Université de Saida– Dr. Moulay Tahar
Faculté des Sciences

Thèse

Présentée pour obtenir le diplôme de

Doctorat de 3ième Cycle

Spécialité : Protection de l'environnement

Filière : Biologie

Par :

DAOUDI Khadidja

Thème :

IMPACT DU PROGRAMME DE LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION SUR LA DYNAMIQUE ET LA RESTAURATION DES STEPPES DE L'ALGERIE OCCIDENTAL

Thèse soutenue le **06/07/2021** devant le jury composé de :

LABANI Abderrahmane	Prof.	Université de Saida – Dr. Moulay Tahar	Président
SITAYEB Tayeb	Prof	Université de Saida – Dr. Moulay Tahar	Rapporteur
BENABDELIKheloufi	Prof	Université de Mascara – Mustapha Stambouli	Examinateur
NASRALLAH Yahia	MCA	Université de Saida – Dr. Moulay Tahar	Examinateur

Année universitaire : *2020-2021*

Remerciement

Louange à Allah, seigneur tout puissant de m'avoir aidé pour venir au terme de cetravail et de surmonter toutes les difficultés et de m'avoir accordé ce privilège pour suivre le chemin de la science et du savoir.

En premier lieu, je tiens à remercier mon directeur de thèse, Monsieur le professeur ***SITAYEB Tayeb,*** *pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer ce travail doctoral, pour l'aide inestimable qu'il m'a apporté sur le plan scientifique, sa rigueur pour le travail bien fait, ses suggestions pertinentes dans la recherche. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour sa passion à la recherche qu'il a su me transmettre.*

Mes sincères remerciements aux membres du jurypour tout l'attention qu'ils bien voulu accorder à ce travail :

Mr. LABANI Abderrahmane, *Professeur à l'université de Saida qui a accepté de faire partie du jury de soutenance de cette thèse.*

Mr. BENABDELI Kheloufi, *Professeur à l'université de Mascara d'avoir accepté de juger ce travail.*

Mr. TERRAS Mohamed, *Professeur à l'université de Saida qui a accepté de faire partie du jury de soutenance de cette thèse.*

Mr. NASRALLAH Yahia, *Maître de conférence à l'université de Saida d'avoir bien voulu faire partie de ce jury, trouver Monsieur le témoignage de ma profonde gratitude.*

J'adresse mes vifs remerciements au :

- ***Mr. ACHERKada,*** *Inspecteur divisionnaire conservation des forêts W. Naâma.*
- ***Mr.BADAOUI Larbi,*** *Conservateur divisionnaire conservation des forêts W. Naâma.*
- ***Mr.HITACHE Rachid,*** *Conservateur divisionnaire conservation des forêts W. Naâma.*
- ***Mr. NASRALLAH Oussama,*** *Conservateur divisionnaire conservation des forêts W.Naâma.*

Je tiens à remercier également tous les enseignants du département de Biologie à l'université Moulay Tahar de Saida et je n'oublie pas le chargé du laboratoire ***HAMED Ahmed*** *pour son aide.*

Merci à tout le staff pédagogique et administratif du département de biologie à l'université de Saida.

Je tiens à remercier tout particulièrement au symbole de tendresse et de sympathie mon cher père et ma chère mère pour leurs amours et ses sacrifices et leurs encouragements durant toutes mes études.

Je remercie ma famille qui compte beaucoup pour moi, elle a toujours été présente et d'un soutien sans faille et un remerciement spécial à mon frère ***Hassad*** *enseignant en lycée de chimie pour son aide et les conseils*

A tous mes amis que je n'ai pas mentionnés mais auxquels je pense très fort.

Je demande enfin à toutes les personnes sollicitées dans le cadre de ce travail de trouver ici l'expression de ma profonde gratitude et de mes remerciements les plus chaleureuses.

Liste des figures

Figure 01 : Carte de localisation géographique de la steppe algérienne…….....6

Figure 02 : Les indicateurs de dégradation des écosystèmes steppiques (Source : SADKI, 1977)……...22

Figure 03 : La carte de sensibilisation à la désertification (HCDS, 2010)……25

Figure 04 : Carte de sensibilité à la désertification - wilaya de Naâma (CTS, 2009)…..38

Figure 05: Organisation spatiale du phénomène d'ensablement (Bensaid, 2006)…..…..43

Figure 06: Représentation schématique de la trajectoire d'un écosystème naturel ou semi naturel dans le temps (Buisson, 2011)……..…58

Figure 07 : Représentation schématique de la restauration écologique vue comme l'évolution temporelle de l'état de santé d'un écosystème dégradé **(B)** en comparaison avec la référence naturelle **(A),** passant par l'état intermédiaire **(C)** (Andersen, 2008).....59

Figure 08 : Cadre décisionnel pour le choix des variables et des indices à mesurer lors du suivi à court et à long terme d'un écosystème restauré.
(Inspiré de Hobbs and Norton, 1996; Block et al., 2001; Dudley et al., 2005; Morrison et al., 2005 ; Ruiz-Jaen et Aide, 2005; King et Hobbs, 2005; Giardina et al., 2007)……...62

Figure 09: Théorie des filtres (d'après Cristofoli and Mahy, 2010; Lortie et al, 2004)……..68

Figure 10 : Situation géographique de la wilaya de Naâma (C E N E A P 2010)……..72

Figure 11 : Découpage administratif de la wilaya de Naâma (C E N E A P 2010).....73

Figure 12 : Carte hypsométrique de la Wilaya des Naâma (C E N E A P 2010)…….……..77

Figure 13 : Carte des altitudes de la Wilaya de Naâma (C E N E A P 2010)…….....78

Figure 14 : Carte des pentes de la Wilaya de Naâma (C E N E A P 2010)……..80

Figure 15 : Carte géologique de la Wilaya de Naâma (C E N E A P 2010)……..……82

Figure 16 : Carte lithologique de la Wilaya de Naâma (C E N E A P 2010)……...84

Figure 17 : Extrait de la carte pédologique de la région centre de la wilaya de Naâma (BENSAID, 2006)……..……...87

Figure 18 : Carte hydrographique de la Wilaya de Naâma (C E N E A P 2010……...89

Figure 19 : Carte d'occupation du sol de la Wilaya de Naâma (C E N E A P 2010……92

Figure 20 : Variations des précipitations moyennes mensuelles des deux stations.....95

Figure 21 : Régime saisonnier des précipitations…….....96

Figure 22 : Variations mensuelles des températures pour les deux stations….....97

Figure 23 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (Station de Mecheria)…….....103

Figure 24 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (Station de Naâma)……103

Figure 25 : Climagramme Pluviothermique d'EMBERGER……..…..104

Figure 26: Taux de croisement entre les RGPH……109

Figure 27 : Démarche méthodologique……..131

Figure 28 : Situation des sites étudiés……134

Figure 29: Représentation des moyennes des paramètres physiques ……143

Figure 30 : Représentation des moyennes des paramètres chimiques…….……..147

Figure 31 : Démarche méthodologique …….....151

Figure 32 : Carte d'implantation des relevés floristiques dans les stations d'étude…..155

Figure 33: Classification des types biologiques de Raunkiaer (1934)……..159

Figure 34: Répartition des familles des stations d'étude…….. ……167

Figure 35: Spectre biologique de la flore recensée dans les quatre stations étudiées……170

Figure 36: Représente le graphe de la correspondance entre station et espèce…….....176

Figure 37: Classification ascendante hiérarchique de la station *Pinus halepensis*…….178

Figure 38: Classification ascendante hiérarchique de la station *Cupressus sempervirens*……179

Figure 39: Classification ascendante hiérarchique de la station *Eucalyptus camaldulensis*……...180

Figure 40: Classification ascendante hiérarchique de la station témoin……181

Figure 41 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Helianthemum lippi*……..187

Figure 42: Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Astragalus caprinus* dans la station *Pinus halepensis*.....189

Figure 43: Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Astragalus caprinus* dans la station témoin..... 189
Figure 44: Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Hordeum murinum* dans la station *Eucalyptus camaldulensis*.....191
Figure 45: Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Hordeum murinum* dans la station *Pinus halepensis*.....192
Figure 46 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Launaea arborescens* dans la station *Pinus halepensis*.....193
Figure 47 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Launaea arborescens* dans la station témoin.....194
Figure 48 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Marrubium desertii*.....195
Figure 49 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Muricaria prostrata* dans la station *Eucalyptus camaldulensis*.....196
Figure 50 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Muricaria prostrata* dans la station *Pinus halepensis*.....197
Figure 51 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Papaver hybridium* dans la station *Pinus halepensis*.....198
Figure 52 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce*Papaver hybridium* dans la station témoin.....199
Figure 53 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Stipa parviflora* dans la station *Cupressus sempervirens*.....201
Figure 54 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Stipa parviflora* dans la station *Eucalyptus camaldulensis*.....201
Figure 55 : Diagramme de régressions prévision standardisée *Stipa parviflora* dans la station témoin.....202
Figure 56 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Salvia verbenaca* dans la station *Eucalyptus camaldulensis*.....203
Figure 57 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Salvia verbenaca* dans la station témoin 203
Figure 58 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Eruca sativa*.....204

Figure 59: Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Hordeum murinum*……...…….205

Figure 60 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Atractylis serratuloides*……..……..…….206

Figure 61 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *stipa parviflora*…….……...……..207

Figure 62 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Miricaria prostrata*…….....208

Figure 63 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Salvia verbenaca*……..……...209

Figure 64 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Papaver hybridium*…….210

Figure 65 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Launaea arborescens*……..211

Figure 66 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Astragalus caprinus*…….....212

Figure 67 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Marrubium desertii*…….....213

Figure 68 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Helianthemum lippi*……..214

Figure 69 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Eruca sativa*……216

Figure 70 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Hordeum murinum*……..217

Figure 71 : Diagramme de la relationdes paramètres chimiques avec l'espèce *Atractylis serratuloides*……218

Figure 72 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *stipa parviflora*…….220

Figure 73 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Miricaria prostrata*…….....221

Figure 74 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Salvia verbenaca*……...…….222

Figure 75 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Papaver hybridium*…….……...224

Figure 76 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Launaea arborescens*…….....225

Figure 77 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Astragalus caprinus*…….……227

Figure 78 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Marrubium desertii*……..…….……228

Figure 79 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Helianthemum lippi*……230

Liste des tableaux

Tableau 01 : Evolution de la population de la steppe (Bencherif, 2011)……..13

Tableau 02 : Effectif du cheptel en régions steppiques (milliers de têtes)……14

Tableau 03 : L'état des parcours steppiques en 2005…….....16

Tableau 04 : L'évolution de la sensibilité à la désertification (DGF, 2018)…….24

Tableau 05: Les classes de terres selon leur dégrée de sensibilité - wilaya de Naâma (CNTS, 2009)……..……..39

Tableau 06 : Les actions réalisé au période 2009-2014 …….....53

Tableau 07 : Caractéristiques des stations météorologiques…….....93

Tableau 08 : Répartition moyenne mensuelle des précipitations (mm)…….. 94

Tableau 09 : Régime saisonnier des précipitations……...96

Tableau 10 : Valeurs moyennes mensuelles des températures…….....97

Tableau 11: Direction des vents selon leur fréquence en %, (ONM, 2010)…….99

Tableau 12 : Type de climats en fonction des Amplitudes thermiques…….....100

Tableau 13 : Indice de sécheresse estivale……..…….....101

Tableau 14 : Indice De Martonne pour les deux stations……...102

Tableau 15 : Valeur du Qet étages bioclimatiques…….....104

Tableau 16 : Evolution de la population de la wilaya entre RGPH77 et 2016 (DPSB 2016)….....108

Tableau 17 : Evolution de la population par commune entre RGPH77 et 2016 (DPSB, 2016)…….109

Tableau 18 : Répartition de la population de la wilaya de Naâma (DPSB, 2016)……..110

Tableau 19 : Répartition de la population de la wilaya de Naâma (DPSB, 2008)…… .111

Tableau 20 : Estimation de la population active par commune (DPSB, 2016)……..….112

Tableau 21: Estimation de l'emploi de la wilaya de Naâma (DPSB, 2016)… ……...113

Tableau 22 : Répartition des terres agricoles par commune (Ha) (DPSB, 2016)……...114

Tableau 23 : Répartition de la production végétal par commune (2016) (1/3)……. .115

Tableau 24 : Répartition de la production végétal par commune (2016) (2/3)…… …..116

Tableau 25 : Répartition de la production végétal par commune (2016) (3/3)……...117

Tableau 26 : Répartition du cheptel par espèce et par commune (2016). …….....118

Tableau 27 : Répartition des éleveurs par commune (DPSB, 2016)….……..119

Tableau 28 : Répartition de la production animale 2016……....120

Tableau 29 : Répartition de la superficie forestière et alfatière (H) par commune 2016……..125

Tableau 30 : Répartition de la superficie forestière (H) par espèce et par commune (DPSD, 2016)……...126

Tableau 31: Situation desreboisements (depuis la création de la wilaya) par commune (DPSB, 2016)…… …….....127

Tableau 32 : Coordonnées géographique des sites d'étude…….……..133

Tableau 33: Paramètres physico-chimiques analysées……...135

Tableau 34 : Test ANOVA des paramètres physiques……..……...144

Tableau 35 : Test post-hoc de Duncan pour les paramètres physiques……144

Tableau 36 : Test ANOVA des paramètres chimiques……...148

Tableau 37 : Test post-hoc de Duncan pour les paramètres chimiques……..148

Tableau 38 : Recouvrement de la végétation dans des stations d'étude…….…...164

Tableau 39: Composition en familles et espèces de la flore des stations d'étude……..166

Tableau 40 : Résultat des types biologiques de la zone d'étude…….……169

Tableau 41 : Pourcentage des types biologiques dans les stations d'étude……169

Tableau 42 : Résultats des indices de diversité…….……..171

Tableau 43: Valeurs propres et pourcentage d'inertie des premiers axes d'AFC……..173

Tableau 44: Tableau des correspondances entre station et espèce……...173

Tableau 45: Contribution du profil station à l'inertie des axes……....174

Tableau 46: Contribution du profil espèce à l'inertie des axes……....174

Tableau 47 : Analyse de la régression de l'espèce *Helianthemum lippi*……...187

Tableau 48 : Analyse de la régression de l'espèce *Astragalus caprinus*……..……..188

Tableau 49 : Analyse de la régression de l'espèce *Eruca sativa*….....190

Tableau 50 : Analyse de la régression de l'espèce *Hordeum murinum*……..…...191

Tableau 51 : Analyse de la régression de l'espèce *Launaea arborescens*…….....193

Tableau 52 : Analyse de la régression de l'espèce *Marrubium desertii*.....194

Tableau 53 : Analyse de la régression de l'espèce *Muricaria prostrata*..……196

Tableau 54 : Analyse de la régression de l'espèce *Papaver hybridium*…….....198

Tableau 55: Analyse de la régression de l'espèce *Papaver hybridium*…….....199

Tableau 56 : Analyse de la régression de l'espèce *Stipa parviflora*……200

Tableau 57 : Analyse de la régression de l'espèce *Salvia verbenaca*……202

Tableau 58 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Eruca sativa* dans l'axe factoriel 1 et 2……..…….204
Tableau 59 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Hordeum murinum* dans l'axe factoriel 1 et 2……...……...205
Tableau 60 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Atractylis serratuloides* dans l'axe factoriel 1 et 2……...206
Tableau 61 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *stipa parviflora* dans l'axe factoriel 1 et 2……..……..207
Tableau 62 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Miricaria prostrata* dans l'axe factoriel 1 et 2……..…….....208
Tableau 63 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Salvia verbenaca* dans l'axe factoriel 1 et 2…….……...209
Tableau 64 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Papaver hybridium* dans l'axe factoriel 1 et 2……..…….....210

Tableau 65: Analyse de larelation des paramètres physiques avec l'espèce *Launaea arborescens* dans l'axe factoriel 1 et 2…….……211

Tableau 66: Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Astragalus caprinus* dans l'axe factoriel 1 et 2…….…….....212

Tableau 67 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Marrubium desertii* dans l'axe factoriel 1 et 2…….....213

Tableau 68 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Helianthemum lippi* dans l'axe factoriel 1 et 2…….214

Tableau 69 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Eruca sativa* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3……..……215

Tableau 70 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Hordeum murinum* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3……..217

Tableau 71 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Atractylis serratuloides* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3……...218

Tableau 72 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *stipa parviflora* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3…….....219

Tableau 73 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Miricaria prostrata* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3……..……220

Tableau 74 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Salvia verbenaca* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3……...…….222

Tableau 75: Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Papaver hybridium* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3…….....223

Tableau 76 : Analyse de larelation des paramètres chimiques avec l'espèce *Launaea arborescens* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3……...……..225

Tableau 77 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Astragalus caprinus* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3…….….....226

Tableau 78 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Marrubium desertii* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3…….....228

Tableau79: Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Helianthemum lippi* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3…….....229

Liste des photos

Photo 01 : Exemple de la dégradation des parcours steppique de la wilaya de Naâma 2016……16

Photo 02 : Exemple sur l'effet de l'érosion hydrique et éolienne sur les sols steppiques de Naâma……17

Photo 03 : L'ensemble des échantillons prélevés dans le laboratoire…… …...135

Photo 04 : Détermination de la couleur par le "Munsell soil colorchart"……...136

Photo 05 : Mesure d'humidité par séchage dans l'étuve……136

Photo 06 : Mesure de la densité apparente…….137

Photo 07 : Mesure de la densité réelle.....137

Photo 08 : Mesure de la capacité de rétention…….....138

Photo 09 : Mesure de la perméabilité……..139

Photo 10: Mesure de pH et conductivité de sol……..139

Photo 11: Mesure de calcaire par la calcimètre de Bernard……...140

Photo 12 : Dosage du carbone organique……140

Photo 13: Analyse par spectrophotomètre ……..141

Photo 14: Les stations d'études……...152

Photo 15 : Matériels utilisé…….....153

Photo 16 : Délimitation des placettes des relevés sur terrain……..154

Liste des abréviations

ADEP : Association du Développement de l'Elevage Pastoral

ANP : Armé National Populaire

CC : Chemin Commune

CAPCS : Coopératives Agricoles Polyvalentes Communales de Service

CENEAP : Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Planification

CFN : Conservation des Forets de la wilaya de Naâma

CEPRA : Coopératives d'Elevage Pastoral et la Révolution Agraire.

CES : Conservation des Eaux et des Sols

CNUED : Conférence des Nations Unies sur l'Environnement et le Développement.

