

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



*Université Badji Mokhtar – Annaba-
Faculté des Sciences
Département de Biologie*



MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme
de Magistère en Ecologie Végétale

Option : Cartographie des écosystèmes forestiers de l'Est algérien

Thème :

**Cartographie et impact de la qualité des eaux du
lac Oubeïra sur la relation sol-végétation
(Parc National d'El Kala)**

Présenté par :

BOUMARAF Warda

Devant le jury composé de :

Président : Mr Brinis Louhichi
Promoteur : Mr Djamaï Rachid
Examinatrice: Mme Toubal Oumessaad
Examineur : Mr Fadel Djamel

Professeur (Université Annaba)
Maître de conférence (Université Annaba)
Maître de conférence (Université Annaba)
Maître de conférence (Université Annaba)

Année universitaire 2009- 2010

REMERCIEMENTS

Ce travail est le fruit d'une vaste collaboration entre différents organismes.

C'est à mon encadreur, Mr Djamai Rachid, Maître de Conférence à l'université de Annaba, que je dois respect et gratitude pour m'avoir guidé afin de mener à bien cette étude. Sa disponibilité durant toutes les étapes de ce travail, ses remarques pertinentes et ses suggestions ont sans cesse permis l'amélioration de la qualité de ce document.

Ma gratitude va à Mr Brinis Louhichi, Professeur à l'université de Annaba, d'avoir accepté de présider ce jury.

Des remerciements particuliers à Mme Toubal Oumessaad, Maître de Conférence à l'université de Annaba, notre chef de post - graduation. Ses conseils précieux, ses remarques pertinentes, sa disponibilité et son professionnalisme en botanique et cartographie durant tout au long de mes études, et qui m'a fait l'honneur d'examiner mon travail.

Je remercie Mr Fadel Djamel Maître de Conférence à l'université de Annaba, pour avoir bien voulu me faire l'honneur de juger ce travail.

Nombreuses sont les personnes qui m'ont aidé à franchir les obstacles et contraintes rencontrées durant la préparation de ce travail, mais je voudrais adresser mes remerciements plus particulièrement à :

- *Mr Hendouzi Mohamed Ali, Magister en géologie pour son aide infaillible dans l'acquisition de la documentation nécessaire pour le logiciel SURFER, et pour m'avoir facilité de faire les cartes de ma thèse.*
- *Mme Benyahia et Mr Haou, ingénieurs en P.N.E.K qui malgré ses nombreuses obligations, a aimablement accepté de m'aider et de me donner toutes documentation sur le P.N.E.K.*
- *Mr et Mme Arbouche, enseignants au département d'Agronomie à l'université d'El Tarf qui ont toujours porté intérêt à mon travail.*

Je voudrais également exprimer mes vifs remerciements à mon mari Rachid, sincèrement je n'ai pas de mots forts pour le remercier pour ses conseils, ses encouragements, son soutien moral, sa patience et sa compréhension dans les moments les plus difficiles de cette expédition. Je tiens à lui exprimer toute ma gratitude pour m'avoir aidé. Merci encore.

Je remercie affectueusement mes parents pour leurs sacrifices et encouragements ainsi que toute ma famille, en particulier mes frères et mes sœurs Leila et Rachida qui n'ont cessé de me soutenir durant toutes mes études.

A tous mes amis (es), spécialement A. Samira et S. Samia pour leur soutien et l'ambiance qu'elles ont créé, et à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Liste des tableaux

N° du tableaux	Titres	Pages
1	Données climatiques de la région d'El Kala (1985-2005)	18
2	Température de l'air pour la période: 1985-2005	19
3	Pluviométrie mensuelle en (mm) durant la période1985-2005	21
4	Précipitations annuelles et températures moyen.nes pour la période (1985-2005)	24
5	Humidité relative de la période: 1985-2004	25
6	Variation mensuelle de la vitesse et direction des vents pour l'année 1992	25
7	Fréquence des vents pour l'année1992	25
8	Variation mensuelle de l'évapotranspiration potentielle	26
9	Bilan hydrique au niveau de la station d'El-Kala -1996-	26
10	Estimation des populations du P.N.E.K	31
11	Caractéristiques physicochimiques des eaux du lac Oubeira	41
12	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 1	51
13	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 2	54
14	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 3	57
15	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 4	60
16	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 5	63
17	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 6	66
18	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 7	69
19	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 8	72
20	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 9	75
21	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 10	78
22	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 11	81
23	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 12	84
24	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 13	87
25	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 14	90
26	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 15	93
27	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 16	96

Liste des figures

N° de la figure	Titres	Pages
1	Localisation du P.N.E.K	11
2	Localisation du bassin versant du lac Oubeira	12
3	Délimitation du bassin versant du lac Oubeira	13
4	Géologie du P.N.E.K.	16
5	Réseau Hydrographique du P.N.E.K.	17
6	Variation moyennes mensuelles de la pluviométrie dans la région d'El Kala 1985-2005	22
7	Variation annuelles des précipitations au cours de la période 1985-2005	23
8	Bilan hydrique au niveau de la station météorologique d'El Kala	27
9	Sites de prélèvements d'eau	35
10	Sites de prélèvements du sol (Profil).	38
11	Evolution de la température des eaux du lac Oubeira	42
12	Evolution du pH des eaux du lac Oubeira	42
13	Evolution du Eh des eaux du lac Oubeira	43
14	Evolution de la conductivité électrique des eaux du lac Oubeira	43
15	Evolution des chlorures des eaux du lac Oubeira.	44
16	Evolution des bicarbonates des eaux du lac Oubeira	44
17	Evolution des sulfates des eaux du lac Oubeira	45
18	Evolution du calcium des eaux du lac Oubeira	45
19	Evolution du magnésium des eaux du lac Oubeira	46
20	Evolution du sodium des eaux du lac Oubeira	46
21	Evolution du potassium des eaux du lac Oubeira	47
22	Faciès chimique des eaux du lac Oubeira (selon le diagramme de Piper)	48
23	Le diagramme de Wilcox des eaux du lac Oubeira	49
24	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 1	52
25	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 2	55
26	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 3	58
27	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 4	61
28	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 5	64
29	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 6	67
30	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 7	70
31	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 8	73
32	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 9	76
33	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 10	79
34	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 11	82
35	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 12	85
36	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 13	88
37	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 14	91
38	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 15	94
39	Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 16	97

INTRODUCTION GENERALE

Les zones humides acquièrent à travers toute la planète une importance de plus en plus grande. Ces milieux sont non seulement exceptionnellement riches en biodiversité et extrêmement productifs, mais ils jouent également un rôle capital dans la conservation et la gestion des eaux douces.

En outre, ces zones humides présentent à travers tout le globe une source non négligeable de revenus pour une population croissante, et ont de ce fait une importance socio-économique significative pour les populations locales.

La région d'El Kala est située à l'extrême Est algérien constitue l'une des régions les plus humides de l'Algérie. De plus, elle renferme un complexe lacustre particulier et imposant du point de vue superficie. Nous trouvons dans cette région les plus grands lacs d'eau douce d'Algérie dans la plupart sont reconnus d'importance internationale (Kadid, 1989).

Les lacs du pourtour méditerranéen, et plus particulièrement ceux de l'Afrique du Nord, connaissant une dégradation qualitative et quantitative (Alayat, 1991), résultant des contraintes naturelles (précipitations, écoulement, envasement) et anthropique (prélèvements, rejets).

Le lac Oubeira faisant l'objet de cette étude est situé au Nord Est algérien. Ce lac d'une superficie de 21,73 km², reçoit des rejets d'eaux usées de petites localités et subit en saison sèche des prélèvements destinés à l'irrigation.

Dans les zones forestières, la couverture biologique est très discontinue, les affleurements rocheux sont fréquents, le substratum est proche de la surface. On doit donc prendre en compte les caractéristiques de l'ensemble des substrats (roche, altérite, sol) qui interviennent dans les relations sol-plantes.

L'étude du milieu est à la base de toute étude pédologique, elle permet d'expliquer les processus pédologiques, la genèse des sols, leur évolution, leur développement ainsi que leur répartition dans l'espace.

L'analyse du milieu est effectuée ici à l'aide d'une compilation des données existantes et rapportées par différents auteurs ayant travaillé sur la zone du parc d'El Kala, nous avons essayé d'en faire une synthèse en faisant ressortir les données ayant une relation avec l'objet de notre étude qui est le sol.

La démarche suivie nous permet de présenter ce travail en plusieurs chapitres, dans le premier chapitre nous donnerons des généralités sur la cartographie, le deuxième chapitre sera réservée aux conditions générales du bassin versant du lac Oubeira, le troisième c'est pour matériels et méthodes, le quatrième chapitre sera consacrée aux résultats et discussion, le cinquième chapitre sera pour la relation sol-végétation et enfin en terminera ce travail par une conclusion.

CHAPITRE I. GENERALITES SUR LA CARTOGRAPHIE

1. Définition de la cartographie

La cartographie est l'ensemble des études et des opérations, scientifiques et techniques, intervenant dans l'établissement des cartes ou des plans à partir des résultats d'observations direct ou de l'exploitation d'une documentation pré-existante (Long, 1974).

D'après Meyen (1973), la cartographie est l'art et la manière de faire des cartes, des documents scientifiques et artistiques concernant toutes les présentations en plans, coupes ou reconstitutions tridimensionnelles de la terre ou autres corps célestes à toutes les échelles.

La cartographie mobilise un ensemble de techniques servant à la production des cartes, elle constitue un des moyens privilégiés pour l'analyse et la communication en géographie. Elle sert à mieux comprendre l'espace, les territoires et les paysages (Barthes et Bornand, 1986).

2. Définition de la carte

Comme tout objet complexe qui a une longue histoire, la carte a reçu de nombreuses définitions. Nous en retiendrons trois :

La première, plus technique et concrète et proposée par le comité français de cartographie(CFC) en 1990 : « La carte est une représentation géométrique conventionnelle, généralement plane, en position relative, de phénomènes concrets ou abstraits, localisables dans l'espace, c'est aussi un document portant cette représentation ou une partie de cette représentation sous forme d'une figure manuscrite, imprimée ou réalisée par tout autre moyen ».

La deuxième définition, proposée par Salitchev (1967) cité par Legros (1996) précise la première et introduit une référence à la finalité géographique et l'utilisation de la carte : « La carte est une représentation réduite, généralisée, mathématiquement précise de la surface terrestre sur un plan montrant la situation, la distribution et les rapports de divers phénomènes naturels et sociaux, choisis et définis en fonction du but de chaque carte.

La carte permet également de montrer les variations et les développements des phénomènes dans le temps, ainsi que leurs facteurs de déplacement dans l'espace ».

La troisième définition proposée par Joly (1976) cité par Legros (1996), Une carte est une représentation géométrique plane simplifiée et conventionnelle de toute ou une partie de la surface terrestre, et cela dans un rapport de similitude convenable qu'on appelle échelle.

La carte sert donc à localiser des phénomènes mais aussi à mettre en valeur des relations spatiales. Il s'agit d'un outil de communication basé sur le langage visuel (Gaussen, 1930)

3. Règles et éléments nécessaires à l'établissement d'une carte

3.1. Titre, légende, échelle

Une carte comporte ou moins un titre, une légende et une échelle (Rey, 1971).

***Le titre :** Toute carte doit porter un titre correspondant bien au sujet traité, il doit être le plus court possible et expressif.

***La légende**

- Elle doit être ordonnée, les valeurs sont classées par ordre croissant ou décroissant.
- Elle doit comporter les indications des valeurs et des unités choisies.
- La légende doit toujours être placée au dessous ou à coté de la carte.

***L'échelle :** La carte doit comporter une échelle graphique et/ou numérique.

3.2. Le figuré

Il doit être le mieux adapté possible au thème de la carte : point, ligne, surface, choix des couleurs (froides ou chaudes), des hachures, des formes ou des épaisseurs (Gaussen, 1936)

3.3. La lisibilité

Il faut éviter la surcharge des informations. On doit faire apparaître que les informations essentielles (Bontemps, 2004).

3.4. La nomenclature

- Doivent figurer sur la carte les noms indispensables à un repérage rapide.
- L'écriture et la taille des noms doivent être les mêmes pour un même type d'information.
- Le plus important est écrit en lettres plus épaisses ou plus grandes.
- L'écriture doit être de préférence horizontale (Ozenda, 1963)

3.5. L'orientation

Selon les cartes on fera figurer les quatre points cardinaux et/ou les coordonnées géographiques. (Bornand et al, 1995)

3.6. Le cadre

Tracé à la règle, il limite l'espace cartographié (Gaussen, 1945)

3.7. Les sources

La carte sera datée et on précisera à partir de quelles données elle a été réalisée cela facilitera sa mise à jour (Rey, 1954).

3.8. La réalisation

Faite pour être regardée, elle doit attirer, séduire, utiliser de préférence des feutres (pour les traits) et/ou des crayons de couleurs pour les surface (Ozenda, 1977)

3.9. La date

La carte doit contenir la date de l'information représentée. (Cam et al, 1996)

4. Les avantages de la carte

- La carte permet une expression synoptique à la simultanée de l'information
- La carte permet d'isoler un certain nombre de propriétés spatiales (orientation, forme et localisation)
- Une carte construit une image de la réalité.
- La carte est un moyen de communication utilisé pour échanger des idées (Carles, 1951)

5. Les déficiences de la carte

- Les cartes sont statiques et ne peuvent intégrer la dimension temporelle.
- Une carte analyse une et une seule structure spatiale.
- Les cartes intègrent la subjectivité des représentations du cartographe (Favrot et Lagacherie, 1993).

6. Les différents types de cartes

On peut distinguer plusieurs types de cartes, qui se distinguent d'après leur contenu : la carte topographique (aspect de la physionomie du terrain), qui est la représentation exacte et détaillée de la surface de la terre. Elle concerne la position, la forme, les dimensions et l'identification des accidents du terrain ainsi que les objets concrets qui s'y trouvent en permanence, c'est la carte de base du territoire (Ozenda et Borel, 2006). D'autres cartes se distinguent par leurs modes d'expression (carte d'inventaires, traitement et analyse, synthèse) ; selon l'échelle et la période qu'elles représentent (passé, présent et avenir) et selon le thème ce sont les cartes thématiques (Rey, 1960).

6.1. Les cartes thématiques

La cartographie thématique fait partie de ce qu'on appelle plus généralement la représentation cartographique. Elle permet la réalisation d'images graphiques qui traduisent les relations spatiales d'un ou plusieurs phénomènes, d'un ou plusieurs thèmes. La cartographie thématique est un outil d'analyse, d'aide à la décision et de communication, largement utilisé pour présenter un ou plusieurs variables, qu'on les définisse comme carte d'inventaire, d'analyse statique ou dynamique ; les cartes thématiques ont toutes des points communs (Gaussen, 1938).

La carte thématique est un document graphique basé sur la communication par les signes. Elle relève du langage visuel (Rey, 1962). A ce titre même si sa construction doit suivre les règles de la sémiologie graphique, elle reste un outil important de communication et d'information qui ne restreint pas son champ d'actions aux seuls géographes. Le langage visuel est spécifique car il est l'inverse du langage écrit ou parlé, l'œil perçoit d'abord un ensemble, il généralise puis cherche le détail.

Enfin il s'agit d'un système spatial où trois variables sont mises en relation, les deux dimensions orthogonales qui définissent le plan et les phénomènes représentés qui apparaissent comme des « taches » (Ozenda, 1979).

Si la carte thématique repose toujours sur un support topographique, hydrographique, chorographique ou géographique qui sont la cartographie de base, elle est aujourd'hui devenue largement prépondérante dans la production cartographique mondiale.

Elle intervient comme un outil de communication visuelle qui vise plus à montrer les lieux qu'ils sont perçus sur le terrain (Bourennane, 1997). On peut subdiviser la cartographie thématique en deux catégories :

6.1.1. Les cartes quantitatives

Représentent des données statistiques, c'est la nature des données qui déterminent la carte (Jamagne, 1967).

6.1.2. Les cartes qualitatives

Elles sont des cartes complexes car elles superposent plusieurs types de données et différents modes de représentation (Rey, 1980).

Finalement, les cartes thématiques décrivent un thème particulier, lié à une science ou à une activité donnée. Ces cartes très diverses sont classées selon le type d'information qu'elles contiennent.

Chaque une de ces cartes porte une grande richesse d'information à plusieurs niveaux d'utilisation, depuis l'inventaire jusqu'à l'analyse.

Le croisement de plusieurs cartes augmente encore le potentiel de ces outils. Elles sont regroupées en plusieurs thèmes parmi les quelle on a :

6.1.2.1. La carte pédologique

La carte pédologique est un document qui a un contenu thématique très varié, à la mesure de la multiplicité des systèmes de classement des sols et des problèmes qui se posent.

De plus il peut exister deux types fondamentaux de cartes pédologiques :

- Celles qui se posent de représenter des catégories de sol, un peu comparable en cela aux cartes biocénologiques.
- Celles qui figurent seulement des composantes physico-chimiques ou biologiques du sol, comme le pH ou la teneur en calcaire (Brabant, 1989).

6.1.2.2. La carte de la végétation

C'est une carte qui permet une description objective au tapis végétale d'une manière générale. On peut alors concevoir différents types de cartes :

- Celles qui représentent la végétation réelle sous son état actuel.
- Celles qui cherchent à reconstituer la végétation théorique telle qu'elle pouvait exister primitivement.
- Celles qui cherchent à prévoir quelle pourrait être la végétation potentielle que l'on peut aspirer, rétablir compte tenu des modifications en partie irréversible qu'a subi le milieu, ou la végétation optimale que l'on peut souhaiter établir à la place des végétations passées ou actuelles c'est la carte de vocation des terres (Ozenda, 1982).

6.1.2.3. La carte géomorphologique

C'est une carte qui présente une étude descriptive et explicative des formes de relief, de leur genèse, de leur évolution dans l'espace et dans le temps, et de la relation dans l'espace (Carles, 1963)

6.1.2.4. La carte climatique

Elle représente la distribution des variables climatiques élémentaires susceptibles d'intervenir dans l'explication de la végétation ou dans le diagnostic du milieu ; ces variables sont :

- Photopériode (duré d'enseillement)
- Précipitations.
- Température.
- Vents : type, fréquence en direction et en intensité.
- Evaporation et évapotranspiration.
- Accidents météorologiques ou climatiques (inondation, sécheresse) (Rey, 1974).

6.1.2.5. La carte hydrogéologique et hydrologique

C'est une carte qui s'intéresse à l'eau et son utilisation (aménagement, localisation des nappes) ; carte d'analyses permettant de mieux connaître la ressource en eau exploitée et potentielle du secteur (Gaussen, 1926).

7. Etapes de réalisation d'une carte

Auparavant les cartographes dessinaient les cartes pour les faire exister de nos jours nous dirigeons vers un travail non plus dessinateur de carte, mais plus orienté vers une mise à jour des cartes déjà existantes avec un apport de données, des modifications de tracés. Les systèmes d'information géographique et les modèles numériques de terrain sont de plus en plus utilisés par les cartographes (Levy, 2004).

7.1. L'ancienne méthode

L'étude cartographique passe par plusieurs étapes, elle commence par des études préliminaires (analyse des documents existants, carte géologique, lithologique...), la confrontation avec le terrain, l'analyse des échantillons au laboratoire et se termine par la réalisation de la carte des sols et végétation (Dupuis, 1967).

7.1.1. Dépouillement de la documentation

Elle consiste à consulter les travaux antérieurs sur la région étudiée. Ces documents sont susceptibles de faciliter grandement le travail de cartographie, carte géologique détaillée, couverture photographique et fond topographique. Dans certains cas, on est amené à prévoir la réalisation du fond topographique préalablement à toute cartographie des sols (Maucorpps, 1975).

7.1.2. Analyse du terrain par photo-interprétation

Dans une cartographie des sols et de végétation, les photographies aériennes jouent plusieurs rôles essentiels. Dans un certain nombre de cas, en absence de fond topographique, elles servent tout d'abord aux spécialistes de la photogrammétrie pour réaliser le fond de plan utile à la prospection pédologique.

Certains services de cartographie, par exemple aux USA ou au Canada, utilisent les photographies aériennes agrandies pour présenter en surimpression leurs limites pédologiques avec à l'intérieure, des numéros permettant d'identifier les sols.

Très souvent, surtout les photographies aériennes servent directement à la cartographie des sols, repérage des sites qui doivent être visités, extrapolation à partir de ces sites, processus général de photo-interprétation (Pekkarinen, 2002).

Ainsi les photos aériennes permettent de séparer des zones différentes pour leur position morphologique ou par la nature du couvert végétal ; on a pu, ainsi distinguer facilement l'emplacement des forêts denses, des forêts claires, des maquis et des clairières.

Ces photos sont consultées chaque sortie de terrain pour vérifier certains détails et contrôler la part des extrapolations que l'on est amené à faire (Vijayaraj et al, 2004).

7.1.3. Reconnaissance sur le terrain

7.1.3.1. La végétation

Il faut faire un inventaire floristique des groupements végétaux existants, les connaître et les définir, chacun ayant une composition floristique propre qui est déterminée par les relevés. L'inventaire floristique permet de dresser la liste des espèces répertoriées et de constituer l'ébauche de la flore régionale (Trisurat et al, 2000).

7.1.3.2. Le sol

Il consiste à réaliser des sondages à la tarière et des profils pédologiques pour leur description et la collecte d'échantillons qu'on analysera au laboratoire (Vink, 1963) ; c'est-à-dire :

Sondage, coupe naturelle = Définir les zones homogènes

Réalisation de profils type = Echantillonnage.

Ce pendant avant de s'engager à faire ce travail, il nous faudra quelques outils indispensables :

- **Une tarière** : consiste à faire des trous jusqu'à 1,20 m de profondeur.
- **Une pioche** : pour gratter la terre en surface ou dans les profils et pour dégager la terre remontée par la tarière.
- **Acide chlorhydrique(HCl)** : pour tester si le sol contient du calcaire.
- **Sacs plastiques, étiquettes** : les échantillons prélevés sont transportés dans des sacs plastiques solides, les étiquettes doivent suivre sur le terrain pour fermer les sacs et les identifier.
- **Couteau ou tournevis** : l'observation et le prélèvement d'échantillons de terre impliquent son utilisation.
- **Mètre** : nécessaire pour déterminer la profondeur des horizons.
- **GPS** : permet de localiser les profils, mais il peut être aussi utilisé pour définir la position des sondages, même dans une cartographie par grille, si celle-ci a une maille suffisante.

La description du profil et de son environnement devront apporter un maximum d'information, afin de permettre à tout utilisateur d'y trouver celles qui lui seront utiles. La description du profil comporte quatre volets :

a)- Identification et localisation du profil

Numéro du profil, situation et coordonnées géographiques, numéro des cartes topographiques, pédologiques et la date.

b)- Description de la station

Climat (station de référence), géomorphologie (type de surface, pente, exposition...), géologie (nature de la roche mère), végétation (type de formation végétale, recouvrement, espèces dominantes), influences humaine (assainissement, irrigation...).

c)- Description des horizons

L'observation du profil se fait dans une tranchée récemment ouverte ou rafraîchie. Les informations portant sur tout un ensemble de caractères édaphiques, groupes sous divers rubriques, dénomination de l'horizon (A, B, C...), profondeur atteinte, épaisseur, état d'humidité, texture, structure, couleur par l'indice Munsell (Soil color chart), tache de couleur, consistance, revêtements (surface couverte nature...), pores(abondances, dimensions), effervescence (à l'HCl), racines (abondances, dimensions), traces d'activité biologique (abondance, nature...), éléments secondaires (concrétions, nodules), éléments grossiers (squelette), transmission avec l'horizon sous-jacent (régularité, netteté), accidents pédologiques (migration des argiles...) (Baize et Jabiol,1995).

d)- Description synthétique

La description synthétique rassemble une série de renseignements portant sur le profil considéré comme un tout. Une telle description peut bien souvent servir à l'utilisateur écologiste (occupation des terres, régime hydrique, roche mère, type de profil...).Une fois le terrain prospecté, et les échantillons récoltés, l'analyse au laboratoire de ces derniers déterminera quelques caractères essentiels du sol analysé (Duchaufour, 1961).

