

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen

*Faculté des Sciences de la Nature et de Vie et des Sciences de
la Terre et de l'Univers*

Département des Sciences Agronomiques et des Forêts



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de MasterII en Foresterie

*Option : Ecologie, Gestion et Conservation de la
biodiversité (EGCB)*

Thème

**CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA DIVERSITÉ PÉDOPAYSAGIQUE DES
PARCOURS STEPPIQUE DE LA RÉGION SUD DE LA WILAYÀ DE
TLEMEN (CAS DE LA COMMUNE D'EL-ARICHA)**

Présenté Par :

KHAZANI M^{ed} REDA

Soutenu le devant le jury :

President: M^r MOSTEFAI N.

MCA- Univ. Tlemcen

Promoteur: M^{me} BELLAHCENE ZEKRI N.

MAA -Univ. Tlemcen

Examineur: M^r HADDOUCHE I.

MCA- Univ. Tlemcen

Examineur: M^r KHALID F.

MAA -Univ. Tlemcen

Année universitaire : 2013/2014

Remerciements

Je remercie d'abord Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller jusqu'au bout de mon rêve et le bonheur de lever mes mains vers le ciel et de dire "Ya Kayoum"

J'exprime toute ma gratitude à mon promoteur Mme Bellahcene-Zékri Nadia pour l'effort fourni, les conseils prodigués, sa patience et sa persévérance dans le suivi de ce modeste travail.

J'adresse également mes remerciements à Mr Mostefai Noureddine pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury et pour son aide précieuse durant la période d'étude.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude aussi à Mr Haddouche Idriss d'avoir d'abord accepté d'examiner ce travail et pour son aide sur terrain et dans la réalisation des cartes, sa disponibilité exceptionnelle et pour ses remarques pertinentes.

Je remercie aussi vivement Mr Khalid Foudil, d'avoir accepté d'examiner ce travail et nous faire profiter de sa grande expérience dans le domaine.

J'adresse également mes remerciements, à tous mes enseignants, qui m'ont formé et m'ont permis d'atteindre ce stade dans mes études.

Je tiens à remercier aussi toute personne qui a participé de près ou de loin pour l'accomplissement de ce modeste travail, en particulier Mr Maghraoui (Cadre dans l'INRF) et les étudiants de graduation et de post graduation des départements des Sciences Agronomiques et Forestières, de Biologie et d'Ecologie.

Dédicaces

Je dédie cet humble travail :

A mes chers parents qui ont su m'insuffler la volonté de

Toujours aller à l'avant.

A mes frères Imad et Daya et ma sœur Réma qui m'ont toujours

Soutenu en faisant preuve de grande patience.

A mon oncle Abdel Hak et mes tantes Saliha et Fatiha et leurs petites familles.

A toutes mes tantes et oncles sans oublier les cousins et les Cousines.

A tous mes amis : Mohamed, Abdel Kader, Amine, Abdel Malek, Aziz, Soufiane,

Ahmed, Nabila, Manel, Fatima, Karima et sans oublier

Mes camarades de la promotion de 2^{eme} année Master (2013-2014)

Sans exception.

Enfin, à tous ceux qui ont contribué de près Ou de loin à la réalisation

De ce travail

RÉDA

Résumé

Le sol est une richesse naturelle indispensable à la survie de tous les êtres vivants. Sa conservation et l'amélioration de ses caractéristiques permet de le sauvegarder et d'empêcher sa dégradation. Cela ne peut se faire que par des études pédologiques détaillées et précises.

La présente étude rentre dans ce cadre dont son objectif principal est de faire une caractérisation pédologique des sols dans la commune d'El-Aricha. Cette caractérisation est faite au niveau de la couche superficielle des sols seulement et fera l'objet d'une élaboration de la carte pédopaysagique de la commune.

La méthodologie suivie a été basée sur des analyses physico-chimiques des sols au terrain et au laboratoire et l'élaboration de la carte pédopaysagique a obéi à tout un processus depuis l'acquisition des données satellitaires, jusqu'à la réalisation cartographique.

Les résultats obtenus à partir des analyses sur terrain ont montré que sur l'ensemble des échantillons la texture est limono-sableuse, la présence du calcaire est moyenne à assez forte, la salinité est absente et la charge caillouteuse est comprise entre 8% et 60%. Les analyses physico-chimiques réalisées au laboratoire de pédologie ont montré que la texture sur l'ensemble des échantillons est équilibrée et la charge du calcaire totale est modérée. Les sols sont peu alcalins et non salés et la teneur en matière organique varie de très faible à très fort.

L'élaboration de la carte pédopaysagique a fait ressortir quatre unités de sols dans la commune d'El-Aricha: les sols calcimagnésiques, les sols mixtes, les sols peu évolués d'érosion et les sols peu évolués d'apports alluviaux. Ce document permettra aux gestionnaires aménagistes d'interpréter certaines situations et de proposer certaines solutions dans le cadre de tout projet de développement durable de la région.

Mots clés : sols, analyses physico-chimiques, carte pédopaysagique, commune d'El-Aricha.

ABSTRACT

The soil is a natural resource vital to the survival of all human beings live. Its preservation and improvement of its features allows saving it and preventing its degradation. This can be done only by soil studies detailed and precise.

This study fits into this framework with its main objective to a pedological characterization of soils in the municipality of El-Aricha. This characterization is made at the level of the surface layer of soil only and will be an elaboration of map pedopaysagique of the commune.

The methodology was based on physico-chemical analyses of soils in field and laboratory and the development of map pedopaysagiquea obeys a whole process since the acquisition of the satellite data, up to the Cartographic achievement.

The results obtained from field analyses showed that on all the samples the texture is silty-sandy, the presence of limestone is average to fairly strong, salinity is absent and the pebbly load is between 8% and 60%. Physico-chemical analyses conducted in the laboratory of pedology showed that the texture on the set of samples is balanced and total load of limestone is moderate. Soils are low alkaline and sales at little salt and organic matter varies from very low to very high. The development of the pedopaysagiquea map highlights four soil units in the municipality of El-Aricha: the can, mixed soils, little advanced erosion soils and soils little advanced alluvial input. These documentpermettra managers' managers to interpret situations and propose some solutions for any project of sustainable development of the region.

Key words: soils, physico-chemical analyses, carte pedopaysagique, municipality of El-Aricha.

الملخص

التربة مورد طبيعي حيوي لبقاء جميع الكائنات البشرية الحية.

المحافظة وتهيأت خصائصها يسمح لنا بحفظها ومنع تدهورها. يمكن أن يتم ذلك من خلال الدراسات المفصلة والدقيقة للتربة.

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو تحديد الخصائص الترابية لبلدية العريشة. هذه الدراسة تمت على مستوى الطبقة السطحية فقط. وتهيئة خرائط علاقة التربة بالمحيط.

المنهجية المتبعة في هذه الدراسة تعتمد على التحليلات الفيزيائية و الكيميائية للتربة في المختبر و الحقل. و وضع خريطة علاقة التربة بالمحيط بالحصول على بيانات الأقمار الصناعية. لتحقيق رسم الخرائط.

النتائج التي تم الحصول عليها من التحليلات الميدانية أظهرت أن في جميع العينات ان النسيج طيني-رملّي، ووجود الحجر

الجيري متوسط إلى قوي نسبيا، الملوحة غائبة و حمولة الحصى ما بين 8% و 60%. وأظهرت التحاليل الفيزيائية

الكيميائية التي أجريت في مختبر علم التربة أن النسيج عند مجموعة العينات متوازن وإجمالي حمولته من الحجر الجيري

معتدلة.حموضة التربة قليل قاعدي و منعدم الملوحة، ومحتوى المواد العضوية متغير من منطقة الى اخرى.

و خلال تهيئة خريطة التربة بالمحيط برزت أربع وحدات التربة في بلدية العريشة : تربة كالسيومغنزيوم التربة المختلطة ،تربة متطورة(قليلاً تأكل التربة والتربة متقدمة قليلاً الإدخال الغريني).

الكلمات الرئيسية: التربة، والتحليل الفيزيائية الكيميائية، خريطة علاقة التربة بالمحيط، بلدية العريشة.

SOMMAIRE

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des acronymes	
Introduction générale.....	1
CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.1-Présentation de la steppe.....	2
I.1.1-Limites géographiques et milieu physique.....	2
I.1.2-Climat.....	3
I.1.3-La végétation.....	4
I.1.4-Les sols.....	6
I.1.5-Les aspects socio-économiques.....	7
I.1.5.1La population.....	7
I.1.5.2-Les activités socio-économiques.....	8
I.2-L'état actuel de la steppe.....	9
I.3-Les causes de la dégradation.....	10
I.3.1-Causes naturelles.....	10
I.3.1.1-La sécheresse.....	10
I.3.1.2-La salinisation.....	11
I.3.2-Causes anthropiques.....	11
I.3.2.1-L'accroissement démographique.....	11
I.3.2.2-La densité du cheptel steppique.....	12
I.3.2.3 L'extension des surfaces cultivées.....	12
I.3.2.4 L'éradication des plantes ligneuse.....	12
I.3.2.5 Le régime juridique des terres.....	13

I.3.3- La désertification.....	14
I.3.4-La désertisation.....	14
I.3.5-Les processus de la désertification.....	15
I.3.6-Les conséquences de la désertification.....	17
I.3.6.1-Impact sur l'environnement.....	17
I.3.6.1.1-L'érosion hydrique.....	17
I.3.6.1.2- L'érosion éolienne.....	18
I.3.6.1.3-La salinisation.....	19
I.3.6.1.4-L'ensablement.....	21
I.3.6.1.5-La sécheresse.....	21
I.3.6.2-Impact socio-économique.....	21
I.3.6.3-Impact sur les ressources naturelles.....	22
I.4-Les actions menées pour lutter contre la désertification dans les régions steppiques.....	23
I.4.1-Les chantiers populaires de reboisement CPR.....	24
I.4.2-Le barrage vert.....	24
I.4.3-La révolution agraire et la promulgation du code pastoral.....	24
I.4.4-La création du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS).....	25
I.4.4.1-La mise en défens.....	25
I.4.4.2-Les plantations pastorales.....	26
I.4.5- La mise en œuvre du PNDA et du PNMVT.....	27

CHAPITRE II : TELEDETECTION ET SIG

II.1 LA TELEDETECTION.....	28
II.1.1 Définition de la télédétection.....	28
II.1.2 La télédétection : une priorité internationale et nationale.....	28
II.1.3 Objectifs de la télédétection.....	30
II.1.4 Techniques de la télédétection.....	31
II.1.5 Les systèmes de la télédétection.....	31

II.1.5.1 Les satellites géostationnaires.....	31
II.1.5.2 Les satellites héliosynchrones.....	32
II.1.6 Télédétection appliquée aux sols.....	36
II.1.6.1- Comportement spectral de quelques éléments.....	36
II.1.6.1.1 La matière organique et le calcaire	37
II.1.6.1.2 Le fer.....	37
II.1.6.1.3 Les couleurs des sols.....	37
II.1.6.1.4 La rugosité.....	37
II.1.6.1.5 L'humidité.....	38
II.1.6.1.6 Le sable et l'argile.....	39
II.1.6.1.7 Les sels.....	39
II.1.6.2 Les indices appliqués aux sols.....	39
II.2 LE SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG).....	40
II.2.1 Définition d'un SIG.....	40
II.2.2 Le concept du système d'information géographique (SIG).....	41
II.2.3 Fonctionnement d'un SIG.....	42
II.2.3.1 Acquisition de la base de données.....	43
II.2.3.2 Système de gestion de la BDG.....	44
II.2.3.3 Système d'analyse spatiale.....	44
II.2.3.4 Système de restitution cartographique.....	45
II.2.4 Les avantages et les inconvénients d'un SIG.....	45
II.2.5 Rapport SIG — télédétection.....	47
CHAPITRE III : LES COMPOSANTES ENVIRENEMENTALES DE LA ZONE D'ETUDE	
III.1 Situation géographique.....	48
III.2 Le relief.....	49
III.3 Le réseau hydrographique.....	53

III.4 La géologie.....	54
III.5 La pédologie	55
III.5.1-Des sols d'apport alluvial.....	55
III.5.2-Les sols calcimagnésiques.....	55
III.5.3-Les sols d'apports éoliens.....	55
III.5.4-Les sols bruns forestiers.....	55
III.6- La végétation.....	56
III.6.1-Une formation à alfa (<i>Stipa tenacissima</i>).....	56
III.6.2-Une formation à armoise (<i>Artemisia inculta</i>).....	56
III.6.3-Une formation à sparte (<i>Lygeum spartum</i> ou faux alfa) « Esennagh ».....	56
III.6.4-L' Atriplex (<i>Atriplex halimus</i>).....	57
III.6.5-Groupements forestiers.....	57
III.7- Faune.....	57
III.8- Etude climatique.....	58
III.8.1-Précipitations.....	58
III.8.1.1-Régimes mensuel et annuel des précipitations.....	58
III.8.1.2-Régime saisonnier des précipitations.....	61
III.8.2-Températures.....	62
III.8.2.1-Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m ».....	63
III.8.2.2-Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M ».....	63
III.8.2.3-Amplitude thermique.....	63
III.8.2.4-Température moyenne annuelle.....	63
III.8.3-Autres facteurs climatiques	64
III.8.3.1-La neige.....	64
III.8.3.2-La gelée blanche.....	64
III.8.3.3-Le sirocco.....	64
III.8.4-Synthèse climatique.....	65

III.8.4.1-Indices climatiques.....	65
III.8.4.2-Représentation des climagrammes et diagrammes.....	66
III.9-Aspects socio-économiques.....	69
III.9.1-La population.....	69
III.9.2-Structure de la population par sexe et par âge.....	70
III.9.3-Le taux de natalité et mortalité durant l'année 2008.....	71
III.9.4-Emploi et Localisation de la population.....	72
III.9.5-L'agriculture et l'agro pastoralisme.....	73
III.9.5.1-La surface agricole utile.....	73
III.9.5.2-Le système d'élevage et répartition de cheptel.....	74
CHAPITRE IV: Approche méthodologique et protocole expérimental	
IV.1 Approche méthodologique.....	77
IV.2 Etude pédologique.....	77
IV.2.1-Protocole expérimental.....	77
IV.2.1.1Matériel utilisé sur terrain.....	77
IV.2.1.2 Analyse du sol sur terrain.....	78
IV.2.1.3 Prélèvement des échantillons.....	80
IV.2.1.4 Analyse du sol au laboratoire.....	81
IV.2.1.4.1 Préparation des échantillons.....	81
IV.2.1.4.2 Analyse physique.....	81
IV.2.1.4.3 Analyse chimique.....	85
IV.3Etude cartographique.....	90
IV.3.1 L'élaboration de la carte de classification de sol (carte pédopaysagique).....	90
IV.3.1.1Choix de l'image.....	92
IV.3.1.2 Les traitements.....	92
IV.3.1.3Les traitements d'amélioration.....	93
IV.3.1.4Les traitements spécifiques.....	93

IV.3.2	Modèle Numérique de terrain (MNT).....	95
IV.3.3	Présentation des logiciels utilisés.....	95
IV.3.3.1	Logiciel MAP INFO.....	95
IV.3.3.2	Logiciel ENVI 4.5.....	96
IV.3.4	Avantages des logiciels utilisés.....	97
CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION		
V.1	Résultats des analyses au terrain.....	98
V.2	Résultats des analyses au laboratoire.....	98
V.2.1	Discussion.....	100
V.3	Elaboration de la carte pédopaysagique.....	102
	Conclusion générale.....	104
	Référence bibliographie	
	Annexe	

Liste des Tableaux

N° tableau	Titre	Page
Tableau n°1	évolution de population steppique (milliers d'habitats)	8
Tableau n°2	Evolution de la structure de l'occupation du sol de la steppe	9
Tableau n°3	Etat des parcours steppique en 2005	10
Tableau n°4	Effectifs du cheptel en équivalents-ovin et charges pastorales	12
Tableau n°5	Les principales caractéristique des satellites LANDSAT et SPOT	35
Tableau n°6	caractéristiques des stations climatiques de référence	58
Tableau n°7	Moyenne des précipitations saisonnières de la station d'El-Aricha (1979-2012)	61
Tableau n°8	Moyenne des précipitations saisonnières de la station d'El-Aoudj (1971-2012)	62
Tableau n° 9	Amplitude thermique et type de climat de la station d'El-Aricha (1988-2004)	63
Tableau n°10	Evolution de la population dans la commune d'El-Aricha dans les cinq dernières décennies.	69
Tableau n°11	Répartition de la population par sexe et par âge dans la commune d'Al Aricha (RGPH 2008)	70
Tableau n°12	Le taux de natalité et mortalité - année 2008	71
Tableau n°13	Les activités de la population	72
Tableau n°14	Superficies des terres utilisées par l'agriculture (S.A.U.) dans la commune El-Aricha de 1989 à 2013	73
Tableau n°15	Répartition du cheptel de la commune d'El-Aricha en 2010 et 2013	75
Tableau n°16	Shepp-équivalent cheptel.	76
Tableau n°17	localisation des stations d'échantillonnage	80
Tableau n°18	Echelle d'interprétation du pH	85
Tableau n°19	Classification des sols selon le pourcentage en carbone G.E.P.P.A.	87

Tableau n°20	Echelle d'interprétation de la matière organique	89
Tableau n°21	Les canaux ETM+ utilisés pour l'élaboration de la carte pédopaysagique	92
Tableau n°22	Résultats granulométriques	98
Tableau n°23	Résultats du calcaire total	99
Tableau n°24	Résultats de l'acidité du sol	99
Tableau n°25	Résultats de la conductivité électrique et de la salinité	99
Tableau n°26	La couleur du sol (Charte de Mensell)	100
Tableau n°27	Résultats de la matière organique	100

Liste des figures

N° Figure	Titre	Page
Figure n°1	limite géographique de la steppe algérienne	3
Figure n°2	Evolution de la population steppique par rapport à la population totale algérienne (NEDJRAOUI et BEDRANI, 2008)	7
Figure n°3	Représentation schématique des processus de désertification (QUEZEL, 2000)	16
Figure n° 4	Les satellites en fonction de leur défilement	33
Figure n° 5	Déplacement du pian orbital d'un satellite héliosynchrone	34
Figure n° 6	Comportements réfléchifs d'une surface en fonction de la longueur d'onde	38
Figure n° 7	Influence de l'humidité sur la réflectance	39
Figure n°8	Fonction d'un SIG	43
Figure n°9	situation géographique de la commune d'EL-ARICHA	48
Figure n°10	Carte hypsométrique du la commune d'El-Aricha	50
Figure n°11	Carte des pentes de la commune d'El-Aricha	51
Figure n°12	Carte d'exposition du la commune d'El-Aricha	52
Figure n°13	réseau hydrographique de la commune d'El-Aricha	53
Figure n°14	Régime pluviométrique mensuel de la station d'El-Aricha (1979-2012)	59
Figure n°15	Régime pluviométrique mensuel de la station d'El-Aoudj (1971-2012)	59
Figure n°16	Régime interannuel des précipitations de la station d'El-Aricha (1971-2012)	60
Figure n°17	Régime interannuel des précipitations de la station d'El-Aoudj (1971-2012)	60
Figure n°18	Régime saisonnier des précipitations de la station d'El-Aricha (1979-2012)	61
Figure n°19	Régime saisonnier des précipitations de la station d'El-Aoudj (1971-2012)	62
Figure n°20	diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN 1953 de la station d'El-Aricha 1988-2004	67
Figure n°21	Climagramme pluviothermique d'Emberger	68
Figure n°22	Evolution de la population dans la commune d'El-Aricha dans les cinq dernières décennies.	70
Figure n°23	Répartition de la population par sexe et par âge dans la commune d'El-Aricha (RGPH 2008)	71
Figure n°24	Le taux de Natalité et de Mortalité de l'année 2008 d'El-Aricha	72
Figure n°25	Superficie des terres agricole utiles (S.A.U.) durant la période 1989-2013 dans la commune d'El-Aricha	74
Figure n°26	localisation des stations d'échantillonnage (commune d'El Aricha)	80

Figure n°27	Echelle d'interprétation de la salinité	90
Figure n°28	Organigramme méthodologique pour l'établissement de la carte pédopaysagique (HADDOUCHE I, 1998).	91
Figure n°29	Carte pédopaysagique de la commune d'El-Aricha	103

Liste des photos

N° Photos	Titre	Page
Photo n°1	l'érosion hydrique	18
Photo n°2 et 3	sols touchés par l'érosion éolienne	19
Photo n°4	la salinisation	19
Photo n°5	l'ensablement	21
Photo n°6	terre steppique mise en défens	25
Photo n°7	plantations pastorales à base d'atriplexe	26
Photo n°8	analyse de la texture du sol sur terrain	78
Photo n°9	l'analyse du calcaire	79
Photo n°10	la détermination de la charge caillouteuse	79
Photo n°11	un tamis de 2mm	81
Photo n°12	un tamis de 0.2mm	84
Photo n°13	la dispersion et la sédimentation	84
Photo n°14	Mesure de pH à l'aide d'un pH-mètre	85
Photo n°15	calcimètre de Bernard	87

Liste des acronymes

NASA: National Aeronautics and Space Administration.

NOAA: National Oceanographic and Atmospheric Administration

LANDSAT: Satellite de la Terre (Land= terre ; SAT= Satellite).

ESA : EuropeanSpace Agency

SPOT : Satellite pour l'Observation de la Terre

CNES : Centre National d'Etudes Spatiales

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

IGN : L'Institut Géographique National

SIG : Système d'Information Géographique

SGBD : Système de Gestion de Base de Données

BDG : Base de Données Géographique

INRA : L'Institut National de Recherche Agronomique

DSA : Direction des Services Agricoles

PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

RGPH : Recensements Généraux de la Population et de l'Habitat

DPAT : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire

MO : Matière Organique

SAU : Surface Agricole Utile

ENVI : Environnement for Visualising Images

MNT : Modèle Numérique de Terrain

MAPINFO : Map Information

Introduction

INTRODUCTION GENERALE

Le sol est le produit de la transformation physique (désagrégation) et chimique (altération) des roches sous l'effet des agents climatiques (humidité et température) et biologiques (microflore, mésflore). Il est composé de gaz (dans les pores), d'eau et de matières solides, en particulier des matières organiques (humus, racines) et des matières minérales (essentiellement). Il s'organise verticalement en profil composé de plusieurs horizons de qualités définies, et latéralement tout au long d'une toposéquence.

Ce matériau meuble a des propriétés qui lui sont propres. Il a une capacité de stockage de l'eau, des cations et autres nutriments, de filtration des corps solides et des polluants ; c'est aussi un milieu très riche en micro-organismes et relativement dense, capable de fixer les racines des arbres et de former l'habitat de petits animaux.

Le présent travail s'intéressera à l'étude de la diversité des sols dans la commune d'El-Aricha. Cette étude est faite au niveau de la couche superficielle des sols seulement et fera l'objet d'une réalisation de la carte pédopaysagique de la commune.

L'élaboration de ce genre de carte s'avère indispensable pour le pédologue, l'agronome, le forestier ainsi qu'aux aménagistes. Elle permettra une meilleure protection et une bonne gestion des sols identifiés.

Toutefois la cartographie n'est pas une opération aisée, il s'agit d'une opération lourde et coûteuse, mais actuellement avec l'avènement des outils de la géomatique (la télédétection et les SIG) cette tâche est devenue plus facile.

En effet pour arriver à l'objectif souhaité par cette étude nous avons développé les cinq (5) chapitres suivants:

- Le premier chapitre sera consacré à une petite synthèse bibliographique pour présenter la steppe algérienne;
- Le deuxième chapitre contiendra un petit aperçu sur la Télédétection et les SIG ;
- Le troisième chapitre sera consacré à la présentation de la zone d'étude ;
- Le quatrième chapitre comportera l'approche méthodologique et le protocole expérimentale suivis;
- Le dernier chapitre comportera les résultats obtenus et leur interprétation.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1-Présentation de la steppe

La steppe est une formation végétale primaire ou secondaire basse ou ouverte dans sa physionomie typique inféodée surtout dans les étages bioclimatiques arides et désertiques (BOURBOUZE., 1987 *in* Midoun., 2006).

Selon LE HOUEROU (1995) le terme steppe évoque essentiellement d'immenses étendues plus ou moins arides, à relief peu accusé, couvertes d'une végétation basse et clairsemée, dépourvues d'arbres.

Une steppe aride est un milieu qui, par définition n'offre que des conditions extrêmes pour l'établissement et le maintien d'une végétation pérenne (AIDOUD et al, 2006).

En gros les zones arides sont celles qui reçoivent entre 100mm et 300mm de pluie par an, pour les zones semi-arides, les précipitations annuelles sont comprises entre 300mm et 600mm (EMBERGER, 1971 *in* Mamane, 2006).

En Algérie, les parcours steppiques couvrent plus de 20 millions d'hectares, ce qui représente une part de près de 8.5% du territoire national (BOUCHETATA, 2005). Sur les 238.174.100 ha du territoire national (Fig. 1), selon ZAIR (2011) il existe environ :

- 200 millions d'hectares de désert ;
- 20 millions d'hectares de parcours ;
- 5 millions d'hectares de forêts et de maquis ;
- 7.5 millions d'hectares de surface agricole utile.

1.1-Limites géographiques et milieu physique

Géographiquement, la steppe algérienne est limitée au Nord par l'Atlas tellien et au Sud par l'Atlas saharien. La limite Nord s'appuie sur une tranche pluviométrique de 400 mm /an de pluie en moyenne et celle du Sud sur une tranche de 100 mm/an de pluie en moyenne. C'est un ruban de 1000 Km de long sur une largeur de 300 Km à l'ouest et au centre, réduit à

moins de 150 Km à l'est (HALEM, 1997). C'est ce qu'on appelle « Bled El Ghnem » (pays du mouton) car elle se caractérise par sa principale production : le mouton.



Figure n°1 : limite géographique de la steppe algérienne

Source : Tounkoube A, 2013

Le milieu physique de la steppe n'est pas homogène en raison de la pluviométrie qui le définit du Nord au Sud et de la répartition de la végétation qui reste très hétérogène au niveau d'un même étage.

La spécificité de la steppe reste liée aux facteurs : climat, végétation, sol et l'homme. À leur tour ces facteurs combinés déterminent les productions de la steppe. L'hétérogénéité et la spécificité de la steppe restent les éléments fondamentaux qui guideraient toute tentative d'utilisation de la steppe. Cette utilisation doit être dictée par les types d'occupation du sol (HADDOUCHE, 2009).

1.2-Climat

La tranche pluviométrique consiste un référentiel significatif en matière de sensibilité au phénomène de désertification puisqu'elle conditionne l'état de végétation pérenne. On observe la répartition suivante, selon MOHAMMEDI *et al* (2013) :

- 400 mm par an, avec une superficie de 700 milles à 1 million d'hectares c'est essentiellement le domaine des maquis, des garrigues et des forêts de l'Atlas tellien.
- 400 à 300 mm par an, avec une superficie de 3,5 à 4 millions d'hectares. Il s'agit de la zone steppique la plus favorisée, située sur la frange nord de l'Atlas tellien. C'est la zone des « Parcours vrais » qui supporte une importante charge pastorale (2 à 4 moutons à l'hectare). Elle est cependant occupée par la céréaliculture rentable en saison pluvieuse
- 300 à 200 mm par an, avec une superficie de 5 à 6 millions d'hectares. C'est la région des hautes plaines centrales et méridionales et le versant Sud de l'Atlas saharien. Les parcours sont de qualité moyenne et la charge pastorale y est plus faible (2 moutons à l'hectare).
- Inférieur à 200 mm par an, avec une superficie de 10 millions hectares, c'est la région sud du Hodna et le piémont sud atlasique. La charge pastorale y est très faible.

Les hautes plaines steppiques sont caractérisées par une longue période de sécheresse estivale variant de 5 à 6 mois, et parfois sur plusieurs années consécutives. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » est comprise entre 0 et 9 °C dans les régions Nord et entre -2 et +4 °C dans les régions semi-aride et arides. La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » varie de 28 à 31 °C dans les hautes plaines steppiques et elle est supérieure à 40°C dans les régions sahariennes (BENGUEAI, 2011).

La zone steppique est un champ de remous pour les masses d'air, en raison des immenses étendues et des couloirs qu'elle comporte. Selon BENSALD (2006) « le vent et non seulement un agent érosif spécifique au façonnement des paysages désertiques, mais aussi responsable de l'ensablement et de leur origine » mais malheureusement, il est souvent délaissé ou mal évalué dans les stations météorologiques.

1.3-La végétation

La végétation est formée en grande partie par des espèces vivaces ligneuses chamaephytes ou graminéennes arbustives ou buissonnantes, elle est discontinue formant des touffes

couvrant 10 à 80% de la surface du sol. C'est une végétation basse et traque une hauteur variable entre 10 et 60 cm. Ces espèces vivaces sont particulièrement adaptées aux conditions climatiques et édaphiques arides. Un grand nombre d'entre elles gardent leur verdure en saison sèche. A ces espèces vivaces s'ajoute une végétation annuelle dite printanière (acheb), herbacée, elle apparaît avec les premières pluies pour quelques semaines (2 mois environ) et occupe en préférence les sols sablonneux ou limoneux et humide. Elles s'abritent souvent à l'intérieur des touffes des espèces annuelles vivaces (Chamaephytes, alfa, sparte...). Le recouvrement végétal est relativement « diffus » (répartition plus ou moins régulière, étalée) ou « contractée » (répartition plus concentrée et « épaisse »), selon le faciès végétal et les conditions édaphiques et morphologiques du milieu. De même que pour les sols (HADDOUCHE, 2009).

Les espèces le plus couramment rencontrées sur la steppe algérienne sont:

- *Stipa tenacissima* (alfa) est localisée sur des surélévations ou des sols lessivés;
- *Lygeum spartum* (sparte) est localisé sur des dépressions ou plateaux à sol légèrement gypseux ;
- *Artémisia herba alba* (armoise blanche) et *Aristida pungens* (drin) sur des sols sableux;
- *Atriplex halimus*, *Salsola veniculata*, *Salsola tétragona* et *Salsola sieberi* sur des sols halomorphes.

Il est possible qu'avant l'action de l'homme, la végétation évoluant librement, ait réalisé en chaque lieu des ensembles harmonieux, stables et en équilibre avec les conditions du milieu. Après les interventions successives de l'homme et du cheptel dans le temps et dans l'espace, la végétation originelle a donné naissance à la végétation actuelle. Selon LE HOUÉROU (1985), la steppe algérienne s'est maintenue dans un état dynamique relativement satisfaisant jusqu'à 1975. Une réduction considérable du potentiel de production est survenue entre 1975-1985, évalué à 75% en moyenne.

Ainsi, les nombreuses études réalisées par les universitaires depuis les années 70, sur les steppes montrent toutes une importante régression du couvert végétal supérieure à 50% et une diminution sérieuse de la production des écosystèmes steppique passant de 120 à 150 UF/an en 1978 à 30 UF/ha/an pour les parcours dégradés et 60 à 100 UF/ha/an pour les parcours palatables (AIDOUUD et NEDJRAOUI, 1992).

1.4-Les sols

Le sol est un milieu cohérent dont les propriétés s'expliquent par son histoire, les conditions de son environnement et souvent aussi par l'action humaine. Les sols steppiques sont pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur. « Adaptés au régime climatique aride, ils sont généralement peu évolués, moins profonds et parfois inexistantes. Ils sont caractérisés par une évolution beaucoup plus régressive que l'inverse, c'est à dire la morphogenèse qui l'emporte sur la pédogenèse» (HADDOUCHE, 1998).

Les principaux types de sols peuvent être définis par unité géologique et géomorphologique au niveau des massifs montagneux.. Elles se rencontrent selon la roche mère, deux grandes catégories de sols d'une part, sur substrat dur (calcaire, grés), des lithosols (durs) et rendzines ; d'autre part, sur substrat tendre (marne, marno-calcaire), des régosols et des sols brunes calcaires. Sur les glacis à encroûtement calcaire-gypseux se développent des sols à texture limono-sableuse, peu évolués. Les systèmes dunaires, correspondent à des sols minéraux bruts, d'apport éolien et au niveau des sebkhas la nappe phréatique saline conditionne la formation de sols halomorphes (HALITIM, 1988).

Selon BENGUERAI (2011) il existe deux facteurs édaphiques qui ont une influence déterminante sur la végétation :

- Les facteurs du bilan hydrique, en particulier la capacité de rétention en eau du sol (liée à la texture, à la teneur en matière organique et au type de substrat) ainsi que la valeur des apports complémentaires (ruissellement, nappe phréatique).
- Les facteurs chimiques principalement le rôle des horizons d'accumulation des Sels.

La géomorphologie dans les zones arides chaudes est constituée par trois à quatre glacis d'érosions emboîtés, hérités du quaternaire ; ces glacis sont plus ou moins remaniés par l'érosion actuelle résultant de processus hydriques et éoliens. Les deux séries de processus sont généralement juxtaposées, la dominance de l'une ou de l'autre dépend des conditions locales notamment les matériaux disponibles et de la pression anthropozoïque. Ces sols sont pauvres en matière organique de 0.1 à 1 % et peu évolués et les sols azonaux comprennent d'importantes superficies de sols halomorphes, et hydromorphes (LE HOUÉROU, 1995).

1.5-Les aspects socio-économiques

1.5.1 La population

La population steppique s'est multipliée de 1966 à 1998 (fig. 2) elle représentait 12,3% de la population totale algérienne en 1998.

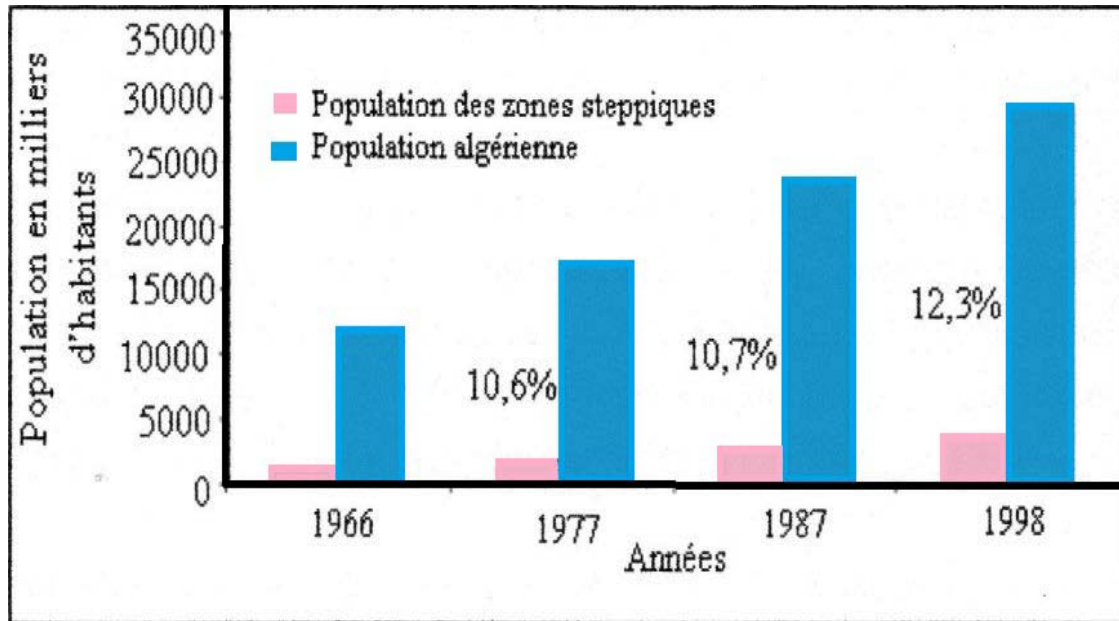


Figure n°2 : Evolution de la population steppique par rapport à la population totale algérienne (NEDJRAOUI et BEDRANI, 2008)

Les transformations socio-économiques des zones arides ont fait l'objet de nombreuses analyses, lesquelles font ressortir des mutations profondes caractérisées par le passage d'une utilisation extensive des ressources naturelles, dans le cadre d'un mode de vie nomade et semi-nomade, à une occupation et une utilisation relativement intensives de l'espace suite à la sédentarisation des populations locales, la privatisation des terres, le développement de l'arboriculture et une diversification de l'activité économique (BENABDELI, 2000).