CNTS : Centre National des Techniques Spatiales (Arzew)

CSFD : Comité Scientifique Français de Désertification

CTS : Centre des Techniques Spatiales

CW : Chemin Wilaya

D.G.F : Direction Générale des Forêts

DPSB : Direction de Planification et de Suivi Budgétaire

D.S.A : Direction des Services Agricoles

EEM : Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire

F.A.O : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FDRMVTC : Fond de Développement Rural et la Mise en Valeurs des Terres par la Concession

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondial

FLDDPS : Fonds de Lutte contre la Désertification et le Développement du Pastoralisme et de la Steppe

FNDR : Fonds National de Développement Rural

GRR : Grosses Réparations dans les Reboisements

HCDS : Haut Commissariat pour le Développement de la Steppe

M.A.D.R : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

ONC : Office National de Consensus

ONG : Organisation Non Gouvernementale

ONM : Office Nationale de Météorologie

ONS : Office National des Statistiques

PAM : Plantes Aromatiques et Médicinales

PNDA : Programme National de Développement Agricole

PNDAR : Programme National de Développement Agricole et Rural

PNR : Plan National de Reboisement

PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

PPDR : Programme de Proximité et Développement Rural

PPDRI : Projet de Proximité de Développement Rural Intégré

PSI : Plan Sectoriel Intégré

R.G.P.H : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

R N: Route National

S.A.U : Surface Agricole Utile

SAFAO : Société Agro – Forestier et Aménagement d'Ouancharisse

SDRD : Stratégie de Développement Rural Durable

SODETEG: Société Des Etudes Techniques et d'Entreprise Générale

TAD : Territoire Aménagement et Développement, bureau d'ingénierie et d'étude Techniques

TNR : Travaux Neufs de Reboisement

UF : Unité Fourragère

UNCCD : Convention des Nations unies sur la lutte Contre la Désertification

UNCOD : United Nations Conférence On Désertification

UNESCO : Organisation des Nations unies pour l'Education, la Science et la Culture

ZDIP : Zone de Développement Intégré du Pastoralisme

Table des Matières

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des photos

Liste des abréviations

Introduction générale…….……1

Première partie : *Synthèse bibliographique*

Chapitre I : Généralité sur la steppe Algérienne

Introduction

1. Définition……..……..….....4

2. Délimitation géographique et superficie de la steppe en Algérie …….……5

3. Les caractéristiques de la steppe algérienne ……..……6

3.1. Caractéristiques climatiques ……..…….……....6

3.1.1. Pluviométrie……..…….……..…….....6

3.1.2. Température……..……....7

3.2. Caractéristiques édaphiques……..……..…....8

3.3. Caractéristiques hydrographiques et ressources hydriques……....9

4. Végétation steppique naturelle…….....10

- Les steppes à alfa (*Stipa tenacissima*)……..……..10
- Les steppes à armoise blanche“Chih“ (*Artemisia herba alba*)…….....10
- Les steppes à sparte “Sennagh“ (*Lygeum spartum*)……..…….….....10
- Les steppes à remth (*Arthrophytums coparium*)…….…….……11
- Les steppes à psammophytes…….…….....11
- Les steppes à halophytes…….…….…..…...11

5. Occupation des terres et ressources fourragères……..……..…..12

6. Caractéristiques socio-économiques…….....12

6.1. La population……..……..12

6.2. L’économie……..…….....13

7. Etat de la steppe Algérienne…….....14
8. La dégradation de la steppe algérienne……..…....…...15
8.1. Les facteurs de dégradation des écosystèmes steppiques……....16
8.1.1. Les facteurs naturels……..……..….....16
- ❖ La sécheresse……..……..…..16
- ❖ Érosion hydrique et éolienne……..……..…..16
- ❖ Problème de salinité des sols……..……....18

8.1.2. Facteurs anthropique…….……...18
- ❖ Evolution de la population steppique…….19
- ❖ Surpâturage……..……..19
- ❖ Défrichement des parcours et pratiques culturales……....20

8.1.3. La désertification……..…...23
9. Les projets de protection et d'aménagement des parcours steppiques…….....26
9.1. Perspectives futures……...….32
Conclusion
Chapitre II : La désertification dans la Wilaya de Naâma

Introduction
1. Définition de la désertification……..….36
2. La désertification dans la wilaya de Naâma……...37

3. Les principales causes de la désertification dans la wilaya…….….....39
3.1. Causes naturelles……..……..….39
3.2. Les causes anthropiques.....40
- ❖ Le surpâturage…….…....40
- ❖ Le défrichement…….....40
- ❖ L'éradication des espèces ligneuses…….……...40
- ❖ Les incendies …….…….....40

4. L'extension de la désertification dans la wilaya…….....40
5. Les conséquences de la désertification……...41
6. Formes de dégradation des terres dans la wilaya……...42
6.1. L'érosion éolienne et le phénomène d'ensablement…….....42
6.2. Le problème d'érosion hydrique……..…..43
Conclusion

Chapitre III : Stratégie d'aménagement et de développement dans la wilaya de Naâma

Introduction

1. Les programmes de lutte contre la désertification et la dégradation dans la wilaya de Naâma……...45

1.1. Programme de développement……46

1.2. Programme de protection……..….….51

1.3. Programme quinquennal……...……..54

Conclusion

Chapitre IV: Méthodes et techniques de restauration des écosystèmes dégradés

Introduction

1. La restauration écologique……57

1.1. Définitions et concepts…….……57

1.2. Les étapes de la réussite d'une restauration écologique……...58

1.3. Evaluation des projets de restauration écologique……63

1.3.1. Les approches pour évaluer le succès de la restauration…….…...64

1.4. La restauration des sols et les communautés végétales et quels succès pour ces opérations ?……..65

1.5. Les facteurs qui régissent l'assemblage des communautés végétales et leurs implications pour la restauration…….……66

1.6. Filtres à la restauration……66

16.1. Filtres de dispersion……...66

16.2. Filtres abiotiques……67

1.6.3. Filtres biotiques……67

1.7. Relation entre pratique de la restauration et écologie de la restauration……68

Conclusions

Deuxième partie : ***Etude du milieu physique et analyse socio-économique***

Chapitre I : Étude du milieu physique

Introduction

1. Présentation et localisation……70

1.1. Cadre administratif……..71

1.2. Caractéristiques spécifique de la wilaya de Naâma…….....74

1.3. Cadre géomorphologique……75

1.3.1. Le Relief……...75

1.3.1.1.L'altitude……75

1.3.1.2.La pente……..79

1.4. Géologie, lithologie et pédologie……..….....81

1.4.1. Cadre géologique……..81

1.4.2. Lithologie……83

1.4.3. Cadre pédologique……..85

1.5. Hydrographie et Hydrogéologie……88

1.5.1. Hydrographie……...…88

1.5.2. Hydrogéologie…….....90

1.6. La végétation naturelle……...90

2. Climat……93

2.1. Précipitations……..93

2.1.1. Précipitations moyennes mensuelles et annuelles……...94

2.1.2. Régime saisonnier……95

2.2. Les températures……96

2.2.1. Les températures moyennes mensuelles…….……97

2.2.2. Moyenne des minima du mois le plus froid « m »……97

2.2.3. Moyenne des maxima du mois le plus chaud «M » …… 98

2.3. Enneigement……..98

2.4. Gelées……..…98

2.5. Les vents……..…99

2.6. Synthèse climatique……..100

2.6.1. Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité……...100

2.6.2. Indice de sécheresse estivale……101

2.6.3. Indice d'aridité de De Martonne……...101

2.6.4. Diagramme ombrothermique de BANGNOULS et GAUSSEN (1953)…..102

2.6.5. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger (1955)……..103

Conclusion

Chapitre II : Etude et analyse socio-économiques

Introduction

1. Evolution de la population……..107

2. Répartition de la population……110

3. Estimation de l'emploi……112

3.1. Population active……..……112

3.2. Population occupée……...……113

4. Potentialités économiques……..……..113

4.1. Production végétale……113

4.2. Production animale……..……...117

5. Potentialité forestière……...……...…….121

5.1. Le potentiel alfatier……...……122

6. Autres secteurs d’activités ……..127

Conclusion

Troisième partie : ***Changement de l'occupation du sol et la dynamique phytoécologique***

Chapitre I : **Impact de changement de l'occupation du sol sur les caractéristiques physico-chimiques du sol**

Introduction

1. Méthodologie…… 131

1.1. Analyse des documents de base…….....132

1.2. Prospection pédologique……..132

1.2.1. Description des sites……...……..132

1.2.2. Echantillonnage du sol…….....133

1.3. Analyse au laboratoire…….....134

1.3.1. Analyses physique du sol……..135

- ❖ Couleur du sol……135
- ❖ Humidité du sol……...136
- ❖ La densité apparente (masse volumique)……137
- ❖ La densité réelle……...137
- ❖ La porosité totale…… 138
- ❖ Capacité de rétention……...138
- ❖ Perméabilité……138

1.3.2. Analyses chimique du sol……..139

- ❖ pH (eau), pH (KCL) et la conductivité électrique……..…….139
- ❖ Calcaire totale……140
- ❖ Dosage du carbone (méthode Anne)……...140
- ❖ Les stocks en élément chimique……..140

1.4. Traitement des données……...141

2. Résultat et interprétation……141

2.1. Paramètres physique……141

- ❖ Humidité du sol……..141
- ❖ La densité apparente, la densité réelle, la porosité et la couleur du sol……..142
- ❖ Capacité de rétention……..142
- ❖ Perméabilité (La conductivité hydraulique saturée) (Ks)……...143

2.2. Paramètres chimique ……144

- ❖ pH du sol……....144

❖ Conductivité électrique……145
❖ Calcaire total……145
❖ Carbone et la matière organique…….146
❖ Les stocks en élément chimique……..146
Conclusion
Chapitre II : Etude quantitative et qualitative de la végétation
Introduction
1. Méthodologie……..151
1.1 Synthèse des données bibliographiques ……...152
1.2 Situations de la zone d'étude……152
1.3 Choix des stations…….152
1.4. Réalisation des relevés…….152
1.4.1. Matériels utilisés……153
1.4. 2. Échantillonnage……153
1.4. 3. Indices……..155
❖ Abondance-dominance…….155
❖ Sociabilité…….156
1.4.4. Traitement des relevées……156
1.4.4.1. Traitement quantitative……156
a)Mesure du recouvrement……...156
b) Richesse floristique……..157
1.4.4.2. Traitement qualitative……...157
1.4.4.2.1. Caractérisation biologique…….157
1.4.4.2.2. Estimation de la diversité……...159
❖ *Indice de Shannon-Weaver (H')*…….159
❖ *Indice de régularité (Equitabilité de Pielou) (R)*……160
1.5. Analyse numériques des données……161
1.5. 1. Analyse multivariée des données floristiques ……..161
1.5.1.1. Analyse factorielle correspondances (AFC)……..161
1.5.1.2. Classification hiérarchique ascendante (CHA)……..162
1.6. Résultats et discussion……..163
1.6. 1. Recouvrement……....164

1.6. 2. Composition systématique……...164
-Familles et espèces……164
- Station *Pinus halepensis*……164
- Station *Cupressus sempervirens* ….……...164
- Station *Eucalyptus camaldulensis* ……165
- Station Témoin……165
-Types biologiques des espèces……..168
-Spectre biologique……169
-Estimation de la diversité……..170
1.6. 3. Analyse statistiques……172

1.6. 3.1. Interprétation des axes factoriels (AFC)……...173
1.6. 3.2. Dendrogrammes de classification ascendante hiérarchique (CHA)…….176
- Station *Pinus halepensis*……177
- Station *Cupressus sempervirens*…..……...178
- Station *Eucalyptus camaldulensis*…….……..179
- Station Témoin……..…..180

Conclusion
Chapitre III : Relations sol-végétation
Introduction
1. Méthodologie……185
2. Résultats et interprétations…….…186
2.1. La régression…….....186
- Espèce *Helianthemum lippi*…….……...186
- Espèce *Astragalus caprinus*……188
- Espèce *Eruca sativa*……..…..190
- Espèce *Hordeum murinum*……190
- Espèce *Launaea arborescens*……192
- Espèce *Marrubium desertii*……194
- Espèce *Muricaria prostrata*……195
- Espèce *Papaver hybridium*…… 197
- Espèce *Atractylis serratuloides*……...199
- Espèce *Stipa parviflora*……..200
- Espèce *Salvia verbenaca*……202

2.2. Analyse composante principale (ACP)…….204
2.2.1. La relation sol -végétation avec les paramètres physiques……....204
- Espèce *Eruca sativa*……..…204
- Espèce *Hordeum murinum*……...205
- Espèce *Atractylis serratuloides*……206
- Espèce *stipa parviflora*……207
- Espèce *Miricaria prostrata*……208
- Espèce *Salvia verbenaca*……..209
- Espèce *Papaver hybridium*……..210
- Espèce *Launaea arborescens*…….....211
- Espèce *Astragalus caprinus*……212
- Espèce *Marrubium desertii*……..213
- Espèce *Helianthemum lippi*……214

2.2.2. La relation sol-végétation avec les paramètres chimiques……215
- Espèce *Eruca sativa*……215
- Espèce *Hordeum murinum*……..…216
- Espèce *Atractylis serratuloides*……....218
- Espèce *stipa parviflora*……..…...219
- Espèce *Miricaria prostrata*……..……220
- Espèce *Salvia verbenaca*……..……221
- Espèce *Papaver hybridium*……...……223
- Espèce *Launaea arborescens*……...…….…....224
- Espèce *Astragalus caprinus*……...……..….226
- Espèce *Marrubium desertii*……...……..….227
- Espèce *Helianthemum lippi*……..……...229

Conclusion

Conclusion générale……..……..……...……..232

Références bibliographique

Annexes

INTRODUCTION

ET

PROBLÉMATIQUE

INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

La désertification, en Algérie, concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui ont toujours été l'espace privilégié de l'élevage ovin extensif. Ces parcours naturels jouent un rôle fondamental dans l'économie agricole du pays sont soumis à des sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : surpâturage, exploitation de terres impropres aux cultures… Depuis plus d'une cinquantaine d'années, ils connaissent une dégradation de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune et son habitat), cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique (Le houérou, 1985 ; Aidoud, 1996 ; Bedrani, 1999), la région ouest en particulier est considérée comme zone en désertification au vu de la dégradation de la couverture végétale, de la faiblesse qualitative et quantitative des ressources en eau, de l'exacerbation des mécanismes physiques à la surface du sol, de l'érosion et de l'ensablement,les causes immédiates sont nettement identifiées : il s'agit du surpâturage, de la mise en culture inappropriée et des prélèvements excessifs,cet écosystème est de plus en plus fragilisé par l'accroissement de la pression humaine.

Les causes fondamentales restent d'abord la croissance démographique, le mode socio-économique ainsi que le cadre institutionnel et le choix de développement. On comprend donc qu'un ensemble de facteurs agissent de manière combinée à différentes échelles spatiales et temporelles. Cette analyse implique que les actions de lutte doivent nécessairement s'appuyer sur un diagnostic fiable de l'état de l'environnement local en intégrant l'identification des responsabilités et des intérêts respectifs de tous les acteurs agissant.

L'impact des actions de lutte contre la dégradation des terres repose sur la mise en place de réseaux d'observation à long terme utilisant des méthodologies de collecte et de transfert de données compatibles (ROSELT /OSS, 2004).

L'intérêt de ces observatoires est de collecter les données nécessaires, sur une base harmonisée, de suivre dans le temps l'évolution de processus et depermettre ladéfinition de situations de références. Ils permettent de développer des indicateurs et de les tester, d'élaborer des outils d'aide à la décision intégrant ces indicateurs. Ils constituent également des sites privilégiés de recherche sur l'étude des mécanismes et des processus, ainsi que sur les facteurs déterminant les évolutions.

La steppe algérienne a été réalisée préalablement à la mise en place massive des programmes de restauration (Bensaïd, 1995) pour évaluer leur efficacité et leur impact à moyen et long terme sur les trajectoires naturelles des communautés végétales. Or, les gestionnaires de ces espaces manifestent de plus en plus leur besoin de données scientifiques solides quant au choix de la technique de restauration à appliquer en fonction du contexte local et de l'état de dégradation.

L'objectif de cette thèse est d'identifier les principales conséquences écologiques de l'introduction d'espèces forestières dans la zone steppique de la région de Naâma. Comprendre les conséquences écologiques de ces plantations est d'une importance capitale pour évaluer les politiques forestières actuelles et passées, pour élaborer des stratégies de restauration alternatives et pour prévoir les conséquences à long terme de ces plantations sur le fonctionnement et la dynamique de l'écosystème steppique.

Nous sommes intéressés par le projet de reboisement réalisé en 2007 sur 400 ha par l'utilisation de trois espèces forestières (*Pinus halepensis, Cupressus sempervirens* et *Eucalyptus camaldulensis*). Montrer l'impact du changement d'affectation des sols sur la modification des paramètres physico-chimiques du sol, plus précisément l'effet des pratiques de reboisement qui modifient la structure du sol et la modification du contenu organique et des éléments minéraux et des modification sur l'état de recouvrement par la végétation et leur cortèges floristiques associés.

Cette thèse est structurée en trois parties :

Dans la première partie, Nous présentons une étude bibliographique. Elle contient quatre chapitres, un premier chapitre consacré aux généralités sur la steppe Algérienne et le deuxième chapitre s'articulé sur la désertification dans la Wilaya de Naâma et un troisième chapitre présente la stratégie d'aménagement et de développement dans la Wilayade Naâma et le dernier chapitre montre les méthodes et techniques de restauration des écosystèmes dégradés.

La deuxième partie est composée de deux chapitres, le 1^{er}présente le milieu physique et le 2ème analyse l'approche socio-économique et dynamique de la population et ses activités.

La troisième partie, concerne l'étude expérimentale associée à trois thématiques

- Etude d'impact de changement de l'occupation du sol sur les caractéristiques physico-chimiques du sol
- Etude quantitative et qualitative de la végétation
- Etude relation sol-végétation

Toutes ces thématiques vont nous permettre de mieux clarifier les changements obtenus, depuis 2007 après leur mise en place sur le recouvrement par la végétation, les paramètres physico-chimiques du sol et l'état de sa surface.

Enfin, une conclusion générale synthétisera les points essentiels de ce travail ainsi que les perspectives des recherches futures.

Partie I :
Etude Bibliographique

Chapitre I

Généralité sur la steppe Algérienne

Introduction

La dégradation des écosystèmes naturels constitue aujourd'hui la principale préoccupation qui se pose en termes de disponibilité de ressources naturelles, notamment les produits alimentaires,en effet les grands bouleversements dans les relations entre l'homme et la nature ont engendré des perturbations très profondes, mettant en péril permanent le bien être de l'homme, parmi ces perturbations, on note la calamité de la dégradation des sols dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches entraînant une perte progressive de la productivité du sol et l'appauvrissement du couvert végétal conséquents aux activités humaines et aux variations climatiques,ce phénomène menace de plus en plus, la santé et les moyens de subsistance d'un milliard d'individus, vivant dans plus de cent pays, et qui dépendent du sol pour la plupart de leurs besoins (Haddouche, 2009).

L'espace steppique de par son étendue et sa localisation écolo-géographique constitue une barrière naturelle bravant la désertification. Sur les 36 millions d'hectares qui constituent le territoire steppique algérien, 12 millions d'hectares se trouvent dans un état de dégradation avancée. Les données sur la sensibilisation à la désertification établie par la DGF (1997) citées par (Benabdeliet al., 2008), indiquent que 5 % de cette superficie est désertifiée, 15 % très sensible, 25 % sensible à la désertification soit un total de 45 % des terres dans un processus de dégradation assez avancé et souvent irréversible.

1. Définition

La steppe est «une formation végétale, primaire ou secondaire; basse et ouverte dans saphysionomie typique et inféodée surtout aux étages bioclimatiques, arides et désertiques dont elle est l'expression naturelle » (Pouget, 1980 ; Bourbouze et Donadieu, 1987).

Selon Le houérou (1995), la steppe est une « immense étendue plus ou moins aride, à relief peu accusé, couvertes d'une végétation basse et clairsemée ». Par contre plusieurs auteurs tels que Senoussi et al (2011), considèrent que la steppe comme un espace qui constitue une zone tampon entre le désert du Sahara et la " ceinture verte " du nord du

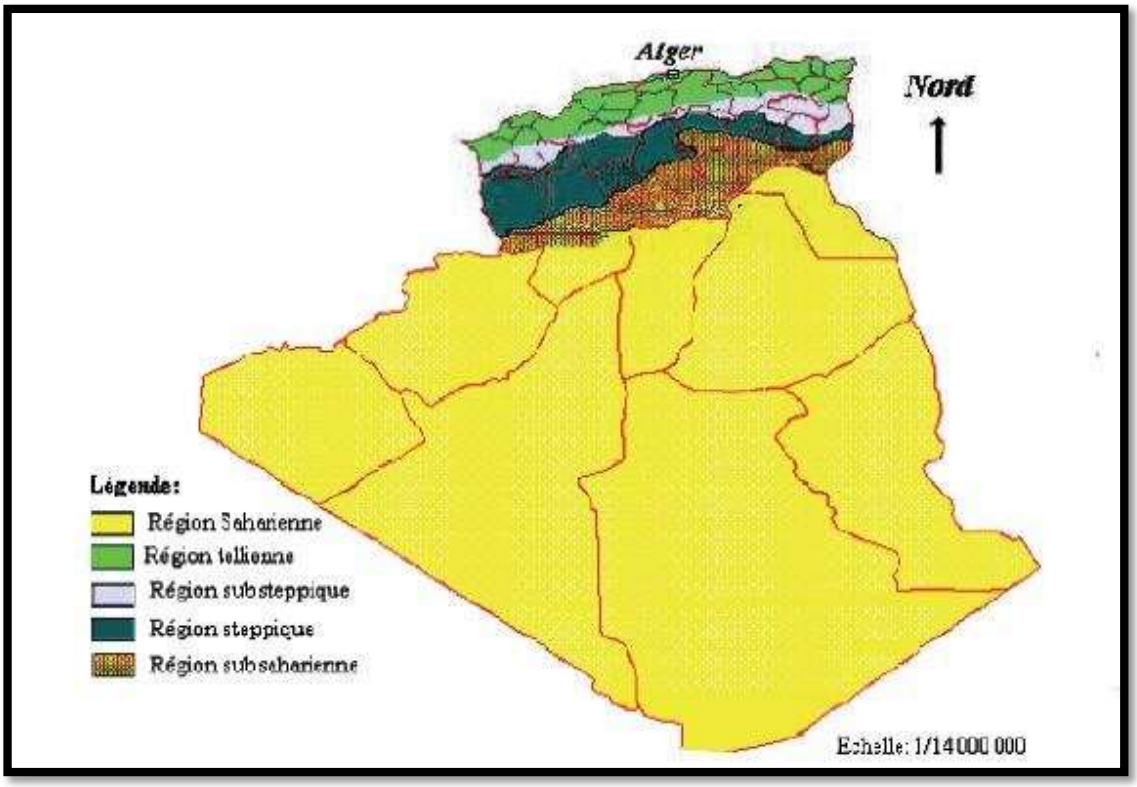
pays. Pays des grands espaces plats et élevés où l'arbre est rare ou absent, l'alfa et l'armoise sont les espèces caractéristiques.

Selon Benabdeli et al (2008) la steppe est une formation végétale naturelle, constituée de plantes xérophiles herbacées, disposées en touffes espacées, et de plantes ligneuses, éventuellement de quelques arbres ou arbustes dispersés. Ainsi (Bencherif, 2011) définie, la steppe couvre environ 20 millions d'hectares, dont 15 millions utilisables par le troupeau ovin principalement. Aujourd'hui elle connait une forte régression marquée par une dégradation et une désertification de plus en plus intense.

2. Délimitation géographique et superficie de la steppe en Algérie

Les steppes algériennes situées entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud (Fig.1), couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares (Bencherif, 2011). Elles sont limitées au nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au sud par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (Djebailli, 1978 ; Le Houerou, 1979 ; Djallouli, 1990).

