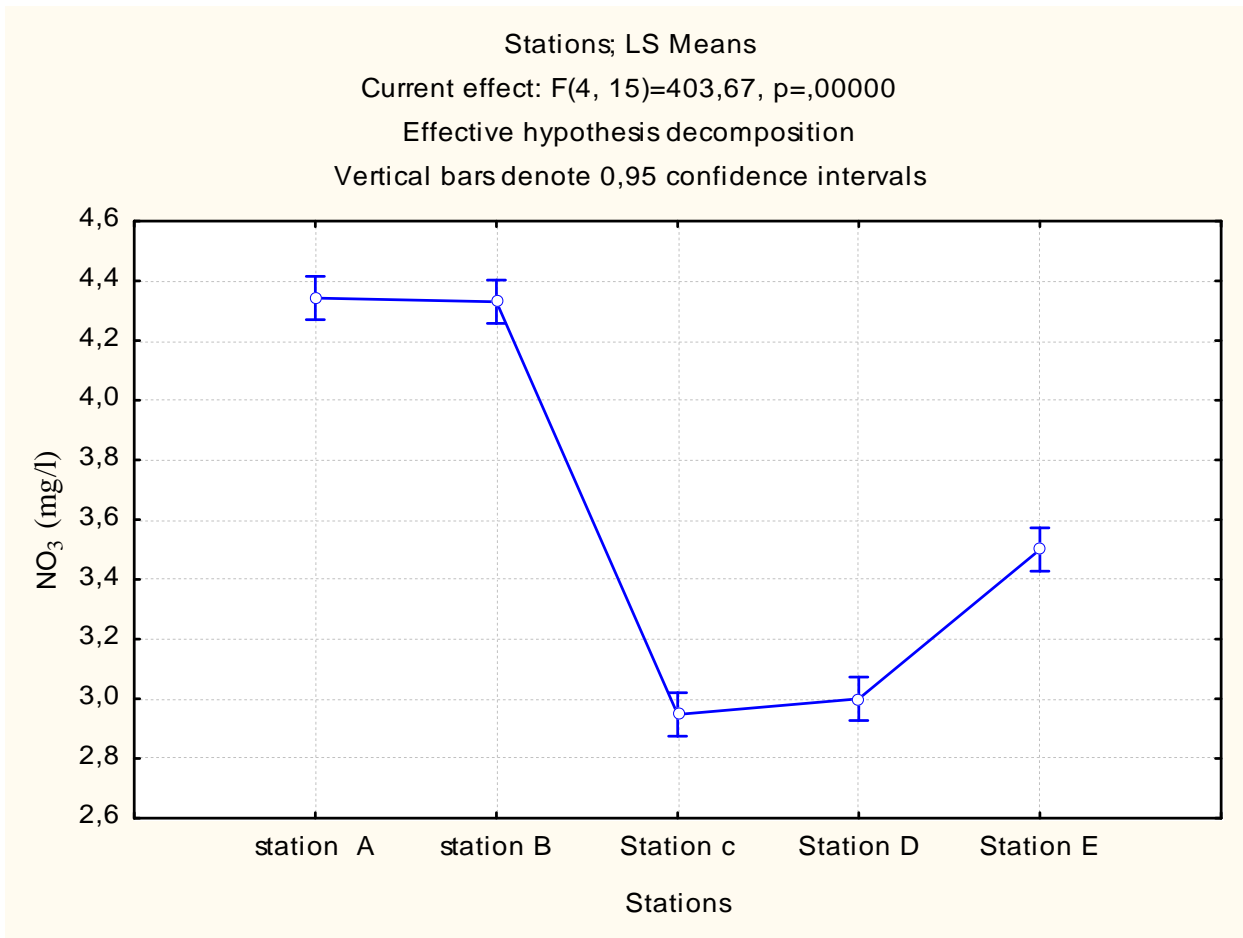
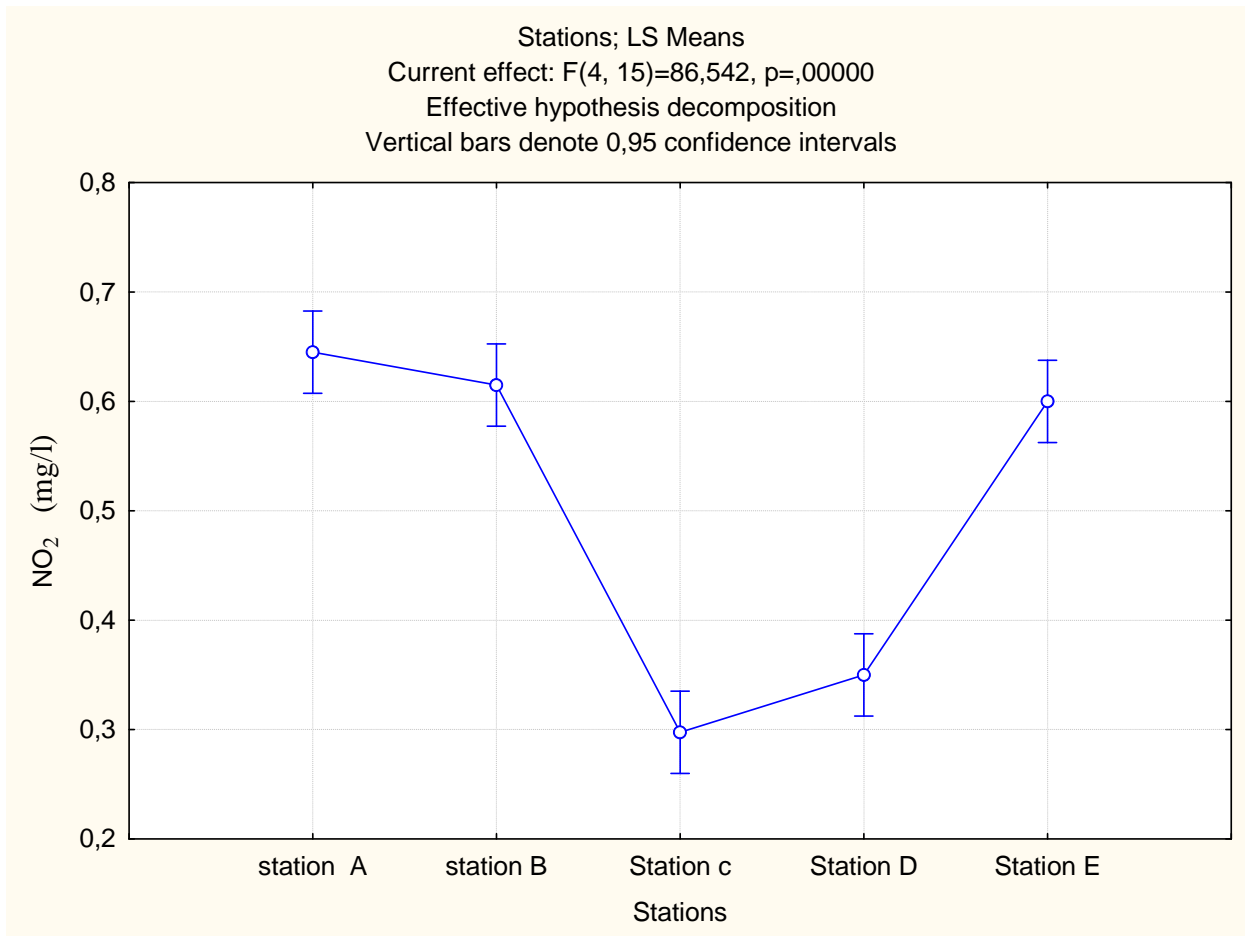


Figure III.3 : La gamme de la variation du NO₃ dans la zone d'étude.

Tableau III.3 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du NO₃

	[NO ₃] min (mg/l)	[NO ₃] max (mg/l)	[NO ₃] moyenne (mg/l)	ET
Réghaia	2,800	4,360	3,58	1,56

On note que les valeurs moyennes de NO₃ présentent des valeurs importantes pour les stations A et B, contrairement aux autres stations qui présentent des valeurs moins importantes

III.1.1.2.3. Les nitrites NO₂ :Figure III.4 : La gamme de la variation du NO₂ dans la zone d'étudeTableau III.4 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du NO₂

	[NO ₂] min (mg/l)	[NO ₂] max (mg/l)	[NO ₂] moyenne (mg/l)	ET
Réghaia	0,290	0,700	0,495	0,41

On note que les valeurs moyennes de NO₂ présentent des valeurs importantes pour les stations A, B et E contrairement à la station C et D qui présente des valeurs moins importantes.

III.1.1.2.4. Les ortho-phosphate PO₄ :