Cependant on note une importante régression du nomadisme (Tab.1) qui ne subsiste que de façon marginale, les déplacements de grande amplitude ne concernant plus qu'environ 5 % de la population steppique. L'équilibre social et biologique s'est trouvé fortement perturbé par l'intensification des besoins engendrés par la croissance démographique qui n'a pas été accompagnée par une création d'emplois suffisamment conséquente pour absorber la

main-d'œuvre excédentaire par rapport aux besoins d'une exploitation raisonnable des parcours naturels (BEDRANI, 1998).

Tableau n°1 : évolution de population steppique (milliers d'habitats)

Année	1954	1968	1978	1988	1996
Population totale	925.70	1255.48	1700.00	2500	4000
Population nomade	595.42	545.25	500	625	200
Pourcentage population nomade	64	43	29	25	5

Source : NEDJRAOUI et BEDRANI (2008)

1.5.2-Les activités socio-économiques

En 1968, la production céréalière de la steppe était estimée à 4,35 millions de quintaux et 1,1 million d'hectares ont été cultivés. En 1992, elle passait à 2,1 millions d'hectares labourés et cultivés soit 10 % de la superficie de la steppe. Les faibles rendements obtenus à partir de la culture céréalière steppique (3 à 5 quintaux par ha) sont loin de compenser la dégradation des sols induite. A cet effet les spécialistes du pastoralisme s'accordent à dire que les surfaces pastorales et surtout leur potentiel écologique ont régressé d'une manière spectaculaire ces deux dernières décennies (BENGUERAI, 2011).

Au début du 20^{ème} siècle, on a assisté de plus en plus à la mise en culture et à l'appropriation des terres de parcours, à la disparition des complémentarités entre régions et au changement de la forme de déplacement des troupeaux. En Afrique du Nord, le nomadisme était pendant plusieurs siècles le système d'élevage dominant. Le système pastoral a résisté aux changements de dynasties notamment l'empire ottoman. Les limites frontalières n'existaient pas à l'époque. Ce n'est cependant qu'avec la pénétration des puissances coloniales françaises (pour l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la Mauritanie), que ces sociétés de pasteurs ont connu des changements profonds (BENGUERAI, 2011).

Selon BENSOUIAH (2003), la diminution de la surface de parcours palatable (Tab. 2) semble se faire également au profit des cultures marginales qui voient leur superficie passer de 1.1 millions d'ha en 1985 à 1.6 millions d'ha en 1995, soit 500.000 ha supplémentaires au profit des forêts et maquis, qui gagnent 700.000 ha durant la même période. Parallèlement, l'effectif du troupeau ovin est passé de 7 millions de têtes en 1980 à 11 millions en 1995.

Tableau n°2 : Evolution de la structure de l'occupation du sol de la steppe

	1985		1995	
	Superficie M ha	%	Superficie M ha	%
Parcours	10	50	8.7	43.5
Parcours dégradés	5	25	7.5	37.5
Terres	2.5	12.5	0.1	0.5
Forêts et maquis	1.4	7	2.1	10.5
Cultures	1.1	5.5	1.6	8
Total	20	100	20	100

Source : MARA (1985) et HCDS (1995) in BENSOUIAH (2003)

Il est important de noter que l'évolution des effectifs des ovins est passée de 7212240 ovins en 1980 à plus de 18900000 ovins en 2005, avec un rapport de 0.8 ovins par ha palatable en 1985, la steppe ne pouvait supporter que le quart du troupeaux existant (BENGUERAÏ, 2011).

Selon BEDRANI (1994) les causes de la forte croissance du cheptel steppique sont liées :

- Au maintien d'une forte croissance démographique dans les zones steppiques ;
- A la faiblesse de création d'emplois dans les zones steppiques ;
- A la demande soutenue et croissante de la viande ovine
- A la haute rentabilité de l'élevage en zone steppiques du fait de la gratuité des fourrages et du fait de la disponibilité pendant une longue période d'aliments de bétail importés vendus à bas prix ;
- Et à l'attrait des capitaux des zones steppiques par l'élevage ovin concomitant aux facultés de ces capitaux à s'investir dans des activités non agricoles, particulièrement industrielles.

2-L'état actuel de la steppe

Les indicateurs de la dégradation des ressources végétales se manifestent surtout à travers la diminution du taux de recouvrement et le changement du cortège floristique par la diminution des espèces pérennes productives au profit des espèces annuelles à faible biomasse. Le constat à faire est que la plus grande part des parcours steppiques se trouve soit dégradée, soit dans un état avancé de dégradation. Les statistiques officielles nous montrent que la part des parcours steppiques relativement bons s'élève à 20% (Tab, 3).

Tableau n°3 : Etat des parcours steppique en 2005

<i>Etat des parcours</i>	<i>Superficie million ha</i>	<i>Pourcentage</i>	<i>Production UF/ha</i>
Dégradés	6.5	43.3	30
Moyennement dégradés	5.5	26.7	70
Bons	3	20	120
Total	15	100	220

Source : HCDS (2005)

Un autre signe de dégradation du couvert végétal est la diminution de la matière organique et l'augmentation de la sensibilité à l'érosion du fait de la modification de la texture du sol. D'autre part « les sécheresses récurrentes, et plus ou moins longues des années 70 ont eu un effet important et certain sur la production des plantes pérennes » (BEDRANI, 1994).

3-Les causes de la dégradation

3.1- Causes naturelles

3.1.1-La sécheresse

Les sécheresses cycliques qui transforment les paysages tout en accentuant l'action destructrice de l'homme ; la sécheresse qui a sévi dans les hautes plaines oranaises, de 1980 à 1990, est exceptionnelle par son ampleur. Les sécheresses ont été les révélateurs de la désertification dans les zones arides où la pluviosité est faible et sa variabilité plus grande, il est devenu plus difficile à l'écosystème et à la société de résister. Cependant, l'impact des sécheresses est faible ou négligeable là où l'impact humain et animal est faible ou nul. En effet, la végétation et les sols des régions arides sont adaptés à des conditions de sécheresses récurrentes au cours des siècles et des millénaires passés acquérant une capacité à récupérer leurs caractéristiques après perturbation (Le HOUEROU, 1995).

L'accentuation des phénomènes de sécheresse n'est pas à l'origine de la désertification, mais elle constitue un facteur important d'aggravation de l'effet anthropique sur la dégradation des terres en zones sèches (THOMAS. 1995).

La sécheresse contribue à la dégradation des ressources naturelles telles que la végétation, les parcours pastoraux et les sols, accentuant ainsi le processus d'érosion et de désertification. En effet, la sécheresse et la désertification sont des phénomènes très liés. Au cours du siècle

précédent, l'Algérie a vécu plusieurs périodes de sécheresse dont les plus intenses ont été ressenties en 1910 et en 1940 et de manière plus persistante dans les années 1975-80 ainsi qu'au début du siècle, ce qui donne une idée de l'ampleur de cette sécheresse et de la dégradation climatique qui en est la cause (OSS, 2009).

3.1.2-La salinisation

La salinisation est le résultat de l'évaporation et de la remontée par capillarité des eaux de la nappe phréatique ainsi que la présence des eaux souterraines rendues de plus en plus salines faute d'un drainage approprié. Elle tient également à la pénétration des sels dans les eaux d'irrigation, à l'insuffisance de la quantité d'eau qui serait nécessaire à l'évacuation des sels accumulés dans les zones radiculaires, au fait que les eaux d'irrigation sont appliquées de manière irrationnelle, que les terres irriguées sont mal préparées et que les exploitants utilisent des méthodes de culture inappropriées (MABBUT et FLORET, 1983). En effet, une salinisation définitive des terres par accumulations importantes des sels s'installe par suite d'une agriculture en irrigué, provoquant une concentration élevée, atteint des niveaux des saturations insupportable pour les végétaux, ce qui déclenche une dénudation des sols et son appauvrissement en matière organique (BENGUERAI, 2011).

3.2-Causes anthropiques

La dégradation des écosystèmes steppiques est due essentiellement aux activités humaines. Le surpâturage, le défrichement, l'éradication des espèces ligneuses, la pratique des cultures à grande échelle, l'utilisation des moyens mécaniques pour l'agriculture, l'abreuvement du cheptel sur les sols marginaux et l'absence des règles d'accès aux ressources naturelles conduit à un accroissement de la pression anthropique (CORNET, 2002).

3.2.1-L'accroissement démographique

Suite à l'accroissement démographique et à la sédentarisation d'une grande partie de la population, on assiste à une extension rapide de l'agriculture au détriment des meilleures zones pastorales dont la végétation naturelle est détruite par des moyens mécaniques de plus en plus puissants.

3.2.2-La densité du cheptel steppique

L'effectif du cheptel pâturant en zones steppiques, dont la composante prédominante est la race ovine (environ 80% du cheptel), n'a cessé d'augmenter depuis 1968 (Tab. n°4). L'inégale répartition du cheptel est due à l'inégalité dans la répartition des moyens de production. En 1968, la steppe était déjà surpâturée, la charge pastorale réelle était deux fois plus élevée que la charge potentielle. Malgré les sonnettes d'alarme tirées par les pastoralistes de l'époque, la situation s'est en fait aggravée. En 1998, les parcours se sont fortement dégradés, la production fourragère a diminué de moitié et l'effectif du cheptel est 10 fois supérieur à ce que peuvent supporter les parcours. Cet état des choses résulte de la demande soutenue et croissante de la viande ovine en relation avec la croissance démographique, par la haute rentabilité de l'élevage en zones steppiques du fait de la gratuité des fourrages. Le maintien artificiel d'un cheptel de plus en plus important et le défrichage pour la culture des céréales ont donné lieu à la situation désastreuse que connaît la steppe aujourd'hui (NEDJRAOUI, 2002).

Tableau n°4 : Effectifs du cheptel en équivalents-ovin et charges pastorales

	1968	1998
Equivalent-ovin	7.890.103	19.170.103
Production UF/ha	1.600.106	533.106
Charge potentielle	1 eq.ov/4ha	1eq.ov/8 ha
Effectif	1 eq.ov/1.9 ha	1 eq.ov/0.78 ha

Source: Nedjraoui (2002)

3.2.3 L'extension des surfaces cultivées

Les surfaces cultivées sont passées de 1,1 million d'hectares en 1968 à 2,1 millions d'hectares en 1990 à la suite de défrichements sur des sols fragiles situés en dehors des terres fertiles des fonds d'oueds ou de dayates (dépression) (BENGUERAI, 2011).

3.2.4 L'éradication des plantes ligneuse

Cette pratique demeure toujours en vigueur chez les nomades, mais tend de plus en plus à diminuer. L'état actuel de la dégradation des peuplements forestiers montre que la végétation ligneuse a été surexploitée. Ceci s'explique par les besoins en combustible pour la cuisson et le chauffage, amenant les populations à déraciner les espèces ligneuses (*Armoise blanche*, *Noaea mucronata*, *Salsola vermiculata* et *tetrenda*, *Hammada scorpia*, ... etc) ou à couper les

arbres ou arbustes qui subsistent (*Juniperus phonica*, *Tamarix*, *Jujubier*, ... etc) (BOUGHANI, 1995).

D'après BEDRANI (1995), l'effectif ovin a triplé entre 1960 et 1990, cette augmentation a entraîné un surpâturage à l'hectare, ce qui provoque un surpâturage généralisé. Ainsi, en mauvaise année, l'animal manquant de fourrage est orienté vers les espèces pérennes se trouvant alors au minimum de leurs réserves, ces espèces représentent en fait l'essentiel du potentiel productif des parcours. Le remplacement des groupements d'alfa est assuré par celui à *Artemisia herba alba* et *Noaea mucronata*. Il peut évoluer avec une intensification de la pression pastorale, vers un groupement à *Atractylis serratuloides* et *Lygeum spartum* ou vers une pelouse à *Poa bulbosa* (BENGUERAI, 2011).

3.2.5 Le régime juridique des terres

Les terres steppiques ont été considérées pendant longtemps comme des terres à « arche » et étaient perçues comme propriété privé par les groupes et personnes qui les exploitaient.

Les pratiques et les politiques en matière de propriété sont des termes qui encouragent les paysans à surexploiter. Les ressources foncières peuvent être d'importants facteurs de désertification. Lorsque les fermiers ou les bergers perdent le contrôle des terres qu'ils exploitent ou le sentiment de sécurité à long terme que cette exploitation leur procure, leurs motivations à conserver des pratiques durables sur le plan environnemental disparaissent. Des problèmes de pénurie d'eau, d'épuisement des eaux souterraines, d'érosion des sols et de salinisation ont tous été identifiés comme étant le résultat de profonds manquements politiques et institutionnels (EEM, 2005).

Lorsqu'en 1975, suite au remaniement du code pastoral, les terres steppiques furent reversées au domaine de l'état et que celui-ci conféra un droit d'usage aux éleveurs, ce statut ambigu de « terre sans maître » entraîna un désinvestissement tant de la part de l'état que des éleveurs, avec des conséquences néfastes comme la dégradation des parcours et la non régénération des ressources (MATE, 2002). Le statut juridique ambigu du foncier dans la steppe encourage cette exploitation irrationnelle des ressources. En effet, les parcours steppiques dont les terres « arche » intégré au domaine privé de l'état, font que les agropasteurs les exploitent de manière abusive sans se soucier de la régénération de la flore pastorale. L'état actuel des dégradation atteint dans les zones arides steppiques représentant

plus de 20 millions d'hectares est un problème majeur pour l'Algérie du 3ème millénaire » (BENABDELI, 1992).

3.3- La désertification

Au sens commun du terme et selon les dictionnaires, la désertification c'est la transformation d'une région en désert. Le mot évoque l'avancée du désert. Pour les scientifiques et la communauté internationale, une définition consensuelle du processus a été proposée par la Convention sur la lutte contre la désertification : « la désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». La désertification concerne donc un processus de dégradation des terres lié à des facteurs naturels exacerbés par l'action de l'homme (DGF, 2004). Cette dégradation des terres en zones sèches s'exprime par une détérioration de la couverture végétale, des sols et des ressources en eau, et aboutit à l'échelle humaine de temps, à une diminution ou à une destruction du potentiel biologique des terres ou de leur capacité à supporter les populations qui y vivent.

La désertification est essentiellement liée à une surcharge animale et un surpâturage de ces zones sans temps de repos suffisant pour leur permettre de se régénérer. Ce phénomène est essentiellement imputable à une absence de gestion raisonnée des pâturages, notamment des pâturages collectifs, ainsi qu'à l'accroissement des effectifs pouvant être favorisé par certaines politiques d'intervention (transport d'eau par camion ou subvention des aliments) (BENGUERAI, 2011).

3.4-La désertisation

En 1968, LE HOUÉROU définissait la désertisation comme « un ensemble d'actions qui se traduisent par une réduction plus ou moins irréversible du couvert végétal, aboutissant à l'extension de paysages désertiques nouveaux. Ces paysages sont caractérisés par la présence de regs, de hamadas et d'ensembles dunaires »,

« La désertisation est la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre et peut conduire à l'apparition des conditions désertiques » (GRAINGER, 1982). La désertisation est la poursuite du processus de steppisation. Elle est l'un des aspects de la dégradation généralisée des écosystèmes, et a réduit ou détruit le potentiel biologique, c'est à

dire la production végétale et animale au moment même où un accroissement de la productivité était nécessaire pour satisfaire les besoins de populations grandissantes (LE HOUÉROU, 1985). Ce terme diffère de celui de "désertification" employé par de nombreux auteurs dont des acceptions très diverses, qui, souvent, ne se rattachent en aucune manière aux déserts (LE HOUÉROU, 1987). Cet auteur, incontestablement par son capital expérience de recherche en milieu aride et semi-aride, préfère parler de «désertisation» que de «désertification» (HADDOUCHE, 2009). La désertisation poursuit le processus de la steppisation (LE HOUÉROU, 1993); pas de régénération des espèces et extension de paysages désertiques.

3.5-Les processus de la désertification

La dégradation des sols est la phase qui prépare l'érosion. D'une façon générale, elle est liée à la dégradation de la végétation naturelle ; la disparition de la couverture végétale conduite à un appauvrissement en matière organique se traduit par une désorganisation de la structure et des propriétés physiques du sol par un abaissement de la fertilité (FLORET et PONTANIER, 1982).

L'aridité reflète un déficit pluviométrique permanent et peut être liée à d'autres données climatiques : insolation forte, températures élevées, faible humidité de l'air, évapotranspiration poussée. Les facteurs climatiques de l'aridité peuvent être accentués ou atténués par le type de milieu et leur utilisation par l'homme (mode d'activité, pâturage intensif, l'érosion provoquée) (HADDOUCHE, 2009).

La dégradation du couvert végétal (fig. 3), qui entraîne une augmentation des maximums de températures et la dégradation du sol ont pour effet de diminuer les capacités de stockage de l'eau. Ces deux types de dégradation conjuguent leurs effets pour renforcer l'aridité d'origine climatique.

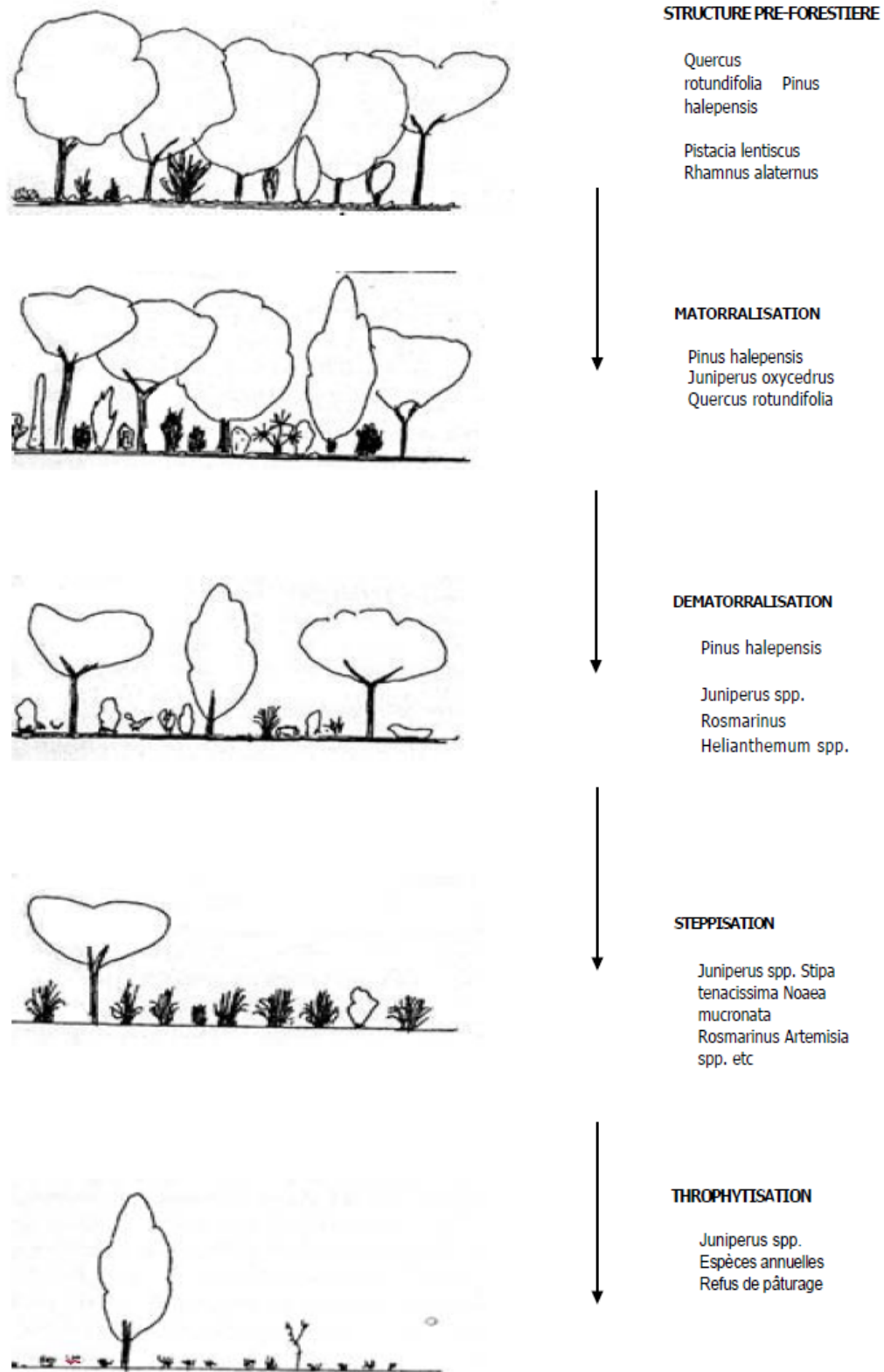


Figure n°3 : Représentation schématique des processus de désertification (QUEZEL, 2000)

La steppisation se traduit par un changement de la nature du couvert végétal, une réduction du taux de la matière organique dans le sol et un changement de la composition floristique qui varie dans le sens de l'aridité (LE HOUÉROU, 1985). Les phénomènes de steppisation provoquent le passage d'une végétation de type forestier à une végétation steppique. La végétation des régions arides subit une forte régression qui se traduit par la pression démographique grandissante, un surpâturage intense, l'extension de la céréaliculture et le défrichement (LE HOUÉROU, 1968).

Les steppes sont alors soumises au phénomène de désertisation lié à leur envahissement généralisé par des espèces annuelles souvent sub-nitrophile, disséminées essentiellement par les troupeaux. Ces espèces à forte production de graines sont favorisées par un cycle biologique court (quelques semaines à quelques mois) qui leur permet d'occuper le sol durant les brèves périodes favorables à leur développement (QUEZEL, 2000).

3.6-Les conséquences de la désertification

Les effets de la désertification, combinée à la sécheresse prolongée ont provoqué des dégâts non seulement à l'environnement lui-même, mais aussi aux infrastructures, aux ressources en eau pour la survie dans les zones arides, dont la réhabilitation et la restauration nécessitent d'énormes dépenses.

3.6.1-Impact sur l'environnement

Le dépérissement et la disparition du couvert végétal livrent les sols des régions arides à : l'érosion éolienne et hydrique, la salinisation et l'ensablement (MAMANE, 2006),

3.6.1.1-L'érosion hydrique

L'érosion hydrique est favorisée par la dégradation du couvert végétal, la dégradation des propriétés physiques qui augmente le ruissellement, les façons culturales inadaptées et le caractère violent des pluies (FLORET & PONTANIER, 1982). La détérioration de la végétation pérenne et du couvert végétal est la phase préliminaire de la dégradation du sol. Une disparition de la couche organique s'ensuit, par l'exposition à l'insolation. Le sol ayant ainsi perdu ses composants physico-chimiques devient strictement climatique, pulvérulent ou croulé. Sur les pentes, il est ensuite rapidement balayé par le ruissellement des pluies : c'est le lessivage des horizons humifères, ou érosion torrentielle (photo n°1). Lors des précipitations,

le plus souvent violentes en zones sèches, la dégradation des bassins versants entraîne alors des crues aux inondations et des transports extraordinaires de sédiments (MAMANE, 2006).



Photo n°1: l'érosion hydrique
source : (<http://www.agr.gc.ca>)

3.6.1.2- L'érosion éolienne

L'érosion éolienne est le principal symptôme de la désertification. En raison de la prééminence de son action physique, le vent est l'une des données fondamentales dans la morphologie des milieux désertifiés dont il représente l'agent primordial d'érosion. Dans les pays riverains du Sahara, la force éolienne déplacerait chaque année des centaines de millions de tonnes de poussières en suspensions, arrachées aux sols et aux roches, et des dizaines de millions de tonnes de sable (TARRIER, 2004).

L'incidence éolienne exerce une action tant destructrice que constructive nettement plus active, notamment sur les zones continentales recouvertes de formations meubles. Ces phénomènes sont désignés par les termes respectifs de déflation, corrasion et attrition. Les modifications qui interviennent par déflation résultent d'un réel balayage, y compris des dépressions, et ce jusqu'au niveau hydrostatique. Lorsque le vent transporte des particules minérales, elles tendent à buriner les reliefs (photon° 2 et 3) (MAMANE, 2006).



Photo n°2 et 3 : sols touchés par l'érosion éolienne

Source : (<http://physio-geo.revues.org>)

3.6.1.3-La salinisation

La salinisation est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol salin. Elle peut aussi être définie comme un processus d'accumulation des sels solubles (photo n° 4). Par le processus naturel de salinisation, ces sels peuvent se concentrer à la surface du sol et y causer un état appelé salinité du sol. La salinité est principalement déterminée par la présence et le mouvement de l'eau dans le sol (EILERS et al in MAMANE, 2006).



Photo n°4 : la salinisation

Source : (<http://hmf.enseeiht.fr>)

La salinisation résulte d'une conjugaison des facteurs suivants :

- Présence dans le sol de sels solubles
- Nappe phréatique élevée ;
- Taux d'évaporation élevé (l'évaporation de l'eau à la surface du sol est plus rapide que l'apport des précipitations).

Lorsque un sol devient salé ou sur salé, on parle de la salinisation. Elle peut être naturelle (chotts) ou découler des pratiques agricoles et en particulier, de l'irrigation. En climat aride et en certaines régions, l'eau douce qui percale peut entrer en communication avec des nappes phréatiques superficielles et salées. Lorsque l'évaporation est intense, des remontées d'eau salée et des dépôts de sel en surface se produisent.

La teneur élevée en sels présente dans les sols provoque la formation d'une croûte saline blanchâtre à la surface du sol. Une structure poudreuse est observable dans les premiers centimètres du sol (ZELLA & MOUHOUCHE, 2004).

On peut répartir en deux grandes catégories les facteurs qui déterminent l'étendue et le degré de salinisation des sols (MAMANE, 2006):

- 1) Les facteurs à long terme, qui demeurent plus ou moins inchangés comme les matériels originels dans les couches géologiques ;
 - La topographie du paysage ;
 - Le drainage du sol ;
 - L'hydrologie des eaux souterraines ;
 - Les conditions climatiques régionales à long terme.
- 2) Les facteurs à court terme, susceptibles de changer, notamment
 - Les précipitations ;
 - L'évaporation ;
 - L'utilisation des terres ;
 - Les pratiques agricoles.

3.6.1.4-L'ensablement

L'ensablement désigne « un amas de sable formé par l'eau ou le vent ». L'érosion éolienne est par excellence la cause principale de tout ensablement ou le vent joue le triple rôle d'agent érosif, de transport et de dépôts de formation des dunes (photo n°5). Les milieux naturels arides et semi arides présentent des conditions favorables à une vive érosion éolienne souvent accentuée par l'action néfaste de l'homme et son cheptel (MAMANE, 2006).



Photo n°5 : l'ensablement

Source (<http://sionroulait.blogs.marieclaire.fr/>)

3.6.1.5-La sécheresse

L'expérience a montré que la sécheresse est beaucoup plus une conséquence qu'une cause de la désertification car il a été constaté qu'avec le même taux de pluviométrie, une zone mise en défens connaît une croissance normale des espèces et nous pensons qu'en détruisant son environnement, l'homme contribue à créer des déséquilibres climatiques dont les conséquences sont imprévisibles (MIDOUN, 2006).

3.6.2-Impact socio-économique

La régression des terrains de parcours steppiques (ex. disparition des espèces palatables au profit des espèces non palatables) entraîne logiquement la diminution de l'aliment pour le cheptel qui est maintenue grâce de l'apport d'orge ou d'aliments que l'éleveur est obligé d'acheter ce qui n'est pas à la portée de tous et la plupart des petits éleveurs ont vendus leur troupeau pour venir s'installer en ville, ou dans la périphérie des localités pour subsister. C'est

constaté à l'œil nu que des cordons dunaires sont constitués très récemment aux abords des villes et constituent un danger permanent pour les infrastructures (routes, chemins de fer,... etc.) (MIDOUN, 2006).

La désertification retombe sur les écosystèmes et par conséquent sur les populations en dehors de la zone immédiatement louchée. Les terres dégradées peuvent être causes d'inondation en aval, de baisse de la qualité de l'eau, d'ensablement des réservoirs et des voies de navigation. Elles peuvent aussi provoquer des tempêtes de sable et une pollution atmosphérique, causes de dommages aux machines, de diminutions de la visibilité et de dépôts de sédiments indésirables. La poussière véhiculée par le vent peut aussi entraîner des problèmes de santé, en particulier des infections oculaires, des maladies respiratoires et des allergies (BENAZZA, 2011).

La dégradation des sols est synonyme de famine et de pauvreté. Pour trouver d'autres moyens de subsistances, les populations qui vivent dans les régions menacées par la désertification sont obligées de se déplacer (BENLADGHEM, 2007).

3.6.3-Impact sur les ressources naturelles

Rappelons que la désertification, conséquence de phénomènes tels que le défrichement, le surpâturage... etc., englobe tous les processus de dégradation biologique quelles que soient leurs causes ou l'endroit où ils apparaissent (MATE, 2003). La diversité biologique est impliquée dans la plupart des services fournis par les écosystèmes des zones arides et semi-aride, et la désertification a sur elle un impact négatif (EEM, 2005).

Le changement du couvert végétal et l'érosion de la biodiversité caractérisent l'évolution régressive de l'ensemble de la steppe. Des faciès de végétation cartographiés en 1978 ont complètement disparu et sont remplacés par d'autres qui sont indicateurs de dégradation tels que *Atractilys serratuloides*, *Pegamum harmala*, les faciès que l'on retrouve sont modifiés tant sur le plan de la densité du couvert végétal que sur le plan de leur valeur pastorale. Les productions pastorales fortement liées aux mesures de phytomasse et de valeurs énergétiques des espèces ont fortement diminué en raison de la disparition de la régression des espèces palatables telles que l'armoise blanche (NEDJRAOUI & BEDRANI, 2008).

La perte de la couverture végétale est à la fois un processus et une conséquence de la dégradation des terres. Un sol qui n'est plus fixe laisse s'envoler le sable qui endommage alors les plantes, les enterre ou met leur racine à nu. La désertification provoque la disparition totale de la production d'aliments fourragers, la perte de la biodiversité floristique et faunistique (HADDOUCHE, 2009).

En 1950, Boudy donnait une surface de 4 millions d'hectares d'alfa; ce chiffre a toujours été pris comme référence jusqu'au dernier inventaire des nappes alfatières réalisé par le CNTS (2010), qui fait état d'une superficie de 2,025 millions d'hectares. Plus de 50% des nappes alfatières ont disparu depuis un siècle. Les pertes sont encore plus importantes si l'on considère que dans les 2 millions d'hectares sont comptabilisées les superficies où quelques reliques noirâtres de touffes mortes laissent supposer l'existence de l'alfa dans certaines zones (NEDJRAOUI & BEDRANI, 2008).

LE HOUEROU (1993), note qu'un seuil de dégradation irréversible semble atteint. Concernant la phytomasse verte du sparte, il remarque également sa réduction progressive et sa réponse décroissante où des pluviosités relativement favorables : le processus de dégradation semble très avancé.

LE FLOC'H (1993) cité par MIDOUN (2006) considère que Certains types de parcours qui représentent des stades de dégradations d'autres types plus productifs se sont même étendus ; aussi, il reconnaît que la situation est alarmante pour tout le Nord de l'Afrique avec peut être une gravité particulière en Algérie et l'Égypte.

4-Les actions menées pour lutter contre la désertification dans les régions steppiées

La lutte contre la désertification a été un des objectifs prioritaires des instances étatiques. En se charge de ce problème depuis le début des années 70. De nombreux programmes touchant aussi bien le milieu physique que l'environnement socio- économique ont été lancés à différentes périodes au niveau des steppes algériennes. Nous nous penchons dans le présent chapitre à passer en revue ces différentes actions visant à relativiser les espaces dégradés et à améliorer la gestion de l'élevage et des ressources naturelles.

4.1-Les chantiers populaires de reboisement CPR

De 1962 à 1969 il y a eu la mise en place des chantiers populaires de reboisement (CPR). 99.000 ha de plantations forestières ont été réalisés dans le cadre de l'amélioration et l'aménagement des parcours et la lutte contre l'érosion éolienne. L'objectif principal était la participation des populations rurales aux programmes de reboisement dans les régions à fort taux de chômage à travers lequel, la priorité a été donnée à la mise en valeur de l'exploitation agricole (MATE, 2009).

4.2-Le barrage vert

Ce projet a été lancé en 1974, c'est une bande d'un peuplement forestier boisé couvrant les zones arides et semi-arides comprises entre 200 et 300 mm, reliant les frontières algériennes occidentales aux frontières orientales et s'étalait sur une superficie de 3 millions d'hectares. Il avait pour objectif de freiner le processus de désertification et de rétablir l'équilibre écologique (NEDJRAOUI, 2002).

La désertification était perçue à l'époque comme une « avancée des déserts ». Fort coûteux, le « barrage vert » a été une erreur technique : il est difficile de faire pousser des arbres sur des sols souvent inadaptés et sans irrigation prolongée entre les isohyètes 200 et 350 mm. Le choix de l'espèce, le Pin d'Alep, très vulnérable à la chenille processionnaire, n'a pas été scientifiquement réfléchi. Aujourd'hui, à part certaines zones au niveau des piémonts Nord de l'Atlas Saharien où l'espèce a pu se développer correctement, il n'en reste que des traces formées par quelques pins d'Alep rabougris (NEDJRAOUI ET BEDRANI, 2008).

4.3-La révolution agraire et la promulgation du code pastoral

Leur principal objectif était la limitation du cheptel des gros possédants, la création de coopératives pastorales pour les petits éleveurs et une meilleure gestion de la steppe à travers des mises en défens, une interdiction des labours sur les zones pastorales, l'arrachage et le colportage des ligneux, Des conflits d'intérêts sont apparus lors de l'application du Code Pastoral et toutes ces dispositions n'ont pu être appliquées. Aujourd'hui, bien qu'il n'ait jamais été abrogé. Plus personne n'en parle et les mêmes rapports de force qu'avant son existence subsistent (NEDJERAOUI, 2002).

4.4-La création du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS)

L'adoption du dossier steppe en 1983 a donné lieu à la création du Haut Commissariat pour le Développement de la Steppe (HCDS), institution publique sous tutelle du Ministère de l'Agriculture chargée de mettre en place une politique de développement intégré sur la steppe en tenant compte de tous les aspects économiques et sociaux. Alors que son texte de création le chargeait d'impulser le développement global de la steppe, les réalisations du HCDS se sont limitées à la réhabilitation des parcours dégradés par des mises en défens et des plantations d'Atriplex, à la création de quelques zones d'épandage, à la multiplication de points d'eau (les derniers réalisés utilisant l'énergie solaire).

4.4.1-La mise en défens

Cette action concerne essentiellement les parcours moyennement dégradés et qui ont un potentiel de reprise important. La durée de la mise en défens dépend du degré de dégradation des parcours et de la conjoncture pluviométrique au cours de la période de protection (MIDOUN, 2006).

Selon LE HOUEROU (1985), la mise en défens est presque toujours un instrument efficace de régénération de la steppe. Son efficacité est d'autant plus grande quand le climat est moins aride et les sols plus profonds, perméables et fertiles (photo n°6).

3 millions d'hectares (sur plus de 20 millions) ont été préservés par la mise en défens, en collaboration avec la Conservation des Forêts (MADR, 2007).



Photo n°6: Terre steppique mise en défens
Source (<http://a51.idata.over-blog.com/>)

Cette action présente des avantages notamment :

- Les coûts réduits ;
- La simplicité de sa mise en œuvre;
- La protection de grandes superficies.