La steppe algérienne présente une entité géographique bien différenciée, en raison de l'aridité de son climat, de son hydrologie, de la nature de son sol, de sa végétation, de l'occupation des terres et du monde de vie de ses habitants. C'est un ruban de 1000 Km de long sur une largeur de 300 Km à l'ouest et au centre, réduit au moins de 150 Km à l'Est (Halem, 1997), elle est représenté une part de près de 8.5 % du territoire national (Hadouche, 2009), répartie administrativement à travers 08 wilayas steppiques et 11 wilayas agro-pastorales totalisant 354 communes (Ministère de l'Agriculture, 1998).



Source : http//site.voila.fr/désertification

Figure 1 : Carte de localisation géographique de la steppe algérienne.

3. Les caractéristiques de la steppe algérienne

3.1. Caractéristiques climatiques

La steppe algérienne se caractérise par un climat de type méditerranéen avec une saison estivale sèche et chaude alternant avec une saison hivernale pluvieuse, fraîche sinon froide. Diminution et irrégularité accrue des pluviosités, augmentation des températures et de la longueur des périodes de sècheresse estivale rendant encore plus difficiles les conditions de développement des plantes avec un bilan hydrique déficitaire (Le houérou ,1996).

3.1.1. Pluviométrie

La tranche pluviométrique constitue un référentiel significatif en matière de sensibilité au phénomène de désertification puisqu'elle conditionne l'état de la végétation pérenne.

Dans la steppe d'Algérie, les pluies y sont très irrégulières et tombent sous forme de grosses averses. La pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 250 mm/an est faible. Selon Khelil (1997), les précipitations subissent une baisse vers l'Ouest (Ain Sefra) par suite de la présence du grand Atlas marocain, elles augmentent progressivement vers le centre (El Bayadh, Aflou, Djelfa) puis diminuent vers Boussaâda et M'sila dominées par

l'influence de l'enclave saharien du Hodna. Elles diminuent encore plusvers le piémont sud de l'Atlas Saharien (Laghouat) décroissent rapidement dès que l'on s'éloigne de la flexure sud atlasique vers le Sud. Les massifs montagneuses dont les monts des Ouled Naïl et Djebel Amour sont relativement plus arrosées, ils sont les plus favorisés avec des précipitations dépassent 400 mm/an et où les crêtes reçoivent jusqu'à 600 mm/an.

L'écosystème steppique est marqué par une grande variabilité interannuelle des précipitations; les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité moyenne issue d'annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante, la diminution des précipitations moyenne calculée sur une période de (1913-38) est de l'ordre de 18 à 27 %, particulièrement du Sud-Ouest Oranais, les pluviosités annuelles n'ont pas dépassé 25 % de la moyenne, et la durée de la saison sèche aurait augmenté de 2 mois entre 1913-1938 et 1978-1990 (Djellouli et Nedjraoui 1995).

3.1.2. Température

Le régime thermique de la steppe est de type continental et l'amplitude thermique annuelle est généralement supérieure à 20°C d'après Le houerou (1977), cité par Khelil (1997). Selon la classification faite par Le Houérou (2004), l'Algérie steppique reste dans sa plus grande partie comprise entre les isothermes +1°C et +3°C. Localement, dans la partie centrale du Hodna et sur le piedmont saharien oriental, « m » dépasse cette valeur, particulièrement dans la région de Biskra (m>+6 °C).Par contre la partie centrale de l'Atlas saharien, les monts du Hodna, les Aurès le piedmont Sud de l'Atlas tellien, la partie occidentale des hauts plateaux et les hautes plaines sétifiennes connaissant des valeurs comprises entre +1°C – 2°C, enfin sur les plus hauts sommets « m » est inférieure à 2° C si on extrapole les gradients connus, car il n'y a aucune station en haute montagne, au sud de l'Atlas saharien (du fait de son éloignement à la mer) et dans la partie centrale du Hodna (du fait de la faible altitude) les maxima se situent entre 37 °C et 40°C.

En raison de leur altitude importante, les zones montagneuses ont des étés plus cléments (M < 34 °C) (Lehourou et al, 1975). Les températures très élevées de la saison estivale inhibent le développement de la végétation, ce qui amène les éleveurs cette fois à se déplacer vers le Nord pour gagner les plateaux céréaliers (Achaba).

Une autre caractéristique du climat steppique est le vent violent. En effet, celui de l'hiver occasionne des dégâts; celui de l'été venant du Sahara (sirocco), est le plus catastrophique; est un vent chaud qui souffle de 20 à 30 jours par an et a des effets

dégradants sur la végétation. Bensaid (2006) note : « Le vent est non seulement, un agent érosif spécifique au façonnement des paysages désertiques, mais aussi responsable de l'ensablement et de leur origine ». La zone steppique est un champ de remous pour les masses d'air, en raison des immenses étendues et des couloirs qu'elle comporte et les vents dominants de direction Ouest et Nord-ouest sont souvent suivis d'orages. Les gelées constituent l'un des facteurs climatiques les plus contraignants des zones steppiques, de la saison froide inhibent également la poussée de la végétation, ce qui amène les éleveurs à se déplacer vers les parcours sahariens à température plus chaude (Azzaba).

Ces variations de précipitation et de températures ont des conséquences sur l'état de la végétation, et par conséquent sur la conduite du cheptel et la vie des éleveurs qui remédiaient autrefois à ces contraintes par de longs déplacements (transhumance).

Ces déplacements épargnaient le surpâturage des parcours fragilisés et peu productifs. Mais cette pratique a diminué considérablement ses dernières décennies et elle a été remplacée parla sédentarisation des éleveurs (Lehouerou, 2004).

3.2. Caractéristiques édaphiques

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.

Selon Pouget (1980**)**, la plus part des sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire réduisant la profondeur de sol utile ; ils sont généralement pauvre en matière organique et sensibles à la dégradation. (Hadouche ,1998) noté que les sols steppiques, ils sont caractérisés par une évolution beaucoup plus régressive que l'inverse, c'est-à-dire la morphogenèse qui l'emporte sur la pédogenèse**.**
Halitim (1988) signalé que les principaux types de sols sont les suivants :

- Les sols minéraux bruts (lithosols et régosols) localisés sur les sommets des djebels.
- Les sols peu évolués regroupant les sols d'origines colluviale des glacis, alluviale des lits d'oueds et des dayas et éolienne des formations sableuses fixées.
- Les sols calcimagnésiques caractérisés par des rendzines sur les versants des djebels, les sols bruns calcaires à accumulations calcaires, très répandus, et les sols à encroûtement gypseux, plus rares.
- Les sols isohumiques représentés par les glacis d'érosion et les sols halomorphes qui occupent les chotts et les sabkhas.

L'existence de bons sols est très limitée. Ces derniers sont destinés aux cultures et se localisent dans les dépressions, les lits d'Oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur situation permet une accumulation d'éléments fins et d'eau (Pouget, 1980). Alors que les sols calcaires et calciques dominant sont caractérisés par une faible profondeur, une croûte calcaire, une teneur en matière organique très faible (inférieur à 1%) et décroissante selon la profondeur alors que le taux de calcaire croit et constitue une entrave au développement des plantes (Nedjimi et Guit, 2012 ; Nedjimi et Homida, 2006). La texture est à dominance sableuse imposant une faible stabilité structurale et une faible capacité de rétention en eau ne permettant le développement que d'une végétation xérique adaptée aux conditions du milieu (Benabdeli, 2000).

3.3. Caractéristiques hydrographiques et ressources hydriques

Le réseau hydrographique est fortement influencé à la fois par les variations saisonnières et interannuelle de la pluviométrie et aussi le relief de la steppe (Khelil, 1997). Les points d'eau sont au nombre de 6 500 dont plus de 50 % ne sont plus fonctionnels (Bedrani, 1995), en raison des équipements détériorés et souvent inexistants et des chutes des niveaux statiques des nappes alluviales et phréatiques.

La plupart des oueds de la steppe sont irréguliers, rares, caractérisés par un écoulement temporaire et endoréique, secs en été avec toutefois des crues violentes le plus souvent en début et à la fin de l'hiver, et parfois en été, ces crues causent beaucoup des problèmes d'érosion des terres et aussi de perte non négligeable de nombre de têtes des animaux qui pâturent. La plupart des oueds de la steppe ne poursuivent jamais leurs cours jusqu'à la mer et se perdent dans les grandes dépressions et chotts. Dans les régions steppiques les ressources hydriques sont faibles, peu renouvelables et inégalement réparties. Selon MADR (2008), les ressources hydriques sont constituées par :

- Les eaux superficielles provenant des précipitations orageuses et qui représentent un volume annuel de 40 milliards de m^3 dont une infime partie est mobilisée par des ouvrages, l'essentiel des apports disparaît par évaporation et infiltration.
- Les eaux souterraines dont le potentiel est évaluées à 1,4 milliard de m^3 et qui constitue la seule ressource fiable, utilisée pour les besoins humaines, l'abreuvement du cheptel et l'irrigation des cultures. Cette ressource est d'une part peu étudiée, hormis sur les périmètres de Oued Touil et du Hodna, et d'autre part anarchiquement exploitée ; en témoigne le nombre important de puits devenus non fonctionnels par la baisse du niveau des nappes alluviales et phréatiques suite à la multiplication des forages.

4. Végétation steppique naturelle

La végétation naturelle est dominée par des formations basses et claires avec des espèces pérennes ligneuses et herbacées (Le Houérou, 1995).

Les steppes algériennes sont dominées par quatre grands types de formations végétales naturelles :

- **Les steppes à alfa (*Stipa tenacissima*)**

L'alfa est une plante pérenne qui est capable de résister aux aléas climatiques et aux conditions sévères de sécheresse, tout en maintenant une activité physiologique même au ralenti. Les steppes à Alfa investissent les espaces à bioclimat semi-aride. Elles peuvent être présentes à partir du niveau de la mer jusqu'à des altitudes de 200m et dans les zones dont les précipitations sont entre 400 et 200 mm (Cortina et al, 2012). Dans ces écosystèmes, la température moyenne annuelle oscille entre 13 et 19 °C durant les mois les plus chaud de l'été, sont soumis à une sècheresse récurrente. Les steppes Alfa se trouvent dans de nombreux types de conditions édaphiques. Elles se développent sur des sols marneux. Bensaid (2006) rapporte l'appartenance des steppes Alfatières à l'étage bioclimatique semi-aride à hivers frais et froids et dans aride supérieur à hivers froids. La productivité pastorale moyenne de ce type de steppe varie de 60 à 150 UF/ha selon le recouvrement et le cortège floristique (Nedjraoui, 2001).

- **Les steppes à armoise blanche"Chih" *(Artemisia herba alba)***

Elles recouvrent 4 millions d'hectares et sont situées dans les étages arides supérieur et moyen à hiver frais et froid avec des précipitations variant de 100 à 300 mm. La production annuelle consommable est de 500 kg MS/ha. Les steppes à armoise blanche sont souvent considérées comme les meilleurs parcours utilisés pendant toute l'année et en particulier en mauvaises saisons, et se développe dans les steppes argileuses et les sols tassés relativement peu perméables et constitue un moyen de lutte naturel contre l'érosion et la désertification (Ayad et *al*, 2007). Elle se trouve sur les dayas, les dépressions et les secteurs plus ou moins humides (Pouget, 1980).

- **Les steppes à sparte "Sennagh" *(Lygeum spartum)***

Représentant 2 millions d'hectare rarement homogène, ces formations sont soumises à des bioclimats arides supérieurs à hivers froid et frais (Bensaid, 2006). Le sparte est une espèce qualifiée de médiocre sur le plan pastoral comme l'alfa.

Seules les jeunes pousses et ses inflorescences sont broutées par les ovins. Sa valeur énergétique (0.3 à 0.4 UF/kg.MS) est assez faible. Par contre, il constitue des parcours d'assez bonne qualité avec un pouvoir de régénération et une productivité relativement

élevée. Il produit en moyenne 65% de sa phytomasse sur pied. Ce qui correspond en moyenne 110 Kg de MS/ ha/an. Des espèces annuelles et petites vivaces confèrent à ces types de parcours, une production pastorale importante de 100 à 190 UF/ha/an et une charge de 2 à 5 hectares par mouton (Djebailli, 1984 ; Djaballah, 2008).

- **Les steppes à remth (*Arthrophytum scoparium*)**

Forment des steppes buissonneuses chamaephytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12.5 %. Les mauvaises conditions de milieu, xérophilie (20 à 200 mm/an), thermophilie, variantes chaude et fraîche, des sols pauvres, bruns calcaires à dalles ousiérozems encroûtés font de ces steppes des parcours qui présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral. La valeur énergétique de remth (*Arthrophytum scoparium*) est de l'ordre de 0.2 UF/ Kg MS. La production moyenne annuelle varie de 40 et 80 Kg MS/ha et la productivité pastorale est comprise entre 25 et 50 UF/ha/an. Ce type de steppe est surtout exploité par les camelins (Nedjraoui, 1981).

- **Les steppes à psammophytes**

Sont liées à la texture sableuse des horizons de surface et aux apports d'origine éolienne. Ces formations sont inégalement réparties et occupent une surface estimée à 200.000 hectares. Elles suivent les couloirs d'ensablement et se répartissent également dans les dépressions constituées par les chotts. Elles sont plus fréquentes en zones aride et présaharienne. Ces formations psammophytes sont généralement des steppes graminéennes à *Stipagostis pungens* et *Thymelea microphylla* ou encore des steppes arbustives à *Retama retam* et leurs valeurs pastorales varient de 200 à 250 UF/ha (Nedjraoui, 1981).

- **Les steppes à halophytes**

La concentration et la répartition inégale des sels dans l'espace ont donné naissance à une formation particulière de la végétation steppique ont créé une zonation typique d'allophite très appétissante autour des dépressions salées. Les espèces les plus répandues sont : *Atriplex halimus, Atriplex glauca, Suaeda fruticosa* et *Frankenia thymifolia* (Bensaid, 2006).Ces steppes couvrent environ 01 million d'hectares et occupent les terrains salés à proximité des chotts et des dépressions. Ce sont surtout les *Salsola* et aussi les *Atriplex* qui constituent d'excellents pâturages dont la permanence pendant la saison sèche assure l'alimentation de nombreux troupeaux des hautes plaines, alors que l'autre ne leur offre plus qu'une nourriture insuffisante (Djaballah, 2008).

5. Occupation des terres et ressources fourragères

On appelle couramment steppe algérienne un territoire de 20 millions d'hectares qui comprend 15 millions d'hectares de steppe proprement dite et 5 millions d'hectares de terres cultivées, de maquis, de forêts, et de terrains improductifs (Bencherif, 2011). Selon le HCDS en 2008, les 20 millions de parcours steppiques se répartissent ainsi :

15 millions d'hectares de parcours palatables dont :

- 3 millions d'hectares en bon état ;
- 5,5 millions d'hectares moyennement dégradés ;
- 6,5 millions d'hectares dégradés.
- 5 millions d'hectares qui se distribuent ainsi :
- 1,1 millions d'hectares de terres de cultures ;
- 1,4 millions d'hectares de forêts et maquis ;
- 2,5 millions d'hectares de terres improductives (zones ensablées ou salines).

L'estimation du potentiel fourrager que recèle la steppe en l'absence d'études fiables et globales reste problématique. Différentes approches ont été tentées et ont abouti aux estimations suivantes :

- L'approche bibliographique qui permet d'estimer la production fourragère annuelle à l'hectare en fonction de l'état des parcours et des formations végétales dominantes aboutit à une estimation de l'ordre de 3 milliards d'UF.
- Le H.C.D.S avance quant à lui une estimation de l'ordre de 1,5 milliard d'UF.

C'est la dernière approche qui apparait la plus juste car elle est fondée sur des bases expérimentales et non pas sur des calculs par estimation. De plus, dans ce domaine il devient impératif de se doter d'outils performants d'évaluation de la ressource fourragère sachant qu'elle constitue la base de toute approche prospective qui concerne l'élevage. En tout état de cause, en prenant en compte les charges admissibles à l'hectare, on admet que les besoins de l'effectif actuel dépassent largement l'offre fourragère disponible et le recours à la complémentation est généralisé et ne se fait qu'en dernière extrémité avec toutes les conséquences en matière de désertification.

6. Caractéristiques socio-économiques

6.1. La population

La population steppique représentait 11% de la population algérienne totale au dernier recensement de la population et de l'habitat (R.G.P.H) effectué en 1987.Une forte croissance démographique est enregistrée durant la dernière moitié du siècle.

Selon ONS (2008), la croissance démographique dans les régions steppiquesa augmenté de 925.708 habitants en 1954, pour qu'elle arrive à plus de 7 millions d'habitants en 2010.

Selon Moulai (2008), la population steppique est passée de 1.255.000 habitants en 1968 à près de 4 millions en 1996. Durant la même période, la population nomade a régressé de 540.000 à 200.000 personnes.

Selon Bencherif (2011), le nombre de la population a été multiplié par 2.5 entre 1966 et 1998 (Tab.1). Elle est composée essentiellement de pasteurs éleveurs pratiquant la transhumance d'autres sont sédentaires où leur revenu principale est tiré à partir de l'élevage ovin en zone steppique.

Tableau 1 : Evolution de la population de la steppe (Bencherif, 2011)

Dates	**Population (nombre d'habitants)**		
	Totale	**Urbaine**	**Rurale**
1966	2 817 339	-	-
1977	3 843 090	13 165 484 **34.3%**	2 526 542 **65.7%**
1987	5 390 549	2 666 024 **49.5%**	2 724 525 **50.5%**
1998	7 225 408	4 216 866 **58.4%**	3 008 542 **41.6%**

6.2. L'économie

La principale ressource des zones steppiques reste les parcours, ils occupent une grande part de la superficie des zones steppiques. L'économie de ces zones est basée sur l'élevage extensif des ovins, ainsi que la culture sporadique de céréales en sec (Lehouerou, 2006). Le problème majeur auquel l'élevage fait face dans ces zones est la rareté et l'irrégularité des ressources alimentaires. La production animale des ruminants dans les zones arides se caractérise par des crises périodiques dues à des disettes résultant de la sécheresse (Lehouerou, 2001).

L'effectif du cheptel pâturant en zones steppiques et dont la composante prédominante est l'espèce ovine, ce rythme d'évolution du cheptel ovins apparait selon l'enquête de Ministère de l'Agriculture (2000), l'effectif du troupeau ovin niveau des zones attient 8500.000 têtes en 1978 à 17.301.000 en 1996 (Bouchtata, 2002) allant à plus de 15 millions en 1999 selon les enquêtes de ministère agricole et 18.000.000 de têtes en 2003 (DSA, 2003). D'après Bedrani (2001), Les causes de la forte croissance du cheptel steppique sont liées :

- Au moins d'une forte croissance démographique dans les zones steppiques
- à la faiblesse de création d'emplois dans les zones steppiques ;
- à la demande soutenue et croissante de la viande ovine
- à la haute rentabilité de l'élevage en zones steppiques du fait de la gratuité des fourrages et du fait de la disponibilité pendant une longue période d'aliment 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 Tab 2.

Tableau 2 : Effectif du cheptel en régions steppiques (milliers de têtes).

Années	1968	1978	1988	1998	2008	2010
Ovins	5600	8500	12000	16 320	16 800	20 000
Caprins	300	560	1 000	1 400	1 630	3800
Bovins	120	120	200	280	305	1650
Camelins	100	175	100	135	144	290
Equidés	250	450	530	750	650	-
Total	6 370	9 805	13 830	18 885	19 520	25 740

Sources : FAO statistiques Agricoles, (1974, 1990-99 et 2000-2010-2012)

7. Etat de la steppe Algérienne

Selon Le houerou (1985), la steppe algérienne s'est maintenue dans un état dynamique relativement satisfaisant jusqu' a 1975. Une réduction considérable du potentiel de production est survenue entre 1975- 1985, évalué à 75% en moyenne.

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 dégrades et 60 à 100 UF/ha/an pour les parcours palatables (Aidoud et Nedjraoui, 1992).

Dans ces zones, la végétation a fait l'objet de nombreuses études phytosociologiques et écologiques. La plupart ont abouti à la conclusion que la végétation steppique se trouve dans un état alarmant du a l'action combinée des facteurs climatiques et surtout anthropiques.

Selon Bederani (1995), comme la terre appartient à tout le monde, elle est exploitée anarchiquement et il n'y a plus de lien entre l'exploitant et la terre, finalement, personne ne veut investir dans la préservation de l'écosystème ni même accepter d'imposer la discipline qui exige une gestion rationnelle.

L'évolution du milieu a connu deux étapes, en l'occurrence la « steppisation » et la désertisation.

a) La « steppisation » : s'est traduit par un changement de la nature ducouvert végétal, une réduction du taux de la matière organique dans lesol et un changement de la composition floristique qui varie dans le sens de l'aridité (Le houerou, 1985).

Les causes de la « steppisation » sont principalement d'origines humaines telles que le défrichement des forêts.

b) La désertisation : en dépit des définitions que donnent les géographes, les phytosociologues, ...etc., la désertisation est la poursuite duprocessus de la « steppisation ». Elle se traduit par l'absence de régénération des espèces végétales et l'extension du paysage désertique. Les causes sont les mêmes que celles de la « steppisation ».

En somme, si la « steppisation » touche le couvert végétal, la désertisation attaque par contre au sol, donc la désertisation est « la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre et peut conduire à l'apparition des conditions désertiques » **(**Saïdi et al, 2011).

Selon HCDS (2005), 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% seulement Tab.3.

Tableau 3: L'état des parcours steppiques en 2005.