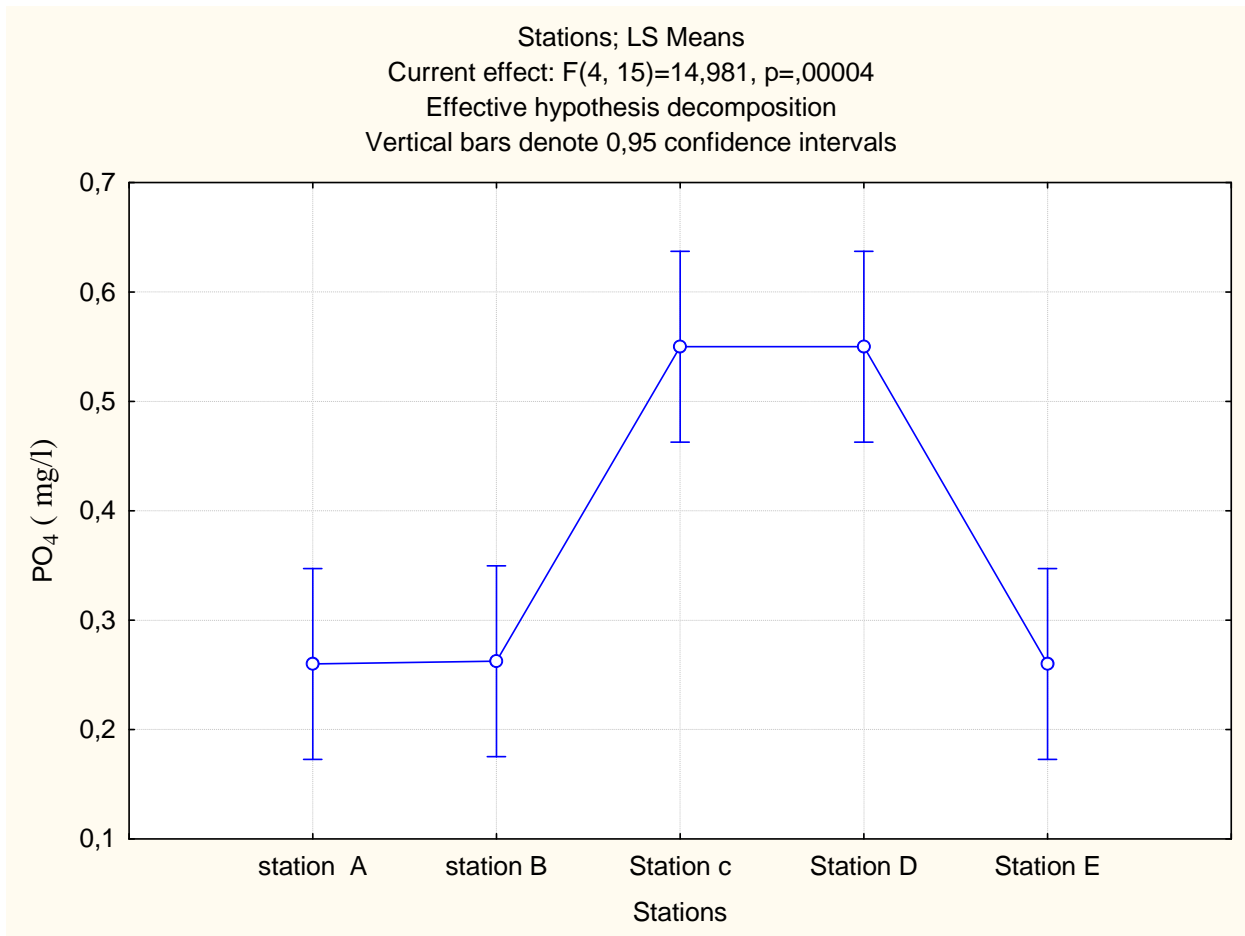


Figure III.5 : La gamme de la variation du PO₄ dans la zone d'étude

Tableau III.5 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du PO₄.

	[PO ₄] min (mg/l)	[PO ₄] max (mg/l)	[PO ₄] moyenne (mg/l)	ET
Réghaia	0,250	0,700	0,475	0,45

On note que les valeurs moyennes de PO₄ présentent des valeurs importantes pour les stations C et D, contrairement aux autres stations qui présentes des valeurs moins importantes

III.1.1.2.5. La transparence des eaux :

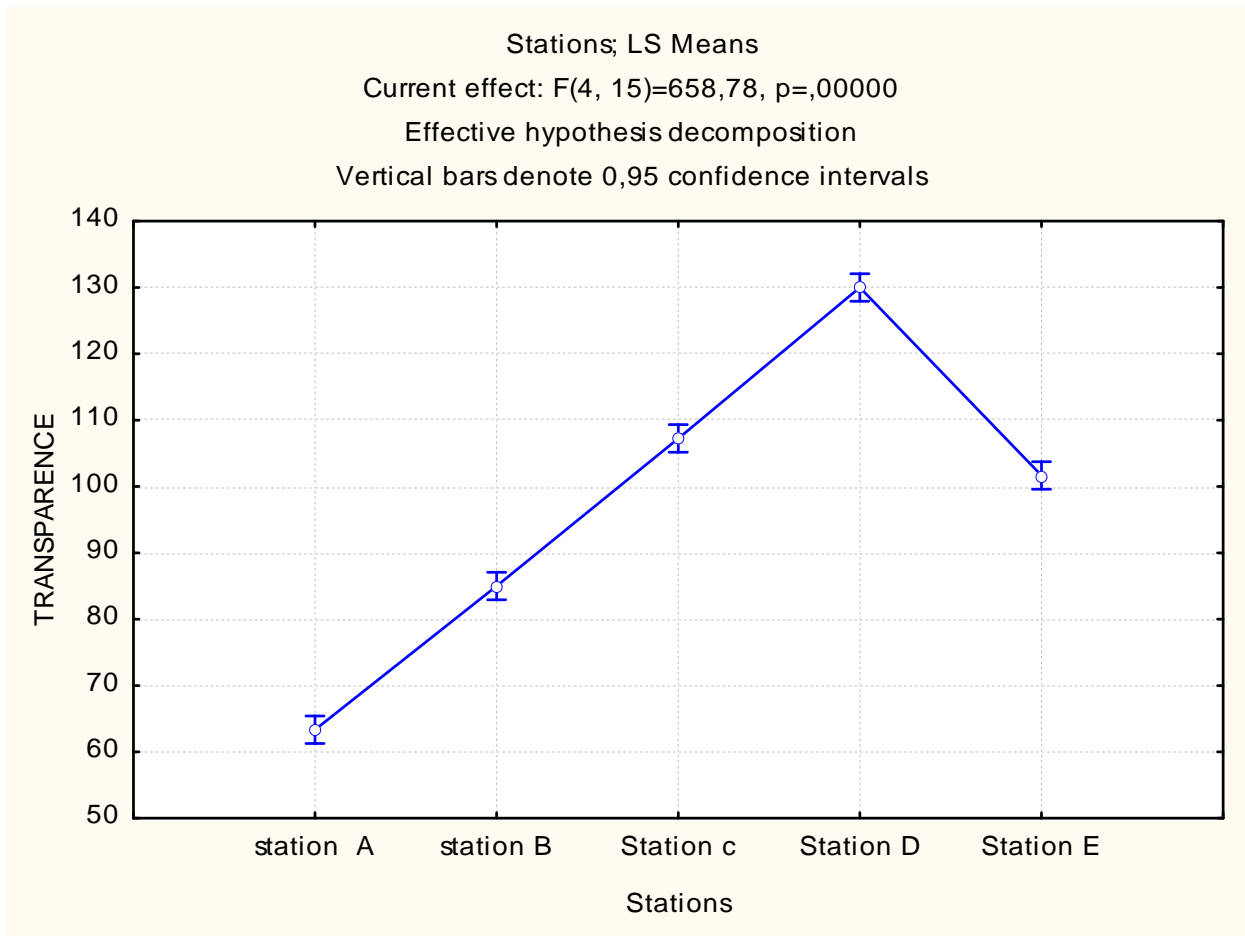


Figure III.6 : La gamme de la variation de la transparence dans la zone

Tableau III.6 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne de la transparence

	Transparence min	Transparence] max	Transparence moy	ET
Réghaia	63,320	131,0000	97,16	67,68

On note que les valeurs moyennes de la Transparence présentent des valeurs importantes pour la station D contrairement, aux autres stations qui présentent des valeurs moins importantes, notamment pour la station A.

III.1.1.2.6. La profondeur :

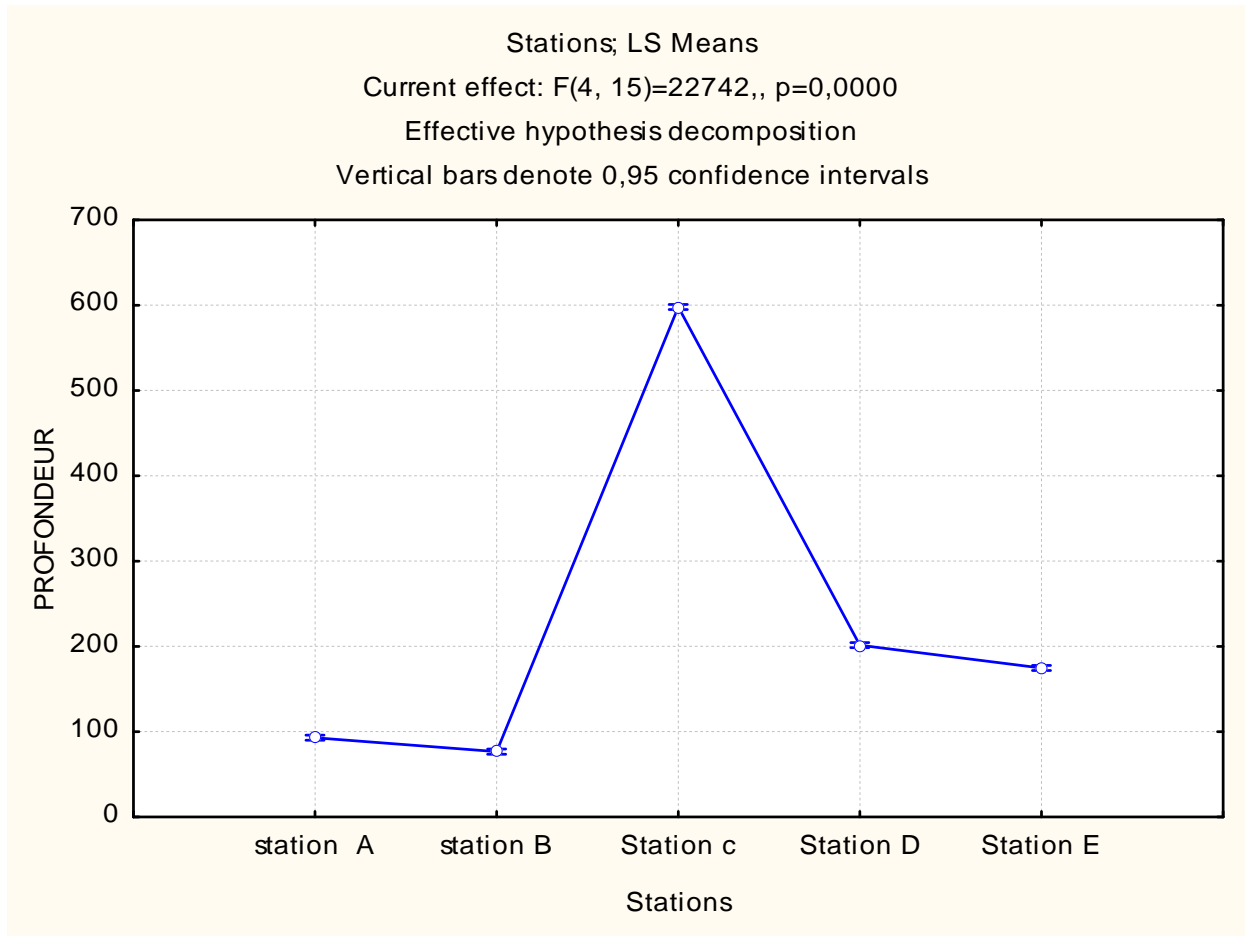


Figure III.7 : La gamme de la variation de la profondeur dans la zone d'étude.

Tableau III.7 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne de la profondeur.

