وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Minister de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا لعلوم البحر و تهيئة 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 région d'El Kala (qualité des eaux)

Présenté par:

- BOULOUATA Samir

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

Mm MAOUEL	Maître assistant	(ENSSMAL)	Présidente
Mr BELLAHRECHE A	Maître de conférences	(ENSSMAL)	Promoteur
Mr HAREK D	Chargé de recherche	(INRA)	Co-promoteur
Mm MAHDID S	Chargé de cours	(ENSSMAL)	Examinateur
Mm LAOUAR A	Maître de conférences	(ENSSMAL)	Examinateur

Promotion : 2013

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 PNEK 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.

Mme MAHDID de nous avoir honorés de sa présence, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Melle LAOUAR on le remercie d'avoir accepté examiner notre 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 fin d'étude.

Les listes

Liste des acronymes

CITES: Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages.

IUCN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

MAB- UNISCO: un programme de l'UNESCO (Man and Biosphere) Homme et Biosphère,

ONG : organisation non gouvernementale

PNEK: Park national d'El Kala

RAMSAR: Convention relative aux zones humides d'importance Internationale, particulièrement comme habitats des oiseaux d'eau

TAD Consult: bureau d'étude chargé des analyse des eaux .

UNISCO: Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture

Liste des figures

Figure I-1: délimitation du Park national d'EL Kala (Bougherara 2010).....2
Figure I.2 : présentation de la zone d'étude (lac EL Mellah, Tonga et Oubeira). 9
Figure III.1 : boite à moustache des sept variables. 27
FigureIII.2 : La gamme de la variation de l'O2 dans la zone d'étude. 28
Figure III.3 : La gamme de la variation du NO_3 dans la zone d'etude. 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. 29
Figure III.6: La gamme de la variation de la transparence dans la zone d'étude. 30
Figure III.7 : La gamme de la variation de la profondeur dans la zone d'etude. 31
Figure III.8 : La gamme de la variation du pH dans la zone d'étude. 31
FigureIII.9 : cercles de corrélation des variables. 37
Figure III.10 : projection par individus. 38
Figure III.11 : le dendrogramme des variables étudiées…….. 39

Liste des tableaux

Tableau I.1. : Principaux lacs et zones marécageuses..... 7
Tableau I.3 : caractéristiques de la réserve intégrale du lac El Mellah…… 8
Tableau I.4: caractéristiques de la réserve intégrale du lac Tonga……... 12
Tableau I.5 : caractéristiques de la réserve intégrale du lac Tonga…….. 14
Tableau III.1 : description statistique de la matrice d'El Kala……. 24
Tableau III.1 : statistique descriptive des données physico-chimique des eaux d'El Kala 26
Tableau III.2 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du O_2.....28
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. 30
Tableau III.7: les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne de la profondeur. 31
Tableau III.8 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du pH 32
Tableau III.9: Univariate Tests of Significance for (Matrice El Kala).....32
Tableau III 10 : les groupes homogènes par le test newsman keuls.....33
Tableau III.11 : Moyennes et écarts-types des variables quantitatives 34
Tableau III.12 : Valeurs propres et la variabilité entre les facteurs quantitatifs.....34
Tableau III. 13 : contribution des variables.....35

Liste des photos

Photo I.2 : Lac Tonga. Photo I.1 : plage El Hennaya.....7
Photo I.3 : Lac Tonga. Photo I.4 : plage El Hennaya.....10
Photos I.5 et I.6 : Lac tonga 12
Photo I.7 : Lac Oubeira. 15
Photo II.1 : XCTD Sondes Conductivité..... 16
photo II.2 : Un Oxymétrie marque WTW « Oxi197i /Set»..... 18
photo II.2 : Photo II.3 : un papier pH, Photo II.4 : pH mètre
..... 18

Sommaire

Introduction :……...1

Chapitre I : présentation générale

I.1 Les données environnementales 3

I.1.1 Définition: 3

I.1.2 Objet de données environnementales 3

I.2 Présentation général du Park national d'El Kala (P.N.E.K): 4

I.2.1 Situation géographique et administrative : 4

I.2.2 Fiche descriptive : 5

I.3. Géologie et géomorphologie régional : 5

I.3.1. Géologie 5

I.3.2. Géomorphologie : 6

I.4. Le milieu physique : 6

I.3.2. Réseau hydrographique : 6

I.5. Les écosystèmes du PNEK: 6

I.5.1. L'écosystème marin et littoral : 6

I.5.2.l'écosystème lacustre : 7

I.5.3. L'écosystème forestier : 8

I.6. Les différentes zones du PNEK : 8

I.7. Richesses patrimoniales du PNEK : 9

I.7.1. Patrimoine biologique : 9

I.7.1.1. La flore 9

I.7.1.2. La faune : 9

I.8 Présentation de la zone d'étude : 9

I.8.1 Lac El Mellah : 10

I.8.1.1 Géomorphologie du site : 11

I.8.1.2 Caractéristiques écologiques : 11

I.8.1.3 Activités et menaces : 11

I.8.1.4 Mesures de conservation : 12

I.8.2 Lac Tonga : 12

I.8.2.1 Géomorphologie du site : 13

I.8.2.2 Caractéristiques écologiques : 13

I.8.2.3 Menace : 13

I.8.2.4 Mesures de conservation : 13
I.8.3 Lac Oubeira : 14
I.8.3.1 Géomorphologie du site : 14
I.8.3.2 Caractéristiques écologiques : 15
I.8.3.3 Activités :. 15
I.8.3.4 Menaces :. 15
I.8.3.5 Mesures de protection : 15

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1 Les paramètres physicochimiques : 16
II.1.1 La température : 16
II.1.2 La salinité : 17
II.1.3 L'oxygène dissous: 17
II.1.4 Le potentiel d'Hydrogène: pH : 18
II.2 Les sels nutritifs : 19
II.3 La matière en suspension MES : 20
II.4 Analyse des données 21
II.4. 1 Analyse uni-variée des profils quantitatifs 21
II.4.1.1 Analyse de la Variance ANOVA 22
II.4.2 Analyse Multi-variée : 22
II.4.2.1. Analyse en composantes principales (ACP) 23
II.4.2.2 Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) : 24

Chapitre III: Resultats et discussion

III.1. Analyse statistique : 25
III.1.1 Analyse uni-variée 25
III.1.1.1 Statistique descriptive des caractères quantitatifs : 25
III.1.1.2. Les distributions des caractères quantitatifs 27
III.1.1.2.1 Oxygène dissous O_2 : 28
III.1.1.2.2: les nitrates 28
III.1.1.2.3 les nitrites 29
III.1.1.2.4 les orthophosphate 29
III.1.1.2.5 la transparence des eaux : 30
III.1.1.2.6: la profondeur 31

III.1.1.2.7: le potentiel d’hydrogène pH. 31
III.1.2 Analyse multidimensionnelle ;..... 32
III.1.2.1 Analyse en Composantes Principales (ACP) : 32
III.1.3 Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) : 38
III.1.3.1 Etude de dissimilarité 38
Conclusion……...…39

Introduction Générale

Introduction :

Situé dans la partie extrême du nord est d'Algérie, Le parc national d'El Kala a été créé en 1983, et classé réserve de Biosphère en 1990, regroupe neuf communes et s'étend sur 76 438 ha, soit 26% de l'espace de la wilaya. Le Parc représente un réservoir de la biodiversité méditerranéenne (Stevenson *et al.*, 1988) ; on y trouve 1264 espèces végétales, soit 32% de la flore algérienne et 878 espèces animales, dont les plus emblématiques sont le cerf de barbarie, le lynx caracal, la hyène rayée. Il renferme aussi de nombreuses espèces rares ou menacées selon les listes IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) et CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages). . Ses écosystèmes très variés le classe parmi les sites mondialement protégés.
Hautement boisé avec plus de 69% de sa superficie, Le Parc National d'El-Kala s'étend sur une bande côtière de 40 Km. Il lange la frontière tunisienne sur 98 km. Les limites géographiques du parc englobent neuf communes dont six sont entièrement situées à l'intérieur de cet espace naturel.

Le parc national d'El Kala présente un ensemble lacustre unique en Algérie et en Afrique du Nord. Ces lacs et marais recèlent des richesses floristiques et faunistiques exceptionnelles. Ils sont représentés par: le lac Tonga et le lac Oubeira (classés comme zones d'importance internationale (Convention de RAMSAR), le lac El-Mellah, le lac Bleu, le lac Noir et la Marais de Bourdim.

La prise de conscience l'importance des zones humides va donner naissance en 1971, à Ramsar en Iran et à l'initiative d'ONG, de la convention relative des zones humides d'importance internationale.

La définition des zones humides adoptée par la Convention de Ramsar s'applique aussi bien aux écosystèmes côtiers et marins qu'à ceux des zones humides intérieures. Dans les zones humides côtières et marines, la Convention de Ramsar inclut des régions «où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres» **(RAMSAR 2010).**

Aujourd'hui, la convention de Ramsar compte 160 parties contractantes qui ont inscrit 1896 zones humides, pour une superficie totale de 185 millions d'hectares.

L'Algérie y a adhéré en 1983 en inscrivant les deux premiers sites, le lac Oubera et le lac Tonga. Depuis elle inscrit 46 sites humides qui couvrent 2 958 704 ha.

Le Park national d'El Kala comme toutes les zones humides, elles font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la production naturelle, Aujourd'hui nous savons qu'elles jouent un rôle très important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs. **(TAD Consult 2011).**

Ces écosystèmes sont aujourd'hui plus fragiles par l'intensification de l'agriculture notamment, le pompage pour l'irrigation, et la pollution …

L'excès en nutriments tels que les nitrates, les phosphates et les eaux usées sont autant des facteurs qui nuisent les zones humides du Park.

Ces zones humides sont aujourd'hui sérieusement menacées, plus qu'auparavant, même après que certains d'entre elle se furent littéralement asséchées. Non seulement parce qu'elles ont été concédées pour des activités de pompage illicite, mais surtout a couse de la pollution générée par une urbanisation rampante. C'est dans ce contexte menaçant pour ces milieux, que la présente étude a été réalisée**. (Bouazouni 2004).**

De ce fait, les principaux objectifs de cette étude consistant à effectuer un état des lieux des sites des différents lacs. Afin d'en caractérise les différente aspects environnementales. Ainsi que faire une analyse statistique des données touchant à la qualité des eaux des lacs, pour faire une mise en point des différents paramètres étudiées pour voir à la fin l'état général des différents lacs. Cela à l'aide de de l'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. De l'autre, il cherche à mettre en lumière quels autres facteurs, notamment institutionnels, en influencent le choix et l'utilisation. De ce fait :

Notre étude a pour objectif d'identifier et de caractériser la variabilité physico-chimique des eaux, dans les lacs d'El Kala, on se basant sur les analyses des paramètres ci-après:

- L'oxygène dissous,
- Les nitrates et nitrites,
- Les orthophosphates,
- Le potentiel d'hydrogène pH,
- La transparence des eaux.

Pour cela on subdivisé le travail en trois grands parties:

- Une présentation générale du Park national d'El Kala ainsi qui ses différentes écosystèmes il inclut (l'écosystème marin, forestier et lacustre) ce dernier serai l'objectif de notre étude.
- L'exposition des matériels et méthodes utilisées soit pour les prélèvements des échantillons ou bien pour l'analyse statistique.
- Une étude analytique des données avec présentation des résultats.

Pour conclure à la fin l'état et la situation environnementale de ces différents lacs.

Chapitre I :
Présentation générale

Introduction :

L'analyse des données environnementales s'est appuyée sur une démarche logique et progressive débutant par l'exploitation d'une documentation classique, facilement accessible : supports cartographiques Elle a été complétée par la prise en compte de toutes les données disponibles auprès des administrations et organismes compétents, ainsi que par des recherches sur des sites Internet des services de l'Etat, des collectivités territoriales et des organismes gestionnaires de données environnementales, socio-économiques, d'urbanisme et d'aménagement du territoire.

I.1 Les données environnementales

I.1.1 Définition:

Une donnée environnemental est un indicateur qui permet d'évaluer l'état de l'environnement, les pressions sur l'environnement et les réponses apportées On cherche aussi généralement à dégager une tendance (amélioration, situation stable, dégradation). Ces indicateurs forment un sous-ensemble des indicateurs du développement durable.

I.1.2 Objet de données environnementales

Une donnée environnemental est un outil d'analyse, d'information, de communication et d'incitation (Ces données, quand ils sont connus, stimulent l'application de mesures plus efficaces lorsqu'une situation tarde à s'améliorer) - Il simplifie l'information pour mettre en lumière des phénomènes parfois complexes. - Il quantifie l'information, sous la forme d'une mesure simple ou d'une mesure agrégée (de données multiples et disparates) dont on suit l'évolution ou que l'on compare à des valeurs de références

On cherche à représenter graphiquement, visuellement ce que l'indicateur cherche à décrire plutôt que de présenter des tableaux de chiffres. Cela pour évaluer :

- les impacts d'un produit, d'une activité ou du développement,
- les dérives ou progrès par rapport à des valeurs précédemment enregistrées ou à des objectifs (amélioration ou dégradation par rapport à des valeurs-cibles qui peuvent éventuellement changer dans le temps ou l'espace),
- les pressions exercées par l'ensemble ou une partie de la société sur l'environnement ou sur des groupes socio-économiques particuliers,
- l'impact et la détermination de la responsabilité effective de groupes socio-économiques dans les divers phénomènes étudiés.

I.2 Présentation général du Park national d'El Kala (P.N.E.K):

La région d'El Kala a été érigée en parc national dès 1983 sous le décrit n° 83-462 du 23 juillet 1983. Elle a en outre été classée en 1990, dans la catégorie du patrimoine national et cultural international et comme réserve de la biosphère par l'UNISCO.

I.2.1 Situation géographique et administrative :

Le Parc National D'El-Kala est située à l'extrémité Nord- Est du l'Algérie à 70 Km d'Annaba. Il est compris entre les parallèles 36°55' et 36°90' N et entre les méridiennes 08°16' et 08°43' E. Il s'étendant sur une superficie de 76438 ha, avec une bonde littorale de 40 Km de longueur allons du Cap Rose au Cap Roux (voir figure I-1), il est limité par :

- Au Nord par la mer Méditerranée.

- A l`Est par frontière algéro-tunisienne.

- A l'Ouest par les plains d'Annaba.

- Au Sud par les monts de la Medjerda.