4.4.2-Les plantations pastorales

Plusieurs espèces fourragères autochtones et exotiques ont été utilisées dans les différents périmètres de plantations pastorales (photo n°7). Il s'agit essentiellement des *Atriplex canescens*, *Atriplex nummularia*, *Atriplex leucoulada*, *Medicago arborea*, *Opuntia ficus indica* et *Tamarix aphylla* (MIDOUN, 2006).

Plantation d'arbustes fourragés présente les avantages suivants :

- Résistance élevé à la sécheresse ;
- Réserve sur pied d'aliments généralement de bonne qualité pour les périodes sèches ;
- Très grande production ;
- Aptitude d'utiliser les nappes phréatiques plus ou moins profondes ;
- Utilisation des sols marginaux (dunes, marnes, sols salés,... etc) ;
- Conservation du sol, lutte contre l'érosion et la désertification, protection et couvert de la faune sauvage ;
- Possibilité d'intégration dans les systèmes agro-pastoraux.



Photo n°7: plantations pastorales à base d'Atriplex

Source (<http://vertigo.revues.org/>)

Le HCDS, sauf à ses débuts, n'a jamais élaboré une stratégie globale et cohérente de développement durable des zones steppiques, se contentant de réalisations ponctuelles, non intégrées dans une vision d'ensemble. C'est aussi ce qui explique la poursuite du processus de la désertification dans les régions steppiques.

4.5- La mise en œuvre du PNDA et du PNMVT

Les derniers programmes appliqués dans les zones steppiques concernent le programme national de mise en valeur des terres par la concession qui créait des exploitations agricoles sur des terres marginales steppiques après les avoir aménagées (défoncements, épierrage, mobilisation d'eau pour l'irrigation) et le programme national de développement agricole (PNDA) qui a débuté en 2000 et qui visait le remplacement de la céréaliculture et de la jachère par des cultures à plus haute valeur. Ces deux programmes ont permis grâce à des généreuses subventions d'accroître les superficies irriguées, mais n'ont pas évité de nombreuses erreurs techniques et économiques. Ainsi, on a souvent obligé les bénéficiaires des terres mises en valeur à faire de l'arboriculture fruitière (alors que la plupart ou bien les anciens nomades n'y connaissaient rien). Par ailleurs, aucune incitation n'a été donnée pour que les agriculteurs produisent des fourrages qui auraient pu limiter la pression sur les parcours. Aussi, la plupart des bénéficiaires du PNDA ont-ils opté principalement pour le maraîchage (NEDJRAOUI & BEDRANI, 2008).

Chapitre II

Téledétection et SIG

CHAPITRE II: TELEDETECTION ET SIG

1-LA TELEDETECTION

1.1-Définition de la télédétection

Apparu en 1971, le terme « télédétection » provient du grec « télé » qui signifie « loin » et du latin qui signifie « découvrir » (IDRISSA, 2004).

Plusieurs définitions ont été données à la télédétection par divers auteurs:

La télédétection est la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes. Comme son nom l'indique, elle suppose l'acquisition d'information à distance, sans contact direct avec l'objet détecté. Sa définition officielle est « l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objet par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci » (COMITAS, 1988 in BONN et ROCHON, 1996).

La Télédétection est un ensemble de moyens (vecteur ; capteur ; programme de traitement ; etc....) qui permet d'appréhender des éléments de la surface terrestre à distance du mètre aux centaines de kilomètre à l'aide de leurs diverses propriétés spectrales (HADDOUCHE, 1998).

La télédétection est définie comme «l'ensemble des techniques mises en œuvre à partir d'avions, de ballons ou de satellites qui ont pour but d'étudier soit la surface de la terre ou d'autres planètes, soit l'atmosphère en utilisant les propriétés des ondes électromagnétiques émises, réfléchies ou diffractées par les différents corps observés» (SCANVIC, 1983).

La télédétection est une série de méthodes et techniques nécessaires à la saisie, au traitement et à l'interprétation d'objets à la surface terrestre et ce, sans être en contact physique avec eux (DESJARDINS, 2000).

1.2-La télédétection : une priorité internationale et nationale

Les efforts réalisés par certains pays pour développer le marché et l'industrie de la télédétection sont le reflet de priorités nationales dans ce domaine. Aux Etats-Unis, les programmes de télédétection de la NASA et de la NOAA ont fait depuis plusieurs années l'objet d'une

privatisation partielle, ce qui illustre bien le rôle de plus en plus important de l'industrie pour ce dossier. Parallèlement à ce développement industriel, certaines universités américaines, comme l'université du Michigan, l'Université de Californie à Santa Barbara, l'Université de Boston et quelques autres ont mis en place des centres d'excellence en télédétection, soit comme Pionniers dans ce domaine, le programme LANDSAT de la NASA et le programme de satellites de la NOAA qui ont nécessité des investissements de plusieurs milliards de dollars et qui ont encouragé la création de toute une industrie de matériel des départements qui existaient déjà, soit sous forme de centres ou de laboratoires interdisciplinaires autonomes.

En Europe, l'agence spatiale européenne (ESA), un organisme regroupant 13 pays, assure la coopération entre les états membres dans les domaines de la recherche et de la technologie spatiale et de leurs applications à l'étude des ressources terrestres. L'agence est le maître d'œuvre de nombreux projets en télédétection dont celui de la mise en orbite du satellite ERS-1. Plusieurs universités européennes ont mis en place des programmes d'études avancées en télédétection, comme Reading en Angleterre et Edimbourg (maîtrise en télédétection et traitement d'images).

En France, le programme SPOT a mobilisé une partie importante des énergies du CNES, du CNRS, d'IGN et des universités, pour développer un produit appelé à devenir commercialement rentable. Il est difficile d'évaluer le budget total du programme, mais il dépasse le milliard de dollars, car le CNES, après le succès de SPOT-1, lancé en 1986, a déjà mis en fabrication SPOT-2 et SPOT-3 et s'est engagé à mettre en chantier SPOT-4 et 5 au début des années 90. Il y aura donc une continuité assurée de données SPOT jusqu'en l'an 2000. Au plan de la formation, l'université de Paris VII a mis en place en 1984 un programme de troisième cycle (DEA et thèse) en méthode physique de la télédétection et l'université Louis Pasteur de Strasbourg a monté un programme similaire incluant la physique et le traitement numérique des images.

Au Québec, l'essentiel des activités de télédétection est concentré dans les universités et les entreprises privées, avec le support de quelque ministère utilisateurs. Un doctorat en télédétection est offert par l'Université de Sherbrooke, et des concentrations en télédétection existent à l'Université Laval, à l'Université De Montréal et à L'INRS-Eau.

En Algérie, l'ensemble des activités de télédétection est concentré dans l'unique Centre National des Techniques Spatiales), créé depuis 1987 à Arzew, wilaya d'Oran. L'utilisation de cet outil, comme source d'information révolutionnaire dans le domaine des sciences de la terre par les universités algériennes est depuis peu de temps grâce à l'incorporation de certains chercheurs ayant exercés une expérience au dit centre.

La télédétection a été reconnue comme faisant partie du « virage technologie », un concept qui a guidé une bonne part des investissements gouvernementaux destinés aux universités et aux entreprises depuis 1980. Les industries du Québec sont présentes dans le domaine de la fabrication de satellites (SPAR), dans celui des services (DIGINI-Lavin, SNC- Proger, SM-Aménatech) et dans celui des logiciels (ACDS, Octographe). Un déséquilibre important en faveur de l'Ontario dans la répartition des contrats de recherche fédéraux a ralenti le développement au Québec des industries de télédétection, mais celles qui ont percé réussissent assez bien, en particulier dans les contrats à l'extérieur du Québec et sur la scène internationale.

1.3-Objectifs de la télédétection

La télédétection en tant que discipline scientifique s'inscrit dans une double démarche, qui tient à la fois :

- De la vision globale de l'environnement et;
- De la recherche d'une information spectralement et spatialement détaillée.

La télédétection, c'est un outil servant à mieux connaître et comprendre les différentes composantes de la terre. Elle est tout simplement une source d'acquisition des données elle permet (NAERT, 1995):

- la production de l'image ou de photographie, qui par l'interprétation des informations acquises permet des applications multiples et une meilleure gestion des ressources naturelles ;
- de faciliter l'observation et d'alimenter en données extrêmement denses et répétitives, sans être perturbantes pour le milieu;
- de faciliter le raisonnement en fournissant pour constituer des cartes thématiques, des informations facilement déductibles (relief, détection des changements).

Les satellites, grâce à leur vision nouvelle des paysages ruraux, ont fait prendre conscience des possibilités immenses offertes par la télédétection dans la connaissance de l'agriculture et l'étude des paysages (in IDRISSE, 2004).

1.4-Techniques de la télédétection

Les techniques de la télédétection se différencient en fonction de plusieurs paramètres comme :

- les types de vecteur (ballon, avion, satellite, ...etc.) ;
- les types de capteur, le mode d'acquisition (numérique, analogique) ;
- la résolution spatiale ;
- la gamme spectrale utilisée ;
- la surface observée.

Les techniques de la télédétection sont actuellement au nombre de quatre(4) :

- La photographie aérienne ;
- la télédétection multi spectrale (visible) ;
- la télédétection thermique ;
- le radar graphique.

Elles se différencient les une des autres par le mode d'acquisition, qui est soit passif ou actif (radars), ou par le type des capteurs utilisés (camera, radiomètre, radar).

1.5-Les systèmes de la télédétection

On distingue deux types de satellites en fonction de leur défilement et leur position vis-à-vis de la terre.

1.5.1-Les satellites géostationnaires

Les satellites à orbite géostationnaire est de loin les satellites les plus employés actuellement. Placés au-dessus de l'équateur à 35800 Km d'altitude, ces satellites géostationnaires effectuent leur révolution en vingt-quatre heures, durée qui correspond à la période de rotation de la Terre. Se déplaçant dans le même sens et à la même vitesse angulaire que le globe, ils apparaissent ainsi immobiles depuis le sol et peuvent couvrir instantanément une large calotte équivalente environ à un hémisphère. Conservant toujours la même position par rapport à la Terre, les satellites

géostationnaires peuvent être associés à des antennes terrestres fixes. Ils présentent cependant l'inconvénient d'être situés bas sur l'horizon lorsqu'ils couvrent des zones éloignées de l'équateur : les signaux à transmettre, parcourant une plus grande distance, subissent des atténuations plus importantes, et mettent plus de temps à arriver sur Terre (un quart de seconde en plus) (Figure 1).

Le premier satellite de ce type, Syncom 2, a été lancé par la NASA en 1963. Depuis, une vingtaine de satellites géostationnaires ont été mis en orbite chaque année de 1965 à 1995. Tous ces satellites décrivent la même orbite, aussi a-t-il fallu résoudre le problème d'un éventuel encombrement. Chaque État possède donc une portion du cercle, et les pays n'ayant pas de satellites louent généralement leur fraction d'orbite aux autres. En dépit de ces mesures, l'orbite des satellites géostationnaires demeure très chargée, notamment par des « satellites poubelles » qui n'ont plus assez d'énergie pour être opérationnels, mais qui restent tout de même en orbite. Ces derniers constituent un danger pour les satellites en activité et les stations habitées, car ils ont tendance à se désagréger progressivement.

Satellite Syncom 4 : Ce satellite a été placé en orbite géostationnaire par la navette Discovery. Sa vitesse de rotation est donc égale à celle de la Terre, ce qui lui permet de conserver une position fixe par rapport à la surface du globe.

1.5.2-Les satellites héliosynchrones

Parmi les satellites les plus utilisées pour l'étude des ressources naturelles on distingue : le satellite américain LANDSAT et le satellite français SPOT (Fig. n°4).

Les satellites d'observations de la terre, LANDSAT et SPOT, sont des satellites héliosynchrones à orbite basse (Tab. n°5).

Ils permettent des grands avantages :

- la couverture globale de la terre ;
- l'observation cyclique d'un lieu donné à la même heure solaire ;
- un éclairage solaire assez peu variable, dépendant de la date ;
- une fréquence accrue des observations d'une zone donnée suite aux possibilités de visée verticale ou oblique ;

- Une vision stéréoscopique qui correspond à l'observation d'un même point sous deux angles différents.

Conçu dans les années 1970, le premier satellite SPOT a été mis en orbite le 22 février 1986 (in MIDOUN, 2006) :

- * SPOT 2 a été lancé le 22 janvier 1990 ;
- * SPOT 3 le 26 septembre 1993 (mais a cessé d'émettre) ;
- * SPOT 4 a été mis en orbite le 24 mars 1998 ;
- * SPOT 5 a été mis en orbite en 2002.

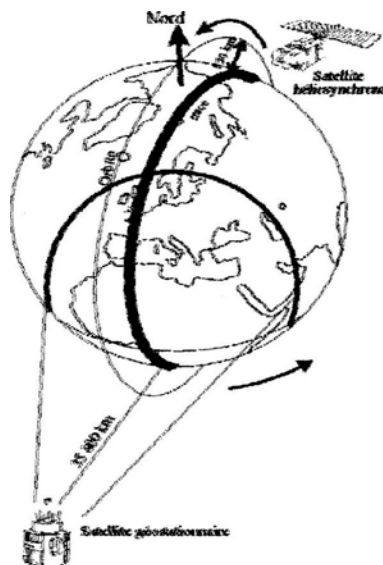


Figure n°4: Les satellites en fonction de leur défilement
(GIRARD et GIRARD, 1999)

Un satellite héliosynchrone passe toujours à la même heure solaire locale au-dessus d'un même point de la Terre. Le plan orbital du satellite reste fixe par rapport au plan orbital de la Terre. Autour du Soleil. Donc la ligne des nœuds fait un angle constant avec la droite des centres de la Terre et du Soleil. Le plan orbital du satellite doit se déplacer de 360° en 365,2425 j soit de 0.9856° par jour (Fig. n°5) (GIRARD et GIRARD, 1999).

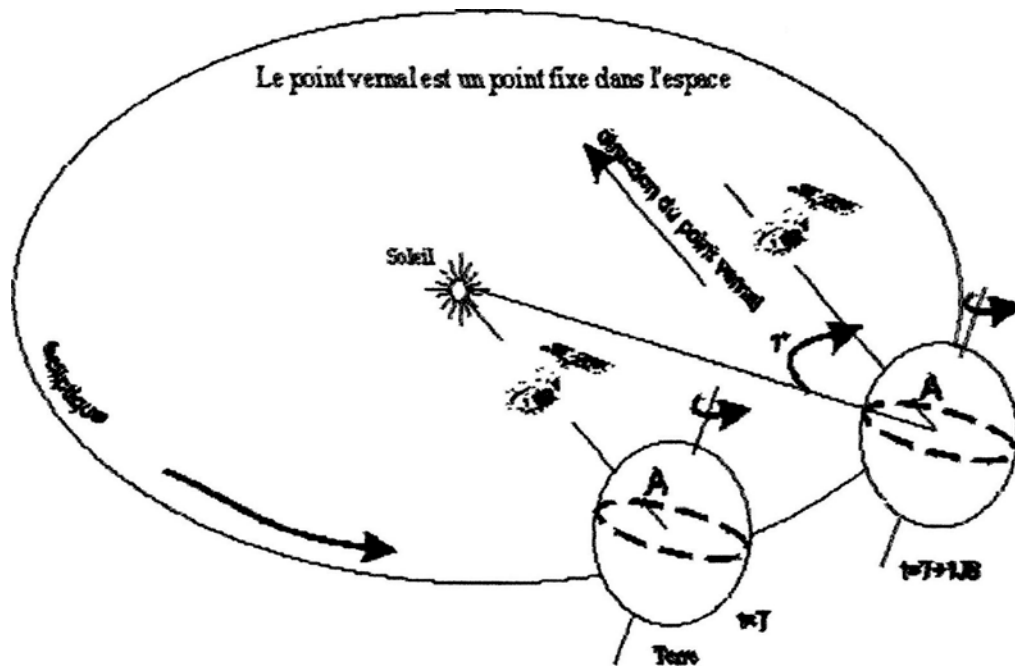


Figure n° 5 : Déplacement du plan orbital d'un satellite héliosynchrone

(GIRARD et GIRARD, 1999)

Tableau n° 5 : Les principales caractéristique des satellites LANDSAT et SPOT :

Caractères du système	LANDSAT TM	SPOT XS
Orbite : <ul style="list-style-type: none"> • Type d'orbite • Altitude (Km) • répétitivité 	Héliosynchrone 750 16 jours	Héliosynchrone 830 26 jours
Capteurs : <ul style="list-style-type: none"> • acquisition • résolution spatiale 	Miroir oscillant 30 m	Barettes CCD 20 m
Bandes spectrales : <ul style="list-style-type: none"> • S1 • S2 • S3 • S4 • S5 • S 6 • S 7 • Panchromatique 	0.45 - 0.52 4m 0.52 - 0.60 4m 0.63 - 0.694m 0.76 - 0.90 4m 1.55 - 1.754m 10.412.54m 2.0 - 2.35 4m	0.50-0.594m 0.61-0.684m 0.79-0.894m - - - - 0.51-0.734m (10m)
Dimension de la scène (Km)	185	60

Source : GIRARD et GIRARD, 1999

1.6-Téledétection appliquée aux sols

La télédétection appliquée aux sols est un outil d'identification et d'analyse quand elle est combinée avec les systèmes d'informations géographiques. Elle permet de définir un certain nombre d'indicateurs de la nature et de l'état de dégradation des sols dans un contexte géographique donné.

Le sol est un milieu hétérogène complexe. Il comprend :

- une phase solide formée d'éléments minéraux et organiques. La partie minérale comprend des sables, des argiles et des limons, alors que la partie organique comprend l'humus et la matière organique non décomposée (BONN et ROCHON, 1996) ;
- Une phase aqueuse comprenant l'eau hygroscopique, l'eau capillaire;
- Une phase gazeuse comprenant l'air interstitiel et la vapeur d'eau.

L'application de la télédétection à l'étude des sols a trois buts principaux :

- Une identification des types de sols en vue de leur cartographie ;
- Une connaissance de la dynamique des facteurs à variation rapide comme l'humidité ;
- Une évaluation du niveau de dégradation en vue de la conservation du sol.

1.6.1- Comportement spectral de quelques éléments

La télédétection permet d'obtenir directement les informations superficielles du sol. L'identification des sols se base sur trois critères :

- La couleur;
- La structure;
- La texture.

La réflectance des sols dépend de certains facteurs :

- L'état de surface est un ensemble complexe constitué de divers éléments du sol, qui sont exposés au soleil ou à l'ombre ou au couvert végétal;
- La rugosité, la structure et la porosité, la croûte de battance;
- Les composants physico-chimiques, tels que la matière organique, le calcaire, les Sels, le sable....etc.

L'étude des propriétés spectrales des sols doit tenir compte de tous ces éléments qui influencent la réflexion du rayonnement solaire dans le visible et le proche infrarouge (HADDOUCHE, 1998).

1.6.1.1-La matière organique et le calcaire

La réflectance diminue quand la matière organique augmente. La matière organique a pour effet de diminuer la réflectance dans toutes les bandes spectrales du visible (GIRARD, 1983).

La réflectance augmente quand le taux de calcaire augmente. Le taux en calcaire intervient sur la réflectance des sols en donnant des valeurs très fortes dans la bande bleue (GIRARD, 1977).

1.6.1.2-Le fer

Le fer a pour effet de diminuer les valeurs de réflectance. De part sa couleur quand il est à l'état ferrique, devrait donner des grisés sombres et des couleurs plus rouges et/ou brunes. Il contribue à augmenter l'intensité de la teinte (GIRARD et GIRARD, 1975).

1.6.1.3-Les couleurs des sols

L'appréciation de la couleur varie en fonction de la distance à laquelle est vu le sol.

Plus le sol est vu de loin, plus il est aperçu comme rouge (GIRARD et GIRARD, 1975).

1.6.1.4-La rugosité

La rugosité d'une surface n'a pas la même origine, ni la même signification selon qu'il s'agit d'un sol nu ou d'un couvert végétal (in MAMANE, 2006).

C'est un élément important dans la réponse spectrale des sols; une surface lisse est plus réfléchissante qu'une surface rugueuse, et ce, quelle que soit humide (Fig. n°6).

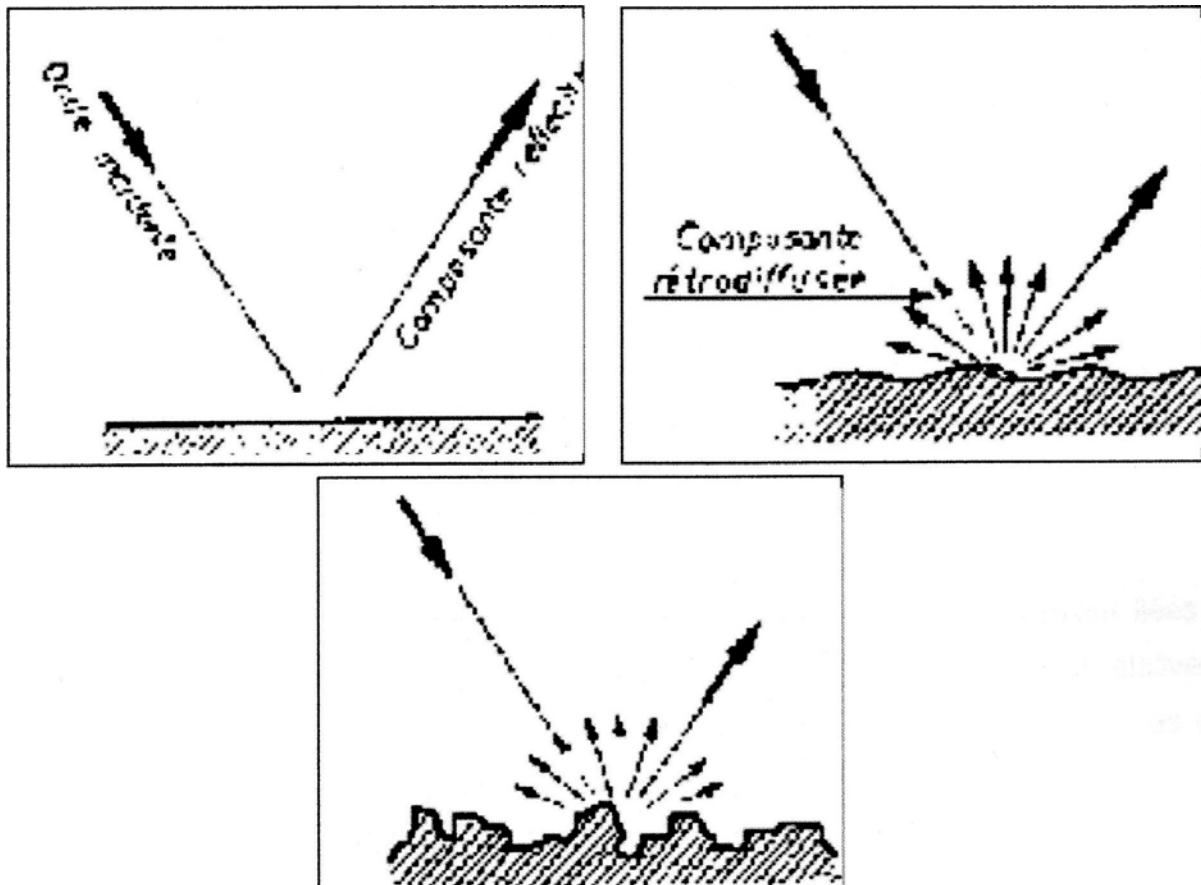


Figure n° 6 : Comportements réfléchifs d'une surface en fonction de la longueur d'onde
(KING, 1994)

1.6.1.5-L'humidité

En règle générale, plus un sol est humide, plus la réflectance est faible. Lorsque l'humidité augmente, la couleur s'assombrit et la réflectance devient plus faible pour toutes les longueurs d'onde (Fig. n°7) (KING, 1994).

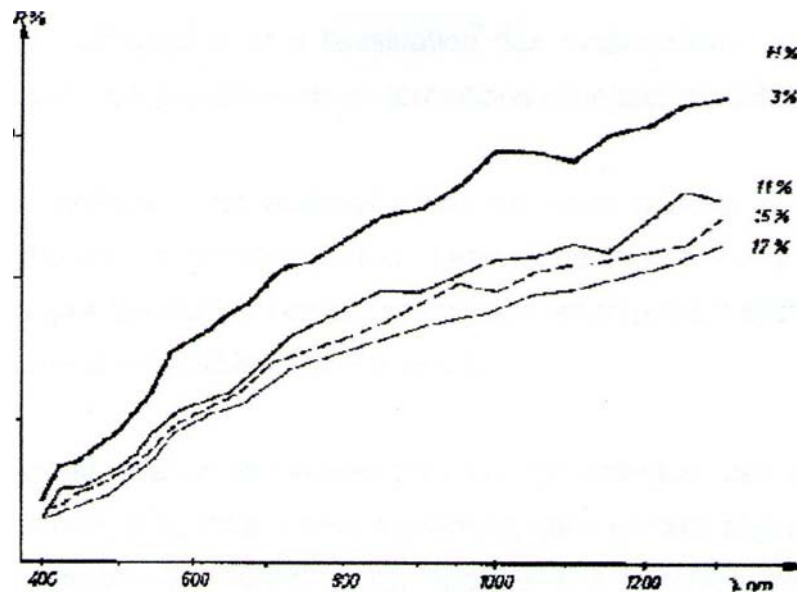


Figure n°7:Influence de l'humidité sur la réflectance

(GIRARD et GIRARD, 1999)

1.6.1.6-Le sable et l'argile

Les sables sont plus clairs que les argiles car les argiles sont souvent liées à la matière organique. En conséquence la réflectance d'un sol argileux est relativement faible. Les sables sont souvent beaucoup plus secs car ils ne retiennent pas d'eau dans leur porosité, Les sables sont d'une grande clarté et donc les sols sableux ont une réflectance relativement forte (in MAMANE, 2006).

1.6.1.7-Les sels

Ils sont détectables particulièrement dans l'infrarouge proche et le moyen réflectif. Il est possible de détecter les sols salés dans la mesure où la salinité s'exprime aussi par les plantes (in MAMANE, 2006).

1.6.2 Les indices appliqués aux sols

- Les indices de brillance;
- Les indices de rougeur;
- L'indice de végétation.

2 LE SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE (SIG)

2.1 Définition d'un SIG

Un Système d'Information Géographique (S.I.G.) est un outil informatique de représentation et d'analyse de données géographiques référencées. C'est un ensemble de documents cartographiques en format numérique, dans lesquels les entités géométriques (point, ligne et polygone) sont géoréférencés, aux quels est associée une base de données que l'on peut exploiter à l'aide de requêtes et d'analyser à l'aide d'opération pour produire des cartes thématiques et des résultats statistiques. Le principe du SIG est de mettre en relation des informations (par le biais d'attributs) afin d'identifier, de structurer, de simuler et de cartographier les résultats afin de les visualiser, les comprendre et aider à la décision (RAHMANI, 2010).

Il est géré par un personnel qualifié capable de (ENONZAN, 2010):

- Rassembler ;
- Organiser ;
- Stocker ;
- mettre à jour ;
- gérer ;
- analyser ;
- et de présenter des informations localisées géographiquement dans le but d'aider à la prise de décision.

Selon BURROUGH (1986) cité par DIDON (1990) «le SIG c'est un ensemble puissant d'outil pour rassembler, stocker, extraire à volonté et visualiser des données spatiales du monde réel pour un ensemble particulier d'objectifs ».

D'après ESSEVAZ-ROULET (1999) « un système comprend un matériel informatique et un personnel associé et remplissant des fonctions d'entrée, de traitement, de mémorisation, de sortie et de commande pour effectuer une suite d'opération portant sur des données ».

GILLIOT (2000), rapporte que « c'est un ensemble de données numériques, localisées géographiquement et structurées à l'intérieur d'un système de traitement informatique comprenant des modules fonctionnels permettant de conduire, de modifier, d'interroger, de représenter

cartographiquement, la base de données selon des critères sémantiques et spatiaux ».

A partir de ces définitions, il paraît bien clair que le module de données joue un rôle important dans un SIG et que les SIG actuels sont issus des résultats des efforts combinés dans plusieurs disciplines (HADDOUCHE, 1998).

2.2-Le concept du système d'information géographique (SIG)

Apparue à la fin des années soixante, la notion de SIG résulte de l'extension du système de base de données à tous les types de données géographiques.

A ces débuts, le SIG est un outil de stockage de données en vue de leur restitution cartographique, ensuite ce qui a nécessité la prospection et la recherche à intégrer ces données dans le système général d'information. Ce dernier avènement, confère tout son intérêt au concept SIG.

Il faut donc éviter une confusion courante : un logiciel SIG n'est pas un outil de cartographie assisté par ordinateur. C'est bien plus que cela, c'est un ensemble d'outils informatiques intégrés, qui permet de gérer des données qui peuvent être localisées (GAMBLIN, 1995).

Un SIG est un ensemble de matériels et de logiciels autorisant le recueil, la saisie, la codification, la correction, la manipulation et l'analyse, l'édition graphique des données géographiques spatiales : points, lignes, polygones, pixels de différentes valeurs. La gestion des données est un des autres aspects du système, qui prend toute son importance lorsque la base de données se doit impérativement être en phase avec l'actualité (DARGONE et OTTATI, 1990).

La gestion de cette base de données est assurée par un Système de Gestion de Base de Données (SGBD). Ce SGBD doit assurer (in MIDOUN, 2006) :

- des fonctionnalités de gestion nécessaire au maintien et à l'exploitation d'une base de données (saisie, correction, suppression, extraction, interrelation ...),
- des opérations liées à la topologie (recherche sur la localisation, sur l'inclusion...)
- mais aussi la gestion des droits d'accès.

2.3-Fonctionnement d'un SIG

Le SIG c'est une possibilité de générer dans les délais raisonnables, des produits cartographiques, carte, tableau, graphes pouvant permettre de répondre à certaines questions essentielles et pratiques de gestion et de planification (RAHMANI, 2010).

Il est habituellement composé de quatre (4) modules (in IDRISSE, 2004) :

- d'acquisition ;
- de gestion des données ;
- d'analyse ;
- de restitution.

Encore on peut résumer les fonctions de SIG aux éléments suivants (RAHMANI, 2010) :

- enregistrer l'information ;
- représenter l'information ;
- interroger l'information ;
- analyser l'information ;
- effectuer des simulations ;
- globalement, aider la prise de décision.

Un SIG est capable de traiter de façon conjointe les informations géographique (contours des unités de sols) et sémantique (descriptive : classe de sols, occupation de sol, classe des pentes...etc.) constituant la carte. Il délègue la saisie de l'information graphique à des périphérique spécialisés (saisie manuelle sur digitaliseur, semi-automatique sur scanner). Il permet l'acquisition des données sémantiques par interfaçage avec un système de gestion de la base de données (SGBD), qui est à son tour interfacé à un logiciel (EASTMAN, 1993).

Selon ROBBEZ (1990) cité par EASTMAN (1993), il confie la restitution graphique des résultats à des traceurs ou imprimantes couleur. Les cartes numérique ne sont plus un document papier, elles sont manipulées sur un écran ; la notion d'échelle devient moins importante, on peut désormais réaliser des habillages et des sorties personnalisées rapides

avec aussi des croisements des cartes (MASSON, 1992) rapporté par EASTMAN (1993) et HADDOUCHE (1996).

2.3.1 Acquisition de la base de données

Noyau du système, une base de données est un ensemble organisé de données mémorisées sur des supports accessibles par un ordinateur pour satisfaire simultanément plusieurs utilisateurs de façon sélective et en un temps très court (Toko, 2009).

Comme cette base de données décrit des objets à la surface de la terre, elle est composée de deux éléments : une base de données décrivant les objets spatiaux (localisation, forme) et un autre définissant les caractéristiques thématiques (attributs) de ces objets. Ainsi, par exemple, on peut avoir une base de données décrivant des objets spatiaux tels qu'un ensemble de dune de sable, associée à la description thématique de ces dernières telle que la progression de désertification, leur superficie, l'ampleur de leurs dégâts, etc. Qui constitue la base de données thématique. (Fig. n°8) :

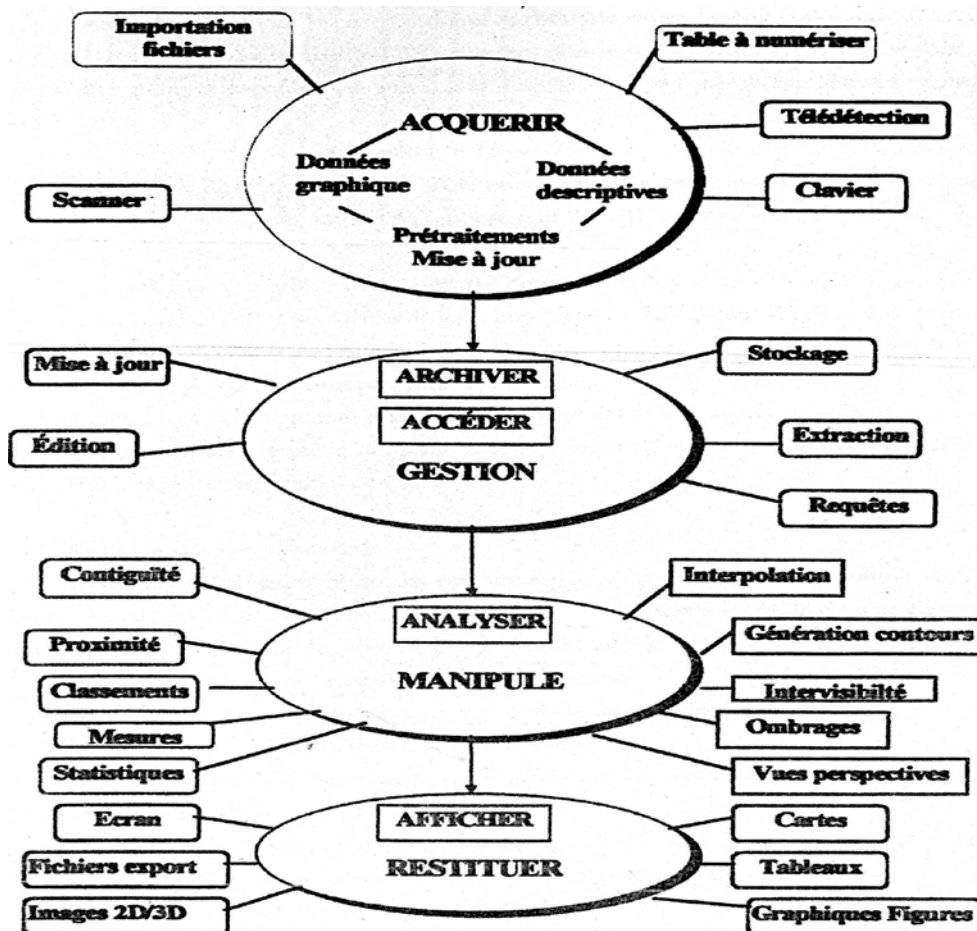


Figure n°8: Fonction d'un SIG (Didon, 1990)

2.3.2-Système de gestion de la BDG

Le système de gestion de la base de données (SGBD) est le second composant fonctionnel d'un SIG. En fait, normalement, un SIG contient non seulement un SGBD traditionnel, mais une variété d'outils capables de gérer à la fois les dimensions thématique et spatiale de l'information.

A l'aide d'un SGBD, il est possible d'introduire des informations thématiques, sous la forme de tables ou de statistique et subséquentement d'en extraire des éléments spécifiques des deux mêmes formes. Plus important encore, un SGBD permet l'analyse de ce contenu thématique.

D'autre part, de nombreuses analyses de données spatiales ne comportent pas de vraie composante spatiale, elles se suffisent donc d'un seul SGBD conventionnel. Par exemple, si l'on demande au système de trouver toutes les zones comportant des espèces indicatrices de dégradation du sol, on pourra représenter les résultats sous forme cartographique. Le produit final, la carte, sera certes spatial, mais l'analyse elle-même n'a pas de caractéristique spatiale. Ainsi, la flèche bidirectionnelle qui lie le SGBD à la composante thématique de la BDG met en évidence ce caractère spatial de l'analyse.