	Profondeur (cm) min	Profondeur (cm) max	Profondeur (cm) moy	ET
Réghaia	76,660	602,0000	339,330	525,34

On note que les valeurs moyennes de profondeur présentent des valeurs importantes pour la station C, contrairement aux autres stations qui présentent des valeurs moins importantes

III.1.1.2.7. Le potentiel d'hydrogène pH :

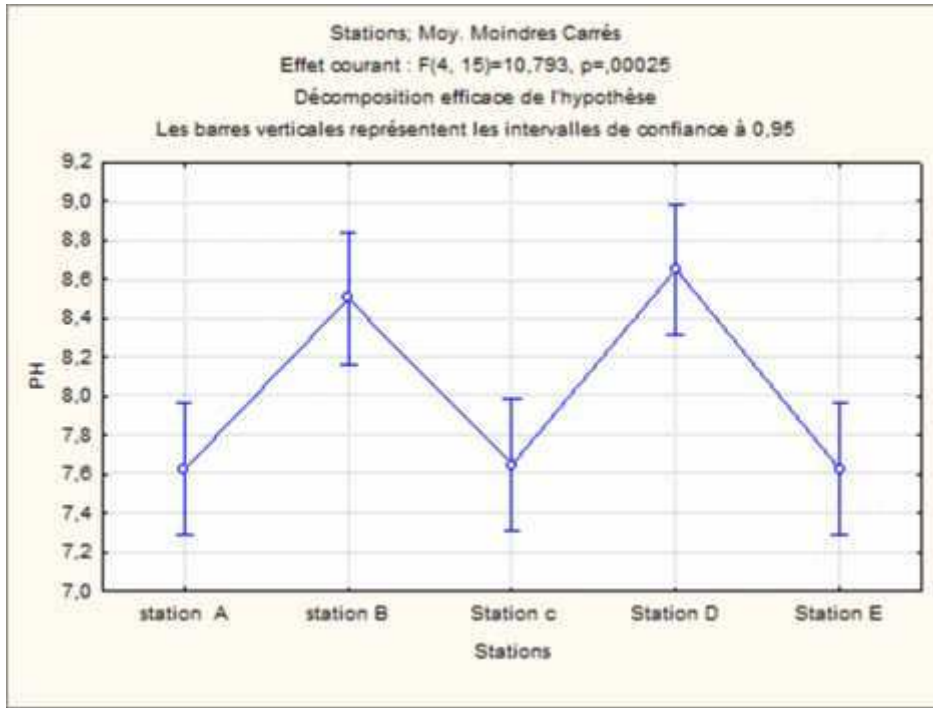


Figure III.8 : La gamme de la variation du pH dans la zone d'étude.

Tableau III.8 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du pH

	pH min	pH max	pH moyenne	ET
Réghaia	7,5	8,8	8,15	1,3

En général les eaux du lac sont neutres avec une gamme de variation de 7.5 à 8.8.

Pour l'analyse de l'ANOVA on dira que ; L'analyse de la variance est hautement significative (P = 0,001) pour les cas HS (hautement significative), MS (moyenne significative), et S (significative), ce qui explique la variabilité des résultats très large entre les différents types stations pour les paramètres étudiés (les 7 vars) (Tableau III.9).

Tableau III.9: Univariate Tests of Significance for (Matrice Réghaia)

	O₂ (mg/l)					Degré de signification
	SS	Degr. Of liberte	MS	F	P	
Stations	11,903	4	2,976	468,8	0,000000	HS
	NO₃ (mg/l)					
	SS	Degr. Of liberte	MS	F	p	
Stations	7,5083	4	1,8771	403,67	0,000000	HS
	NO₂ (mg/l)					
	SS	Degr. Of liberte	MS	F	P	
Stations	0,430980	4	0,107745	86,542	0,000000	HS
	PO₄ (mg/l)					
	SS	Degr. Of liberte	MS	F	P	
Stations	0,401380	4	0,100345	14,9806	0,000040	HS
	TRANSPARENCE					
	SS	Degr. Of liberte	MS	F	p	
Stations	9969,6	4	2492,4	658,78	0,000000	HS
	PROFONDEUR					
	SS	Degr. Of liberte	MS	F	p	
Stations	726236	4	181559	22742,2	0,00	HS
	pH					
	SS	Degr. Of liberte	MS	F	p	
Stations	4,303	4	1,076	10,79	0,000253	HS

Seuil de signification :

- P 0,001 HS
- P 0,01 S

- P 0,05 MS
- P 0,05 NS

En ce qui concerne le test newsmann keuls indique les groupes homogènes pour chaque cas étudiés qui sont rassemblé dans le tableau ci-après :

On note la constitution des groupes homogènes : trois pour les variables NO₃ et pH. Quatre groupes pour la transparence et cinq pour la profondeur.

Tableau III.10 : les groupes homogènes par le test newsmann keuls.

O ₂							
	Stations	O ₂ (mg/l)	1	2	3	4	
3	Station C	7,99500	****				
4	Station D	7,99500	****				
2	Station B	8,53750		****			
1	Station A	9,20750			****		
5	Station E	10,00750				****	
NO ₃							
	Stations	NO ₃ (mg/l)	1	2	3		
3	Station C	2,947500	****				
4	Station D	3,000000	****				
5	Station E	3,500000			****		
2	Station B	4,330000		****			
1	Station A	4,342500		****			
NO ₂							
	Stations	NO ₂ (mg/l)	1	2			
3	Station C	0,297500		****			
4	Station D	0,350000		****			
5	Station E	0,600000	****				
2	Station B	0,615000	****				
1	Station A	0,645000	****				
PO ₄							

	Stations	PO ₄ (mg/l)	1	2			
5	Station E	0,260000	****				
1	Station A	0,260000	****				
2	Station B	0,262500	****				
4	Station D	0,550000		****			
3	Station C	0,550000		****			
TRANSPARENCE							
	Stations	TRANSPARENCE	1	2	3	4	5
1	station A	63,3300	****				
2	station B	85,0000		****			
5	Station E	101,6550			****		
3	Station C	107,2500				****	
4	Station D	130,0000					****
PROFONDEUR							
	Stations		1	2	3	4	5
2	Station B	76,6750	****				
1	Station A	93,0000		****			
5	Station E	174,7500			****		
4	Station D	201,5000				****	
3	Station C	598,0000					****
PH							
	Stations		1	2			
5	Station E	7,625000	****				
1	Station A	7,625000	****				
2	Station C	7,650000	****				
3	Station B	8,500000		****			
4	Station D	8,650000		****			

Donc on peut dire que ce test nous indique qu'il existe des groupes homogènes qui se forment en fonction des facteurs étudiés par stations indiquant leurs classements par des valeurs moyennes.

III.3. Analyse multidimensionnelle :

III.3.1. Analyse en Composantes Principales (ACP) :

L'usage de l'ACP nous permet d'analyser les corrélations entre les différentes variables et d'identifier les populations, les races, et les localités qui se distinguent les unes des autres.

RUBIN (1967) ; KAUFMAN et ROSSEUW (1990) in PAREIRA et al. (1996). On utilise des analyses en composantes principales pour traiter des données d'un tableau à variables quantitatives, pour le traitement des données issues de l'analyse physico-chimique de caractérisation la qualité de l'eau.

Au seuil de signification de 5 %, la corrélation entre les variables est significative. En utilisant le coefficient de Pearson, nous observons des corrélations positives.

Cette forte corrélation est remarquée entre les variables notamment les variables dimensionnelles pour les différents cas étudiés stations.

Tableau III.11 : Moyennes et écarts-types des variables quantitatives

Variables	Moyennes	Ecart-Types
O₂ (mg/l)	9,015	2,07
NO₃ (mg/l)	3,58	1,56
NO₂ (mg/l)	0,495	0,41
PO₄ (mg/l)	0,475	0,45
Transparence	97,16	67,68
Profondeur	339,330	525,34
pH	8,15	1,3

Cependant, on remarque que certaines variables sont peu corrélées. Pour le cas des stations, le pourcentage de la variance totale expliqué par chaque axe est mentionné dans le (**Tableau III.12**).

Tableau III.12 : Valeurs propres et la variabilité entre les facteurs quantitatifs.

	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5	Axe 6	Axe 7
Valeur propre	4,49	1,42	0,71	0,21	0,12	0,04	0,01
% variance	64,21	20,25	10,16	2,94	1,70	0,52	0,22
Cumulative	64,21	84,46	94,62	97,56	99,26	99,78	100,00

Quant au choix des axes, le pourcentage de variabilité représenté par les 02 premiers facteurs est particulièrement très élevé (**84,46%**). L’affichage sur F1 comme axe horizontal et F2 comme axe vertical suffit largement pour l’interprétation.

On constate que le premier (axe 1) recèle presque **64,21%** de la variance totale, le suivant décroissant régulièrement à partir **20,25 %** (axe 2). Cela signifie que, si on représente les données sur un seul axe, on aura toujours **64 %** de la variabilité totale qui sera préservée. Le deuxième facteur propre représente **20,25 %** de la variabilité.

D’après ces résultats, on remarque que ces premiers axes représentent une bonne description de la dispersion des individus puisqu’ils expliquent la totalité (100 % d’inertie cumulée) de la variation totale ; donc il n’y a pas une séparation nette des premiers axes. Le cumul atteint **100 %** seulement jusqu’à l’axe 7, ce qui explique l’importance et la forte contribution de chaque variable.

D’après ces résultats, on remarque que ces premiers axes représentent une bonne description de la dispersion des variables puisqu’ils expliquent à eux seuls, presque la totalité de la variation totale (**64 %** d’inertie cumulée).

L’étude de la contribution de chaque variable permet d’hiérarchiser les caractères responsables de la formation de chaque axe. On note que les variables : O₂, NO₃, NO₂, PO₄, transparence et la profondeur sont fortement liées à la formation de l’axe 1. (On remarque la valeur de chaque variable dans le tableau en gras).

Tableau III.13 : Contributions des des variables.

	Fact. 1	Fact. 2	Fact. 3	Fact. 4	Fact. 5	Fact. 6	Fact. 7
O ₂ (mg/l)	0,123991	0,098695	0,378118	0,027062	0,193673	0,120193	0,058268
NO ₃ (mg/l)	0,182473	0,031668	0,171351	0,016802	0,000054	0,019266	0,578386
NO ₂ (mg/l)	0,212053	0,005377	0,006379	0,006820	0,102169	0,521776	0,145425
PO ₄ (mg/l)	0,184315	0,000978	0,021460	0,698099	0,091988	0,003156	0,000002
Transparence	0,155587	0,026617	0,344853	0,003889	0,043744	0,244291	0,181018
Profondeur	0,131251	0,195110	0,074003	0,192657	0,329317	0,041188	0,036473
PH	0,010330	0,641554	0,003834	0,054670	0,239055	0,050129	0,000427

Parallèlement, les variables : Profondeur et pH en gras sont liées à l'axe 2.

On note une forte contribution de pH axe 2, O₂ axe 3, PO₄ axe 4, Profondeur axe 5, NO₂ axe 6, NO₃ axe7 qui aura la valeur la plus élevée.

La représentation graphique des variables sur les axes 1, 2 confirme ces contributions et constitue de bons plans de projection sur les axes 1, 2.