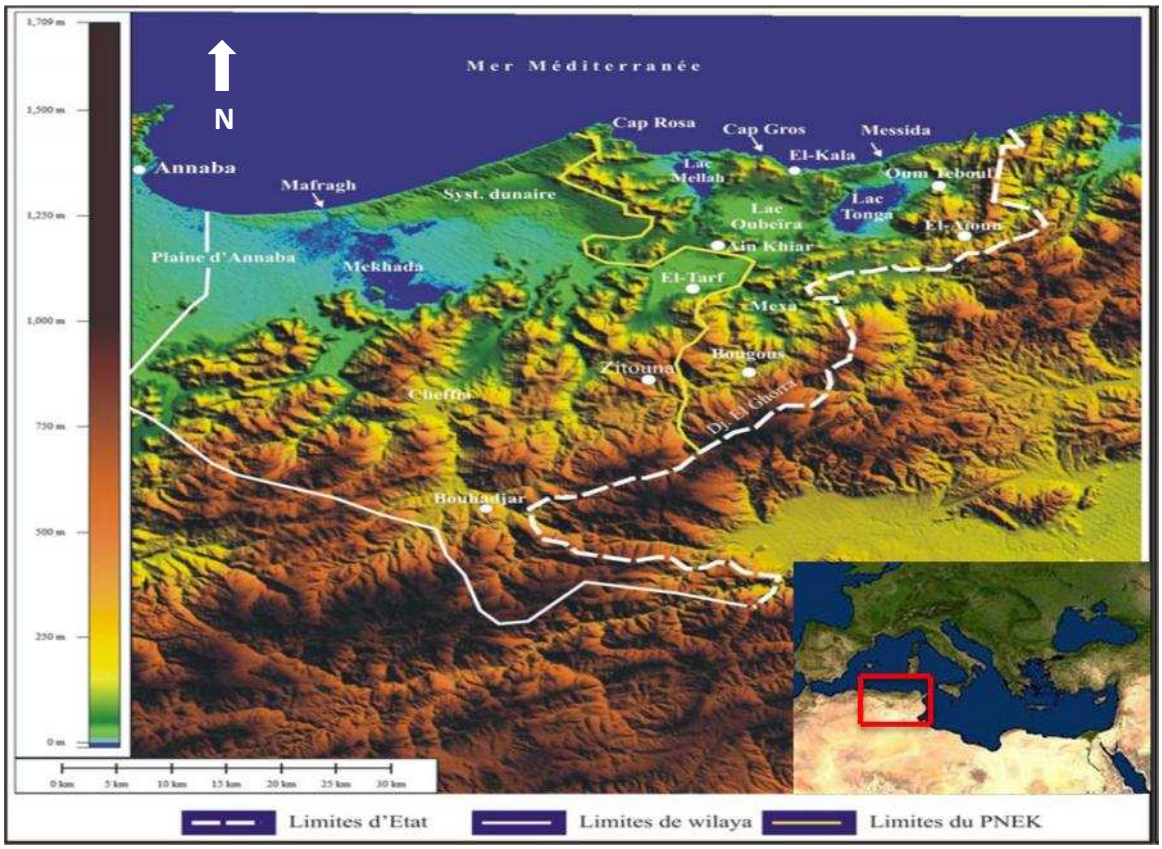


Figure I-1: délimitation du Park national d'EL Kala **(Bougherara 2010)**.

- Administrativement Les limites géographiques du parc englobent neuf communes dont six sont entièrement situées à l'intérieur de cet espace naturel, il s'agit de : EL-Aioun, Souarekh, Ramel ELSouk, El-Kala, Ain Assel, Bougous. Dont les trois autres communes à savoir ELTarf, Bouteldja et Berihane, le parc n'occupe qu'une petite partie d'elles.

I.2.2 Fiche descriptive :

Décret de création : n° 462/83 du 23 juillet 1983.
Statut juridique : Établissement public à caractère administratif (EPA).
Superficie : 76438 ha.
Point culminant : 1202 m (Djebel El Ghorra).
Étage bioclimatique : subhumide chaud.
Flore: 964 espèces dont 840 espèces de plantes, dont 27 % sont des espèces rares et très rares et dont 26 sont protégées par décret, 114 espèces de lichens dont 53 protégées et 165 espèces de champignons.
Faune : 29 espèces de mammifères, 195 espèces d'oiseaux dont 69 sont protégées. 17 espèces de reptiles dont 3 protégées ; 7 espèces d'amphibiens ; 74 espèces de poissons réparties et 223 espèces d'invertébrés.
Particularités

- Le plus vaste parc national du Nord algérien;
- Dernier refuge du cerf de Berberie (*Cervus elaphus barbarus*) ;
- Avifaune très remarquable (plus de 60000 canards et foulques par an) ;
- Région des lacs de notoriété internationale (Tonga, Oubeira et El-Mellah,) inscrits sur la liste RAMSAR relative aux zones humides ;
- mosaïque d'écosystèmes (marins, dunaires, lacustres et forestiers) ;
- site classé réserve de la biosphère par l'UNESCO;
- frange marine riche en corail et en poissons et Herbie à posidonie.
- Le lac El Mellah est l'unique lagune côtière en Algérie.

I.3. Géologie et géomorphologie régional :

I.3.1. Géologie

Les principaux traits géologiques sont en grande partie surrections alpines du tertiaire. Durant le Quaternaire des mouvements transverses et des phénomènes de torsions ont mis en place une série de dômes et de cuvettes, dirigeant les chaines telliennes vers les collines et les basses montagnes de la région, qui présentes un socle sédimentaire constitué par des grés de Numidie (Eocène supérieur) et des argiles de Numidie (Eocène moyen) **(Marre 1987).** Des sols profonds, meubles, sablonneux, de nature siliceuse.

I.3.2. Géomorphologie :

La Wilaya d'El -Tarf est constituée de deux ensembles différenciés du Nord au Sud.

A. La Zone des Plaines : (Au Nord)
Elle se caractérise surtout par des plaines et des piémonts, des dunes littorales et des étendues lacustres et marécageuses. Cette zone s'étale sur près de 1259 km^2 soit 43 % du territoire .Elle renferme cinq zones d`expansion touristique, un littoral de 90 km de long, et quatre lacs (Lac bleu, Lac Mellah, Lac Oubeira et Lac Tonga).

B. La Zone de Montagnes : (Au Sud)
Elle est constituée d'un ensemble collinaire et montagneux et d'une couverture forestière très dense. Cette zone s'étale sur 1632 km^2 soit 57 % du territoire. La superficie forestière existante est de l'ordre de 167.687 hectares, le relief de cette zone est très accidenté (pentes supérieures à 12 %).

I.4. Le milieu physique :

I.3.1. Climat :

Le climat de la Wilaya est du type subhumide et humide chaud au nord et humide frais au sud. variante à hiver tempéré à chaud **(Emberger, 1955),** la pluviométrie varie entre 900 à 1200 mm/an, avec une période pluvieuse d'octobre à avril et une période sèche de Mai à Septembre.
La température moyenne annuelle est de l'ordre de 18°C.L es mois les plus chauds sont juillet et Aout avec des températures moyenne auteur de 25°C. Les mois les plus froids sont décembre et janvier avec des températures moyenne de l'ordre de 12°C.

I.3.2. Réseau hydrographique :

La wilaya est traversée en outre, par trois grands oueds, il s'agit de l'oued El Kebir, Oued Seybouse et l'oued Bounamoussa.
Les principaux plans d'eau sont le lac Tonga, le lac Oubeira, le lac Mellah, le lac Bleu, et le marais de Bourdim. De nombreux cours d'eau s'écoulant des montagnes et alimente alors les différents plans d'eaux.

I.5. Les écosystèmes du PNEK:

I.5.1. L'écosystème marin et littoral :

Il s'étend sur 40 Kms de longueur, Il est composé essentiellement de formations à corail rouge, d'herbiers à Posidonies. Les dunes littorales sont occupées par les formations naturelles à Pin. De plus l'espace marin d'El Kala est l'un des espaces les moins agressés, ses habitats comptent parmi les plus préservés, et la zone côtière d'El Kala parmi les zones les

moins urbanisées avec des eaux considérées à ce jour comme eaux de référence en termes de pollution.

I.5.2.l'écosystème lacustre :

Les lacs de la région du parc sont mondialement connus - (Oubeira - Mellah -Tonga). De par leur beauté, leur importance écologique et la richesse faunistique et floristique qu'ils recèlent. Ces lacs sont des lieux de refuge, d'alimentation et de nidification à des milliers d'oiseaux migrateurs de différentes espèces. Les principaux lacs et zones marécageuses sont présentés dans le tableau qui suit **:**

Tableau I.1. : Principaux lacs et zones marécageuses.

Lacs et marécages	Superficie (ha)	% Par rapport au P.N.E.K
LAC TONGA	2600	3,40
LAC OUBEIRA	3160	4,57
LAC MELLAH	860	1,12
MARAICAGES DE BOURDIM	22	0,02
LAC BLEU	06	0,007

Les lacs de Tonga et Oubeira font partie des sites classés « A » protéger par la convention RAMSAR (1971) relative aux zones humides d'importance internationale. En novembre 2002, deux autres sites ont fait l'objet d'inscription sur la liste RAMSAR ; la tourbière du lac noir et les aulnaies de Ain-Khiar, en l'occurrence. En 2004, c'est au tour de la lagune d'El Mellah et du Lac Bleu de figurer sur ladite liste.

Photo I.2 : Lac Tonga.

Photo I.1 : plage El Hennaya

I.5.3. L'écosystème forestier :

La superficie forestière existante est de l'ordre de 167.687 ha, environ 69% de sa surface totale. Il est composé principalement de forêts de chênes, à cela on peut rajouter les nombreux reboisements en Eucalyptus qui couvrent une bonne superficie du parc. La formation dominante est la suberaie (340 km^2), suivi du maquis (17 km^2). Le pin maritime est la deuxième espèce forestière (145 km^2). Les plantations d'eucalyptus couvrent plus de 86 km^2. **(Ouelmouhoub. S** 2005)

I.6. Les différentes zones du PNEK :

Tableau I.2. : Zonage du PNEK (source : P.N.E.K in **Bouazouni O (2004)) :**

Zones	Superficie (ha)	Caractéristiques	(%) Par Rapport à La Wilaya
Zone de réserve intégrale	9292	renferme des ressources à caractère unique où toute intervention est prohibée	03,21
Zone primitive	9222	constituée de milieux naturels spécifiques qui doivent être maintenus dans leur état a titre d`échantillon témoin	03,18
Zone à faible croissance	29859	elle est le lieu de multitude activités scientifique culturelle et sportive	10,32
Zone tampon	26274	elle sépare les aires protégées des zones ouvertes à la fréquentation	09,08
Zone à forte croissance	1791	elle renferme plusieurs agglomérations et des infrastructures socioéconomiques	0,61
Total	76438	/	26,4

I.7. Richesses patrimoniales du PNEK :

I.7.1. Patrimoine biologique :

I.7.1.1. La flore

Riche d'environ 840 espèces, la flore se caractérise par un taux particulièrement élevé d'espaces endémiques, rares et très rares (Belaire G, 1990). Avec 231 espèces rares et très rares, appartenant à 62 familles et représentant plus du quart (27%) de la flore du parc, soit 15% de la flore rare à l'échelle nationale, cette flore présente une valeur patrimoniale élevée.

I.7.1.2. La faune :

29 espèces de mammifères, 195 espèces d'oiseaux dont 69 sont protégées. 17 espèces de reptiles dont 3 protégées ; 7 espèces d'amphibiens ; 74 espèces de poissons réparties et 223 espèces d'invertébrés.
Les Poissons avec 104 espèces, 89 espèces de Poissons Osseux et 15 espèces de Poissons Cartilagineux, ce sont la composante majeure de la diversité globale**. (Grimes S 2005).**

I.8 Présentation de la zone d'étude :

Les lacs Mellah, Oubeira et Tonga, sont des écosystèmes aquatiques qui appartiennent à un ensemble biogéographique, exceptionnel par sa diversité biologique, qu'on appelle « **Région d'El-Kala** ». Les trois lacs précités, d'importance internationale, sont disposés en arc de cercle autour d'El Kala. (**Bendjama A et al 2011).**

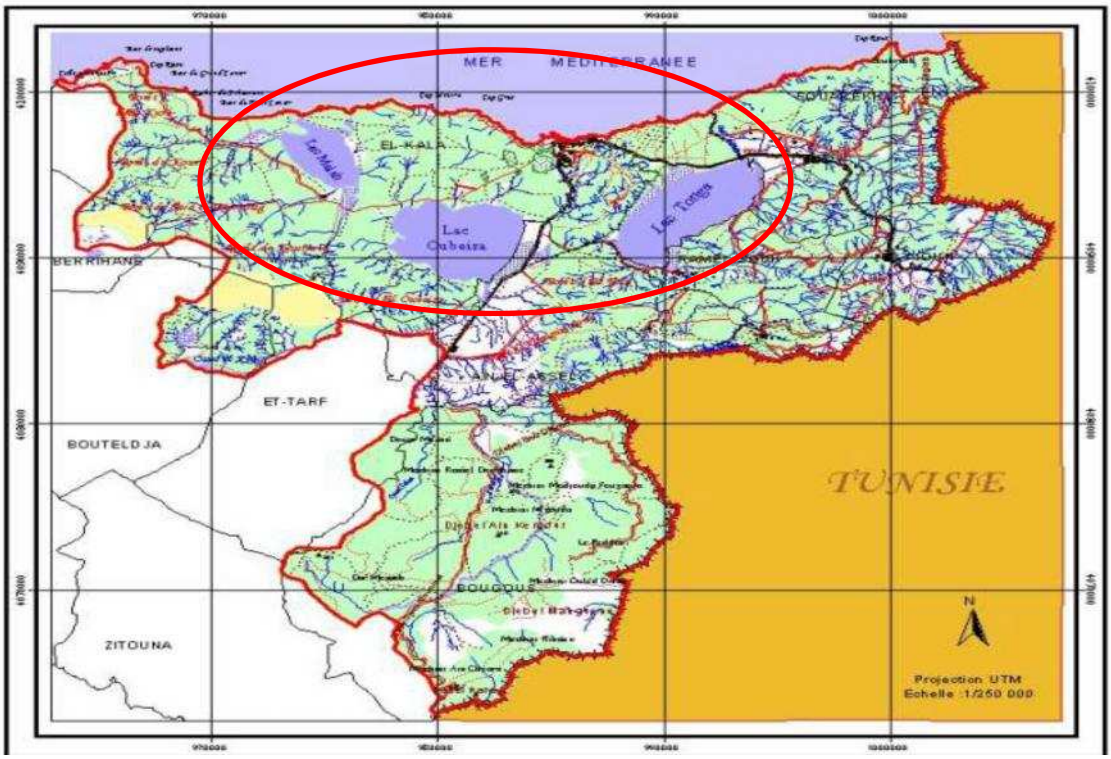


Figure I.2 : présentation de la zone d'étude (lac EL Mellah, Tonga et Oubeira).

I.8.1 Lac El Mellah :

Le lac El Mellah, situé à une distance de 10 Km à l'Est de Cap-Rosa, fait partie d'un ensemble de dépressions du complexe de zones humides dit d'El Kala, et à 15 Km à l'Ouest de la ville du même nom. Il est relié à la mer par un chenal de 900 mètres de long, de 20 mètres de large et d'une profondeur de 0,5 à 2 mètres.

Le site reçoit les eaux des Oueds Eriguibet au Nord-Ouest et El Aroug au Sud-Ouest. Ce dernier oued en se jetant au Sud du lac forme un delta de milieux saumâtres. Sporadiquement ouverte à la mer par un chenal traversant le cordon dunaire.

Son régime hydrologique est influencé d'une part, par les mouvements de l'eau marine pénétrant par le chenal, les échanges entre le lac se faisant dans une lente rotation périphérique dans le sens des aiguilles d'une montre, et d'autre part, par les apports directs d'eau douce lors des pluies et, enfin, les eaux charriées par les Oueds. **(Gimazane J.P. 1982).**

Tableau I.3 : caractéristiques de la réserve intégrale du lac El Mellah.