7.1.4. Choix de l'échelle

L'échelle d'une carte est le rapport d'une distance mesurée sur la carte à sa valeur réelle sur le terrain. C'est une caractéristique fondamentale de la carte.une échelle de 1/25000ème signifie que 1cm sur la carte représente 25000 cm, soit 250m sur le terrain (Beguim et Pumain, 2003).

Si on choisit une petite échelle (dont l'échelle est inférieure à 1/300 000ème), on ne peut représenter des phénomènes complexes sans risquer de rendre la carte confuse et difficilement lisible (capacité saturée). Si l'échelle est trop grande (dont l'échelle est supérieure à 1/50 000ème), il n'est pas possible d'obtenir une vue synthétique des grandes lignes de la végétation étudiée, c'est pour cette raison que les moyennes échelles (dont l'échelle est comprise entre 1/300 000ème et 1/50 000ème) sont les plus employées (Guinochet, 1973).

7.1.5. Légende, convention et couleur

a)- Convention et couleur

Chaque type de sol a sa couleur qui le représente, par exemple les sols argileux sont représentés en bleu qui est une couleur froide, car les sols argileux sont souvent humides. En effet, les couleurs sont des éléments directement visibles. Elles doivent être employées, pour les informations essentielles. Celles qu'on veut voir ressortir (Gaussen, 1947). Donc pour la végétation l'emploi des couleurs se fait selon le principe de Gaussen, c'est-à-dire, chaque série de végétation est affectée d'une couleur traduisant au mieux son écologie, à l'intérieur de la série l'état réel de la végétation est exprimé par l'intensité des couleurs.

b)- Légende

La légende donne la signification exacte de tout symbole apparaissant sur la carte, à commencer par les couleurs. Elle joue donc un rôle d'intermédiaire entre la carte et son utilisateur, cette légende doit être facile à comprendre, convenablement représentée, c'est-à-dire structurée, cohérente et explicative (Rey, 1966).

7.1.6. Réalisation de la carte

Mettre sur un plan l'ensemble d'information (les données) et la représentation rencontrée sur le terrain ou obtenue par les analyses du laboratoire, de tel sorte qu'il exprime fidèlement la réalité de terrain (Rey, 1992).

7.2. L'actuelle méthode

Après l'innocent traitement compulsif des données géographiques des années soixante-dix, et avec le développement de la technologie du SIG (système d'information géographique), la réalisation des cartes est devenue plus facile et plus rapide (Didier, 1990)

CHAPITRE II. CONTEXTE GENERALE DU BASSIN VERSANT DU LAC OUBEIRA

1. Conditions physiques et naturelles

1.1. Localisation

Le bassin versant du lac Oubeira est situé à 5 km au Sud-Ouest d'El Kala et 54 km à l'Est d'Annaba. Il se trouve dans le Parc National d'El Kala qui est localisé à l'extrême Nord-Est du pays faisant frontière avec la Tunisie (fig.1). Le lac Oubeira est situé au centre d'un bassin versant de 9800 ha, d'une profondeur de 4 m, c'est l'eau douce la plus profonde de la région avec une surface moyenne de 2200 ha et un périmètre d'environ 32 km. Il s'insère dans un rectangle dont la plus grande longueur est de 7 km et la plus grande largeur est de 3,5 km de forme subcirculaire, son diamètre mesure 5 à 6 km. Il est classé comme 2^{ème} plan d'eau du P.N.E.K. Le lac Oubeira est une cuvette presque circulaire sans écoulement vers la mer (il s'agit d'un système endoréique) ; les terres dans le bassin versant sont partagées entre le domaine forestier où les parcelles privées sont rares et les terrains agricoles en grande partie de statut privé utilisés essentiellement pour la culture des arachides, le maraîchage et le pâturage (Messerer, 1999).

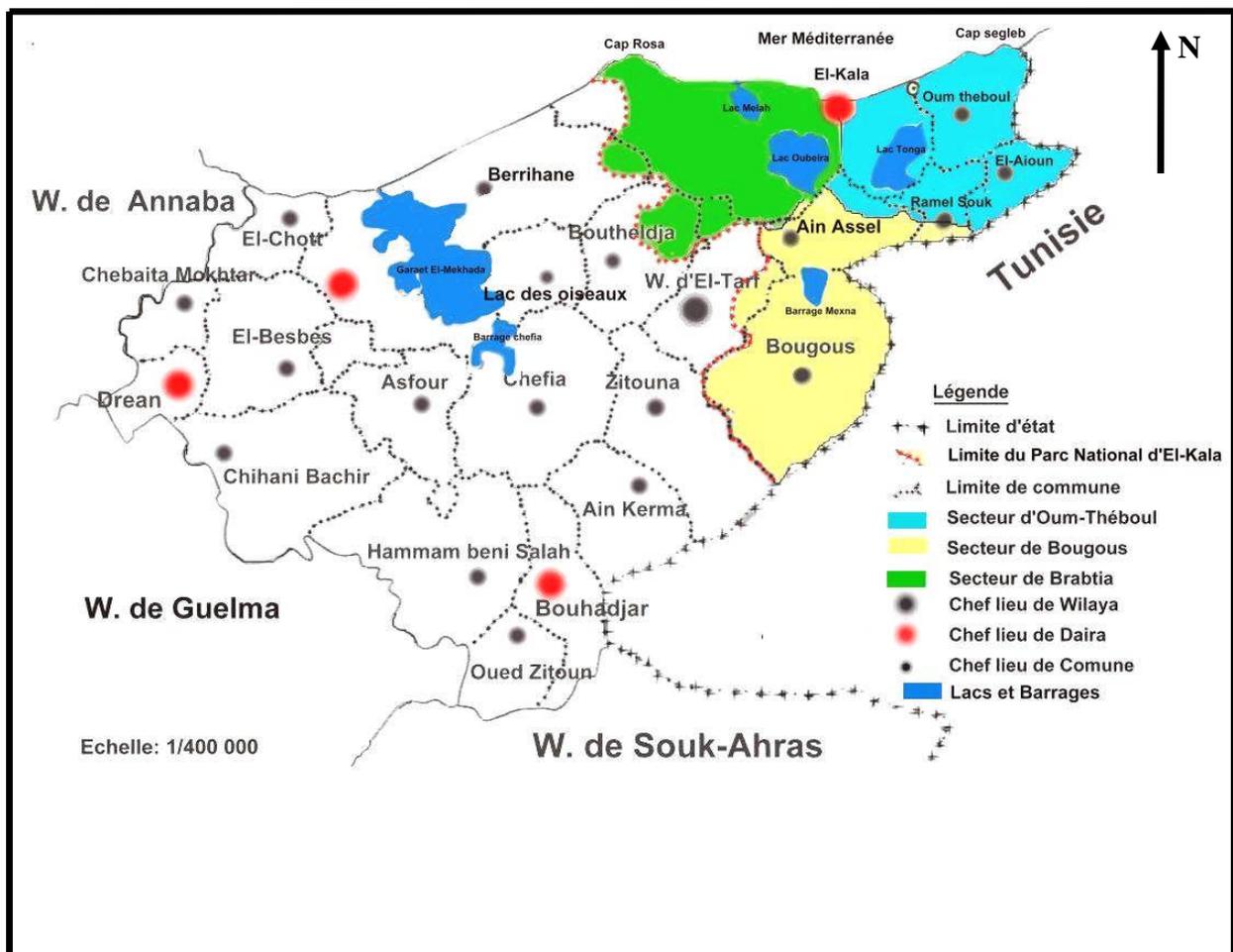


Fig.1- Localisation du P.N.E.K

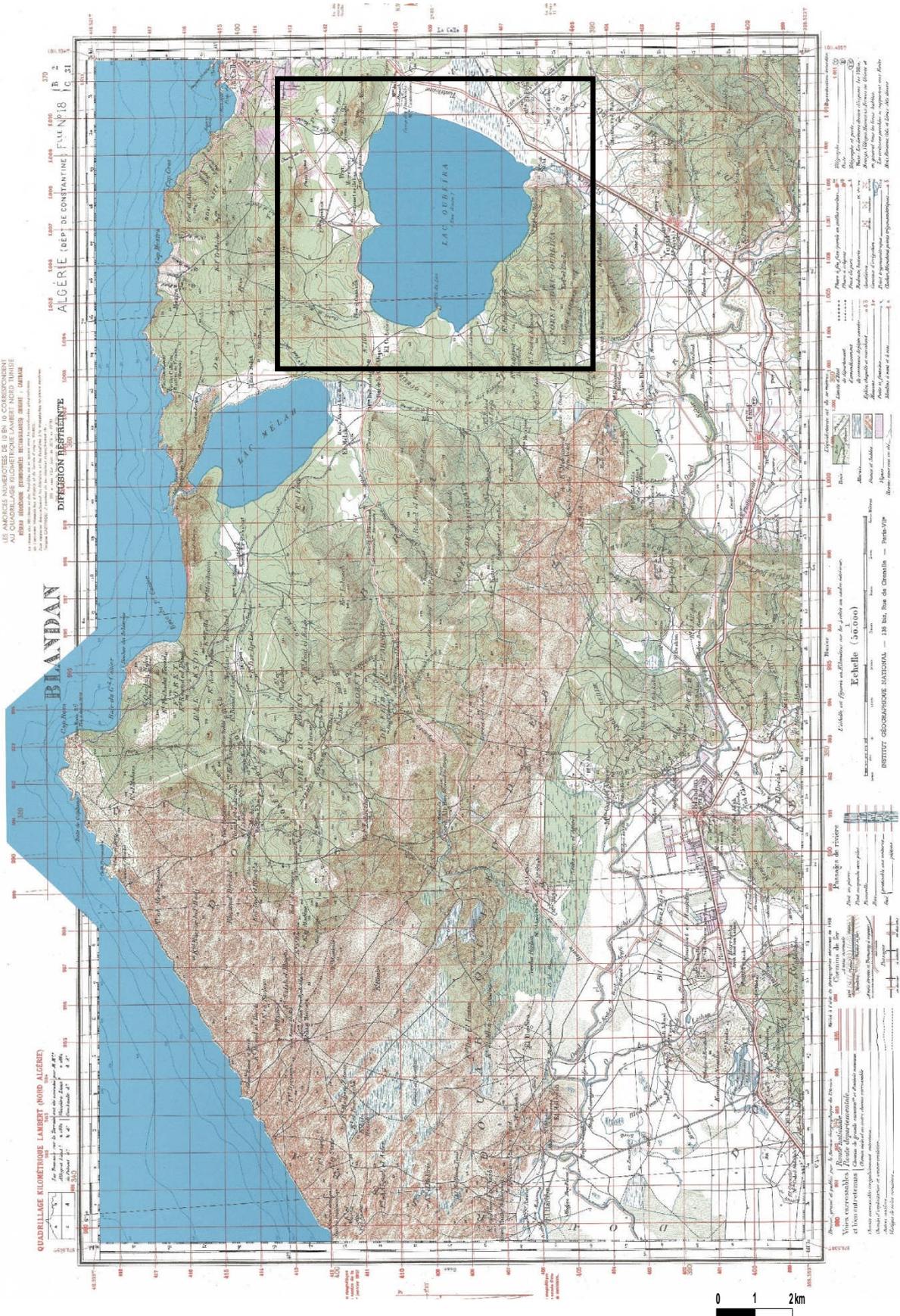


Fig. 2- Localisation du bassin versant du lac Oubeira

1.2. Délimitation

Le bassin versant du lac Oubeira fait partie de la zone lacustre d'El Kala. Sa limite Nord s'étend d'Est en Ouest de l'altitude 170 m à 182 m. Cette ligne de crête, légèrement sinueuse ou culmine le Kef Trébiche à 256 m marque la limite avec le bassin versant du lac Mellah.

La bordure Ouest du bassin versant progresse avec le Sud en longeant les sommets du Djebel Oubeira (100 m) jusqu'au voisinage de Fedj Zana (91 m) avant d'être relayés dans la partie Sud par les Djebels Ach Lahmar (138 m) et Hellilif (189 m) qui constituent les flancs Ouest de l'oued Messida. A l'Est, le bassin versant est formé d'une bordure plane qui s'étale au pied du Djebel Bou Merchène (184 m) au Nord Est.

Quant au lac Oubeira, il est limité au Nord-Est par le Djebel Bou Merchène, à l'Est, il est bordé par les monts d'El Kala, et au Nord-Ouest par le lac Mellah et par les crêtes septentrionales au Nord.



Fig.3- Délimitation du bassin versant du lac Oubeira (Google earth, 2009)

1.3. Conditions du milieu physique

1.3.1. Topographie

Les principaux éléments qui constituent le relief du bassin versant du lac Oubeira sont :

- Un ensemble collinaire qui s'étale au Nord, à l'Est et à l'Ouest du parc. Cet ensemble caractérise un relief dont l'altitude ne dépasse pas les 600 m.
- les versants occupent toute la partie Sud et Nord-Ouest, cette unité géomorphologique présente un paysage de crêtes. Les versants sont généralement de forme convexe, présentent des pentes assez fortes, surtout dans la partie amont, où se rencontrent des sols superficiels combinés à des affleurements de roches gréseuses numidiennes.
- les dunes occupent la majorité de la partie Nord-Est du bassin versant avec des pentes moyennes (5 à 10%). Ces dunes constituent un ensemble particulier et unique de zones subhumides d'Algérie. Elles présentent plusieurs stades de stabilité, en fonction du couvert végétal.
- les terrasses, c'est une étendue plane à dénivellation faible et dont la pente est inférieure à 5%.

Les terrasses de la région étudiée, sont formées d'un faciès hétérogène, généralement grossier, provenant des dépôts d'oueds, de lacs et aussi d'eau de ruissellement (Djellal, 1993).

1.3.2. Géologie

D'après la carte géologique de Joleaud (1936), les différentes formations géologiques rencontrées dans le bassin versant du lac Oubeira sont :

- Les alluvions lacustres couvertes d'eau l'hiver, formées d'argiles dont l'imperméabilité est liée aux argiles de Numidie.
- Les alluvions limoneuses au fond des vallées de pléistocène, formées de sables et limons.
- Les grès à hélices qui par désagrégation ont donné les dunes.
- Les formations du Pontien qui présentent deux faciès des argiles sableuses grises, jaunes ou rouges, et des argiles marneuses, salifères et argiles rouges gypseuses.
- Les grès de Numidie, quartzeux, souvent blanchâtres parfois assez friables, transgressifs sur les argiles de Numidie et formant des reliefs abrupts.
- Les marnes argilo-schisteuses de couleurs variées avec intercalations de petits bancs de grès quartziteux développés surtout sur les pentes de vallées et groupées sous le nom d'argiles de Numidie.
- Les argiles, grès et calcaires noirs à numinulites de l'Eocène moyen.
- Le bassin versant du lac Oubeira est constitué de diverses formations géologiques : les sols de marécages, dont la fraction la plus importante se situe à l'Est du lac, les autres sont dispersés à proximité de Chabet, alluvions limoneuses du fond des vallées de l'oued El Kebir et des tributaires des trois lacs, surtout présentes à l'Est, les dépôts récents du lac rassemblés au Nord et au Nord-Ouest du lac, les dunes présentes au Nord, les alluvions des terrasses moyennes et basses de l'oued El Kébir au Sud Est du lac peu présentées ici, les argiles de Numidie (Fig.4).

Le lac Oubeira est entouré par un cercle de collines de nature argilo-gréseuses, formant un bassin versant de 9800 ha (De Belair, 1990). Il est ainsi dominé au Nord-Ouest par Djer El Ouasaa (132 m), au Nord-Est par Kef Bou Merchène (164m) dont la pente s'achève au niveau de la rive Ouest, les collines de la forêt de Brabtia constituent une limite commune entre les

bassins versants de l'Oubeira et du Mellah. Au Sud-Ouest du lac s'élève la forêt de l'Oubeira jusqu'à 188m.

La rive Est du lac est longée par la route national 44, à l'Est de la quelle culminent les hauteurs de la Calle et d'El Frine à 175m environ.

Le lac est installé dans une large cuvette synclinale (Marre ,1987) dans laquelle les argiles numidiennes du tertiaire, généralement décapées surtout les massifs environnants, ont pu se maintenir, créant au dessus des grés perméables une couverture imperméable, de dépôts récents du Quaternaire qui sont présents quasiment tout autour du lac (Joleaud, 1936).

1.3.3. Hydrogéologie et hydrographie

Du point de vue hydrogéologique, deux formations sont observées dans la région, les formations perméables et les formations peu perméables.

Les grés, les argiles numidiennes, ainsi que les argiles et les limons appartiennent aux formations peu perméables. Leur perméabilité est faible, elle varie entre 10^{-6} m/s dans les argiles et les grés, et 10^{-5} à 10^{-4} m/s dans les limons et les argiles alluvionnaires (Fig.4) (Raachi ,2007).

Les données sur les forages d'eau montrent qu'au niveau des plaines, les débits ne dépassant pas les 10 l/s, pour les épaisseurs d'aquifères de plus les quarante mètres; l'aquifère présente une perméabilité modérée dont les valeurs sont de l'ordre de 10^{-5} m/s, ceci est dû à la présence d'éléments fins dans les couches de l'aquifère.

Le lac Oubeira est alimenté par des cours d'eau importants : l'oued Demt Rihan au Nord, l'oued Bou Merchène au Nord-Est, l'oued Dey El Garaa à l'Est et l'oued Messida au Sud.

En hiver, à l'occasion des fortes précipitations, les eaux de l'oued El Kébir parviennent au lac principalement par l'oued Messida (Fig.5).

En été, quand le niveau de l'oued El Kébir est au plus bas, le système hydrologique fonctionne en sens inverse, l'oued Messida ayant cette singularité de couler dans les deux sens selon la crue ou l'étiage (Marre, 1987).

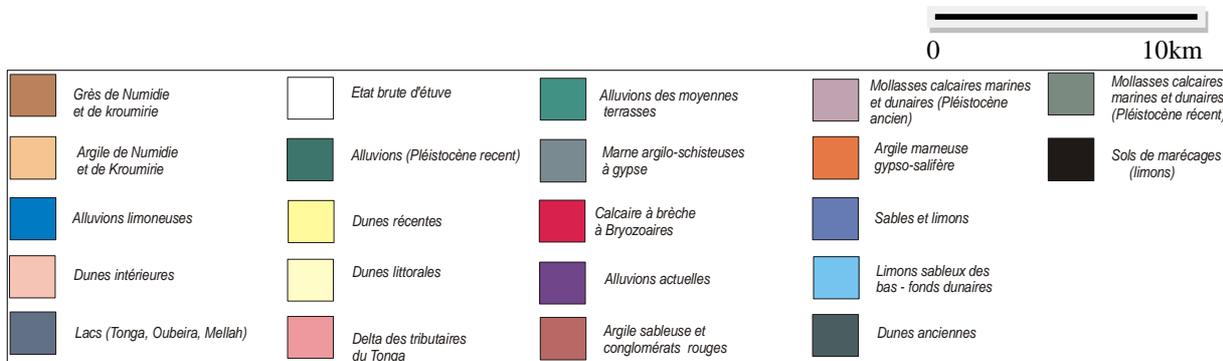
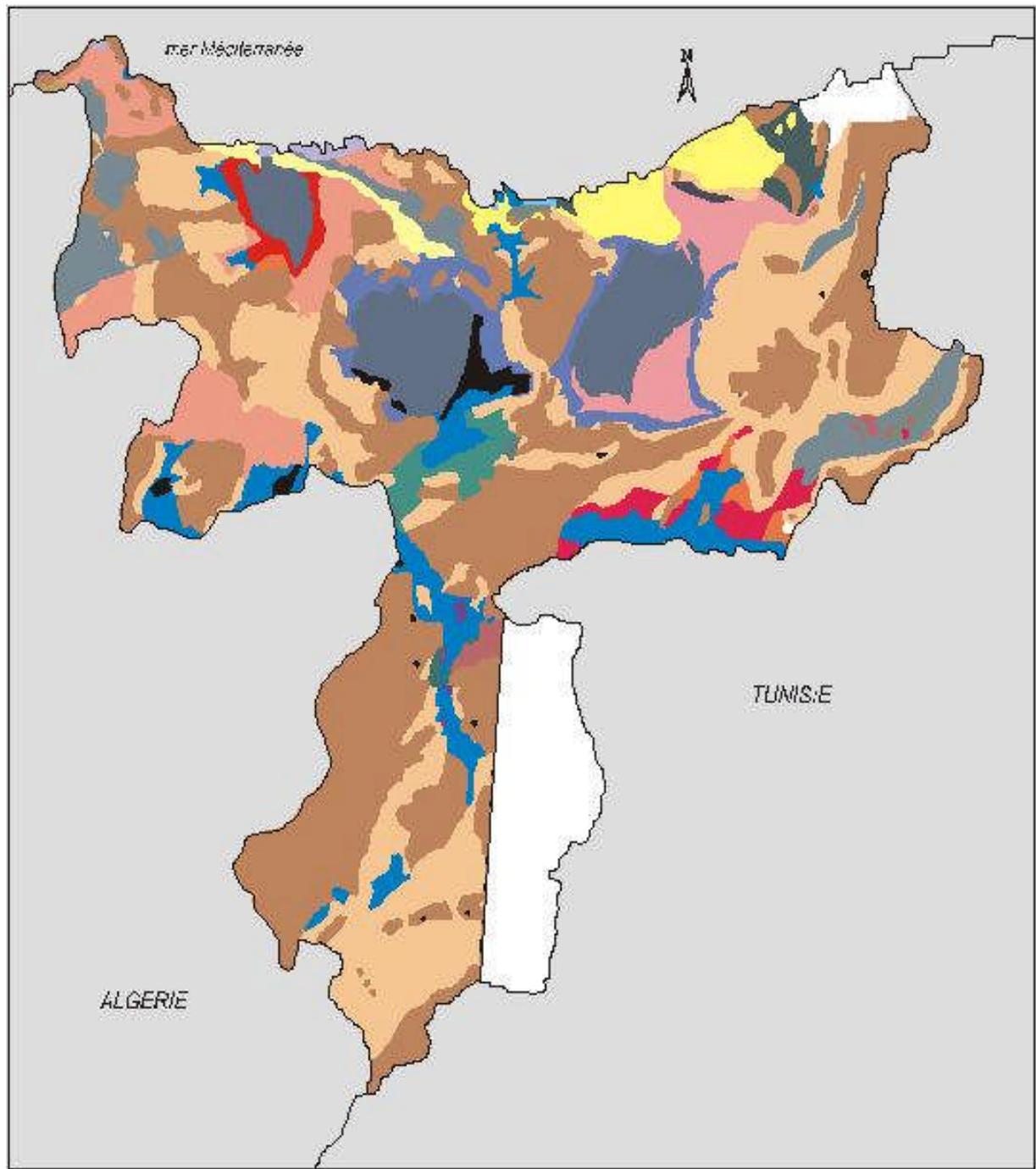


Fig. 4 - Géologie du P.N.E.K. (Source: LANDSCAP AMENAGEMENT, 1998)

1.3.4. Climatologie

Les données fragmentaires sur la climatologie de la région ne permettent malheureusement pas de dresser un tableau détaillé des conditions climatiques qui y règnent. Si le mésoclimat reste connu dans ses grands traits, il reste bien des faits, tels que la nature et la répartition de la végétation par exemple, qui ne peuvent s'expliquer que par la présence d'un climat plus localisé dont nous ne connaissons aucune caractéristique (Benyacoub, 2000). En effet au niveau du bassin versant du Lac Oubeira où les reliefs jouent selon leur position, le rôle d'ombre ou d'aimant pluviométrique, où les zones humides en tamponnant localement l'atmosphère, réduisent le caractère xérique de la période estivale et où généralement, la plus petite variation du facteur limitant que constitue l'humidité se répercute immédiatement sur la végétation (Benyacoub et Chabbi, 2000).