Pour le cas stations le cercle de corrélation correspond à la projection des variables initiales sur un plan à deux dimensions constitué par les deux uniques facteurs (F1 et F2). Cette projection des points sur le cercle est nettement éloignée du centre, cela démontre que les résultats obtenus coïncident avec les résultats obtenus avec la matrice de corrélation. Toutes les variables sont très bien représentées sur le plan principal (**FigureIII.9**).

Par contre sur le plan factoriel 1-2, (**figure III.10**) projection par individus montre la formation de 4 groupes principaux :

- **Pôle 1** : caractérisé par les stations 1, 2, 5, 6, 7, 8 qui partage les mêmes caractéristiques pour la qualité d'eau.
- **Pôle 2** : représentés par les stations 13, 14, 15, 16 partage pratiquement les mêmes caractéristiques.
- **Pôle 3** : représentés par les stations 3, 4, 17, 18, 19 ,20 partage pratiquement les mêmes caractéristiques.
- **Pôle 4** : représentés par les 9, 10, 11, 12 partage pratiquement les mêmes caractéristiques.

Cette forme de distribution autour d'un axe adjacent aux deux axes indique l'existence d'une forte corrélation entre les variables (**DERVIN, 1992**).

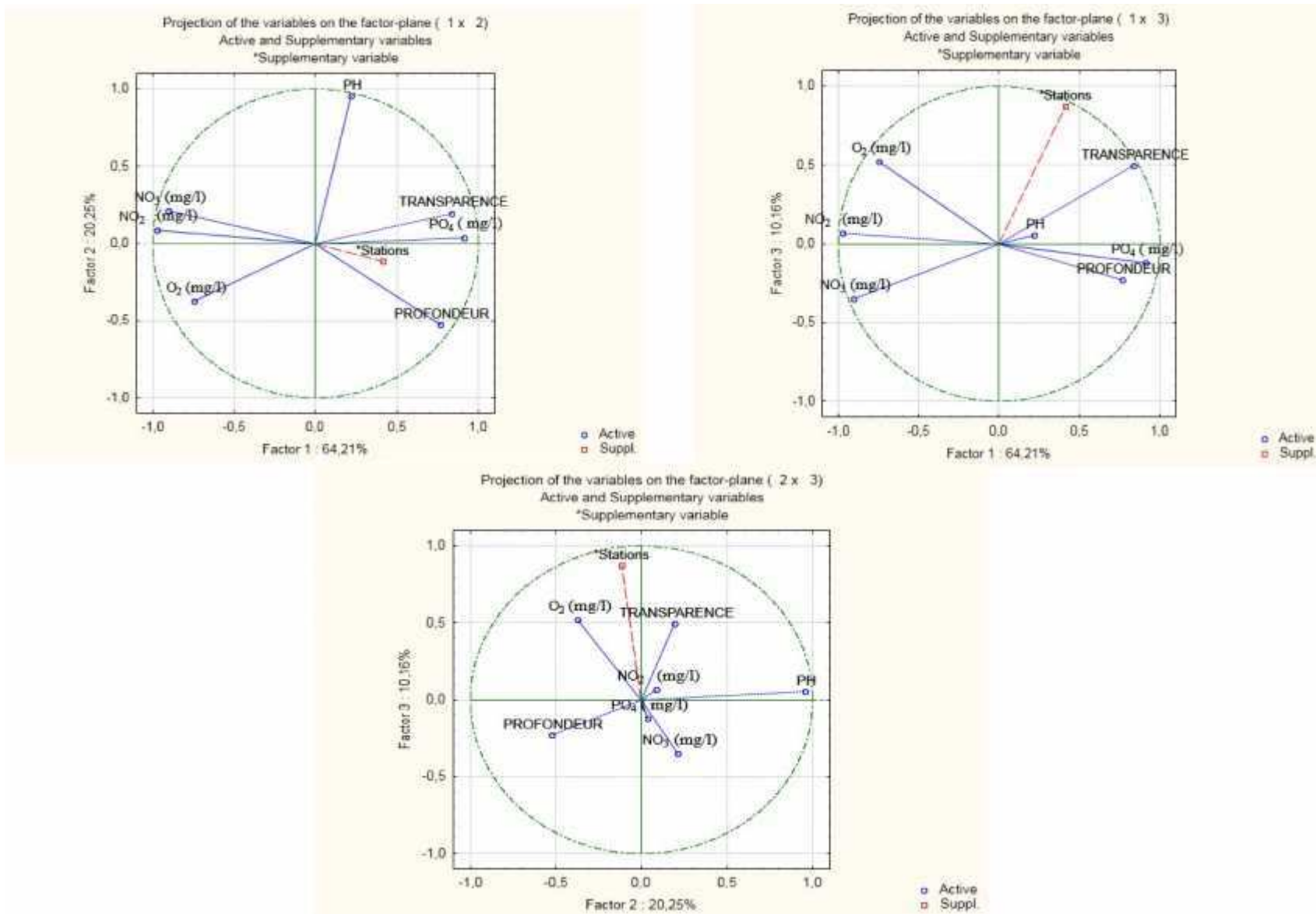


Figure III.9 : cercle

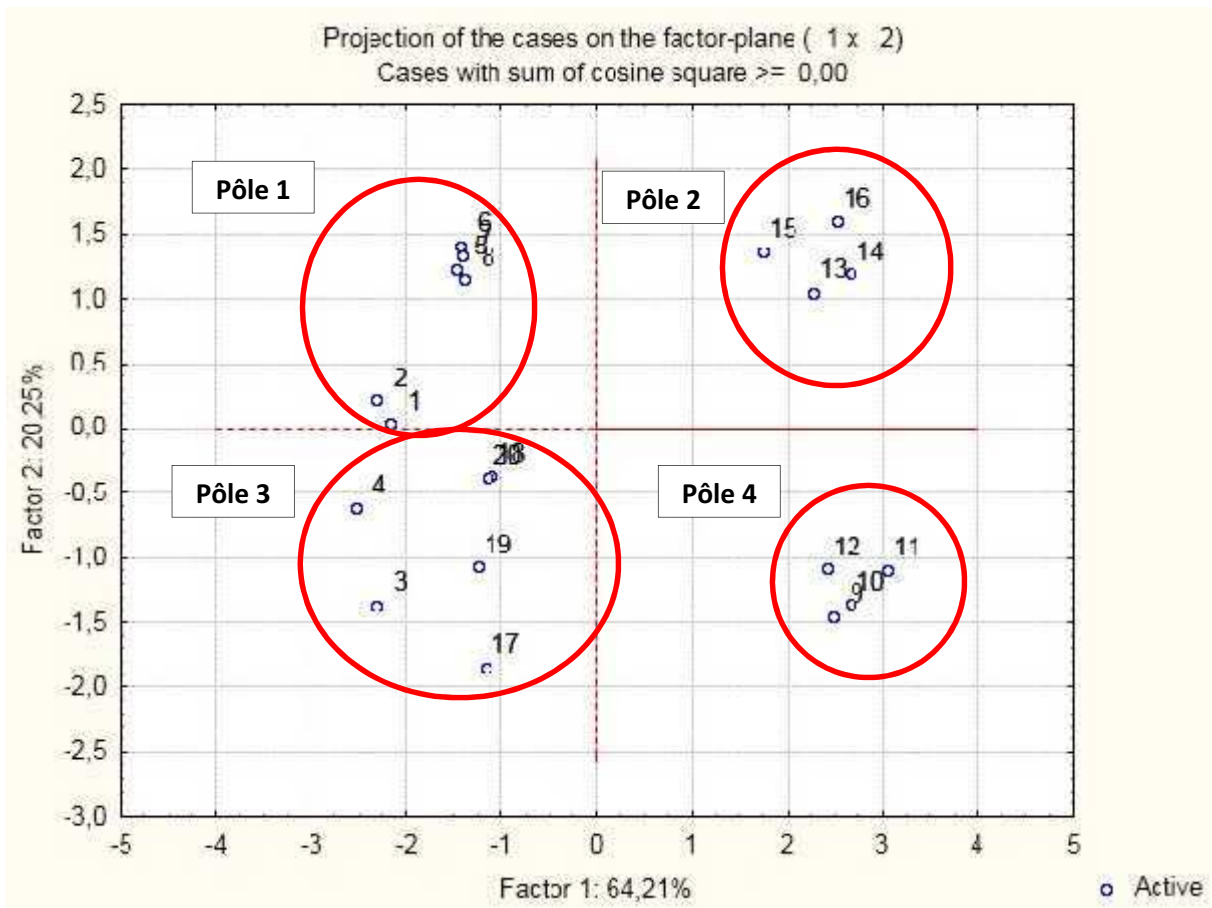


Figure III.10 : projection par individus

III.3.2. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) :

Pour connaître les ressemblances et les dissemblances entre les stations étudiées, nous avons utilisé la Classification Ascendante Hiérarchique. Cette classification se fait par dis-similarité en utilisant les distances Euclidiennes ou par similarité en utilisant la distance de Pearson.

III.3.3. Etude de dis-similarité :

On classe les stations, lacs en fonction des variables quantitatives en utilisant la méthode de la distance Euclidienne avec le critère d'agrégation relatif aux centres d'inertie (méthode de Ward).

La classification par dis-similarité nous renseigne, en premier lieu, sur l'histogramme des niveaux de nœuds (**Figure III.11**). On observe des sauts importants, cela signifie qu'on a une grande homogénéité de la structure au moment de l'agrégation.