Superficie :	**Profondeur moyenne** :	**Altitude moyenne**	Volume :	**Superficie du bassin versant** :	**Coordonnées Géographiques** :
2200 ha	3m	0 à 1 m	/	81km²	36°53' N 8° 20'E

Photo I.3.et I.4 : Le lac El Mellah.

I.8.1.1 Géomorphologie du site :

Sur le plan géologique, le site, formé de sables et d'argiles laguno-marines du Néopleistocène, résulte de l'inclinaison de dépôts siciliens suivie d'affaissements successifs. Au néopléistocène ancien, la mer pénétra largement dans la dépression du Mellah. Le côté situé au-dessous du déversoir du lac est constitué de mollasse calcaire marine et dunaire. Les formations tertiaires sont représentées par des éléments de l'éocène moyen (argiles de Numidie) et d'éléments du miocène.

I.8.1.2 Caractéristiques écologiques :

a- La faune:

Le gradient de variation spatiale et temporelle dans la salinité de l'eau serait la cause de la richesse biologique et la grande production d'invertébrés et de poissons du site. La présence d'œufs d'Enchoie met en évidence un milieu particulièrement favorable à la ponte et au développement des juvéniles de cette espèce. Les eaux du lac possèdent une forte productivité et hébergent un peuplement piscicole relativement diversifié composé d'une quinzaine d'espèces dont l'anguille, la sole, le loup, cinq espèces de mulet qui font l'objet d'une exploitation extensive, surtout pour l'anguille. Sur le plan de la diversité planctonique, 200 espèces de phytoplancton ont été identifiées. La périphérie du site, grâce à une végétation dense, est largement fréquentée par des mammifères, comme le chacal, le renard, la Genette et la mangouste.

b- **La flore** :

Le lac El Mellah se caractérise par l'existence de rives extrêmement réduites dont une grande partie de la végétation très diversifiée est terrestre. En effet, la configuration générale des rives permet à la végétation ligneuse constituée de maquis de, s'installer très près de la limite des eaux du lac. Au niveau de la rive Ouest s'élèvent des massifs de chêne liège avec un cortège de végétation allant jusqu'à 2 ou 3 mètres de la limite des eaux. La partie Nord-Ouest a fait l'objet d'un reboisement d'eucalyptus qui cède la place vers le Nord à une vaste aulnaie. Sur le plan floristique, un groupement de Pin d'Alep se situe au Nord-Ouest du Mellah.

I.8.1.3 Activités et menaces :

On assiste à une pression d'élevage bovin et caprin provocant un surpâturage de la végétation de la prairie située au bord de la lagune. Dans la région voisine: L'on note la présence d'une ancienne carrière, non exploitée actuellement, et des jets d'ordures ménagères provenant de l'agglomération du village de Mellha ou Gantra El Hamra. Les incendies répétés appauvrissement de la couverture végétale et augmentent les risques d'érosion qui peuvent conduire au comblement et à la sédimentation du lac.

I.8.1.4 Mesures de conservation :

Le site est classé réserve intégrale dans le Parc National d'El Kala avec une protection assurée par la loi de l'environnement et un décret fixant le Statut-type des Parcs Nationaux. Par ailleurs, le parc national est classé Réserve de biosphère du programme MAB-UNESCO. Zone humide d'importance internationale selon la convention de RAMSAR

I.8.2 Lac Tonga :

La réserve naturelle du Lac Tonga est située dans la Wilaya d'El –Tarf. Elle s'étend sur une superficie de 2700 ha. Elle constitue un lieu d'habitats des oiseaux d'eau. Ce site a fait l'objet d'actions anthropiques d'assèchement au profit de pratiques agricoles. Cependant il a pu retrouver sa vocation de milieu naturel. **(Barkat.S 2004).**

C'est un lac de type palustre d'eau douce en communication avec la mer Méditerranée par un canal artificiel, le canal Messida. Il se caractérise par une importante couverture végétale en mosaïque. Le Tonga est alimenté par de nombreux affluents et par deux oueds importants : El Hout au sud et El Eurg au nord. (**Leveque N 2009).**

Tableau I.4: caractéristiques de la réserve intégrale du lac Tonga.

Superficie :	**Profondeur moyenne** :	**Altitude moyenne**	**Volume :**	**Superficie du bassin versant** :	**Coordonnées Géographiques** :
2700 ha	/	2.2 m	28.000.000m2	150 km2	36° 53 N 08° 31E

Photos I.5 et I.6 : Lac tonga

I.8.2.1 Géomorphologie du site :

Le Tonga date du Quaternaire, des mouvements tectoniques ont permis le creusement de sa cuvette composée d'argiles de Numidie. De dépression laguno-marine, elle s'est transformée en lac d'eau douce par envasement consécutif à des dépôts de limons arrachés aux collines. Le bassin versant, d'une superficie de 150 km2, est constitué de sols de marécages et d'alluvions formés de sable et limons récents, des formations du Pontien, composées de conglomérats de grès de Numidie. On distingue des sols de marais dans la partie centrale du lac, des sols tourbeux au niveau de l'aulnaie, des dépôts alluvionnaires des oueds et, autour du lac, des sols de prairies marécageuses.

I.8.2.2 Caractéristiques écologiques :

a- La flore :

Le Tonga compte quatre-vingt-deux espèces végétales qui appartiennent à 31 familles botaniques, parmi elles 32 espèces (39% de l'ensemble) sont classées d'assez rares à rarissimes (Kadid, 1989). Parmi les espèces rares nous citons *Marsilea diffusa, Nymphaea alba, Utricularia exoleta.*

b- La faune :

Les mammifères : La loutre *Lutra lutra* et le Cerf de Barbarie *Cervus elaphus barbarus*, espèce endémique de l'Algérie et de la Tunisie.

Les oiseaux d'eau : Quelques dizaines de milliers d'oiseaux d'eau (canards, oies, rallidés, ardéidés, limicoles et autres), hivernent au Tonga, site de nidification d'un nombre important d'espèces aviaires.

I.8.2.3 Menace :

Braconnage, encombrement du plan d'eau par la végétation et colmatage de son chenal, rejet des eaux usées des agglomérations alentours, pompage d'eau pendant la période d'étiage (cultures spéculatives), incendies répétés dans le bassin versant d'où une mise à nu des sols. Exploitation irrationnelle de l'anguille sans étude d'estimation des stocks et construction de barrages en amont.

I.8.2.4 Mesures de conservation :

Le site est classé au même titre que les autres zones humides comme zone intégrale selon le statut type du Parc National d'El Kala, il est partie intégrante de la réserve de la biosphère et classé site Ramsar.

I.8.3 Lac Oubeira :

Le lac Obéira est un bon exemple d'une zone humide représentative, rare et unique de type de zone humide naturelle de la région méditerranéenne se situant dans un complexe de zones humides qui viendrait en troisième position après ceux du Delta de l'Ebre, en Espagne et la Camargue en France. **(Kherifi W et al 2012)**
Lac endoréique d'eau douce d'origine naturelle, il est situé au centre d'un bassin versant de 9.900 hectares, à 4 kilomètres à vol d'oiseau de la mer. Le Lac abrite habituellement 20.000 Oiseaux d'eaux (**Boumezbeur A et Ameur N 2003**).

Tableau I.5 : caractéristiques de la réserve intégrale du lac Tonga.

Superficie :	**Profondeur moyenne** :	**Altitude moyenne**	**Volume :**	**Superficie du bassin versant** :	**Coordonnées Géographiques** :
3160 ha	1,24m	25m	32.000.000 m3 (période hivernale)	9919 ha	**Latitude** 08°23' E **Longitude** 36°50' N

Photo I.7 : Lac Oubeira.

I.8.3.1 Géomorphologie du site :

l'Oubeïra est un lac endoréique, d'eau douce, permanent. Il est en forme de cuvette à fond plus ou moins plat légèrement incliné vers le Nord, d'origine naturelle ayant une profondeur maximale de 4m. Le substrat est entièrement composé d'argile de Numidie datant du Tertiaire, avec la présence tout autour du Lac de dépôts récents du Quaternaire. Les alluvions limoneuses du fond de vallée, datant du Quaternaire, sont localisées au Sud-Est du lac.

I.8.3.2 Caractéristiques écologiques :

a- La flore:

Le lac Oubeïra est le seul site algérien abritant la chataîgne d'eau Trapa natans et le nénuphare jaune. On note également le nénuphare blanc *Nyphaea alba*, le scirpe incliné *Scirpus inclinatus*, le Sparganium erectum, et le Rubanier rameux *Zanichelia palustris*

b- La faune:

Le lac Oubeïra abrite plusieurs espèces aviaires, parmi lesquelles nous citons la Talève sultane *Porphyrio porphyrio*, l'Erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule nyroca *Aythya nyroca*, l'Ibis falcinelle *Plegadis falcinellus*, l'Oie cendrée Anser anser, le Flamant rose *Phoenicoptecus ruber*, le Grand cormoran, le Blongios nain *Ixobrychus minutus*, et le Balbuzard pêcheur, etc. Les Mammifères sont notamment représentés par la loutre.

I.8.3.3 Activités :

Exploitation halieutique.

I.8.3.4 Menaces :

Rejets d'eaux usées ; extension de l'agriculture spéculative autour du lac (arachides).

I.8.3.5 Mesures de protection :

Le lac est classé en réserve intégrale du Parc National d'El-Kala Loi de l'environnement N° 83/462 du 05 février 1983.Décret N° 83/462 du 23 juillet 1983 portant Statut type des Parcs Nationaux. Décret n°82-439 du 11 décembre 1982 portant Adhésion de l'Algérie à la convention internationale relative aux zones humides.

Chapitre II :
Matériels et méthodes

Dans ce seconde chapitre, on va présenter les différentes matériels utilisés pour les prélèvements et le traitement des échantillons soit pour les paramètres physicochimiques (O_2 pH et la transparence des eaux) et pour les sels nutritifs (NO_3, NO_2 et PO_4). En première lieu.
En deuxième lieu, On parle des méthodes utilisées pour le traitement statistique des données.

II.1 Les paramètres physicochimiques :

La température, la salinité, l'oxygène dissous et le pH doivent être mesuré *in situ* (ou à bord) immédiatement après le prélèvement par un appareillage approprié et adapté aux conditions de terrains.

Les sondes perdables : (les plus utilisées sont les XBT : Expendable BathyThermograph. Il existe également les XCTD) ces sondes sont lancées à partir du bord (il n'est donc pas nécessaire d'arrêter le bateau) et sont reliées à un pistolet de lancement, lui-même relié par un câble à un PC d'acquisition, par un mince fil de cuivre qui transmet la mesure enregistrée directement sur le PC. Lorsque le fil de cuivre casse au bout d'une certaine profondeur (dépendant aussi de la vitesse du navire) la sonde est perdue. Ces sondes permettent des profils de température (et de salinité pour les XCTD) de la surface à plus de 700 mètres en moyenne.

- Leur grand intérêt est de pouvoir obtenir des profils rapidement, sans arrêter le bateau

X : eXpendable (perdable) ;
T : Température
C : conductivité (donc salinité) ;
D : Depth (profondeur).

Photo II.1 : XCTD Sondes Conductivité

II.1.1 La température :

La température est un paramètre important pour la connaissance des masses d'eau. Le principe d'application physico-chimique est la détermination de la valeur de saturation des gaz dessous et en particulier de l'oxygène. **(Aminot et Chaussepied, 1983).**

Plusieurs méthodes sont utilisées pour la mesure de la température in situ on cite :

- Thermomètre de laboratoire classique (thermomètre à mercure, thermomètre digital.
- Valise multiparamétriques (oxymètre, salinomètre).

II.1.2 La salinité :

La salinité représente le contenu en sels dessous d'une eau et normalement associé à la mesure de la température **(Aminot et Kerouel, 2004)**.

Deux méthodes sont utilisées pour la mesure de la salinité.

- **Méthode directe :**

Par le biais d'un salinomètre de terrain (salinomètre à induction) ou sonde CTD.

Méthode indirecte : (méthode volumétrique) :

Le principe de cette méthode repose sur la précipitation des halogènes de l'eau de mer (Cl, Br, I,….) Par addition d'une solution titrant de nitrate d'argent ($AgNO_3$) sous forme d'halogénures d'argent (AgCl, AgBr, AgI….). L'excès des ions Ag+ dans la solution forme un complexe avec les ions chromates de potassium ($K2CrO_4$) et donnent une coloration rouge brique ($Ag2CrO_4$), marquant ainsi la fin de la titration.

- Cette méthode permet la détermination de la chlorinité et à partir de laquelle sera calculée la salinité.

$$\mathbf{S(°\%) = 1.80655\ Cl\ °\%} \qquad \mathbf{(1)}$$

.

II.1.3 L'oxygène dissous:

Le taux d'oxygène dessous augmente avec la profondeur, il diminue quand la température augmente **(Bckretaoui et Boutouili ,1989)**

Plusieurs méthodes sont utilisées pour la mesure de l'oxygène :

Chimique, électrochimique, chromatographie en phase gazeuse). Même si la méthode électrochimique est intéressante car plus facile à mettre en œuvre "in situ", la méthode la plus précise est la méthode de Winkler.

Oxymètre de terrain : Valise multiparamétres (méthode électrochimique)…..L'appareil doit être calibré en prenant en considération la pression atmosphérique et le pourcentage de saturation.

Sonde CTDO… (Conductivity, Temperature, Deepth and Oxygen sensors).

photo II.2 : Un Oxymétrie marque WTW « Oxi197i /Set».

Méthode chimique appelée méthode de **Winkler (Aminot A 1983.) (Rodier et *al* 1996)** en utilisant un titreur automatique: cette méthode est la plus utilisée dans le domaine de la recherche pour sa grande précision. Aussi on peut calculer l'UAO avec cette méthode…

II.1.4 Le potentiel d'Hydrogène: pH :

Le pH de l'eau de mer est mesuré par la méthode électrochimique à l'aide d'un pH mètre de terrain (valise multipramètres). L'appareil doit être étalonné avec des solutions pH connus….4, 7 et 9 couvrant en général la gamme des valeurs trouvées en mer.

Sonde ou capteur classique (stylo pH).

Papier pH :

Photo II.3 : un papier pH

Photo II.4 : pH mètre

II.2 Les sels nutritifs :

Les sels nutritifs sont les forme de phosphore et de silicium et de l'azote qui sont nécessaire la croissance des plantes marines et en particulier pour les phytoplanctons. **(Eddalia N, 1990).**

Les sels nutritifs sont des descripteurs hydrologiques indispensables à l'étude ou la caractérisation d'un écosystème marin. **(Aminot & Kerouel ,2007).**

Les éléments nutritifs proviennent de deux sources variées :

Source exogène potentielle : sont constitués d'effluents ponctuelle d'origine municipales ou industrielles, les ruissements et les dépôts atmosphériques

Source endogène : les sédiments et les infiltrations**. (Lacaze, 1996)**

Les méthodes utilisées pour le dosage des sels nutritifs sont :

- La méthode colorimétrique classique appelée méthode manuelle.

- La colorimétrie (ou absorption) et la spectrophotométrie sont basées sur la loi de Beer Lambert.