Etat des parcours	**Superficie (millions d'ha)**	**Pourcentage (%)**	**Production (UF/ha)**
Dégradés	6.5	43.3	30
Moyennement dégradés	5.5	26.7	70
Bons	3	20	120
Total	15	100	220

Source : (HCDS, 2005).

8. La dégradation de la steppe algérienne

La dégradation est issue de l'interaction de deux types de facteurs. Des facteurs naturels liés aux conditions du milieu physique en général et des facteurs socio-

économiques anthropiques qui favorisent une action souvent une intervention anarchique de l'homme sur l'écosystème (Photo.1).

Cliché (Daoudi, 2016)

Photo 1: Exemple de la dégradation des parcours steppiquesde la wilaya de Naâma 2016

8.1. Les facteurs de dégradation des écosystèmes steppiques

8.1.1. Les facteurs naturels

Les facteurs naturels qui sont à l'origine de la dégradation des parcours steppiques sont fortement liés à la fragilité de l'écosystème de ces zones.

- **La sécheresse**

Les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs année consécutives de sécheresse persistante. La diminution des précipitations et la saison sèche a augmenté de mois durant le siècle dernier (Nadjraoui et Bedrani, 2008).

- **Érosion hydrique et éolienne**

Selon Le houérou (1995) l'action combinée des facteurs climatiques hostiles développement intensif qu'une végétation pérenne et les facteurs édaphiques liés à la structure et à la texture des sols font que les parcours est soumis à une dégradation irréversible accentuée par le phénomène de l'érosion.

Les risques d'érosion éolienne et hydrique sont forts en steppes arides en raison de la violence des événements climatiques et de la faible protection du sol par la végétation. L'importance du recouvrement végétal est à la fois une conséquence de l'érosion et un

indice de risque érosif, que l'on peut associer à des indices d'érodibilité pour faire des prédictions (Bensouiah, 2006).

Le houérou (1995) constate que l'érosion hydrique est due en grande partie aux pluies torrentielles qui, sous forme d'orages violents désagrègent les sols peu épais, diminuent leur perméabilité et leur fertilité. Les éléments fins, l'humus et les éléments minéraux sont emportés par le ruissellement qui provoque la formation de rigoles et de ravines entaillant profondément la surface du sol. Comme conséquence directe de ce phénomène d'érosion, un volume de 50 à 250 tonnes par hectare et par an de terre sont ainsi entrainées par le ruissellement sur les sols dénudés à forte pente.

Le même auteur constate aussi que l'action de l'érosion éolienne par le vent accentue le processus de désertification, elle varie en fonction du couvert végétale.

Ce type d'érosion provoque une perte de sol de 100 à 250 tonnes/ha/an dans les steppes défrichées. Des données récentes montrent que ces phénomènes ont provoqué d'énormes pertes ; près de 600.000 hectares de terres en zones steppiques sont totalement désertifiés sans possibilité de remontée biologique et près de 6 millions d'hectares sont menacées par les effets de l'érosion éolienne (Photo 2) (Ghazi et Lahouati, 1997).

Cliché (Daoudi, 2016)

Photo 2 : Exemple sur l'effet de l'érosion hydrique et éolienne sur les sols steppiques de Naâma.

❖ **Problème de salinité des sols**

Plus de 95% des sols des régions arides sont soit calcaires, gypseux ou salsosodiques, durant la saison humide, les eaux des nappes remontent vers la surface du sol, ces eaux sous l'effet des hautes températures, qui sévissent pendant une période de l'année (saison sèche), subissent une forte évaporation entraînant l'accumulation des sels à la surface du sol (Halitim, 1988).On trouve deux types de dépressions salée aux niveaux des régions arides et semi-arides dont les termes vernaculaires sont Chott et Sebkha (Pouget, 1980) **;** la différence entre ces deux noms réside dans le mode d'alimentation.

Les sebkhas sont sous la dépendance d'apport des eaux de crues et les Chotts sont alimentés respectivement par les apports de ruissellement et aussi par les nappes artésiennes profondes arrivant jusqu'en surface par des sources et/ou des suintements.

Les Chotts seraient de véritables « machines évaporatoires », en période pluvieuse normale (hiver, printemps) une couche d'eau de quelques centimètre, saturée en sel (300-400g/1) recouvre la surface, laissant après évaporation des dépôts surtout de chlorure de sodium, parfois exploitables. Après de fortes pluies, les Chotts peuvent constituer de véritables lacs de plusieurs mètres de profondeurs; quelques mois après, l'évaporation très forte assèche complètement la surface. Le vent balayant cette surface desséchée et dénudée peut, dans certaines conditions, entraîné des particules argileuses et des cristaux de sels (chlorure de sodium, gypse) qui s'accumulent en bordure de la dépression. (Boumezbeur et Benhadj, 2003 ; Nedjimi, 2012). Tout autour de ces systèmes, la présence d'une nappe phréatique plus ou moins salée et inégalement profonde contribue à la formation de sols halomorphes (Pouget, 1973).

8.1.2. Facteurs anthropique

Selon Lehouerou (2002) l'équilibre des écosystèmes naturels a été fortement perturbé au cours des récentes décennies dans la plupart des régions arides et semi-arides sous l'effet de la modification des systèmes d'exploitation du milieu liée à la transformation des conditions socio-économiques et à l'évolution des techniques de production.

Floret et al (1992) indiquent l'accroissement démographique et à la sédentarisation d'une partie croissante de la population, on assiste à une extension rapide à l'agriculture au détriment des meilleures zones pastorales dont la végétation naturelle est détruite par des moyens mécaniques de plus en plus puissantes. Cette destruction est également aggravée par l'accroissement de la pression animale sur les surfaces pastorales de plus en plus réduites et par le prélèvement des produits ligneux destinés à la satisfaction des

besoins en combustibles.Ces différents phénomènes ont contribué à accroître la fragilité des écosystèmes, à réduire leur capacité de régénération et à diminuer leur potentiel de production.

Bédrani (1998) a montré aussi que 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.

Nous avons mentionné précédemment sur l'économie de la population de la région steppique est basée sur l'élevage extensif des ovins. Donc les zones arides se caractérisent par des crises périodiques dues à des disettes résultant de la sécheresse crée un problème de la rareté et l'irrégularité des ressources alimentaires pour l'élevage (Le houerou, 2006).

(Bedrani, 1994) a motionné que la croissance du cheptel ovin dans les zones steppiques a aussi sa part de responsabilité dans la dégradation des parcours. Le cheptel en surnombre détruit le couvert végétal protecteur tout en rendant, par le piétinement la surfaces du sol pulvérulente et tassant celui-ci, ce qui réduit la perméabilité dans ses réserves en eau et augmente le ruissèlement.

- **Evolution de la population steppique**

On a noté précédemment que la population steppique a augmenté ces dernières années Tab.1. Donc l'évolution de cette population non contrôlée par l'état engendre une compétition autour de l'espace, il résulte une régression de l'activité pastorale et l'amplification du phénomène de la désertification. En effet, la forte concentration de population a conduit principalement au surpâturage et au défrichement.

- **Surpâturage**

Le surpâturage est définit comme étant un prélèvement d'une quantité de végétal supérieur à la production annuelle des parcours (Soto, 1997).

Comme nous indique Tab.2, le nombre du cheptel dans les régions steppiques est toujours en augmentation très rapide surtout pour les ovins par contre le couvert végétal (Alfa surtout) est en dégradation très avancée.

Depuis 1975, l'effectif du troupeau ovin au niveau des zones steppiques a pratiquement dépassé le double en l'espace de 20 ans, allant de 8500.000 têtes en 1978 à

plus de 15 millions de têtes en 1999, ce qui représente 83% du cheptel national (MADR, 2000).

L'étude menée en 1996 qui visait à déterminer l'évolution du taux de charge des parcours, fait apparaître qu'en 1968, les parcours steppiques avec leurs 1,6 milliards d'UF nourrissaient 7.890.103 équivalents-ovins, ce qui donnait une charge de 1,9 ha/équivalent ovin (Chellig, 1969). En 1996, le cheptel steppique équivaut à 19.170.103 équivalents ovins, et la charge réelle des 15 millions d'hectares, correspondrait à 0,78 hectares pour 1 équivalent ovin. (Le houèrou, 1985) a montré que les parcours se sont fortement dégradés et que la production fourragère est équivalente à environ 1/3 de ce qu'elle était en 1968, c'est à dire 533 millions d'UF. La charge pastorale potentielle serait d'environ 8 ha par un équivalent ovin et donc 10 fois supérieure à la charge réelle des parcours ce qui donne lieu à un surpâturage intense qui se manifeste par le maintien trop prolongé du troupeau sur les aires pâturées prélevant une quantité de végétation largement supérieure à la production annuelle. L'exploitation permanente des pâturages naturels, utilisant une charge animale nettement supérieure au potentiel de production des parcours, a pour effet de réduire leur capacité de régénération naturelle.

Selon Aidoud (1989), l'impact du surpâturage sur la végétation se traduit par :

• le développement dominant des espèces indésirables, refusées ou très peu consommées par les ovins ;

• la régression du couvert végétal en général, et particulièrement les pérennes ;

• le développement d'une flore post-pastorale riche en thérophytes, favorisée par la concentration des animaux (plantes nitrophiles).

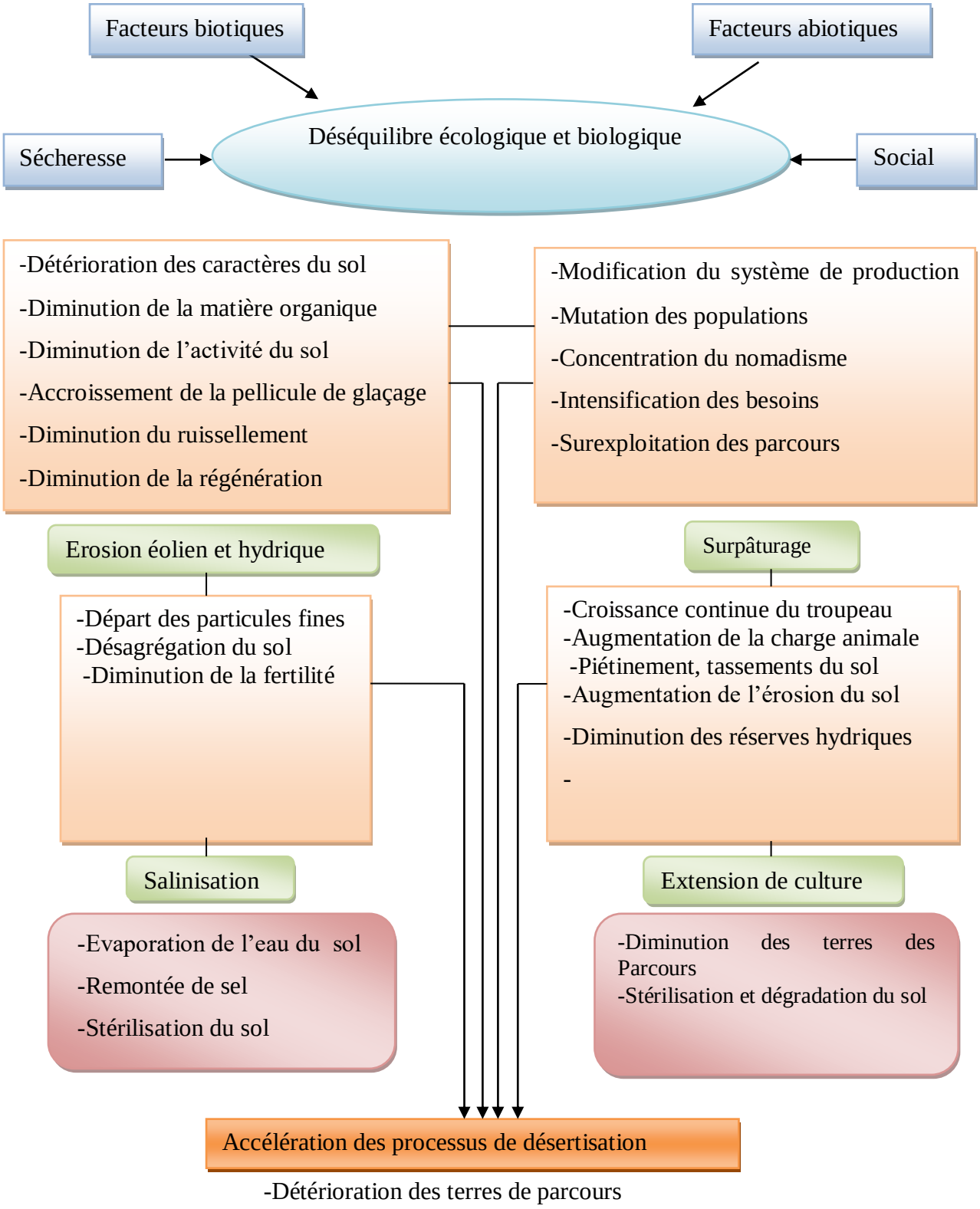
Ainsi, en mauvaise année, l'animal manquant de fourrage est orienté vers les espèces pérennes se trouvant alors au minimum de leurs réserves, ces espèces représentent en fait l'essentiel du potentiel productif des parcours.

❖ **Défrichement des parcours et pratiques culturales**

Le déficit alimentaire du cheptel, causé par la sécheresse, les éleveurs des steppes, ont opté pour les céréales par le défrichement des parcours. L'extension de la céréaliculture fut caractérisée par la généralisation de l'utilisation du tracteur à disques pour le labour des sols à texture grossière fragile. Les labours par ces derniers constituent en un simple grattage de la couche superficielle accompagné de la destruction quasi totale des espèces pérennes. Ces techniques de labour ont aussi une action érosive, détruisant l'horizon superficiel et stérilisant le sol, le plus souvent de manière irréversible (Nedjimi et Homida, 2006).

D'après le ministère d'agriculture (2008) la superficie labourée en milieu steppique est estimée à plus de 2 millions d'hectares, la plus grande partie de ces terres se situe sur des sols fragiles en dehors des terres favorables des fonds d'oueds ou de Dayates.En effet, cette culture épisodique détruit les plantes vivaces qui sont remplacées par des espèces annuelles incapables de retenir le sol (Abdelguerfi et Laouar, 1997).

Le houérou (2002) est constaté que les faibles rendements obtenus (2 à 5 qx/ha) sont loin de compenser la perte de sol qui en résulte et les nuisances générées. Le constat à faire est que la plus grande part des parcours, le tableau 3 montre les données de haut-commissariat au développement de la steppe qui estime l'état des parcours steppiques en 2005.



-Détérioration des terres de parcours

-Paysages pré désertiques

-Perte de la production pastorale

-Déficit fourragers

Figure 2 : Les indicateurs de dégradation des écosystèmes steppiques (Source : SADKI, 1977).

D'une manière générale, on a mentionné précédemment que la steppe algérienne passe de l'état de la steppisation à la désertisation, et ensuite par phénomène de la désertification.

8.1.3. La désertification

Selon la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) de 1992, à Rio de Janeiro la désertification a été définit comme : « La dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches due à des facteurs divers parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ».

Cette dégradation des terres en zones sèches s'exprime par une détérioration du couvert végétal, des sols et des ressources en eau, et aboutit à l'échelle humaine, à une diminution du potentiel biologique des terres ou de leur capacité à supporter les populations qui y vivent. La désertification, phénomène de perte de productivité des terres est à la fois une question d'environnement et de développement (Cornet, 2002).

La désertification des zones steppiques d'Afrique du Nord (Algérie, Maroc, Tunisie) est jugée préoccupante par les spécialistes de ces régions, maisce phénomène y est assez récent. Ceci est dû à des causes autant humaine (surpâturage, surexploitation des ressources pastorales, sédentarisation massive des nomades…), que naturelle (sécheresse, érosion hydrique et éolienne).

La multiplicité des informations chiffrées, des disciplines mobilisées et l'absence d'états de référence nationaux constituent cependant des freins à une analyse méthodique des évolutions de ce phénomène (Abaab et al, 1995).

L'Algérie, pays aride à semi-aride, est l'un des pays d'Afrique les plus menacés par la désertification. En effet :

- les zones de montagne (4% du territoire) sont menacées par l'érosion hydrique et une surexploitation des ressources naturelles ;
- la steppe et le présaharien, zones arides et semi-arides sont très sensibles aux processus de désertification, et sont caractérisées par un surpâturage excessif ;
- L'espace saharien (87% du territoire) est dominé par des cordons dunaires vastes et mobiles et où les infrastructures socio-économiques sont constamment soumises à un ensablement important. Il en est de même pour les nombreuses oasis menacées de disparition.

Selon DGF (2018) la carte de sensibilité à la désertification réalisée en 1996 et actualisée en 2010 (Fig.3 et Tab.4) a démontré que plus de 16 millions d'Hectares sont

sensibles à la désertification. La comparaison des deux (02) études fait ressortir l'évolution de la sensibilité des terres comme suit :

- une augmentation de 5% pour la classe peu ou pas sensible
- une augmentation de 6% pour la classe moyennement sensible
- une augmentation de 4% pour la classe sensible
- une augmentation de moins de 1% pour la classe désertifiée
- une régression de 6,5% pour la classe très sensible

Tableau 4 : L'évolution de la sensibilité à la désertification (DGF, 2018).

Wilaya	**Désertifiée**	**Moyennement sensible**	**Sensible**	**Très sensible**	**Total général**
Batna	33 464	344 015	496 817	30 375	904 671
Biskra	105 804	97 111	1 888 486	88 554	2 179 955
Djelfa	39 213	1 300 790	1 638 633	48 148	3 026 785
El bayadh	157 917	1 147 462	3 248 645	2 601 024	7 155 048
Khenchela	1 374	533 376	181 849	88 940	805 540
Laghouat	0	1 021 263	1 127 529	484 814	2 633 606
M'sila	108 025	740 782	801 914	16 952	1 667 674
Naama	129 054	237 598	1 679 395	865 508	2 911 555
Saida	13 450	245 652	200 069	6 265	465 436
Tebessa	0	668 038	516 482	33 363	1 217 883
Tiaret	49 760	730 115	416 493	169 977	1 366 345
Tlemcen	0	69 320	231 097	0	300 417
Total général	**638 062**	**7 135 522**	**12 427 409**	**4 433 922**	**24 634 915**
Taux	**3%**	**29%**	**50%**	**18%**	

En Algérie 12 wilayas touchées par le phénomène de la désertification Tab.4 et la carte de sensibilisation à la désertification (Fig. 3).

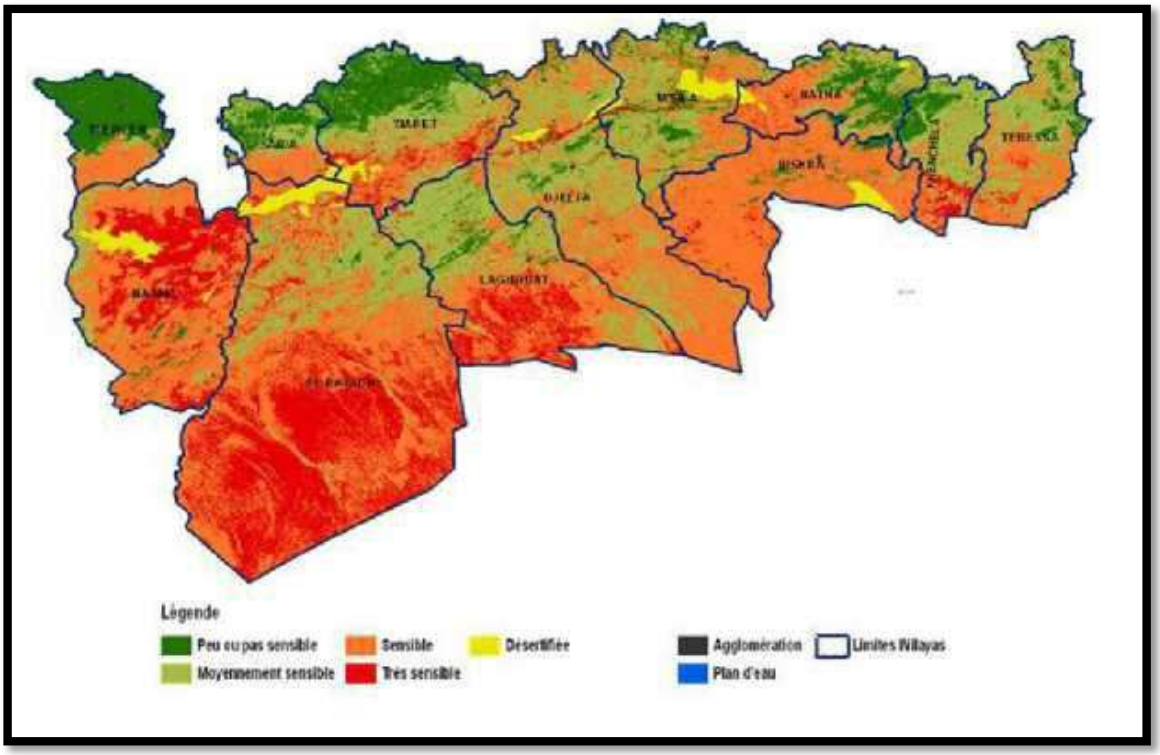


Figure 3: La carte de sensibilité à la désertification (HCDS, 2010).