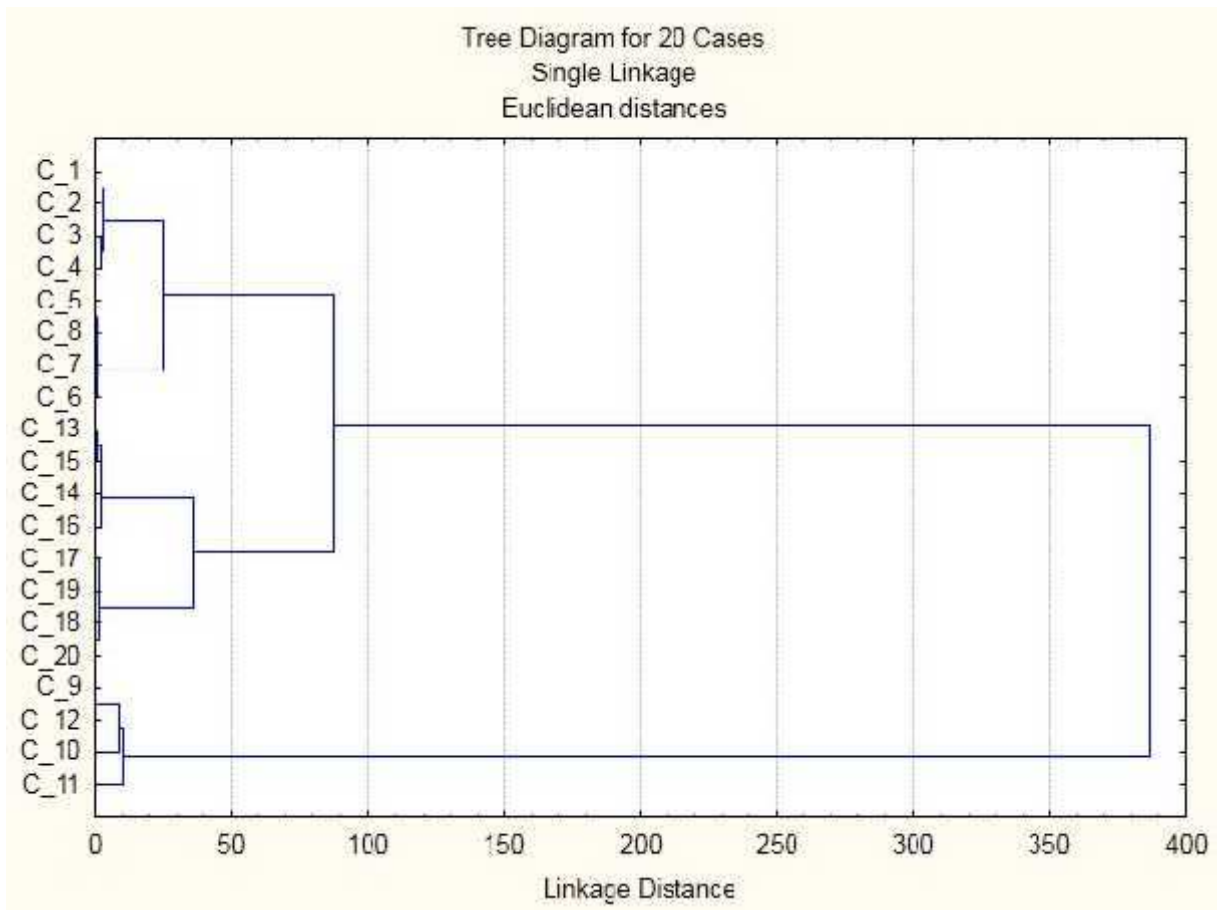


Figure III.11 : le dendrogramme

En ce qui concerne la représentation des dendrogrammes, on peut dire que la station la moins polluée est la station C. Les résultats obtenus par similarité sont semblables à ceux obtenus par dis-similarité. Ainsi pour l'interprétation de nos résultats, on se contentera d'adopter ceux trouvés par dis-similarité en raison de leurs concordances avec ceux de l'ACP. On peut conclure que les résultats trouvés par CAH ont la même structuration dans l'ensemble des stations que celle révélées par l'ACP.

Conclusion

La zone humide du lac de Réghaia représente aujourd'hui l'unique vestige de la plaine de la Mitidja autrefois marécageuse. Ce site est menacé par diverses pressions anthropiques (pompage d'eau, pollution domestique, industrielle et agricole). Il est, ainsi important d'assurer un suivi de la qualité des eaux et des sédiments de cet écosystème aquatique qui est l'un d'un ensemble d'écosystèmes complémentaires, rares et complexe qui se traduit par une diversité faunistique et floristique particulière.

Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau conditionnent celles des biocénoses aquatiques d'un point de vue structurel et fonctionnel. Ainsi les rejets liés aux activités humaines, en modifiant les caractéristiques chimiques des eaux, peuvent également modifier les communautés vivantes du milieu aquatique récepteur.

D'après les analyses sur terrain et les analyses statistiques on peut affirmer que :

La température est l'un des facteurs qui répond le plus aux changements climatiques ; ce paramètre montre des écarts importants du fait que le lac présente une faible masse d'eau et surtout profondeur plus ou moins faible.

Le pH du lac est généralement neutre avec une gamme de variation de 7,5 à 8,8. L'alcalinité du lac ne peut être qu'en faveur d'une forte production primaire favorisant ainsi le classement du lac dans la catégorie eutrophe.

Les sels nutritifs proviennent généralement de la matière organique sédimentaire sous l'action de bactéries et dans des conditions de température et hydrodynamisme favorables.

L'azote inorganique dissous, et le nitrate, présente des valeurs élevées en période froide sous l'influence d'apports continentaux.

L'analyse de l'ANOVA nous montre que les variables (**NO₃, transparence, profondeur et pH**) sont hautement significatives par rapport aux facteurs stations. Le reste de variables (**O₂, PO₄, NO₂**) ne sont pas significatives du fait que les facteurs étudiés ne les influent pas.

En ce qui concerne le test **newsman keuls** indique les groupes homogènes pour chaque cas étudiés. On note la constitution des groupes homogènes : trois pour les variables NO₃ et pH. Quatre groupes pour la transparence et cinq pour la profondeur.

L'analyse en composantes principales (ACP) fait partie des analyses descriptives multivariées. Le but de l'utilisation de cette analyse est de résumer le maximum d'information possible en perdant le moins possible pour faciliter l'interprétation d'un grand nombre de données initiales ou bien de donner plus de sens aux données réduites (**LE MOAL, 2002**).

Conclusion

On constate que le premier (axe 1) recèle presque **45%** de la variance totale, le suivant décroissant régulièrement à partir **20,72 %** (axe 2). Cela signifie que, si on représente les données sur un seul axe, on aura toujours 45 % de la variabilité totale qui sera préservée. Le deuxième facteur propre représente **20,72 %** de la variabilité.

On peut conclure que les résultats trouvés par **CAH** ont la même structuration dans l'ensemble des stations que celle révélées par l'**ACP**.

L'esprit d'une analyse environnementale est dressé un constat des effets réels ou potentiels sur l'environnement des activités, produits, services et pratiques d'un organisme. Elle n'a pas pour objectif de résoudre immédiatement les problèmes identifiés, mais de servir de base à la détermination d'objectifs d'amélioration et d'un programme d'actions.

L'analyse environnementale est l'une des principales étapes de la mise en place d'un système de management environnementale (SME). Elle constitue « l'état des lieux » environnementale sans lequel ne peut débuter la démarche. (**ODILE FAURE-ROCHET, 2005**), cette étude et pour but d'être une base de données pour compléter cette analyse sur d'autres indicateurs pour permettre d'élaborer un SME.

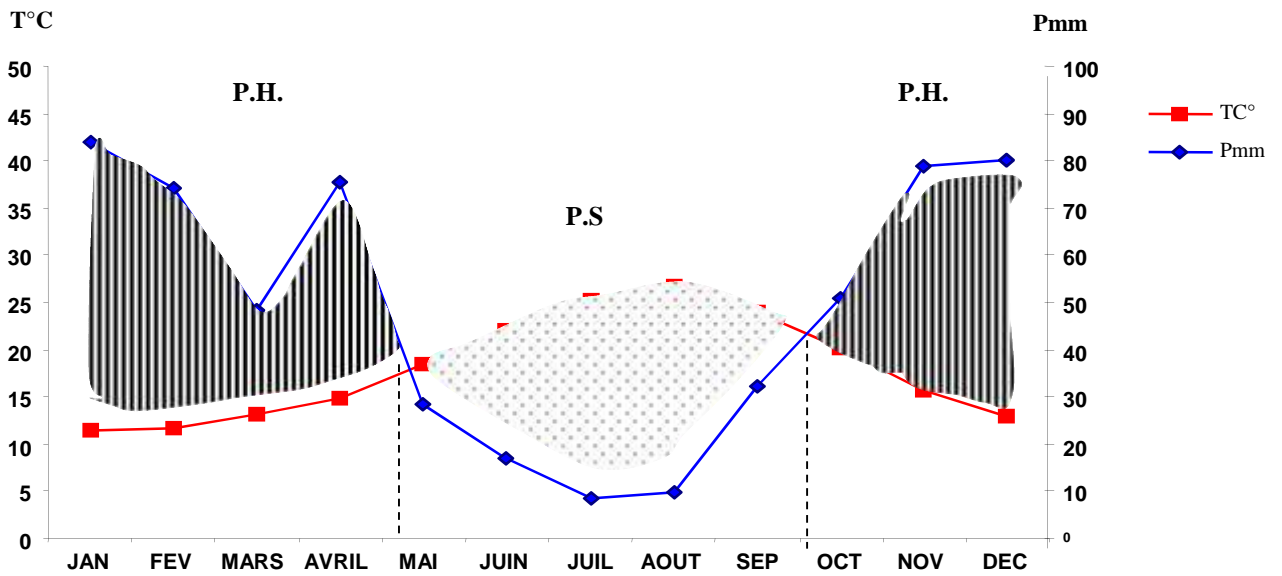
Vu la pollution enregistrée (rejets industriels, zone de pâturage, les engrais, d'autres rejets domestique) au niveau des berges du lac de Reghaia, nous proposons la conservation de la dernière entité de l'ancienne Mitidja marécageuse par :

- 1- Maintenir et favoriser la diversité des écosystèmes ;
- 2- La préservation des espèces animales et végétales ;
- 3- Suivi des paramètres écologiques par la mise en place d'un système de suivi continu des indicateurs environnementaux les plus importants (hydrologie, biodiversité et tourisme).