2.3.3-Système d'analyse spatiale

Les systèmes précédemment décrits permettent de saisir l'information spatiale sous forme numérique, d'attribuer un contenu thématique aux objets spatiaux, d'analyser cette information sur la base de son contenu thématique et d'effectuer des représentations cartographiques. Elles sont insuffisantes pour contenir un SIG, bien qu'elles répondent à d'énormes besoins importants. Mais sa capacité fondamentale est de permettre une analyse des données basées sur leurs caractéristiques spatiales.

L'analyse spatiale de l'information est une extension des capacités d'interrogation des bases de données traditionnelles, en prenant en compte la localisation des observations. L'exemple le plus simple consiste à combiner dans une requête conjointe de deux caractéristiques spécifiques à deux ensembles d'objets spatiaux distincts.

Au-delà du SGBD, le système d'analyse spatiale a une liaison bidimensionnelle avec la BDG pour permettre un traitement de type analytique. Ainsi, il prélève à la fois de l'information de la BDG et la complète à l'aide de l'analyse. Par exemple, on peut chercher les zones d'une région qui ont une faible pente, un sol squelettique et fragile ; le résultat pourra s'appeler zone moyennement désertifiée et très sensible à la désertification. Cette information n'existait pas originellement dans

la BDG mais a été dérivée sur la base de données existante et d'un ensemble de relations spécifiques. Ainsi, les capacités analytiques d'un système d'analyse spatiale et du SGBD jouent un rôle essentiel dans l'extension de données, au travers des connaissances sur les relations qui existent entre les objets.

La notion de superposition étant le mot-clé des SIG, l'analyse spatiale par ordinateur a beaucoup évolué cette dernière décennie et propose des opérations bien plus riches et complexes.

2.3.4-Système de restitution cartographique

La restitution des données est l'opération de représentation des résultats de l'extraction ou de l'analyse de données sous une forme qui soit compréhensible par l'utilisateur ou un autre système informatique.

Autour de la BDG gravite un ensemble de systèmes. Le plus élémentaire est celui de représentation cartographique. Ce dernier permet de sélectionner des éléments de la BDG et de les représenter cartographiquement à l'écran ou à l'imprimante. Dans la plus part des SIG, ces outils de représentation sont très sommaires et font appel à des logiciels spécialisés pour la production finale de qualité sur des supports film ou papier.

2.4-Les avantages et les inconvénients d'un SIG

Les systèmes d'information géographiques biens qu'ils présentent d'énormes avantages pour l'utilisateur et notamment que c'est un précieux outil d'aide de la décision en particulier pour l'aménagiste, ils présentent tout de même certains inconvénients que nous allons énumérés d'après la synthèse de plusieurs auteurs (ROBBEZ-MASSON et al., in INRA, 1991).

a)Avantages

- le SIG contient non seulement une base de données mais également une base de connaissances;
- Les possibilités de description des organismes spatiales sont beaucoup plus larges;
- L'accès à toutes les informations et par tout les utilisateurs et nettement facilité;
- Les modèles peuvent évoluer avec les progrès des connaissances générales et les données doivent être régulièrement et aisément mise à jour;
- Les sorties finales se font tout de même sur papier : un caret restant un moyen privilégié d'exprimer un phénomène spatialisé;

-Il n'y a plus de connaissances graphiques lors de l'élaboration d'un modèle d'organisation spatiale (M.O.S); les changements d'échelles sont aisés; mais continuent de poser des problèmes de la précision, de la densité et de la qualité des données de base;

-Des restitutions sur le thème finalisé (carte thématique) sont rapidement réalisables;

-On peut produire différentes cartes à partir des mêmes données ponctuelles et des mêmes modèles d'organisation, en modifiant les options (modification de classe de tel ou tel Caractère) ;

-IL est possible, de façon quasi-illimitée, de croiser des données pédologiques par exemple avec d'autres données spatiales non pédologiques (géomorphologie, téledétection spatiale, climat, occupation du sol, socio-économique,...), image satellitaire ;

Enfin, à l'aide de modèle de fonctionnement (hydrologiques, croissance de tel plante), on peut procéder à des simulations fournissant des images selon divers scénarios.

b) Inconvénients

-Le système est complexe est difficile à gérer. La saisie est lourde (surtout si

On désire informatiser des données anciennes). Les données sont difficilement accessibles à un utilisateur insuffisamment formé. Auparavant il suffit de lire attentivement la notice de la carte pour accéder à la principale fonction;

-Si la banque de données est rendue facilement accessible à des utilisateurs non avertis, une définition rigoureuse de la fiabilité des éléments du modèle est indispensable, en particulier pour éviter des changements d'échelle abusifs ;

-l'information systématique quantitative peut donner à certains utilisateurs -l'impression erronée d'une connaissance parfaite et mathématique d'où le risque d'utilisation abusive. A nouveau, il faut prévoir des codifications correspondante à des connaissances floues ou à des données absentes;

- Ce modèle conceptuel proposé aujourd'hui comme structure de base des SIG en plusieurs domaines ne risque t-il pas de devenir un obstacle à l'évolution des idées ?

2.5-Rapport SIG — télédétection

Ces deux technologies qui ont évoluées séparément peuvent aujourd'hui être utilisées conjointement de manière interactive et complémentaire.

Les relations mutuelles entre SIG et systèmes de télédétection sont évidentes; la télédétection constitue une source de données géographiques. C'est un privilège d'entrée de donnée pour le SIG (réalisation d'inventaires, uniformisation, actualisation des données existantes) (MIDOUN, 2006).

Chapitre III

Présentation de la zone d'étude

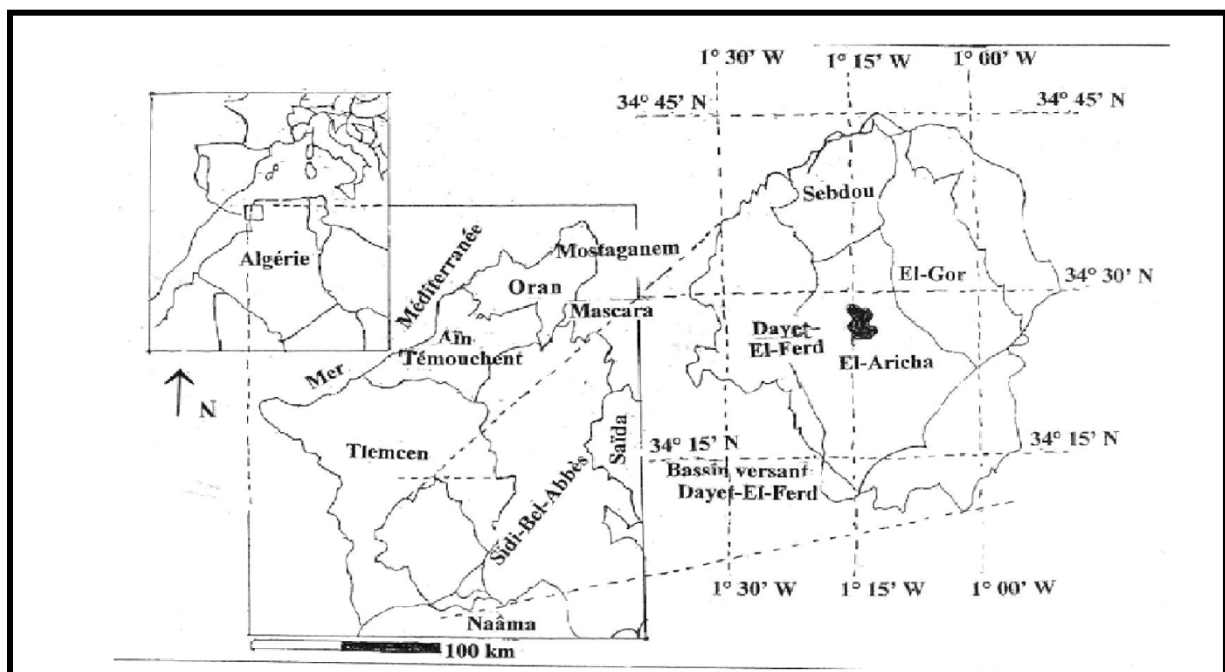
CHAPITRE III : LES COMPOSANTES ENVIRENNEMENTALES DE LA ZONE D'ETUDE

1-Situation géographique

La commune d'El-Aricha se positionne entre 1°01'20''Est à 1°22'47"Ouest de longitude Ouest, et entre 34°12'02" Nord à 34°35'12'' Sud de latitude Nord. C'est une commune steppique située dans la partie occidentale du Nord-Ouest algérien à l'extrême Sud de la wilaya de Tlemcen dont le chef lieu se trouve à 87 km au Sud du chef-lieu de wilaya « Tlemcen » et à 48 km au Sud également du chef-lieu de la daïra de Sebdou. Elle s'étale sur une superficie de 734,3Km² et présente une altitude moyenne de 1200m. Elle est limitée par :

- La commune de Sabdou au Nord ;
- La Wilaya de Naâma au Sud ;
- La Wilaya de Sidi Bel Abbes et la commune d'El-Gor à l'Est ;
- La commune de Sidi-Djilali à l'Ouest.

La figure n°09 montre la situation de la zone d'étude par rapport à la wilaya de Tlemcen.



Source : DAMERDJI et BECHLAGHEM, 2010

Figure n°9: situation géographique de la commune d'EL-ARICHA.

2-Le relief

Le relief au niveau de la zone d'étude est formé par :

- la haute plaine steppique avec Dayet el Ferd au centre.
- Djebel Mekaidou : 1434 m au Sud
- Djebel Bou Khalef : 1300 m au Sud-Ouest
- Djebel Nachef : 1360 m au Sud-Est

Selon la carte hypsométrique ci-dessous l'altitude moyenne est de 1200 m sur un territoire relativement plat avec quelques chaînes de montagnes atteignant 1434 m au Djebel Mekaidou, et 1000 m à El Aouedj.

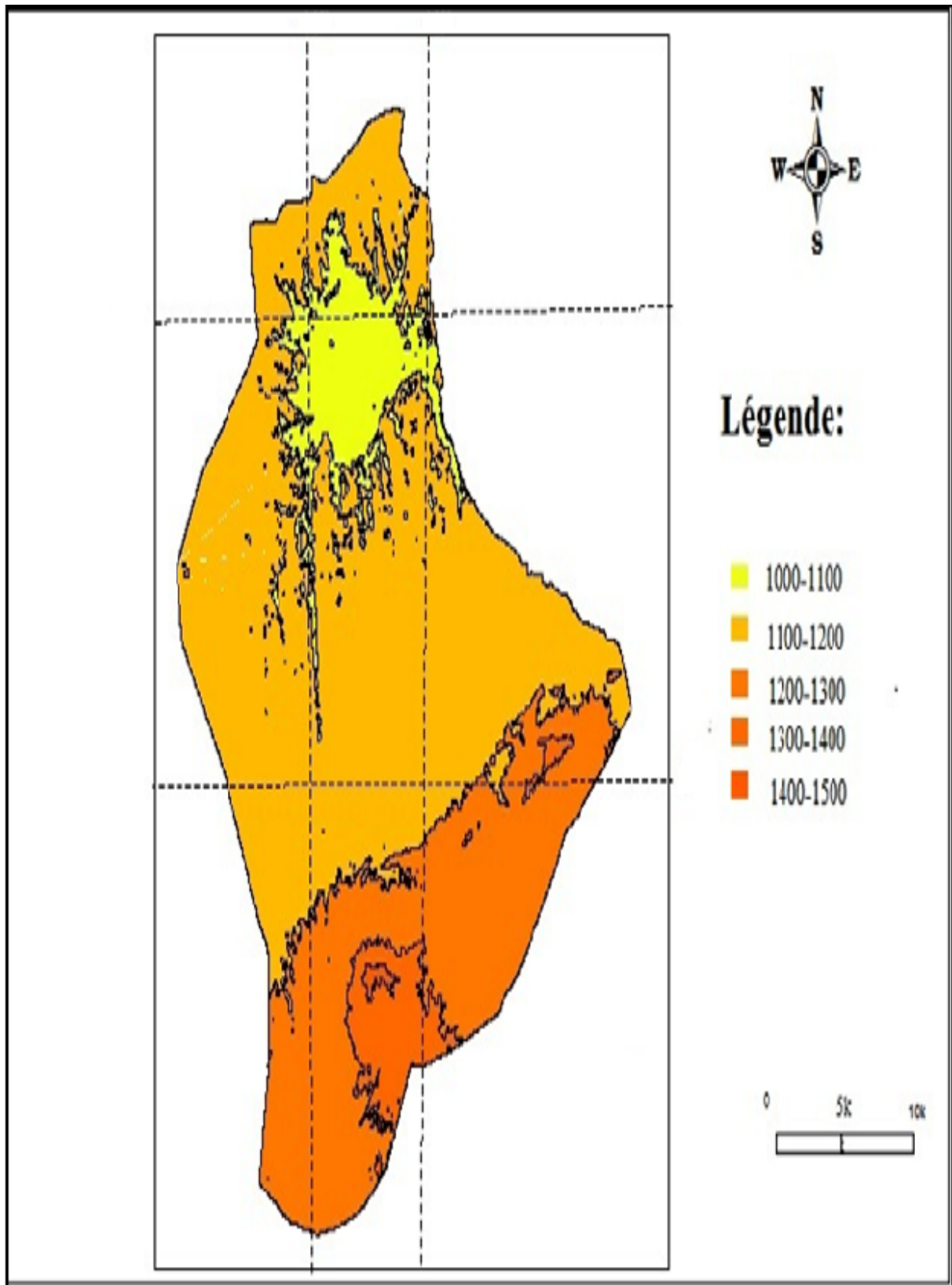


Figure n°10: Carte hypsométrique de la commune d'El-Aricha

Le relief dans la zone d'étude se caractérise aussi par différentes classe de pente (fig.n°11) mais la classe la plus dominante dans la région c'est la classe 6-12% qui présente la pente des glaciers, des petites collines, et d'agglomérations rocheuses.

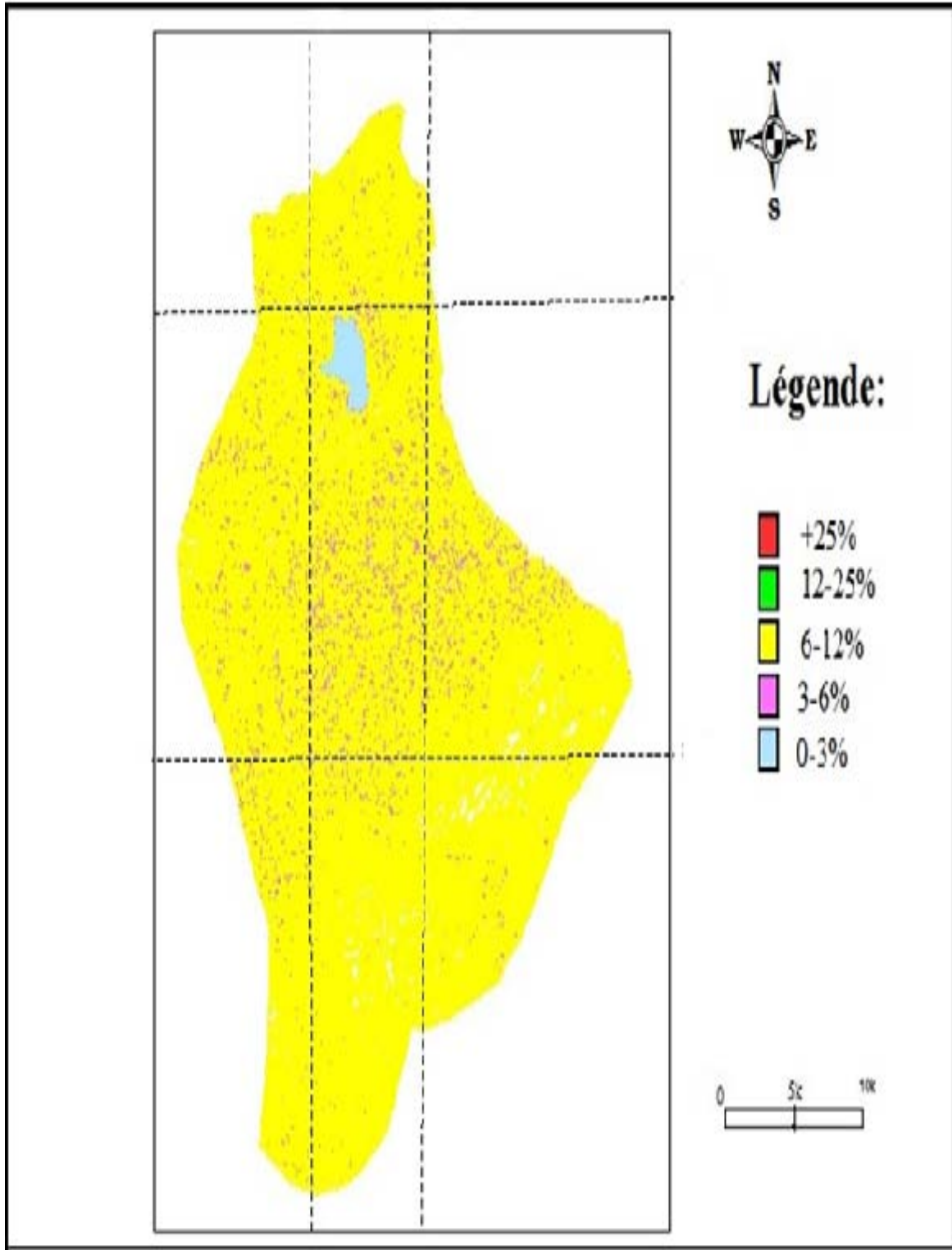


Figure n°11: Carte des pentes de la commune d'El-Aricha

L'influence de l'orientation des versants sur la végétation est déterminée par l'intermédiaire des paramètres suivants : l'ensoleillement et l'humidité (des facteurs favorables pour la régénération des groupements végétaux). L'exposition Nord est prise en compte par l'humidité qui peut être un facteur favorable pour la végétation. L'élaboration d'une carte représentative de l'effet de l'exposition qui est connu sur le terrain se fait à partir de l'humidité, ainsi les versants exposés au Nord ont plus d'humidité que ceux exposés au Sud.

La carte ci-dessous représente les différentes expositions existantes dans la commune d'El-Aricha (fig. n°12).

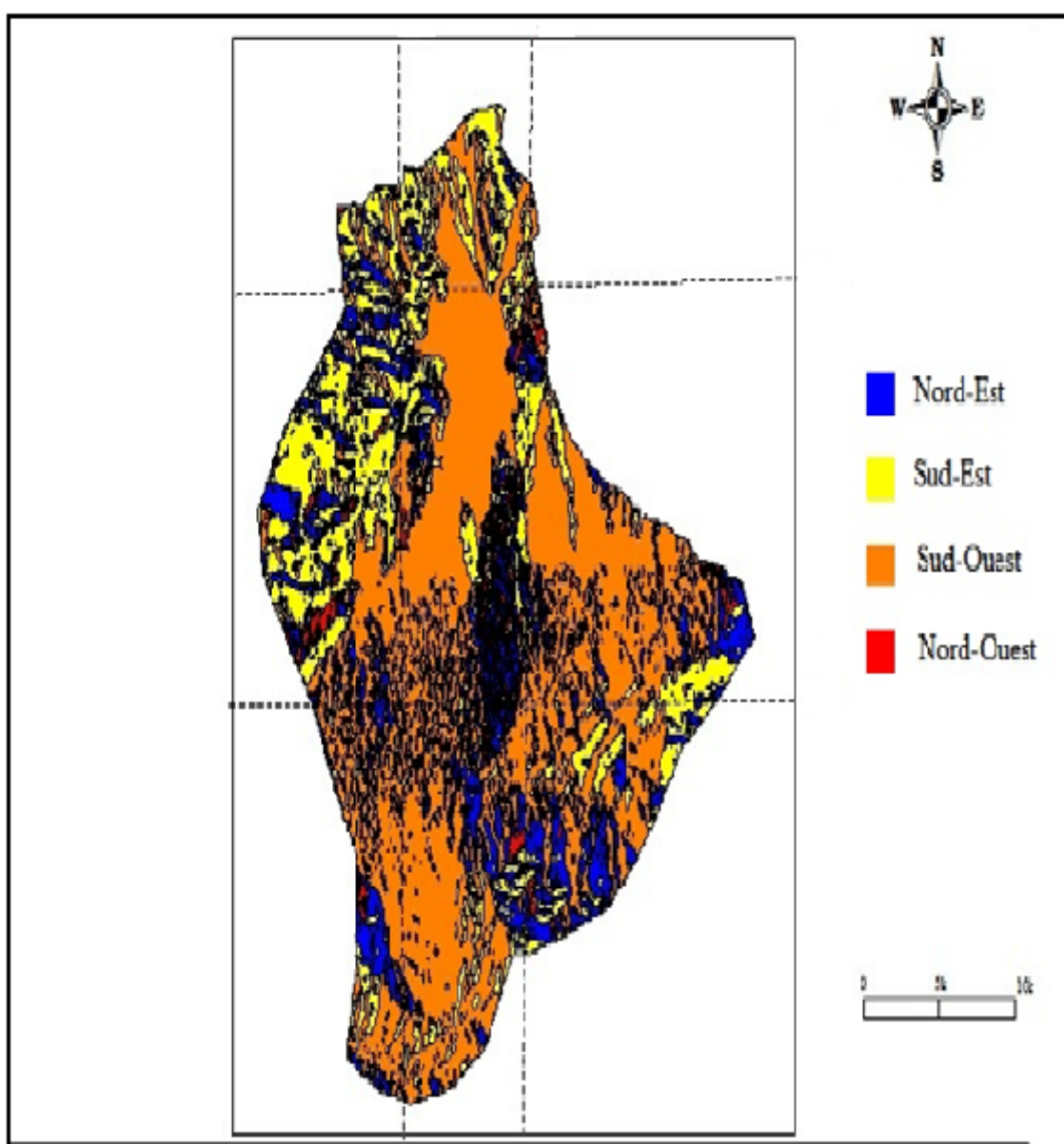


Figure n°12: Carte d'exposition du la commune d'El-Aricha

3-Le réseau hydrographique

Selon le P.D.A.U (2014) le réseau hydrographique est partagé entre deux systèmes de bassin versant.

- Le premier occupe toute la partie centrale d'El Aouedj et draine une superficie d'environ 1680 Km². Tous les écoulements convergent vers Dayet El Ferd, qui est une dépression d'un millier d'hectare près de Belhadji Boucif (El Aouedj).
- Au-delà du Djebel Mekaidou les Oueds drainent les eaux vers l'Ouest et le réseau amont de l'Oued Mellouia qui traverse le Maroc oriental.

Le réseau hydrographique de la commune d'El-Aricha est représenté dans la figure n°13 suivante :

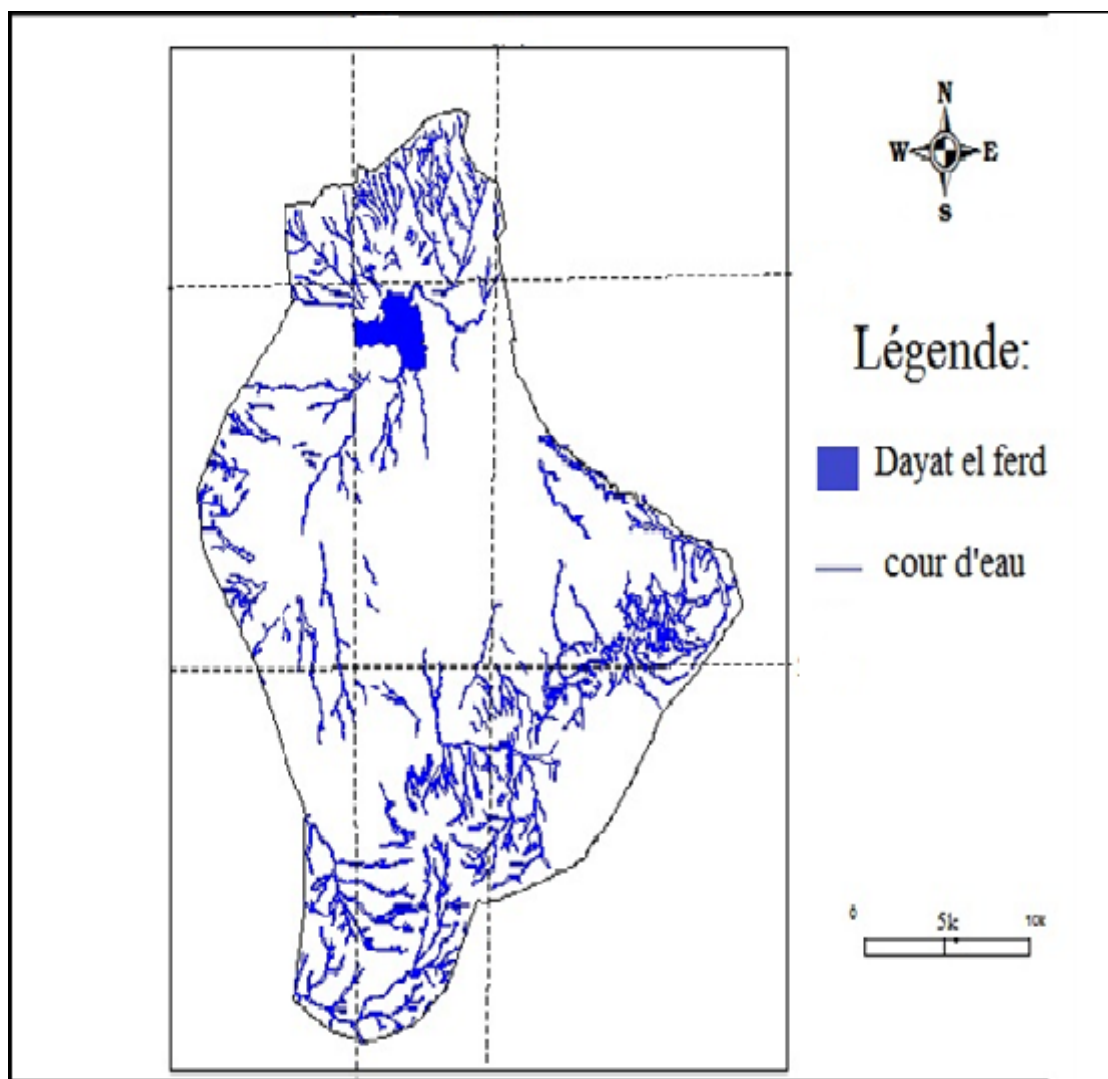


Figure n°13 : réseau hydrographique de la commune d'El-Aricha

4-La géologie

Sur le plan géologique, la commune d'El Aricha se trouve sur une dépression comblée de conglomérats. Ces derniers sont formés par des alternances de dépôts caillouteux cimentés par des argiles et des marnes des gypses avec de rares bancs de calcaires lacustres.

Selon le P.D.A.U(2014) les principales séries lithologiques reconnues dans cette zone sont:

- Mésozoïques (Jurassique) : Djebel Ouark - Djebel Ennecheb Terziza.
- Eocènes (Zone d'El Aricha) affleurement conglimentriques de Koudiat Boukhelf, Djebel Mekaidou et une partie de Sidi Belhadj.
- Post éocène (néogènes et quaternaires) toute la partie centrale de la dépression d'El-Aouedj.

Selon le rapport de l'ANAT (2003) aussi, la zone d'El-Aricha a été plissée puis faillée lors des phases tectoniques successives qui ont joué un rôle important à partir du crétacé, ces phases tectoniques sont à l'origine des reliefs actuels manifestant comme une formation détritique épaisse riche en conglomérats occupant la zone affaissée entre les monts de Tlemcen et Djebel Mekaidou.

Par la suite, cette zone a connus une phase de remplissage par un matériau détritique très hétérogène d'origine continentale. Ce remplissage est composé d'éléments fins à grossiers (argiles rouges, graviers) dont l'épaisseur (plus de 500m) augmente du bord de la subsidence (monts de Tlemcen) vers le centre.

Sur la base de ces sondages quatre catégories des couches ont pu être identifiées :

- ❖ Une carapace de 50 Cm de tuf calcaire.
- ❖ Une couche de sédiments détritiques d'origine continentale composée d'argile rouge, sable fins et de gravier anguleux d'épaisseur qui varie entre 50 Cm à 1 m.
- ❖ Une couche de conglomérats de 20 Cm d'épaisseur (galets de calcaire localisés au niveau des rives des oueds et provenant du charriage des crues successives.
- ❖ Un substratum de grès qui constitue une couche compacte dure et résistante.

D'autre part, les travaux effectués par DOUMERGUE (1926) et BENSALAH(1989) ont montré que la région d'El-Aricha a connu les ères géologiques suivantes :

- ❖ Le Crétacé : sous forme de calcaire et de grès, localisé au secteur d'EL- Gor, Sanef et au Nord-est de Djebel Mekaidou.

- ❖ Le Pliocène continentale : sous forme de poudingues, d'argiles et de calcaire lacustre occupant la quasi-totalité du substratum.
- ❖ Le Jurassique inférieur marin : sous forme de dolomies, de calcaire et de marnes.
- ❖ Le Jurassique moyen et supérieur : se constitue d'une dominance de calcaire durs et de dolomies, alternants avec des bandes de marne et de grès, on les trouve dans la partie Nord-Est de la région Djebel Mekaïdou et Djebel Sidi El- Abed.
- ❖ Une série continentale d'âge Eocène.
- ❖ Le Quaternaire continentale : sous forme d'alluvions et de terrasses dans la cuvette de Dayet El Ferd.

5-La pédologie

Selon le P.D.A.U (2014) plusieurs types de sols peuvent être identifiés dans la région d'étude.

5.1-Des sols d'apport alluvial

Occupent les dépressions, les zones d'épandages et chenaux -d'Oued : leur profondeur est variable et les matériaux qui les composent permettent de distinguer des sols à texture différente, sol glaciaire de plaine, sols daya, sol de chenaux d'oued.

5.2-Les sols calcimagnésiques

On les rencontre sur les glacis à encroûtement calcaire ou sur des dalles calcaires ce sont des sols bruns peu profonds (40cm) glacis nord-ouest de la dayet-El-Ferd.

5.3-Les sols d'apports éoliens

Ils sont localisés à l'Est d'El-Aouedj à proximité de Oglat djedida. Ce sont surtout des accumulations sableuses formées sur place.

5.4-Les sols bruns forestiers

Du matorral du Djebel Mekaidou, du Djebel Ennecheb et des Djebel de la bordure Nord ; ils sont assez profonds et riches en matière organique.

6- La végétation

Après l'intervention successive de l'homme et de l'animal dans le temps et dans l'espace, le couvert végétal a changé et a donné naissance à la végétation actuelle. La végétation dans la région d'El ARICHA est clairsemée et constituée par :

6.1- Une formation à alfa (*Stipa tenacissima*)

L'Alfa constitue une espèce clé de la steppe Sud de la méditerranée (LE HOUEROU, 1995). Cette formation occupe les glacis et les surfaces rocailleuses et sableuses. La présence d'alfa dans le sol désigne sa forte dégradation, avant la dernière phase dans le processus de la désertification (BOUKLI, 1998). C'est une espèce caractéristique des hautes plaines steppiques, elle se trouve en général dans un état dégradé.

L'alfa est une plante industrielle et non de pâture, du fait qu'elle ne sert pas longtemps d'aliment pour le mouton, à cause de sa pauvreté en éléments protéiques. Elle est actuellement en recul, où sa superficie s'est réduite dans un intervalle de 83 ans (1891-1974) de 40.000 ha à 15000 ha dans la région d'El-Aricha (ANAT, 1995).

L'Alfa peut se trouver en association avec :

- **Les graminées** : représentées principalement par *Lygeum spartum* (Esennagh en arabe).
- **Les chaméphytes** : représentés essentiellement par *Hammada scoparia* et *Hélianthemum hirtum*.
- **Les psammophytes** : représentés surtout par *Thymelea microphylla* et *Noea microphylla* qui se trouvent dans des sols à texture sableuse.

6.2- Une formation à armoise (*Artemisia inculta*)

Cette formation occupe les zones abandonnées après avoir été cultivé en céréales (FOUKIA, 2011).

6.3- Une formation à sparte (*Lygeum spartum* ou faux alfa) « Esennagh »

Il se trouve en bordure des bas fonds et sur sols humides des plateaux riches en éléments fins. Il a une valeur industrielle papetière et textile mais sa densité est faible dans la zone d'étude.

6.4-L'Atriplex (*Atriplex halimus*)

Cette espèce pousse sur les sols salins ou gypseux, elle est introduite dans la région d'EL-ARICHA pour des fins d'augmentation des capacités fourragères de la commune et ainsi pour des fins de conservation des sols. La plantation de cette espèce rentre presque dans tout les fonds de lutte contre la désertification :

- **FDRMVTC** : Fond de lutte contre la désertification et la mise en valeur des terres en concessions.
- **PPLCD** : Projet de proximité de lutte contre la désertification.
- **FLDDPS** : Fond de lutte contre la désertification et du développement pastoral steppique.

6.5-Groupements forestiers

- ❖ Pin d'Alep : présent comme matorral dans le versant Nord et Nord-Est du Djebel Mekaïdou ; bandes forestières aux bordures de la route nationale 22 ; reboisement autour du chef lieu d'El-ARICHA et enfin des reboisements occupant le Sud et l'Est.
- ❖ Cyprés : boisé en taux faible comme essai sur les bordures de la route nationale 13 (vers Ras EL-Ma).

7- Faune

La faune dans la région d'étude est riche et variée, domestique et sauvage. La faune domestique est représentée surtout par les ovins, les bovins et les caprins. Ces animaux constituent la principale source de vie pour la majorité des populations de la région.

La faune sauvage est assez variée ; ces animaux sont adaptés à la sécheresse et aux variations de température.

8- Etude climatique

Le climat c'est l'ensemble des facteurs du milieu qui intervient en écologie tels que la température, le vent, l'humidité, les précipitations .Sans aucun doute, par ses différents paramètres, le climat joue un rôle important dans le développement et la répartition des végétaux.

L'étude climatique de notre zone d'étude est faite sur la base des données de deux stations : El-Aricha et El-Aoudj dont les caractéristiques majeures sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau n °6 : caractéristiques des stations climatiques de référence

Stations	Latitudes (Nord)	Longitudes (Ouest)	Altitudes (m)	Commune
El Arichaa	34°12'00''	01°60'00''	1250	El-Aricha
El Aoudj	-	-	1085	El-Aricha

8.1-Précipitations

La pluviosité du point de vue quantitatif est exprimée en général par la pluviosité moyenne annuelle. Elle peut être utilisée comme un élément caractéristique du climat (Le HOUEROU, 1969 ; CELLES ,1975).

8.1.1-Régimes mensuel et annuel des précipitations

La pluviosité moyenne annuelle est de 202.7 mm pour la station d'El-Aricha et de 235.8 mm pour la station d'El-Aoudj. Entre ces deux stations, il y a une différence de 33.1 mm de plus pour la station d'El-Aoudj.

On constate que pour la station d'El-Aricha le mois dont la pluviosité est la moins élevée est Juillet avec 6.2 mm et le mois dont la pluviosité est la plus élevée est octobre avec 25.2mm (figure n°14). Concernant la station d'El-Aoudj, le mois dont la pluviosité est la moins élevée est Juin avec 7.1mm et le mois dont la pluviosité est la plus élevée est Janvier avec 37.3mm (figure n°15).