Dans le cadre de lutte contre ce fléau et de la dégradation, l'Algérie signature des 3 conventions internationales de Rio ; de la lutte contre la désertification, des changements climatiques, de la Biodiversité, est consciente des effets graves engendrés par la désertification qui risquait d'affecter le développement économique et social, ainsi que son indépendance alimentaire, ces préoccupations ont alors conduit les autorités de l'époque à réagir, dès 1968, de grands programmes de reboisement ont été mis en œuvre pour lutter contre la dégradation des terres dans l'Atlas saharien, prioritaire par sa vulnérabilité par rapport au nord du pays. La reconstitution du patrimoine forestier à travers le reboisement a été consacrée comme tâche d'intérêt nationale se traduisant par une mobilisation des citoyens et la mise en œuvre d'un vaste programme d'investissement consenti par l'état.

C'est ainsi que furent lancés les opérations de reboisements de masse à travers les chantiers populaires, les campagnes de volontariat et les différents plans de développement (1962 – 1970) qui ont permis la plantation de plus de 99. 000 Ha, par la direction des forêts crée en conséquence sous la tutelle du ministère de l'agriculture et de la réforme agraire.

9. Les projets de protection et d'aménagement des parcours steppiques

La steppe, a bénéficié durant les premiers plans de développement de programmes portant d'une part sur l'aménagement des parcours et l'organisation de l'élevage ovin et d'autre part sur des actions de protection et de reconstitution forestière.

La lutte contre l'érosion et la restauration des sols par la mise en œuvre de projets d'aménagement intégrés dans les bassins versants et les périmètres d'agriculture de montagne.

Cependant, malgré les efforts importants consentis durant la première décennie qui a suivi l'indépendance, la dégradation des ressources naturelles n'a pu être endiguée. Cette situation a amenée les pouvoirs publics à engager des programmes de grande envergure nationale :

- De 1962 à 1970 : l'état a tenté d'organiser les populations pastorales en les groupant dans des coopératives sur des territoires délimités. L'objectif était d'organiser ces populations pour permettre une exploitation rationnelle des parcours.

- De 1970 à 1980 (Création de coopératives pastorales) : cette période a connu par le lancement de la Révolution Agraire et la promulgation du code pastoral, a pour principal objectif, 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 des espèces ligneuses. Des conflits d'intérêt 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 (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

La première et la deuxième phase de la révolution agraire ont donné lieu la création à des Coopératives Agricoles Polyvalentes Communales de Service (CAPCS) pour l'approvisionnement des éleveurs en biens alimentaires et domestiques. La troisième phase a été réduite à la création de 200 coopératives d'élevage pastoral (CEPRA) et 49 ADEP et le versement des terres au Front National de la révolution agraire.

Ainsi, la création de l'association du développement de l'élevage pastoral (ADEP) dont l'objectif était de provoquer un changement dans les systèmes d'élevage ovin traditionnel en agissant sur la sédentarisation des nomades par le biais de l'accroissement

de la charge à l'hectare moyennant une mise en défens et l'introduction des techniques de pâturages et de conduite des troupeaux rationnelles.

Cette association était la base de création des ZDIP (zone de développement intégré du pastoralisme), mises en place durant le plan quadriennal 1970 – 1973, dont l'objectif était d'inciter les éleveurs à s'organiser sur les parcours par le biais de l'utilisation et de la rentabilisation en commun des infrastructures et techniques mise a leur disposition.

Chaque commune relevant de ces ZDIP s'est dotée d'une coopérative d'approvisionnement, de commercialisation et de service (CAPCS). L'objectif de l'ADEP au niveau de ces ZDIP était la création de 40 coopératives pastorale. Chaque coopérative est composée de 26 éleveurs ayant chacun 100 brebis et 5 béliers et disposant de 10.000 ha de parcours clôturé. La conduite du troupeau adoptée est fonction des disponibilités alimentaires et la charge supportable, et 40 coopératives pastorales organisées regroupant 1500 familles nomades structurées et détribalisées, utilisant 500.000 ha de parcours exploités rationnellement par 150.000 brebis produisant 120.000 agneaux /an (Chellig, 1969).

Selon Mohammedi et al (2006) le nombre de coopératives créées était très faible par rapport à la population autochtone, les zones délimitées n'étaient pas en adéquation avec les habitudes des éleveurs et le système de vie de ces habitants a été bouleversé. Cela s'est traduit par un abandon de cette politique et une disparition pure et simple de ces coopératives. Elles furent dissoutes en 1976 n'ayant pas répondu à l'objectif dans le sens de l'amélioration des productions pastorales et de la gestion des parcours.

- Le barrage vert :projet lancé en 1974, couvrant les zones arides et semi-arides comprises entre 200 et 300 mm, reliant les frontières algériennes occidentales aux frontières orientales et s'étalant sur une superficie de 3 millions d'hectares, avait pour objectifs de freiner le processus de désertification et de rétablir l'équilibre écologique.

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. De plus, le choix de l'espèce, le pin d'Alep, très vulnérable à la chenille processionnaire, n'a pas été scientifiquement réfléchi.

D'après Mohammedi et al (2006), toutes les opérations entamées ont été faites sans études au préalable et les résultats obtenus n'étaient pas satisfaisants dans leur ensemble. Parmi les causes principales de cet échec, il faut noter le mauvais choix des espèces végétales et des techniques de plantation, la transformation d'un espace de parcours en

zone boisée, l'absence d'intégration de la population dans le projet et l'inadéquation entre la vocation des terres et l'aménagement réalisé.

- La création du Secrétariat d'Etat aux Forêts et au Reboisement en 1980 a permis d'apporter des correctifs en cessant les reboisement souvent improvisés. Une politique de classification des terres et l'élaboration de schémas directeurs d'aménagement des zones pilotes aussi que la reconstitution des massifs forestiers dégradés furent les principales actions engagées. D'autre actions ont pu être entreprises telles que les plantations pastorales, la fixation de dunes, les ouvertures de piste.

- De 1980 à 1996 : cette période correspond à une nouvelle orientation de la politique agricole du pays avec la promulgation de quatre lois :

- Celle portant accession à la propriété foncière agricole par la mise en valeur en 1983.
- La loi portant mode exploitation des terres agricoles en 1987.
- La loi portant orientation foncière en 1990
- La loi portant intégration dans le domaine privé de l'état de terres pastorales et à vocation pastorale a une réglementation spéciale de protection, de gestion et d'exploitation conformément au code pastoral (Bedrani, 1996).
- La création d'H.C.D.S chargé de la gestion de la steppe en 1981 constitue un autre fait marquant de cette période. Le haut-commissariat au développementde la steppe (H.C.D.S) établit public à caractère administratif et à vocation technique et scientifique dont la mission principale est de stopper la dégradation continue des parcours pastoraux de manière particulière et de contribuer efficacement au développement socio-économique de cette zone agropastorale.
- Programme des grands travaux en 1994 qui donnait la priorité à une approche intégrée visant à concilier d'une part la satisfaction des besoins des populations et d'autre part la restauration et l'amélioration du potentiel productif des terres.

Les grands travaux ont concerné notamment les actions de protection et d'amélioration des peuplements forestiers disparus, le reboisement des terres à vocation forestière, la mise en valeur des terres pastorales et agricoles, la lutte contre l'ensablement et la fixation des dunes et la mobilisation des ressources en eau superficielles et souterraines. Cette démarche s'inscrivait dans le cadre de la politique nationale d'aménagement du territoire.

- De 1996 à 2002 : Cette période se caractérise par des objectifs d'aménagement, de régulation du cheptel, de développement agricole et forestier. On y distingue trois approches :

- L'approche aménagement : l'une de ses principales mesures est de permettre une répartition équilibrée du peuplement et des activités par un développement global et durable. Il s'agit de déceler les déséquilibres existant en termes decouverture des besoins essentiels des populations et de provoquer l'émergence des centres à promouvoir. Ce programme implique de nombreux investissements, ce qui demande des disponibilités financières importantes difficiles à réunir dans le contexte économique.
- L'approche par régulation du cheptel : aucune des mesures prises dans ce volet (impôts, révision des coûts de production, exclusivité du droit d'usage desterres steppiques...) n'a permis de réguler l'effectif des troupeaux selon les possibilités offertes par l'espace steppique, entraînant une surcharge pastorale avec toutes ses conséquences sur le milieu physique et biologique.
- L'approche du secteur de l'agriculture et des forêts : Cette approche a fait surtout appel à des actions purement techniques d'amélioration pastorale, de mise en défens, de plantation d'arbustes fourragères, de mise en place d'ouvrage anti-érosif, de correctifs apportés au barrage vert par la diversification des espèces et Programme National de Développement Agricole (PNDA) : en matière de protection et gestion des ressources naturelles notamment eau, sols et forêts, cette nouvelle approche qui consiste à conduire le développement agricole dans le strict respect de l'équilibre des écosystèmes est lancée en 2000. Celle-ci vise deux (02) objectifs explicites : l'intensification de la productivité et l'extension de la SAU d'une part et un développement durable reposant sur une exploitation rationnelle des ressources naturelles d'autre part.

Le Plan National de Reboisement (PNR, qui prévoit 1 245 0000 ha de plantations sur 20 années) : par des plantations fruitières au profit des populations, et la mise en œuvre de programmes d'emploi rural, augurent des politiques nouvelles basées sur la concertation et la participation des communautés locales, avec des effets positifs sur la sauvegarde des équilibres naturels des écosystèmes.

De 2002 à ce jour (DGF, 2018)

- **Le Programme National de Développement Agricole et Rural (PNDAR)**

Lancé en 2002, notamment dans les zones arides et semi arides, a encouragé l'introduction de technologie d'irrigation appropriée aux régions sèches. Le secteur privé s'est investi notamment dans la production et l'installation des systèmes d'irrigation

«goutte à goutte» et par micro aspersion. Par ailleurs, dans les oasis, le PNDAR a financé, à la demande des communautés locales, la réhabilitation de systèmes traditionnels d'irrigation (foggara).

- **La nouvelle Stratégie de Développement Rural Durable (SDRD)**

Lancée en 2009, opte pour un développement rural qui « organise les synergies économiques et sociales et qui se fonde sur une implication pleine et responsable des autorités au niveau local et des populations concernées dans le cadre de la mise en œuvre d'une politique participative active. Cette approche s'effectue dans le cadre des Projets de Proximité de Développement Rural intégrés qui comportent des actions d'accompagnement des communautés rurales avec un soutien au plan technique, organisationnel, financier et promotionnel.

-Le Soutien financier pour la mise en œuvre des programmes de lutte contre la désertification à connu la création du fonds de lutte contre la désertification et le Développement du Pastoralisme et de la steppe crée en 2002 (FLDDPS), connu actuellement sous le nom FNDR ligne 1.

- **Le programme de Renouveau rural 2009-2014** a mobilisé prés de 140 milliard de dinars de ressources publiques pour sa mise en œuvre à travers 12000 projets de proximité de développement rural intégré (PPDRI) , qui concerne 30 Wilayas et 723 communes, a permis la réalisation d'action de lutte contre la dégradation des terres de la désertification et de la sécheresse et d'autres actions destinées à la population rurales.

Les réalisations globales sont de :

- Le développement et la protection des écosystèmes par :

1) des plantations forestières sur une superficie de 800 000ha et près de 140.000 ha de fruitiers, pour le maintien des espaces boisés et de recouvrir par une végétation protectrice et de qualité, et aussi des plantations fourragères et pastorales sur plus de 22.000ha.
2) la protection des infrastructures économiques et des terres agricoles contre l'ensablement par la fixation de 4.000 ha de dunes menaçantes; la mise en valeur de plus de 2428 ha, complété par des travaux de conservation des eaux et des sols sur environ 1,1 million de m^3 de correction torrentielle avec 1140 ha de fixation de bergs ;sans oublier les travaux sylvicole réalisés sur plus de 175 000ha.

- Les aménagements pastoraux avec intervention sur les nappes alfatières et les parcours afin d'augmenter le potentiel fourrager, de préserver et d'améliorer les

ressources naturelles par une plantation pastorale de près de 422.000 ha et une mise en défens sur 2 878 774 ha

- Les aménagements hydrauliques pour rentabiliser la ressource en eau ; réalisation de 13387 unités d'ouvrage de collecte des eaux de surface ;
- L'aménagement des 45 bassins versants notamment en zone de montagne sur une superficie estimée à 5,6 millions d'ha ;
- L'amélioration des conditions environnementales par la réduction de l'érosion des sols, réalisation de 2 976 029 m3 de CES ;
- L'amélioration des conditions de vie des populations par le développement des voies de communication sur 25.000 km de piste de dés enclavement rural et l'installation de 12000 kits.
- La création d'actifs par l'installation de vergers arboricoles de 153 723 ha dont 114 000 ha en olivier, la mise en place d'unité d'élevage familial bovin, ovin, apicole, et cuniculicole au profit de près de 200 000 porteurs de projets ; L'amélioration foncière sur une superficie de 32000 ha, pour l'amélioration des pratiques agricoles et des rendements au profit des populations rurales.
- La réhabilitation de l'activité agricole au niveau de 97 Ksars, Oasis et Jardins, par la réhabilitation et l'aménagement d'ouvrages de mobilisation de la ressource hydrique (ceds de dérivation, sources, seguias, où un retour de populations appréciable a été enregistré ;
- Préservation des parcours dégradés par la mise en défens de 2.817.194 Ha et la plantation pastorale sur 400.000 Ha.

Ce programme a pu toucher plus de 10 000 localités rurales situées au niveau de plus de 1400 communes bénéficiant directement à une population vivant principalement de la petite agriculture familiales. 1 million de ménages ruraux, soit près de 6 millions d'habitants avec la création de près de 53 000 équivalents emplois/an à travers la réalisation des différentes activités du programme, dont plus de bénéficiaires d'actifs arboricoles et d'unités d'élevage.

Par ailleurs, il a été enregistré l'implication des autres secteurs par le logement rural, le transport rural, les centres de soins, les écoles….ceci a permis d'assurer la complémentarité et la cohérence des différents interventions des acteurs dans un cadre concerté avec une incidence directe sur la prise en charge des préoccupations des ménages ruraux.

L'impact est matérialisé par un retour de la population dans les localités désertées, la reprise de l'activité agricole, la naissance de certains échanges commerciaux inexistants auparavant et la scolarisation grâce au désenclavement, les réussites de certaines actions individuelles et les initiatives situées en amont et en aval des actions apportées par les projets allant jusqu'à la constitution de coopératives.

A partir de 2016, une nouvelle stratégie comportant plusieurs orientations notamment le développement des chaines de valeurs de tous les produits forestiers qui ont une valeur sur le marché, local, national ou mondial. Cette orientation stratégique concerne l'exploitation des produits forestiers et le développement de leurs chaines de valeur.

Dans ce cadre, à ce jour 141 forêts récréatives sur 3138 ha ont été identifiées sur 35 wilayas dont 44 arrêtés ont été publiés soit 05 forêts attribuées dans 03 wilayas.

Quant aux périmètres d'autorisation d'usage 359 sont identifiés, sur une superficie de 72 297ha dont 9821.36ha attribués au profit de 3134 bénéficières activant dans l'arboriculture, oléiculture ; activité apicole et avicole.

Aussi, des projets d'arrêtés sont en cours d'élaboration relatifs à l'exploitation des PAM, le caroubier, l'amandier, le pistachier, le noyer, le châtaignier, le cerisier, le merisier.

9.1. Perspectives futures

La direction générale des forêts (2018) a mis en place une stratégie de lutte contre la désertification à l'horizon 2035, ayant pour vision la conservation et la gestion durable des ressources (sol, eau, flore, faune) du domaine forestier, alfatier et autres espaces naturels, et ce en vue d'en assurer la pérennité et garantir une production soutenue des biens et services pour le bénéfice des populations et de l'économie nationale. Le défi à relever consiste alors à :

- maintenir la santé et la productivité des écosystèmes forestiers, et autres espaces naturels ;
- maintenir et améliorer les fonctions de protection des eaux et des sols dans la gestion et l'utilisation des espaces naturels;
- maintenir, conserver et valorisation de la diversité biologique ;
- maintenir et encourager les fonctions de production des forêts et autres espaces naturels et valoriser les produits.

1. Le plan d'action consiste à :

- ✓ poursuivre les efforts de lutte contre la désertification dans les zones steppiques et présahariennes et l'extension du champ d'action de lutte contre la désertification au-delà du modèle du barrage vert en zone steppique.
- ✓ La lutte contre l'érosion éolienne et l'ensablement permet d'éviter l'abandon ou la dégradation d'investissements, en assurant la protection de manière préventive ou curative, des infrastructures (canaux d'irrigation, habitations) et des équipements stratégiques (routes, plans d'eau, etc.).
- ✓ assurer une protection et une gestion intégrée de l'espace forestier.
- ✓ développer des ouvrages de prévention contre l'érosion hydrique et le départ du sol.
- ✓ Réhabiliter la nappe alfatière ;
- ✓ Réhabiliter les espèces forestières des zones arides dans le cadre de l'adaptation aux changements climatiques notamment le pistachier de l'atlas, l'acacia raddiana, cyprès et l'arganier.
- ✓ la réhabilitation et la sauvegarde du système oasien afin de préserver la fonction économique et sociale des oasis sur une superficie de 60.000 ha.
- ✓ La mise en place d'un dispositif (ONC) pour réunir le consensus des différents acteurs impliqués de manière intersectorielle dans le Plan de lutte contre la désertification.

2. Un plan d'urgence prévu par le secteur pour la protection de la steppe c'est **la réhabilitation et l'extension du barrage vert** à l'horizon 2035 qui comprend la :
   - ✓ réhabilitation des formations forestières existantes: 159 000ha
   - ✓ reboisement: 288 000 ha
   - ✓ bandes vertes: 26 000 ha
   - ✓ réhabilitation des parcours: 1 897 000 ha
   - ✓ aménagement forestier : 295 400 ha.

Toute en impliquant la population

Un projet de coopération qui sera financé sur le fonds vert pour le climat est en phase de validation pour la prise en charge de 03 zones pilotes du barrage vert.

3. **Lancement de l'Initiative sécheresse :** qui consistera à mettre en place un plan national de lutte contre la sécheresse et la mise en place d'un système d'alerte précoce. L'Algérie a été retenue pour faire partie de l'initiative sécheresse ayant pour,

Objectifs:

- D'aider les pays à renforcer la résilience à la sécheresse en mettant en œuvre des actions concrètes sur les systèmes de préparation à la sécheresse pour renforcer la résilience des personnes, des communautés et des écosystèmes ;
- D'aider les pays sous la forme d'une «boîte à outils» de techniques reconnues à partir de laquelle les pays pourraient choisir un meilleur ajustement compte tenu de leur situation particulière ;

à un stade ultérieur, les pays auront la chance de piloter une intervention de la sécheresse pertinente. Ce dossier sera lancé incessamment.

Conclusion

Au passé, dans les steppes algériennes, un certain équilibre s'est maintenu, entre les ressources pastorales disponibles et le cheptel existant, avec un mode de vie adapté à ce milieu fragile (nomadisme et transhumance), ce qui a permis au parcours de se régénérer facilement après de longues périodes de sécheresse. De nos jours, cet équilibre est perturbé et la rupture se manifeste par une dégradation générale du milieu.

L'accroissement des effectifs du cheptel, la pratique des labours mécanisés inadaptés à ce milieu fragile, la désorganisation de la transhumance et la surexploitation des ressources pastorales ont conduit à ce déséquilibre alarmant, qui se traduit sur le plan écologique par une dégradation visible des pâturages et l'extension des paysages désertiques. Bienque l'état algérienne a élaboré plusieurs programmes pour conserver et améliorer la steppe, mais ces programmes de restauration inadapté avec ce milieu naturel, donc l'état actuelle de la dégradation de la steppe, elle est d'un trajectoire progressive à cause de l'absence des lois qui régissant le pâturage,on a vu les lois mais réellement pas appliqué et suivi sur terrain et l'absence des nouvelles statistiques et des données correctes sur l'état actuel de la steppe, Il faut préciser donc que les scientifiques et les praticiens du terrain en Algérie admettent que l'élaboration de tout projet de développement des zones arides doit nécessairement passer par deux étapes indissociables

- la connaissance des potentialités naturelles de chaque milieu écologique ;
- la caractérisation du phénomène de dégradation des ressources naturelles en tenant compte de l'ensemble des indicateurs, véritables éléments de diagnostic ;

Il s'agit donc d'une approche pluri thématique qui doit reposer sur les expériences déjà acquises dans le domaine de l'aménagement des ressources naturelles, des améliorations pastorales, de l'infrastructure socio-économique, de la mobilisation des eaux. Tous les projets réalisés peuvent servir de référentiel pour les actions futures ; En outre, toute stratégie de développement, qui se veut efficace, doit s'articuler autour de deux points essentiels :

- Une approche globale du problème de dégradation des ressources naturelles dans tous ses aspects afin de définir des programmes de développement à long terme intégrant la dimension environnementale et humaine ;
- La planification écologique utilisant les méthodes de l'aménagement du territoire pour rechercher de nouveaux équilibres entre écosystème steppique et système de production etle suivi et l'évaluation des parcours steppiques peuvent s'établir aussi dans un cadre plus global *ex situ*, grâce à l'utilisation des outils modernes comme les systèmes d'information géographiques et la télédétection pour aboutir à la création et l'actualisation des cartes de sensibilité à la désertification et les cartes de suivi qui permettront la surveillance de l'écosystème steppique et la perception des changements écologiques.