Annexe

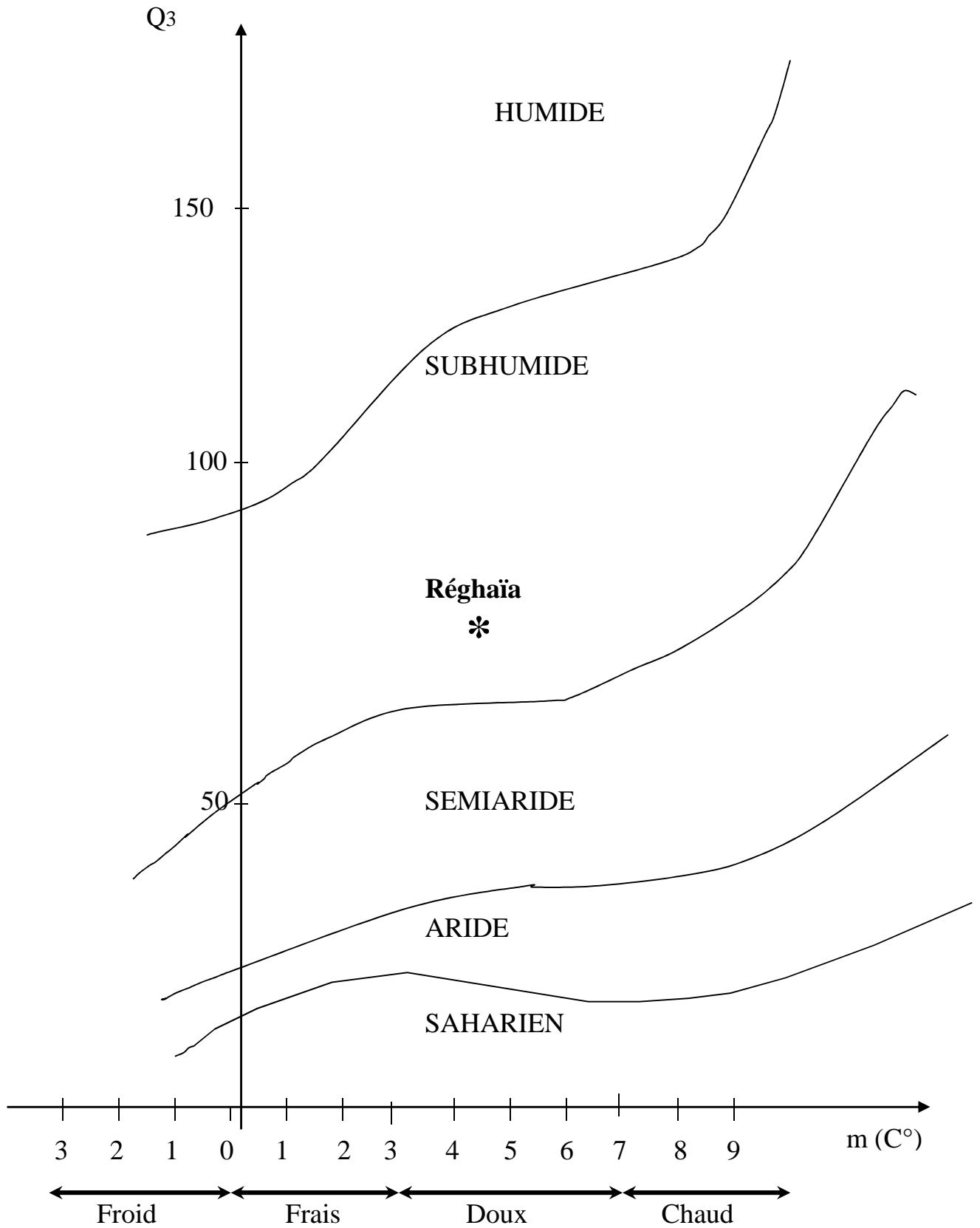
Tableau représentatif des différentes zones de la réserve avec leur Superficies et nature juridique.

Nom de la zone	Superficies			Nature juridique
	ha	Are	Ca	
Lac	75			Domaine fluvial
Terrain à vocation forestière	76	50	18	Etat
(Forêt/ maquis/ terres incultes marais/ marais salants/ landes)	23	21	82	Privé
Terres agricoles	284	58	25	Etat
	132	65	43	Privé
Sol bâtiment	4	84	10	Etat
	3	6	30	Privé
Total zone terrestre	599	86	08	-
Total zone marine	501	00	00	Domaine maritime de l'Etat
Superficie totale de la réserve	1100	86	08	-

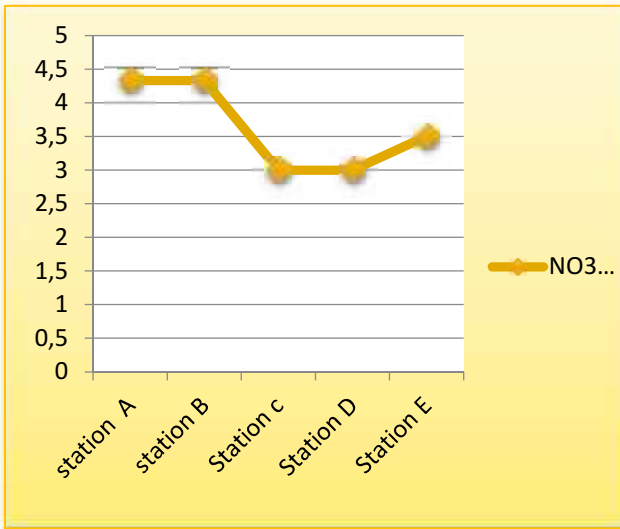


**Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN
ONM 1987-1997**

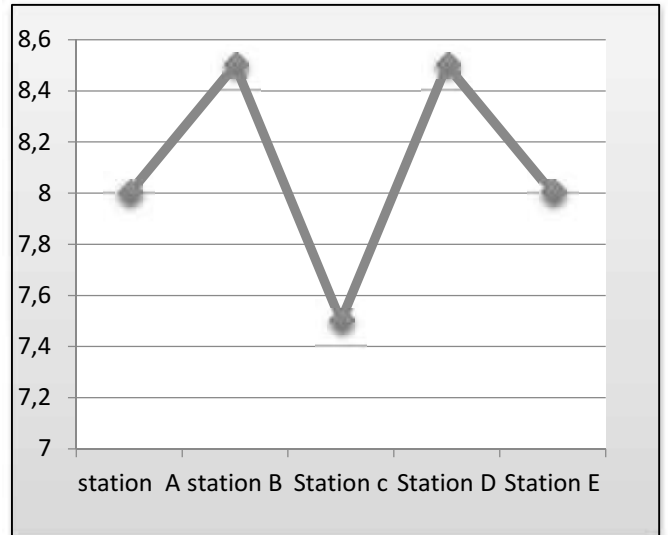
Normes Française
6,5 à 8,5
< 70
< 40
< 10
< 0,94
< 1
< 50
< 2
> 3
-
1
-
0,05
Traces
-
< 0,001
< traces
< 25
< 3



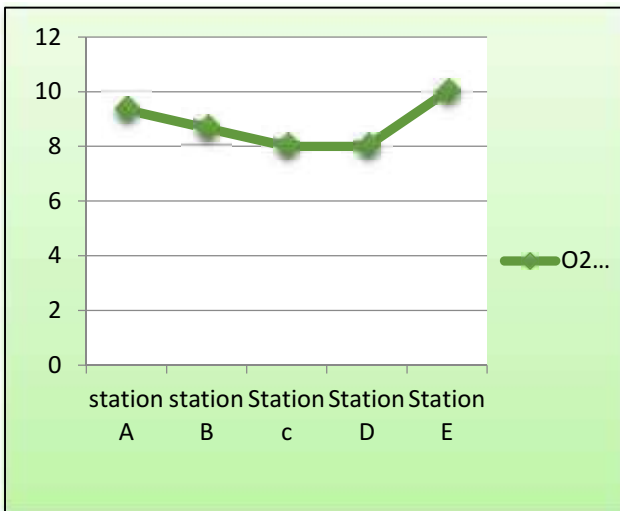
Position de la Station de Réghaïa dans le Climagramme Pluviométrique d'Emberger



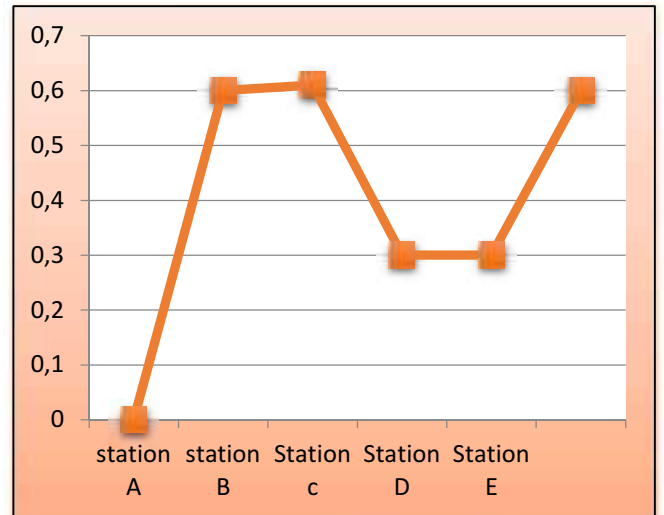
Variation NO3 (mg/l)



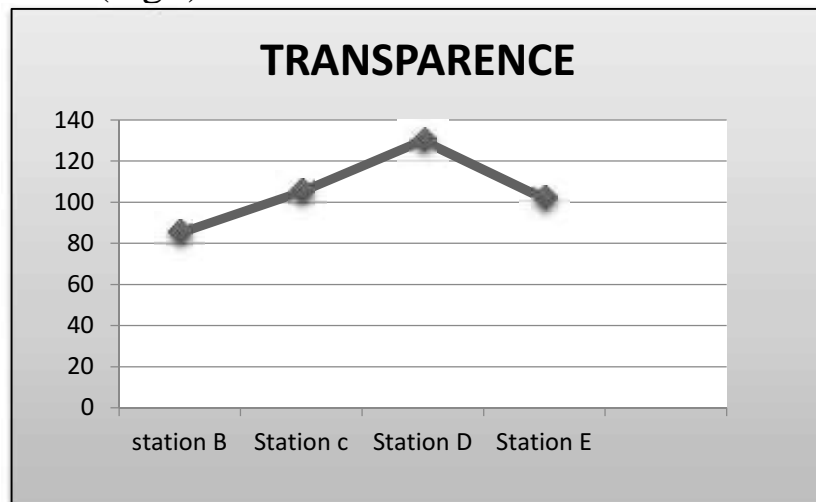
Variation du PH



Variation O2 (mg/l)



Variation NO2 (mg/l)