- La méthode colorimétrique automatisée à flux continu : dosage in situ à bord, c'est une méthode fiable, précise et rapide. Elle est couramment utilisée pour les grands projets de recherche à bords des navires océanographiques de recherche.

La méthode utilisée pour le dosage des sels nutritifs (nitrites, nitrates, orthophosphates et silicates) est basée sur une réaction de coloration. En effet, ces sels réagissent dans certaines conditions (température, pH, présence de catalyseurs,…) avec des réactifs spécifiques pour donner une coloration absorbant la lumière à une certaine longueur d'onde (λ).

L'absorption de l'énergie lumineuse dépend de l'intensité de la coloration, de même, cette dernière est d'autant plus importante que la solution est concentrée en sel dosé**.**

La quantité de lumière absorbée par la solution, appelée absorbance (A) ou densité optique (D.O), obéit à la loi de BEER-LAMBERT qui est exprimée par la relation suivante :

$$\mathbf{A = D.O. = Log\ (Io / I) = E.L.C} \qquad \mathbf{(2)}$$

Io et I sont respectivement les intensités lumineuses incidentes et émergentes du milieu absorbant.

A : Absorbance ou densité optique (D.O.).

L : trajet optique (épaisseur du milieu absorbant).

E : coefficient d'extinction molaire, variant entre la température et longueur d'onde.

C : concentration du milieu absorbant**.**

II.3 La matière en suspension MES :

La définition ISO des matières en suspension **(Afnor, 1999)** indique qu'il s'agit des « matières éliminées par filtration ou centrifugation dans des conditions définies ».

Les matière en suspension sont de taille généralement inférieure à 100 µm et correspondent aux éléments fournis par l'érosion des sols, la production biologique et les activités humaines dans l'ensemble du bassin versant. **(Dupont et *al*, 2001).**

L'équipement de filtration sur membrane peut dans la plupart des cas être utilisé pour d'autres types de filtres. La perméance du plateau support du filtre doit être suffisante pour permettre à l'eau de circuler librement**. (CWEA 2012)**

Comme la MES est un ensemble des organismes minérale ou organiques qui peut agir sur la turbidité ; on suivit un protocole simple pour déterminer la concentration de MES dans l'eau par un filtre (GF/F) pour retenir toutes les particules de tailles supérieures à 0.45 µm.
La teneur en MES est ainsi obtenue par la différence de poids de filtre avant et après filtration (volume d'eau suffisant) et rapportée au volume d'eau filtrée.

La teneur en matières en suspension est obtenue par la formule suivante:

$$X=\frac{(m-m')*100}{V} \qquad (3)$$

x : la teneur en mg/l des matières en suspension
m : la masse du filtre après filtration, en mg
m': la masse du filtre avant filtration, en mg
V : le volume en ml d'échantillon filtré. Si l'échantillon a été pesé, 1 g est considéré comme équivalent à 1 ml.

II.4 Analyse des données

Notre méthodologie d'analyse des données est basée sur l'étude de la qualité des eaux des lacs, à travers les profils physico-chimiques dans les régions. Le traitement des 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.4. 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 stations et par lac pour le cas d'El Kala, par station et par région pour chaque caractère mesurable vu le nombre assez élevé des observations (60 observation) 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.

- Tableau des données

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 **Xij**.

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

II.4.1.1 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 (region, et stations) non équilibré puisque le nombre de répétitions n'est pas le même pour les différentes localités, et stations.

- Tableau des données
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). **(Voir annexe).**

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 moyennes sont significativement différentes des autres par une classification en sous ensembles homogènes.

II.4.2 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.4.2.1. Analyse en composantes principales (ACP)
C'est une des techniques les plus classiques de la statistique multivariée. 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.

Tableau des données

Le même tableau utilisé pour l'analyse univariée pour les caractères quantitatifs est utilisé pour l'Analyse en Composantes Principales. Ce tableau est formé des moyennes des valeurs quantitatives pour les différents caractères étudiés.

Chaque valeur dans la même ligne correspond à une station sur un total de 60.

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.4.2.2 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 dissimilarité entre les populations.

Sachant que 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.

- Tableau des données

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 correspondants.

Chapitre III :
Résultats et discussion

III.1. Analyse statistique :

Les mensures sont faites sur un total de 420 échantillons et sur une totalité de 60 stations, 20 pour chaque lacLes critères pris-en considération sont :
L'oxygène dissous, les nitrates et nitrites, les orthophosphates, le potentiel d'hydrogène, la transparence des eaux ainsi que la profondeur.
Les informations issues des analyses réalisées auprès de l'agence du Parc d'El Kala ont permis d'élaborer une matrice structurelle et de regrouper les différentesStations en types représentatifs de la diversité physico-chimique observéede la qualité des eaux.**(Voir annexe).**

III.1.1 Analyse uni-variée

III.1.1.1 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 (297,8733 ± 218,0047) Quant au coefficient de variation, il permet de comparer la dispersion de variables dont les unités sont différentes.
Dans notre analyse, ce coefficient est inférieur à 17 % pour les variables : O_2 et pH cela équivaut à une dispersion plus faible.
Par contre, pour les variables : NO_3, NO_2, PO_4 ainsi que la transparence et la profondeursont nettement supérieures à 13 %. Exception faite pour la var 6 ou le CV égal à 73,18704 % mais sachant que le CV est influencé par les valeurs max et min.

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

Tableau III.1 : statistiquedescriptivedes données physico-chimique des eauxd'El Kala

Variables	Actifs	Moy	Min	Max	Variance	Ecart-type	Coefficient de variation (%)	Confiance	Confiance
Var1 O_2 (mg/l)	60	8,4310	5,0000	10,0500	0,90	0,9494	11,26111	0,8048	1,1580
Var 2 NO_3(mg/l)	60	3,4172	2,8000	4,3600	0,35	0,5946	17,40055	0,5040	0,7252
Var3 NO2 (mg/l)	60	0,4472	0,2900	0,7000	0,02	0,1550	34,67178	0,1314	0,1891
Var4 PO_4 (mg/l)	60	0,4247	0,2500	0,7000	0,03	0,1666	39,24173	0,1413	0,2033
Var5 Transparence	60	102,0365	63,3200	131,0000	432,15	20,7883	20,37340	17,6209	25,3547
Var6 Profondeur	60	297,8733	76,6600	602,0000	47526,04	218,0047	73,18704	184,7882	265,8920
Var7 pH	60	7,9883	7,0000	8,8000	0,28	0,5253	6,57612	0,4453	0,6407

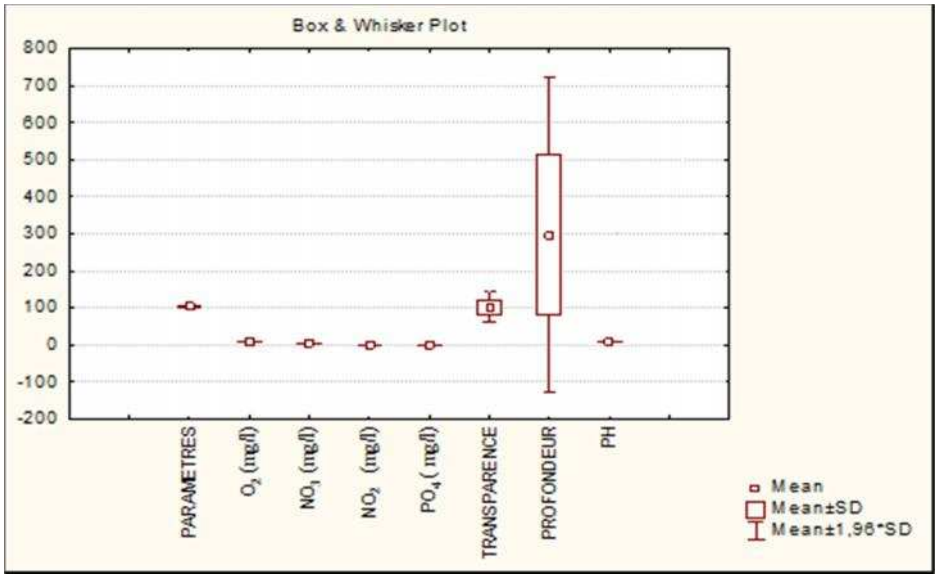


Figure III.1 : boite à moustache des sept variables.

Définition :

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.

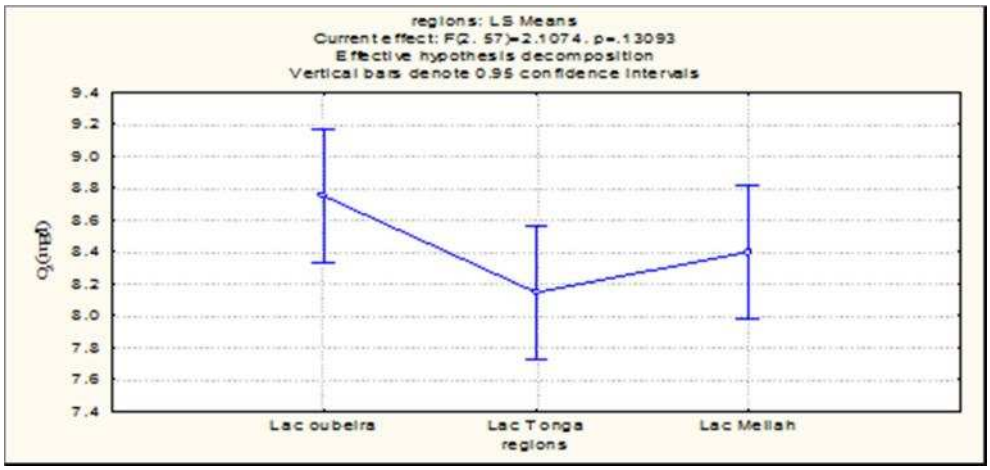
III.1.1.2. Les distributions des caractères quantitatifs

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**, par **région.**

La plupart des indicateurs environnementaux, peuvent prendre des valeurs qui recouvrent de façon continue un large intervalle de variationsur le plan qualité des eaux.

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 O_2:



FigureIII.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 O_2.

	$[O_2]$ min(mg/l)	[O2] max(mg/l)	[O2] moy(mg/l)	Ecarte-Type
Oubeira	8.4	9.2	8,73	0.8
Tonga	7.5	8.5	8,146	1
Mellah	8	8.8	8.40	0.8

On note que la valeur moyenne pour les trois lacs sont pratiquement égaux, exception faite pour le lac Oubeira qui détient la plus grande valeur de l'ordre de 8.73mg/l.

III.1.1.2.2:les nitrates

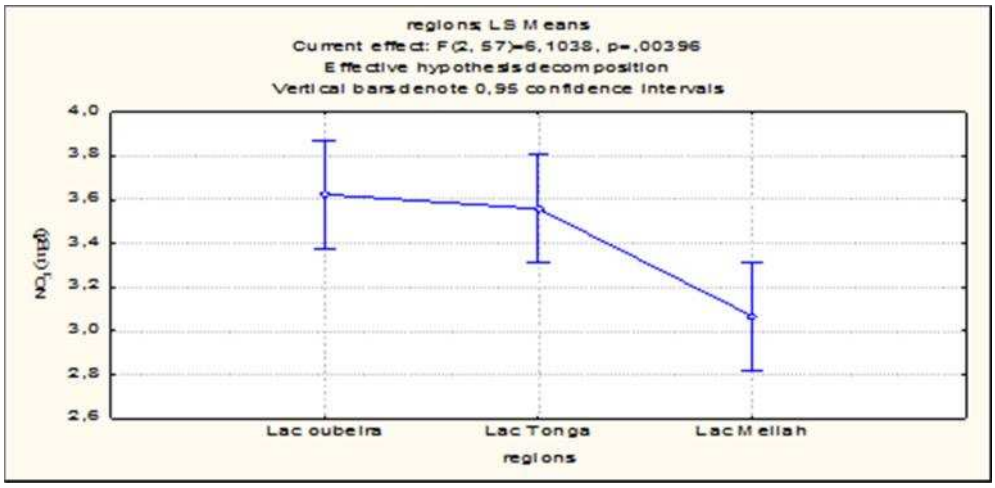


Figure III.3 : La gamme de la variation du NO_3 dans la zone d'etude.

Tableau III.3 : les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du NO_3

	$[NO_3]$ min (mg/l)	$[NO_3]$ max(mg/l)	$[NO_3]$moy(mg/l)	Ecarte-type
Oubeira	3.4	3.9	3.62	0.5
Tonga	3.25	3.8	3.56	0.55
Mellah	2.8	3.3	3.07	0.5

On remarque que la valeur moyenne pour les trois lacs sont pratiquement semblable

III.1.1.2.3 les nitrites

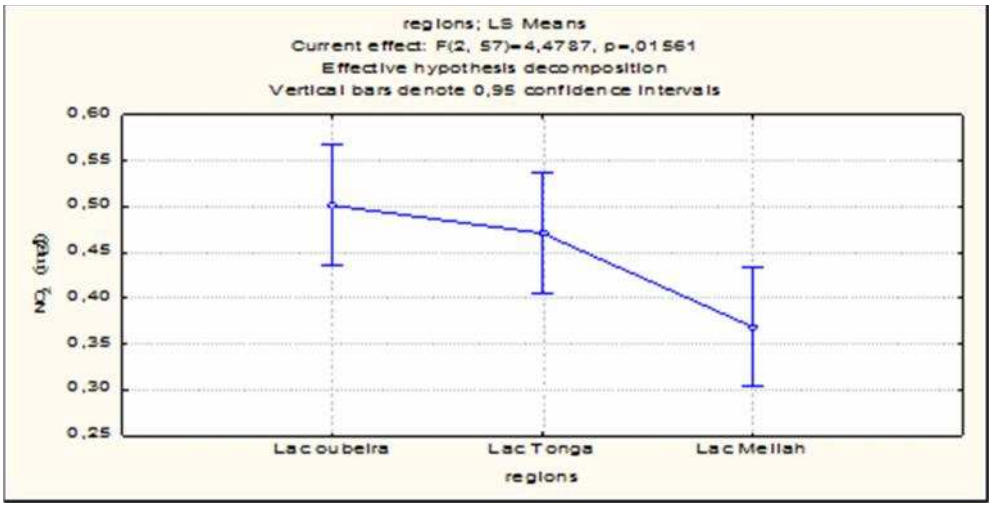


Figure III.4 : La gamme de la variation du NO_2 dans la zone d'étude.

Tableau III.4: les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du NO_2.

	$[NO_2]$ min(mg/l)	$[NO_2]$ max(mg/l)	$[NO_2]$ moy (mg/l)	Ecarte-type
Oubeira	0.43	0.57	0.50	0.14
Tonga	0.4	0.54	0.47	0.14
Mellah	0.30	0.44	0.37	0.14

La valeur moyenne de NO3 est plus importante dans le lac Oubeira par rapport aux deux autres lacs.