Dans cette étude nous nous contentons de dresser un tableau nécessairement incomplet, car la plupart des stations d'observation de la région ne publient plus aucune donnée climatologique, et l'unique station qui dispose de données, mais qui restent dans l'ensemble très fragmentaires, mais permettraient néanmoins d'avoir une idée sur les différentes caractéristiques du mésoclimat est celle de la station météorologique de la ville d'El Kala (10 m, 36° 54'N et 08° 27' E). Tout de même, nous avons pu disposer d'une période complète (1985-2005) relativement courte, mais qui permet d'avoir une idée générale sur le climat régional.

Désirant travailler donc avec des données aussi complètes que possible, nous nous sommes limités à la période entre 1985 et 2005, car avant cette date pour les données en 1971 et 1984 les données sont incomplètes pour l'ensemble des stations de la région. Les données de Seltzer (1946), 1913-1938 nous ont servi aussi pour comparaison.

1.3.4.1. Données thermiques

Le paramètre température est fonction de l'altitude, de la distance de la mer et de la position topographique (Toubal, 1986). À mesure que l'on s'éloigne de la mer, les températures annuelles moyennes s'abaissent (Tableau 1)

Tableau 1 : Données climatiques de la région d'El Kala 1985-2005 (source BNEF, 1979).

zones paramètres	Littorale	sublittoral	Montagneuses
Température en °C (moyenne annuelle)	18	15	10
Précipitation en mm/an (moyenne annuelle)	936,7	879	1191

Cette régression thermique s'explique par le rôle régulateur de la mer et des lacs (Tonga et Oubeira). Dans la zone montagneuse, les températures varient suivant le gradient altitudinal. Nous présenterons les températures moyennes annuelles, moyenne des maxima et moyenne des minima par mois; pendant une période de 20 ans (Tableau 2)

Tableau 2 : Température de l'air pour la période: 1985-2005 (Station météorologique d'El Kala)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	\bar{X}
T° C													
Max	13,3	15,2	16,6	17,3	19,9	23,9	26,3	27,9	27,8	25,2	20,1	15,7	20,7
Min	6,2	7,4	10,5	12,6	15,5	16,7	20,1	21,8	21,0	18,6	16,9	9,8	14,7
Moy	9,7	11,3	13,5	14,9	17,7	20,3	23,2	24,8	24,4	21,9	18,5	12,7	17,7

Max. : moyenne des maxima

Min. : moyenne des minima

Moy. : moyenne mensuelle

x : moyenne annuelle

De manière générale, (Seltzer, 1946) souligne que dans toute l'Algérie (Sahara non compris), la température moyenne est de novembre à avril, inférieure à la moyenne annuelle; elle lui est supérieure de mai à octobre, et que la moyenne mensuelle atteint sa plus forte valeur aux mois de juillet et août ce qui est généralement lié à la fréquence du sirocco. On peut donc diviser l'année en un semestre froid et un semestre chaud ; dans cette zone littorale les températures descendent rarement à 0° C, les mois les plus froids sont janvier et février, alors que juillet et août sont les plus chauds

1.3.4.2. Données pluviométriques

Les pluies en Algérie étant d'origine cyclonique orographique, le gradient altitudinal va donc fortement conditionner la pluviosité. La région de l'extrême Nord-Est de l'Algérie compte parmi les plus abondamment arrosées avec 1300 mm/an (BNEF, 1985).

La pluviosité dans cette région est conditionnée par deux phénomènes météorologiques importants. D'une part, les perturbations cycloniques d'origine atlantique de l'Ouest et du Nord-Ouest qui, après avoir traversé l'Espagne et une partie de la Méditerranée Occidentale, affectent le Nord-Est algérien et d'autre part les dépressions qui prennent naissance en Méditerranée Occidentale (De Bélair, 1990).

Une des caractéristiques de la pluviosité dans la région réside dans sa grande variabilité annuelle, saisonnière et mensuelle, c'est une caractéristique du climat méditerranéen avec une concentration de la totalité des précipitations sur quelques mois de l'année, de novembre à avril au cours desquels, les précipitations gagnent sur l'évaporation. Une saison sèche de mai à octobre, où les précipitations sont déficitaires par rapport à l'évaporation et le minimum annuel s'observe toujours en juillet-août.

Ce phénomène de variabilité a pour corollaire une forte intensité et un caractère orageux des chutes de pluie, caractère qui n'est pas sans effet sur le relief du lac Oubeira dont la dissection témoigne d'une érosion intense (Benyacoub et Chabbi 2000).

En effet, pour les pluies torrentielles, il est le plus souvent admis que l'intensité optimale pour laquelle l'évaporation et le ruissellement sont minima, est de l'ordre de 1mm par heure (Chaptal, 1941).

Sur les versants, nous remarquons que les quantités des pluies présentent un risque de dégradation des sols (plus particulièrement les sols découverts après le passage d'incendies ou défrichés pour l'agriculture) et de provoquer ainsi une érosion plus ou moins intense. La terre arable et/ou le sol forestier sont alors entraînés vers le lac Oubeira, et alors, son plan d'eau se charge de sédiments et devient ocre en retenant les eaux des crues. Pour le Nord de l'Algérie, on évalue les pertes de terre arable à 35 000 ha/an.

Le couple latitude/altitude et le facteur vent influencent également les précipitations de la région qui sont caractérisées par deux types:

- Précipitations littorales
- Pluies orographiques (de relief).

En effet, le littoral freine à sa base le flux d'air maritime rapide, et le perturbe, provoquant ainsi des chutes de pluies appréciables, exemple la quantité de précipitations à El Kala est de 862,3 mm pour 115 jours. En revanche, les reliefs montagneux contraignent l'air à s'élever le long de leur pente et créent ainsi des mouvements ascendants favorables en altitude. Les valeurs mesurées à la station météorologique d'El-Kala sont inférieures à celles mesurées dans le bassin versant, la carte climatique de la zone étudiée montre que cette dernière reçoit entre 1000 et 1200 mm par an.

Le Tableau 3, résume la situation pluviométrique mensuelle de la période 1985-2005 et démontre que cette région a reçu pendant cette période une moyenne annuelle de 859,2 mm ceci est dû généralement aux vents de direction Nord-Ouest et Sud-Est. Le maximum des pluies se situe en hiver, aux mois de janvier et surtout décembre. Il faut noter que nous pouvons scinder cette période en deux, une période sèche qui s'est étalée entre 1985 et 1996 et une autre humide qui s'est étalée entre 1997 et 2005 (Fig.7), ce qui n'était pas sans conséquences positives sur l'hydrologie du lac, la dynamique de la végétation aquatique, l'agriculture et la gestion des parcours au cours de ces dernières années.

Tableau 3 : Pluviométrie mensuelle en (mm) durant la période 1985-2005 (Station météorologique d'El Kala)

Mois Années	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Total annuel
1985	15,6	41,9	52,2	66,2	62,3	43,5	77	41,3	41	00	00	00	441
1986	44	99,6	134,4	189	146	103	53	39,7	0,8	00	00	00	809,5
1987	63	28,3	133,4	42,9	131,2	126,6	110,2	46,6	77,4	0,3	2,8	traces	762,7
1988	70	19,4	120	115	99,8	99,8	61	22,8	18,9	27	traces	2,6	656,3
1989	20	133	74	75	39	55	26	119	12	2,5	00	0,2	555,7
1990	10	49	106	311	144	15	51	60	55	12	02	02	817
1991	14,9	47,9	88,8	202	90,9	101,2	54,6	80,3	76,9	10,1	00	00	541,8
1992	8,7	45,9	100,3	98,9	88,8	102,3	29,4	77,9	60,8	traces	00	3,1	616,1
1993	12,7	67,9	102	198,5	101,2	98,9	55	46,6	42	00	00	00	724,8
1994	15	78,3	76,9	140,4	100,9	108,9	89	99	35,9	01,1	00	00	745,4
1995	15	68,9	102,3	99,1	142,9	188,9	66,6	88,3	60,1	28,9	02	00	863
1996	68,2	27,8	74,9	230	102,1	89,9	43,7	109,2	-98	15	2,7	traces	861,5
1997	2,2	98,9	122	230	189,6	102,1	80,8	93,7	59,6	12,9	traces	00	991,8
1998	89,0	68,1	188,2	109,7	128,9	100,1	99,9	39,5	68,9	25,5	traces	traces	917,8
1999	98,8	79,2	100,3	145,9	224,8	330,2	103,7	189,9	69,3	39,2	traces	10,2	1391,5
2000	68,8	15,9	290	340	98,2	139,9	99,1	103,2	78,4	45,6	1,1	traces	1280,2
2001	18,8	122	187,3	222,2	132,5	202,9	99,2	58,9	45,9	29,6	traces	00	1119,3
2002	102,2	94,2	194,4	106,7	40,6	124,9	88,1	102,1	51,2	18,3	traces	00	922,7
2003	75,6	34,4	378,1	150,1	105,9	96,6	88,9	102,8	29	23,9	00	00	1085,3
2004	56,4	86,4	290	104,9	123,3	190	71,4	99,2	43,4	20,1	traces	traces	1085,1
2005	98,1	67,2	100,2	167,9	220,8	201,2	79,9	108,3	12,4	22,2	traces	10	920,3
Moyennes Mensuelle	46,0	65,4	143,6	158,8	121,1	124,8	73,6	82,4	49,3	15,9	0,53	1,3	862,3

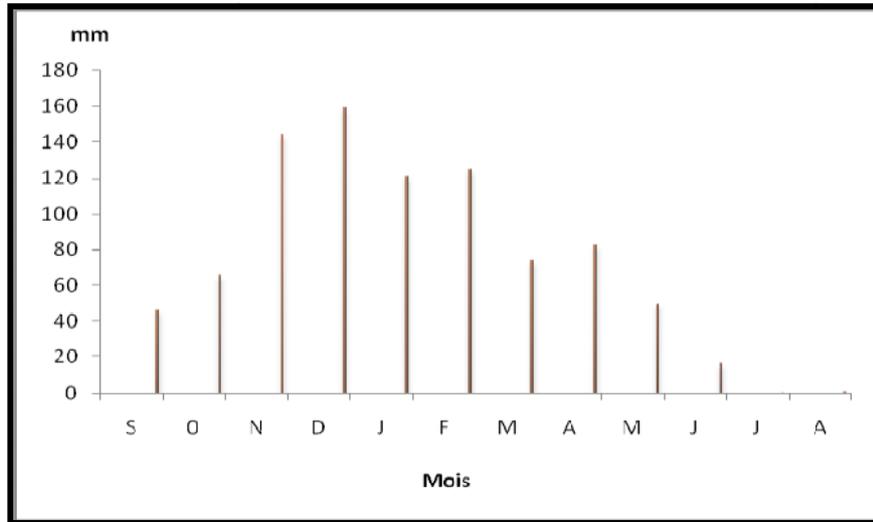


Fig.6- Variation moyennes mensuelles de la pluviométrie dans la région d’El Kala 1985-2005

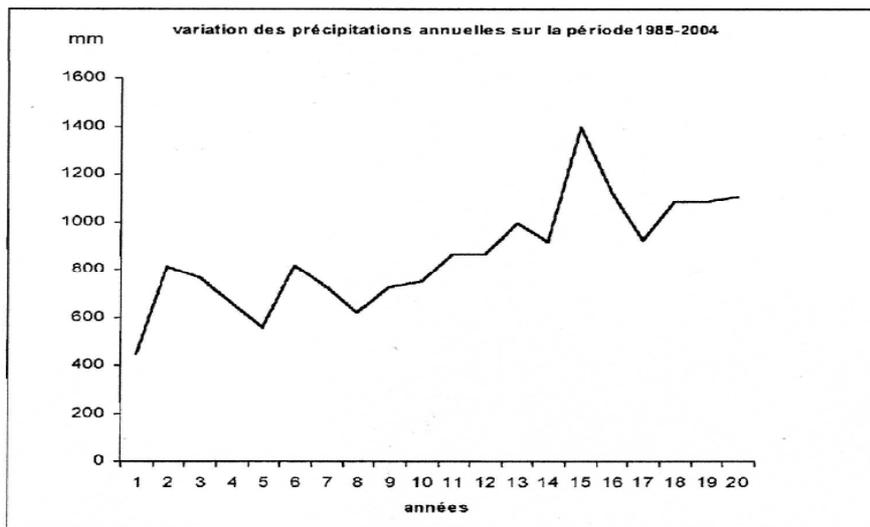


Fig.7- Variation annuelles des précipitations au cours de la période 1985-2005

Tableau 4 : Précipitations annuelles et températures moyennes pour la période 1985-2005. Station d'El Kala

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P (mm)	121,1	124,8	73,6	82,4	49,3	16,7	0,8	1,7	46	65,4	143,6	158,8	882,7
Tmoy(C)	9,7	11,3	13,5	14,9	17,7	20,3	23,2	24,8	24,4	21,9	18,5	12,9	212,9

1.3.4.3. Indice pluviothermique d'Emberger

La connaissance du climat d'une région nécessite en général la mesure avec une précision tolérable de plusieurs paramètres climatiques (pluviométrie, température, ETP, humidité, vent, etc.). Toutefois, dans la région steppique, nous avons remarqué que les données soit sont manquantes soit présentent des lacunes. A cela s'ajoute le problème du nombre restreint des stations météorologiques totales.

Pour la détermination du type de climat qui règne ces dernières années nous avons eu recours à l'utilisation du quotient pluviothermique d'Emberger.L, (1955). Ce quotient est généralement le plus utilisé dans les régions de l'Afrique du Nord (Benabadji et Bouazza, 2000). Il est défini comme suit :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Avec :

P : pluviosité moyenne annuelle en mm

M : moyenne des températures maximales quotidiennes du mois le plus chaud en degré absolu

m : moyenne des températures minimales quotidiennes du mois le plus froid en degré absolu

L'application du quotient pluviothermique sur les données climatiques récentes a révélé que la station d'El Kala est classée dans l'étage semi humide à hiver chaud (Fig.8).

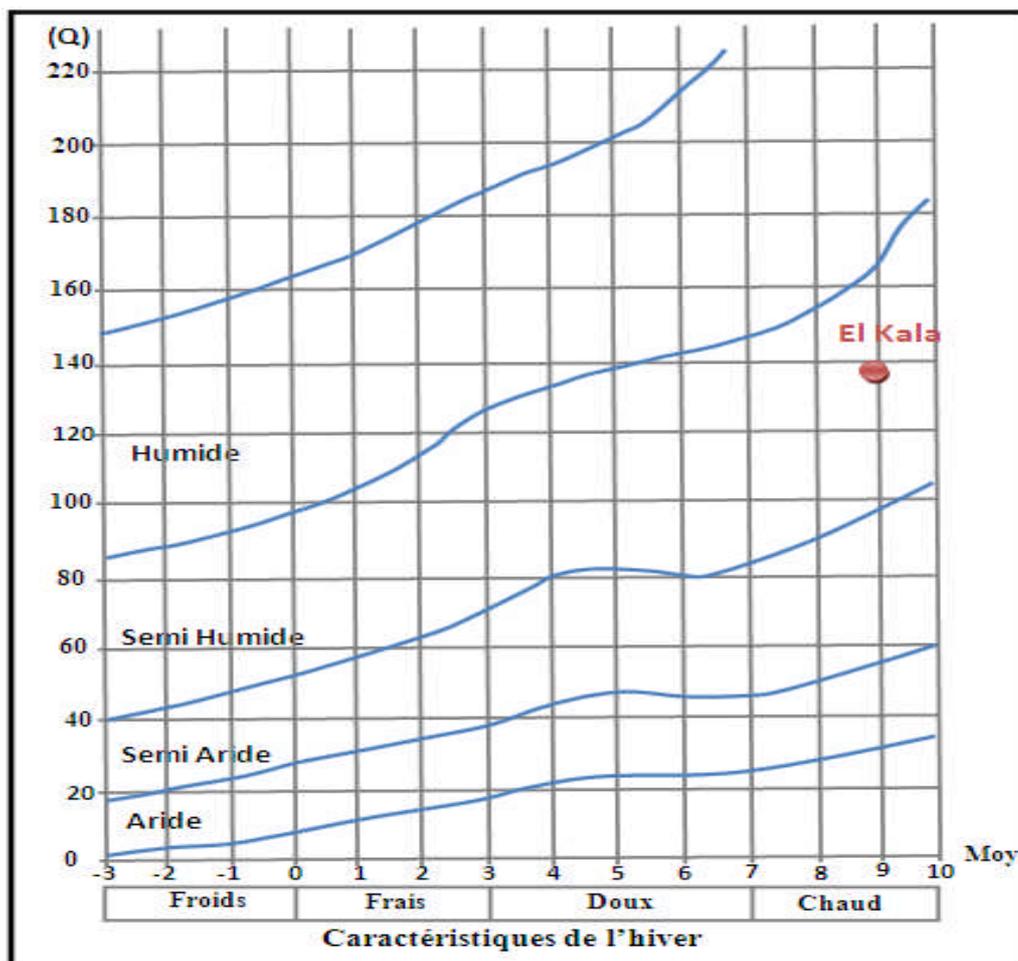


Fig.8- Climagramme pluviothermique d'Emberger.

1.3.4.4. Brouillard

La formation du brouillard est liée aux conditions locales et en premier lieu au microclimat. Le maximum est observé durant la période estivale de mai à août avec 64 % au littoral. Par exemple, pour le mois de mai 1992, on a enregistré 13 jours de brouillard à El Kala. Dans la zone littorale, ce nombre atteint 48 % à Ain Karma, le maximum se situe au printemps, 50 % dans l'ensemble. Dans notre région d'étude, il est présent surtout en altitude.

1.3.4.5. Humidité relative (HR %)

Dans la région d'El Kala, le degré d'hygrométrie est très élevé tout au long de l'année et il est presque constant durant toute l'année (Tableau 5)

La mer, les nombreux plans d'eau ainsi que la richesse de la région en écosystèmes forestiers (zones montagneuses), contribuent au maintien d'une humidité élevée pendant toute l'année (voir l'année 1990 qui est bien marquée).

Ce paramètre, dont les valeurs sont relativement élevées (proximité du littoral), atteint ses valeurs les plus fortes au lever et au coucher du soleil. Cette humidité de l'air, élevée même en période estivale, explique que la région puisse être plongée dans un voile de brume; ce dernier est propice, en fin de compte, aux cultures d'été et à la végétation naturelle, véritable compensation pour les végétaux ne bénéficiant d'aucune précipitation durant l'été.

Tableau 5 : Humidité relative de la période: 1985-2004 (station d'El Kala)

Mois Années	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy HR%
1985	71	67	74	71	77	72	73	73	80	74	69	69	72,5
1986	71	68	73	69	72	71	73	71	71	72	71	77	71,5
1987	68	74	76	73,3	78	72	68	70,8	71	65	70	75	71,7
1988	65	77	68	76	76	76,8	75	77	73	70	81	83	74,8
1989	83	76	74	71	79	79,5	74,6	81,5	78	80	73	74,4	77,2
1990	80	80	80,9	80	81	85,8	80	75	75	77,9	78,8	79,8	79,5
1991	65	84	77	66	80,4	80,3	80,3	80,3	80,3	65	83,7	84,9	77,2
1992	73,2	76,1	65,8	78,2	82,4	80,3	85	81	79	74,3	72,1	80,7	77,3
1993	70,8	81,2	75,4	78,9	80	68	66,2	71,9	70	80	80	82	75,5
1994	73,9	77	78	73,3	80,7	71	68	73	73	73	80,8	79,9	74,7
1995	78,2	78	72	76	81	72	75	74,7	78	67,9	78,8	80	75,9
1996	70,5	80	79	71	76	76,8	74,6	69,9	75	76,9	76	76,6	75,1
1997	68	84	81	80	78,3	79,5	80	72	80,3	78,8	76,7	82	78,3
1998	69	76,1	80,4	66	75,1	85,8	80,3	74,1	79	72,1	70,2	68	74,6
1999	84,4	81,2	69,9	78,2	80,3	78	85	75	70	76	80,2	81	78,2
2000	74,6	78,9	72	78,9	75	80,3	66,2	74,6	75	70	79,8	82	75,6
2001	75	80	74,1	80	78	68	73	80	80,3	65,2	78	79	75,8
2002	80	84	76	74	77	74	80,3	79	78	75,5	79,9	81	78,2
2003	83	76,1	68	78,2	78	76,8	75	78,2	75	69	77,4	82	76,3
2004	79	81,2	74	78,9	76	79,5	74,6	80	78,9	70,6	80,3	83	78
Moyennes mensuelles	74,1	77,9	74,4	74,8	78,0	76,3	75,3	75,6	75,9	72,6	76,8	78,9	75,9

1.3.4.6. Vents

Les vents jouent un rôle très important dans notre région, puisqu'ils interviennent dans la pluviométrie. Ils sont caractérisés par leur fréquence, direction et vitesse. Les données relatives à la force des vents et leurs fréquences concernent l'année 1992 (Tableau 6 et Tableau 7)

Tableau 6 : Variation mensuelle de la vitesse et direction des vents pour l'année 1992 (Station d'El Kala)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Direction (degré)	40	280	100	120	100	180	340	200	260	360	/	300
Vitesse max (m/s)	17	21	17	23	16	19	15	9	20	18	22	20

Tableau 7 : Fréquence des vents pour l'année 1992 (station d'El Kala)

Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Fréquence des vents	1	1	0	3	1	2	0	3

Pendant la saison froide, les vents de direction Nord-Ouest prédominent. Pendant la saison chaude, la vitesse des vents s'affaiblit.

Ce sont les vents du Nord-Ouest, souvent liés aux pluies d'équinoxe, qui apportent les précipitations les plus importantes venues de l'Atlantique, lorsque les hautes pressions du large des Açores ont cédé le pas aux basses pressions venues de l'Atlantique. À l'opposé, on note la manifestation d'un vent chaud, le sirocco du Sud-Est principalement en été qui assèche l'atmosphère et favorise, avec les températures élevées, les incendies de forêts (incendies de l'été 1983 et celui de 1993).

1.3.4.7. Evapotranspiration potentielle (ETP) et bilan hydrique

L'évapotranspiration potentielle (E.T.P) représente la quantité d'eau évaporée par la surface du sol et la transpiration des plantes dans un milieu couvert d'une végétation dense et bien pourvue en eau.