Chapitre II

La désertification dans la Wilaya de Naâma

Introduction

Historiquement, en 1927, Louis lavaudin fut le premier à évoquer le terme de désertification, dans un article intitulé « les forêts du Sahara ».Il attribue au phénomène une origine anthropique, afin de décrire l'appauvrissement et la dégradation des boisements du sud tunisien (cornet, 2002). Après plus d'une vingtaine d'années, en1948, Fairfield Osborn dans son ouvrage « our plundered planet » dit que la détérioration des ressources naturelles de la planète par l'action des hommes, observant dans le nord sub-humide du centre Afrique, la dégradation de la végétation et sols. Le forestier français Aubréville en 1949 disait que « ce sont de vrais déserts qui naissent aujourd'hui sous nos yeux, dans des pays où il tombe annuellement de 700 à plus de 1500 mm de pluie » (cornet, 2002). Dans les années cinquante le programme de l'UNESCO apportera de recherche sur le développement des communautés scientifiques et des connaissances écologiques sur des zones arides.

Le houréou se basant sur les travaux de recherche de terrain créera en 1968 le terme de « désertisation » mais le terme ne sera finalement pas retenu par la communauté internationale.

1. Définition de la désertification

De nombreuses définition différentes de la désertification ont été proposées au cours du temps et notamment ces vingt dernières années. Aujourd'hui le terme a pris par extension une signification climatique et biologique, celle de régions au précipitations rares et irrégulières, à la végétation réduite et éparse ,l'assemblée générale des nations unies décida de la tenue à nairobi en 1977 d'une conférence sur la désertification :UNCOD (United Nations conférence on désertification) cette conférence propose la définition suivante « la désertification est la diminution ou la destruction du potentiel biologique de la terre et peut conduire finalement à l'apparition des conditions désertiques. Elle est un des aspects de la dégradation généralisée des écosystèmes ».

Il s'ensuivit une phase de mobilisation internationale au niveau de la recherche, de la mise en place de crédits internationaux, et d'action de terrain, notamment de reboisement.

Le PNUE a proposé la définition suivante « est un phénomène de réduction et de destruction de potentiel biologique de la terre entrainant l'apparition des conditions analogues à celles des déserts ».

Selon le conseil d'administration de l'évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (EEM) « la désertification est le résultat d'une incapacité prolongée à équilibre l'offre et la demande en services des écosystèmes dans les zones sèches » (EEM, 2005). Ces trois définitions sélectionnées montrent le processus de la désertification est essentiellement dû à une rupture d'équilibre entre l'homme et la nature, elle traduit une action anthropique face à l'environnement pour satisfaire les besoins de l'humanité.

2. La désertification dans la Wilaya de Naâma

La zone de Naâma fait partie des régions arides de la rive sud- méditerranéenne. De par le climat et la nature très fragile des sols, les terres agricoles et les parcours steppiques, base principale de l'alimentation des cheptels, sont constamment confrontés aux problèmes de dégradation du couvert végétal et la vulnérabilité à la désertification, cette situation est aggravée ces dernières années par la diminution de la pluviométrie, l'irrégularité des précipitations et l'augmentation de la probabilité des périodes de sécheresse (Bensaid, 2006).

Selon plusieurs auteurs (Laffit, 1939; Ballais, 1974,1981; Abessemed, 1981,1984 ; Berkaneet Yahiaou, 2007, Sitayeb, 2016 et 2018) ayant travaillé sur les zones steppiques il s'agit bien d'une désertification progressive dont l'être humain est l'unique responsable à cause d'une mauvaise gestion et utilisation des terres fragiles de l'écosystème. De même, dans son étude sur l'aménagement des pâturages (Le houerou H.N., 1981) affirme : «si les modes d'aménagement ne sont pas adaptés, on risque dans certains cas de voir apparaître, en quelques décennies des déserts d'origine anthropique dont l'évolution sera difficilement réversible».

Il importe de noter que ce phénomène a connu une progression alarmante depuis les années 1980; mais en réalité il a commencé à se manifester depuis les années 1970. D'ailleurs, la sonnette d'alarme a été tirée par les pastoralistes dès le début de 1970 où la charge pastorale était deux fois supérieure à la charge potentielle.

Les terres de la wilaya en matière de sensibilité à la désertification sont réparties dans la carte nationale de sensibilité à la désertification (Fig. 4) (CTS, 2009).

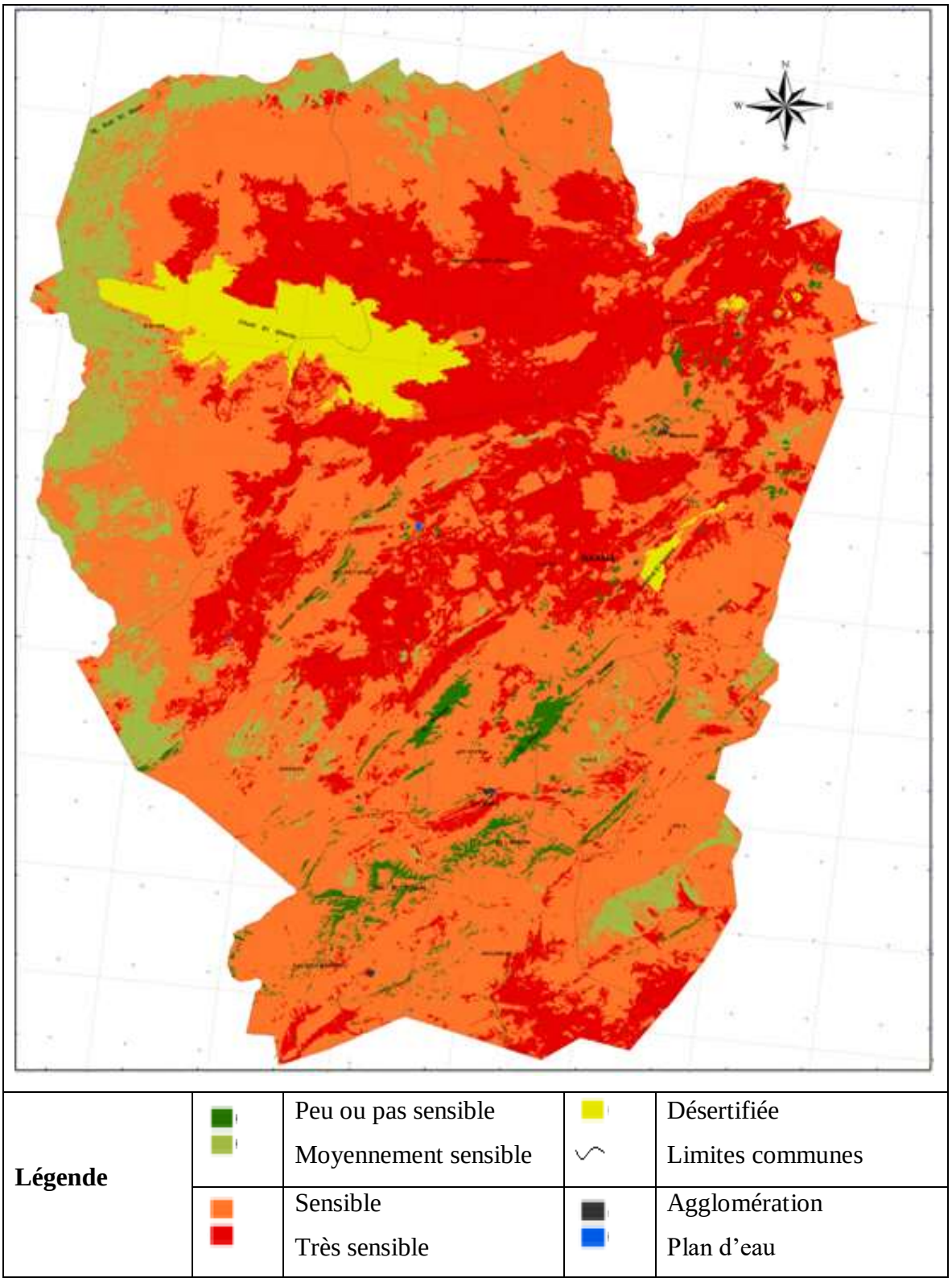


Figure 4 : Carte de sensibilité à la désertification - wilaya de Naâma (CTS, 2009).

La carte établie par le centre des techniques spatial (CNTS) d'arzew en 2009 a fait ressortir 5 classes de terres selon leur degré de sensibilité (Tab.5) :

Tableau 5: Les classes de terres selon leur degré de sensibilité - wilaya de Naâma (CNTS, 2009).

Classe	Superficie	Proportion (%)
Peu ou pas sensible	68.626,43	2,31
Moyennement sensible	237.611,25	7,98
Sensible	1.680.406,48	56,43
Très sensible	865.544,83	29,06
Désertifiés	125.870,47	4.23

3. Les principales causes de la désertificationdans la wilaya

En général, la désertification est causée par une combinaison des facteurs qui évoluent dans le temps et varient selon le lieu. Ceux-ci comprennent des facteurs indirects, tels que les facteurs socioéconomiques et politiques et la pression démographique, ainsi que des facteurs directs, comme les modes et pratiques d'utilisation des terres et certains processus liés au climat.

3.1. Causes naturelles

La wilaya de Naâma est parmi les zones steppiques les plus touchée par la désertification , les variations climatiques sont à l'origine de ce fléau qui est aggravé par la fragilité des écosystèmes steppiques (sols pauvres), ces variations climatiques se caractérisent par : le déficit et l'irrégularité pluviométrique, l'amplitude thermique élevée,la fréquence de gelées et les vents violents particulièrement le sirocco, ces variations favorisent l'apparition desécheresse qui est le révélateur de la désertification dans cette zone (ONM, 2016).Cependant, l'impact de sécheresse 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 se sont adaptés à des conditions de sécheresses récurrentes au cours dessiècles et des millénaires passés acquérant une capacité à récupérer leurs caractéristiques après perturbation (Le houérou, 1995). Selon Thomas (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.

3.2. Les causes anthropiques

La désertification est due essentiellement aux activités humaines, (Le Houérou, 1969) a déjà affirmé cette réalité en mentionnant l'homme comme un moteur fédérateur du processus de désertification en disant que « c'est l'homme qui a créé ledésert, le climat n'est qu'une circonstance favorable ».

Selon CFN (2016), les activités humaines sont déterminées à travers de ces pratiques :

-Le surpâturage : Les activités humaines de cette zone steppique sont basées sur l'élevage, s'exerce des effets sur les parcours par la présence d'un effectif important d'un troupeau dépassant les capacités du parcours et sur une aire de parcours pendant une longue durée, engendrant une dégradation du couvert végétal pérenne, conduisant ainsi l'écosystème steppique à la désertification.

-Le défrichement : Il a pour origine l'extension de la céréaliculture qui constitue l'activité la plus importante après l'élevage, L'effet de cette action est plus intense en période de sécheresse ou les agents érosifs sont plus agressifs sur la surface ameublie du sol, lorsque la charrue à disque demeure l'outil le plus redoutable dans la dégradation des terres. En zone de montagne, le défrichement ne constitue pas un vrai problème pour la wilaya de Naama. Par ailleurs, le rootage exercé pour la réalisation des reboisements peut contribuer à la dégradation des terres en cas d'échec ou non réalisation des plantations, ce qui expose le sol rooté à l'érosion éolienne.

-L'éradication des espèces ligneuses : L'état actuel de la dégradation des peuplements forestiers montre que la végétation ligneuse a été surexploitée (coupes de Genévrier, Pistachier, Tamarix, Jujubier, etc…) et même pour les espèces ligneuses sont déracinées (Armoise blanche, *Noaea mucronata, Salsola vermuculata* et *Tetrenda, Hammada scorpia*, etc…). Les besoins en combustible pour la cuisson et le chauffage poussent les populations à prélever du bois plus utilisable de la saison froide caractérisé par la gelée dans des zones steppiques.

-Les incendies : leur effet n'est pas de la même ampleur que celui des autres facteurs surtout au niveau des parcours, mais dans les massifs il est redoutable sur les peuplements naturels tel est le cas des incendies de 1995 et 2009 enregistrés au niveau de Djebel Aissa et Djebel Morghad dans la zone de Ain Sefra.

4. L'extension de la désertification dans la wilaya :

Ce phénomène qui demeure le problème majeur qui préoccupe la population et la contrainte principale qui limite tout développement de la wilaya.

La CFN (2016) a montré que l'extension de ce phénomène se présente comme suit :

1-Dégradation massive des parcours manifestée par la disparition des parcours à armoise et la restriction de plusieurs espèces fourragères.

2-Arrêt d'exploitation d'Alfa qui constituait durant les années 70 une source d'activité économique.

3-Régression de la nappe alfatière de 800.000 Ha (en 1976 source SODETEG) à 436.000 Ha (en 1972, étude CNTS).

4-L'envasement des réseaux d'évacuation des eaux pluviales et réseaux d'irrigation.

5-Accumulation sableuses menaçant les agglomérations (Naâma, Ain Sefra, El Biodh, Kasdir, Mekem Ben Amar, Horchaia et Abdelmoula), les axes routiers (RN 06, RN 22, CW, CC) et les exploitations agricoles.

6-Déplacement massif des éleveurs avec cheptel vers les wilayates du Nord.

7-Vents de sable fréquents et ses effets sur la vie quotidienne des populations, notamment durant ces dernières années.

5. Les conséquences de la désertification

La principale conséquence de la désertification à la région de Naâma, concerne la diminution progressive du couvert végétal, voire la disparition de certains écosystèmes comme les parcours à armoise ou même à alfa dans plusieurs zones, engendrée la baisse de fertilité notamment par la diminution du taux de matière organique et la perte des éléments nutritifs. La productivité primaire peut être réduite à moins de 10 % de la productivité initiale des écosystèmes non désertisés (Le houerou, 1987). Ensuite une dégradation due au compactage des sols, provoqué par le cheptel et ayant pour conséquence la réduction de l'infiltration des eaux de pluie, et d'autre part ce phénomène à un effet de disparition des espèces faunistiques endémiques de la région. La désertification a des conséquences également socio-économiques qui ontcausé des dégâts par l'ensablement sur les infrastructures, équipements publics, exploitations agricoles et agglomérations et préjudices causés par l'érosion hydrique sur les différents ouvrages, réduction de la productivité des terres agricoles sylvicoles et pastorales ,ces

conséquences sa coûte les éleveurs des opérations de lutte, et baisse des investissements et ses effets sur la vie de la population suite à la baisse de revenu pour les agropasteurs et les répercussions sur la sécurité alimentaire par la régression des ressources naturelles.

6. Formes de dégradation des terres dans la wilaya

6.1. L'érosion éolienne et le phénomène d'ensablement

Ce phénomène constitue le risque majeur qui menace la wilaya (Photo.2) sur tous les plans, à cause de plusieurs paramètres : l'aridité du climat, un sol peu profond, un taux de recouvrement faible de la végétation, présence d'un espace assez étendu et absence de barrières naturelles permettant de limiter la vitesse du vent pour freiner les mouvements des particules. Les études réalisées sur l'ensablement ont pu mettre en évidence une dynamique (Fig.5) qui caractérise chaque forme d'accumulation sableuse, Les anciens cordons dunaires présents dans la région Naama : grande dune de Magroune, la dune de Mekter (zone d'Ain Sefra) et la dune de Nebch au nord de Djebel Antar (zone de Mecheria).Ces dunes ont acquis avec le temps une forme longitudinale selon la même direction que les chaînons de l'Atlas saharien (sud-ouest nord-est), et elles sont considérées comme des zones d'exportation de sable (Bensaid, 2006).

Le mécanisme de progression de ces dunes a été mis en évidence par le travail initié par la direction de l'environnement en 2003 et réalisé par l'AGENCE TAD. La dynamique de ces trois anciens cordons dunaires de la wilaya de Naâma entre la période 1957 et 2002 fait ressortir que la progression spatiale du cordon de Ain Sefra a triplé soit une moyenne 96 hectares par an. Quant aux autres cordons la progression est moins importante, mais ils constituent de véritables zones de source d'alimentation en particules de sable vers les zones en aval.

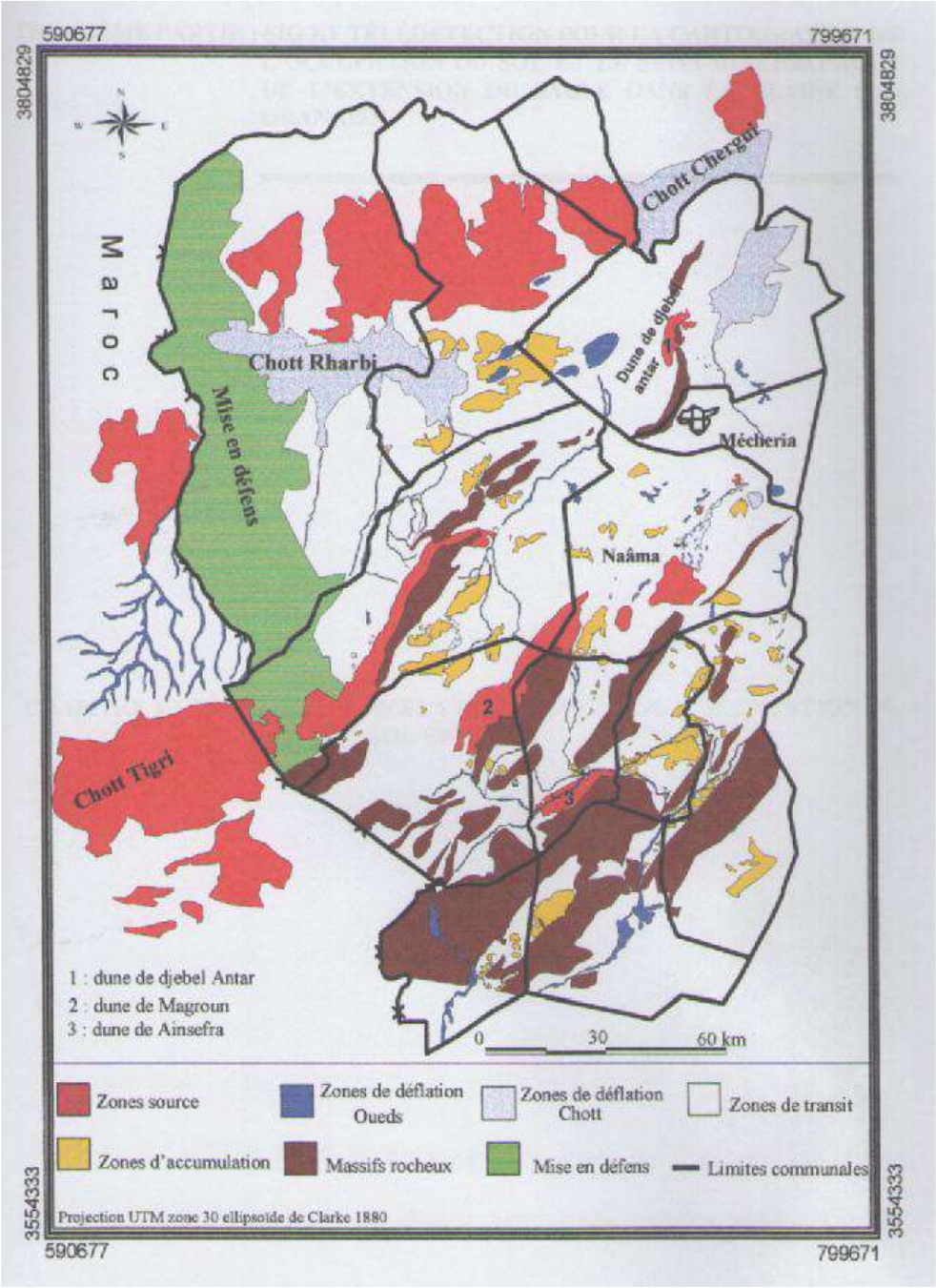


Figure 5: Organisation spatiale du phénomène d'ensablement (Bensaid, 2006).

6.2. Le problème d'érosion hydrique

Selon CFN (2016) la wilaya de Naâma est touchée par le phénomène d'érosion hydrique (Photo.2) à cause de destruction du couvert végétal, s'observent nettement dans les crues qui envahissent chaque fois les infrastructures et les agglomérations en particulier les villes de Mecheria, Ain Sefra, Moghrar et Asla. L'ampleur de l'érosion hydrique, caractérisée par l'apparition de nouveaux ravins et cours d'eau modifiant la

physionomie de plusieurs reliefs et induisant l'altération du sol, causant ainsi des dégâts matériels et mêmes humains.

Conclusion

La lutte contre la désertification envisagée déjà à la conférence des nations unies tenue à Rio de Janeiro en 1992, marque un tournant particulièrement significatif dans l'attitude de la communauté internationale à l'égard des savoirs locaux et traditionnels. Jadis considérés comme désuets, la place de ces savoirs dans la lutte contre la désertification, a été formellement reconnue par cette convention (HERMON, 2007).

La stratégie globale qu'il convient d'initier pour la régénération, la revitalisation et le développement intégré de la wilaya de Nâama, devra s'articuler au tour d'action vitale pour l'équilibre écologique de l'écosystème steppique (durabilité écologique) et l'amélioration des conditions de vie et de revenus des populations (rentabilité économique). Et pour que la population puisse adhérer massivement à ce concept d'aménagement, il faut la considérer comme acteur principal dans l'élaboration de toute stratégie de développement, dont elle est le premier bénéficiaire (acceptabilité sociale) et la faire impliquer dans la conception de tout projet qu'elle aura à gérer au sein de sa communauté. Il convient donc de résoudre le conflit entre les fonctions écologiques et économiques de cet espace à aménager.