III.1.1.2.4les orthophosphate

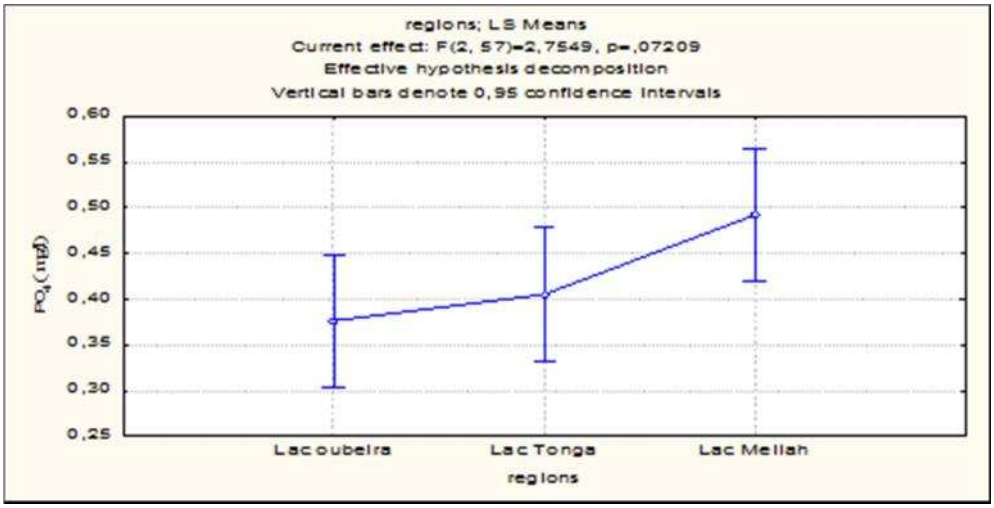


Figure III.5: La gamme de la variation du PO_4dans la zone d'étude.

Tableau III.5: les valeurs minimale, maximale et la valeur moyenne du PO_4.

	$[PO_4]$ min(mg/l)	$[PO_4]$ max(mg/l)	$[PO_4]$ moy(mg/l)	Ecarte type
Oubeira	0.30	0.48	0.38	0.18
Tonga	0.33	0.49	0.41	0.16
Mellah	0.42	0.57	0.49	0.15

Par contre aux autres paramètres physicochimiques précédents, la valeur moyenne de PO4 est pratiquement élevée dans le lac El Mellah et contrairement elle est plus au mois faible dans l'Oubiera.

III.1.1.2.5 la transparence des eaux :

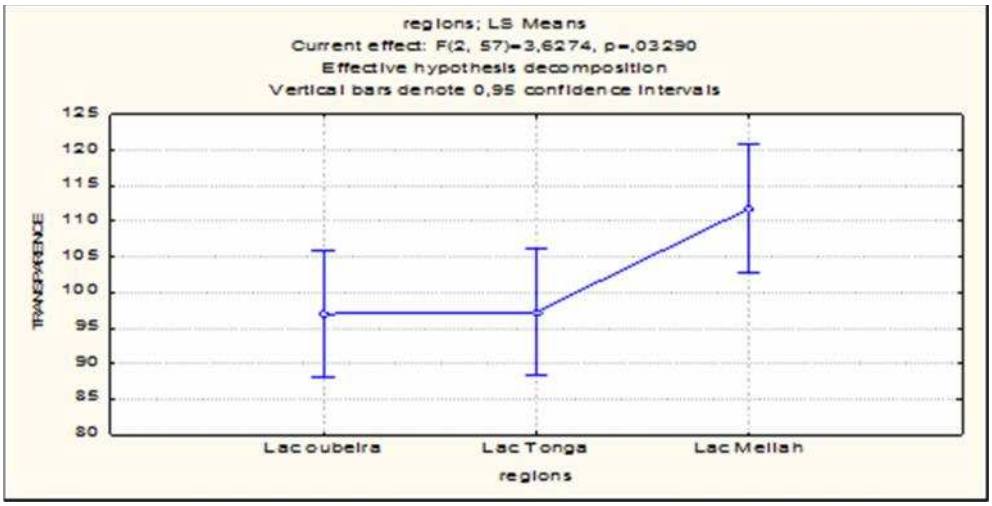


Figure III.6: La gamme de la variation de la transparence dans la zone d'étude.

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

	Transparence min	Transparence] max	Transparence moy	Ecarte-type
Oubeira	87	105	97	18
Tonga	87	107	97.28	20
Mellah	103	122	111.83	19

Les eaux de lac El mellah sont plus claires, par rapport aux eaux des autre lacs

III.1.1.2.6: la profondeur

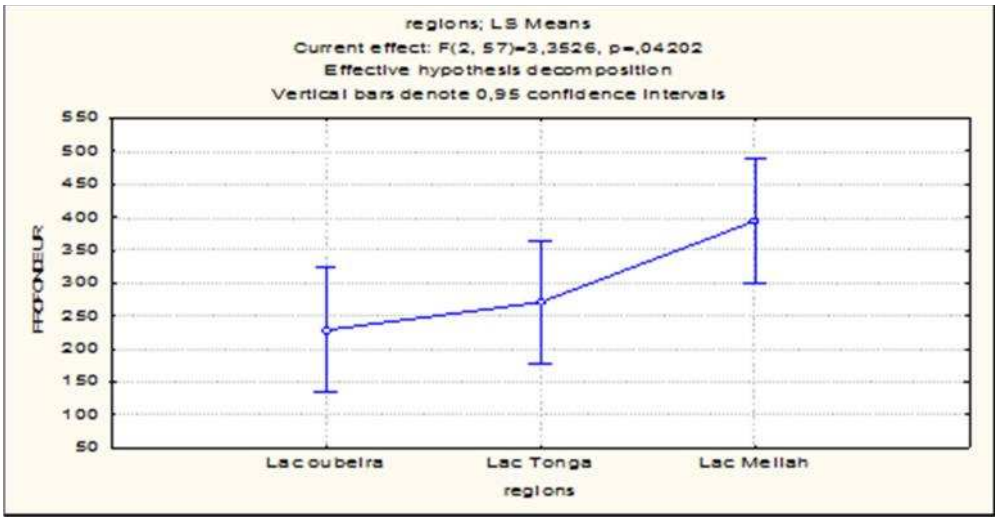


Figure III.7: La gamme de la variation de la profondeur dans la zone d'etude.

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

	Profondeur (cm) min	Profondeur (cm) max	Profondeur (cm) moy	Ecarte-type
Oubeira	130	325	228.65	195
Tonga	175	360	270.79	185
Mellah	300	500	394.05	200

Le lac El Mellah est plus profond que le lac Oubeira et Tonga avec une moyenne de 394.05 cm

III.1.1.2.7: le potentiel d'hydrogène pH.

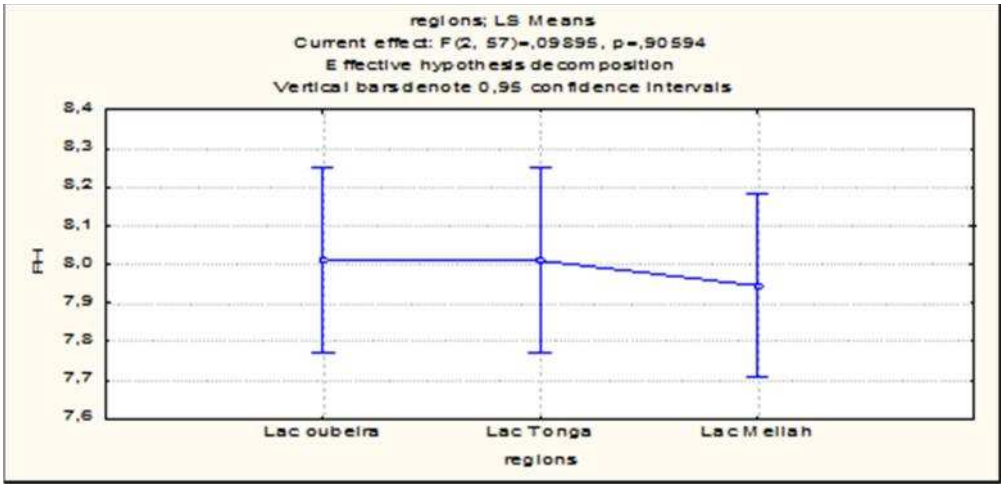


Figure III.8 : La gamme de la variation du pH dans la zone d'étude.

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

	pH min	pH max	pH moyenne	Ecarte-type.
Oubeira	7.78	8.25	7.99	0.47
Tonga	7.77	8.25	8.01	0.48
Mellah	7.7	8.2	7.95	0.5

En général les eaux des trois lacs sont neutres avec une gamme de variation de 7.7 à 8.25.

Pour l'analyse de l'ANOVA on dira que ; L'analyse de la variance est hautement significative ($P \leq 0{,}001$) pour les cas HS(hautement significative), MS (moyenne significative $P \leq 0.05$), et S (significative $P \leq 0.01$) et le cas non significatif $P \geq 0.05$,ce qui explique la variabilité des résultatstrès large entre les différents types stations et régions pour les paramètres étudiés (le tableauci-après).

Le tableau d'ANOVA nous montre le degré de la signification et de ressemblancepour les variables hautement significatives par rapport aux facteurs régions et stations.

Ceci indique l'influence des facteurs (régions/stations) sur les différents paramètres étudiés

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

	NO3 (mg/l)					Degré de signification
	SS	Degr. Of liberte	MS	F	p	
régions	3,6795	2	1,8398	6,104	0,003963	HS
	NO2 (mg/l)					
	SS	Degr. of	MS	F	p	
régions	0,19260	2	0,09630	4,4787	0,015610	S
	TRANSPARENCE					
	SS	Degr. of	MS	F	p	
régions	2878,8	2	1439,4	3,627	0,032895	S
	PROFONDEUR					
	SS	Degr. of	MS	F	p	
régions	295139	2	147569	3,3526	0,042018	HS
	PH					
	SS	Degr. of	MS	F	p	
lacs	7,574	4	1,894	11,96	0,000000	HS

Le reste de variables(O_2, PO_4) 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 qui sont rassemblé dans le tableau ci-après :
On note la constitution des groupes homogènes plus de deux pour les variables NO_3, NO_2, la transparence et la profondeur, sauf pour le pH au existe trois groupes.

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

	NO3			
	régions	NO3 (mg/l)	1	2
3	Lac Mellah	3,069000		****
2	Lac Tonga	3,558500	****	
1	Lac Oubeira	3,624000	****	
	NO2			
	régions	NO2 (mg/l)	1	2
3	Lac Mellah	0,369000		****
2	Lac Tonga	0,471000	****	
1	Lac Oubeira	0,501500	****	
	Transparence			
	régions	Transparence	1	
1	Lac Oubeira	96,9970	****	
2	Lac Tonga	97,2815	****	
3	Lac Mellah	111,8310	****	
	Profondeur			
	regions	PROFONDEUR	1	2
1	Lac oubeira	228,7850	****	
2	Lac Tonga	270,7850	****	****
3	Lac Mellah	394,0500		****
	LACS			
	PARAMETRES	PROFONDEUR	1	2
2	station B	159,8917		****
5	Station E	216,4750	****	****
4	Station D	297,5000	****	****
3	Station c	385,8333	****	
1	station A	429,6667	****	
	PH			
Station c	7,633333	****		
station A	7,641667	****		
Station D	7,975000	****	****	
Station E	8,091667		****	
station B	8,600000			****

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

III.1.2 Analyse multidimensionnelle ;

III.1.2.1 Analyse en Composantes Principales (ACP) :

L'usage del'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, et lacs). Cependant, on remarque que certaines variables sont peu corrélées

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

Variables	**Moyennes**	**Ecart-Types (ET)**
O_2	8,4310	0,9494
NO_3	3,4172	0,5946
NO_2	0,4472	0,1550
PO_4	0,4247	0,1666
Transparence	102,0365	20,7883
Profondeur	297,8733	218,0047
pH	7,9883	0,5253

Quant au choix des axes, le pourcentage de variabilité représenté par les 02 premiers facteurs est particulièrement très élevé (**81,942 %).** L'affichage sur F1 comme axe horizontal et F2 comme axe vertical suffit largement pour l'interprétation.

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	4,252	1,484	0,708	0,318	0,160	0,060	0,018
% variancel	60,744	21,198	10,110	4,541	2,289	0,858	0,260
Cumulative	60,744	81,942	92,052	96,593	98,882	99,740	100,000

Pour notre cas formulé par «stations et lacs», le pourcentage de la variance totale expliqué par chaque axe.

On constate que le premier (axe 1) recèle **60,744 %** de la variance totale, le suivant décroissant régulièrement à partir **21,19 %** (axe 2). Cela signifie que, si on représente les données sur un seul axe, on aura toujours 65,28 % de la variabilité totale qui sera préservée. Le deuxième facteur propre représente 21,19 % de la variabilité dans les stations et lacs.

D'après ces résultats, on remarque que ces premiers axes représentent une bonne description de la dispersion des individus puisqu'ils expliquent la totalité (81,942 % 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.

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 : NO_3, NO_2 et PO_4 et la transparencesont fortement liées à la formation de l'axe 1. (On remarque la valeur de chaque variable dans le tableau en gras).

Tableau III. 13: contribution des variables.

	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7
O^2	0,108654	0,022712	**0,629741**	0,130422	0,106476	0,001994	0,000000
NO^3	**0,204129**	0,005490	0,108284	0,110305	0,000289	0,041575	**0,529928**
NO^2	**0,220994**	0,005185	0,000130	0,004835	0,048831	0,718402	0,001623
PO^4	**0,182104**	0,000461	0,000034	**0,622995**	0,153471	0,037947	0,002989
Transparence	**0,145443**	**0,120718**	0,219366	0,099729	0,050849	0,017313	0,346582
Profondeur	**0,134189**	**0,232072**	0,027079	0,000500	**0,335576**	0,168073	0,102512
pH	0,004486	**0,613363**	0,015366	0,031215	**0,304507**	0,014696	0,016367

Parallèlement, les variables :transparence, profondeur et le pHsont en grassont liées à l'axe 2.

On note une forte contribution du pH axe 2, PO_4 axe 4, NO_3 axe 7 qui aura la valeur la plus élevée qui explique leurs fortes contribution pour l'explication des différentes axes.

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. (Figure III.8).

Pour le cas stationle 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.