L'E.T.P est directement liée à l'influence des facteurs climatiques (température, humidité, insolation, radiation, etc.) aux caractères physiologiques du couvert végétal et à la réserve en eau du sol. Le tableau 8 résume les valeurs calculées de l'E.T.P par la méthode de TURC (1960) au niveau de la station d'El-Kala.

Tableau 8 : Variation mensuelle de l'évapotranspiration potentielle (station d'El-Kala) (mm)

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Années
E.T.P	111	73	48	35	37	51	73	85	116	140	162	150	1081

D'après les résultats, il en ressort que l'E.T.P devient très importante à partir du mois de mai jusqu'au mois de septembre, la période de pointe s'étale de juin à août (été). Le déficit

hydrique d'une période donnée est la différence entre les précipitations et les E.T.P calculées ou mesurées.

Tableau 9 : Bilan hydrique au niveau de la station d'EI-Kala -1996-

Paramètres Mois	E.T.P (mm)	Précipitation (mm)	Déficit (mm)	Excédent (mm)
Septembre	111	37	-74	/
Octobre	73	91	/	+18
Novembre	48	142	/	+94
Décembre	35	167	/	+132
Janvier	37	154	/	+17
Février	51	122	/	+71
Mars	73	73	/	/
Avril	85	52	-33	/
Mai	116	39	-77	/
Juin	140	17	-123	/
Juillet	162	2	-160	/
Aout	150	6	-144	/
Année	1081	902	-611	+432

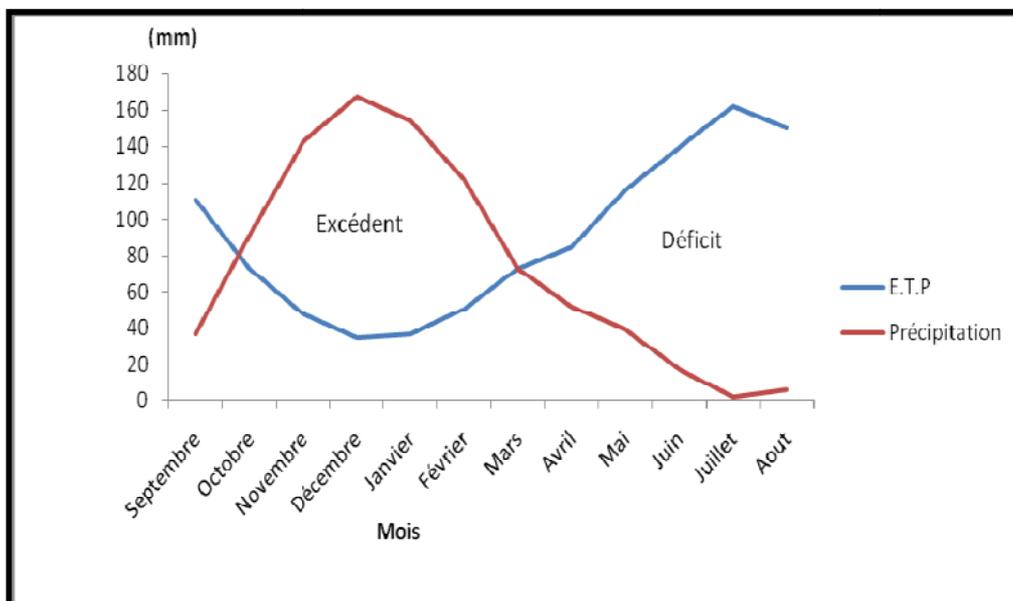


Fig.9- Bilan hydrique au niveau de la station d'El Kala -Période 1996-

D'après le tableau 9 et la figure 9, on note un déficit hydrique s'étendant du mois d'avril au mois de septembre et qui s'élève à 611 mm, la durée du déficit hydrique étant de 6 mois. Alors qu'un excédent de 432 mm s'étale du mois d'octobre jusqu'au mois de mars pour El Kala, le déficit pourrait être moins prononcé que dans le bassin versant à cause de l'élévation, la diminution des températures et de l'ETP et l'augmentation des précipitations.

1.4. La biodiversité

1.4.1. La flore

Le bassin versant du lac Oubeira se trouve dans l'étage bioclimatique méditerranéen subhumide tempéré au Nord, dans l'humide chaud au Nord-Est, dans l'humide tempéré au Sud et à l'Est.

Ce milieu bioclimatique conditionne la répartition du couvert végétal et d'après les zones du bassin versant du lac Oubeira (littorales, sublittorales et montagneuses), la végétation se répartit comme suit :

- Dans la zone littorale (le cordon dunaire) : se développent convenablement le pin maritime et le maquis à chêne kermès.

- Dans la plaine : on trouve l'aulnaie qui comporte des ormes, des frênes et des saules.

- Dans les massifs montagneux : se développent le chêne liège, le chêne zeen et maquis dégradé de chêne liège.

Les facteurs orographiques, les conditions climatiques, édaphiques et hydrologiques exceptionnelles du bassin versant de l'Oubeira ont beaucoup contribué en faveur du maintien d'un degré élevé d'endémisme végétal (Raachi, 2007).

1.4.2. Les peuplements forestiers

Le bassin versant du lac Oubeira présente un ensemble d'écosystèmes interactif et très diversifié écologiquement selon De Belair (1990), l'ensemble des écosystèmes dépendant des relations amont-aval au sein d'un bassin versant d'un point de vue fonctionnel.

La flore forestière se répartit en trois strates, les essences arborées, buissonnantes et herbacées. Le chêne liège est l'espèce arborée dominante par excellence mais cela n'empêche pas la progression des maquis qui est la forme dégradée de ces formations, suivi des peuplements naturels ou plantés de résineux : pin maritime, pin pignon et pin d'Alep. L'aulne glutineux, espèce relique rare, le frêne, le peuplier blanc et noir.

Les maquis denses et clairs couvrent respectivement une aire de 1507 ha et 737 ha, ils sont situés au Nord et au Sud du bassin versant.

L'agriculture est dominée par la culture de l'arachide notamment dans la large bande alluviale d'El Frine. Tout autour du plan d'eau, les parcelles de terre de moins de 1 hectare ont été gagnées sur la végétation naturelle. Elles sont travaillées par les riverains pour le maraichage, l'arboriculture, mais également laissées en jachère. La S.A.U (surface agricole utile) s'étend sur 1541 ha, soit 16% de la surface totale du bassin versant.

1.4.3. La végétation du lac

La végétation des collines du bassin versant et des prairies humides y est largement abordée. Le bassin versant de l'Oubeira est formé de groupements végétaux variés, dont les prairies humides se trouvent en contact direct avec le lac d'un côté, les forêts et le maquis de l'autre. Ces formations forestières, sont elles mêmes intermédiaires entre les pelouses et les dunes, en contact avec la mer qui se trouvent en arrière plan. D'autres groupements végétaux particuliers sont représentés par les ripisylves et les tourbières.

Les rives du lac sont occupées par des prairies humides à graminées (*Cynodon dactylon*), (*Paspalum disticum*), (*Panicum repens*) (De Belair, 1990).

Un groupement arborescent particulièrement riche se développe sur les collines, en lisière des pelouses. Il s'étend dans la partie Sud et Ouest du lac et réunit plusieurs espèces nobles et rares, ailleurs en Algérie.

Les forêts de chêne liège occupent toutes les hauteurs et toutes les pentes de collines environnantes, les marécages des prairies ainsi que les bois d'aulnes et frênes (Miri, 1996).

Selon De Belair (1990), autour du lac, ces forêts sont présentes par trois faciès :

Un faciès encore en équilibre à *Quercus suber* et *Erica arborea* et deux faciès dégradés, l'un par les incendies à *Calycotome villosa* et *Genista ferox* (ou persiste le chêne liège en individus dispersés, Djebel Bou Merchen) et l'autre par le pâturage et les incendies, à *Quercus suber* et *Halimium halimifolium* sur les collines dominant le lac Oubeira.

Au Nord du lac, se trouvent les ripisylves des oueds El Maa et Bou Merchène ainsi que la tourbière de Demet Errihana qui se serait formée exclusivement au contact des dunes du Nord et de la plaine basse du lac.

Une grande partie des rives d'Oubeira est aujourd'hui cultivée, à l'Est, la plaine d'El Frine l'est entièrement, au Nord Ouest, la dispersion de Gantra El Hamra et au Nord est celle de Bou Merchène. Seule la rive Ouest est épargnée. En effet, directement surplombée par les collines et à cause de l'étroitesse des prairies, cette rive se prête très mal à l'agriculture.

Les dunes affectées d'une orientation Nord-Ouest sont présentées par deux faciès l'un à *Quercus coccifera* et *Erica arborea* et l'autre *Quercus coccifera* et *Halimium halimifolium*, nettement dégradé par les incendies et la mise en culture (De Belair, 1990).

1.4.4. La végétation aquatique du lac

La végétation aquatique y est caractéristique des zones humides d'eau douce (Maire, 1952 ; Quézel et Santa, 1963). Toutefois, le lac présente certaines particularités, l'organisation spatiale de la végétation en ceinture, entourant près de 50% du périmètre du lac, c'est l'originalité de ce seul site parmi les grands plans d'eau de la région (Miri, 1996)

Globalement, deux formations d'hélophytes dominent à l'Oubeira : la scirpaie, occupant la zone Sud Ouest du lac, zone protégée des vents dominants de Nord Ouest, et la Typhaie, occupant le Nord Est et le Nord du lac, zone plus exposée aux vents, montrant une structure assez fragmentée. Ces deux formations ne forment pas de peuplements purs mais *Scirpus inclinatus* (en mélange avec *Scirpus lacustris*) et *Typha angustifolia* sont les espèces les plus abondantes dans leurs formations respectives. A plusieurs endroits, l'une colonise faiblement l'espace de l'autre. Cependant, à l'Ouest, ces deux espèces sont nettement en mélange. Dans d'autres zones, elles forment des taches pures. Le vrai roseau *Phragmites australis*, relativement abondant le long d'oued Messida est en revanche peu présent dans le lac. Des sujets se trouvent en mélange avec les scirpes ou les massettes et représentent, de ce fait, un habitat de nidification très peu utilisable par les oiseaux.

La zone limnétique est colonisée par un important herbier flottant d'hydrophytes composé essentiellement de Myriophylle (*Myriophyllum spicatum*), de Ceratophylle (*ceratophyllum demersum*), de chataigne d'eau (*Trapa natans*).

L'Oubeira reste, en outre, la seule station nationale où se localise la châtaigne d'eau (Boulahbel, 1999)

1.4.5. La faune

La mosaïque d'écosystèmes du bassin versant de l'Oubeira, constitue un habitat remarquable et un biotope favorable à l'installation ou la transition d'une faune riche et diversifiée à savoir :

1.4.5.1. L'avifaune aquatique

La qualité des habitats au sein du lac Oubeira lui a valu son classement en étant le plus important site de nidification en Afrique du Nord pour une multitude d'espèces.

Il est le siège de reproduction d'une colonie plurispécifique d'Ardéidés qui construisent leurs nids dans la saulaie à l'intérieur du lac. Cette héronnière comprend l'aigrette garzette, le héron pourpré, le héron bihoreau, le héron crabier.

Il est également le site de nidification pour le busard des roseaux *Circus aeruginosus*, la poule d'eau *Gallinula chloropus*, le râle d'eau *Rallus aquaticus*, les grèbes castagneux et huppé, l'erismature à tête blanche *Oxyura leucocephala*, le Fuligule *nyroca* *Aythya nyroca*, la poule sultane *Porphyrioporphyrus*, le blongios nain *Ixobrychus minimus*, la guifette moustac *Chlidonias hybridus*, l'ibis falcinelle *Plegadis falcinellus* et bien d'autres espèces. On y rencontre également la sarcelle marbrée *Marmaronetta angustirostris* et la sarcelle d'été *Anas querquedula* (Raachi, 2007).

1.4.5.2. Les mammifères

Le cerf de barbarie (*Cervus elaphus barbarus*), seul grand mammifère du Maghreb tellien du Maroc à la Tunisie. En Algérie il est confiné au Nord de la région frontalière Algéro-tunisienne et occupe donc toute la subéraie. Le caracal (*Caracal caracal*) est le plus grand félinidé d'Afrique du Nord. Grand prédateur, très rare, sa survie est conditionnée par la disponibilité de territoires forestiers de grande taille (Ghalmi, 1997).

1.4.5.3. L'ichtyofaune

Les données dans ce domaine ne sont pas disponibles, car aucune étude n'a été entreprise dans ce sens, mais il reste que l'anguille (*Anguilla anguilla*) est l'espèce migratrice par excellence qui peuple les eaux du lac Oubeira et ses principaux cours d'eau.

2. Situation socio-économique

2.1. Patrimoine historique

L'existence de vestiges antiques prouve que la région d'El Kala est habitée depuis des millénaires. Au cours des siècles et à travers les différentes périodes de conquêtes, la vie socio-économique de la région a connu des évolutions considérables, les vestiges romains et arabo-ottomans en sont les témoins. La concentration des sites historiques dans les zones montagneuses ou sur le littoral atteste de l'existence d'une activité agricole caractérisée principalement par la culture de l'olivier et d'une activité maritime basée sur la pêche du corail et le commerce. L'exploitation des lacs de la région, révélée par l'existence d'anciennes fermes autour du lac Oubeira, ne s'est développée que pendant la période coloniale (Ouelmouhoub, 2005).

Les ruines romaines sont plutôt concentrées au niveau des piémonts (Mexa, El Tarf, El Aioun, Ain Assel) et sur le littoral (El Kala, Segleb, Cap Rosa). La présence d'oliviers sauvages, de terres en friche et de pressoirs à huile (de grosses pierres creuses), de colonnes et d'amphores, sont souvent des traces de cette époque.

2.2. La population

La population du P.N.E.K est estimée à 117 175 habitants, selon le recensement établi en 2008. Ceci correspond à une densité moyenne de l'ordre de 100 à 110 habitants / km², nous contenterons de dire que ce chiffre est sensé augmenter au cours des années 2020.

Tableau 10 : Estimation des populations du P.N.E.K

Communes(km ²)				estimation	estimation	densité	estimation
Période	1966	1977	1987	31/12/1995	31/12/1998	1995	2008
El Aioun(45,85)	1866	2375	3590	5206	4573	113	5347
Souarekh(87,35)	3180	4085	6076	8711	7652	99	8173
Ramel El Souk(50,00)	1658	2368	2931	3867	3397	77	4357
El kala (292,00)	10041	13037	19572	28303	24860	96	28411
Ain El Assel(94,86)	4780	6606	9859	14181	12456	149	16285
Bougous(215,80)	3804	7171	9036	12040	10576	55	11271
El Tarf(111,40)	5082	7679	13969	22167	19471	198	25594
Bouteldja(113,53)	5131	7105	11484	17300	15196	152	17737
Total PNEK(1010,79)	35542	50426	76517	111775	98181	938	117175

Source : DPAT Wilaya d'El Tarf (Recensement 2008).

Le chômage ne cesse d'augmenter après la dissolution et la fermeture des entreprises économiques locales depuis 1995, le dernier chiffre estimé en 1998 indique que 30% de la population totale se trouvait en chômage.

Quant à la population active, elle est estimée à 24 % soit un nombre d'emploi équivalent à 23 300 habitants et se répartissant comme suit :

- 36%, soit 8500 emplois dans l'agriculture/forêts/pêches
- 4%, 900 dans l'industrie
- 17%, 3900 dans le bâtiment et les infrastructures
- 43%, 10000 dans l'administration, et services divers
- Total** : 23300 emplois

2.3. Contexte socio-économique

2.3.1. Agriculture

La région d'étude est incontestablement à vocation agricole, c'est le secteur le plus pourvoyeur d'emplois permanents et saisonniers. Avec une S.A.U de 11 000 ha, l'agriculture occupe 14,5 % du territoire du P.N.E.K.

Les céréales occupent la première place avec les cultures maraîchères ; viennent ensuite l'arboriculture fruitière, l'arachide et les cultures industrielles (tomate) ; le reste de la superficie est réparti entre les légumes secs et le tabac.

Il faut signaler aussi que la jachère est devenue une pratique courante dans la région, elle a même tendance à s'étendre, vu le complément non négligeable de fourrages qu'elle apporte.

2.3.2. Elevage et pastoralisme

Les systèmes d'élevage qui sont pratiqués au sein du PNEK ont une importance considérable pour l'économie rurale. 35% de la population totale trouvent leur source de revenus dans l'élevage. Dans les zones rurales, cette proportion passe à 50% et atteint 80% dans des régions comme Ramel Souk et Bougous (Oulmouhoub, 2005).

L'élevage, particulièrement celui des bovins, prend sur les plans économiques et écologiques des dimensions qui dépassent le cadre de la région d'étude. Celle-ci, au titre de « réservoir de viandes rouges » à une production locale estimée à 4000 tonnes par an, dont 80% sont destinées au marché national, mais elle est encore une zone de parcours dont les pâturages sont exploités par un cheptel incontrôlé provenant des régions voisines de l'Ouest et du Sud pour être engraisé, puis récupéré et vendu ou échangé en Tunisie contre des biens de consommation à travers des circuits informels transfrontaliers . 70% des éleveurs sont sans terre mais connaissent parfaitement les cycles des inondations et des sécheresses et savent prendre les dispositions nécessaires pour assurer le complément en nourriture du bétail.

2.3.3. Développement forestier

Le développement forestier constitue un élément essentiel et très important dans l'économie locale. Il contribue à la stabilité du monde rural, à l'amélioration du niveau de vie des populations riveraines des forêts et surtout au maintien et à l'utilisation durable des ressources forestières (Oulmouhoub, 2005). Par conséquent, pour la population riveraine du bassin versant du lac Oubeira, le chômage et la pauvreté justifient amplement leur forte dépendance des forêts, c'est pourquoi leurs sources de revenus proviennent essentiellement de la forêt. En effet, cette population est composée d'agriculteurs, éleveurs, coupeurs de bois, cueilleurs, vanniers, potiers, braconniers et enfin les saisonniers qui sont recrutés provisoirement et périodiquement dans les chantiers de liège et de bruyère.

Toutefois, en plus des activités agro-pastorales pratiquées au sein de la forêt, cette dernière autant que son sous-bois ou sol procure des activités traditionnelles diverses largement pratiquées par plusieurs membres d'une même famille à savoir :

-l'exploitation du liège;

-l'exploitation des plantes fourragères (lierre, glands de chêne liège, feuilles d'olivier, calycotum, graminées, ... etc.);

- l'exploitation intense de la souche de bruyère;
- l'exploitation du bois, aulne, orme, chêne liège, eucalyptus, pin;
- l'exploitation de l'olivier et du lentisque pour l'extraction d'huile,
- l'exploitation des autres produits de la forêt tels que les cônes de pin pignon, les champignons, l'arbousier, le myrte, feuilles de laurier, palmier nain, etc.
- l'exploitation de plantes médicinales et aromatiques
- la cueillette de miel sauvage.

2.3.4. Pêche

El-Kala est le seul port de la zone considérée par l'étude et aussi de toute la wilaya d'El Tarf qui compte 90 km de côtes. Une centaine d'embarcations de pêche professionnelle est signalée, constituée de 10 chalutiers, de 20 sardiniers, de 60 petits métiers et d'une vingtaine de corailleurs dont quelques-uns sont réellement en activité (Raachi, 2007).

Le corail qui fait la célébrité de la petite ville côtière connaît de temps à autre des situations tourmentées qui suspendent les activités de pêche et dont les raisons sont plus d'ordre administratif que technique. Il faut ajouter à cela un nombre non négligeable de plaisanciers qui pratiquent la pêche à des fins commerciales mais dont on ignore avec précision le volume des prises.

2.3.5. Industrie

L'industrie au sens propre du terme est pratiquement inexistante dans le Parc National et par extension dans toute la wilaya. La région a été ainsi préservée par les choix faits dans les années 70 de concentrer l'activité industrielle autour d'Annaba. La protection apportée par la création du Parc National au début des années 80 et l'opposition apparue localement contre une industrie de pâte à papier sur les bords du lac Oubeïra ont découragé les promoteurs de ces secteurs d'activité. Ce qui est considéré localement comme industrie se résume à quelques activités qui relèvent de la petite et moyenne entreprise (PME/PMI). Nous pouvons citer la fabrique de menuiserie générale à El Tarf, la briqueterie et la conserverie de tomate à Bouteldja, l'unité de mise en bouteille de gaz butane à El Tarf et une unité de fabrication de matériel sanitaire à El Kala, sans oublier l'unité de fabrication de pipes, qui est l'exemple type de la valorisation des souches de bruyère récoltées des subéraies limitrophes.

2.3.6. Mines et carrières

La géologie régionale favorise l'exploitation des roches pour les matériaux de construction. L'extraction de sable, grès et argile a entraîné l'ouverture de nombreuses carrières et sablières de façon très anarchique. Dans la zone Sud du Parc National, la réalisation d'un réseau de voies de communication s'est effectuée à partir de matériaux argileux prélevés sur place et qui a donné une multitude de carrières. On compte une bonne dizaine de sablières autorisées ou non autour d'El Kala et dont les prélèvements ont été estimés à 200 000 tonnes/an. Les carrières ouvertes dans le bassin versant du lac Mellah ont considérablement affecté le caractère sauvage et vierge du paysage (Oulmouhoub, 2005).

2.3.7. Tourisme

Par la richesse de son patrimoine naturel et historique, la zone d'étude offre un cadre unique et agréable au développement du tourisme.

Les programmes de développement locaux et nationaux accordent une place prépondérante à ce secteur eu égard aux énormes avantages qu'offrent les atouts naturels de la région. Dans le but, deux zones d'extension touristiques ont été identifiées dans les limites du Parc national, l'une s'étend sur 52 ha dans la plage dite la Messida et l'autre de 5 ha sur la plage du Cap Rosa. Ces mesures ne limitent pas réellement et réglementairement l'implantation des structures dans le parc qui ont tendance à se disperser et se développer anarchiquement devant la poussée d'une forte affluence estivale.

La concentration de plusieurs centaines de milliers d'estivants sur les plages suite au manque d'infrastructures d'accueil, constitue l'essentiel de l'activité touristique auquel il faut ajouter les passagers en provenance ou à destination de la Tunisie.

La forte affluence estivale que ne peuvent plus contenir les nouvelles infrastructures à El Kala (hôtels, pensions de familles, bungalows...) donne l'apparence d'un secteur en pleine expansion. En fait, une partie infime des potentialités du Parc National est exploitée et les créneaux d'éducation, d'information, de loisirs de détente et de découverte en rapport avec la nature, ses milieux et ses espèces sont totalement vierges.

2.3.8. Activités artisanales

Malgré la richesse de la région d'El Kala en ressources naturelles (corail, bruyère, doum, jonc, roseaux,...), les activités artisanales traditionnelles sont peu développées.

En ce qui concerne la vannerie, la confection de chapeaux, de couffins et de nattes, sont beaucoup plus destinées à l'utilisation personnelle. La vente de ces produits est occasionnelle. Le littoral est très riche en corail rouge, le plus cher et le plus convoité au monde. Cette ressource est exploitée depuis le 17^e Siècle. Un arrêt d'exploitation a été enregistré de 1940 à 1974 pour des raisons inconnues. Cette suspension a permis la restitution des récifs (le rythme de croissance est de 8 mm par an). Actuellement, la transformation du corail est une activité bien développée dans la région, la plus grande part de cette ressource est destinée à la fabrication de bijoux très appréciés par les touristes. Le reste de la matière première est destiné à l'exportation.