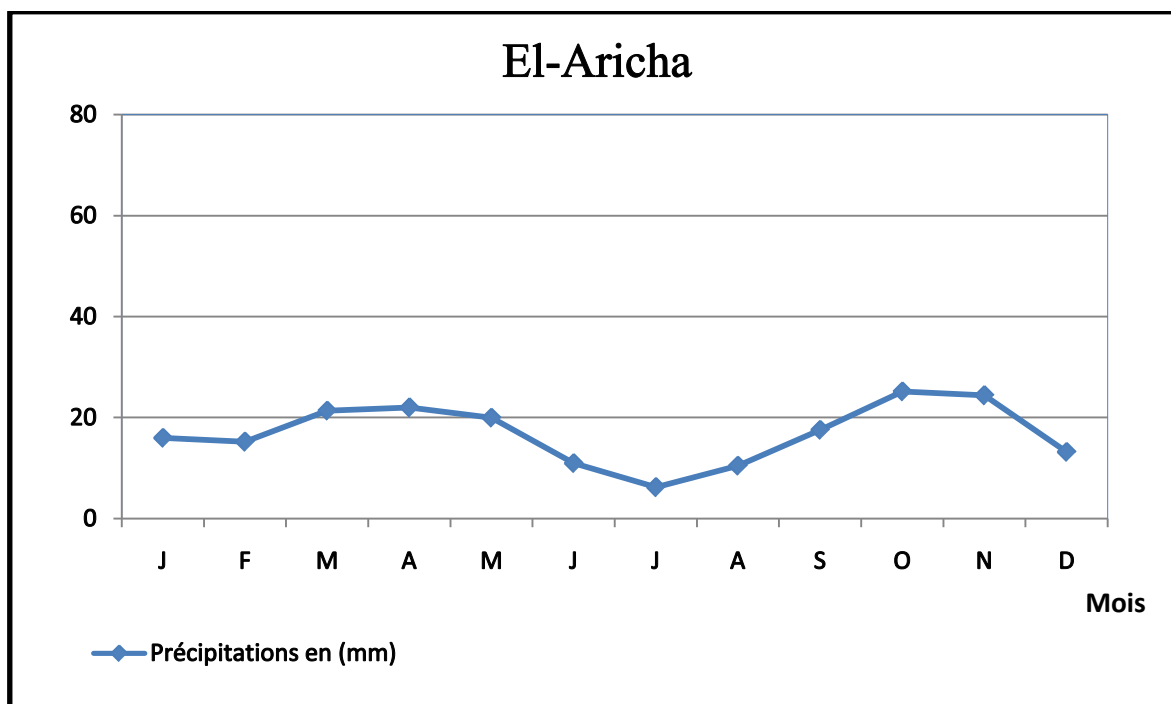


Figure n°14 : Régime pluviométrique mensuel de la station d'El-Aricha (1979-2012)

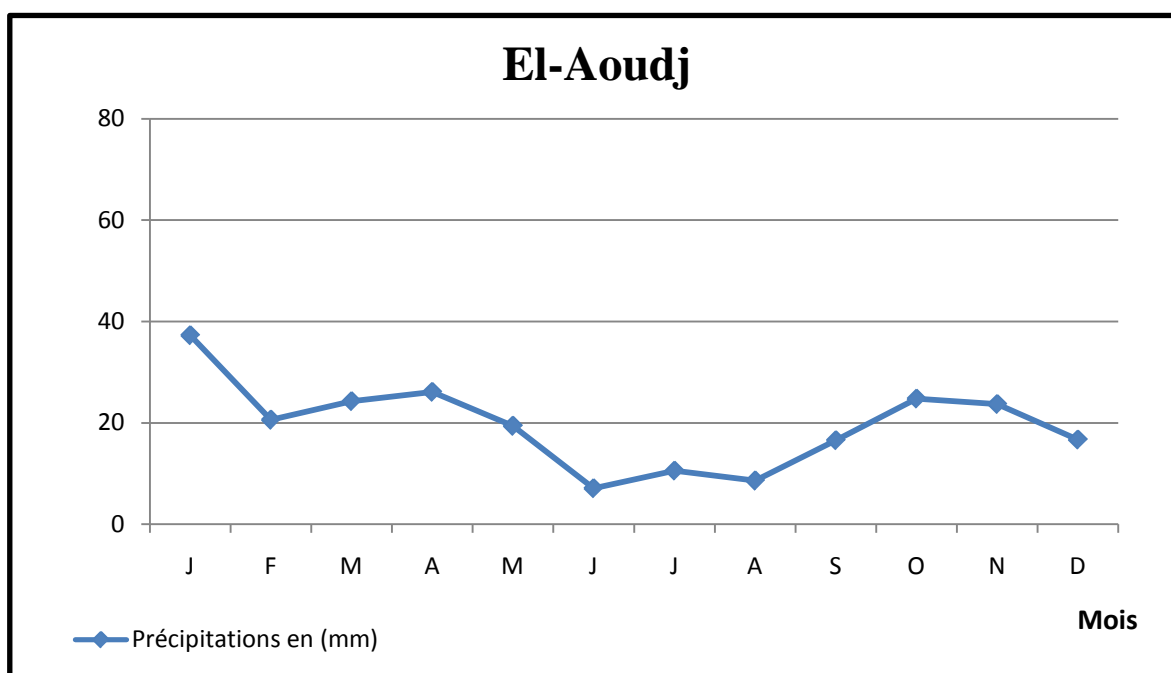


Figure n°15 : Régime pluviométrique mensuel de la station d'El-Aoudj (1971-2012)

➤ Régime interannuel des précipitations

Le régime interannuel des précipitations dans les deux stations de référence est représenté dans les figures ci-dessous :

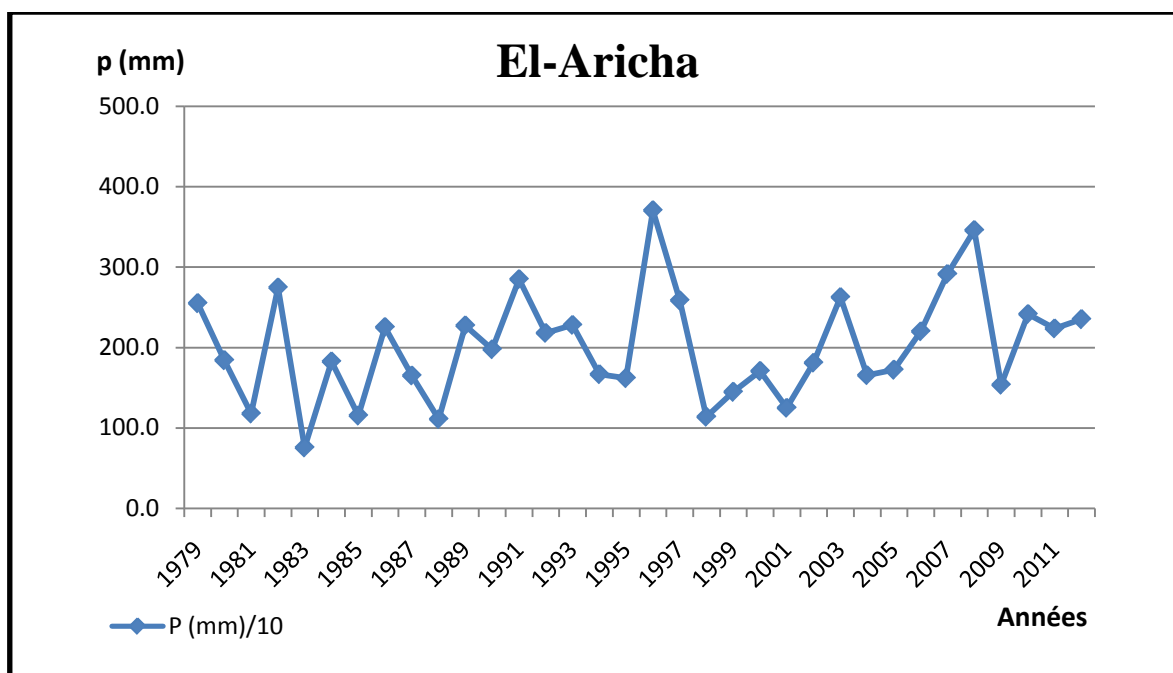


Figure n°16 : Régime interannuel des précipitations de la station d'El-Aricha (1971-2012)

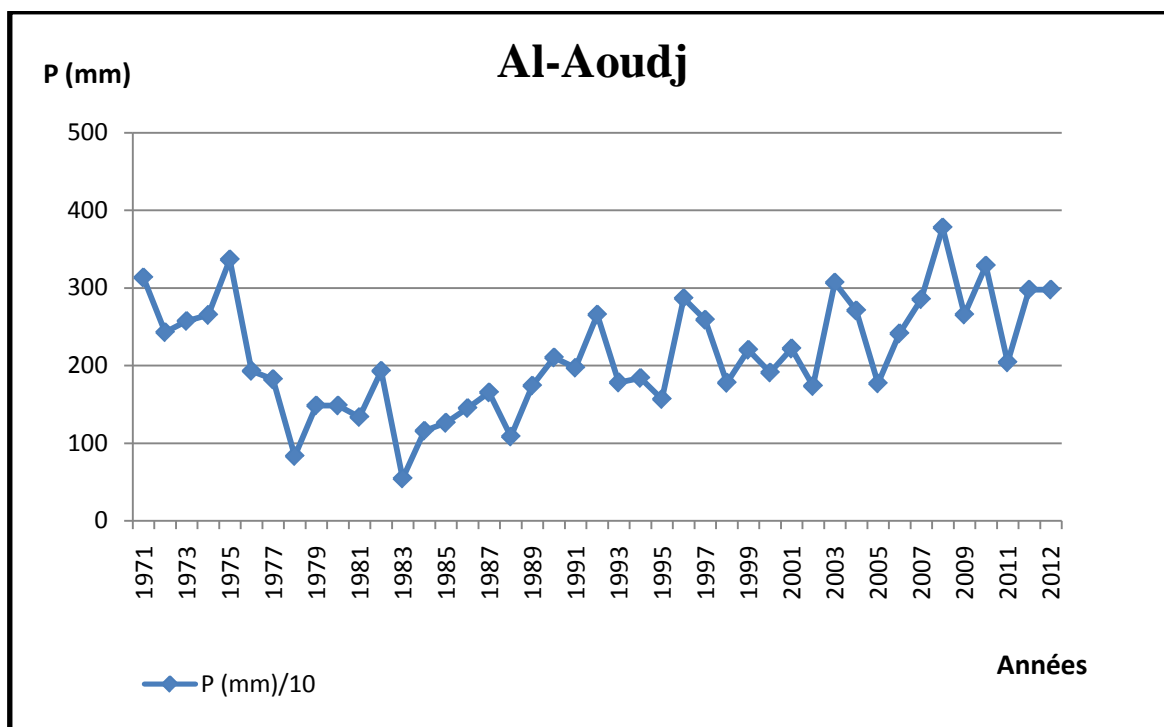


Figure n°17 : Régime interannuel des précipitations de la station d'El-Aoudj (1971-2012)

8.1.2-Régime saisonnier des précipitations

Le régime pluvial peut être aussi exprimé par le régime saisonnier qui est représenté dans les tableaux et les figures ci dessous pour chaque station :

Tableau n°7 : Moyenne des précipitations saisonnières de la station d'El-Aricha (1979-2012)

Saisons	Répartition saisonnière des pluies				Total annuel (mm)
	Automne (A)	Hiver (H)	Printemps (p)	Eté (E)	
1979-2012	67.2	44.4	63.4	27.7	202.7

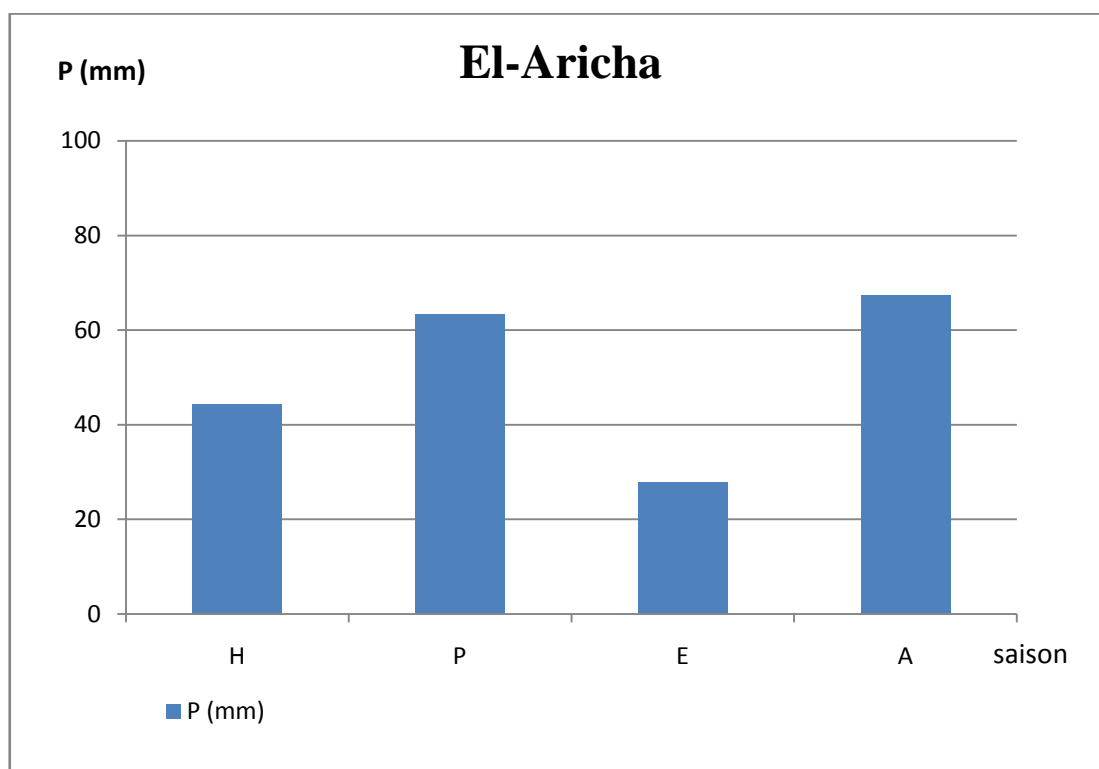


Figure n°18: Régime saisonnier des précipitations de la station d'El-Aricha (1979-2012)

Selon le tableau n°7 et la figure n°18 le régime pluviométrique saisonnier est de type **APHE** pour la station d'El-Aricha.

Tableau n°8 : Moyenne des précipitations saisonnières de la station d'El-Aoudj (1971-2012)

Saisons	Répartition saisonnière des pluies				Total annuel (mm)
	Automne (A)	Hiver (H)	Printemps (p)	Été (E)	
1971-2012	65.1	74.6	69.8	26.3	235.8

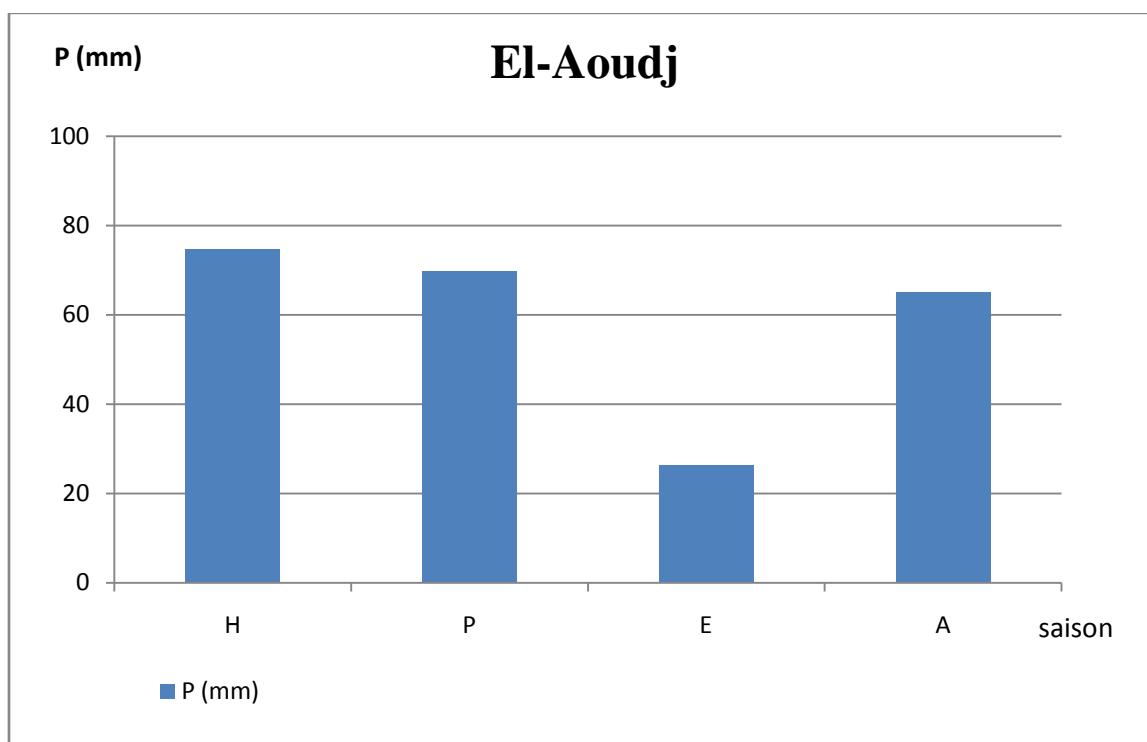


Figure n°19: Régime saisonnier des précipitations de la station d'El-Aoudj (1971-2012)

Selon le tableau n°8 et la figure n°19 le régime pluviométrique saisonnier est de type **HPAE** pour la station d'El-Aoudj.

III.8.2-Températures

Tout comme la pluviosité, les températures sont des éléments importants pour la vie des végétaux. En effet, en écologie, la connaissance de la valeur des extrêmes est un indicateur pour les seuils létaux (DJELLOULI et DJEBAILLI, 1984).

8.2.1-Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m »

Pour la station d'El-Aricha, la moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » est de 1.89°C avec généralement le mois de Janvier comme le mois le plus rigoureux.

8.2.2-Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M »

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » est une valeur aussi importante que « m », car elle représente elle aussi un facteur limitant pour certains végétaux.

Pour la station d'El Aricha, la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » est de 38.86°C avec généralement Juillet comme le mois le plus chaud.

8.2.3-Amplitude thermique

DEBRACH (1953), a fait une classification thermique des climats, basée sur cette amplitude (M-m) :

- Climat insulaire : $M-m < 15^{\circ}\text{C}$;
- Climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$;
- Climat semi-continentale : $25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$;
- Climat continental : $35^{\circ}\text{C} < M-m$.

Pour la station d'El-Aricha, l'amplitude thermique et le type de climat correspondant sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau n°9 : Amplitude thermique et type de climat de la station d'El-Aricha
(1988-2004)

Station	M-m	Type de climat
El Aricha	36.97	Continental

8.2.4-Température moyenne annuelle :

Elle est de 14.79°C pour la station d'El-Aricha durant la période (1988-2004)

8.3-Autres facteurs climatiques

Très souvent l'étude du climat se limite aux seuls éléments mesurés partout que sont surtout les précipitations et les températures. Dans cette étude, compte tenu de la documentation existante, nous étudions en plus d'une part la neige ; car elle peut par fusion constituer un apport d'eau appréciable pour la végétation notamment au début du printemps, aux gelées blanches surtout lorsqu'elles interviennent tardivement, au moment où la végétation est en pleine activité, d'autre part, au sirocco, ce vent sec et chaud qui accélère la dessiccation des végétaux.

8.3.1-La neige

A la faveur d'une température pas trop basse, l'eau de neige imbibe progressivement le sol. Plus la durée d'enneigement au sol persiste plus le potentiel hydrique du sol augmente (DJEBAÏLI, 1984).

La neige a des effets bénéfiques, elle constitue un manteau pour les jeunes plantes qu'elle protège contre la gelée et grâce à elle le ruissellement est considérablement réduit ; c'est le meilleur régulateur de l'approvisionnement en eau. A l'El-Aricha (1250m d'altitude) le nombre de jours d'enneigement est égal à 4 jours (AMRANI, 2001).

8.3.2-La gelée blanche

Les gelées blanches sont plus fréquentes dans les hautes plaines (30 jours par an), et le risque de gelée commencent lorsque le minimum de la température tombe au dessous de 10°C et il dure tant que ce minimum reste inférieur à cette valeur (Seltzer, 1946).

La région d'étude comme elle fait partie des steppes de l'Ouest, selon AMRANI (2001), elle est caractérisée par des fortes gelées blanches qui sont concentrés entre les mois de Novembre et mars. Durant la période (1968-1988) la zone d'étude a enregistré plus de 50 jours de gel par an.

8.3.3-Le sirocco

La région d'El-Aricha est caractérisée par le passage du sirocco. Ce vent chaud souffle surtout en été, son maximum a eu lieu en juillet, c'est la période généralement du repos estival pour la végétation. Il provoque un dessèchement non seulement de la végétation mais aussi du

sol où il entraîne une forte évaporation par capillarité. Ce vent ramène aussi avec lui une quantité appréciable de sable et de limon.

8.3-Synthèse climatique

La synthèse climatique est basée sur plusieurs indices climatiques, tenant compte de variables telles que la pluviosité et les températures, afin d'établir une expression synthétique du climat régional.

8.3.1-Indices climatiques

➤ Indice de DEMARTONE

L'indice de DEMARTONE (1926) est utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse.

$$I = P/T + 10$$

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

$I = 202.7/14.79 + 10$ ainsi l'indice de DEMARTONE de la station météorologique d'El-Aricha est de 8.17 pour la période (1988-2004).

➤ Quotient pluvio-thermique d'EMBERGER et STEWART

Emberger (1955) a proposé un quotient pluviométrique (Q_2) spécifique du climat méditerranéen, suite aux travaux de Sauvage (1961), le Q_2 a été formulé de la façon suivante :

$$Q_2 = \frac{1000P}{(M-m)(M+m)/2}$$

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

- Q_2 : Quotient pluviométrique ;

-**P** : précipitations moyennes annuelles en mm ;

-**M** : moyenne des maxima thermiques du mois le plus chaud en degré kelvin ;

-**m** : moyenne des minima thermiques du mois le plus froid, en degré kelvin ;

$$Q_2 = \frac{2000 \cdot 202.7}{(38.86 + 273.2)^2 - (1.89 + 273.2)^2} = \frac{405400}{97381.44 - 75674.50}$$

$$Q_2 = \frac{405400}{21706.94} \Rightarrow Q_2 = 18.63$$

➤ **Indice xérothermique de Bagnouls et Gaussen**

BAGNOULS et GAUSSEN (1953) ont établi les diagrammes ombrothermiques à partir de la formule $P < 2T$.

P : Exprime les précipitations en mm du mois considéré.

T : Exprime les températures en degré Celsius durant le même mois considéré.

Un mois est considéré comme sec lorsque la courbe des températures est supérieure à celle des précipitations, la partie du graphe comprise entre les deux courbes traduit la durée et l'intensité de la sécheresse.

8.3.2- Représentation des climagrammes et diagrammes

➤ **Diagramme Ombrothermique**

L'intersection des courbes thermiques et pluviométriques détermine la durée de la saison sèche. D'après les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen de la station météorologique étudiée, la période sèche est de 9 mois.

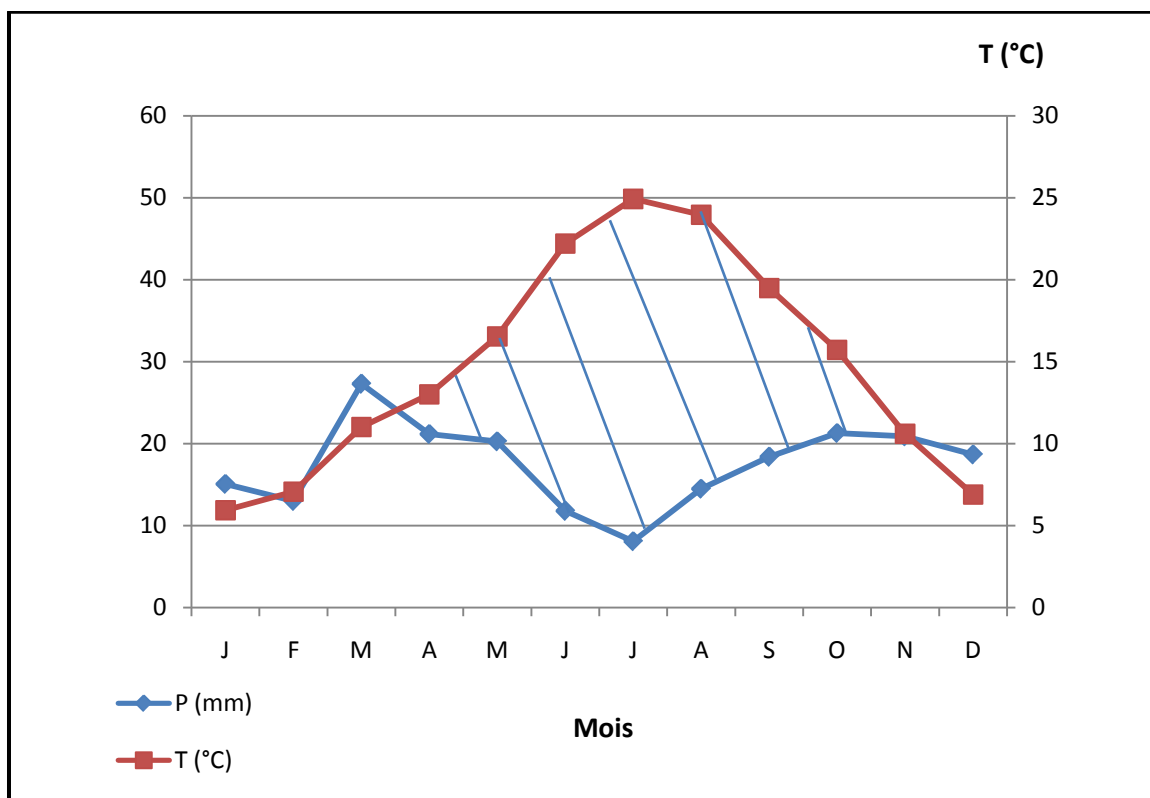


Figure n°20: diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN 1953 de la station d'El-Aricha 1988-2004

➤ **Le climagramme d'Emberger :**

Les données climatiques de la période (1988-2004) classent la station d'El-Aricha dans l'étage aride inférieur à hiver frais (fig.). Et selon le P.D.A.U (2014), la station d'El-Aricha se trouvait durant la période (1913-1939) dans l'étage aride supérieur à hiver frais.

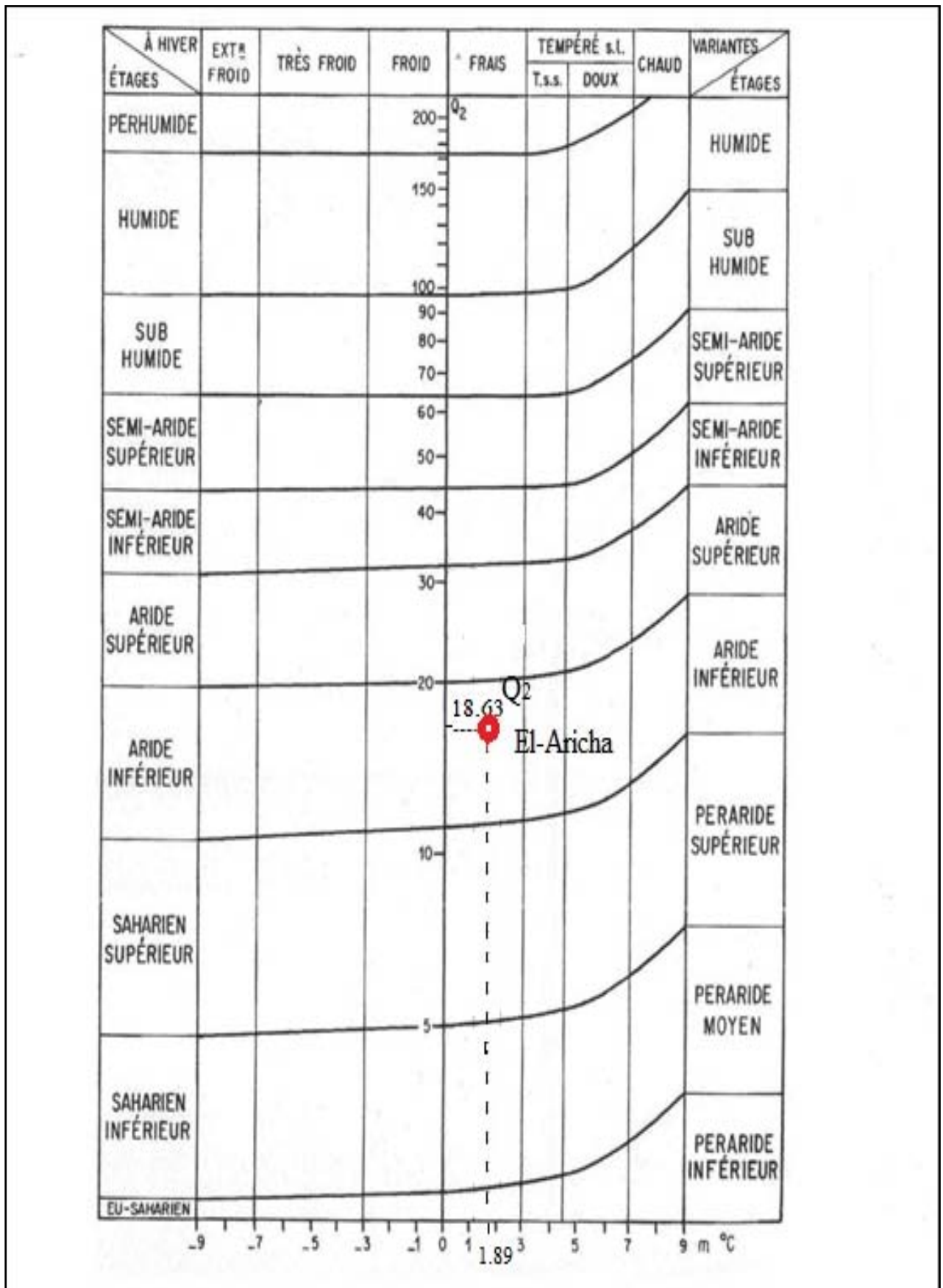


Figure n°21: Climagramme pluviothermique d'Emberger

9-Aspects socio-économiques

9.1-La population

Dans la stratégie de l'aménagement de la wilaya de Tlemcen, la commune d'El-Aricha est appelée à jouer un rôle fondamental dans le rééquilibrage de l'armature urbaine de la wilaya qui se distingue aujourd'hui par une répartition non équilibrée de la population sur l'ensemble du territoire de la wilaya.

La densité moyenne de la population est estimée à 10 hab/km². Toutefois cette dernière est très différente d'une zone à une autre. En effet la quasi-totalité de la population se concentre dans le chef lieu de la commune qui englobe lui seul 67% de la population totale de la commune. En seconde position vient le village Belhadji Boucif qui regroupe près de 19% de la population totale de la commune, et en fin les zones éparses avec 14% (PDAU, 2014).

La population de la commune d'El-Aricha des cinquante dernières années selon le recensement général de la population et de l'habitat (R.G.P.H) est représentée dans le tableau n°10 et la figure n °22 suivants :

Tableau n° 10: Evolution de la population dans la commune d'El-Aricha dans les cinq dernières décennies.

Commune	RGPH 1966	RGPH 1977	RGPH 1987	RGPH 1998	RGPH 2008
El Aricha	4756	5044	5820	5100	7171

Source: D.P.A.T, 2014

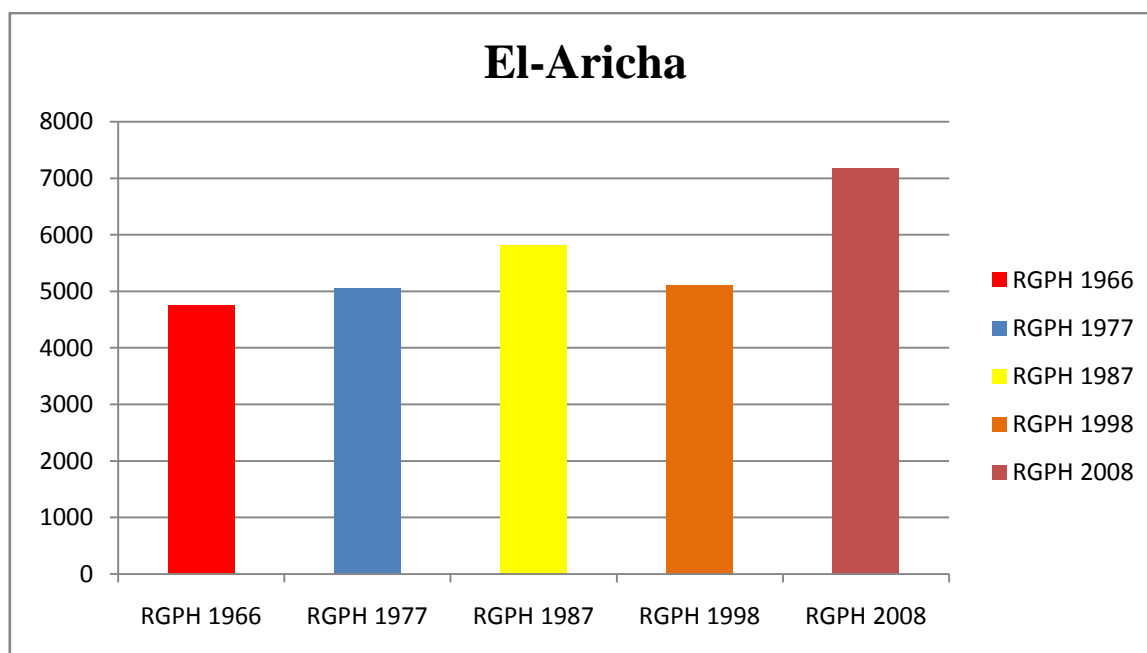


Figure n°22 : Evolution de la population dans la commune d'El-Aricha dans les cinq dernières décennies.

En observant le tableau n°10 et la figure n°22, nous remarquons que la population dans la commune d'El-Aricha n'a cessé d'augmenter depuis l'indépendance sauf lors de la décennie 1987/1998 à cause du terrorisme, appelée d'ailleurs la décennie noire.