Le secteur de la forêt de Nâamaa contribué de réaliser des programmes pour lutter contre ce fléau, ces derniers sont cités dans le chapitre suivant.

Chapitre III

Stratégie d'aménagement et de développement dans la wilaya de Naâma

Introduction

La wilaya de Naâma est parmi les zones steppiques les plus touchée par ce fléau, les phénomènes d'ensablement, la dégradation des milieux steppiques et la réduction des espèces végétales à vocation pastorales en sont la principale illustration des perturbations écologiques.

Parmi les critères de choix de la région d'étude (Wilaya de Naâma), il y a lieu de mentionner :

• sa représentativité sur le plan phytogéographique ou bioclimatique

• l'importance des aménagements et les actions menées dans cette région

• la tendance pastorale de la région avec l'importance de l'effectif ovin et la superficie des parcours

• la zone d'étude est fortement touchée par le phénomène de l'ensablement.

1. Les programmes de lutte contre la désertification et la dégradation dans la Wilaya de Naâma

La wilaya de Naâma, traversée par un grand couloir de mouvement de sable, connaît un phénomène d'ensablement des infrastructures socioéconomiques et des agglomérations qui ont nécessité la mobilisation des secteurs concernés dans le but d'atténuer ce fléau. La conservation des forêts contribuede mettre en œuvre les programmes et mesures en matière de développement, de protection et d'extension des patrimoines forestiers et alfatiers ainsi que de conservation des terres soumises à l'érosion et à la désertification et de développer les activités cynégétiques ainsi que les habitats naturels d'importance internationale.

Dans la wilaya de Naâma, l'intervention du secteur des forêts porte principalement sur les axes de développement suivants :

1.1.Programme de développement :

D'un point de vue organisationnel, la wilaya de Naâma constituait un district alfatier qui dépendant de SAFAO (conservation régionale d'Oran) depuis 1962 jusqu'à 1972 année à laquelle Naâma a connu les premiers travaux forestiers qui ont évolué avec la création de la wilaya en 1984.

L'évolution dans la nature des programmes passant de l'aménagement et la mise en valeur dans les années 60 à la protection dans les années 70, la sauvegarde au cours des années 80 et arrivant à la lutte à partir des années 90 témoigne de l'évaluation tragique du phénomène de la désertification et explique le changement dans le temps et dans l'espace de la nature des interventions menés par le secteur des forêts.

En analysant les travaux réalisés à travers la wilaya de Naâma, nous pouvons faire ressortir 04 périodes distincts :

- **Période de 1972 à 1980 :**

Cette période est caractérisée pour la réalisation de 04 formes de reboisement, il s'agit de :

- bande forestière : 1000 Ha
- ceinture verte : 440 Ha
- boisement de masse : 1800 Ha
- boisement pastoraux : 1500 H

Le quasi-totalité des plantations ont été réalisées à base de Pin d'Alep dont la réussite était remarquable dans la partie Nord de la wilaya.

- **période 1981 à 1993 :**

Contrairement à la 1ere période, cette phase a connu une certaine diversité dans les opérations, il y a lieu de citer :

*les travaux de reboisement : - TNR : 400 Ha

- Fixation de dunes : 9560 Ha
- Ceinture verte : 200 Ha
- GRR : 1100 Ha
- Campagne volontariat

Il est noté que la fixation de dunes a donné des résultats très encourageant et a permis la diversification des espèces.

- **période 1994 à 2000 :**

Cette période a connu le lancement du programme grands travaux forestiers dont la principale opération consistait à la consolidation et l'extension du barrage vert.

- Les actions portaient sur le reboisement et la fixation de dunes sur 3500 Ha, ainsi que les infrastructures forestières (ouverture et aménagement de pistes) sur 225 Km.
- Il est noté que l'année 2000 fût marquée par une reconnaissance d'un volume de 1640 Ha de reboisement en un volume de plantation fruitière équivalant à 1455 Ha dans le cadre des nouvelles orientations du ministère de l'agriculture.

- **période 2000 à 2006 :**

Les opérations durant cette phase ont été inscrites dans le cadre de la lutte contre la désertification. Elles s'articulent sur 04 grandes actions :

- Création de bande verte et fixation des dunes sur 180 Ha destinés à la protection des agglomérations et des infrastructures de base contre l'ensablement.

- la plantation fruitière sur 830 Ha destinés à l'extension et d'amélioration des exploitations agricoles.
- les brises vent sur un volume de 730 Km consacrés pour la protection des périmètres agricoles.
- La correction torrentielle sur 13.000 m³ dont la majeure partie est réalisée dans le cadre du traitement du bassin versant de djebel Antar pour la protection de la ville de Mécheria contre les inondations, vu son importance socio-économique.

Le secteur des forêts a réalisé depuis l'année 2000, **9794 ha** de plantations dont : 8548 ha forestières, 1091 ha fruitières et 155 ha. En revanche, la mise en défens reste le moyen le plus efficace et le plus économique pour la lutte contre ce fléau.

Il convient de rappeler que la wilaya de Naâma a connu le lancement, au titre de l'exercice 2003, d'un programme complémentaire accordé par Mr le président de la république portant sur la création de 400 Ha de bande verte et 15.000 m³ de correction torrentielle.

- Le programme spécial des Hauts Plateaux

Lancé en 2006, et financé sur un fond spécial, ce programme est destiné au développement des zones des hauts plateaux. Dans ce cadre, la conservation des forêts a enregistré deux opérations de plantation : Fixation des dunes sur 300 ha et fourniture de brise vent sur 1000 km accompagnées des opérations de correction torrentielle, réalisation de 02 brigades forestières et création de 02 pépinières, tout ça pour un montant global de plus de deux cents millions de dinars. Ce programme a permis le renforcement des infrastructures forestières pour assurer une meilleure prise en charge des actions de reboisement. En revanche, le manque de maturation des opérations proposées a causé un retard dans son lancement.

Le tableau 6 résume les réalisations du secteur durant la période 2009-2014 dont certaines actions sont en cours d'exécution :

Tableau 6 : Les actions réalisées en 2009-2014

Rubrique	**Action**	**Unité**	**Volume Prévu**	**Volume Réalisé**
Plantations	Fixation des dunes	Ha	750	260
	Plantation pastorale	Ha	635	635
	Plantation ceinture verte	Ha	175	175
	Plantation de Bosquets d'ombrage	Ha	15	15
	Brise vent (Distribution)	Kml	1350	1350
	Plantation fruitière (Distribution)	Ha	2025	1595
	Reboisement	Ha	250	200
	Création de bande verte	Ha	500	342
Actions anti-érosives	Mise en défens	Ha	31000	23000
	Travaux C.E.S	M^3	70426	20530
	Correction torrentielle (PSI)	M^3	143540	143240
Mesures d'accompa-gnement	Acquisition Equipement Energie Solaire	U	840	840
	Aménagement de points d'eau	U	14	13
	Réalisation séguia	ML	19000	6530
	Désenclavement (Ouverture /Aménagement de pistes)	Km	120	78

-Projet de proximité de développement rural :

Dans le cadre du programme national de développement agricole et rural et en application des nouvelles directives et orientations du ministère de tutelle surtout la décision n° 305 du 14/07/2003 fixant les conditions d'éligibilité au soutien du Fonds de lutte contre le désertification et du développement du pastoralisme et de la steppe et la décision n° 306 du 14/07/2003 fixant les conditions d'éligibilité au soutien sur le compte d'affectation spéciale n° 302-111 intitulé Fonds de développement rural et de la mise en valeur des terres par la concession.

Le secteur de l'agriculture de la wilaya, avec toutes ses composantes, conservation des forêts, direction des services agricoles et le haut-commissariat pour le développement de la steppe a initié 54 projets répartis en 17 projets référentiels et 37 projets de proximité de développement rural dont 18 projets lancés, connaissant un taux d'avancement très élevés.

Le programme dégagé s'articule pour l'essentiel autour de :

- La stabilisation des populations.
- Le retour des populations en exode.

Ces projets ont été formulés, conçus et exécutés par des partenariats actifs (approche participative de la population) à l'échelle de localité et soutenus par des fonds publics (FDRMVTC, FLDDPS) et portant sur la réalisation d'ouvrages a usage collectif ou individuel dont les objectifs sont comme suit :

Pour PPDR :

- l'exploitation rationnel et de la meilleur valorisation des ressources naturelles.
- La préservation des différents patrimoines.
- La promotion d'infrastructures et équipement socio-économique et culturel à usage collectif.

Pour le projet soutenu par le FLDDPS :

- Lutte contre la désertification.
- Préservation et développement des parcours.

- Développement des productions animales en milieu steppique et agro éleveurs
- Organisation du pastoralisme.

Il est noté que vu la spécifié de la wilaya, les projets de proximité de développement rural soutenus par le FDRMVTC sont destinés à la zone Sud de la wilaya présentant une activité agricole oasienne les longs des oueds et les projets soutenus par le FLDDPS sont réalisés aux profits des éleveurs de la partie Nord (zone steppique par excellence).

Les impacts des différents programmes peuvent être perçus sur les plans socioéconomique et écologique.

A titre indicatif en 2014, les programmes de développement ont permis la création de **538** emplois temporaires générant **53512** journées de travail soit un équivalant de **223** emplois permanents, en plus de **1386** bénéficiaires dans le cadre des projets PPDRI dont **125** femmes. Par ailleurs, le programme de renouveau rural concerne **38827** ménages dont 9171 touchés, totalisant une population rurale de 90943 habitants.

Sur le plan écologique, les résultats obtenus au niveau de plusieurs projets de reboisement traduisent l'efficacité des plantations réalisées dans la protection des infrastructures de base contre l'ensablement.

De même, la remontée biologique a permis le retour de la faune sauvage dont certaines espèces sont protégées par la loi.

1.2. Programme de protection :

Le volet protection de la faune et de la flore constitue l'une des principales missions du secteur dans le cadre de la gestion des espaces steppiques dans la wilaya.

Les différentes interventions du secteur dans ce sens peuvent être présentées comme suit :

1- la préservation et la lutte contre les incendies de forêts :

les efforts entreprises depuis des années en matière de prévention et de lutte contre les incendies de forêts ont permis de donner des résultats très positifs . En effet aucun incendie n'a été enregistré durant certaines années.

2- La lutte contre les parasites et les maladies :

L'ampleur et l'infestation des parasites notamment la chenille processionnaire du Pin explique l'importance des opérations de lutte menées par l'administration depuis 1997 jusqu'à 2000.

3- Les activités Cynégétiques :

Dans le cadre de la mise en œuvre d'une stratégie de développement cynégétique, il a été procédé à l'organisation des associations qui activent dans ce domaine.

4- La gestion des zones humides :

Dans le cadre de la convention internationale de RAMSAR, la wilaya du Nâama a connu le classement de 03 zones humides au Sud de la wilaya sur une superficie de 870 Ha. Il s'agit des deux oasis de Tiout – Moghrar ainsi que le lac de Ain Ouarka, vu les richesses faunistiques que renferment ces sites.

Il est à noter que la wilaya présente d'autres zones humides identifiées et proposées pour le classement

5- la création du Parc national de djebel Aïssa :

le classement de djebel Aïssa commune Ain Sefra en parc national (11eme position à l'échelle nationale) sur une superficie de 24.400 Ha par décret exécutif n° 03-148 du 29 Mars 2003, permet la préservation et le développement de la faune et flore y existante par une gestion adéquate devrant être menée au niveau de ce site.

6- Projet de la réserve naturelle de Noufikha :

S'étalement sur une superficie de 20.000 Ha, la mise en défens de Noufikha dans la commune de Ain Sefraa fait objet d'études et de prospections par la conservation des forêts et le centre cynégétique de Zeralda pour un éventuel classement en réserve naturelle.

La richesse faunistique notamment les espèces envoie de disparition telle que la gazelle de cuvier, le renard, le chacal, la diversité des oiseaux et la présence de l'alfa en très bon état justifient amplement la création d'une réserve naturelle.

7- Projet FEM/PNUD : site d'Oglat Daïra :

Dans le cadre du programme des nations unis pour développement (PNUD), un projet a été inscrit au profit de la wilaya et financier par le FEM ; il s'agit de la

conservation de la biodiversité et la gestion durables des ressources naturelles, au niveau du site Oglat Daïra commune de Ain Ben Khelil à l'ouest de la wilaya.

La gestion de cet espace se fera grâce au renforcement des capacités des ONG ainsi que la population locale. Sur la base d'un plan de gestion portant des mesures légales de protection lui donnant le statut juridique de réserve naturelle.

- **L'identification et le classement des aires naturelles :**

La richesse de la wilaya sur le plan morphologique caractérisée par la présence de trois ensembles homogènes (parcours steppiques, chaîne montagneuse des monts des ksours, espace présaharien des oasis) a permis l'individualisation de micro zones d'une importance nationale voire internationale sur le plan écologique.

Les efforts menés par la conservation des forêts dans la préservation de la nature ont, selon l'importance, aboutie au classement des sites suivants :

- Le parc national de Djebel Aïssa : d'une superficie de 24400 ha, ce parc est constitué d'une forêt de Pin d'Alep, de chêne vert et de genévrier abritant une faune remarquable à préserver.
- Les zones humides d'importance internationale particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau : trois zones ont été classées sur la liste de Ramsar à ce jour. Il s'agit du cirque de Aïn Ouarka, Oasis de Moghrar-Tiout et dernièrement le lac de Oglatdaîra quia bénéficié d'un projet financé par le Fonds pour l'Environnement Mondial dans le cadre du Programme des Nations Unies pour le Développement.

A noter que ces zones revêtent un intérêt particulier pour le développement de l'écotourisme.

D'autres actions sont menées actuellement pour le classement en zone humide du site de Sebkhet Naâma.

- **La lutte contre l'érosion hydrique :**

L'agressivité du climat aride est caractérisé par des pluies torrentielles causant des dégâts sur les principales villes de la wilaya (Mécheria et Ain Sefra) a nécessité un plan d'urgence de traitement des versants situés en amonts de ces agglomérations.

Les efforts menés par le secteur au titre des différents programmes par la réalisation des travaux de correction torrentielle sur un volume de 33.000 m3 ont permis d'écarter les risques des rues en attendant l'exécution du plan d'actions arrêté par les études réalisées par la direction de l'hydraulique.

1.4.Programme quinquennal

Au titre du programme quinquennal 2015-2019, et en se référant aux résultats du quinquennal 2010-2014, la conservation des forêts a proposé un ensemble d'actions réparties sous forme des projets en continuité de ceux réalisés. Reboisement, bande forestière, fixation biologique des dunes, plantation de bosquet d'ombrage, plantation fruitière, distribution de brise vent, mise en défens, régénération des nappes d'Alfa, correction torrentielle, aménagement de piste, ouverture de piste…..etc, mais ce programme a été annulé a cause de plusieurs contraintes.

Conclusion

Malgré les efforts des forestiers pour protéger et lutter contre la désertification et la dégradation mais il ya beaucoup des contraintes qui ont causé un effet sur la réussite des programmes réalisée.

- Les facteurs climatiques et édaphiques défavorables (pluviométrie faible et irrégulière - gelées fréquentes – sols fragiles).

- Immensité du territoire et éloignement des sites d'intervention.
- Manque d'entreprises qualifiées et de main d'œuvre spécialisée.
- Moyens humain limités de la conservation des forêts compte tenu des programmes en charge.
- Inefficacité de la répression par manque d'effectif et absence d'armement chez le forestier.
- Problème de suivi-évaluation du reboisement (effectif réduit et éloignement des sites).
- Pression de pacage exercée sur les reboisements due à l'activité pastorale (à titre indicatif le nombre de délits constatés en 2014 est de 116 délits dont 102 pacages illicites (88 % des délits).
- Manque de sensibilisation de la part du mouvement associatif expliquant les pressions exercées sur les différents boisements (spots radio, TV., …)
- Conséquences négatives suite à la mise en œuvre du circulaire interministériel n° 108 de la 23/02/2011 portante création de nouvelles exploitations agricoles et d'élevage.
- Manque d'un code pastoral régissant la steppe (problématique des terres arch).

Chapitre IV

Méthodes et techniques de restauration des écosystèmes dégradés

Introduction

L'Homme a transformé la nature en passant du statut de « chasseur -cueilleur » à celui de «cultivateur - éleveur».Ce changement sociétal est le résultat de la sédentarisation et de l'augmentation démographique des populations humaines (Godelier 1978 ; Pison 1986). Dès lors, l'Homme a modifié les habitats naturels afin de disposer des ressources qui lui sont nécessaires pour satisfaire ses besoins. Les changements sociaux sont donc la base de la modification des écosystèmes et datent de fait de plusieurs millénaires (Lee, 1992). Toutes les sociétés évoluent. Cette évolution s'exprime à travers des nouvelles connaissances techniques, des nouvelles situations économiques, sociales et par la création de nouveaux besoins ayant des répercussions directes sur les écosystèmes (Rossi et André, 2006).

La dégradation de ces écosystèmes s'accélère du fait de l'artificialisation des sols. En conséquence, la conservation des espaces naturels ne suffit plus, et un effort de « réparation » doit être porté sur les surfaces dégradées, par nécessité ou par éthique, selon les regards (Cristofoli & Mahy, 2010).

La diversité biologique est au cœur des recherches en écologie, et ceux bien avant que le terme biodiversité ne soit utilisé (Alard et al., 1998 ; Aubertin et al., 1998). Cette science de l'observation (Lévêque, 2001) permet d'étudier la diversité animale et végétale à différents niveaux interdépendants : génétique, systémique mais aussi à l'échelle de la population, de la communauté, de l'écosystème ou bien du paysage, et dans des fenêtres spatiales et temporelles différentes.

L'étude de ces différents compartiments permet ainsi de mieux préserver la biodiversité, mais certains écosystèmes ont déjà atteint une dégradation trop avancée qui ne permet plus leur restauration spontanée pour des pas de temps historiques et nécessite en conséquence une intervention humaine, la gestion de la biodiversité nécessite l'intervention des scientifiques, une nouvelle discipline est donc apparue et s'est rapidement développée au cours des années 1990 : l'écologie de la restauration. L'objectif de cette discipline scientifique est de comprendre les lois, principes ou processus qui régissent le fonctionnement et l'assemblage des différentes communautés qui composent un écosystème afin d'initier ou de favoriser son rétablissement après qu'il ait subi une ou

des dégradations, pourtenir les organismes végétaux dans le bon fonctionnement des cycles biogéochimiques et des chaînes trophiques, la restauration écologique consiste généralement à appliquer des techniques et développer des approches qui favorisent la reconstitution des communautés végétales en vue de réhabiliter le fonctionnement des écosystèmes (Temperton et al., 2004).

Dans ce chapitre, nous tenterons de présenter une revue bibliographiquedes propositions de techniques et de méthodes de restauration des écosystèmes terrestres dans l'optique d'une conservation des écosystèmes en luttant contre la désertification.

1. La restauration écologique

1.1. Définitions et concepts

Durant la fin de ce dernier siècle, de nombreux écosystèmes terrestres ont été endommagés ou perturbés de manière extensive voire irréversible par l'homme (Andersen, 2008; Bangirinama et al, 2012; Cristofoli et Mahy, 2010; Mitschet Gosselink, 2002; Sawtschuk, 2012). La restauration écologique est un concept relativement nouveau, qui s'est fortement développé ces trente dernières années tant sur le plan théorique qu'au niveau des applications concrètes sur le terrain (Bangirinama et al, 2012; Cristofoli et Mahy, 2010).

En 1990, la SER (*Society for EcologicalRestoration*) définit la restauration comme "la transformation intentionnelle d'un milieu pour y rétablir l'écosystème considéré comme indigène et historique. Le but de cette intervention est de revenir à la structure, la diversité et la dynamique de cet écosystème". Dans cette définition, que la restauration consiste autant que possible à rétablir la composition taxonomique intégrale de l'écosystème préexistant. Elle se base largement sur la théorie de la succession et la théorie de l'assemblage, en considérant la restauration comme initiant ou accélérant l'assemblage d'une série d'espèces (Cristofli et Mahy, 2010).

Arons et al. (1995) proposent que le terme "restauration" soit réservé au rétablissement de la biodiversité, de la structure et des fonctions d'écosystèmes présentant encore un niveau suffisant de résilience (dégradation non irréversible) pour que l'intervention de l'homme soit, si possible, limitée à une diminution puis un contrôle de son niveau de pression. Selon la qualité de la gestion mise en oeuvre, la restauration de l'écosystème s'effectue selon une "trajectoire" qui peut, éventuellement, être pour partie différente de la trajectoire "naturelle" avant dégradation (Fig.6).

Bien que plusieurs autres définitions légèrement différentes aient été proposées et utilisées, toutes convergent vers le même principe: l'intervention humaine consiste généralement à éliminer ou à modifier les sources de perturbations afin d'assurer la réinitialisation des processus écologiques clés (Andersen, 2006; Gutrich et al, 2009; Harris et al, 2006; Sawtschuk, 2012).Selon (Mitsch et Gosselink, 2007; Sawtschuk, 2012) la population humaine toujours croissante qui modifie le paysage, la présence de nombreuses espèces invasives et les changements climatiques ajoutent une menace à la survie de ces écosystèmes. Plus le milieu est dégradé et plus les fonctionnalités fondamentales sont altérées, plus la restauration sera difficile et onéreuse (Hobbs, 2007).