CHAPITRE III. MATERIELS ET METHODES

1. Prélèvements des échantillons d'eau

1.1. Phase de terrain

Quinze (15) points de mesures des échantillons d'eau ont été réalisés au niveau du lac Oubeira de façon au hasard sur le pourtour du lac afin de suivre l'évolution spatiale des paramètres physicochimiques. Les mesures réalisées sont :

- La localisation des points d'échantillonnage avec un GPS
- Le pH avec un pH mètre
- La conductivité électrique et la température de l'eau avec un conductivimètre
- Le potentiel redox (Eh).

1.2. Analyses de laboratoire

Les échantillons d'eau destinés aux analyses physico-chimiques au laboratoire ont permis la détermination des concentrations : Les chlorures, le magnésium, le calcium, les sulfates, sodium, le potassium, les carbonates et les bicarbonates.

2. Prélèvements des échantillons de sol

2.1. Phase de terrain

2.1.1. Description des sondages

L'étude morphologique des sols est faite conformément à la méthodologie de la F.A.O (1974), elle est très utile, dans la mesure où elle nous a permis de mieux connaître les limites de la zone d'étude, de repérer les chemins d'accès et de distinguer les critères de cartographie référentiels suivants : La morphologie du relief, la végétation, type et densité du peuplement, la texture, l'humidité, la structure.....etc.

2.1.2. Prospection proprement dite

A l'aide d'une tarière, nous avons effectués 16 sondages, et pour chaque station un profil type représentatif est creusé puis a fait l'objet d'une description morphologique (couleur, texture, structure, réaction à l'HCl.....).

Une fois la description terminée, un échantillon de chaque horizon est prélevé en vue d'analyses ultérieures au laboratoire.

2.2. Analyses au laboratoire

Les 32 échantillons ont été ramenés au laboratoire, séchés à l'air libre pendant quelques jours, broyés et tamisés à 2 mm pour disposer enfin d'une terre fine sur laquelle s'est effectué les différentes analyses.

2.3. Analyses physico-chimique du sol

Sur la fraction broyée et tamisée ont été effectuées les analyses suivantes :

2.3.1. Le pH eau

C'est la mesure de l'acidité d'une suspension de terre dans l'eau, avec un rapport terre/eau. (Morel, 1986). la lecture de pH se fait sur le pH mètre lorsque l'aiguille est stabilisée et après un repos au moins d'une heure de la suspension (Ben Amara, 2007)

2.3.2. Le pH KCl

Il exprime l'acidité d'échange ou l'acidité potentielle. C'est un indice d'expression des degrés de saturation du complexe absorbant, ainsi que la nature chimique des ions fixés. Dans notre étude, nous avons mesuré l'acidité d'une suspension de chlorure de potassium, avec un rapport terre/solution.

2.3.3. La conductivité électrique (CE)

S'effectue de la manière que le pH eau (1/5 rapports du sol sol/eau), mais par un conductimètre.

2.3.4. La granulométrie

L'analyse granulométrique d'un sol consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. On sépare pour les analyses de sol, les particules en trois classes distinctes soit les sables de (2 à 0,05 mm), les limons de (0,05 à 0,02 mm) et l'argile inférieure à 0,02 mm (Damay et Julien, 1995). Cela nous permet de connaître certaines caractéristiques du sol, comme la capacité des racines à y pénétrer, la capacité du sol à retenir l'eau, ou sa vulnérabilité à la compaction, la méthode utilisée est celle de la pipete Robinson.

2.3.5. La densité réelle (Dr)

Elle exprime la densité des éléments constituant la phase solide du sol, la (Dr) représente la masse solide/le volume du solide, elle est généralement entre $2,5\text{g/cm}^3$ et $2,6\text{g/cm}^3$ (Morel, 1989).

2.3.6. La densité apparente (Da)

Sachant que la densité apparente des sols varie entre $1,00\text{g/cm}^3$ et $1,80\text{g/cm}^3$. Elle représente la masse totale de l'agrégat/volume totale de l'agrégat, la « Da » indique l'état ou la condition du sol, elle diminue avec la teneur du sol en humus (Duthil, 1970).

2.3.7. Le carbone organique

Déterminé par la méthode Anne : minéralisation par voie humide en milieu sulfurique suivie d'un titrage de l'excès du bichromate de Potassium par une solution de sel de Mohr (0,2N).

2.3.8. Matière organique

La teneur est déterminée à partir des données du carbone organique multipliées par le coefficient 1,72

3. Etude cartographique

3.1. La cartographie pédologique

La réalisation de la carte pédologique du bassin versant du lac Oulmira a nécessité le passage par les quatre étapes suivantes :

- Utilisation de documents de base.
- Phase de terrain.
- Phase d'analyse au laboratoire.
- Synthèse et établissement de la carte.

3.1.1. Utilisation des documents de base

Le but de cette étape est d'avoir une idée générale sur les caractéristiques de la zone, et préparer la phase prochaine afin de faciliter le travail à exécuter.

Pour le faire, nous avons utilisé les documents suivants :

- Carte topographique : feuille de BLANDAN (N°18) I.G.N (1960), échelle : 1 / 50 000 ème
- Carte géologique : Joleud L (1936) Feuille BLANDAN, échelle : 1 / 50 000 ème
- Carte pédologique : Chekchaki S (2008) sur feuille de Bouteldja, échelle : 1 / 50 000ème
- Carte de végétation : De Belair(1993), Achouri et al (1987), sur feuille de Bouteldja, Échelle : 1 / 25 000 ème
- Le logiciel SURFER

3.1.2. Phase de terrain

Elle est très utile, dans la mesure où elle nous a permis de mieux connaître les limites de la zone d'étude, de repérer les chemins d'accès et de distinguer les critères de cartographie référentiels suivants :

- La morphologie du relief
- La charge de surface
- La végétation ; type et densité du peuplement
- La texture, la couleur, la profondeur et la charge dans le profil.

3.1.3. Phase d'analyse au laboratoire

Les 32 échantillons de sols ont été ramenés au laboratoire, séchés à l'air libre pendant quelques jours, broyés et tamisés à 2 mm pour disposer enfin d'une terre fine sur laquelle s'est effectué les différentes analyses.

3.1.4. Synthèse et établissement de la carte

Le dessin de la carte finale est l'essor de tout le travail effectué au bureau, sur le terrain et au laboratoire. La carte est dressée sur un fond topographique au 1 / 50 000 ème, après report des limites pédologiques à partir des photographies aériennes au 1 / 20 000 ème, ce qui nous a permis de gagner dans la précision de la carte.

3.2. La cartographie de la végétation

Le territoire d'étude à cartographier est relativement étendu. Il était ainsi possible de travailler au niveau de perception écologique stationnelle. En d'autres termes, nous avons inscrit notre travail dans la gamme des grandes échelles. La recherche d'une représentation assez précise de la végétation nous a conduit à opter pour le 1 / 50 000 ème.

C'est à partir du mois de novembre 2008 que nous avons débuté nos premières sorties de reconnaissance. Nous avons utilisé des cartes topographiques ainsi que des photographies aériennes. Ces documents nous ont permis d'une part de tracer des itinéraires et d'autres part de sonder globalement le relief, l'hydrographie et la végétation de la région d'étude.

Après les diverses prospections effectuées, nous avons essayé de récolter le maximum d'information indispensables à l'étude. La carte de végétation du lac Oubeira au 1/ 25 000 ème, dressée par Achouri et al (1987), nous a servi d'approche à l'analyse de la dynamique de la végétation qui s'est opérée au niveau de cette zone.

La photo aérienne nous a permis de tracer des itinéraires en fonction d'un certain découpage basé essentiellement sur les différentes nuances. Cela nous a permis de parcourir le maximum de ces zones témoins, c'es la phase de vérification sur le terrain, une étape indispensable confrontant la théorie à la réalité.

La réalisation des relevés floristiques nous a permis de dresser un inventaire floristique qui va nous aider par la suite à déterminer les groupements, et permettre d'établir une ébauche de la flore régionale. Enfin, l'examen stéréoscopique viendra compléter le travail de terrain en donnant des contours plus au moins précis aux formations végétales et ce qui n'est pas contrôlé sera complété par extrapolation.

Pour la légende, l'emploi des couleurs a été inspiré de la carte de l'Edough Séraïdi 3-4 (Toubal, 1986), c'est-à-dire se rapprochant le plus du système de Gaussen :

- Le jaune est attribué au chêne liège ;
- L'orangé est utilisé pour l'Oléo-lentisque ;
- Le blanc au culture ;
- Le bleu pour les cours d'eau ;
- Le hachuré pour le reboisement ;
- Le pointillé pour les maquis.

CHAPITRE IV. RESULTATS ET DISCUSSION

1. Caractéristiques physico-chimiques des eaux

Les résultats des mesures et l'analyse des paramètres physicochimiques suivis dans notre travail sont regroupés dans le tableau 11

La représentation de chaque paramètre permet de discuter éventuellement les variations et l'évolution correspondante au niveau de chaque site de prélèvement.

4. Etude des sols

4.1. Description du profil N°1 (P₁)

Localisation : El frine

Date : 23/05/2009

Position géographique : 36° 49'33'' N , 8° 25' 6'' E

Géologie : Grés de Numidie

Géomorphologie : Terrain plat

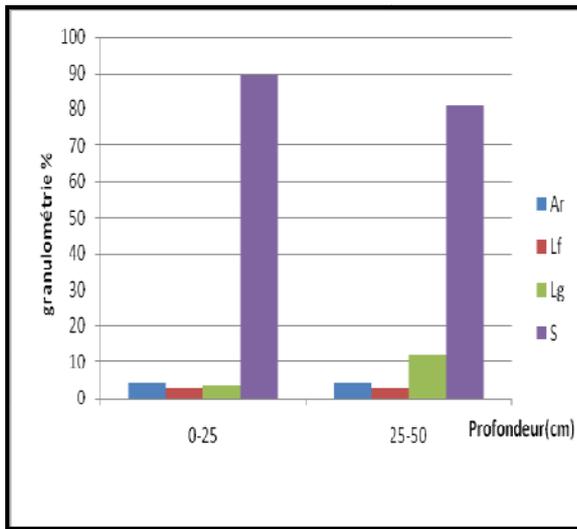
Végétation : *Eucalyptus*, *Chamaerops humilis*, *Asphodelus microcarpus*, *Rubus ulmifolius*,
Urginea maritima, pelouse

Climat du jour : Ciel peu couvert

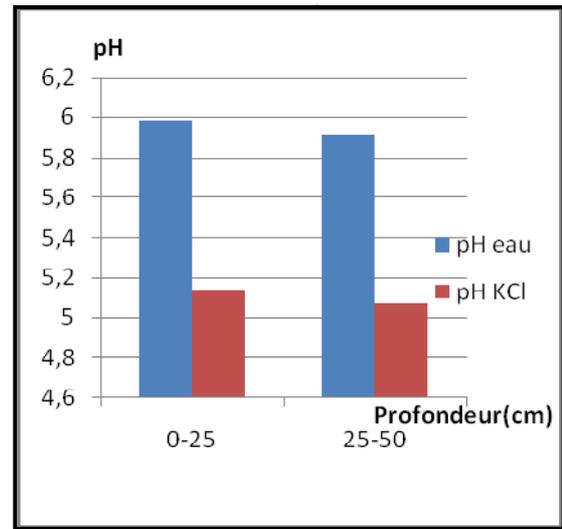


0-25cm : couleur 10YR 3/3, peu humide, texture sableuse, pauvre en matière organique, présence d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

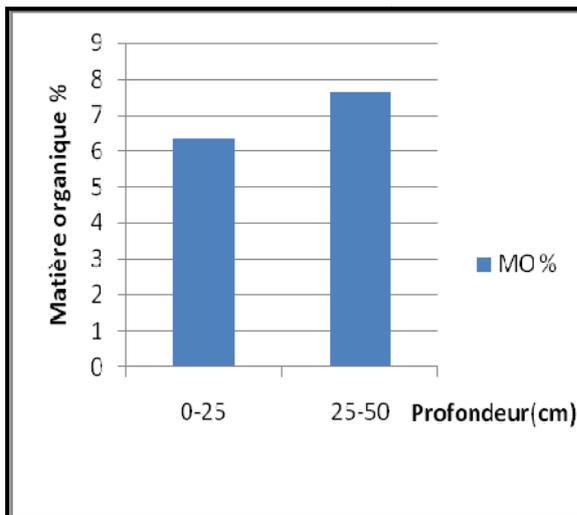
25-50 cm : couleur 10YR 3/4, plus humide que la première couche, texture sableuse et un peu de limons, pauvre en matière organique, faible activité biologique, pas de réaction à l'HCl.



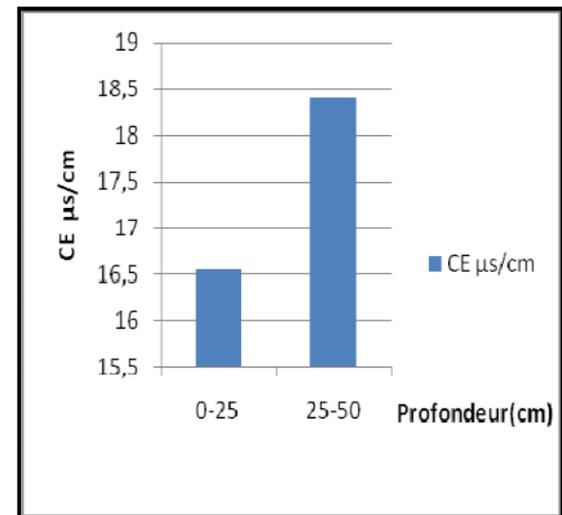
A- Granulométrie



B- pH eau, pH KCl



C- Matière organique



D- Conductivité électrique

Fig.25- Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 1

4.2. Description du profil N° 2 (P2)

Localisation : El frine

Date : 23/05/2009

Position géographique : 36°50' 4'' N , 8° 25' 28'' E

Géologie : Grés de Numidie

Géomorphologie : Pente de 4%

Végétation : *Eucalyptus*, *Chamaerops humilis*, *Asphodelus microcarpus*, *Galactites duriaei*, *Rubus ulmifolius*, *Olea europea*, culture des arachides

Climat du jour : Ciel peu couvert



0-25 cm : Couleur 10YR 4/4, humide, texture sableuse, faible en matière organique, en activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

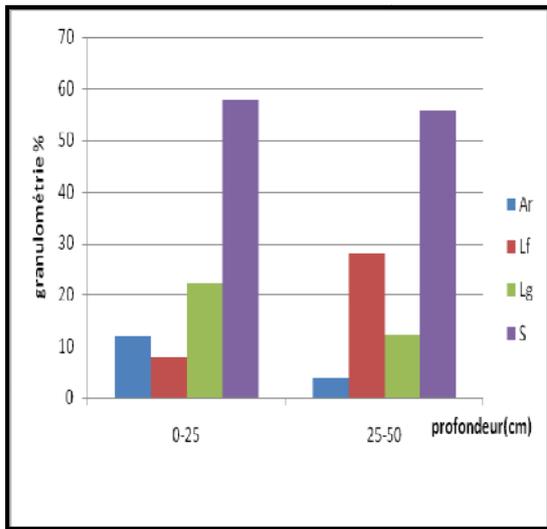
25-50 cm : Couleur 10YR 3/3, humide, texture sableuse, pauvre en matière organique et en activité biologique, pas de réaction à l'HCl.



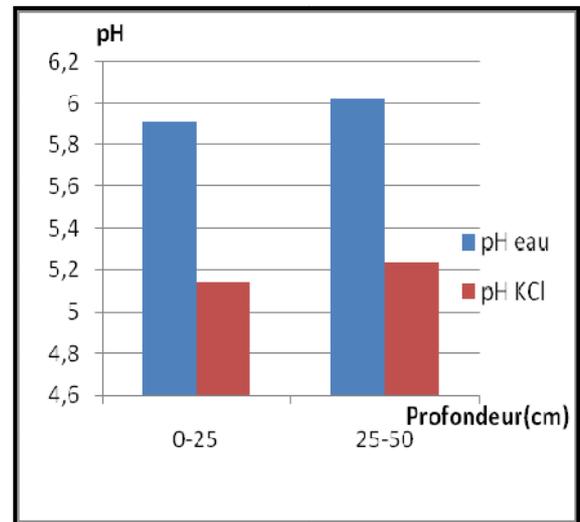
Photo 2 : *Galactites duriaei*



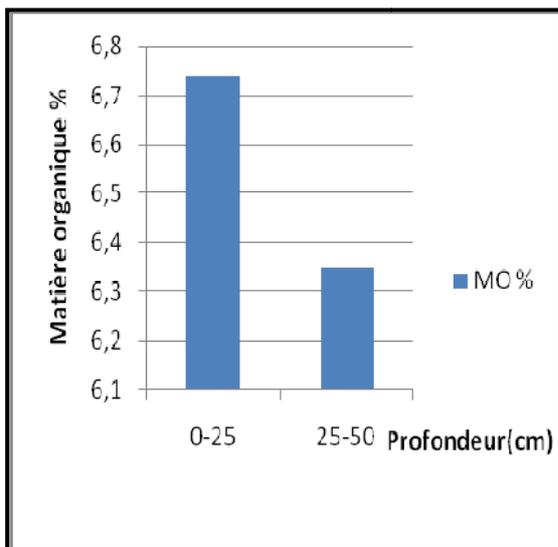
Photo 3 : *Rubus ulmifolius*



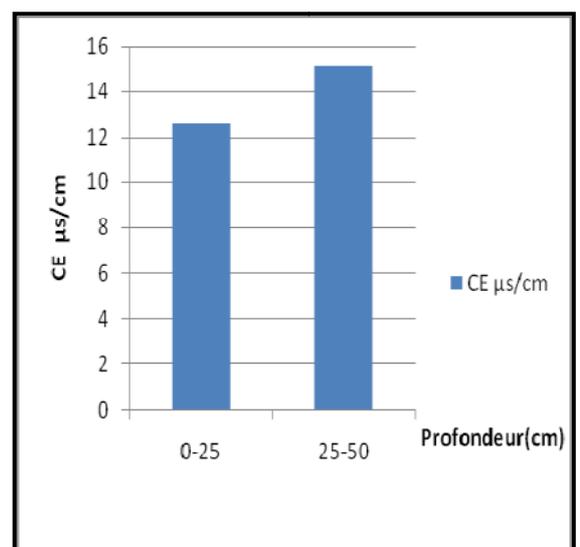
A- Granulométrie



B- pH eau, pH KCl



C- Matière organique



D- Conductivité électrique

Fig.26- Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 2

4.3. Description du profil N° 3 (P3)

Localisation : El frine

Date : 23/05/2009

Position géographique : 36° 50'47'' N , 8° 25' 45'' E

Géologie : Grés de Numidie

Géomorphologie : Terrain plat

Végétation : *Eucalyptus*, *Quercus suber*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus phoenicea*, , *Asphodelus microcarpus*, *Urginea maritima*, *Chamaerops humilis*, culture

Climat du jour : Ciel peu couvert

0-25 cm : Couleur 10YR 3/2, très humide, texture sableuse, faible en matière organique, pas de réaction à l'HCl.

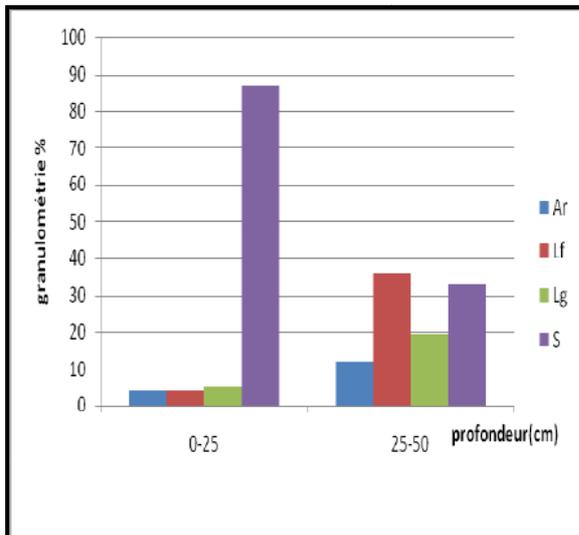
25-50 cm : Couleur 10YR 3/2, présence de la nappe à 35 cm, très humide, texture sableuse, faible en matière organique, pas de réaction à l'HCl.