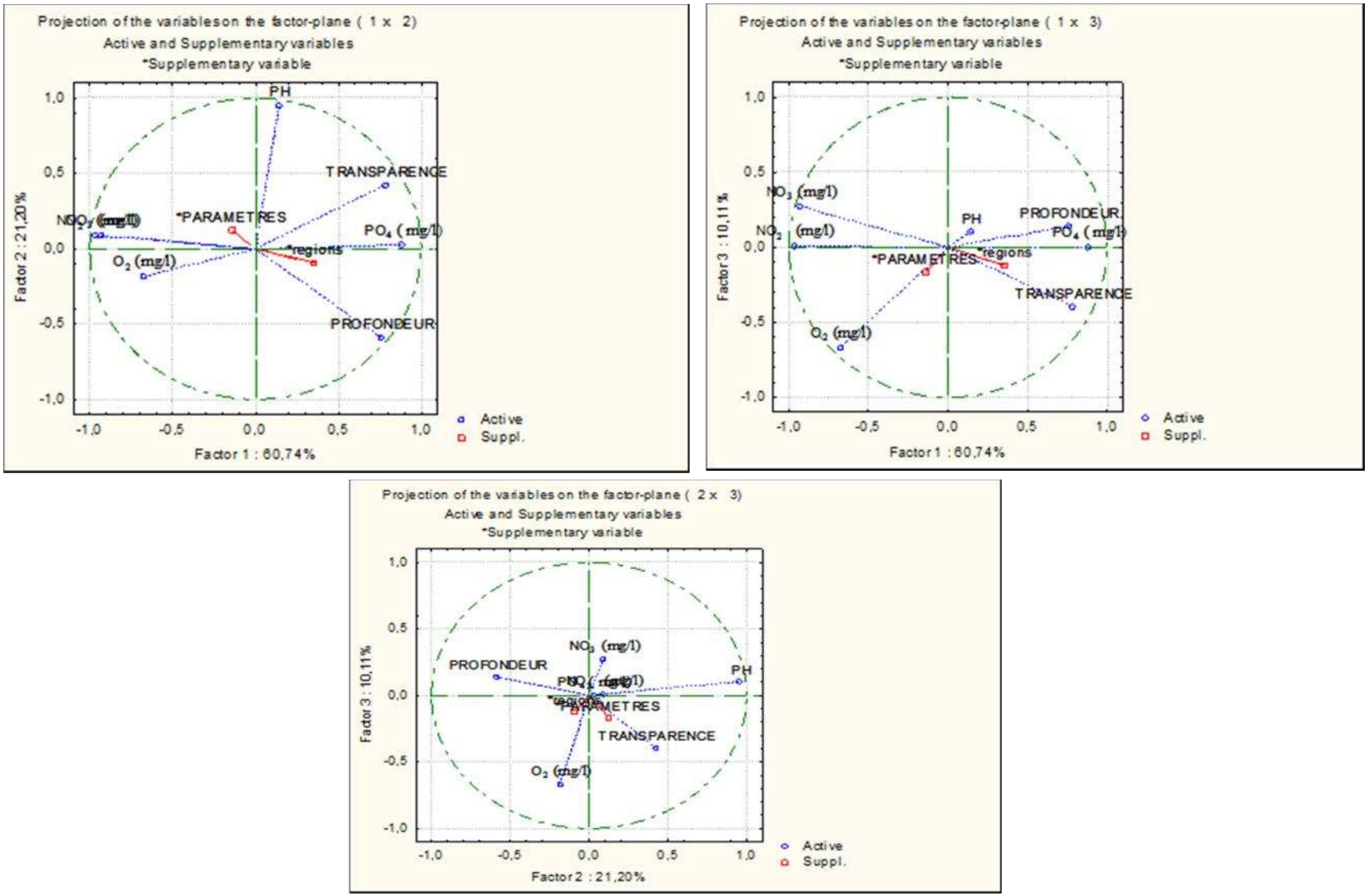
Par contre sur le plan factoriel 1-2, la figure III.9 projection par individusmontre la formation de 3 groupes principaux :

Pôle 1 : caractérisé par les stations 60, 30,31. 59,22 qui partagentles mêmes caractéristiques pour la qualité d'eau,pour les deux lacs Tonga et El Mellah.

Le pôle 2 : stations représentés par les stations 25, 26, 47, 48 partage pratiquement les mêmes caractéristiques de la qualité d'eau pour le lac Tonga.

Et finalement **le pôle 3** :représentéspar les stations : 34, 36, 11, 59, 33, 35, 27, 49,31, 32, 34.Pour les lacs Tonga et El Mellah.

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



FigureIII.9 : cerclesde corrélation des variables.

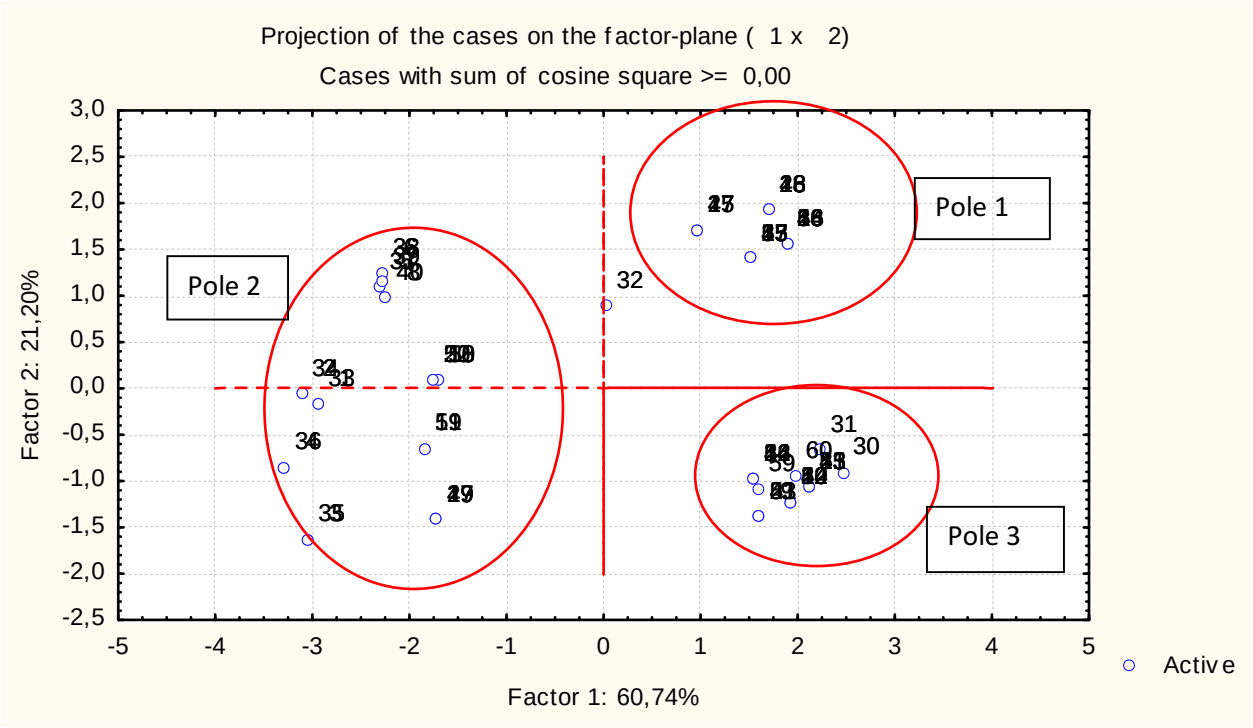


Figure III.9 : projection par individus.

III.1.3 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 dissimilarité en utilisant les distances Euclidiennes ou par similarité en utilisant la distance de Pearson.

III.1.3.1 Etude de dissimilarité

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 dissimilarité nous renseigne, en premier lieu, sur l'histogramme des niveaux de nœuds (Figure III.10). On observe des sauts importants, cela signifie qu'on a une grande homogénéité de la structure au moment de l'agrégation.

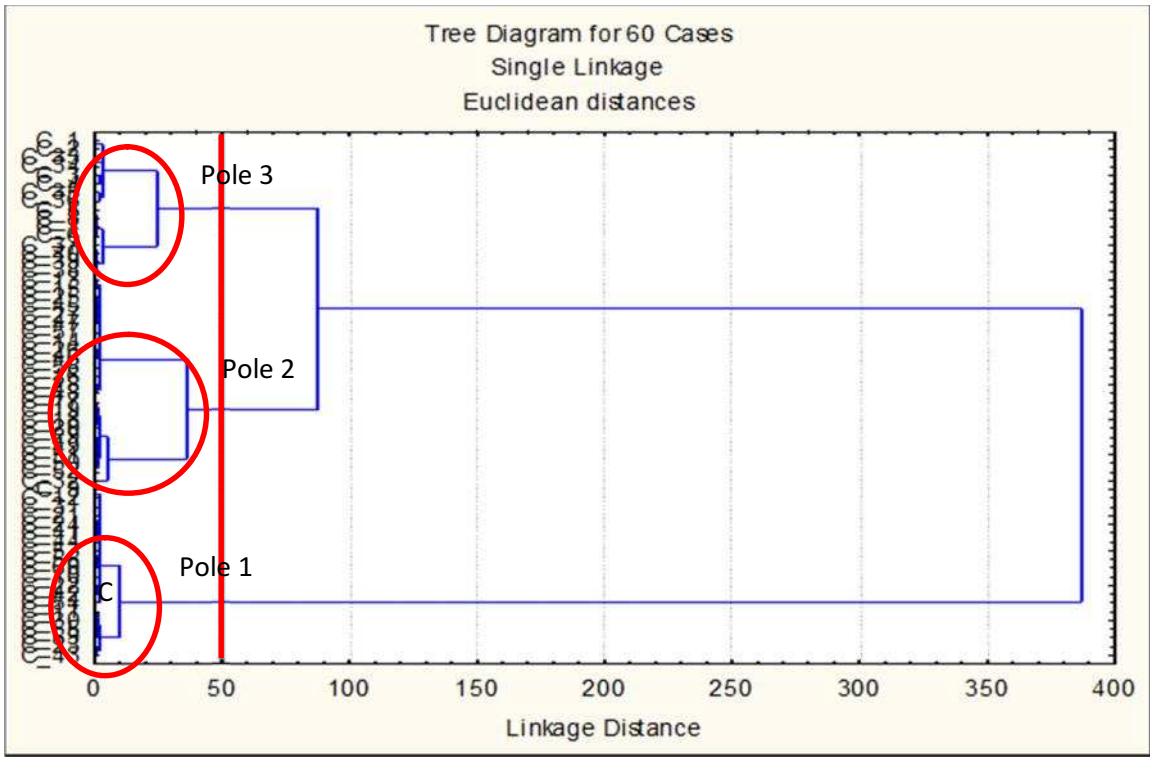


Figure III.10 : le dendrogramme des variables étudiées.

En ce qui concerne la représentation des dendrogrammes, on peut dire que les plus importantes sont : les stations qui sont les plus sains sont le lac Tonga est Oubeira par un degré de pollutionmoyen.
On note la présence d'une ancienne carrière, non exploitée actuellement, et des jets d'ordures ménagères provenant de l'agglomération du village de Mellha ou Gantra El Hamra.

Les résultats obtenus par similarité sont semblables à ceux obtenus par dissimilarité. Ainsi pour l'interprétation de nos résultats, on se contentera d'adopter ceux trouvés par dissimilarité en raison de leurs concordances avec ceux de l'**ACP**.

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

Conclusion Générale

Conclusion :

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

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

Les facteurs majeurs qui influent sur le fonctionnement des lacs sont liés à la variation de l'énergie au cours du cycle annuel. On cite la température, le vent les précipitations et l'ensoleillement.

D'après les données rapportées et les fluctuations des paramètres physicochimiques relevés dans cette étude nous pouvons 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 les lacs présentent une faible masse d'eau et surtout profondeur plus ou moins faible. **(TAD Consult. 2011).**

Le pH conforme aux normes avec une gamme de variation de 7.7 à 8.25, il n'est pas modifié par les rejets industriels ou les apports d'eau. L'alcalinité des lacs ne peut être qu'en faveur d'une forte production primaire favorisant ainsi le classement des lacs dans la catégorie eutrophes.

Les teneurs en oxygène dissous sont variables selon l'activité photosynthétique, la présence ou l'absence de matière organique dégradable et aussi le renouvellement de l'eau dans les différentes stations.

La distribution des sels nutritifs est principalement gérée par l'activité anthropique fertilisante (domestique et agricole) et les eaux des oueds. Donc il existe certainement une pollution par les sels nutritifs (Nitrites, Orthophosphates). Selon leurs concentrations on peut dire qu'on a une eau de bonne et moyenne qualité.

.

L'analyse de l'ANOVA nous montre que les variables sont hautement significatives par rapport aux facteurs régions et stations. Le reste de variables (O_2, PO_4) ne sont pas significatives du fait que les facteurs étudiés ne les influent pas

concerne le test **newsman keuls** indique les groupes homogènes pour chaque cas étudiés On note la constitution des groupes homogènes plus de deux pour les variables NO_3, NO_2, la transparence et la profondeur, sauf pour le pH au existe trois groupes.

L'usage de l'ACP nous permet d'analyser les corrélations entre les différentes variables et d'identifier les populations,
Analyse en Composantes Principales Choix des axes, le pourcentage de variabilité représenté par les 02 premiers facteurs est particulièrement très élevé (**81,942 %).** 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 **60,744 %** de la variance totale, le suivant décroissant régulièrement à partir **21,19 %** (axe 2). Cela signifie que, si on représente les données sur un seul axe, on aura toujours 65,28 % de la variabilité totale qui sera préservée.

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

Les stations qui sont les plus sains se trouvent dans le lac Tonga est Oubeira par un degré de pollution plus ou moins moyen.

Bibliographie

Acourene. S et al. 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.

Afnor (1999). Qualité de l'eau. Dosage des matières en suspension. Méthode par filtration sur filtre en fibre de verre. *Norme NF EN 872*. Qualité de l'eau 2.

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.

Aminot A. et **Chaussepied M., 1983.** Manuel des analyses chimiques en milieu marin**.** *Edt., CENEXO,* Brest (France**),** BNDO Document, 395p.

Aminot A et Kerouel R ; 2004 : Hydrologie d'écosystèmes marins, paramètres et analyses, Edition Ifremer 2004. 336 pages.

Aminot A et Kerouel R ; 2007 : Dosage automatique des sels nutriments dans eaux marines : méthode en flux continu, méthode d'analyse en milieu marin, Edition Ifremer 2007.188 pages.

Barkat S (2004). ATLAS [IV] des zones humides Algériennes d'importance internationale,

Bckretaoui S et Boutouili S; **1989** : Baie de Bou Ismaïl étude des paramètres physiques et chimiques approches bio sédimentaires. Mémoire d'ingénieur d'état en halieutique, ENSSMAL (Alger) 1989. 92 pages.

Belaire G. de (1990) .Structure, fonction et perspective de gestion de quatre écocomplexes lacustres et marécageux (El Kala, Est Algérie). Thèse Doctorat : Université Montpellier 2. 193p.

Bendjama A et al (2011). Caractérisation Des Matériaux Biologiques Issus D'un Ecosystème Naturel« PNEK » Situe Au Nord-Est De L'Algérie, Journal de la Société Algérienne de Chimie. *Université Badji Mokhtar Annaba, Département Hydrogéologie. p 46 – 47.*

Bouazouni O (2004). Parc National d'El KALA Etude socio-économique du PNEK. Projet Régional pour le Développement d'Aires marines et côtières Protégées dans la région de la Méditerranée (MedMPA).

Bougherara A (2010). Identification et suivi des paysages et de leur biodiversité dans la wilaya d'El tarf (Algérie) a partir des images LANDSAT, SPOT et ASTER. *Ecole Normale Supérieure de Constantine, Algérie.*

Boumezbeur A et Ameur N. (2003). Fiche descriptive sur les zones humides Ramsa Réserve Intégrale du Lac Oubeïra, Wilaya d'El Tarf. *Direction générale des forets.*

CWEA. (2012). Détermination des matières en suspension – méthode par filtration sur filtre en fibres de verre et gravimétrie. Institut des sciences publiques. Direction Générale des Forêts.

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

Direction Générale des Forêts. Parc national de Théniet El Had. (2006) ATLAS des parcs nationaux algériens. P28 a p32.

Dussart R, 1992. Limnologie : L'étude des eaux continentales. Paris : Boubee.