9.2-Structure de la population par sexe et par âge

La structure de la population de la commune d'El-Aricha, par sexe et par âge est représentée dans le tableau n°11 et la figure n°23 suivants :

Tableau n°11 : Répartition de la population par sexe et par âge dans la commune d'Al Aricha (RGP 2008)

Classe d'âge	masculin	féminin	Age	masculin	féminin
0-4	363	335	45-49	131	126
5-9	323	297	50-54	105	111
10-14	379	355	55-59	78	79
15-19	324	325	60-64	67	58
20-24	385	345	65-69	73	67
25-29	351	351	70-74	47	51
30-34	306	298	75-79	33	23
35-39	220	214	80-84	17	18
40-44	202	184	85+	14	14

Source : D.P.A.T, 2014

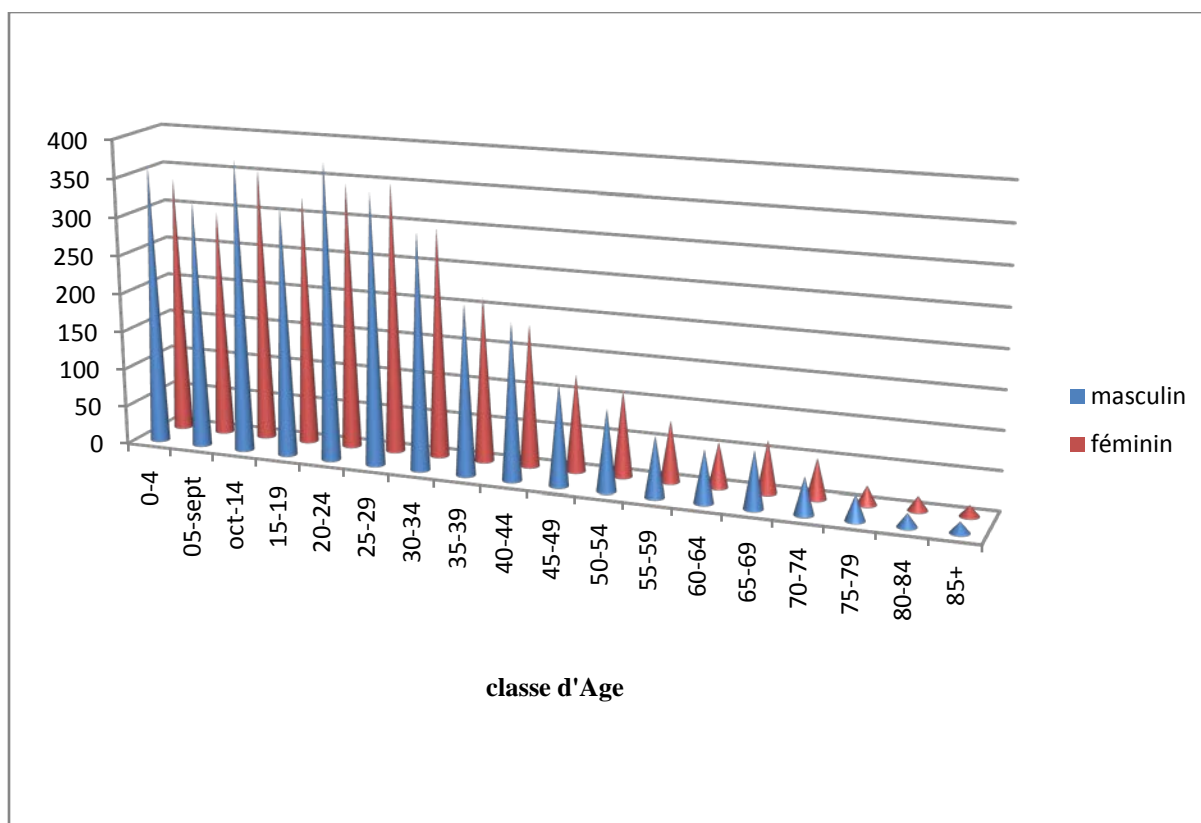


Figure n°23: Répartition de la population par sexe et par âge dans la commune d'El-Aricha (RGPH 2008)

En observant le tableau n°11 et la figure n°23, nous constatons que la population jeune est la plus dominante (0-39ans) et la population active (15-59ans) représente 58% de la population total de la commune d'El-Aricha.

9.3-Le taux de natalité et mortalité durant l'année 2008

Tableau n°12 : Le taux de natalité et mortalité - année 2008-.

La commune	TX de Natalité(%)	TX de Mortalité(%)	Population total
El-Aricha	4.60	3.63	7171

Source : D.P.A.T, 2014

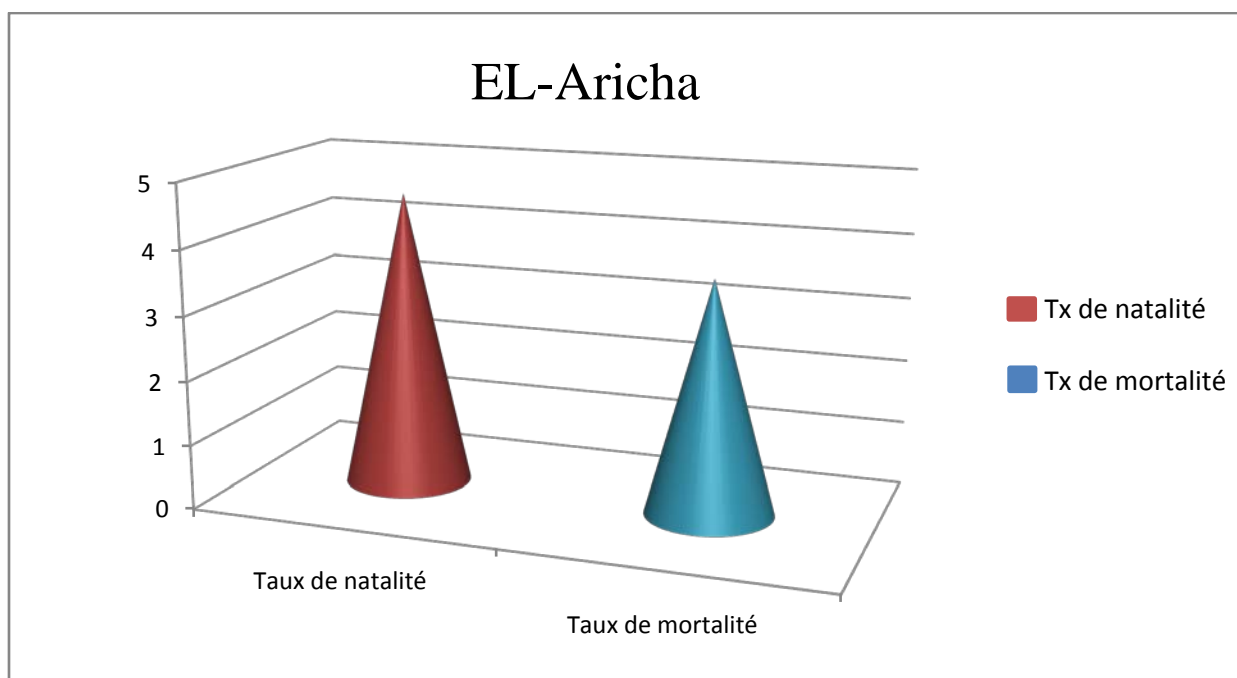


Figure n°24: Le taux de Natalité et de Mortalité de l'année 2008 d'El-Aricha

En observant le tableau et la figure ci-dessus, nous constatons que le taux de natalité (4,60%) est supérieur au taux de mortalité (3,63%).

9.4-Emploi et Localisation de la population

Selon le P.D.A.U. (2014), il y'a 3023 personnes pratiquant différents activités dans la commune d'El-Aricha comme l'indique le tableau n°13 suivant :

Tableau n°13 : Les activités de la population

Les activités	Nbr d'employers	Le pourcentage (%)
Service de Santé	14	0.46%
Service d'enseignement	40	1.32%
Service agro-pastoral	1258	41.61%
Service du BTP	671	22.19%
Industrie	68	2.24%
Administration	255	8.23%
Secteur des services	256	8.46%

Source : P.D.A.U, 2014

Selon le tableau ci-dessus, nous constatons que la majorité de la population active de la commune d'El-Aricha est constituée d'agro-pasteurs.

9.5-L'agriculture et l'agro pastoralisme :

Selon BOURBOUZE et GIBON (1999) *in* HADDOUCHE (2009), les années 1970-1980 ont été marquées, dans les pays du Maghreb, par les grandes politiques de sédentarisation des populations pastorales et de modernisation de l'agriculture dans les zones favorables.

9.5.1-La surface agricole utile

La surface agricole utile (S.A.U) dans la commune d'El-Aricha entre l'année 1989 jusqu'à 2013 est représentée dans le tableau n°14 et la figure n°25 suivants:

Tableau n°14: Superficies des terres utilisées par l'agriculture (S.A.U.)
dans la commune El-Aricha de 1989 à 2013

Les années	Surface (ha)	Les années	Surface (ha)
1989-1990	11000	2001-2002	15700
1990-1991	11000	2002-2003	15700
1991-1992	9000	2003-2004	15700
1992-1993	9000	2004-2005	15651
1993-1994	9000	2005-2006	15700
1994-1995	9000	2006-2007	15700
1995-1996	11000	2007-2008	15700
1996-1997	15700	2008-2009	15700
1997-1998	15700	2009-2010	15700
1998-1999	15700	2010-2011	15700
1999-2000	15700	2011-2012	15700
2000-2001	15700	2012-2013	15700

Source : DSA, 2014

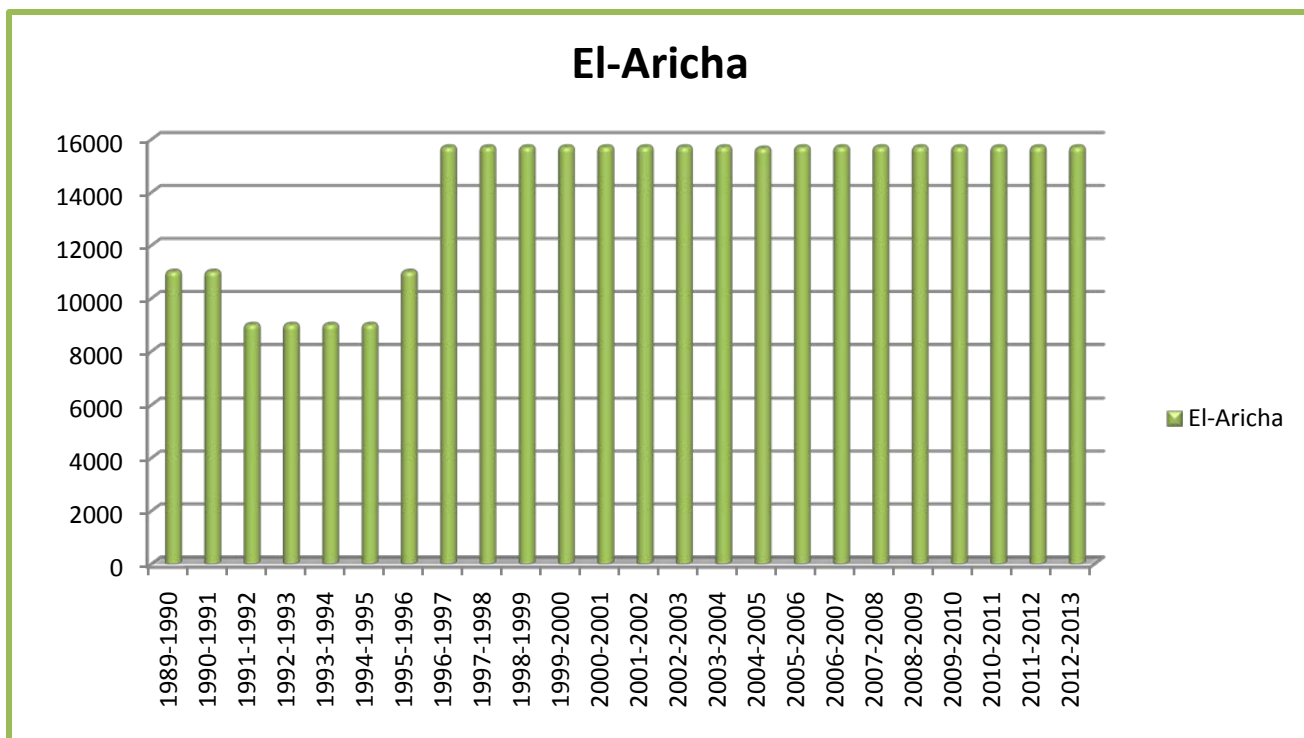


Figure n°25 : Superficie des terres agricole utiles (S.A.U.) durant la période 1989-2013 dans la commune d'El-Aricha

En observant le tableau n°14 et la figure n°25 nous constatons que la SAU a variée de 1989 1996 pour devenir fixe de 1996 à 2013 avec 15700 ha.

9.5.2-Le système d'élevage et répartition de cheptel

Des mutations profondes ont touché les systèmes d'élevage dans le milieu steppique de la zone d'étude, comme toute la steppe algérienne d'une manière générale. Comme l'Achaba a été presque détruite au cours de la colonisation et impossible après l'indépendance, les semi-nomades pratiquent le pastoralisme non loin des agglomérations et à proximité des surfaces de cultures et des points d'eau aménagés par les pouvoirs locaux. Les déplacements saisonniers des troupeaux vers les pâturages sont réduits et obéissent à des règles et des considérations économiques (HADDOUCHE, 2009).

Le cheptel dans la zone d'étude est constitué principalement d'ovins et secondairement de bovins et caprins (Tableau n°15). Son effectif n'a cessé d'augmenter depuis l'indépendance comme dans toute la steppe au niveau national.

Tableau n°15 : Répartition du cheptel de la commune d'El-Aricha en 2010 et 2013

Les années	Ovins	Bovins	Caprins
2009-2010	31500	1095	1040
2012-2013	38610	1130	1360

Source : D.S.A, 2014

L'indice de charge

La croissance rapide du cheptel steppique (ovin surtout) a conduit principalement à une forte dégradation du couvert végétal, où les pâturages ne peuvent plus supporter le nombre actuel et très élevé du cheptel. C'est ce qu'on appelle surcharge pastorale.

Pour pouvoir calculer l'indice de charge pastorale il faut d'abord calculer le shepp-équivalent cheptel par les deux formules suivantes (LABUSSIÈRE et al, 2007 in HADDOUCHE, 2009) :

- Une vache = 3.63 moutons
- Une chèvre = 0.74 moutons

Après avoir calculé le « Shepp-équivalent cheptel » en mouton de tout le cheptel existant dans les parcours de ce milieu steppique (tab. n°16), il ressort que la charge animale actuelle dans cette région est 1 mouton pour 2.5ha, elle est peu loin de l'énorme conseillé par le HOUEROU en 1985(1 mouton pour 4 ha) (HADDOUCHE, 2009).

Tableau n°16 : Shepp-équivalent cheptel.

Les années	Shepp équivalent cheptel	Les années	Shepp équivalent cheptel	Les années	Shepp équivalent cheptel
1989-1990	55543	1997-1998	54529	2005-2006	23239
1990-1991	55747	1998-1999	53837	2006-2007	18417
1991-1992	55534	1999-2000	39752	2007-2008	28489
1992-1993	52272	2000-2001	29962	2008-2009	29466
1993-1994	59963	2001-2002	30616	2009-2010	36245
1994-1995	54678	2002-2003	31440	2011-2012	35696
1995-1996	56997	2003-2004	25767	2012-2013	43718
1996-1997	42955	2004-2005	17951		

Chapitre IV

Approche méthodologique

CHAPITRE IV: Approche méthodologique et protocole expérimental

1-Approche méthodologique

Le sol constitue la seule richesse durable, assurant la prospérité de l'homme et la pérennité des civilisations. Il est défini comme une formation superficielle meuble et relativement stable du terrain, contenant une certaine végétation ; il comporte une fraction organique et une fraction minérale, cette dernière est le déterminant primordial de toutes propriétés des sols. Ces propriétés sont en relation directe avec les proportions de limon, d'argile et de sable. Selon DUCHAUFOR (1988), le sol n'est pas un milieu inerte et stable, mais il se forme, se développe, il évolue sous l'influence du climat et de végétation.

Le présent travail rentre dans ce cadre dont son objectif principal est de faire une caractérisation pédologique des sols dans la commune d'El-Aricha. Cette caractérisation est faite au niveau de la couche superficielle des sols seulement et fera l'objet d'une réalisation de la carte pédopaysagique de la commune.

L'élaboration de la carte pédopaysagique permettra aux gestionnaires aménagistes d'interpréter certaines situations et de proposer certaines solutions dans le cadre d'un développement durable de la région.

2-Etude pédologique

2.1-Protocole expérimental

2.1.1-Matériel utilisé sur terrain

Pour entamer le protocole expérimental nous avons utilisé sur le terrain le matériel suivant :

- ✓ Un marteau pédologique ;
- ✓ Un GPS (global position système), Garmin ;
- ✓ Des sachets en plastiques ;
- ✓ Un couteau ;
- ✓ Un ruban métrique ;
- ✓ Des fiches de description de profils ;
- ✓ Une quantité de HCL 10 fois normal ;
- ✓ L'eau.

2.1.2-Analyse du sol sur terrain

Avant de faire des prélèvements puis des analyses physico-chimiques des sols au niveau du laboratoire, il est nécessaire d'étudier le sol d'abord dans son milieu naturel.

Les étapes que nous avons suivies sont les suivantes :

2.1.2.1-Analyse de la texture

A partir de la couche superficielle du sol nous avons pris une petite quantité de terre, puis nous l'avons mouillé avec un peu d'eau, ensuite nous avons fabriqué un agneau (photo n°8).

Si les deux bouts de l'agneau se collent sans la réfraction de ce dernier, cela indique que le pourcentage de l'argile dans ce sol est important est le pourcentage du sable est faible. Si l'agneau se brise cela indique le contraire (% d'argile faible et % du sable important).

Après, nous essuyons bien les mains l'une avec l'autre, si cela laisse une tache ceci indique que le sol est limoneux.



Photo n°8 : analyse de la texture du sol sur terrain
(Cliché KHAZANI R., Avril 2014)

2.1.2.2-Analyse du calcaire

L'analyse du calcaire sur terrain est très simple, il suffit d'écouler quelques gouttes d'HCL (10 fois normal) sur le sol et sur les roches et observer leur réaction (photo n°9).

Si l'effervescence est importante et rapide, cela indique la présence d'une bonne quantité de calcaire, si l'effervescence est faible et lente cela indique le contraire.

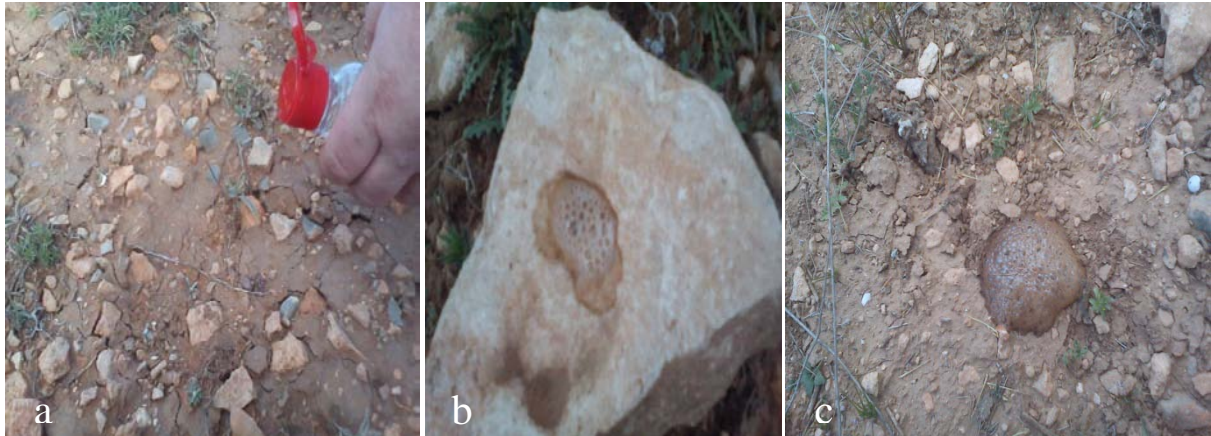


Photo n°9 a, b, c: l'analyse du calcaire
(Cliché KHAZANIR., Avril 2014)

2.1.2.3-Détermination de la charge caillouteuse

Pour déterminer la charge caillouteuse sur le point d'échantillonnage choisi, nous avons tracé un carré de 1m² puis nous l'avons divisé en 4 petits carrés égaux (de 0.25m²). Nous avons rassemblé tous les cailloux qui se trouvent à l'intérieur du grand carré dans un même coté pour pouvoir déterminer le pourcentage (%) de la charge caillouteuse (photo n°10).



Photo n°10 a, b, c: la détermination de la charge caillouteuse
(Cliché KHAZANI R, Avril 2014)

2.1.2.4-Analyse de la salinité

Pour avoir une idée sur la salinité du sol, nous avons goutté une pincé de terre pour voir si le sol est salé ou non.

2.1.3 -Prélèvement des échantillons

Le prélèvement du sol a été fait à partir de la couche superficielle du sol dans les stations d'échantillonnage choisies suivantes (Tab. n°17 et fig. n°26) :

Tableau n°17 : localisation des stations d'échantillonnage

Échantillon1	X	Y	Z	Lieu
Échantillon1	34°32.51'Nord	01°12.07'Ouest	1138m	La route entre l'intersection ? et Laaouadj
Échantillon2	34°22.02'Nord	01°16.48'Ouest	1152m	15km de Laaouadj à la liaison routière entre Laaouadj et le chef lieu de l'Aricha
Échantillon3	34°19.62'Nord	01°15.73'Ouest	1187m	25km de Laaouadj à la liaison routière entre Laaouadj et le chef lieu de l'Aricha
Échantillon4	34°33.78'Nord	01°15.76'Ouest	1143m	La liaison routière entre Laaouadj et le chef lieu d'El-Gor

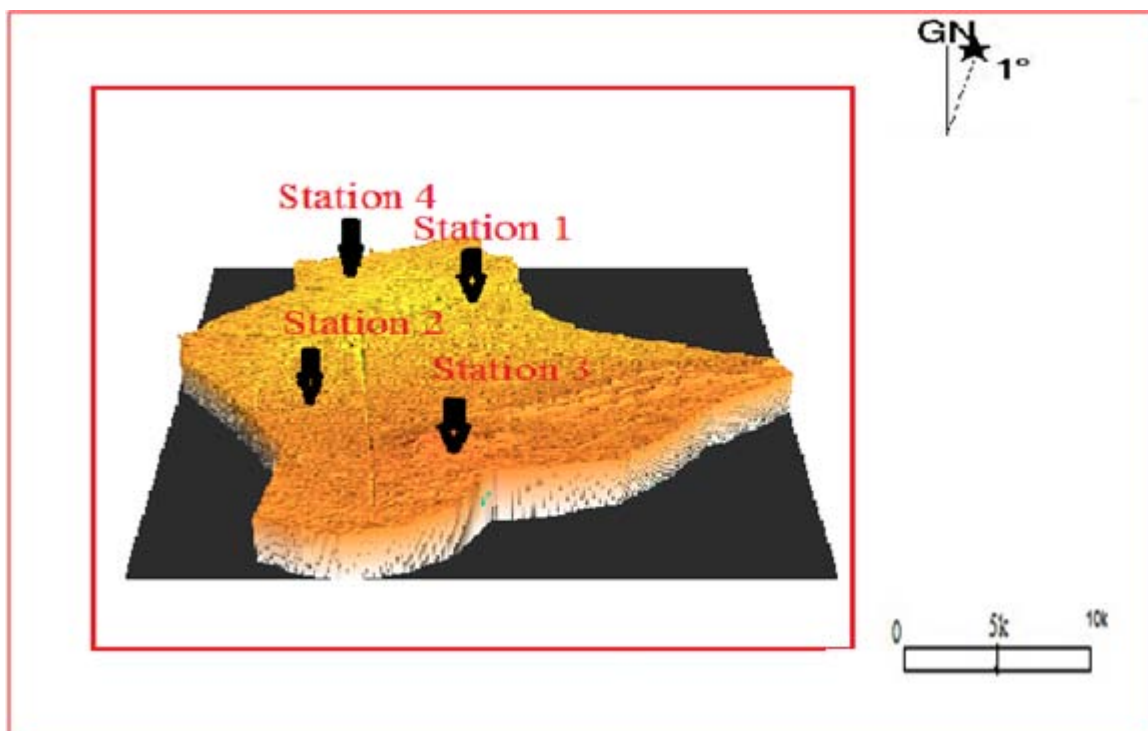


Figure n°26 : localisation des stations d'échantillonnage (commune d'El Aricha)

2.1.4-Analyse du sol au laboratoire

2.1.4.1-Préparation des échantillons

Les échantillons prélevés dits « échantillons de sol perturbés » sont étalés, au laboratoire, sur des papiers journaux pour les sécher à l'air libre, les agrégats sont pulvérisés et les débris organiques sont éliminés. Le séchage des échantillons se fait pendant une semaine.

Après séchage, on fait le tamisage des échantillons par un tamis à trou de 2mm de diamètre (photo n°11) pour obtenir la terre fine, utilisée dans les analyses réalisées.



Photo n°11 : un tamis de 2mm
(Cliché KHAZANI R., Mai 2014)

2.1.4.2-Analyse physique

2.1.4.2.1-Analyse granulométrique (Méthode Casagrande)

L'analyse granulométrique est l'un des facteurs les plus importants qui conditionnent les propriétés des sols. BAISE (1988) a défini l'analyse granulométrique comme une opération de laboratoire qui implique la dissociation complète du matériau pédologique jusqu'à l'état de particules élémentaires et donc la destruction totale des agrégats et fragments d'agrégats.

L'analyse granulométrique qui fût longtemps désigné par « analyse physique », est la méthode la plus utilisée actuellement pour le classement des particules élémentaires minérales, selon leur dimension et la détermination de la texture des sols. Cette méthode comporte deux opérations : la dispersion et la sédimentation.

- La dispersion : elle consiste à détruire les agrégats par dispersion des colloïdes flocculés. La dispersion est obtenue par l'utilisation d'un seul neutre (Hexametaphosphate de sodium) et un chauffage jusqu'à ébullition pendant une heure.

- La sédimentation : elle consiste à calculer la vitesse de chute des particules libres (après dispersion, qui est proportionnelle à la taille de ces derniers.

Les classes granulométriques selon BAISE (1988) sont :

*Sables	2mm à 50 μ m
➤ Sables grossiers	2mm à 0,2mm
➤ Sables fins	0,2mm à 50 μ m
*Limons	50 μ m à 2 μ m
➤ Limons grossiers	50 μ m à 20 μ m
➤ Limons fins	20 μ m à 2 μ m
*Argile	<2 μ m

2.1.4.2.1.1-Matériel utilisé

Le matériel qui a été utilisé pour effectuer l'analyse granulométrique est le suivant :

- un tamis (0,2 mm) ;
- Une balance ;
- Des capsules ;
- Des plaques chauffantes ;
- Des baguettes en verre ;
- Des éprouvettes de 1000 ml ;
- Un densimètre de Meriax ;
- Un thermomètre ;
- Un chronomètre ;
- L'eau distillée ;
- L'hexamétaphosphate de sodium.

2.1.4.2.1.2-Mode opératoire

La prise d'essai est estimée par appréciation tactile. Elle est généralement comprise entre 30 et 100g et elle est inversement proportionnelle à la quantité d'argile. L'opération de la dispersion est réalisée de la façon suivante :

On ajoute à la terre fine déjà pesée une quantité équivalente d'hexamétaphosphate de sodium et on complète jusqu'à 200 ml par l'eau distillée. On place le mélange dans une capsule en porcelaine et on porte à l'ébullition sur une plaque chauffante en pratiquant une agitation permanente à l'aide d'une baguette en verre.

Après refroidissement, on entame l'opération de sédimentation ; on fait passer le mélange à travers un tamis à trou de 0,2mm de diamètre (photo 12). Le refus du tamis, composé de sables grossiers, est rincé et laissé à l'air libre, ensuite pesé afin de déterminer le taux des sables grossiers.

Les éléments qui sont passés à travers le tamis (0,2mm) sont récupérés dans une éprouvette de sédimentation, après avoir complété à 1000 ml par l'eau distillée, on mélange à l'aide d'un agitateur pendant une minute, ensuite on prolonge un densimètre. Les densités sont prélevées après certains temps fixés préalablement : 30'', 1', 2', 5', 15', 45', 2h et 20h.

Les lectures sont portées sur un tableau comportant : le temps de sédimentation (T), la densité correspondante des particules de la suspension (D) et la température (t°) de la suspension (Tab.02, Annexe.4).

La détermination de la composition granulométrique du sol se fait après la construction de la courbe cumulative de chaque échantillon à travers des calculs précis. En utilisant le diagramme (fig. n°2, Annexe 4) pour déterminer la composition granulométrique, et en utilisant le diagramme des textures et la composition granulométrique pour déterminer la texture du sol.



Photo n°12 : un tamis de 0.2mm
(Cliché KHAZANI R., Mai 2014)

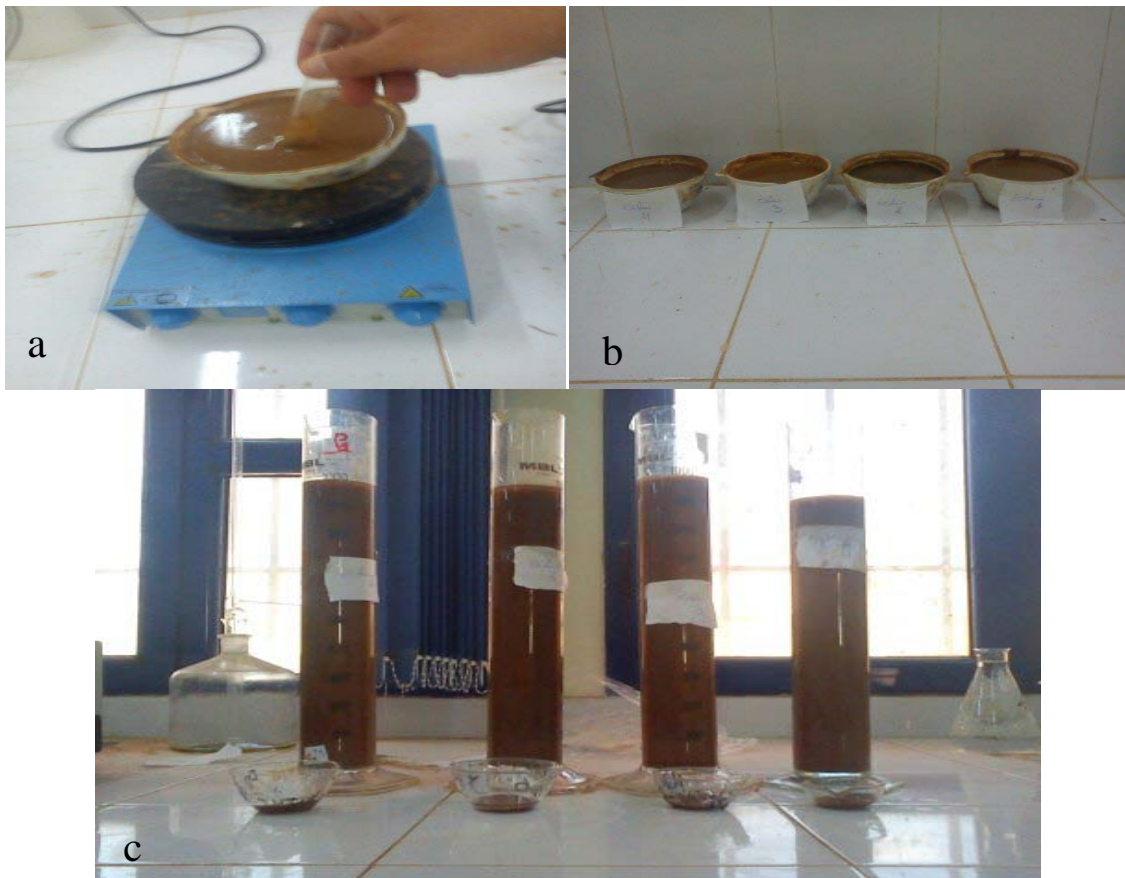


Photo n°13 a, b, c: la dispersion et la sédimentation
(Cliché KHAZANI R., Mai 2014)

2.1.4.2.2-Détermination de la couleur

La détermination de la couleur de nos échantillons du sol a été faite par une simple lecture, en utilisant le code international de Munsell. La lecture de la couleur a été réalisée sur les échantillons à l'état sec.

2.1.4.3-Analyse chimique

2.1.4.3.1-Détermination du pH

La détermination du pH dans le laboratoire se fait par un pH-mètre. Nous mettons 1g de terre fine dans 2.5 ml d'eau distillée soit 10g/25ml dans un bécher et nous agitons le contenu dans un agitateur pendant 20 minutes pour obtenir un mélange de sol et d'eau.

En fin nous mettons le pH-mètre dans le bécher et nous lisons la somme de pH. Puis nous interprétons cette dernière à partir du tableau d'échelle d'interprétation du pH (tableau n° 18).

Tableau n° 18 : Echelle d'interprétation du pH

pH/ H ₂ O	Sol
< 4,9	Très acide
4,9 – 6,0	Acide
6,0 – 7,0	Peu acide
7,0	Neutre
7,0 – 8,0	Peu alcalin
8,0 – 9,4	Alcalin
> 9,4	Très alcalin



Photon n° 14 : Mesure de pH à l'aide d'un pH-mètre
(Cliché KHAZANI R., Mai 2014)

2.1.4.3.2-Calcaire total (CaCO₃)

Nous avons utilisé la méthode volumétrique de Bernard pour le dosage du CaCO₃ total. La décomposition des carbonates a été effectuée par HCL à 10% en prenant comme témoin le CaCO₃ pur. La réaction totale entre l'acide chlorhydrique et le calcaire présent dans le sol produira du dioxyde de carbone selon l'équation suivante :



2.1.4.3.2.1-Matériel utilisé

Pour la détermination du calcaire total nous avons utilisé le matériel suivant :

- Une balance ordinaire ;
- Une pince ;
- Une fiole jaugée ;
- Une pipette graduée de 05ml ;
- Calcimètre de Bernard ;
- L'acide chlorhydrique à 10% ;
- Le carbonate de calcium (CaCO₃) pur ;
- L'eau distillée.

2.1.4.3.2.2-Mode opératoire

- On prend 1g de terre fine et on la met dans un erlenmeyer de 100ml ;
- On met 2.5ml d'acide chlorhydrique dans un petit tube en verre et à l'aide d'une pince on introduit ce dernier dans l'erlenmeyer ;
- On ferme l'erlenmeyer par le bouchon de calcimètre de Bernard, on met le niveau de l'eau dans le tube gradué et dans l'ampoule au zéro ;
- On prend l'erlenmeyer par son bouchon et on verse l'acide sur la terre fine, on mélange bien par la main et on attend que la réaction soit complète ;
- A l'aide de l'ampoule, on rétablit les niveaux d'eau entre le tube et l'ampoule afin d'égaliser la pression atmosphérique, et on lit le volume V de CO₂ dégagé : cela permettra de calculer le poids de CaCO₃ de l'échantillon par la formule suivante :

$$\% \text{CaCo}_3 = \frac{p \cdot V}{P \cdot v} * 100$$

- p : poids de témoin ;
- v : volume de CO₂ dégagé dans la réaction de témoin ;
- P : poids de la terre fine ;
- V : volume de CO₂ dégagé dans la réaction de terre fin.

Une fois les résultats de l'analyse connus, nous pourrons utiliser selon BAISE (2000) les appréciations du tableau ci-dessous proposées par le G.E.P.P.A. (Groupes d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée).

Tableau n°19: Classification des sols selon le pourcentage en carbone G.E.P.P.A.

Type de sol	Pourcentage en CaCo ₃ (%)
Non calcaire	< 1
Peu calcaire	1 - 5
Modérément calcaire	5 - 25
Fortement calcaire	25 - 50
Très fortement calcaire	50 - 80
Excessivement calcaire	> 80

Source: BAISE, 2000



Photo n°15 : calcimètre de Bernard
(Cliché KHAZANI R., Mai 2014)

2.1.4.3.3-Matière organique

La matière organique joue un rôle très important dans la pédogenèse et la formation d'humus, elle influe de façon importante sur l'ensemble des propriétés physico chimique du sol. Selon BAISE (1988), le taux de la matière organique des trente premiers centimètres du sol est très dépendant de la nature de végétation (forêt, culture, ...) et du type d'humus ; en profondeur, ce taux décroît très rapidement mais il existe des types de sols et des types d'horizons profonds où on trouve en profondeur des teneurs encore relativement élevées.

Mode opératoire :

1. Broyer une petite quantité de terre fine sèche à l'air ;
2. Passer au tamis 0,2 mm ;
3. Peser une prise d'essai de 0,3 a 1,5 g de cette terre (selon la richesse de l'échantillon en carbone organique) et la placer dans un bêcher de 100 ml ;
4. Ajouter 10 ml de $K_2Cr_2O_7$, 0,4 N couvrir à l'aide d'un verre de montre ;
5. Placer dans une étuve 45° a 125 °C ;
6. Laisser refroidir ;
7. Rincer avec l'eau distillée ;
8. Additionner 10 ml de sel de mohr, 01 N ;
9. Ajouter 7 à 8 cm d'acide ortho phosphorique concentré qui rend le virage plus visible, et 3 a 4 gouttes de diphénylamine ;

Titrer par $K_2Cr_2O_7$ (une solution de sulfate double d'ammonium et de fer), 0,4N jusqu'à virage au violet.