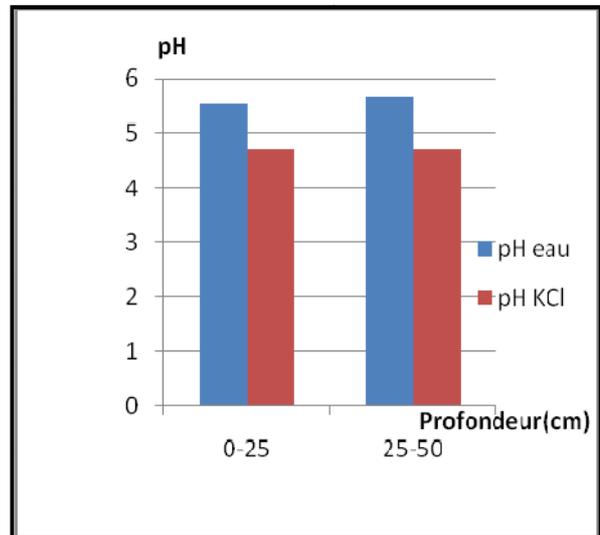
Photo 4 : culture d'arachide



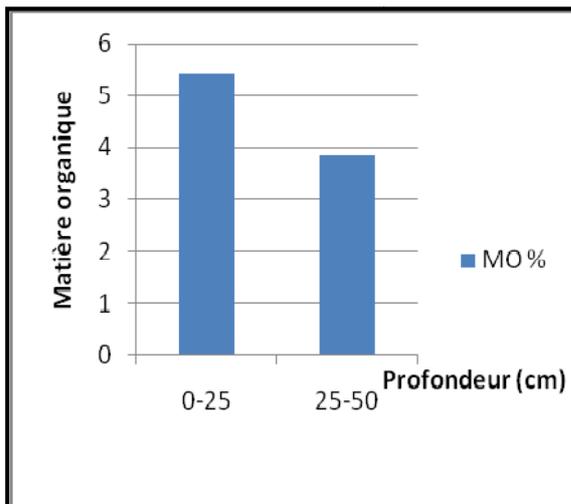
Photo 5 : *Chamaerops humilis*



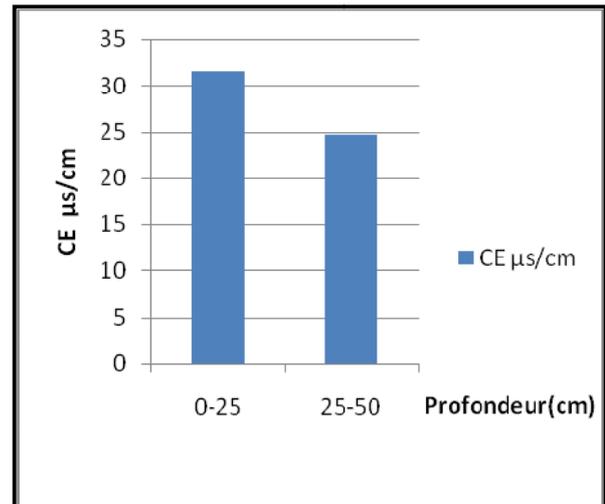
A- Granulométrie



B- pH eau, pH KCl



C- Matière organique



D- Conductivité électrique

Fig.27- Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 3

4.4. Description du profil N° 4 (P4)

Localisation : Ain assel

Date : 29/05/2009

Position géographique : 36° 51'58'' N , 8° 23' 30'' E

Géologie : Alluvions

Géomorphologie : Terrain plat

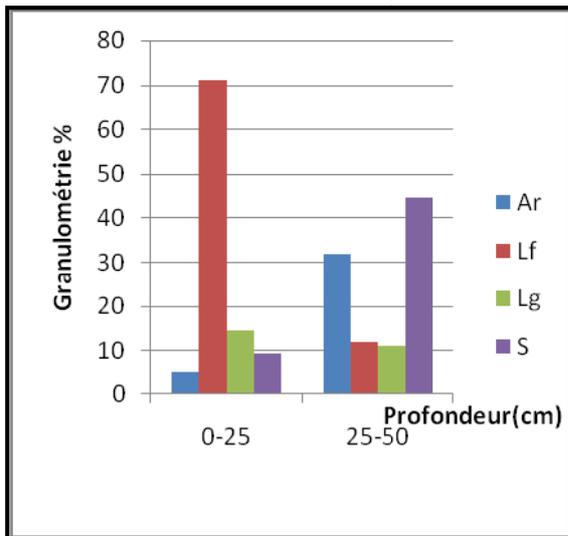
Végétation : *Quercus suber*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus phoenicea*, *Asphodelus microcarpus* , *Urginea maritima* , *Nerium oleander*, *Olea europea* ,cultures

Climat du jour : Ciel clair

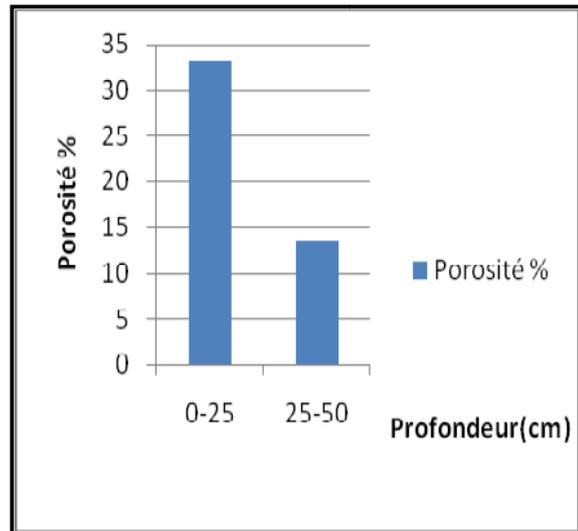


0-25cm : Couleur noir sombre, humide présence de débris organique, texture argileuse, structure particulière, présence de beaucoup de racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

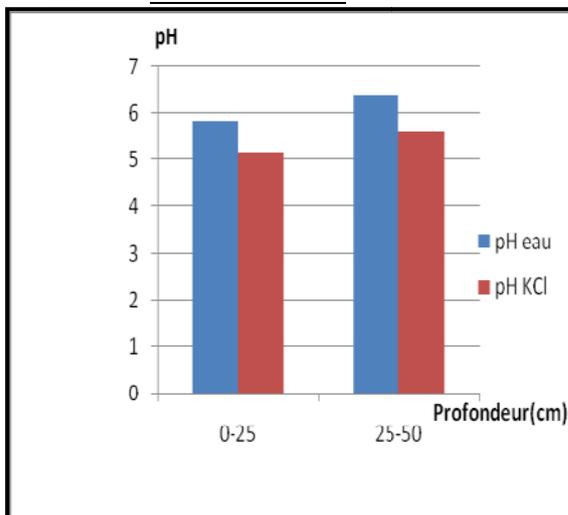
25-50 cm : Couleur noir, humide présence de débris organiques, texture argileuse, structure compact, présence de racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl



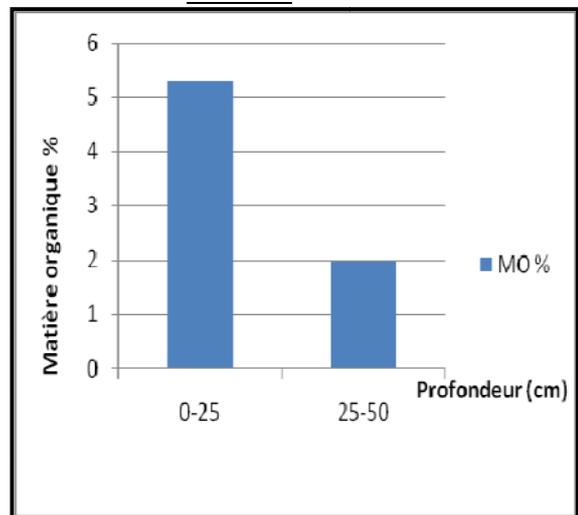
A- Granulométrie



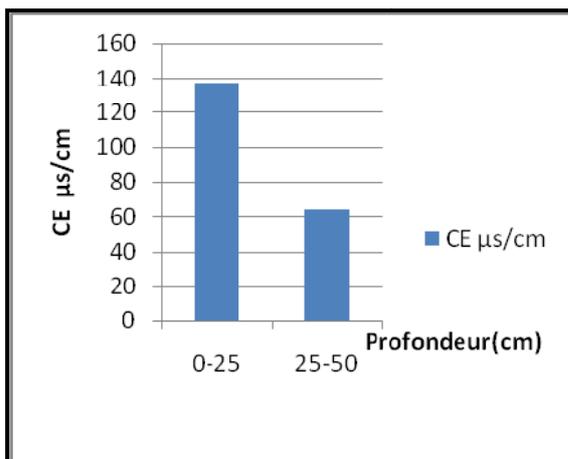
B- Porosité



C- pHeau, pH KCl



D- Matière organique



E- Conductivité électrique

Fig.28- Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 4

4.5. Description du profil N° 5 (P5)

Localisation : Mridima

Date : 29/05/2009

Position géographique : 36°52'12'' N , 8° 22' 52'' E

Géologie : Alluvions

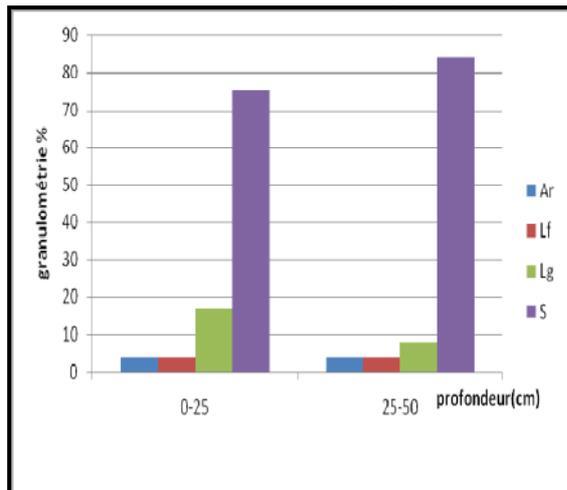
Géomorphologie : Terrain plat

Végétation : *Quercus suber*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Calycotome villosa*,
Innula viscosa, *Nerium oleander*, *Olea europea*, *Juniperus phoenicea*,
Chamaerops humilis.

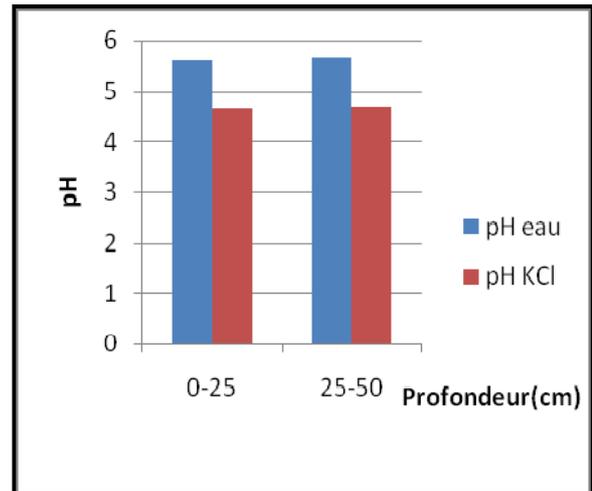
Climat du jour : Ciel clair

0-25cm : Couleur 10YR 3/3, peu humide, présence de quelques débris organiques, texture sableuse limoneuse, structure particulaire, présence de racines, présence d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

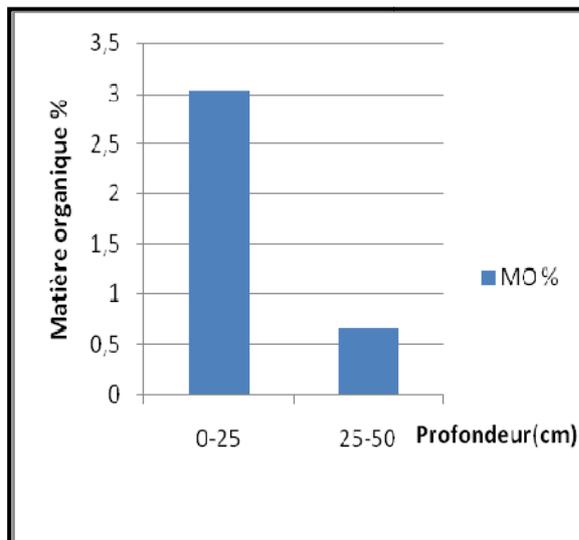
25-50 cm : couleur 10YR 3/2, humide présence de débris organiques, texture sableuse, présence de racines, présence d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.



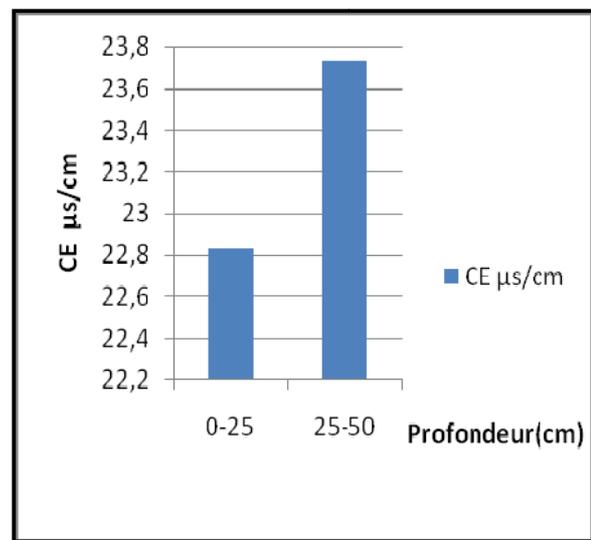
A- Granulométrie



B- pH eau, pH KCl



C- Matière organique



D- Conductivité électrique

Fig.29- Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 5

4.6. Description du profil N° 6 (P6)

Localisation : Nord-Ouest

Date : 29/05/2009

Position géographique : 36° 52' 4'' N , 8° 22' 10'' E

Géologie : Grés de Numidie

Géomorphologie : Terrain plat

Végétation : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Calycotome villosa*, *Innula viscosa*, *Nerium oleander*, *Olea europea*, *Juniperus phoenicea*, *Chamaerops humilis*.

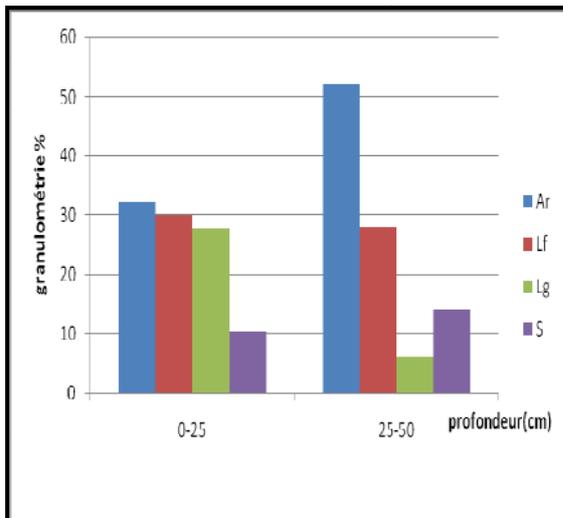
Le climat du jour : Ciel clair

0-25cm : Couleur 10 YR 6/6, humide, présence de débris organiques, texture argilo-limoneuse, structure particulaire, présence de racines, faible activité biologique, pas de réaction à l'HCl

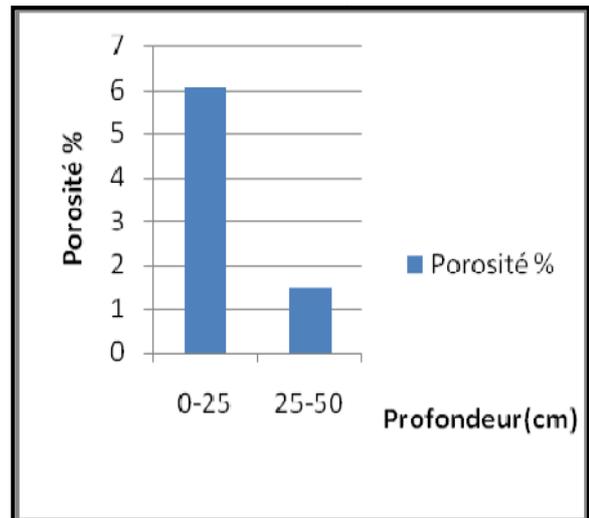
25-50 cm : Couleur 10 YR 6/4, présence de débris organiques, texture Argilo-limoneuse, structure particulaire, présence de quelque racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.



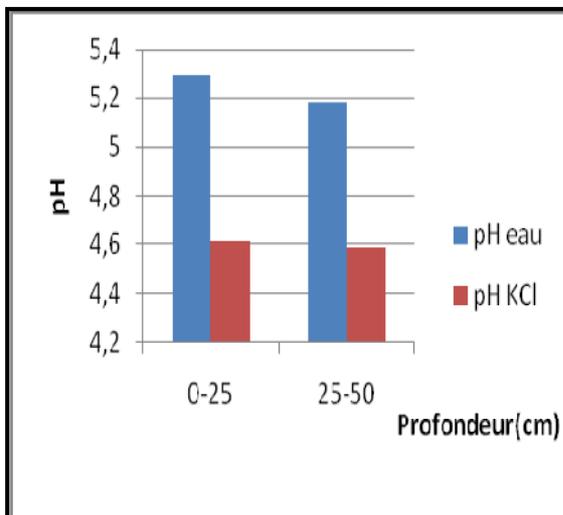
Photo 6 : Vue du Nord-Ouest du lac Oubeira



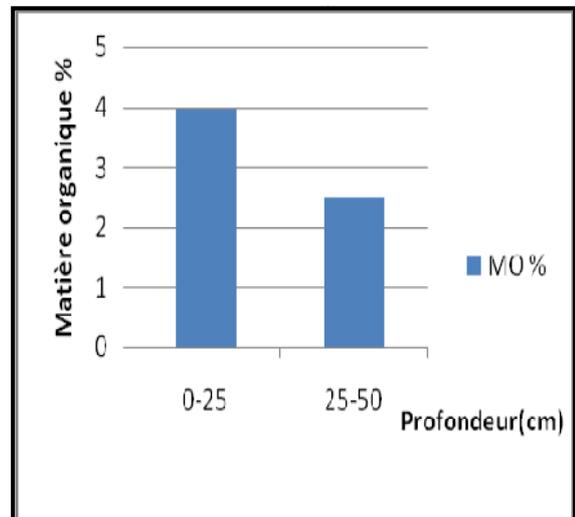
A-Granulométrie



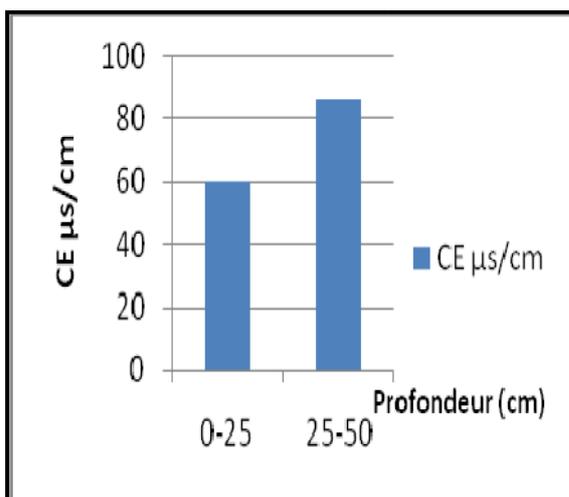
B-Porosité



C-pH eau, pH KCl



D- Matière organique



E-Conductivité électrique

Fig.30- Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 6

4.7. Description du profil N° 7 (P7)

Localisation : Nord-Ouest

Date : 29/05/2009

Position géographique : 36°48'22'' N , 8° 20' 2'' E

Géologie : Grés de Numidie

Géomorphologie : Terrain plat

Végétation : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Calycotome villosa*, *Innula viscosa*, *Nerium oleander*, *Olea europea*, *Juniperus phoenicea*, *Chamaerops humilis*.

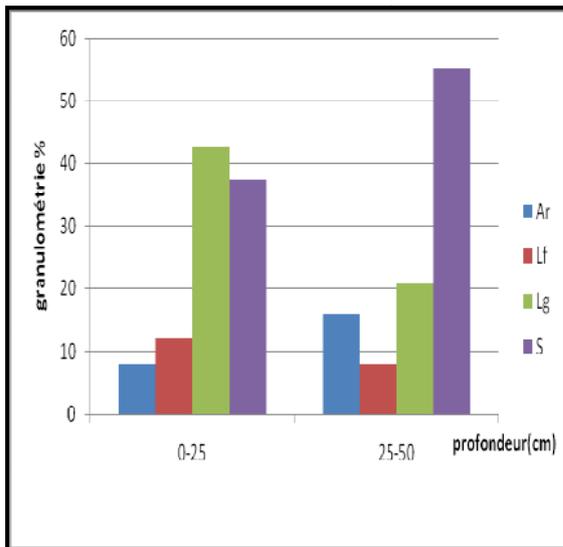
Climat du jour : Ciel clair

0-25 cm : Couleur 10YR 4/4, humide, texture sablo-limoneuse, structure particulière, présence de quelques débris organiques et beaucoup de racines, faible d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

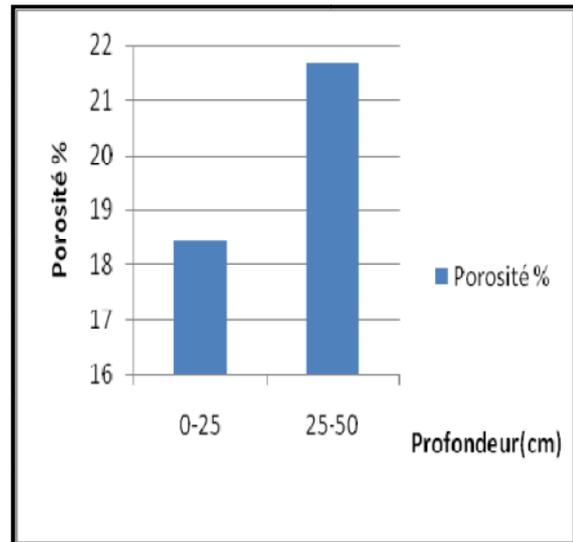
25-50 cm : Couleur 10YR 4/6, très humide, pas de matière organique, texture sableuse, présence de quelques racines, présence de traces d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl



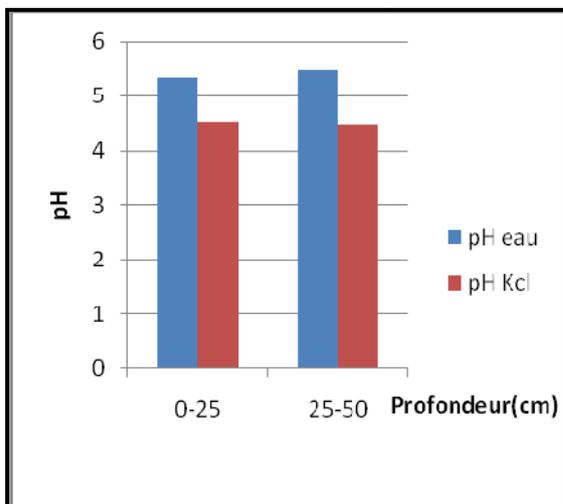
Photo 7: Vue générale du lac Oubeira (cliché Boumaraf)



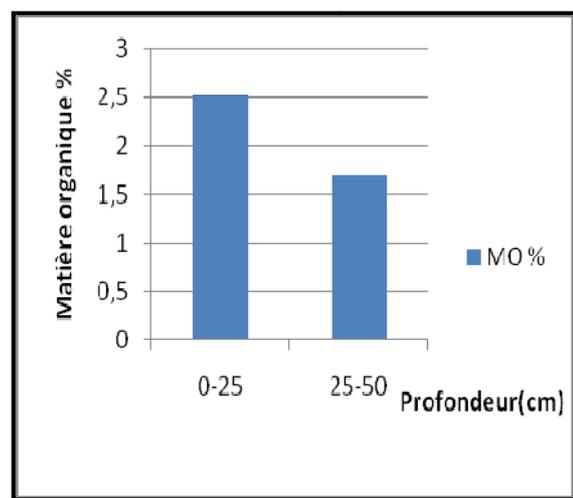
A-Granulométrie



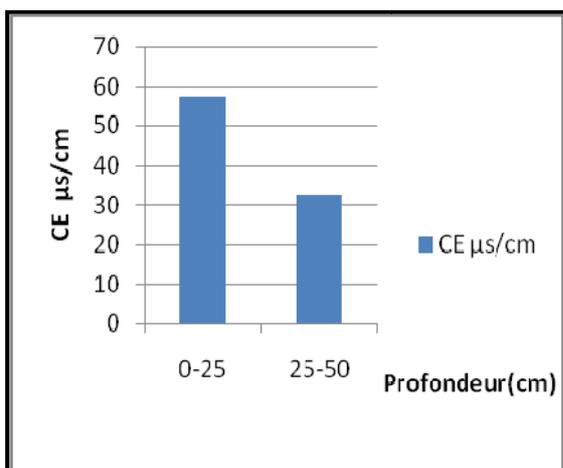
B- Porosité



C- pH eau, pH KCl



D- Matière organique



E- Conductivité électrique

Fig.31- Variation des caractéristiques physico-chimique du profil 7

4.8. Description du profil N° 8 (P8)

Localisation : Nord-Ouest

Date : 29/05/2009

Position géographique : 36°51'50'' N , 8° 23' 26'' E

Géologie : Grés de Numidie

Géomorphologie : Pente de 10%

Végétation : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Calycotome villosa*, *Innula viscosa*, *Nerium oleander*, *Olea europea*, *Juniperus phoenicea*, *Chamaerops humilis*, *Rubus ulmifolius*

Climat du jour : Ciel clair

0-25cm : Couleur 10 YR 4/3, humide, présence de quelques débris organiques, texture sableuse, structure particulaire, présence de racines, présence d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

25-50 cm : Couleur 10 YR 5/6, humide, présence de quelques débris organiques, texture sablo-limoneuse, structure particulaire, présence de quelque racines, faible activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