Dupon J et al ; 2001 : Le cheminement des particules en suspension, Ifremer 2001. 39 pages.

Eddalia N ; 1990 : Les sels nutritifs et la matière en suspension dans la baie d'Alger et le Golfe d'Arzew identification des masses d'eaux, Mémoire d'ingénieur d'état en halieutique 1990. 103 pages.

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

Gimazane J.P. (1982). L'exploitation conchylicole du lac mellah Algérie. Projet régional de développement d'aquaculture en méditerranée MEDRAP. Mission FAO / MEDRAP.

Grimes S (2005). Plan de gestion de l'aire marine du Parc National d'El Kala (Wilaya d'El Tarf). Projet régional pour le développement d'aires protégées marines et côtières dans la région méditerranéenne (Projet MedMPA).

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

Homewood, K. 1993. Livestock economy and ecology in El Kala, Algeria: Measuring ecological and economic costs and benefits in pastoralist ecosystems. *Pastoralist Development Network,* 1993; issue 35a, 1-27.

Jivotovski, 1985, Génétique, évolution et environnement **.**Ed. Mir, Moscou, 39-47 P.

Kherifi W et al. (2012) ; Evolution saisonnière de la qualité microbiologique des eaux du lac mellah (nord-est algérien), Laboratoire de Géosciences, Faculté des Sciences de la Terre Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie. Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, n° 11, p. 111-112.

Lacaze J-C ; 1996 : l'eutrophisation des eaux marines et continentales, Marketing S-A 1996. 191 pages.

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

Marre A. (1987). Etude géomorphologique du tell oriental algérien de Collo à la frontière tunisienne. Thèse de doctorat Université d'Aix-Marseille, 559p.

Moura, 2002, Méthodes phylogénétiques: de la systématique en biologie et de ses applications en phylologie (stémmatologie) t en languistique historique. Ed.Informa. Et Metho. Mathématique, Mémoire licence Université Lausanne, PP 20-39.

Ouelmouhoub.S 2005, gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du parc National d'ElKala (Algérie) thèse de Master. Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier.

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

RAMSAR (2010) : Manuels Ramsar pour l'utilisation rationnelle des zones humides, *Manualle 12 : Gestion des zones côtières.* CH-1196 Gland. p 9.

Rodier et *al*. 1996. L'analyse de l'eau ; eau naturelle, eaux résiduelles, eau de mer. *Edt Dunod, Paris*. 1383p.

Rubin 1967, kaufman et Rosseuw.1990, in **Pareira.S et al 1996 _** Variability and grouping of north Western spanish chestnut cultivars I, Morpholigical traits.J. Soc.Hort.Sci. 212 (2), P186-189.

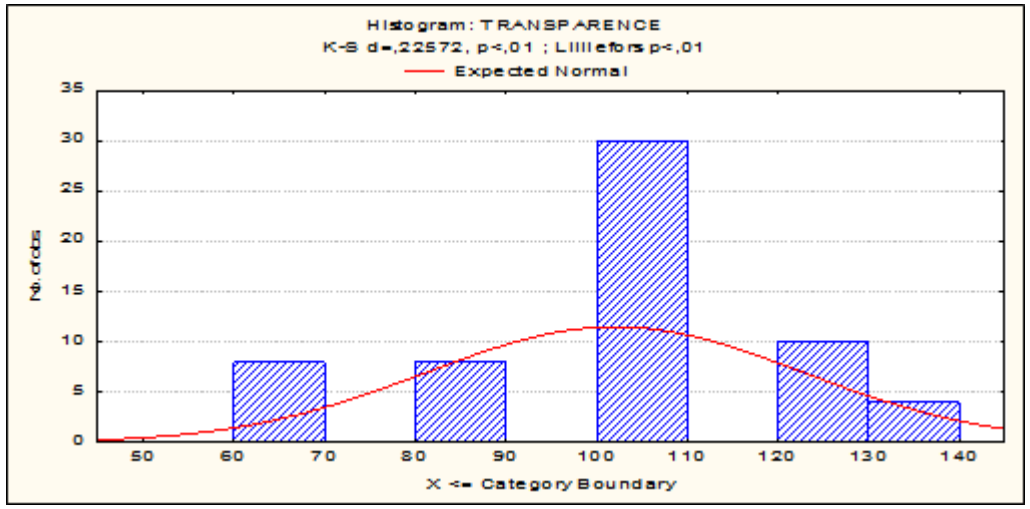
Stevenson A. C., Skinner J., Hollis G. E., Smart M. (1988). The El Kala National Park and Environs, Algeria: An Ecological Evaluation. *Environmental Conservation*, 15, pp 335-348.

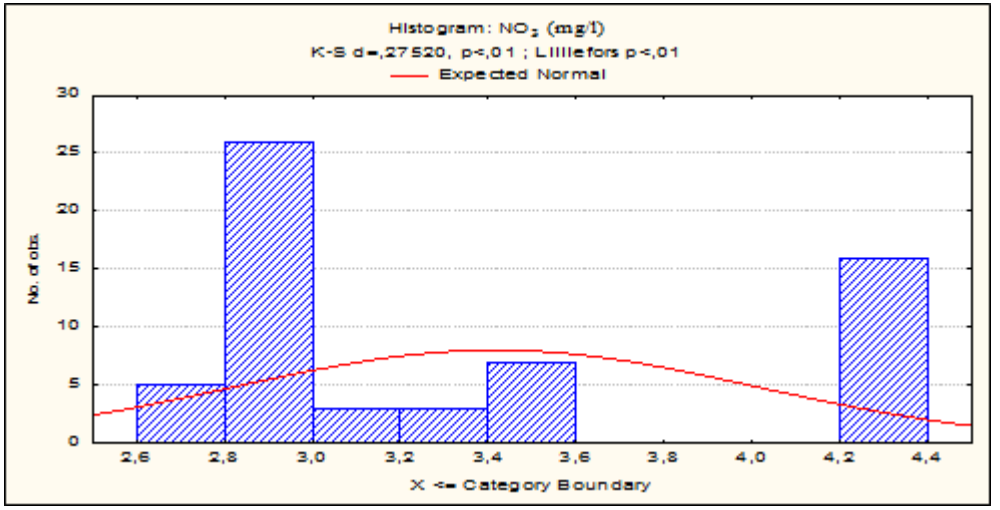
TAD Consult (2011). Plan directeur de gestion des sites Ramsar du parc national d'El Kala, phase 1 : caractéristiques des milieux et leurs bassins versants Lac Oubeira. Rapport de mission El Kala.p 12 – 20.

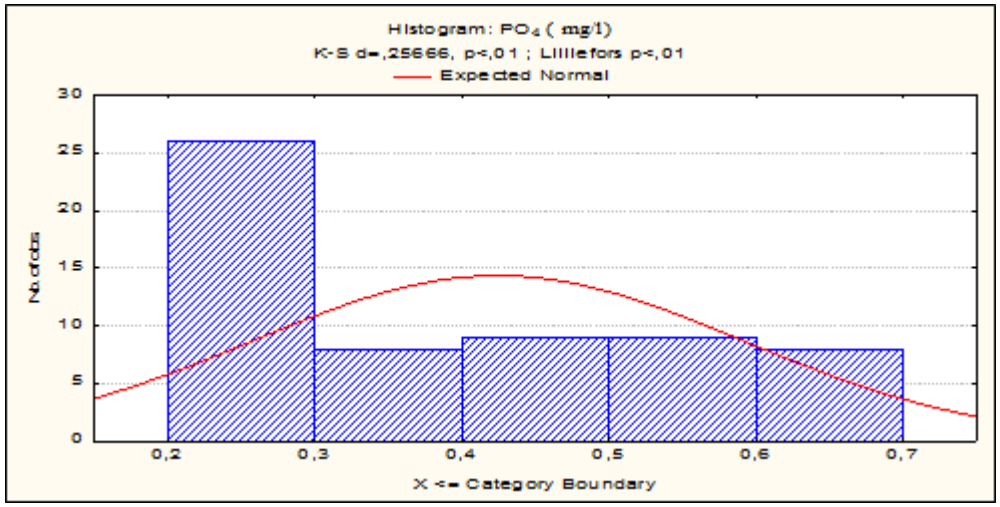
TAD Consult (2011). Plan directeur de gestion des sites Ramsar du parc national d'El Kala, phase 1 : caractéristiques des milieux et leurs bassins versants Lac Tonga. Rapport de mission El Kala. p 5 – 14.

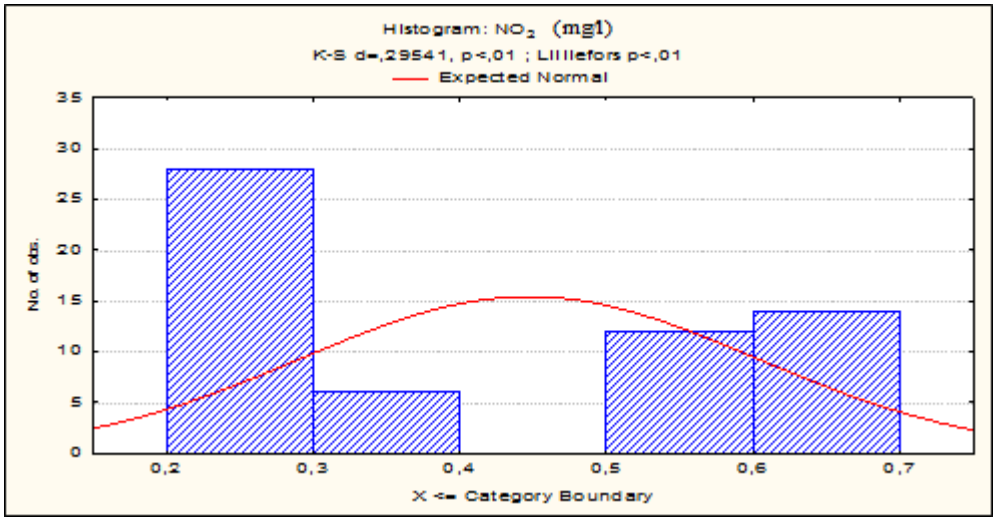
TAD Consult (2011). Plan directeur de gestion des sites Ramsar du parc national d'El Kala, phase 1 : caractéristiques des milieux et leurs bassins versants Lac El Mellah. Rapport de mission El Kala.p 12 – 20.

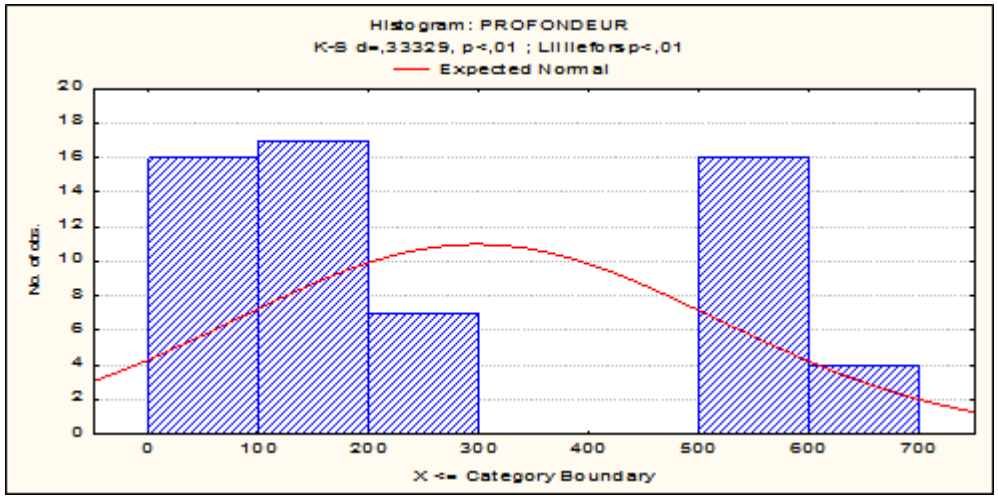
Annexes

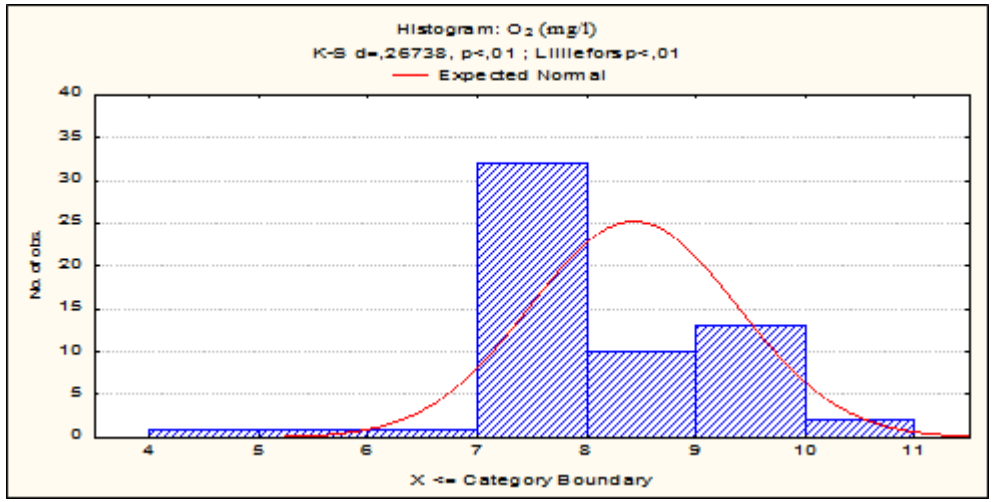

Histogram: TRANSPARENCE
K-S d=,22572, p<,01 ; Lilliefors p<,01
Expected Normal
No. of obs.
X <= Category Boundary


Histogram: NO2 (mg/l)
K-S d=,27520, p<,01 ; Lilliefors p<,01
Expected Normal
No. of obs.
X <= Category Boundary


Histogram: PO4 (mg/l)
K-S d=,25666, p<,01 ; Lilliefors p<,01
Expected Normal
No. of obs.
X <= Category Boundary


Histogram: NO2 (mg1)
K-S d=,29541, p<,01 ; Lilliefors p<,01
Expected Normal
No. of obs.
X <= Category Boundary


Histogram: PROFONDEUR
K-S d=,33329, p<,01 ; Lilliefors p<,01
Expected Normal
No. of obs.
X <= Category Boundary
0
100
200
300
400
500
600
700


Histogram: O2 (mg/l)
K-S d=,26738, p<,01 ; Lilliefors p<,01
Expected Normal
No. of obs.
X <= Category Boundary
4
5
6
7
8
9
10
11