Le pourcentage de CO_x et de l'humus sont calculé par les formules suivantes :

$$CO_x \% = \frac{C.4.0,3.100}{g}$$

- CO_x : le pourcentage du carbone oxydé

-04 : conversion en 0,1 N

-g : prise d'essai en ms de terre fine

-C : volume de $K_2 G_2$

-0,3 : conversion en mg

-100 : conversion en pourcentage

$$\text{Humus}\% = \text{CO}_x\% * 1.724$$

Les résultats obtenus seront interprétés à partir de l'échelle suivante (tableau n°20) :

Tableau n°20 : Echelle d'interprétation de la matière organique

% CO _x	% humus	Quantité
< 0.60	< 1	Très faible
0.60 - 1.15	1-2	Faible
1.15 – 1.75	2-3	Moyenne
1.75 – 2.90	3-5	Forte
>3	> 5	Très fort

2.1.4.3.4-La conductivité électrique des sols

La conductivité électrique d'une solution est la conductance de cette solution mesurée entre les électrodes de 1 cm² de surface, distances de 1 cm, elle détermine la concentration en sel (plus la concentration en sel est forte, plus la conductivité est forte), le type d'appareil à utiliser est le conductimètre (BAISE, 2000).

Il comprend un pont alimenté en tension alternative à la fréquence de secteur, un amplificateur et un œil magique en tant qu'indicateur de zéro.

Mode opératoire selon AUBERT (1987) :

- ❖ Prendre 10g de sol et 50ml d'eau distillée soit 1/5 et mette dans un récipient. Agiter pendant 2mn dans un agitateur et après le laisser pour reposer jusqu'à 1/2heure ;
- ❖ Plonger l'électrode de l'appareil dans la solution, fixer la température à 25°C après chaque mesure par le thermomètre et à la fin lire la conductivité sur l'indicateur par Milli Siemens/cm.

Et à l'aide de l'échelle d'interprétation précisée par Richard in AUBERT (1987) (fig.27) on détermine le degré de salinité du sol.

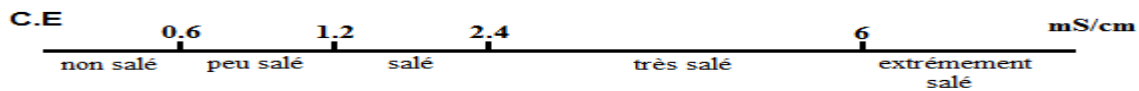


Figure n°27 : Echelle d'interprétation de la salinité

3-Etude cartographique

Les résultats issus de l'étude pédologique feront l'objet d'une élaboration d'une carte pédopaysagique de la région d'étude.

3.1-L'élaboration de la carte de classification du sol (carte pédopaysagique)

L'élaboration de la carte pédopaysagique obéit à tout un processus depuis l'acquisition des données satellitaires, jusqu'à la réalisation cartographique. Cela nécessite le passage par l'ensemble des prétraitements et traitements des données numériques jusqu'aux approches exploitées (Fig.28).

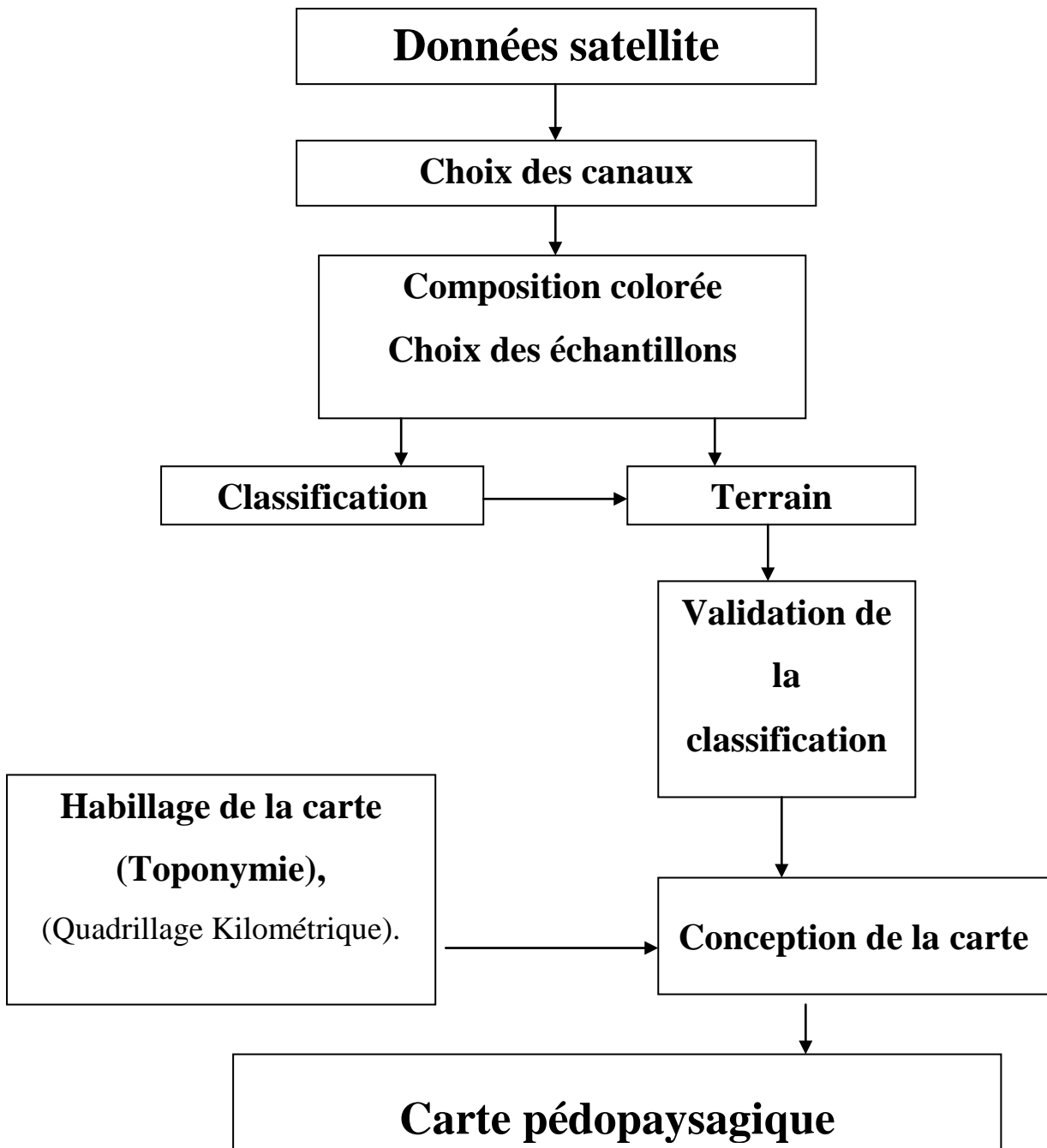


Figure n°28 : Organigramme méthodologique pour l'établissement de la carte pédopaysagique (HADDOUCHE I, 1998).

3.1.1-Choix de l'image

Pour cette application nous avons utilisé des données télé détectées : Image LANDSAT7 ENCHANCED THEMATIC MAPPER PLUS (ETM+ du 09/09/2011). La résolution au sol est de 30 m × 30 m (Tab.21). L'échelle de la composition colorée, servant de support à l'interprétation, est le 1/100.000ème. La trichromie a été établie à partir de la combinaison des canaux du visible (ETM+ 2), du proche infrarouge (ETM+5) et du moyen infrarouge (ETM+7).

Tableau n°21: Les canaux ETM+ utilisés pour l'élaboration de la carte pédopaysagique

Canal	Résolution au sol	Longueur d'onde	Rendu photographique
ETM+7	30 × 30	Moyen infrarouge	En rouge
ETM+5	30 × 30	Moyen infrarouge	En vert
ETM+ 2	30 × 30	Visible	En bleu

3.1.2-Les traitements

3.1.2.1-Les prétraitements

C'est l'ensemble des opérations qui vont diminuer les distorsions, les déformations et le bruit de l'image numérique.

3.1.2.2-La correction géométrique

Le but principal d'une cartographie est d'aider à extraire de l'information géographique (localisation et nature des objets) en utilisant des images de télédétection spatiale. Le positionnement géométrique (question : où est cet objet ?) des différents éléments de la carte nécessite la connaissance, pour chaque élément de l'image (pixel), des coordonnées dans un système de référence (géographique et/ou cartographique). Or chaque image spatiale a une géométrie particulière liée au mode d'acquisition de la donnée. Elle n'est donc pas directement et exactement superposable à une carte ou à une autre image. Cependant, il est possible de modifier la géométrie des images spatiales en fonction d'un système pris comme référence. Cette opération est appelée «correction géométrique » ou plus précisément «géocodage» et

s'appuie sur un modèle mathématique de déformation qui établit une relation entre les coordonnées de l'image et les coordonnées cartographiques du système de projection utilisé.

Pour améliorer la précision des corrections, il faut disposer de points de repères (identifiés sur une carte topographique ou sur le terrain, au moyen d'un GPS).

3.1.2.3-Correction radiométrique

Cette correction permet d'éliminer les défauts radiométriques ponctuels ou en lignes dus à l'ambiance atmosphérique (nuages, aérosols ...) et à la position des capteurs embarqués à bord du satellite. Une correction radiométrique vise l'élimination de ces défauts, elle consiste en outre à un reformatage et une élimination du lignage dans les images notamment une calibration relative des canaux (BARIOU, 1978).

3.1.3-Les traitements d'amélioration

3.1.3.1-La composition colorée

L'information apportée par un seul canal ne permet pas toujours de donner un détail satisfaisant pouvant refléter de près ce qu'on espère ressortir des données télédéteçtées. Pour ce faire, on a recours à la combinaison de trois(3) canaux en affectant à chacun l'une des trois couleurs fondamentales : Bleu ; Vert ; Rouge ; c'est-à-dire en associant les couleurs primaires dans l'ordre de classement à leur longueur d'onde à savoir : Vert ; Rouge ; Proche infrarouge.

3.1.3.2-Conversion RVB-ITS

De la même façon qu'une couleur peut être parfaitement définie comme un mélange de quantités de rouge, vert, bleu (système RVB), elle peut aussi être définie par trois paramètres : Intensité, Teinte, Saturation.

3.1.4-Les traitements spécifiques

✓ Les classifications

La recherche en télédétection a développé de nombreuses méthodes permettant de classer des images numériques en fonction des propriétés spectrales des objets présents dans l'image.

La classification a été utilisée pour la production de cartes thématiques ou peut être utilisée dans une analyse plus détaillée de l'image .Elle a été effectuée sur un ou plusieurs canaux de

l'image pour séparer les divers éléments d'une image en fonction de leurs caractéristiques de signature spectrale.

La méthode de la classification se base sur le principe que tous les pixels d'une image peuvent appartenir à une classe familière (culture, sable, forêt, dune ...). Les pixels sont identifiés à partir de leurs signatures spectrales.

Les deux méthodes de classification qui peuvent être utilisées sont :

- La classification supervisée ;
- La classification non supervisée.

Dans notre travail nous avons utilisé la première.

La classification supervisée

La classification supervisée consiste à regrouper les différents thèmes selon leurs signatures spectrales en injectant a priori au calculateur l'information réalité terrain suivant une méthode statistique déterminée. Enfin, l'opération d'attribution des pixels aux différentes classes est généralisée sur l'ensemble de l'image. Cette information est obtenue à partir d'un échantillonnage soigneusement fait sur terrain .A cet effet, les zones d'échantillonnage sont représentées sur une carte topographique.

Cette méthode a été utilisée pour l'établissement de la carte d'occupation du sol.

La démarche de classification comporte cinq(5) étapes principales :

- Définition de la légende : choix des classes souhaitées ;
- Echantillonnage : le travail consiste à choisir sur l'image des zones qui serviront d'échantillons pour les classes. Chaque zone est délimitée au moyen d'une souris d'un PC .On leur attribue une couleur, un numéro de classe et un nom ;
- Choix d'un algorithme de classification ;
- Classification : à ce stade, tous les pixels de l'image sont classés selon l'algorithme de classification choisi ;
- Evaluation de la classification : le résultat de la classification est évalué en le comparant à des informations de référence qui peuvent être fournis par d'autres cartes ou images ou par des réalités terrain.

Ce type de classification a été réalisé à l'aide du logiciel ENVI 4.5 qui généralise l'attribution des pixels aux différentes classes sur l'ensemble de l'image.

Nous nous sommes intéressés au domaine spectral du capteur ETM par la combinaison des trois canaux (7, 5 et 2) de l'image de 2011.

3.2-Modèle Numérique de terrain (MNT)

Le relief est représenté par le modèle numérique de terrain, portant le nom de Modèle Numérique de Terrain (MNT).

Selon ANSOULT (1989) in I.N.R.A. (1991) et in Zobiri (2009), au sens strict, un MNT est une représentation numérique de la distribution spatiale d'une propriété liée à la surface topographique.

Le MNT est une représentation numérique du relief d'une zone qui est symbolisée par une grille dont chaque case (pixel) est associée à un code numérique qui correspond à l'altitude réelle ou relative de cette zone.

La réalisation du MNT permet de donner l'information altimétrique complète. A partir de ce résultat, il est possible d'élaborer des cartes thématiques issues du traitement de l'information de relief seule, ou de sa combinaison avec des données de nature différentes. Ces produits dérivés d'un MNT peuvent être séparés en deux classes :

- ❖ Les produits dérivés 2D, qui sont constitués de différentes information dérivées de la données altimétrique dans une représentation planimétrique ;
- ❖ Les produits dérivés 3D, qui sont une représentation dans l'espace d'une image correspondant du MNT et qui permettent de réaliser des documents de communication.

3.3-Présentation des logiciels utilisés

3.3.1-Logiciel MAP INFO

Le MAP INFO à été développé et conçu dans le début des années 70 par la société américaine MAP INFO corporation, Troy, New York (U.S.A).

Le logiciel MAP INFO fournit les outils nécessaires pour interroger et analyser les données et présenter les résultats sur des documents cartographiques de qualité.

Pour la réalisation de nos cartes, nous avons utilisé le logiciel MAPINFO 6.5 en raison de sa disponibilité.

On peut résumer ses principales caractéristiques comme suit : (RAHMANI, 2010)

- Opérations de superpositions : superposition de couches thématiques ;
- Traitements statistiques ;
- Types de sortie : représentations cartographiques, valeurs numériques ou textuelles, histogrammes, graphiques ...etc. ;
- Disponibilité d'une bibliothèque de symboles, de traits, de trames et de légendes modifiables de façon interactive ;
- Echange de données avec les autres S.I.G (ARCGIS, ARCINFO ...) et les logiciels de CAO et DAO tels que AUTOCAD (format DXF).

Parmi ses fonctionnalités, on peut citer : (RAHMANI, 2010)

- Son efficacité dans la gestion des bases de données ;
- Ses fonctionnalités graphiques sont importantes ;
- Son puissant langage de requêtes permet de mixer les entrées graphiques et non graphiques ;
- Son indépendance vis à vis du choix du matériel ;
- Sa capacité à intégrer de données externes et à exporter des données vers d'autres systèmes.

3.3.2-Logiciel ENVI 4.5

ENVI (Environnement for Visualising Images) est un logiciel utilisé pour traiter les images satellitaires. Il permet la visualisation et l'analyse de données de grandes tailles et de la plupart des formats.

Sa puissance réside dans le fait qu'il comporte une bibliothèque d'algorithmes comprenant des fonctions de transformation de données, ainsi que des fonctions de classification et des fonctions de topographie et de filtrage.

3.4-Avantages des logiciels utilisés

Les logiciels utilisés fournis beaucoup d'avantages parmi eux :

- Développer et manipuler des méthodes de télédétection et de cartographie simple, peu coûteuses et adaptées aux besoins du terrain pour assurer un maximum de transfert scientifique et technique (Fig.28) ;
- Expliquer directement l'image composée de pixels tout en essayant de tirer des informations synthétiques, sans devoir passer par les classiques factorielles, trop longues à obtenir ;
- Croiser d'une façon délimitée les données spatialisées entre elle provenant de différentes sources avec facilité;
- Elaborer les cartes suivantes:
 - La carte de situation (Fig.12) ;
 - La carte hypsométrique (fig.10) ;
 - La carte de réseau hydrographique (fig.13) ;
 - La carte des pentes (Fig.11) ;
 - La carte pédopaysagique (Fig.29).

Chapitre V

Résultats et discussion

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSION

1-Résultats des analyses au terrain

Les résultats des analyses que nous avons effectuées dans le terrain se résument comme suit :

- Echantillon n°01 : la texture est limono-sableuse, la présence du calcaire est assez forte, la salinité est absente et la charge caillouteuse est comprise entre 20 à 25%.
- Echantillon n°02 : la texture est limono-sableuse, la présence du calcaire est assez forte, la salinité est absente et la charge caillouteuse est comprise entre 8 à 15%.
- Echantillon n°03 : la texture est limono-sableuse, la présence du calcaire est assez forte, la salinité est absente et la charge caillouteuse est comprise entre 10à20%.
- Echantillon n°04 : la texture est limono-sableuse, la présence du calcaire est moyenne, la salinité est absente et la charge caillouteuse est comprise entre 50 à 60%.

2-Résultats des analyses au laboratoire

Les résultats des analyses effectuées au laboratoire sont donnés dans les tableaux suivants :

Tableau n°22: Résultats granulométriques

Échantillons	Argile%	Limon%	Sable%	Texture
Échantillon1	23	31	46	Equilibrée
Échantillon2	28	30	42	Equilibrée
Échantillon3	26	31	44	Equilibrée
Échantillon4	24	35	41	Equilibrée

Selon le diagramme de DEMELON (1966) (figure n°3 en Annexe4) la texture est dite équilibrée lorsque le pourcentage des éléments du sol est comme suit :

- L'argile : 10-30%
- Le limon : 20-50%
- Le sable : 20-60%

Tableau n°23: Résultats du calcaire total

Échantillons	Calcaire total (%)	La charge
Échantillon1	15.27%	Modérée
Échantillon2	20.27%	Modérée
Échantillon3	15%	Modérée
Échantillon4	10.90%	Modérée

Tableau n°24: Résultats de l'acidité du sol

Échantillons	pH	La nature
Échantillon1	7.65	Peu alcalin
Échantillon2	7.26	Peu alcalin
Échantillon3	7.44	Peu alcalin
Échantillon4	7.74	Peu alcalin

Tableau n°25: Résultats de la conductivité électrique et de la salinité

Échantillons	CE (ms/ cm)	Salure
Échantillon1	0.18	Non salé
Échantillon2	0.20	Non salé
Échantillon3	0.17	Non salé
Échantillon4	0.30	Non salé

Tableau n°26: La couleur du sol (Charte de Mensell)

Échantillons	Couleur
Échantillon1	5/4 10YR Yellowish Brown
Échantillon2	5/4 7.5YR Strong Brown
Échantillon3	5/6 7.5YR Strong Brown
Échantillon4	5/4 10YR Yellowish Brown

Tableau n°27 : Résultats de la matière organique

Echantillons	%Co _x	%Humus	Estimation
Échantillon1	3.08	5.30	Très fort
Échantillon2	1.12	1.93	Faible
Échantillon3	0.2	0.34	Très faible
Échantillon4	1.45	2.49	Moyenne

2.1-Discussion

Les résultats obtenus des analyses du sol de nos échantillons nous ont permis de dégager certains renseignements concernant :

❖ Texture

La texture du sol des quatre stations d'échantillonnage est Equilibré. Ce qui signifie une grande homogénéité texturale des sols de la commune d'El-Aricha. Le sable est le l'élément le plus dominant avec un pourcentage entre 41%-46%. Le limon vient après avec un pourcentage entre 30%-35% et en fin l'argile avec un pourcentage entre 23%-28%.

❖ Calcaire total

Selon les résultats obtenus, la charge en calcaire des sols analysés varie entre 10% à 20%, ce qui indique que les sols de la région étudiée sont modérément calcaires.

❖ Acidité du sol

Le problème de l'acidité ne se pose pas dans la région d'El-Aricha, par ce que le pH de tout les échantillons du sol des stations étudiées est supérieur à 7. Les résultats des analyses montrent que le pH des sols est peu alcalin. Une gamme de pH faiblement basique de l'ordre 7,26 à 7,74 voisine de la neutralité répond bien à un meilleur développement de la majorité des cultures.

❖ Conductivité électrique

Le problème de la salinité n'existe pas dans la région d'El-Aricha. Selon les résultats obtenus, la salinité est absente dans le sol de la surface par ce que les valeurs de conductivité électrique sont inférieure à 0,60 ms/cm.

❖ La couleur

Lorsque nous avons comparé la couleur du sol de chaque station avec la charte de Mensell, nous avons obtenu deux couleurs déférentes. La couleur du premier et le quatrième échantillon est Yellowish Brown (brun jaunâtre) et les deux autre (2et3échantillon) Strong Brown (brun fort).

❖ Matière organique

Les résultats des analyses montrent que la quantité de la matière organique de nos échantillons varie d'une station à l'autre. Dans la première station nous avons trouvé une très forte quantité de matière organique par ce que le pourcentage du Co_x est de 3.08 et le pourcentage de l'humus est de 5.30. Dans la deuxième station la présence de matière organique est faible avec un pourcentage de Co_x de 1.12 et un pourcentage de l'humus de 1.93. Dans la troisième station nous avons trouvé une très faible quantité de matière organique avec un pourcentage du Co_x de 0.2 et un pourcentage de l'humus de 0.34 et dans la dernière station (station4) nous avons trouvé une quantité moyenne de matière organique avec un pourcentage du Co_x de 1.45 et un pourcentage de l'humus de 2.49.

3- Elaboration de la carte pédopaysagique

L'objectif de l'élaboration de la carte pédopaysagique c'est la reconnaissance des différentes unités des sols qui existent au niveau de la région étudiée. Selon la carte pédopaysagique (fig. n°29) il y a quatre (4) unités des sols dans la commune d'El-Aricha :

- Les sols calcimagnésique : c'est les sols qui occupent une grande partie de la surface de la commune. Ils se localisent dans les plaines et les piémonts. Ils sont caractérisés par la dominance du carbone et de calcium.
- Unité mixte : nous trouvons ces sols dans la partie Sud et Sud-est de la commune dans les montagnes par ce que ces dernières contiennent plusieurs types de sols.
- Les sols peu évolués : ils existent dans des surfaces exceptionnelles dans la commune et on distingue :
 - ✓ Les sols peu évolués d'érosion ;
 - ✓ Les sols peu évolués d'apport alluviaux.

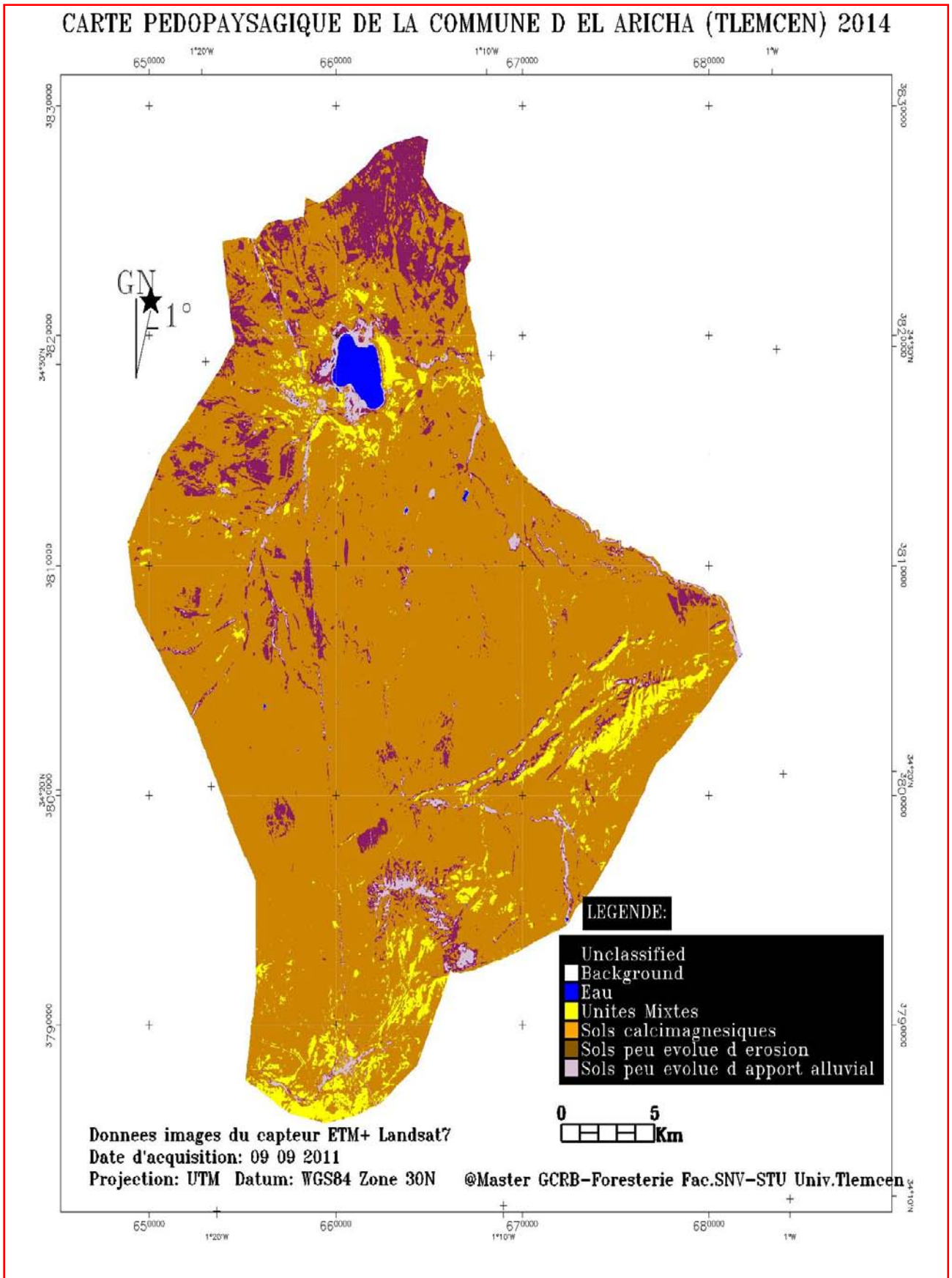


Figure n°29: Carte pédopaysagique de la commune d'El-Aricha

Conclusion

Conclusion générale

La présente étude nous a permis de caractériser les sols des parcours steppiques de la commune d'El-Aricha. Les analyses physico-chimiques faites au terrain et au laboratoire de pédologie ont montré qu'il n'y a pas une différence significative entre les sols dans les stations d'échantillonnage choisies. Dans l'ensemble des échantillons la texture est équilibrée, la charge du calcaire est modérée, l'acidité est faible, la salinité est absente, sauf la teneur en matière organique varie d'une station à l'autre et la charge caillouteuse est comprise entre 8 et 60%.

L'élaboration de la carte pédopaysagique a été faite selon une démarche cartographique. Cette démarche a permis de mettre en évidence l'intérêt des canaux ETM7, ETM5, ETM2, pour la caractérisation de la surface du sol. Cependant l'image satellitaire ne laisse pas découvrir les caractéristiques du sol en profondeur (facteurs intrinsèques), mais uniquement les états de surface (facteurs extrinsèques) (HADDOUCHE, 1998). Elle permet néanmoins de définir les unités du sol existantes dans la zone étudiée.

La carte de pédopaysagique établie a permis de définir quatre (4) unités du sol dans la commune d'El Aricha : les sols calcimagnésiques, les unités mixtes, les sols peu évolués d'érosion et les sols peu évolués d'apports alluviaux.

Cette carte reflète une certaine organisation du sol à l'intérieur de chacune des unités mais pour obtenir plus de détail, il faut se référer à d'autres travaux de recherche pour effectuer des prospections fines au terrain et des analyses poussées au laboratoire.

Et par cet effet elle permettra aux gestionnaires aménagistes d'interpréter certaines situations et de proposer certaines solutions dans le cadre de tout projet de développement durable de cette région.

Au terme de ce travail il convient de citer quelques recommandations dégagées à partir des deux journées scientifiques sur la lutte contre la désertisation en Algérie (Tlemcen, 16 et 17 juin 2013) dans le domaine de la géomatique et la gestion des ressources naturelles :

1. Promouvoir et vulgariser les domaines de la télédétection et des SIG au niveau des établissements universitaires avec l'appui du Centre des Technique Spatiales (CTS, ASAL) ;
2. Etablissement d'une cartographie écologique à l'échelle de la steppe pour des fins de diagnostic ;

3. Création d'une base de données géographiques sur l'espace steppique diffusable sur un serveur « Web Mapping » ;
4. Constitution d'une base de connaissances regroupant toutes les méthodes et résultats obtenus dans le domaine de la géomatique et de la gestion des ressources.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

1. **AIDOUD A. et NEDJRAOUI D., 1992** - The steppes of alfa (*Stipa tenacissima* L) and their utilisation by sheeps. In Plant animal interactions in mediterrean-type ecosystems. MEDECOS VI, Grèce. pp. 62 - 67.
2. **AIDOUD A., LE FLOC'H E. et LE HOUEROU H.N., 2006** - Les steppes arides du nord de l'Afrique. Rev. Sécheresse vol. 17, n° 1-2 janvier-juin 2006, pp 19-30.
3. **AMRANI SIDI MOHAMMED, 2001-** contribution à l'étude agrochimique et pédogénétique des zones de hautes plaines steppiques de la wilaya de Tlemcen. Thèse Doc. Faculté des sciences. Départ. Agro-forêt. Univ. Tlemcen pp. 16, 17,50.
4. **ANAT, 1995** - Projet de P.D.A.U de la commune d'EL ARICHA. Phase IV, 158p.
5. **ANAT, 2003** - Rapport méthodologique et enquête sur terrain. Phase I, 45p.
6. **AUBERT G., 1987-** Erodibilité des sols de la région d'Ouzera. Bul. Rés. Eros, 8 : 97-99p.
7. **BADRANI S., 1994** - Une recherche d'action en zone steppique (objectifs-méthode et premiers résultats). Les cahiers du CRAED (centre de recherche en économie appliquée pour le développement n°31/32, 3^e et 4^e trimestre
8. **BADRANI S., 1998** - Désertification et emploi en Algérie. in les cahiers du CREAD, n°4,1998.
9. **BADRANI. S., 1995** - Une stratégie pour le développement des parcours en zones arides et semi-aride enAlgérie. Document de la banque mondiale. 61 p.
10. **BAISE D., 1988** - Guide des analyses courantes en pédologie. (Ed) I.N.R.F. Paris. 234p.
11. **BAISE D., 2000** - Guide des analyses en pédologie. 2^{ème} (Ed) I.N.R.F. Paris. 172p.
12. **BARIOU R., 1978** - Manuel d'utilisation de télédétection. 2^e ° parte les applications de la photo-interprétation dans le domaine des sciences de la terre. III les sols ; pp 129-153.
13. **BENABDELI K., 1992** - Aridité et production agricole. Journée scientifique, institut des sciences de la nature. Univ. de Sidi Bel Abbes, Algérie
14. **BENABDELI K., 2000** - Évaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique. Commune de Ras El Ma (Sidi Bel Abbes- Algérie). Options Médit., 39: 129-141pp.

15. **BENAZZA. F., 2011** - L'écosystème steppique face à la désertification : Cas de la région sud de Tlemcen. Mémoire master 11 en pathologie des écosystèmes. Univ de Tlemcen. 61 p + annexes.
16. **BENQUERAI A., 2011**- Evolution du phénomène de désertification dans le sud oranais (Algérie). These Doct., Univ Tlemcen. 138 P.
17. **BENQUERAI, 2011**- Evolution du phénomène de désertification dans le sud Oranais (Algérie).Thèse Doc. Départ. D'Agro-Forest. Univ. Tlemcen. 138P.
18. **BENLADGHEM. A., 2007** - Occupation des terres et transformation des modes Wilaya pastoraux. Cas de la wilaya de NAAMA. Mémoire Ing. en foresterie. Univ. de Tlemcen. 77p.
19. **BENSAID A., 2006** - SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : le cas de la wilaya de Naâma (Algérie). Thèse de doctorat, Université d'Oran Es-Senia, 299 p.
20. **BENSALAH M., 1989** - l'Eocène continental d'Algérie ; importance de la tectogénèse dans la mise en place des sédiments et des processus d'épigénie dans leurs transformation. Th de Doc. Univ Lyon, France, 140p. 84Fig.
21. **BENSOUIAH R., 2003** - Vue d'ensemble de la steppe algérienne. Doc en ligne: (<http://desertification.voila.net/steppealgerienne.htm>).
22. **BONN F., & ROCHON G., 1996**.Précis de télédétection : principes et méthodes. Vol. I. ed. AUPELF. Les presses de l'université du Québec. 485 p.
23. **BOUCHETATA T. et BOUCHETATA A, 2005** – Dégradation des écosystèmes steppiques et stratégies de développement durable. Mise au point méthodologique appliquée à la wilaya de Naama (Algérie). Document, 12 p
24. **BOUGHANI A., 1995** - Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au sud des monts du ZAB (ouled djellal, wilaya de biskra). Thèse Mag, USTHB, alger 226p
25. **BOUKLI.H.M, 1998** - Gestion des nappes alfatières.OPU, Benaknoun (Alger) ,60p.
26. **Centre des Techniques Spatiales d'Arzew CTS/ASAL, 2010**- Finalisation de la carte nationale de sensibilité à la désertification par l'outil spatial. Doc en ligne : <http://www.asal.dz/desertification.php>
27. **CORNET A., 2002** - La désertification à la croisée de l'environnement et du développement : un problème qui DOUS concerne, 35 (www.csf-desertification.orgicatalogue/2001_CSFD_Cornet.pdf)

28. **DAMERDJI A. et BECHLAGHEM S., 2010** - Colloque International MedBiodiv : Entomofaune de la zone méridionale de la région de Tlemcen, diversité et approche bioécologique.DOC. ppt.
29. **DARGONE A. ET OTTATIY., 1990** - Des données à l'information ou l'utilité d'un SIG. Article.
30. **DESJARDINS R., 2000** -La télédétection : perspective analytique, Ed. ESTEM, 40-165 p.
31. **DGF (Direction Générale des Forêts - Rapport national de l'Algérie sur « la mise en œuvre de la Convention de Lutte contre la Désertification. »,** Alger, septembre 2004.
32. **DIDON E., 1990** - Système d'information géographique : Concepts, Fonctions, application. CEMAGREF /ENGREF Montpellier, 44 p.
33. **DJEBAILI S., 1984** - Steppe algérienne phytosociologie et écologie. OPU., Alger, 178p.
34. **DOUMERGUE F., 1926** - Carte géologique détaillée, Algérie au 1/50 000, feuille - Tlemcen n°270. Public. Serv. Carte. Géol. Algérie.
35. **DUCHAUFOR P., 1988** - Pédologie. Éd. MASSON, Paris, 224p.
36. **EASTMAN J.R., 1993** - Idrisi, version 4.0 et 4.1.Un sig en mode image. Clark university. U.S.A. Traduction C.COLLET, 1995, 277p.
37. **EEM., 2005-** Ecosystèmes et bien-être humain : synthèse. Island press, washington, DC, 36p
38. **EMBERGER L., 1955** - Une classification biogéographique des climats .Trav .Lab. Bot. Géol.Fac.Sci .Montpellier ,7 :1-34pp.
39. **ENONZAN FB., 2010** - Utilisation de la télédétection et des SIG dans la gestion durable des aires protégées : cas des forêts classées de Dogo-Ketou au Bénin. Diplôme d'Etudes Supérieures., Spécialisées (DESS).Dép.Géographie,Université Campus Nigeria, 77p.
40. **ESSEVAZ-ROULET 1999** - La mise en œuvre d'un système d'informatique géographique dans une collectivité territoriale. Dossier d'experts, la lettre du cadre territorial, 194p.
41. **FLORET C. & PONTANIER R., 1982** - L'aridité en Tunisie présaharienne. Travaux et Doc. ORSTROM. Paris. 544 p.
42. **FOUKIA HASSNA, 2011** - contribution à la gestion de la conservation de l'eau et du sol d'une zone humide classée. Mémoire magi., Univ., Tlemcen
43. **GAMBLIN B., 1995** - Un système d'information géographique à l'ONTF rêve ou réalité ? Article.
44. **GILLIOT J.-M., 2000** -Introduction aux SIG. Dépt. AGER, Agro.- Env., 61 p.