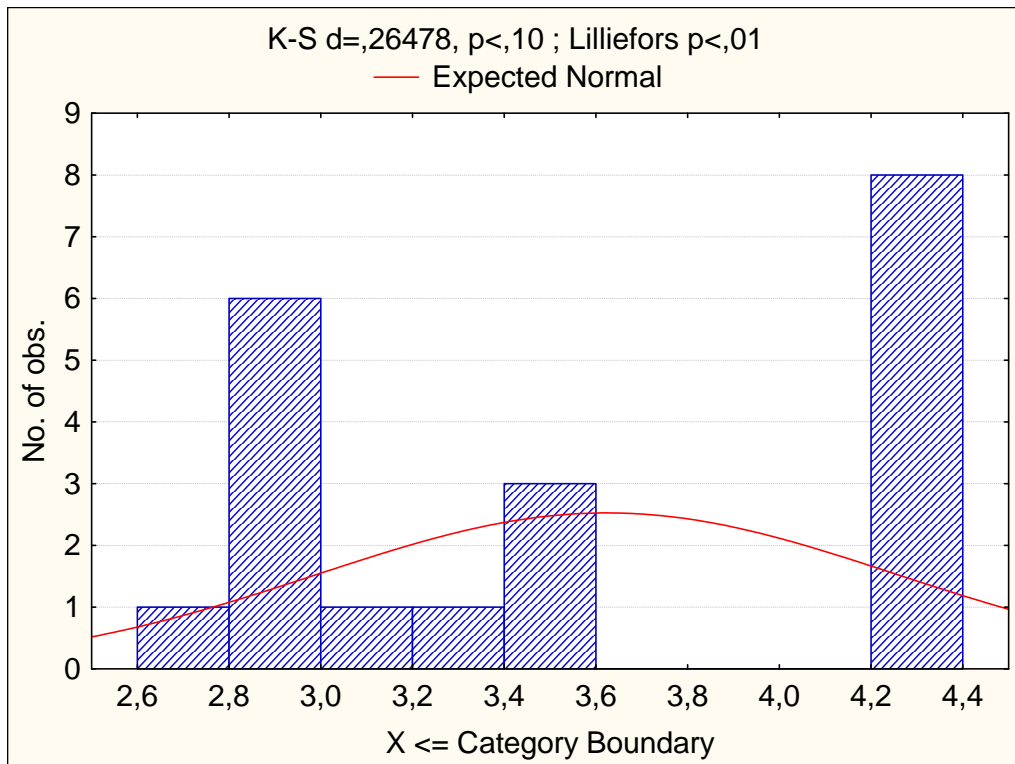
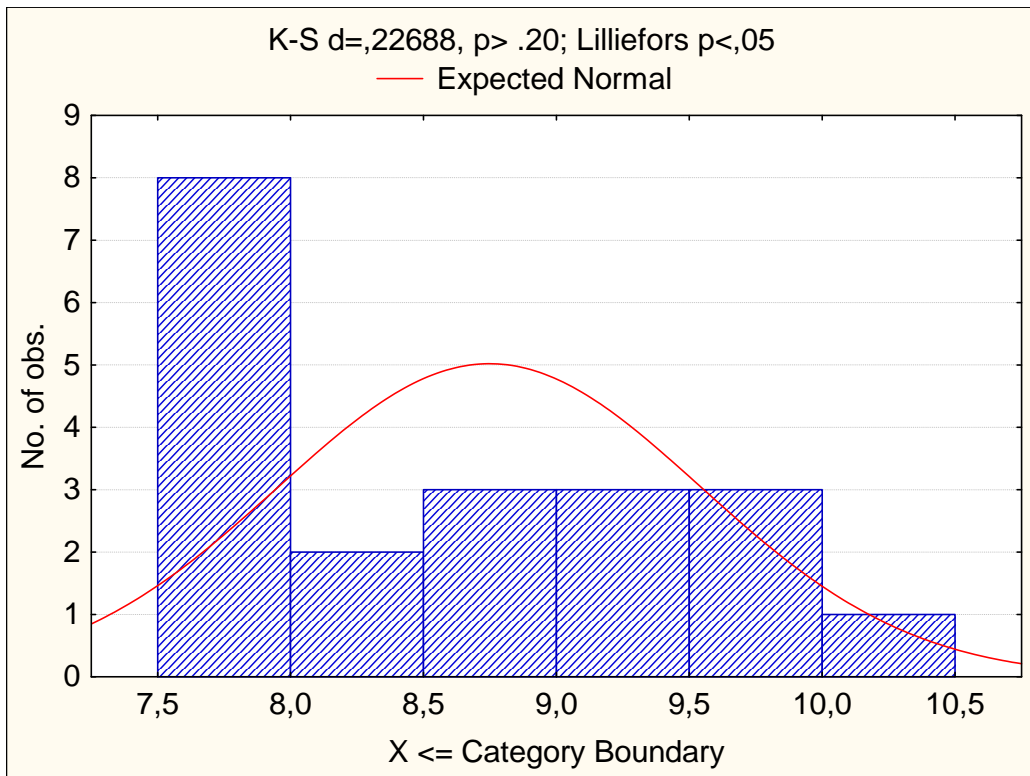


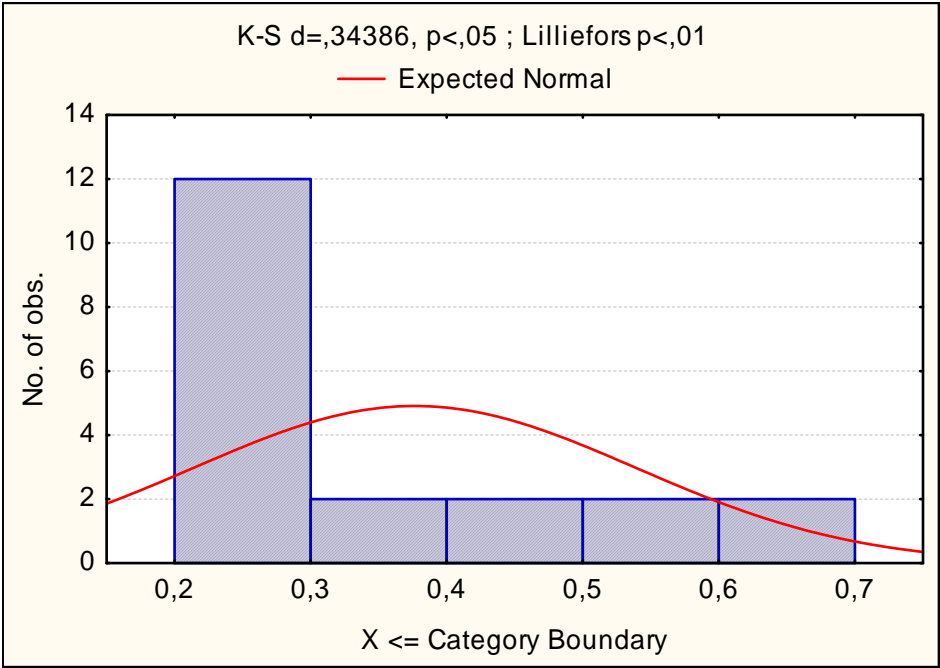
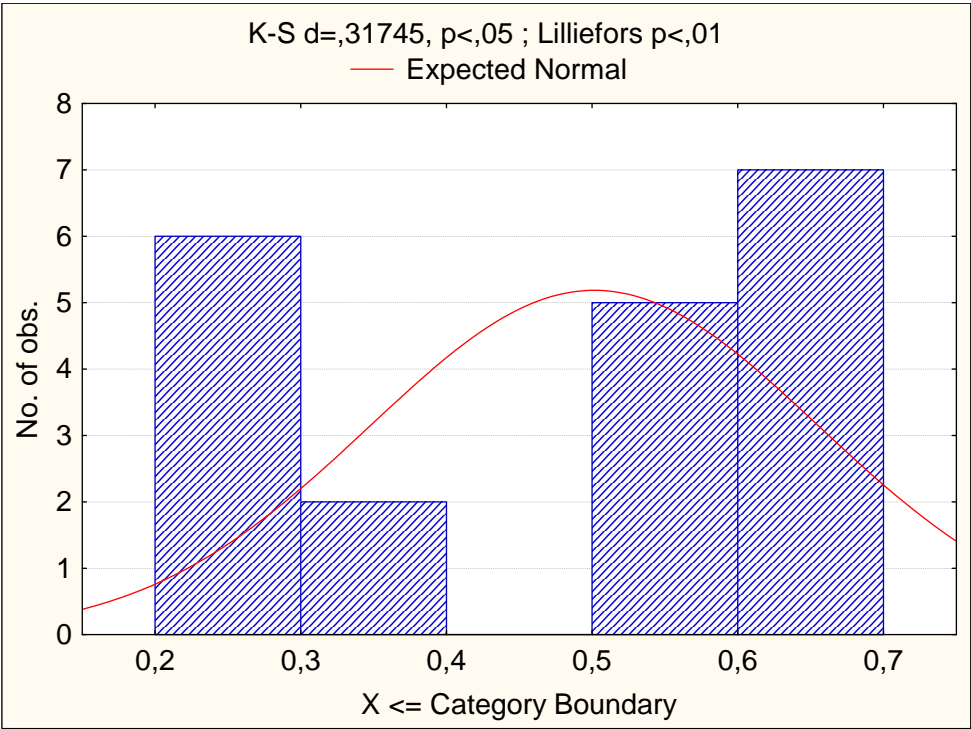
Transparence

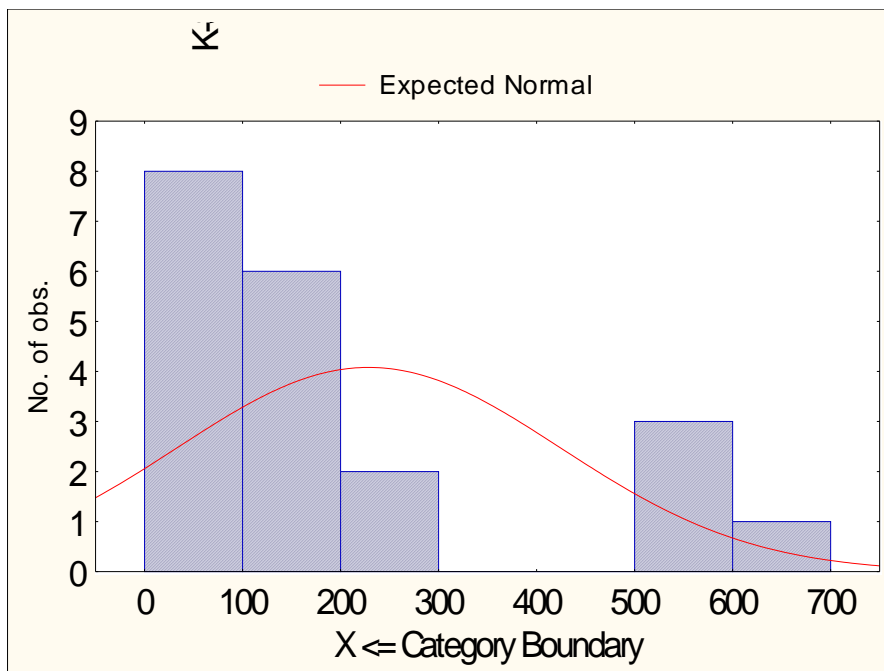
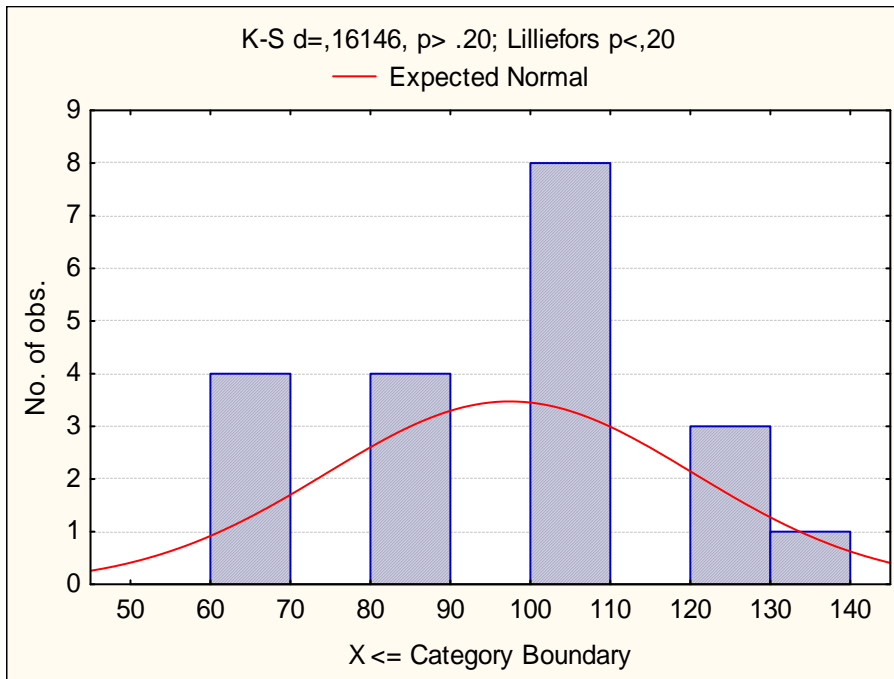
Données utilisées