4.9. Description du profil N° 9 (P9)

Localisation : Mridima

Date : 29/05/2009

Position géographique : 36°52' 0'' N , 8° 22'43'' E

Géologie : Grés de Numidie

Géomorphologie : Pente de 7%

Végétation : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Calycotome villosa*, *Nerium oleander*, *Olea europea*, *Erica arborea*, *Juniperus phoenicea*, *Chamaerops humilis*, *Rubus ulmifolius*

Climat du jour: Ciel clair

0-25cm : Couleur 10 YR 4/2, peu humide, présence de débris organiques, texture limono-sableuse, structure particulaire, présence de quelques racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

25-50 cm : Couleur 10 YR 6/4, humide, quelques débris organiques, texture limono-sableuse, structure particulaire, présence de quelque racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

4.10. Description du profil N° 10 (P10)

Localisation : Nord-Est

Date : 30/05/2009

Position géographique : 36°52' 2'' N , 8° 22'35'' E

Géologie : Alluvions

Géomorphologie : Pente

Végétation : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Olea europea*, *Erica arborea*, *Crataegus monogyna*, *Juniperus phoenicea*, *Chamaerops humilis*, *Rubus ulmifolius*

Climat du jour : Ciel couvert

0-25cm : Couleur 10YR 4/3, peu humide, présence de débris organiques, texture argileuse, structure granulaire compact, présence de quelques racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

25-50 cm : Couleur 10 YR 5/4, humide, présence de débris organiques, texture argileuse, structure granulaire compact, présence de quelque racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

4.11. Description du profil N° 11 (P11)**Localisation** : Nord-Est**Date** : 30/05/2009**Position géographique** : 36°26'56'' N , 8° 0'16'' E**Géologie** : Dunes stabilisées**Géomorphologie** : Pente de 3%**Végétation** : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Erica arborea*, *Juniperus phoenicea*, *Chamaerops humilis*, *Rubus ulmifolius***Climat du jour** : Ciel couvert**0-25cm** : Couleur 10 YR 3/3, peu humide, présence de quelques débris organiques, texture sablo-limoneuse, structure particulaire, présence de racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.**25-50 cm** : Couleur 10 YR 5/3, peu humide, présence de débris organiques, texture sableuse, structure particulaire, présence de racines, absence d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

4.12. Description du profil N° 12 (P12)

Localisation : Nord-Est

Date : 30/05/2009

Position géographique : 36°51'39'' N , 8°23'52'' E

Géologie : Dunes stabilisées

Géomorphologie : Pente de 10%

Végétation : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Erica arborea*, *Juniperus phoenicea*, *Chamaerops humilis*, *Rubus ulmifolius*, *Urgenea maritima*

Climat du jour : Ciel couvert

0-25cm : Couleur 10 YR 3/2, peu humide, quelques débris organiques, texture sableuse, structure particulière, présence de racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

25-50 cm : Couleur 10 YR 3/3, peu humide, quelques débris organiques, texture sableuse, structure particulière, quelques racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

4.13. Description du profil N° 13 (P13)

Localisation : Sud-Ouest

Date : 30/05/2009

Position géographique : 36°51'56'' N , 8°24'57'' E

Géologie : Grés de Numidie

Géomorphologie : Pente de 10%

Végétation : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Olea europea*, *Erica arborea*, *Crataegus monogyna*, *Juniperus phoenicea*, *Chamaerops humilis*, *Rubus ulmifolius*, *Urginea maritima*, *Lavandula stoechas*

Climat du jour : Ciel couvert

0-25cm : Couleur 10 YR 3/2, humide, présence de débris organiques, texture argileuse, structure granulaire, beaucoup de racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

25-50 cm : Couleur 10 YR 4/3, humide, quelques débris organiques, texture argileuse, structure granulaire, présence de racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.



Photo 8 : Forêt de chêne liège (*Quercus suber*)

4.14. Description du profil N° 14 (P14)**Localisation** : Ain Khiar**Date** : 30/05/2009**Position géographique** : 36°49'41'' N , 8°23'11''E**Géologie** : Grés de Numidie**Géomorphologie** : Pente de 14%**Végétation** : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Olea europea*, *Erica arborea*, *Calycotome villosa*, *Juniperus phoenicea*, *Chamaerops humilis*, *Rubus ulmifolius*.**Climat du jour** : Ciel couvert

0 -25 cm : Couleur 10 YR 3/2, peu humide, texture sablo-limoneuse, structure particulière, présence de racines, présence de quelques débris organiques, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

25-50 cm : Couleur 10 YR 4/3, humide, texture sablo-limoneuse, structure particulière, présence de racines et quelques débris organiques, pas d'activité biologique et pas de réaction à l'HCl.

4.15. Description du profil N° 15 (P15)

Localisation : Ain Khiair

Date : 30/05/2009

Position géographique : 36°49'53'' N , 8°22'12''E

Géologie : Grés de Numidie

Géomorphologie : Pente de 3%

Végétation : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Olea europea*, *Erica arborea*, *Calycotome villosa*, *Juniperus phoenicea*, *Chamaerops humilis*, *Rubus ulmifolius*, *Smilax aspera*, *Urginea maritima*, *Lavandula stoechas*.

Climat du jour : Ciel couvert

0-25cm : Couleur 10 YR 3/2, humide, présence de débris organiques, texture sablo-limoneuse, structure particulaire, présence de racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

25-50 cm : Couleur 10 YR 3/3, humide, présence de débris organiques, texture sablo-limoneuse, structure particulaire, présence de quelque racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl

4.16. Description du profil N° 16 (P16)**Localisation** : Ain Khiar**Date** : 30/05/2009**Position géographique** : 36°49'56'' N , 8°24'12''E**Géologie** : Grés de Numidie**Géomorphologie** : Pente de 1%**Végétation** : *Quercus suber*, *Eucalyptus*, *Phillyrea angustifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander* , *Olea europea*, *Erica arborea*, *Juniperus phoenicea* ,*Chamaerops humilis*, *Rubus ulmifolius*, *Urginea maritima*, *Lavandula stoechas*, Culture.**Climat du jour** : Ciel couvert

0-25cm : Couleur 10 YR 3/3, humide, présence de débris organiques, texture argilo-limoneuse, structure granulaire, présence de racines, faible activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

25-50 cm : Couleur 10 YR 3/3, présence de débris organiques, texture argilo-limoneuse, structure granulaire, présence de quelque racines, pas d'activité biologique, pas de réaction à l'HCl.

5. Conclusion :

L'étude cartographique a contribué, à la connaissance des sols de la région d'El Kala (bassin versant du lac Oubeira).

Sis types de sols ont été déterminés. Il s'agit selon la classification américaine des ordres suivants : Mollisols, Entisols, Inceptisols, Alfisols, Vertisols et les Régosols.

Ainsi, les sols les plus répandus dans notre zone d'étude sont les Mollisols, il ressort pour ces derniers que la végétation offre une quantité de matière organique importante, qui reste localisée dans les horizons de surface, c'est la plus récente composition du sol.

En second lieu, on cite les sols les plus évolués qui sont les Entisols, sols sans horizon diagnostique, peu évolués, souvent sableux-horizon A seulement-, d'origine récente et résiste aux conditions extrêmes d'humidité ou de sécheresse.

Les Inceptisols, sol relativement jeune, sols des rivières et des deltas, arable avec un contrôle approprié de l'érosion et du drainage et pas d'accumulation d'argile ou de matière organique.

Les Vertisols, riche en argile, se gonflent et se dégonflent en fonction de la teneur en eau, difficile à travailler mais productif.

Les Alfisols, sont des sols argileux, arables, fertiles, forestiers et agricoles. C'est le plus vieux sol forestier.

Les Régosols, sol très peu évolué, roche mère meuble faiblement altérée. On observe parfois un début d'évolution dû à une implantation locale de végétation. Très peu de végétation y pousse à cause du climat, mais avec l'irrigation et des amendements divers on peut cultivée ce sol.

Les principaux traits pédogénétiques rencontrés dans la région sont : la brunification (processus qui correspond à une altération ménagée des minéraux primaires de la roche mère dans un milieu faiblement acide), le lessivage (nom courant du processus d'entraînement par l'eau des substances solides contenues dans le sol ou substrat), l'hydromorphie (un sol est dit hydromorphe lorsqu'il montre des marques physiques d'une saturation régulière en eau) et enfin la vertisolisation (ces sols présentent une structure prismatique dont la porosité est très faible et une couleur foncée dû relativement à la teneur en matière organique).

Il faut signaler de même, la présence des dunes dans la partie Nord-Est du bassin versant, qui présentent différents niveaux de stabilité en fonction du type de végétation qu'elles présentent. Mais paradoxalement à ça, on note l'impact humain sur le milieu, par la pratique abusive du défrichage et le travail du sol, mettant ainsi en danger la consolidation de ces dunes fixées naturellement et uniques dans les milieux subhumides d'Algérie.

CHAPITRE V. RELATION SOL-VEGETATION

1. Introduction

La relation sol-végétation dans le bassin versant du lac Oubeira peut être déterminée par l'analyse des propriétés des sols qui sont sous l'influence directe de la végétation, à savoir la teneur en matière organique et l'évolution de la réaction du sol.

L'influence du sol sur la végétation est déterminée par l'analyse des inventaires floristiques dans les différents groupements.

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau suivant

Tableau 28 : Relevés floristiques du bassin versant du lac Oubeira :

N° de profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Localité	Frine	Frine	Frine	A A	Mridi	NO	NO	NO	Mridi	NE	NE	NE	SO	A K	A K	A K
Roche mère	G N	G N	G N	ALL	ALL	G N	G N	G N	G N	ALL	D S	G N	G N	G N	G N	G N
Recouvrement	20%	20%	20%	60%	40%	40%	60%	60%	40%	70%	70%	70%	90%	90%	80%	80%
Strate arborescente																
<i>Quercus suber</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Fraxinus angustifolia</i>	+	+	+	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	.	.
<i>Ulmus campestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	+
<i>Alnus glutinosa</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.
<i>Acacia decurens</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Eucalyptus globilus</i>	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+
Strate arbustive																
<i>Chamaerops humilis</i>	+	+	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.	.	.
<i>Rubus ulmifolius</i>	+	+	.	.	+	.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Pistacia lentiscus</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Juniperus phoenicea</i>	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	+	+
<i>Nerium oleander</i>	.	.	.	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Olea europea</i>	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+
<i>Calycotome villosa</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.
<i>Myrtus communis</i>	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+
<i>Phillyrea angustifolia</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+
<i>Erica arborea</i>	.	.	.	.	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+	+
<i>Lavandula stoechas</i>	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	+	.	.	.
<i>Crataegus oxyacantha</i>	+	+	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Daphne gnidium</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+	+	.	.	.
Strate herbacée																
<i>Asphodelus microcarpus</i>	+	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	+	.	+	+	+
<i>Urginea maritima</i>	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+
<i>Inula viscosa</i>	.	.	.	.	+	+	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Smilax aspera</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Mentha pulegium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Bellis annua</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Galactites duriaei</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.
<i>Centaurium umbellatum</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Ormenis mixta</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Juncus maritimus</i>	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	.	.	.	.
<i>Ampelodesmos tenax</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.
<i>Cynodon dactylon</i>	.	.	.	.	+	+	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.
<i>Typha angustifolia</i>	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	.	+	.	.	.

2. Discussion

L'analyse de ce tableau est en parfaite corrélation avec la réalité du terrain, car le bassin versant est constitué principalement par la subéraie et l'Eucalyptus, avec des différents stades de dégradation et d'intégration entre ces deux peuplements, qui partagent non seulement le même substrat mais toutes les autres conditions naturelles.

La description morphologique et les résultats analytiques des différents profils font ressortir cette relation ; la différenciation des sols est liée aux facteurs de formation et d'évolution des facteurs de pédogenèse ou la roche mère, le climat, la qualité des eaux du lac et la nature du couvert végétale sont les facteurs déterminants.

La roche mère, dans l'ensemble des stations étudiées est la même, elle est formée par des grès de Numidie. Les bandes d'argile constituent souvent une zone de blocage devant la progression des substances hydrosolubles et des matières en suspensions transportées par l'eau dans les sols, ce qui limite les pertes de ces éléments, mais il permet leur déplacement dans le profil.

Le climat de la zone est caractérisé par une pluviométrie assez abondante qui joue un rôle non négligeable dans l'altération des roches d'une part, et dans la distribution des particules et des éléments minéraux et organiques dans le sol. D'autre part les inondations des sols par les eaux du lac pendant la période hivernale provoquent des problèmes d'asphyxie que se soit pour les végétaux ou les organismes vivants dans le sol. Tout ceci se répercute sur la nature et le développement de la végétation ainsi que sur l'évolution de la matière organique du sol et par conséquent sur la pédogenèse.

Une roche mère perméable, facilement altérable, et un climat pluvieux et chaud, favorisent l'installation d'un couvert végétal dense et diversifié.

Ce couvert de végétation influence l'évolution du sol par un apport important et permanent de matière organique sous forme de litière. C'est l'évolution de la litière qui est à l'origine de la différenciation des sols dans les chênaies qui sont parmi les systèmes naturels les mieux régulés au monde, et sont considérées comme les milieux les plus équilibrés. Dans le bassin versant du lac Oubeira nous avons constaté plusieurs situations :

La subéraie constituée essentiellement par *Quercus suber*, espèce calcifuge, se développe sur un sol pauvre, peu évolué, en mélange avec un cortège floristique dominé par : Asphodèle (*Asphodelus microcarpus*), ronce à feuilles d'orme (*Rubus ulmifolius*), calycotome (*Calycotome villosa*), bruyère arborescente (*Erica arborea*), scille maritime (*Urginea maritima*), la filaire (*Phillyrea angustifolia*).

Ce cortège floristique offre au sol une quantité de litière peu abondante, car *Quercus suber* est une espèce à feuille persistante ainsi que le reste du cortège, le renouvellement des feuilles peut être établi sur toute l'année, donc un apport continu de litière qui se décompose rapidement par une faune et une microflore très abondante. La disparition rapide de la litière élimine l'effet protecteur de cette litière et expose le sol aux actions de dégradation, notamment l'érosion.

CONCLUSION GENERALE

De toute évidence, le territoire qui vient d'être décrit présente une originalité incontestable : c'est un patrimoine de grande valeur classé comme réserve de biosphère, une zone humide d'importance internationale et une mosaïque de milieux riches tant sur le plan biologique que sur le plan socioéconomique. De nombreux acteurs en effet se partagent cet espace. Servi par un ensemble de conditions naturelles éminemment favorables à une richesse biologique peu commune en Méditerranée, il constitue à ce titre un des hauts lieux de l'histoire géologique et biogéographique de la région méditerranéenne.

Dans le cadre de la cartographie, de l'impact des eaux sur la relation sol-végétation, notre travail a été orienté vers l'analyse physico-chimique des eaux et l'analyse morphologique et analytique des sols dans le bassin versant du lac Oubeira (P.N.E.K).

Il ressort qu'il existe une corrélation étroite entre la végétation et le sol, tant que ce dernier constitue le milieu vivant et le support de la végétation. Cette dernière joue un rôle déterminant dans la différenciation morphologique, l'individualisation des sols, et l'orientation des processus pédogénétiques en surface, alors que la roche mère contrôle ces processus en profondeur.

Les eaux d'irrigation du lac Oubeira dans les cultures des arachides et maraichères, qui par son extension sans précaution avoir des conséquences graves sur la stabilisation des sols et l'environnement.

RESUME

L'objectif de ce travail porte sur la mise en évidence des relations susceptibles d'exister entre la qualité des eaux et la relation sol-végétation dans le bassin versant du lac Oubeira (parc national d'El Kala).

Dans le but de connaître les propriétés physico-chimiques des eaux et des sols du bassin versant, nous avons établi un plan de prospection et d'échantillonnage sur la base d'un fond topographique avec superposition des différents groupements végétaux.

Cette étude consiste en un plan d'échantillonnage stratifié de végétation, et à inventorier les différentes strates de végétation, et de décrire le sol sur lequel cette formation végétale se développe, car le sol constitue le milieu vivant et la base de l'écologie et du fonctionnement des écosystèmes.

La présence de formation forestière a permis de retenir 16 unités représentatives de sol et 15 points d'échantillons d'eau de la zone d'étude.

L'interaction entre le sol et la végétation et la nature du substrat est très visible, car nous avons constaté qu'à la surface, le profil est sous l'influence du couvert végétale, alors que sa base traduit la composition de la roche mère.

La carte du sol et de végétation faite à partir du logiciel SURFER représente les différentes classes du sol et la répartition de la végétation réelle actuelle sur le terrain à une échelle de 1/50 000 ème.

Mots clés : Oubeira, eau, sol, végétation

ABSTRACT :

The aim of this work focuses on the identification of relationships may exist between water quality-ground vegetation in the catchment of Lake Oubeira (National Park of El Kala).

In order to know the physico-chemical properties of soil and water catchment, we have established a plan for prospecting and sampling on the basis of a bottom topography with superimposition of different plant communities.

This study is a stratified sampling design of vegetation, and to identify the different strata of vegetation, and describe the land on which the plant develops training, because the soil is the living environment and basic ecological and ecosystem functioning.

The presence of a forestry training can retain 16 units representing the 15 points and ground water samples from the study area, they were sampled and analyzed.

The first results covering all the water, show the average mineralization of warm temperate waters, which release CO₂ into the atmosphere, an acidal pH related to the intense evaporation and biological activity.

The physicochemical measurements have revealed a considerable contribution to identify the distinction between two separate bodies, one east and one in the West and the lack of limnological layers.

The results show that we are in the presence of acidic soils with coarse texture (sandy, sandy loam), and also clay, with a rate of organic matter varies with the input of litter.

The interaction between soil and vegetation and the nature of the substrate is very visible because we have seen only the surface profile is under the influence of plant cover, while its base reflects the composition of the bedrock .

Key words : Oubeira, water, soil, vegetation

الملخص :

الهدف من هذا العمل يركز على تحديد العلاقات قد تكون موجودة بين نوعية المياه والنباتات البرية في مستجمعات المياه من بحيرة Oubeira (الحديقة الوطنية في القالة).

من أجل معرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة ومستجمعات المياه ، وضعنا خطة للتعقيب وأخذ العينات على أساس وجود تضاريس قاع البحر مع تراكم من المجتمعات النباتية المختلفة .

هذه الدراسة هي تصميم العينات التطبيقية من الغطاء النباتي ، والتعرف على طبقات مختلفة من النباتات ، ووصف الأرض التي تقوم عليها مصنع يطور التدريب ، ولان التربة والبيئة المعيشية والبيئية والأساسية أداء النظام الإيكولوجي .

وجود تدريب الغابات يمكن الاحتفاظ بها 16 وحدة تمثل 15 نقطة ، وعينات من المياه الجوفية في منطقة الدراسة ، وكانوا عينات وتحليلها .

النتائج الأولى التي تغطي جميع المياه ، وتظهر تمعدن متوسط المياه المعتدلة الدافئة ، والتي الافراج CO2 في الغلاف الجوي ، ودرجة الحموضة محايدة ذات الصلة التبخر المكثف والنشاط البيولوجي .

القياسات الفيزيائية قد كشفت عن وجود مساهمة كبيرة في التعرف على التمييز بين هيتتين منفصلتين ، واحدة واحدة في الشرق والغرب وعدم وجود طبقات من المياه العذبة .

النتائج تظهر اننا في وجود التربة الحمضية مع الملمس الخشن (الرملية والطفال الرملي) ، وكذلك الطين ، مع نسبة المواد العضوية ويختلف مع مدخلات من القمامة .

التفاعل بين التربة والنباتات وطبيعة الركازة واضح جدا لأننا لم نشهد سوى السطح لمحة هو تحت تأثير الغطاء النباتي ، في حين أن قاعدتها يعكس تركيبة الأساس الوطيد .

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Alayat H ,1991** : Les eaux superficielles et la nappe phréatique de la plaine d' Annaba. Thèse Doct., Univ. de Nancy II, 382p
- **Baize D et Jabiol B, 1995** : Guide pour la description des sols, INRA Edition ; 375p.
- **Barthes J.P et Bornand M, 1986** : Cartographie des sols en moyenne montagne calcaire sèche. Une méthode d'approche possible. Coll. INRA « Agro-météorologie des régions de moyenne montagne », Paris ; 393p.
- **Beguim M et Pumain D, 2003** : La représentation des données géographiques statistiques et cartographiques. Edition Armand Colin ; 192p.
- **Belair G (de), 1990** : Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien). Thèse Doct,VSTL ; Montpellier; 326 p.
- **Benabadji N et Bouazza M, 2000** : Quelques modifications climatiques intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale).Revue. Energ. Ren. Vol.3, pp.117-125.
- **Benyacoub S, Louanchi M, Baba Ahmed R 1998** : Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides. Projet GEF (Global Environment Facility) - Banque Mondiale. 220 p.
- **Benyacoub S et Chabbi Y, 2000** : Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El Kala. Composition -statut -répartition. Synthèse, Publication de l'Université d'Annaba N°7. 98 p.
- **B.N.E.F.1979** : Étude du parc national d'El Kala. Schéma directeur d'aménagement.86p.
- **B.N.E.F .1985** : Recensement et analyse des potentialités du milieu naturel et humain dans le Parc National d'El Kala. Phase II .176 p.
- **Bontemps S, 2004** : Cartographie et interprétation de l'évolution du développement territorial par télédétection spatiale au Cambodge. Mémoire de fin d'études Sciences Agronomiques, UCL, Louvain-la-Neuve.
- **Bornand M, Lagacherie P et Robbez-Masson J.M, 1995** : Cartographie des pédopaysages et gestion de l'espace. Rencontres internationales : La cartographie pour la gestion des espaces naturels, Saint-Étienne.13-17/11/1995.
- **Boulahbel R, 1999** : Caractéristiques d'un modèle de peuplement d'oiseaux d'eau nicheurs.Cas du lac Oubeira et du marais du lac Mellah (PNEK Wilaya d'El Tarf).Thèse Magistère. Univ Annaba. 21p
- **Bourennane H, 1997** : Etudes des lois de distribution spatiale des sols de petite Beauce. Application à la cartographie d'un horizon par couplage de méthodes morpho-métriques et géostatistiques. Thèse Doct, Université d'Orléans, Pédologie.229p
- **Brabant P, 1989** : La cartographie des sols dans les régions tropicales : une procédure à 5 niveaux coordonnés. Sciences du sol ; 27p.
- **Cam C, Froyer D, Moulin J, Rassineux J et Servant J, 1996** : Représentation cartographique de la sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale. Carte thématique à l'infiltration verticale. Etude et Gestion des sols, 32p.
- **Carles J, 1951** : Carte de la végétation naturelle en France. Feuille du Puy au 1/200 000, N°59, CNRS.