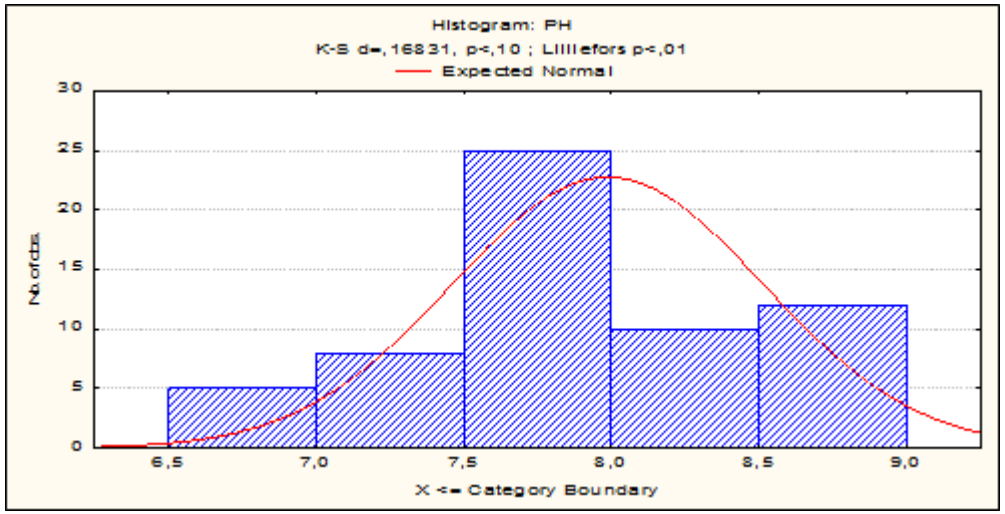

Histogram: PH
K-S d=,16831, p<,10 ; Lilliefors p<,01
Expected Normal
No. of obs.
X <= Category Boundary
6,5
7,0
7,5
8,0
8,5
9,0

Tableau : Case contributions, based on correlations (Matrice ElKala)

Case contributions, based on correlations (Matrice ElKala)							
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7
1	3,446117	0,029388	0,55393	1,75960	1,26015	3,188054	6,552205
2	3,857236	0,003959	1,41911	1,11305	0,04512	1,551300	7,402098
3	3,689237	3,019574	0,27713	0,21669	5,97115	9,194171	0,017835
4	4,304745	0,820217	0,42917	0,54752	0,96340	0,052706	1,619364
5	2,122464	1,378887	1,03563	0,12356	1,23763	0,028630	3,624680
6	2,063960	1,789391	1,46779	0,21393	1,57711	0,099609	1,490690
7	2,059100	1,527727	1,66278	0,00006	0,72159	0,017480	5,301921
8	1,998397	1,088632	1,41297	0,05890	0,26606	0,035879	4,443397
9	1,027503	2,201642	0,06700	0,12387	0,25143	0,175818	2,080218
10	1,479211	1,696548	0,07134	0,63218	0,01142	0,007652	1,482047
11	1,784120	1,284067	0,12768	4,04195	0,15573	0,907436	0,037706
12	0,953483	1,087436	0,04733	2,21454	5,23098	0,091914	1,714186
13	0,920382	2,252343	0,51113	0,29920	0,17727	5,517408	0,065075
14	1,417922	2,801284	0,62597	0,21227	0,72699	1,875595	1,383980
15	0,373047	3,376249	0,36129	2,41430	0,35823	0,021310	0,178451
16	1,157950	4,256883	0,21808	3,54215	1,92063	4,112864	0,009155
17	1,177975	2,274984	6,26024	1,94178	4,38835	0,100933	0,187806
18	1,160560	0,010499	4,31586	0,23165	1,63637	2,680688	0,595974
19	1,353214	0,469817	4,71942	0,54834	0,17753	0,743791	2,610849
20	1,226839	0,009720	4,58091	0,19985	1,66267	3,665490	0,644201
21	1,027503	2,201642	0,06700	0,12387	0,25143	0,175818	2,080218
22	1,479211	1,696548	0,07134	0,63218	0,01142	0,007652	1,482047
23	1,784120	1,284067	0,12768	4,04195	0,15573	0,907436	0,037706
24	0,953483	1,087436	0,04733	2,21454	5,23098	0,091914	1,714186
25	0,920382	2,252343	0,51113	0,29920	0,17727	5,517408	0,065075
26	1,417922	2,801284	0,62597	0,21227	0,72699	1,875595	1,383980
27	0,373047	3,376249	0,36129	2,41430	0,35823	0,021310	0,178451
28	1,157950	4,256883	0,21808	3,54215	1,92063	4,112864	0,009155
29	1,177975	2,274984	6,26024	1,94178	4,38835	0,100933	0,187806
30	2,417738	0,928375	2,72534	1,28178	2,28734	1,445987	0,037038
31	1,989447	0,499715	7,72150	10,41466	0,00547	0,036720	1,705240
32	0,000350	0,903809	19,27401	23,74444	18,57325	8,333424	0,582711
33	3,446117	0,029388	0,55393	1,75960	1,26015	3,188054	6,552205
34	3,857236	0,003959	1,41911	1,11305	0,04512	1,551300	7,402098
35	3,689237	3,019574	0,27713	0,21669	5,97115	9,194171	0,017835
36	4,304745	0,820217	0,42917	0,54752	0,96340	0,052706	1,619364
37	2,122464	1,378887	1,03563	0,12356	1,23763	0,028630	3,624680
38	2,063960	1,789391	1,46779	0,21393	1,57711	0,099609	1,490690
39	2,059100	1,527727	1,66278	0,00006	0,72159	0,017480	5,301921
40	1,998397	1,088632	1,41297	0,05890	0,26606	0,035879	4,443397

41	1,027503	2,201642	0,06700	0,12387	0,25143	0,175818	2,080218
42	1,479211	1,696548	0,07134	0,63218	0,01142	0,007652	1,482047
43	1,784120	1,284067	0,12768	4,04195	0,15573	0,907436	0,037706
44	0,953483	1,087436	0,04733	2,21454	5,23098	0,091914	1,714186
45	0,920382	2,252343	0,51113	0,29920	0,17727	5,517408	0,065075
46	1,417922	2,801284	0,62597	0,21227	0,72699	1,875595	1,383980
47	0,373047	3,376249	0,36129	2,41430	0,35823	0,021310	0,178451
48	1,157950	4,256883	0,21808	3,54215	1,92063	4,112864	0,009155
49	1,177975	2,274984	6,26024	1,94178	4,38835	0,100933	0,187806
50	1,160560	0,010499	4,31586	0,23165	1,63637	2,680688	0,595974
51	1,353214	0,469817	4,71942	0,54834	0,17753	0,743791	2,610849
52	1,226839	0,009720	4,58091	0,19985	1,66267	3,665490	0,644201
53	1,027503	2,201642	0,06700	0,12387	0,25143	0,175818	2,080218
54	1,479211	1,696548	0,07134	0,63218	0,01142	0,007652	1,482047
55	1,784120	1,284067	0,12768	4,04195	0,15573	0,907436	0,037706
56	0,953483	1,087436	0,04733	2,21454	5,23098	0,091914	1,714186
57	0,920382	2,252343	0,51113	0,29920	0,17727	5,517408	0,065075
58	1,417922	2,801284	0,62597	0,21227	0,72699	1,875595	1,383980
59	1,015190	1,344140	0,12607	0,02687	1,28494	0,094645	0,310444
60	1,556140	1,010711	0,08304	0,71519	0,59457	0,565013	0,579056

Matrice des paramètres El Kala :compagne2012

N°	regions	Parametres	O_2 (mg/l)	NO_3 (mg/l)	NO_2 (mg/l)	PO_4 (mg/l)	Transparence	Profondeur cm	pH
1	Lac oubeira	station A	9.33	4.33	0.6	0.26	63.33	95	8
2	Lac oubeira	station A	9	4.34	0.7	0.27	63.34	95	8
3	Lac oubeira	station A	9,22	4.34	0.6	0.26	63.33	92	7
4	Lac oubeira	station A	9,28	4.36	0.68	0.25	63.32	90	7,5
5	Lac oubeira	station B	8.66	4.33	0.61	0.26	85	76.66	8,5
6	Lac oubeira	station B	8,56	4.32	0.62	0.27	84	76.67	8,6
7	Lac oubeira	station B	8,43	4.34	0.62	0.25	86	76.68	8,5
8	Lac oubeira	station B	8,5	4.33	0.61	0.27	85	76.69	8,4
9	Lac oubeira	Station c	8	3	0.3	0.5	105	600	7.5
10	Lac oubeira	Station c	8	3	0.29	0.6	106	602	7.6
11	Lac oubeira	Station c	8	2,99	0,3	0.7	104	590	7.7
12	Lac oubeira	Station c	7,98	2,8	0.3	0.4	105	600	7.8
13	Lac oubeira	Station D	8	3	0.3	0.5	130	200	8.5
14	Lac oubeira	Station D	8	2,9	0.3	0.6	131	202	8.6
15	Lac oubeira	Station D	8	3	0.4	0.4	129	200	8.7
16	Lac oubeira	Station D	7,98	3,1	0.4	0,7	130	204	8.8
17	Lac oubeira	Station E	9,98	3.4	0.59	0.26	101.65	175	7
18	Lac oubeira	Station E	10	3.5	0.60	0.26	101.66	174	8
19	Lac oubeira	Station E	10	3,6	0.60	0.26	101.67	176	7,5
20	Lac oubeira	Station E	10,05	3,5	0.61	0.26	101,64	174	8
21	Lac Tonga	station A	8	3	0.3	0.5	105	600	7.5
22	Lac Tonga	station A	8	3	0.29	0.6	106	602	7.6
23	Lac Tonga	station A	8	2,99	0,3	0.7	104	590	7.7
24	Lac Tonga	station A	7,98	2,8	0.3	0.4	105	600	7.8
25	Lac Tonga	station B	8	3	0.3	0.5	130	200	8.5
26	Lac Tonga	station B	8	2,9	0.3	0.6	131	202	8.6
27	Lac Tonga	station B	8	3	0.4	0.4	129	200	8.7
28	Lac Tonga	station B	7,98	3,1	0.4	0,7	130	204	8.8
29	Lac Tonga	Station c	9,98	3.4	0.59	0.26	101.65	175	7
30	Lac Tonga	Station c	7	2,99	0,3	0.7	104	590	7.7
31	Lac Tonga	Station c	6	2,8	0.3	0.4	105	600	7.8
32	Lac Tonga	Station c	5	3.5	0.60	0.26	101.66	174	8
33	Lac Tonga	Station D	9.33	4.33	0.6	0.26	63.33	95	8

34	Lac Tonga	Station D	9	4.34	0.7	0.27	63.34	95	8
35	Lac Tonga	Station D	9,22	4.34	0.6	0.26	63.33	92	7
36	Lac Tonga	Station D	9,28	4.36	0.68	0.25	63.32	90	7,5
37	Lac Tonga	Station E	8.66	4.33	0.61	0.26	85	76.66	8,5
38	Lac Tonga	Station E	8,56	4.32	0.62	0.27	84	76.67	8,6
39	Lac Tonga	Station E	8,43	4.34	0.62	0.25	86	76.68	8,5
40	Lac Tonga	Station E	8,5	4.33	0.61	0.27	85	76.69	8,4
41	Lac Mellah	station A	8	3	0.3	0.5	105	600	7.5
42	Lac Mellah	station A	8	3	0.29	0.6	106	602	7.6
43	Lac Mellah	station A	8	2,99	0,3	0.7	104	590	7.7
44	Lac Mellah	station A	7,98	2,8	0.3	0.4	105	600	7.8
45	Lac Mellah	station B	8	3	0.3	0.5	130	200	8.5
46	Lac Mellah	station B	8	2,9	0.3	0.6	131	202	8.6
47	Lac Mellah	station B	8	3	0.4	0.4	129	200	8.7
48	Lac Mellah	station B	7,98	3,1	0.4	0,7	130	204	8.8
49	Lac Mellah	Station c	9,98	3.4	0.59	0.26	101.65	175	7
50	Lac Mellah	Station c	10	3.5	0.60	0.26	101.66	174	8
51	Lac Mellah	Station c	10	3,6	0.60	0.26	101.67	176	7,5
52	Lac Mellah	Station c	10,05	3,5	0.61	0.26	101,64	174	8
53	Lac Mellah	Station D	8	3	0.3	0.5	105	600	7.5
54	Lac Mellah	Station D	8	3	0.29	0.6	106	602	7.6
55	Lac Mellah	Station D	8	2,99	0,3	0.7	104	590	7.7
56	Lac Mellah	Station D	7,98	2,8	0.3	0.4	105	600	7.8
57	Lac Mellah	Station E	8	3	0.3	0.5	130	200	8.5
58	Lac Mellah	Station E	8	2,9	0.3	0.6	131	202	8.6
59	Lac Mellah	Station E	8	3	0.3	0.5	104	590	7.7
60	Lac Mellah	Station E	8	2,9	0.3	0.6	105	600	7.8

Correlations (Matrice ElKala) Active and Supplementary variables *Supplementary variable

	O2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NO2 (mg/l)	PO4 (mg/l)	TRANSPARENCE	PROFONDEUR	PH	*regions	*PARAMETRES
O^2 (mg/l)	1,000000	0,469669	0,614579	-0,536577	-0,397600	-0,466360	-0,289818	-0,151769	0,168488
NO^3 (mg/l)	0,469669	1,000000	0,896034	-0,734797	-0,830062	-0,718384	0,000272	-0,384271	0,083547
NO^2 (mg/l)	0,614579	0,896034	1,000000	-0,844281	-0,707739	-0,782755	-0,066381	-0,351839	0,161741
PO^4 (mg/l)	-0,536577	-0,734797	-0,844281	1,000000	0,637005	0,623743	0,158230	0,285338	-0,164740
TRANSPARENCE	-0,397600	-0,830062	-0,707739	0,637005	1,000000	0,274611	0,433214	0,293774	0,034256
PROFONDEUR	-0,466360	-0,718384	-0,782755	0,623743	0,274611	1,000000	-0,386363	0,312097	-0,188912
PH	-0,289818	0,000272	-0,066381	0,158230	0,433214	-0,386363	1,000000	-0,050940	0,074657
*regions	-0,151769	-0,384271	-0,351839	0,285338	0,293774	0,312097	-0,050940	1,000000	0,000000
*PARAMETRES	0,168488	0,083547	0,161741	-0,164740	0,034256	-0,188912	0,074657	0,000000	1,000000

	O2 (mg/l)	NO3 (mg/l)	NO2 (mg/l)	PO4 (mg/l)	TRANSPARENCE	PROFONDEUR	PH	*regions	*PARAMETRES
O2 (mg/l)	1,000000	0,469669	0,614579	-0,536577	-0,397600	-0,466360	-0,289818	-0,151769	0,168488
NO3 (mg/l)	0,469669	1,000000	0,896034	-0,734797	-0,830062	-0,718384	0,000272	-0,384271	0,083547
NO2 (mg/l)	0,614579	0,896034	1,000000	-0,844281	-0,707739	-0,782755	-0,066381	-0,351839	0,161741
PO4 (mg/l)	-0,536577	-0,734797	-0,844281	1,000000	0,637005	0,623743	0,158230	0,285338	-0,164740
TRANSPARENCE	-0,397600	-0,830062	-0,707739	0,637005	1,000000	0,274611	0,433214	0,293774	0,034256
PROFONDEUR	-0,466360	-0,718384	-0,782755	0,623743	0,274611	1,000000	-0,386363	0,312097	-0,188912
PH	-0,289818	0,000272	-0,066381	0,158230	0,433214	-0,386363	1,000000	-0,050940	0,074657
*regions	-0,151769	-0,384271	-0,351839	0,285338	0,293774	0,312097	-0,050940	1,000000	0,000000
*PARAMETRES	0,168488	0,083547	0,161741	-0,164740	0,034256	-0,188912	0,074657	0,000000	1,000000