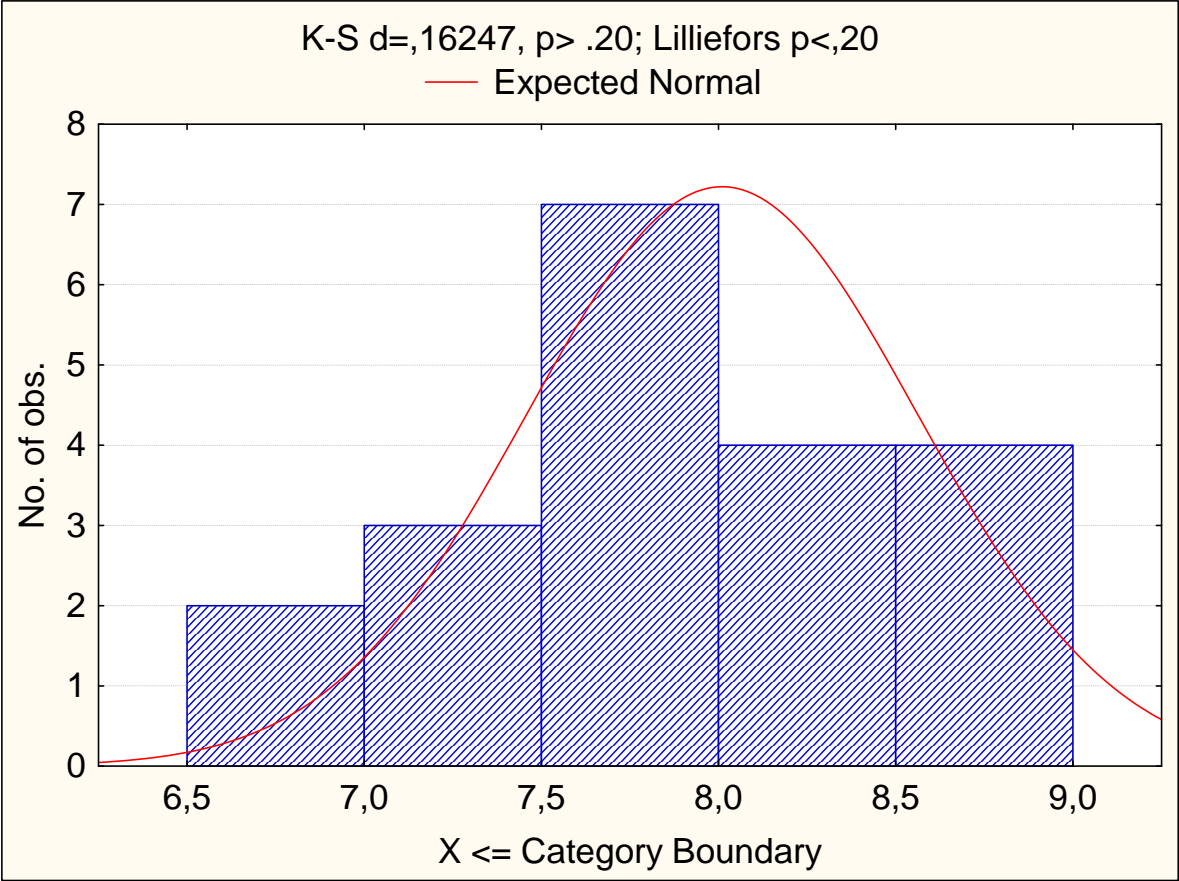
Paramètres	Unités	Avant le mise en service de la STEP (1993)		STEP opérationnelle	Limites Normes officiels Algériennes
		Amont Lac (1993)	Lac (1993)	Lac (2000)	
Température	°C	20	20.56	20.6	<25
Conductivité	ms/cm	2.21	2.13	2.40	<3
Oxygène dissous	mg/L	--	5.11	--	>3
PH	mg/L	7.43	7.39	7.80	6.5 à 8.5
DCO	mg/L	400	307	223.4	<40
MES	mg/L	479	355	585.2	<70
NTK	mg/L	38.7	28.6	--	<3
DBO	mg/L	114	53	70	<10
Ke=DCO/DBO		3.5	5.8	9.3	<5
NH4	mg/L	12.4	9.5	14	<2
NO2	mg/L	0.47	0.55	0.54	<1
NO3	mg/L	4.8	8.98	17.4	<50
PO4	mg/L	1.16	0.65	7.2	<0.94
Matières Grasses	mg/L	--	103	--	traces
Cr	ug/L	<0.05	<0.05	0.05	<0.05
Hg	ug/L	<0.05	<0.05	0.01	<0.001
Cd	ug/L	<0.03	<0.03	0.05	<0.001
Zinc	ug/L	0.242	0.262	0.05	--
Cu	ug/L	--	0.27	--	1
Ni	ug/L	<0.06	<0.06	0.2	--
Pb	ug/L	<0.1	<0.1	0.05	0.05
CN	ug/L	<0.002	<0.002	--	traces
Coliformes Totaux	N/100ml		1204000		<50000

Resultas ANOVA









Bibliographie

ACOURENE. S, BELGUEDJ. M, TAMA.M, et TALEB.B ; 2001, Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région du Ziban, revue Recherche agronomique N°8, 2001, pp19-39.

ALILI. D. E ; 1988. Contribution à la systématique des Solénidés (Poissons, Téléostéens) d'Algérie, Taxinomie numérique et génétique biochimique. Thèse Magister, USTHB Algérie, 1988, 51-69 P.

BARKAT S ; 2004. ATLAS [IV] des zones humides Algériennes d'importance internationale.

BOUKHALFA.D ; 1991. Contribution à la connaissance de l'intérêt ornithologique (oiseaux d'eau) et écologique du marais de Réghaia. Thèse Magister, Inst.nati.agro. ElHarrach,126p.

CHEBLI L ; 1971 – Quelques aspects agronomique de la pollution des eaux du marais de Réghaïa. Thèse. Ing. INA, Alger, 64 p.

CHEBLI L ; et CONESA AP ; - Quelques aspect agronomique de la pollution du marais de Réghaia (séminaire d'étude des problèmes méditerranéenne). P. 412 - 417.

CHEKROUN L ; 1976 - Contribution à l'étude de la pollution de l'Oued de Réghaia. Thèse. Ing. INA. Alger. 66 p.

CHERIFI N ; et SAMAR K ; 1999 – L'impact des rejets industriels et urbains sur l'environnement à travers le bassin versant .Thèse . Ing. USTHB .Alger . 65 p.

DERVIN.C ; 1992. Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle des correspondances, collection STAT-ITC France. P 72.

DIRECTION GENERALE DES FORETS ; 2003. Fiche **descriptive** sur les zones humides.

DUSSART R ; 1992. Limnologie : L'étude des eaux continentales. Paris : Boubee.

Emberger L ; 1955. Une classification biologique des climats. *Rev. Trav. Lab. Bot. Geo. Zool;* (Fac. Sci. Univ. Monpellier), Fasc. 7

GRIMES S, LAMRI H et FODIL R ; Destinations développement de stratégies pour un tourisme durable dans les nations méditerranéennes, Algérie : Rapport diagnostic : p 73-81 et 113-117.

HAMROUNI. A ; 1982. Présentation de trois méthodes d'analyses multi variables. Bull. Techn. INRA, Médenine. Tunisie, P46.

JIVOTOVSKI ; 1985. Génétique, évolution et environnement .Ed. Mir, Moscou, P 39-47.

LARID M ; 2008. La zone côtière humide de Réghaia dans le littoral Est Algérois (Algérie) : Contribution méthodologique à son plan de gestion.

LE MOAL, L ; 2002. L'analyse en composantes principales. *LACP sous SPSS*.

Leveque N ; 2009 : Fiches signalétiques des principaux complexes lagunaires du bassin méditerranéen, Master Gestion des Littoraux et des Mers, Université Paul Valéry Montpellier III. P 26 - 32.

MILLA A ET ALL ; 2012. Aperçu de l'avifaune du sahel algérois, P 6-8.

MOURA ; 2002. Méthodes phylogénétiques: de la systématique en biologie et de ses applications en phylogénie (stémomatologie) t en linguistique historique. Ed.Informa. Et Metho. Mathématique, Mémoire licence Université Lausanne, PP 20-39.

ODILE FAUNE-ROCHET ; 2005. Analyse environnementale : Les clés de réussite P 6-8.

OFFICE NATIONAL DE LA METEOROLOGIE (O.N.M.) : données climatiques de 1977 à 1987.

Programme d'Aménagement Côtier (PAC) "Zone côtière algéroise" 2005 ; gestion intégrée des zones côtières (site du lac de réghaïa).

Ramade FO; 1998. Encyclopedic dictionary of water sciences: biogeochemistry and ecology of continental and littoral waters. Paris: Ediscience international Ramsar.

RUBIN 1967; KAUFMAN ET ROSSEUW.1990, in **PAREIRA.S et al 1996 , PAREIRA .S** Variability and grouping of north Western spanish chestnut cultivars I, Morphological traits.J. Soc.Hort.Sci. 212(2), P186-189.

CCR ; projet de classement de la réserve naturelle du lac de Réghaia, rapport de mission de centre cynégétique du Réghaia (CCR) P8-27.

<http://ec.gc.ca/indicateurs-indicators/default.asp?lang=Fr>

http://www.dictionnaire-environnement.com/indicateur_environnemental_ID767.html

<http://www.statsoft.fr/caracteristiques/principales-fonctionnalites.php>