45. **GIRARD M.- C. ET GIRARD C.- M., 1999** - Traitement des données de télédétection. Cours de télédétection, 68 p.
46. **GIRARD M.-C. & GIRARD M.-C., 1975-** Applications de la télédétection à l'étude de la biosphère, pp 95-99.
47. **GIRARD M.C., 1977-** Pédologie : les éléments directement décelables. INRA France pp 195-215.
48. **GIRARD M.-C., 1983-**Applications de la télédétection de la surface du soi INRA, France, pp177-179.
49. **GRAINGER A., 1982-** Désertification: how people make deserts, how can stop and why they don't. Earthscan paperback. International Institute for Environment and development; 122 p.
50. **GRECO J., 1966-** L'érosion la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie .Alger :M.A.R.A, 393 p.
51. **GUYOT G., 1997-** Climatologie de l'environnement (de la plante à l'écosystème). Paris : Masson ,505 p.
52. **HADDOUCHE I., 1998** - Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection « image LANDSAT TM » cas de la région de Ghassoul (El — BAYADH) Thèse magister INA, Alger 143 p.
53. **HADDOUCHE I., 2009-** La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie. Cas de la région de Naâma. Thèse Doct. Univ Tlemcen. 211p+annexes.
54. **HALEM M., 1997** - La steppe Algérienne : causes de la désertification et propositions pour un développement durable. Thèse de magistère. UNN Sidi Bel Abes. 180 p.
55. **Halitim A., 1988** - Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger, 384 p.
56. **HCDS, 2010** - Rapport final : Résultats de découpage de la steppe en unités pastorales. Communication.
57. **HCDS., 2005** - Problématique des zones steppiques et perspectives de développement. Rap. Synth., haut commissariat au développement de la steppe, 10 p.
58. **IDRISSA A., 2004-** Etude du milieu physique d'une région semi-aride par télédétection et intégration des données dans un système géographique : cas de la région d'Ain Sefra. Mémoire d'ingénieur. Univ. TLEMCCEN. 80p.

59. **INRA (Institut National de la recherche Agronomique), 1991-** Gestion de l'espace rural et système d'information géographique. Séminaire INRA, Florac, 22-24 octobre 1991, 421p.
60. **KING D., 1994-** Apport de la télédétection à l'étude de la couverture pédologique. Revue des travaux menés au service d'étude des sols et de la carte pédologique de France, Bul. S.F.P.T. n° 134 (1994-2), pp. 15-19.
61. **LE FLOC'H E., 1993** - Biodiversité et gestion des ressources pastorales. Cours spécialisé développement des zones aride et désertiques C.I.H.E.A.M. I. A.M/ I.R.A 51 P
62. **LE HOUÉROU H.N, 1968** - La désertisation du Sahara septentrional et des steppes limitrophes (Libye, Tunisie, Algérie). In Annales algériennes de géographie, n°6 Juil/Sept., 1968. 10 p. (temporaire)
63. **LE HOUÉROU H.N., 1985** - La régénération des steppes algériennes. Alger., Paris: IDOVI, Ministère de l'Agriculture., Inst. Nat de la recherche agronomique, Dept. Rela!. Exter, 1986, II p.
64. **LE HOUEROU H.N., 1993** - **Changements climatiques et désertisation.** Revue Sécheresse 1993 ; Vol. W4 : pp. 95 - 111.
65. **LE HOUEROU H.N., 1995** - Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique : diversité biologique, développement durable et désertisation. Options méditerranéennes, Série B - N° 10. CIHEAM, France, 396 p.
66. **MABUTT. J.A. et FLORET. C., 1983-** Etudes de cas sur la désertification. Document élaboré par le PNUD et l'UNESCO, coll. Recherche sur les ressources naturelles. France
67. **MADR., 2007** - Le plan national de développement agricole et rural et la lutte contre la désertification. Comm. Atelier International du Parlement Panafricain sur « La Lutte Contre la Désertification », Alger du 02 au 04 Avril 2007.
68. **MAMANE R., 2006-** La reconnaissance spatiale et le suivi du phénomène d'ensablement et de salinité dans la lutte contre la désertification cas de la région de Mechria. Mémoire d'ingénieur. Université de Tlemcen. 108 p .
69. **MATE, 2002** - Rapport annuel du Plan National d'Action pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD), 2002. p140.
70. **MIDOUN S., 2006-** La reconnaissance par télédétection du milieu physique d'une région steppique : Cas de bassin versant d'El-AOUDJ (wilaya de Tlemcen). Mém.Ing., Dép. Forêts., Fac. Scien., Univ-TLEMEN, 184p.

71. **MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT-** Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, rapport annuel du plan national d'action pour l'environnement et le développement durable . 140p
72. **MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DE L'ENVIRONNEMENT-** Rapport d'étude sur : « Vulnérabilité des écosystèmes à la sécheresse et à la désertification : Principes d'adaptation », juillet 2009.
73. **MOHAMMEDI H, LABANI A ET BENABDELI K., 2013** - « Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe algérienne», Développement durable et territoires [En ligne], Varia, mis en ligne le 17 juillet 2006, consulté le 08 janvier 2013. URL : <http://developpementdurable.revues.org/2925>;DOI:10.4000/developpementdurable.2925
74. **NAERT B, 1995-** Cartographie des sols aidés par télédétection, une méthode adaptée aux milieux méditerranéens et arides I.N.R.A.Montpellier France pp 193-199.
75. **NEDJRAOUI D., 2002-** Les ressources pastorales en Algérie. doc FAO en ligne www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/Algeria/Algerie.html
76. **NEDJRAOUI D., BEDRANI S., 2008-** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Vertigo, 8 :1-15.
77. **OSS., 2009** - Vers un système d'alerte précoce à la sècheresse au Maghreb, Tunis. Observation du sahara et du sahel. 18p. (www.oss-online.org).
78. **QUEZEL P., 2000** - Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen
79. **RAHMANI A., 2010-** Apport des S.I.G dans la caractérisation hydrodynamique et hydrochimique de la nappe du cretace inferieur de la région d'AIN-SAFRA. Mém Mag., Dép. Scien de la Terre. Fac. Sien., Univ-TLEMEN, 119p.
80. **SCANVIC J.Y., 1983-** Utilisation de la télédétection dans les sciences de la terre. Manuels et méthodes. BRGM, 1983, France, 158 p.
81. **SELTZER P., 1946** - Le climat de l'Algérie. Inst.meteorolog. phy. geog. Alger, p119.
82. **TARRIER M., 2004** - déconstruction de la nature, la mise en pièce des écosystèmes. Ed MEEM, paris.

83. **TOKO M. -I. 2009** - Phases de conception d'une base de données : modélisation logique des données», notes de cours GPM3/DESS en Gestion et Production de l'Information Géographique, RECTAS, OAU Campus. Ilé-Ifè, Nigéria, 25 p.
84. **TOMAS, D.S.G., 1995** - Desertification: causes and processes, in encyclopedia of environmental biology. Vol 1. Ed. W. A. Nierenberg, san diego, academic press. pp 463-473.
85. **ZAIR M., 2011-** Bilan écologique et socio-économique des reboisements dans la wilaya de naama et perspectives d'avenir, Thèse de Magistère. université de Tlemcen . 176 p.
86. **ZATOUT F., 2011** - Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection : cas de l'écosystème steppique du Sud de la Wilaya de Tlemcen. Mém. Ing., Dép. Forêts., Fac. SNV., Univ-TLEMCEN, 75p.
87. **ZELLA I et MAHOUCHE b., 2004** - Guide pratique de micro-irrigation. PU, pp 21-23.
88. **ZOBIRI M., 2009** - Analyse et évolution des aménagements de conservation de l'eau et du sol à l'amont du barrage EL IZDIHAR de Sidi Abdelli Tlemcen-Algérie. Mém.Mag., Départ agro-forest., Fac.Scién., Univ.Tlemcen. 110p + Annexes.

Sites internet :

1. <http://www.agr.gc.ca>
2. <http://physio-geo.revues.org>
3. <http://hmf.enseeiht.fr>
4. <http://sionroulait.blogs.marieclaire.fr/>
5. <http://a51.idata.over-blog.com/>
6. <http://vertigo.revues.org/>

Annexe

Annexe1 :

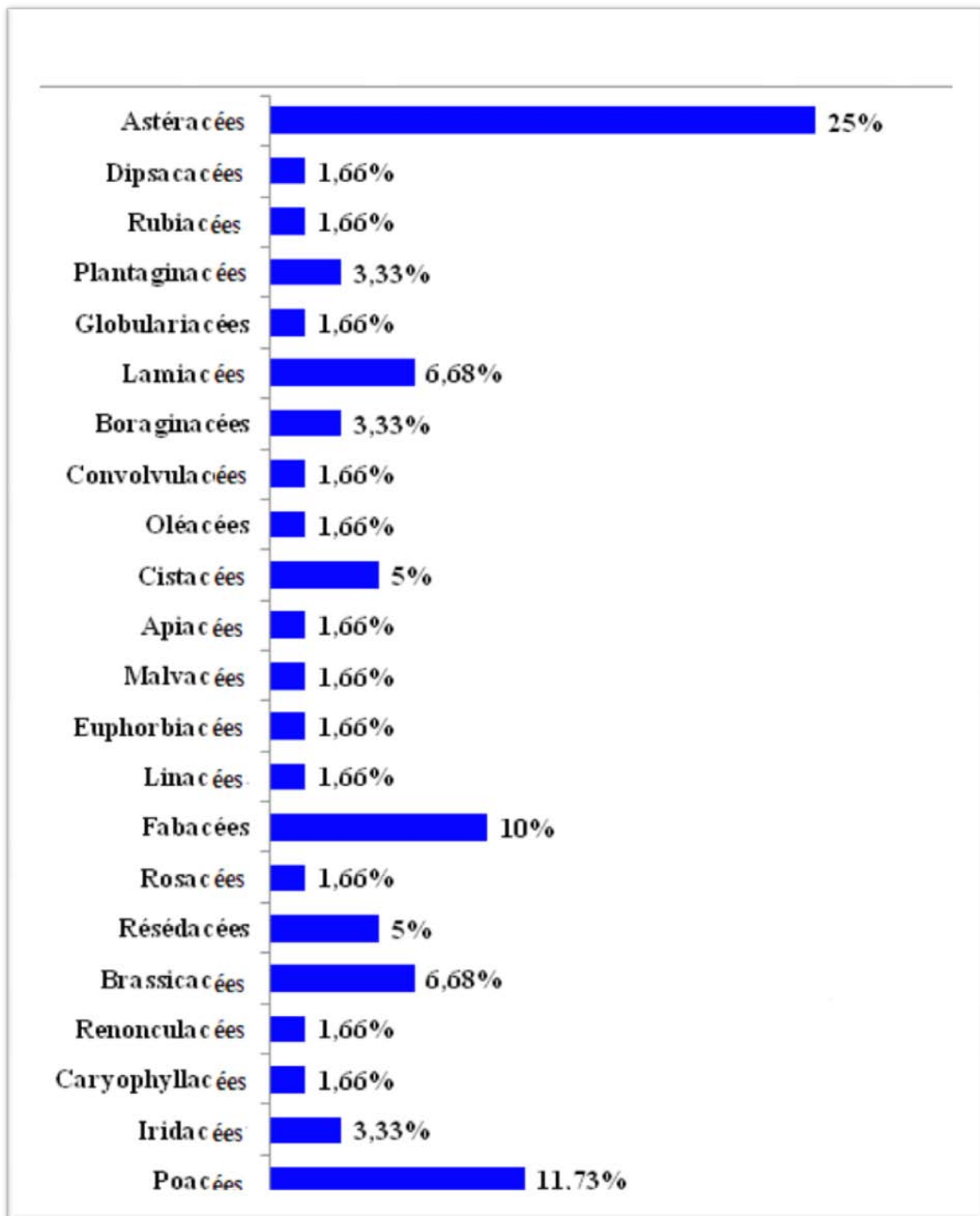


Figure n° 1 : Les familles de la végétation présente dans la région d'El-Aricha en pourcentage (BEKOUICHE, 2011)

Annexe 2:

Tableau n°1: Répartition du cheptel de la commune d'El-Aricha (1997 à 2012)

Les années	Ovin	Bovin	Caprin
1996-1997	37000	1185	2250
1999-2000	36800	567	1217
2000-2001	24963	1174	1012
2001-2002	26250	971	1150
2003-2004	22000	640	1960
2004-2005	17600	840	960
2005-2006	19400	805	1250
2006-2007	15000	1400	900
2007-2008	24200	960	1200
2008-2009	25300	1000	1600
2009-2010	31500	1095	1040
2011-2012	29400	800	1190
2012-2013	38610	1130	1360

D.S.A, 2014

Annexe 3

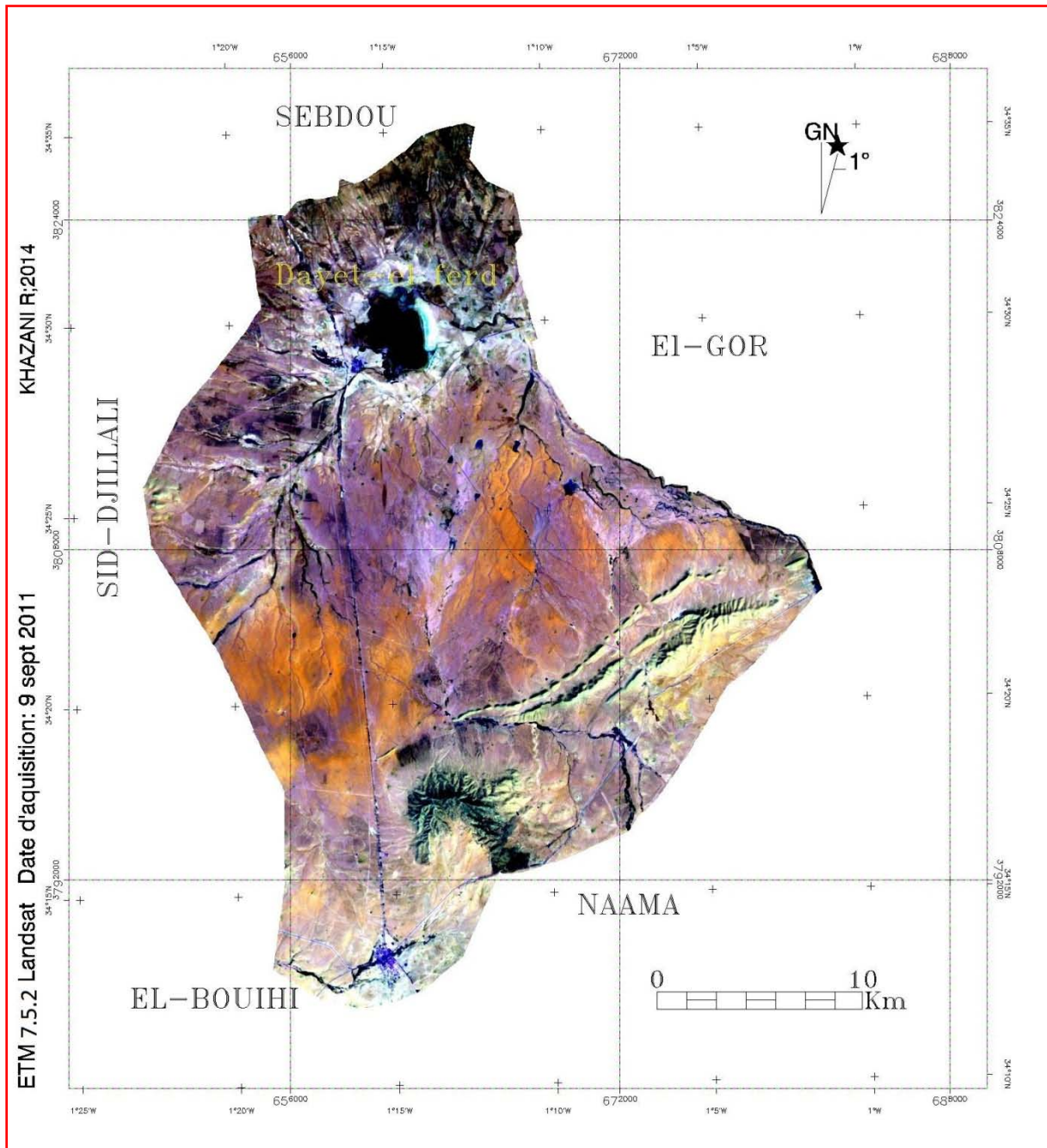


Figure n°4 : la carte trichromie de la commune d'El-Aricha

Annexe 4

Tableau n°02: Densité et température des échantillons

Echantillons	D (Densité) (t°) température	T (Temps)							
		30''	1'	2'	5'	15'	45'	2h	20h
Echantillon1	D	12	11	10.5	9	8	6.5	5	3.5
	t°	24	24	24	24	24	24	23	21
Echantillon2	D	12.5	12	11	11	10	8	7	4.2
	t°	24	24	24	24	24	24	23	21
Echantillon3	D	10.5	9.5	8.5	8	7.5	6.5	5	3
	t°	24	24	24	24	24	24	23	21
Echantillon4	D	15.9	13.9	12.1	10.1	9.1	7.5	6.8	4.5
	t°	24	24	24	24	24	24	23	21

Tableau n°03 : Le sable grossier

Echantillons	Poids Sable grossie (g)	Prise d'essai (g)
Echantillon1	5.84	50
Echantillon2	10.64	50
Echantillon3	15.07	50
Echantillon4	6.66	50

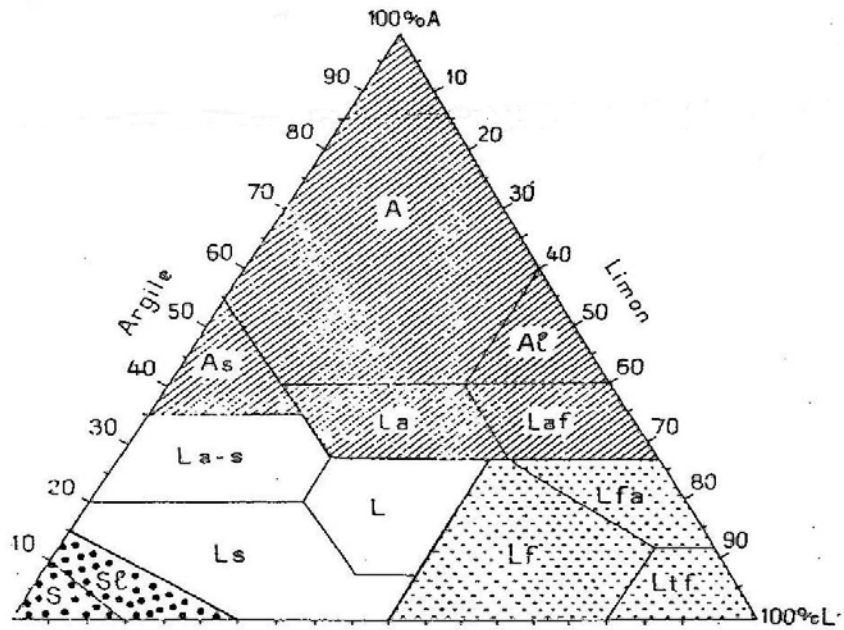
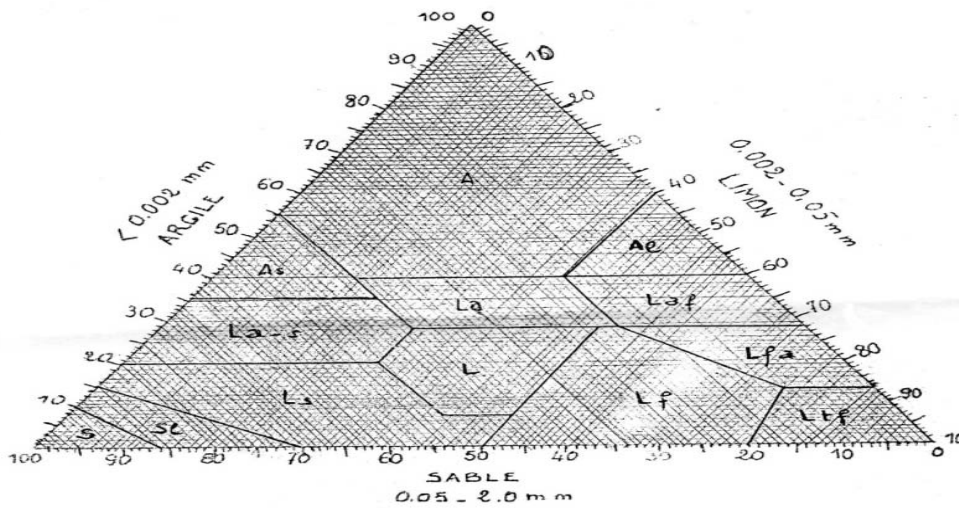


Figure n°02 : Triangle texture



Texture dite équilibrée :

A : 10-30%

L : 20-50%

S : 20-60%

Figure n°3 : Diagramme de demelon (1966)

Annexe 5

Tableau n°4 : Précipitation moyenne mensuelles de la commune d'El-Aricha (1979-2012)

ANNEE	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
1979	1,3	11,1	2,2	2,9	31,8	40,4	5,3	2,4	13,4	12,7	9,0	23,5
1980	34,7	54,2	26,2	1,6	5,0	37,5	26,5	26,9	24,0	0,7	0,0	0,2
1980	10,8	4,0	24,3	24,4	2,5	32,1	19,3	19,4	14,9	21,4	0,0	0,0
1981	0,0	0,0	0,0	8,5	6,9	17,5	2,5	83,1	39,1	23,2	2,0	9,5
1982	4,6	43,0	39,0	4,5	0,0	4,0	5,3	2,7	6,5	13,0	2,5	1,8
1983	15,7	3,0	8,4	13,0	17,2	5,5	18,0	7,5	51,5	7,5	1,5	0,0
1984	10,2	6,5	50,8	6,8	33,2	2,5	7,5	11,0	12,0	0,0	7,7	0,0
1985	7,4	0,9	20,3	12,9	10,3	24,4	13,6	10,4	17,8	7,8	0,0	8,0
1986	28,2	35,0	58,8	11,0	14,7	24,9	7,3	13,0	4,0	6,2	14,9	2,0
1987	21,6	18,7	22,7	15,4	20,4	9,2	11,0	13,3	7,2	0,5	0,0	6,0
1988	0,0	21,0	22,5	0,0	9,9	27,8	17,9	28,6	4,1	39,0	36,3	27,0
1989	5,4	7,3	19,4	4,6	12,0	0,0	16,4	26,6	17,9	12,5	10,8	23,9
1990	55,1	3,5	3,3	15,9	7,8	24,1	150,1	35,2	2,3	5,8	10,8	2,6
1991	11,4	24,4	2,6	8,2	2,8	9,2	22,6	44,4	62,7	13,9	5,4	23,6
1992	2,2	1,9	23,2	6,5	11,1	18,7	25,2	25,4	12,4	0,0	5,0	23,8
1993	23,0	10,6	53,5	19,5	22,0	10,8	9,3	24,7	7,8	3,7	1,8	15,6
1994	30,4	13,0	23,2	4,7	2,5	5,8	53,5	31,8	0,4	3,5	0,8	18,0
1995	12,0	25,9	3,4	4,4	63,6	43,4	97,6	15,0	23,0	94,1	4,3	0,0
1996	no	17,7	2,6	9,4	24,5	0,0	18,6	40,6	11,4	0,4	0,0	48,9
1997	55,9	28,8	22,5	7,3	4,4	19,8	6,9	0,8	48,9	4,1	2,1	0,0
1998	0,4	3,1	7,9	15,5	29,9	20,6	15,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
1999	19,6	20,2	19,5	19,1	0,0	0,0	0,4	4,5	24,3	0,0	3,3	0,7
2000	8,2	80,9	29,3	19,1	13,2	4,2	0,0	1,2	1,6	0,0	0,4	4,6
2001	35,5	20,2	25,5	18,8	0,4	0,0	0,0	49,6	20,4	0,4	1,1	30,3
2002	0,0	25,0	45,9	8,1	28,2	17,4	13,4	6,2	41,9	10,1	53,8	3,3
2003	6,5	51,6	9,2	21,3	3,2	10,8	5,2	11,8	58,0	12,2	1,2	17,2
2004	11,5	6,7	10,9	17,0	6,5	9,8	13,6	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0
2005	46,5	34,6	44,1	6,4	42,8	15,8	4,5	6,1	34,3	24,8	6,6	0,0
2006	30,3	16,6	15,9	22,6	16,6	16,1	35,7	69,2	1,6	0,0	0,0	0,0
2007	14,4	92,7	17,3	28,0	22,0	17,6	9,7	6,4	29,0	9,3	7,9	6,2
2008	43,0	88,1	47,5	59,3	38,0	4,7	10,0	14,0	18,4	6,2	5,3	3,8
2009	20,4	3,8	6,5	22,8	27,6	12,8	40,8	56,7	18,6	9,8	3,8	34,1
2010	12,6	20,1	3,1	1,9	6,2	10,5	22,3	19,6	35,2	30,9	12,4	17,8
2011	2,8	45,5	15,7	5,0	6,9	19,7	23,5	39,3	5,2	0,0	0,0	4,3
2012	0,0	28,8	103,4	4,2								

Source : ANRH (2014)

Annexe 6

Tableau n°5 : Température (Max et min) moyenne mensuelles de la commune d'El-Aricha (1988-2004) :

Année	Paramètres	JAN	FEV	MRS	AVR	MAI	JUN	JUL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC
1988	T MAX	15	16	30	32	28	31	37	36	32	34	32	14
1988	T MIN	-5	-2,5	1	1	-2	7	7	9	-1	6	3	0
1989	T MAX	16	17	22	30	33	37	37	35	31	29	24	21,3
1989	T MIN	-4	-2	-1	1,5	2,8	9	12	13	7	5	0	0
1990	T MAX	16	23	25	26,5	33	39	38	36	34	27	22	17
1990	T MIN	-6,3	-2,8	-1	-0,5	2	9,6	11	13	12	3	-0,5	-3,2
1991	T MAX	16,4	17	23	24	30	35,4	38	37,3	34,5	26	23,3	17
1991	T MIN	-8	-6,6	-1,5	-1	0	6,8	11,5	13,2	6	-0,5	-7,5	-7
1992	T MAX	12	26	20	35,5	30,5	36,5	37,7	38	35,6	28	20	16,5
1992	T MIN	-9,5	-5	-4	-3	2	6	13	10	8	-1	-3	-6
1993	T MAX	16	18	23	27	32,5	39,5	40	37,5	34,5	25	20	16,3
1993	T MIN	-7	-5	-6	-3	3	10,5	13,5	9	2,5	2	-2	-5
1994	T MAX	18	20	23	22	37	38	37	37	32	32	21	17
1994	T MIN	-4	-9	-2	-7	2	7	13	12	6	6	0	-7
1995	T MAX	17	23	26	27,6	29,8	34,6	35,2	35,5	27,7	26	21	16,4
1995	T MIN	-0,9	-0,5	-0,4	2,6	0	7,3	8,7	6,7	-0,2	2,6	-0,7	-0,6
1996	T MAX	15,4	12	23	22	28,5	33	36,8	38	29	24,4	20,2	14,4
1996	T MIN	-8,5	-12,5	-5	-3,8	0	4	5	8	3	-0,3	-6,2	-8,7
1997	T MAX	12,4	20	18,2	22,6	28,2	34	38	38,6	34,8	28	24	16
1997	T MIN	-3,6	-5	-5,6	-1,4	3,2	4,6	7	14	9	1,4	0	-3,4
1998	T MAX	15,4	17,2	23,6	25,6	27,9	37	38,8	39	36,7	27,2	22,8	22
1998	T MIN	-4,6	-5	-4,4	0	-0,1	8,8	12	13	8,4	-0,1	-0,6	-6,6
1999	T MAX	15,8	16	23	25,8	36	38	38,2	39,8	34,5	32,4	24,8	16
1999	T MIN	-3	-6,2	-2,2	0	1,8	7,2	11,2	14	5	5,6	-3	-5
2000	T MAX	17,7	19	25	30	32,2	38	39	38,4	35,4	26,5	22,2	22,4
2000	T MIN	-0,3	-2	-2	0	5,2	6,2	13	10,6	8,6	1	-1	-1
2001	T MAX	17	18,2	29,3	29,4	31,2	40	42,2	38	34	30,4	22	16,4
2001	T MIN	-1,2	-3,2	1,1	2,3	3,2	9,6	16,5	12	9	7,4	-5	-2,4
2002	T MAX	18,8	20	24,6	26,2	31,8	35	41	37	30	30,2	23,5	20,2
2002	T MIN	-0,7	-7,4	-1	-1	-0,3	4,4	14	4,4	1,6	3,4	1,1	-0,2
2003	T MAX	19,2	16,2	21,4	20,6	35,2	44,8	41,8	38	37,8	33,9	22,4	16,6
2003	T MIN	-4,2	-7,6	1	1,1	2	12	14,2	6,2	4,8	2	0	-2
2004	T MAX	18	24,6	27,7	27								
2004	T MIN	-3	0	0	1,2								

Source : ANRH (2014)

Annexe 7

Tableau n°6 : Précipitation moyenne mensuelles de L'Arouag (1971-2012)

ANNEE	SEPT	OCT	NOV	DEC	JANV	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL	AOUT
1970-71	9,1	8,0	7,7	9,6	31,1	1,6	6,8	72,0	34,4	7,4	25,4	0,0
1971	35,5	11,3	52,5	35,5	41,0	57,8	38,5	7,5	28,2	8,9	0,0	0,3
1972	8,4	15,8	33,0	3,6	21,0	48,0	82,5	38,4	0,0	7,7	2,3	0,6
1973	0,0	0,0	15,0	41,8	1,5	42,6	101,5	54,2	0,3	18,7	32,5	0,2
1974	0,4	12,0	1,1	0,0	1,4	56,0	52,3	127,5	35,5	8,6	0,5	0,0
1975	0,4	8,6	32,5	13,1	0,3	11,6	2,6	4,6	46,5	17,7	20,4	18,3
1976	23,3	12,8	1,8	33,1	56,4	16,8	0,0	9,6	19,9	24,3	0,0	0,0
1977	1,8	18,0	31,5	3,8	13,3	6,7	0,0	14,0	6,8	0,0	2,6	0,0
1978	0,0	17,5	21,2	1,2	22,9	44,6	0,0	0,0	9,4	7,4	0,0	4,6
1979	11,0	17,6	20,0	11,0	0,0	25,0	26,2	16,3	16,3	3,2	0,0	8,7
1980	5,6	3,7	17,1	26,4	26,4	23,5	23,6	23,9	8,4	7,3	0,0	3,4
1981	0,0	0,0	0,0	17,3	16,1	42,1	2,5	18,9	9,5	5,2	0,0	9,5
1982	0,0	39,0	33,4	16,6	0,0	7,2	9,6	2,1	0,0	0,0	0,0	0,0
1983	0,0	0,0		17,8	20,5	15,2	24,1	2,1	16,7	0,0	0,0	0,0
1984	5,2	2,1	24,6	5,3	18,1	0,0	6,0	12,1	31,5	0,0	8,9	0,0
1985	0,0	10,7	27,6	11,1	15,7	4,0	18,7			0,0	0,0	0,1
1986	3,1	21,2	38,2	15,3	20,3	47,9	8,3	9,3	7,9	0,0	13,0	0,0
1987	3,6	15,3	15,1	24,7	14,3	9,1	5,3	19,2	7,3	11,6	0,0	0,0
1988	11,0	8,4	19,9	2,4	10,2	12,7	56,2	19,9	8,0	23,3	5,9	2,3
1989	0,0	0,0	28,8	6,7	43,6	0,0	13,0	26,8	13,2	13,5	3,0	0,0
1990	43,1	19,0	14,9	20,3	5,0	27,9	77,4	9,2	0,0	2,0	2,4	4,2
1991	14,0	25,6	8,5	21,1	4,1	10,3	55,5	79,2	47,1	12,3	5,5	0,0
1992	17,5	6,4	19,2	8,5	4,0	22,1	10,9	30,8	18,3	0,0	8,4	26,7
1993	11,1	20,4	37,1	19,4	14,5	31,9	5,3	26,8	7,7	0,8	3,0	0,0
1994	39,8	24,0	20,9	9,4	8,6	2,5	34,1	35,4	6,5	5,8	4,2	17,6
1995	1,5	27,2	7,1	6,3	47,5	30,6	78,1	25,7	24,7	15,3	28,3	
1996	20,0	0,0	0,1	16,4	29,7	0,0	4,9	21,9	22,4	0,0	2,9	49,4
1997	83,6	21,4	8,7	14,1	8,5	27,3	17,2	10,4	35,5	1,6	2,4	32,3
1998	0,0	2,4	22,6	17,4	44,7	18,1	20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1999	41,9	45,2	18,0	31,7	0,8	0,0	1,7	3,2	10,5	6,2	0,0	8,8
2000	28,0	78,7	44,3	8,8	29,8	18,3	2,6	6,2	5,1	0,0	0,0	0,3
2001	49,8	41,8	46,2	21,6	0,0	0,3	5,6	52,2	29,7	2,1	0,0	4,6
2002	0,0	23,5	44,0	11,5	59,4	23,3	21,7	11,4	23,3	6,3	4,2	10,1
2003	7,0	67,9	32,2	40,0	10,4	17,2	14,0	20,7	76,9	21,4	5,6	36,3
2004	17,6	13,5	14,1	23,2	7,3	20,6	28,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2005	28,8	32,8	51,0	8,0	29,9	23,0	10,1	7,4	70,0	3,4	7,5	1,0
2006	18,3	32,1	11,4	27,0	19,4	17,3	34,1	98,5	0,3	0,0	0,0	0,0
2007	14,8	62,5	26,2	12,3	6,2	16,2	11,4	6,6	37,0	5,8	2,0	18,8
2008	34,2	138,5	31,7	69,4	68,0	9,0	30,3	21,3	1,1	7,3	3,8	17,8
2009	91,6	0,0	4,6	10,9	18,9	38,7	37,8	73,9	31,6	6,5	31,1	53,5
2010	3,4	19,7	12,0	1,6	3,6	9,6	21,1	31,1	39,9	13,8	1,9	19,2
2011	19,4	30,0	5,5	8,9	8,0	28,7	21,5	21,6	7,2	22,1	0,9	4,3
2012	1,0	95,6	79,9	7,0								

Source : ANRH (2014)

Annexe8 : des photos représentant le surpâturage dans la commune d'El-Aricha



Photo n°1: le surpâturage par les ovins



Photo n°2 : le surpâturage par les bovins

Annexe 9 : Photos représentant la nature de la végétation et l'état des parcours steppiques dans les stations étudiées :





Photo n°3 (a, b, c) : des photos présentative de station n°1





b



c

Photo n°4 (a, b, c) : des photos présentative de station n°2





c

Photo n°5 (a, b, c) : des photos présentative de station n°3



a



Photo n°6 (a, b, c) : des photos présentative de station n°4

Annexe 10: Les photos qui présentent les aménagements qui sont réalisés au niveau de la commune d'el-Aricha :



Photo n°7 : seuil en pierre sèche



Photo n°8 : reboisement