- **Carles J, 1963** : Géographie botanique, 2^{ème} Ed, Coll.P.U.F. Paris.128p.
- **Chekchaki S, 2008** : Contribution à la cartographie des sols des bassins versants des lacs Tonga et Oubeira (Parc National d'El Kala). Mémoire de fin d'étude en Ecologie et environnement. Univ Annaba.35p
- **Damay N et Julien JL, 1995** : Les indicateurs du statut acido-basique des sols. Station agronomique de l'Asine.
- **Djellal M, 1993** : Contribution à la cartographie des sols des régions humides (bassin versant du lac Oubeira- El Kala). Essai de caractérisation biochimique et physique de deux tourbières. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. Univ INA-Alger-.pp 37-40
- **Didier M, 1990** : Unité et valeur de l'information géographique, Paris, Economie.
- **Duchaufour Ph, 1961** : Pédologie, XI.
- **Duchaufour Ph, 1970** : Précis de pédologie. Masson, Éd. Paris.
- **Duchaufour Ph, 1983** : Pédologie, pédogénèse et classification, Tome 1, 2^{ème} édition. Masson, Paris
- **Dupuis J, 1967** : Carte pédologique de la France à 1/1 000 000^{ème}. INRA .51p
- **Duthil R, 1970** : Eléments d'écologie et d'agronomie Ed.JB Baillière et fils.Paris Sunad.
- **Favrot J.C et Lagacherie P, 1993** : La cartographie automatisée des sols : une aide à la gestion écologique des paysages ruraux ; C.R.Acad.Agric.Fr.
- **Gausсен H, 1926** : Végétation de la moitié orientale des Pyrénées, Thèse Doct, Paris.560p.
- **Gausсен H, 1930**:La carte des productions végétales, Annales de géographie, Paris, p39
- **Gausсен H, 1936** : Le choix des couleurs dans les cartes botaniques, Bulletin Société Botanique de France Paris, p83.
- **Gausсен H, 1938** : Carte floristique de la France, Annales de géographie, Paris, t.47.
- **Gausсен H, 1945** : La cartographie phytogéographique en France, Association française pour l'avancement des sciences, Paris.
- **Gausсен H, 1947** : L'emploi des couleurs en cartographie, comptes rendus de l'Académie des sciences, Paris.224p.
- **Ghalmi R, 1997** : Étude préliminaire du régime alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) dans le Nord-Est algérien (Parc National d'El Kala) II. Mémoire D.E.S, Université de Liège, 57 p.
- **Guinochet M, 1973** : Phytosociologie, Masson. Paris.227p
- **H.P.E, 1996** : Projet d'assainissement de la plaine d'Oum Teboul. Phase 1, Étude préliminaire. Hydro-projets-Est, Constantine (Algérie), 14 p.
- **Jamagne M, 1967** : Bases et techniques d'une cartographie des sols. Annales Agronomiques, INRA, N°18.
- **Joleaud L, 1936** : Étude géologique de la région de Bône et de la Calle. Bull. Serv. Carte géol. Algérie (Typo litho et Cie, Alger), 2, série n° 12, 185 p.
- **Joly, 1976** : La cartographie, Paris.PVF, coll. Magellam.
- **Kadid Y ,1989** : Contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga. Mémoire d'Ingéniorat d'Etat en Agronomie INA, Alger.3p

- **Landscape aménagement Co. 1998** : Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides + 16 cartes au 1/25 000. Agence nationale pour la conservation de la nature. Algérie 234 p.
- **Legros J.P, 1996** : Cartographie des sols : de l'analyse spatiale à la gestion des territoires. Edition Presses polytechniques et Universitaires Romades .321p.
- **Levy J, 2004** : La carte en jeu contemporaine, la documentation photographique, la documentation française, Paris.
- **Long G, 1974** : Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. Tome 1.Principes généraux et méthodes. Masson et Cie, Paris, 232p.
- **Marre A, 1987** : Etude géomorphologique du Tell oriental algérien de Collo à la frontière Tunisienne. Thèse Doct. Université d'Aix-Marseille, 559 p + cartes.
- **Maire R, 1952** : Flore de l'Afrique du Nord. Ed Paul Lechevalier. Paris.
- **Maucorpps J, 1975** : Science du sol.
- **Messerer Y, 1999** : Etude morpho métrique et hydrographique du complexe lacustre d'El Kala, cas du lac Oubeira et du lac Mellah. Thèse de Magistère, Univ. Annaba.123p
- **Meyen E, 1973** : Multi lingual dictionnaire of technical terme in cartographie. International Cartographie Association Commission II Franz Steiner Verlag,Wiesbaden.
- **Morel R, 1986** : Les sols cultivés. Lavoisier.1^{ère} Edition. Paris.
- **Morel R, 1989** : Les sols cultivés. Lavoisier.2^{ème} Edition. Paris.373p
- **Miri Y, 1996** : Contribution à la connaissance des ceintures de végétation du lac Oubeira(PNEK) d'El Kala. Approche physico-écologique et analyse de l'organisation partielle. Thèse de Magistère.INA Alger.83p
- **Ouelmouhoub S, 2005** : Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie).Thèse de Master of Science du CIHEAM-IAMM n°78.pp 46-54
- **Ozenda P, 1963** : Principes et objectifs d'une cartographie de la végétation des Alpes à moyenne échelle, Document pour la carte de la végétation des Alpes, Grenoble, n°1.
- **Ozenda P, 1977** : La cartographie écologique, Coumer du CNRS, Paris, n°24.
- **Ozenda P, 1979** : Carte de la végétation de l'Europe à 1/3 000 000ème, Conseil de l'Europe, Strasbourg.
- **Ozenda P, 1982** : Les végétaux dans la biosphère.
- **Ozenda P et Borel J-L, 2006** : La végétation des Alpes occidentales, un sommet de la biodiversité, Braun-Blanqueti, Camerino n°41.
- **Pekkarinen A, 2002** : Image segment-based spectral features in the estimation of timbervolume, Remote sensing of environment. 82p.
- **Quezel, P et Santa, S. 1963** : Nouvelle flore d'Algérie. Tomes 1 et 2. CNRS, Paris, 1170 p.
- **Raachi. M.L ,2007** : Étude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au Nord-Est Algérien. Thèse de Magistère, Univ Québec-Montréal-Canada- pp14-44
- **Rey P, 1954** : L'analyse écologique des cartes de la végétation ,8^{ème} congrès international de Botanique, Paris, section7.

- **Rey P, 1960** : De la clarté en toute chose, même en cartographie de la végétation, 97ème colloque international de la recherche scientifique, Paris CNRS
- **Rey P, 1962** : Généralisation cartographique de la végétation, Bull. Assoc. Carto. Intern, et documents service n°6, Toulouse.
- **Rey P, 1966** : Analyse et synthèse chromatiques en cartographie biogéographique, Bulletin du Comité français de cartographie, Paris, fasc.30p
- **Rey P, 1971** : La carte de la végétation, Bulletin de l'information de l'IGN, Paris, n°15.
- **Rey P, 1974** : Le service de la carte de la végétation, Courrier du CNRS, Paris, n°11.
- **Rey P, 1980** : De la cartographie de la végétation à la cartographie écologique, Bulletin d'écologie, Paris, 11p.
- **Rey P, 1992** : Henri Gaussen et la carte de la végétation de la France, Bulletin du Comité français de cartographie, Paris, fasc.134p.
- **Salitchev,1967** : Geographical cartography in the resolution of problems in nature management and in the location of productives forces.
- **Seltzer, P. 1946** : Le climat de l'Algérie. Institut et météorologie et physique du globe. Alger, 219 p +1 carte.
- **Toubal O, 1986** : Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Édough (Algérie nord-orient). Cartographie à 1/ 25 000ème. Thèse Doct 3^e cycle. Joseph Fourier de Grenoble. 110 p.
- **Toubal O, Belair G, Djamai R et al, 1987** : Carte de végétation du parc national d'El Kala feuille de Bouteldja. Univ Annaba Echelle 1/ 25 000 ème.
- **Trisurat Y, Eiumnoh A, Murai S, Hussain M.Z et Shrestha R.P, 2000** : Improvement of tropical vegetation mapping using a remote sensing technic : a case of Khao Yai National Park,Thailand, International journal of remote sensing, vol 21, n°10.
- **Vijayaraj V, O'Hara C et Younan N, 2004** : Quality analysis of pansharpened images, Geoscience and remote sensing.
- **Vink A.P.A, 1963** : Aspects de pédologie appliquée. Neufchatel.174p.

Annexe 1

Dosage du calcium (Ca⁺⁺)

Mode d'opérateur

- Prise d'essai 25 ml d'eau
- Ajoutant 5 ml de NaOH
- Quelques gouttes de murexide
- Titrer avec l'EDTA (N/50), jusqu'à l'apparition d'une couleur violette.

Calculs

$$N1 \cdot V1 = N2 \cdot V2$$

V1 : prise d'essai = 25 ml

N2 : volume de l'EDTA

$$\text{Ca}^{++} \text{ (meq/l)} = V_2 / 2.50$$

Dosage de magnésium (Mg⁺⁺)

Mode opératoire

On a dureté = Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺

- Prise d'essai 25 ml d'eau
- Ajoutant 5 ml de HCL concentré, et on porte à ébullition ; le temps de repos est 2 mn
- Ajoutant 5 ml de NH₄OH (6N), jusqu'à l'apparition d'une couleur bleu cobalt

Calculs

$$N1 \cdot V1 = N2 \cdot V2$$

$$\text{TH} = V_2 / 2.5.$$

$$\text{Mg}^{++} \text{ (meq/l)} = \text{TH} - \text{Ca}^{++} \text{ (meq/l)}$$

Annexe 2

Dosage des sulfates (SO₄⁻)

Mode opératoire

- Placer sur une plaque chauffante un erlen contenant la solution de chlorure de baryum (BaCl₂)
- Ajoutant quelques gouttes de (BaCl₂) jusqu'à ce qu'il forme de précipité blanc
- Prendre un deuxième erlen sur lequel on place un entonnoir plus un papier filtre sans cendre ; filtrer la solution du premier erlen sur le papier filtre sans cendre, puis rincer l'erlen avec l'eau distillée afin de laver au même temps ce dernier, des ions de chlorures
- Répéter encore cette opération 3 ou 4 fois, à la fin verser le contenu de l'erlen
- Refaire l'opération une autre fois afin de vérifier avec le nitrate d'argent la présence des chlorures, il faut continuer à laver le filtre et le faire sécher à une faible température (50°), puis suite prendre un capsule porcelaine, peser et mettre le filtre à l'intérieur de la capsule, et vous placer le tout dans une four à moufle à 500°C pendant 30 mn
- Peser à nouveau (la différence c'est : a)

Calculs

a : le poids du précipité de BaSO₄ en g

V : prise d'essai 20 ml

1 g de BaSO₄ correspond à 0.411 g de SO₄⁻ (SO₄⁻ / BaSO₄ = 0.411 g)

0.411 g \longrightarrow 8.56 meq de SO₄⁻

SO₄⁻ en meq/l = a. 8,58. 1000 / V₂ = a. 429

Annexe 3

Dosage de sodium (Na⁺) et potassium (K⁺)

Préparation de la gamme étalon Sodium

- Peser exactement 245 mg de NaCl et une fiole jaugée de 1000 ml, compléter au volume avec l'eau distillée.
- Agiter la solution mère obtenue qui contient 100 ppm de sodium. A partir de cette solution, prélever successivement 2 ml, 4 ml, 15 ml, 20 ml et les mettre dans des fioles jaugées de 100 ml, compléter au volume avec l'eau distillée (le réglage du zéro de l'appareil se fait sur l'eau distillée)

Calculs

Noter les lectures obtenues à chaque solution de la gamme étalon

Concentration en ppm = mg/l	Lectures
X1	Y1
X2	Y2
X4	Y4
X6	Y6
X8	Y8
X10	Y10

Calculer le coefficient C

$$C = \frac{Y1+Y2+Y4+Y6+Y8+Y10}{X1+X2+X4+X6+X8+X10}$$

- Ce coefficient C = densité optique par ppm
- La lecture obtenue sur l'échantillon est L, le calcul de la teneur dans l'échantillon se fait ainsi :

- Teneur en mg/l (ppm) = $\frac{L}{C} \cdot D$ (avec D l'inverse du rapport de dilutions)

- Teneur en meq/l = $\frac{L}{C} \cdot A$ (avec A=1/39)

Potassium

Peser 190.8 mg de KCL et opérer comme indiqué pour le sodium

- Teneur en meq/l = $\frac{L}{C} \cdot A$ (avec A=1/39)

Références bibliographiques

- **Achouri et al, 1987** : Carte de végétation du parc national d'El Kala. Univ Annaba Echelle 1/ 25 000 ème.
- **Alayat H ,1991** : Les eaux superficielles et la nappe phréatique de la plaine d'Annaba. Thèse Doct., Univ. de Nancy II, 382p
- **Baize D et Jabiol B, 1995** : Guide pour la description des sols, INRA Edition ; 375p.
- **Barthes J.P et Bornand M, 1986** : Cartographie des sols en moyenne montagne calcaire sèche. Une méthode d'approche possible. Coll. INRA « Agro-météorologie des régions de moyenne montagne », Paris ; 393p.
- **Beguim M et Pumain D, 2003** : La représentation des données géographiques statistiques et cartographiques. Edition Armand Colin ; 192p.
- **Belair G (de), 1990** : Structure, fonctionnement et perspectives de gestion de quatre écosystèmes lacustres et marécageux (El Kala, Est algérien). Thèse Doct,VSTL ; Montpellier; 326 p.
- **Benyacoub S., Louanchi M., Baba Ahmed R 1998** : Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides. Projet GEF (Global Environment Facility) - Banque Mondiale. 220 p.
- **Benyacoub S et Chabbi Y, 2000** : Diagnose écologique de l'avifaune du Parc National d'El Kala. Composition -statut -répartition. Synthèse, Publication de l'Université d'Annaba N°7. 98 p.
- **B.N.E.F.1979** : Étude du parc national d'El Kala. Schéma directeur d'aménagement.86p.
- **B.N.E.F .1985** : Recensement et analyse des potentialités du milieu naturel et humain dans le Parc National d'El Kala. Phase II .176 p.
- **Bontemps S, 2004** : Cartographie et interprétation de l'évolution du développement territorial par télédétection spatiale au Cambodge. Mémoire de fin d'études Sciences Agronomiques, UCL, Lauvain-la-Neuve.
- **Bornand M, Lagacherie P et Robbez-Masson J.M, 1995** : Cartographie des pédopaysages et gestion de l'espace. Rencontres internationales : La cartographie pour la gestion des espaces naturels, Saint-Étienne.13-17/11/1995.
- **Boulahbel R, 1999** : Caractéristiques d'un modèle de peuplement d'oiseaux d'eau nicheurs.Cas du lac Oubeira et du marais du lac Mellah (PNEK Wilaya d'El Tarf).Thèse Magistère. Univ Annaba. 21p
- **Bourenane H, 1997** : Etudes des lois de distribution spatiale des sols de petite Beauce. Application à la cartographie d'un horizon par couplage de méthodes morpho-métriques et géostatistiques. Thèse Doct, Université d'Orléans, Pédologie.229p
- **Brabant P, 1989** : La cartographie des sols dans les régions tropicales : une procédure à 5 niveaux coordonnés. Sciences du sol ; 27p.
- **Cam C, Froyer D, Moulin J, Rassineux J et Servant J, 1996** : Représentation cartographique de la sensibilité des sols à l'infiltration hydrique verticale. Carte thématique à l'infiltration verticale. Etude et Gestion des sols, 32p.
- **Carles J, 1951** : Carte de la végétation naturelle en France. Feuille du Puy au 1/200 000, N°59, CNRS.
- **Carles J, 1963** : Géographie botanique, 2^{ème} Ed, Coll.P.U.F. Paris.128p.

- **Chekchaki S, 2008** : Contribution à la cartographie des sols des bassins versants des lacs Tonga et Oubeira (Parc National d'El Kala). Mémoire de fin d'étude en Ecologie et environnement. Univ Annaba.35p
- **Damay N et Julien JL, 1995** : Les indicateurs du statut acido-basique des sols. Station agronomique de l'Asine.
- **Djellal M, 1993** : Contribution à la cartographie des sols des régions humides (bassin versant du lac Oubeira- El Kala). Essai de caractérisation biochimique et physique de deux tourbières. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. Univ INA-Alger-.pp 37-40
- **Didier M, 1990** : Unité et valeur de l'information géographique, Paris, Economie.
- **Duchaufour Ph, 1961** : Pédologie, XI.
- **Duchaufour Ph, 1970** : Précis de pédologie. Masson, Éd. Paris.
- **Duchaufour Ph, 1983** : Pédologie, pédogénèse et classification, Tome 1, 2^{ème} édition. Masson, Paris
- **Dupuis J, 1967** : Carte pédologique de la France à 1/1 000 000^{ème}. INRA .51p
- **Duthil R, 1970** : Eléments d'écologie et d'agronomie Ed.JB Baillière et fils.Paris Sunad.
- **Favrot J.C et Lagacherie P, 1993** : La cartographie automatisée des sols : une aide à la gestion écologique des paysages ruraux ; C.R.Acad.Agric.Fr.
- **Gaussen H, 1926** : Végétation de la moitié orientale des Pyrénées, Thèse Doct, Paris.560p.
- **Gaussen H, 1930**:La carte des productions végétales, Annales de géographie, Paris, p39
- **Gaussen H, 1936** : Le choix des couleurs dans les cartes botaniques, Bulletin Société Botanique de France Paris, p83.
- **Gaussen H, 1938** : Carte floristique de la France, Annales de géographie, Paris, t.47.
- **Gaussen H, 1945** : La cartographie phytogéographique en France, Association française pour l'avancement des sciences, Paris.
- **Gaussen H, 1947** : L'emploi des couleurs en cartographie, comptes rendus de l'Académie des sciences, Paris.224p.
- **Ghalmi R, 1997** : Étude préliminaire du régime alimentaire de la loutre (*Lutra lutra*) dans le Nord-Est algérien (Parc National d'El Kala) II. Mémoire D.E.S, Université de Liège, 57 p.
- **Guinochet M, 1973** : Phytosociologie, Masson. Paris.227p
- **H.P.E, 1996** : Projet d'assainissement de la plaine d'Oum Teboul. Phase 1, Étude préliminaire. Hydro-projets-Est, Constantine (Algérie), 14 p.
- **Jamagne M, 1967** : Bases et techniques d'une cartographie des sols. Annales Agronomiques, INRA, N°18.
- **Joleaud L, 1936** : Étude géologique de la région de Bône et de la Calle. Bull. Serv. Carte géol. Algérie (Typo litho et Cie, Alger), 2, série n° 12, 185 p.
- **Joly, 1976** : La cartographie, Paris.PVF, coll. Magellam.
- **Kadid Y ,1989** : Contribution à l'étude de la végétation aquatique du lac Tonga. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie INA, Alger.3p
- **Landscape aménagement Co. 1998** : Plan directeur de gestion du Parc National d'El Kala et du complexe des zones humides + 16 cartes au 1/25 000. Agence nationale pour la conservation de la nature. Algérie 234 p.
- **Legros J.P, 1996** : Cartographie des sols : de l'analyse spatiale à la gestion des territoires. Edition Presses polytechniques et Universitaires Romades .321p.

- **Levy J, 2004** : La carte en jeu contemporaine, la documentation photographique, la documentation française, Paris.
- **Long G, 1974** : Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. Tome 1.Principes généraux et méthodes. Masson et Cie, Paris, 232p.
- **Marre A, 1987** : Etude géomorphologique du Tell oriental algérien de Collo à la frontière Tunisienne. Thèse Doct. Université d'Aix-Marseille, 559 p + cartes.
- **Maire R, 1952** : Flore de l'Afrique du Nord. Ed Paul Lechevalier. Paris.
- **Maucorpps J, 1975** : Science du sol.
- **Messerer Y, 1999** : Etude morpho métrique et hydrographique du complexe lacustre d'El Kala, cas du lac Oubeira et du lac Mellah. Thèse de Magistère, Univ. Annaba.123p
- **Meyen E, 1973** : Multi lingual dictionnaire of technical terme in cartographie. International Cartographie Association Commission II Franz Steiner Verlag, Wiesbaden.
- **Morel R, 1986** : Les sols cultivés. Lavoisier.1^{ère} Edition. Paris.
- **Morel R, 1989** : Les sols cultivés. Lavoisier.2^{ème} Edition. Paris.373p
- **Miri Y, 1996** : Contribution à la connaissance des ceintures de végétation du lac Oubeira(PNEK) d'El Kala. Approche physico-écologique et analyse de l'organisation partielle. Thèse de Magistère.INA Alger.83p
- **Ouelmouhoub S, 2005** : Gestion multi-usage et conservation du patrimoine forestier : cas des subéraies du Parc National d'El Kala (Algérie).Thèse de Master of Science du CIHEAM-IAMM n°78.pp 46-54
- **Ozenda P, 1963** : Principes et objectifs d'une cartographie de la végétation des Alpes à moyenne échelle, Document pour la carte de la végétation des Alpes, Grenoble, n°1.
- **Ozenda P, 1977** : La cartographie écologique, Coumer du CNRS, Paris, n°24.
- **Ozenda P, 1979** : Carte de la végétation de l'Europe à 1/3 000 000ème, Conseil de l'Europe, Strasbourg.
- **Ozenda P, 1982** : Les végétaux dans la biosphère.
- **Ozenda P et Borel J-L, 2006** : La végétation des Alpes occidentales, un sommet de la biodiversité, Braun-Blanqueti, Camerino n°41.
- **Pekkarinen A, 2002** : Image segment-based spectral features in the estimation of timbervolume, Remote sensing of environment. 82p.
- **Quezel, P et Santa, S. 1963** : Nouvelle flore d'Algérie. Tomes 1 et 2. CNRS, Paris, 1170 p.
- **Raachi. M.L ,2007** : Étude préalable pour une gestion intégrée des ressources du bassin versant du lac Tonga au Nord-Est Algérien. Thèse de Magistère, Univ Québec-Montréal-Canada- pp14-44
- **Rey P, 1954** : L'analyse écologique des cartes de la végétation ,8^{ème} congrès international de Botanique, Paris, section7.
- **Rey P, 1960** : De la clarté en toute chose, même en cartographie de la végétation, 97ème colloque international de la recherche scientifique, Paris CNRS
- **Rey P, 1962** : Généralisation cartographique de la végétation, Bull. Assoc. Carto. Intern, et documents service n°6, Toulouse.
- **Rey P, 1966** : Analyse et synthèse chromatiques en cartographie biogéographique, Bulletin du Comité français de cartographie, Paris, fasc.30p
- **Rey P, 1971** : La carte de la végétation, Bulletin de l'information de l'IGN, Paris, n°15.
- **Rey P, 1974** : Le service de la carte de la végétation, Courrier du CNRS, Paris, n°11.

- **Rey P, 1980** : De la cartographie de la végétation à la cartographie écologique, Bulletin d'écologie, Paris, 11p.
- **Rey P, 1992** : Henri Gaussen et la carte de la végétation de la France, Bulletin du Comité français de cartographie, Paris, fasc.134p.
- **Salitchev,1967** : Geographical cartography in the resolution of problems in nature management and in the location of productives forces.
- **Seltzer, P. 1946** : Le climat de l'Algérie. Institut et météorologie et physique du globe. Alger, 219 p +1 carte.
- **Toubal O, 1986** : Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Édough (Algérie nord-orient). Cartographie à 1/ 25 000ème. Thèse Doct 3^e cycle. Joseph Fourier de Grenoble. 110 p.
- **Trisurat Y, Eiumnoh A, Murai S, Hussain M.Z et Shrestha R.P, 2000** : Improvement of tropical vegetation mapping using a remote sensing technic : a case of Khao Yai National Park,Thailand, International journal of remote sensing, vol 21, n°10.
- **Vijayaraj V, O'Hara C et Younan N, 2004** : Quality analysis of pansharpened images, Geoscience and remote sensing.
- **Vink A.P.A, 1963** : Aspects de pédologie appliquée. Neufchatel.174p.