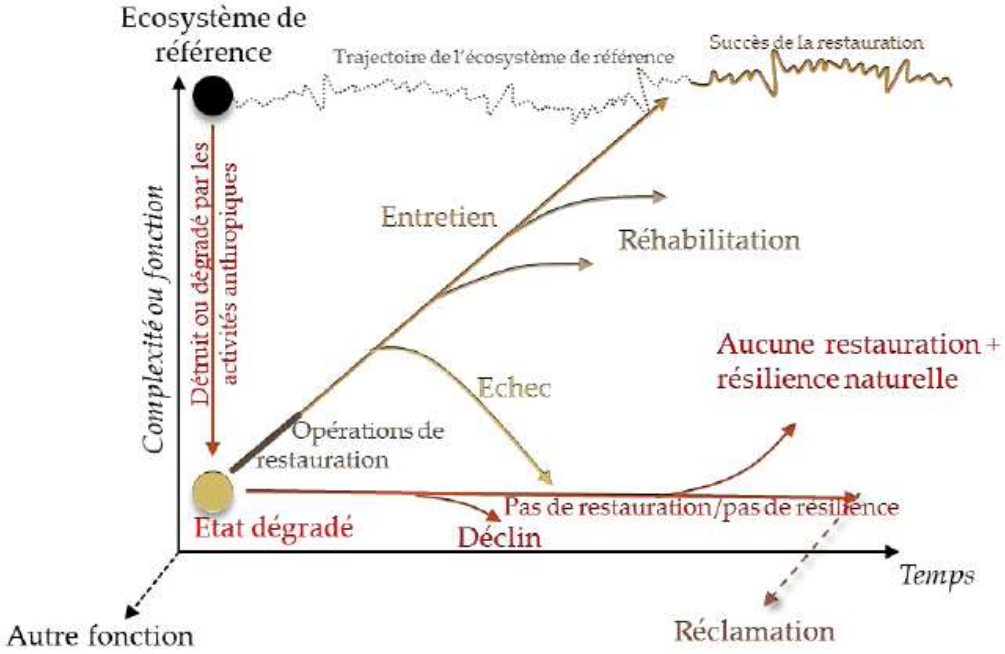


Figure 6: Représentation schématique de la trajectoire d'un écosystème naturel ou semi naturel dans le temps (Buisson, 2011)

1.2. Les étapes de la réussite d'une restauration écologique

Selon (Hobbs et Norton, 1996; Dudley et al, 2005; Morrison et al, 2005; Giardina et al, 2007) la restauration écologique diviser en six étapes essentielles :

1) Le choix d'un système de référence
2) L'identification des besoins de restauration
3) La définition des objectifs et des buts de restauration
4) La sélection des indices et des variables pour le suivi
5) La restauration à proprement parler
6) Le suivi des indices appropriés et l'interprétation des données en fonction des objectifs fixés.

Le choix d'un écosystème de référence adéquat constitue la première étape de la restauration écologique, et il revêt une importance capitale: c'est à partir de cette référence que les buts seront définis et que le succès de la restauration écologique sera évalué (White et Walker, 1997, Erhenfeld, 2001), selon (Bell et al., 1997; Palmer et al., 1997) si un écosystème est fonctionnel ou non, il faut déterminer si les processus clés s'y déroulent normalement toujours par comparaison avec l'écosystème de référence, plusieurs facteurs à considérer dans le choix du système de référence (La taille, la distance - spatiale ou écologique par rapport au site de restauration, la présence de conditions environnementales particulières, l'histoire du site, la variabilité naturelle, etc.,) (Tobler, 1970; Jordan et al., 1988; Palmer et White, 1994; White et Walker, 1997), ces facteurs pour évaluer les besoins de la restauration et plus compréhension du fonctionnement de l'écosystème à l'étude, de ses composantes et de leurs interactions dans le temps et dans l'espace, dans la figure (7), ils sont représentés par la boîte (**A)** et les besoins de la restauration sont associés avec **(a)**, c'est la différence entre les propriétés de l'écosystème de référence **(A)** et l'écosystème perturbé **(B)**, plus la différence est grande, plus les besoins sont importants (Andersen,2008).

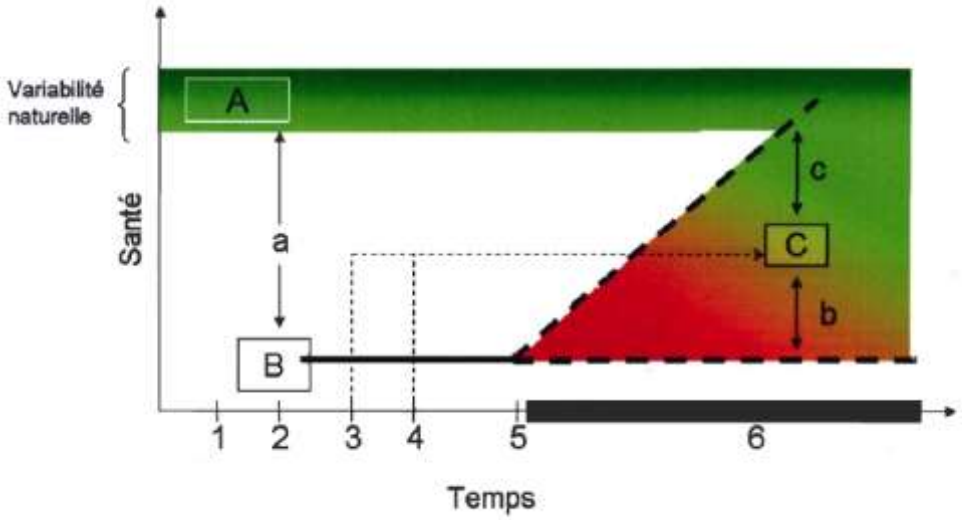


Figure 7 : Représentation schématique de la restauration écologique vue comme l'évolution temporelle de l'état de santé d'un écosystème dégradé **(B)** en comparaison avec la référence naturelle **(A),** passant par l'état intermédiaire **(C)** (Andersen, 2008).

Chacune des 6 étapes de la restauration écologique y est représentée avec les paramètres qui y sont associés. Les lettres majuscules représentent des mesures sur un ensemble de variables dans un écosystème donné, alors que les lettres minuscules représentent la différence mesurée entre deux écosystèmes pour une variable ou un

groupe de variables données. Les étapes de la restauration peuvent être définies ainsi: 1. Identification du système de référence (A); 2. Identification des besoins de restauration (B-A = a); 3. Définition des objectifs et des buts de la restauration et 4. Sélection des indices et des variables pour le suivi (C); 5. Application de la restauration et finalement 6. Suivi des indices appropriés (C-B = b et A-C= c) (Andersen, 2008).

La détermination précisément les objectifs et les buts de la restauration est une étape importante qui permettront d'évaluer le succès de l'intervention et pour l'écosystème ne perdre pas des entités dynamiques dans le temps et dans l'espace, c'est-à-dire permettant de prioriser des objectifs statiques en terme de composition ou de structure (Hobbs et Harris, 2001).

Pour déterminer un certain nombre d'objectifs potentiels à court, moyen ou à long terme il faut reconnaitre la nature dynamique des écosystèmes. À court terme, les buts varient selon, l'écosystème considéré, le degré de perturbation, les considérations socio-économiques inhérentes à une intervention, etc. Cependant, à long terme, l'objectif de la restauration écologique devrait toujours être de régénérer un système pour lequel les interventions subséquents seront minimales; bref, un système fonctionnel et auto-suffisant (Hobbs et Norton, 1996; Kentula, 2000).

Après les objectifs définis, le suivi de la restauration écologique nécessite de choisir adéquatement les variables et/oules indices qui seront étudiés à la suite de la restauration (SER, 2002; Halle, 2007), représentés par la boîte **C** dans **la figure 7**, le suivi de ces variables considéré comme une étape ultime de la restauration d'un système car il permet d'en évaluer le succès en déterminant la position de l'écosystème restauré par rapport à l'écosystème perturbé et l'écosystème naturel de référence. Le suivi correspond donc aux distances **b** et **c** de la **figure 7**, selon (Hobbs et Norton, 1996; Dudley et al, 2005; Morrison etal, 2005; Giardina et al, 2007) les variables appartiennent à deux catégories: les cibles spécifiques (espèces clés, diversité fonctionnelle, diversité génétique, populations viables, etc.) et les cibles écosystémiques (structure de végétation, fonctions écologiques, interactions avec le paysage, etc.).

Pour un objectif à court ou à moyen terme, le choix des variables ou des cibles appropriées peut paraître relativement simple parce que les objectifs sont généralement définis avec précision. Par contre, devant un objectif à long terme tel que « le retour d'un écosystème fonctionnel, stable et auto-suffisant », le suivi à moyen et à long terme des projets de restauration écologique demande un cadre méthodologique permettant

d'identifier, de mesurer et d'analyser adéquatement les variables (Fig.8) (Andersen, 2008).

Donc le suivi de la restauration écologique peut être perçu comme une opportunité d'approfondir les connaissances sur le fonctionnement d'un système donné ou sur certains concepts théoriques de manière plus générale (Thom, 2000;Kentula, 2000; Halle, 2007). Le suivi peut en effet être utilisé comme un outil inestimable où il est possible de « tester» des théories écologiques. En retour, avec une meilleure compréhension de certains processus, il devient possible d'envisager le perfectionnement éventuel des techniques de restauration, le choix des méthodes statistiques ou du design du suivi constitue un autre aspect important du suivi à long terme puisqu'il oriente la planification de la collecte et de l'analyse subséquente des données, les statistiques peuvent donc contribuer à l'optimisation du suivi en réduisant le nombre de variables nécessaires au suivi d'une fonction d'un type d'écosystème restauré, pour un groupe de variables données, d'identifier et de sélectionner celles qui apportent le plus d'information pertinente tout en éliminant celles qui sont fortement corrélées entre elles ou qui sont superflues (Andersen, 2008). Dans le cas des statistiques multivariables, il est également possible de tester des hypothèses de recherche par le biais de tests de permutation ou de procédure de ré-échantillonnage (bootstrap) (Legendre et Legendre, 1998) et de dépasser le niveau observationnel.

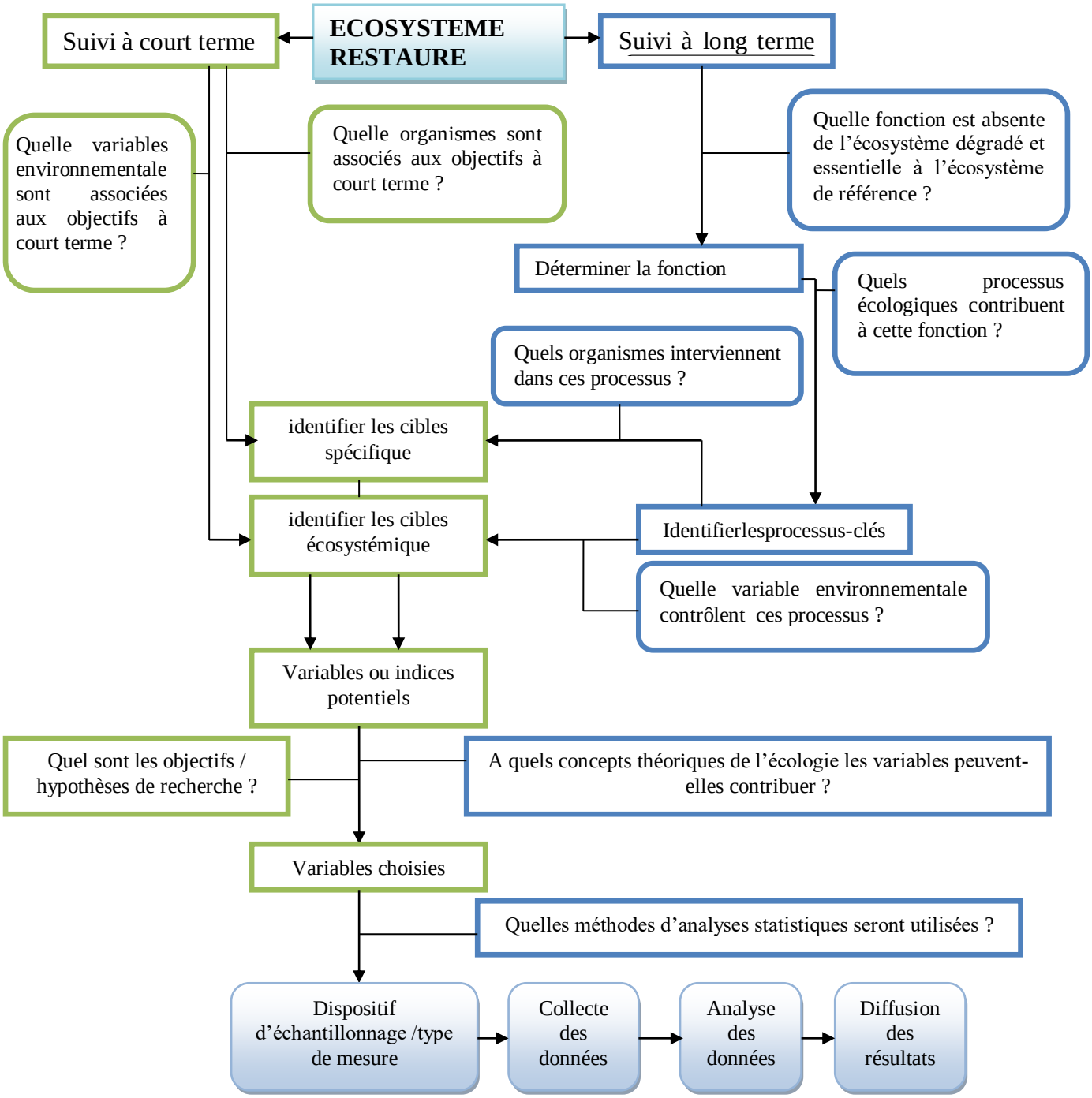


Figure 8 : Cadre décisionnel pour le choix des variables et des indices à mesurer lors du suivi à court et à long terme d'un écosystème restauré. (Inspiré de Hobbs and Norton, 1996; Block et al., 2001; Dudley et al., 2005; Morrison et al., 2005; Ruiz-Jaen et Aide, 2005; King et Hobbs, 2005; Giardina et al., 2007).

Selon Patrick (2019) la méthode de restauration, son échelle de temps, ses couts et ses chances de réussite dépendent de la menace à traiter, des conditions biologiques et sociales environnantes et de l'importance de la dégradation. Par exemple, le fait de vaincre des barrières abiotiques (non vivantes) telles que la contamination des sols, ou de

rétablir des fonctions hydrologiques peuvent être un premier pas critique vers le rétablissement de caractéristiques biologiques telles que la composition des espèces. Inversement, dans certaines situations, il peut être suffisant de supprimer un facteur de stress (par exemple, pour un paysage protège, réduire l'intensité du pâturage occasionnel du bétail) pour permettre à un écosystème de se rétablir. Il faut parfois passer par toute une variété d'approches.

1.3. Evaluation des projets de restauration écologique

La restauration tend vers le retour d'un écosystème à sa trajectoire historique. Les conditions historiques sont de ce fait un point de départ idéal pour un plan de restauration. L'écosystème restauré ne va pas nécessairement retrouver son stade antérieur, puisque des contraintes et des conditions actuelles peuvent l'entrainer vers une trajectoire altérée. La trajectoire historique d'un écosystème sévèrement touché peut être difficile voire impossible à déterminer avec exactitude. Cependant, la direction et les limites générales de cette trajectoire peuvent être établies par une combinaison :

- de connaissances sur la structure préexistante de l'écosystème endommagé, sa composition et son fonctionnement ;
- d'études sur des écosystèmes intacts comparables ;
- d'informations sur les conditions environnementales régionales ;
- d'analyses d'autres informations écologiques, culturelles et références historiques.

Ces sources combinées permettent de représenter graphiquement la trajectoire historique ou les conditions de référence à partir des données écologiques et de modèles de prédiction, et leur prise en compte dans le processus de restauration devrait aider l'écosystème à améliorer sa santé et son intégrité.

Quand la trajectoire désirée est réalisée, l'écosystème manipulé ne requiert plus d'assistance extérieure pour assurer sa santé et son intégrité futures. Dans ce cas, la restauration peut être considérée comme achevée. Cependant, l'écosystème restauré nécessite souvent une gestion continue pour éviter les invasions d'espèces opportunistes, les impacts des activités humaines variées, les changements climatiques, et les autres événements imprévisibles. A cet égard, un écosystème restauré n'est pas différent d'un écosystème de même type non endommagé, et les deux nécessitent d'être gérés. Bien que la restauration et la gestion d'écosystèmes forment un continuum et emploient souvent des types d'interventions similaires, la restauration écologique vise à assister ou initier l'autoréparation, tandis que la gestion d'écosystème a pour but de garantir par la suite le bien-être continu de l'écosystème restauré (Patrick, 2019).

Selon l'International Primer on Ecological Restoration (SER, 2004), repris par (Crisofoli & Mahy, 2010), un écosystème s'est régénéré (restauré), lorsqu'il possède les neuf attributs suivants :

- l'écosystème restauré contient un ensemble caractéristique d'espèces de l'écosystème de référence qui procure une structuré communautaire appropriée ;
- l'écosystème restauré est constitué pour la plupart d'espèces indigènes ;
- tous les groupes fonctionnels nécessaires à l'évolution continue et/ou a la stabilité de l'écosystème restauré sont représentée ou, s'ils ne le sont pas, les groupes manquants ont la capacité à le coloniser naturellement ;
- l'environnement physique de l'écosystème restauré est capable de maintenir des populations reproductrices d'espèces nécessaires à sa stabilité ou à son évolution continue le long de la trajectoire désirée ;
- l'écosystème restauré fonctionne en apparence normalement lors de sa phase écologique de développement et les signes de dysfonctionnement sont absents ;
- l'écosystème restauré est intégré comme il convient dans une matrice écologique plus large ou un paysage, avec qui il interagit par des flux et des échanges biotiques et abiotiques ;
- les menaces potentielles du paysage alentour sur la santé et l'intégrité de l'écosystème restaure ont été éliminées ou réduites autant que possible ;
- l'écosystème restauré est suffisamment résilient pour faire face à des événements périodiques normaux de stress de l'environnement local, ce qui sert à maintenir l'intégrité de l'écosystème ;
- l'écosystème restauré se maintient lui-même au même degré que son écosystème de référence et à la capacité à persister indéfiniment sous les conditions environnementales existantes.

Sur la base de ces attributs, on comprend que le succès de cette restauration écologique peut être évalué selon différentes approches.

1.3.1. Les approches pour évaluer le succès de la restauration

- L'évaluation peut se faire par **comparaison des conditions du site entre un moment t et t + 1 et par l'analyse de sa trajectoire** (Bazin et Barnaud, 2002). L'objectif est alors de sélectionner des indicateurs construits sur un intervalle de valeurs allant des conditions altérées aux conditions garantissant le fonctionnement écologique du système concerné ;

-Il est également possible de faire appel à **des sites dits de référence, observés à proximité du site et présentant un bon état de fonctionnement**. Il s'agit alors de comparer l'état du site dégradé/pollué à celui du site de référence et s'assurer que la trajectoire suivie converge vers une structure et un fonctionnement similaire à ce qui est observé sur le site de référence.

- Enfin, et selon les données disponibles, **il est possible de comparer le site en cours de restauration avec le système original qui a subi la dégradation**. Cette comparaison doit néanmoins tenir compte des variations naturelles que peuvent subir les milieux naturels dans le temps, outre les perturbations humaines. Ceci nécessite également d'avoir réalisé des inventaires et des analyses avant la perturbation selon des protocoles similaires à ceux mis en place au cours de la restauration. Ce cas de figure s'avère par conséquent relativement rare.

1.4. La restauration des sols et les communautés végétales et quels succès pour ces opérations ?

Selon Macdonald et King (2018) de nombreux accords internationaux visent à ″préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, enveillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des sols et mettre fin à l'appauvrissement de labiodiversité″

A l'heure actuelle, le transfert de sol qui consiste à prélever la couche superficielle d'un écosystème donneur, contenant propagules de plantes, des micro-organismes et des caractéristiques abiotiques proches de la référence, pour le transférer sur la zone à restaurer. Cela a été reconnu comme étant la méthode la plus efficace pour sauver des sols et utiliser une ressource édaphique qui a été conservée ou est disponible ailleurs (Box, 2014; Bulot et al, 2014, 2017). C'est une méthode pour restaurer une part de l'écosystème dégradé en le replaçant sur une trajectoire favorable pour une restauration sur le long terme. Cependant, à ce jour, le succès de restauration à l'aide de cette technique a été évalué principalement sur le court terme (< à 5 ans).

Par ailleurs, la restauration des écosystèmes dégradés, est aujourd'hui rendue difficile par la perte permanente de la ressource originelle du sol (Castillejo and Castelló, 2010). La création et la restauration du sol est une science en développement, la question se pose :-la recréation d'un sol permet-elle de restaurer la communauté végétalede référence ?

1.5. Les facteurs qui régissent l'assemblage des communautés végétales et leurs implications pour la restauration

Les communautés végétales sont la cible d'opérations de restauration, elles participent à la co-construction du sol en participant aux processus biogéochimiqueset de par leurs caractères intégrateurs des conditions biotiques et abiotiques elles peuvent être indicatrices du fonctionnement de l'écosystème (Cristofoli et Mahy, 2010; Matthews et al, 2009; Mchergui et al, 2014; Spieles et al, 2006; Stefanik and Mitsch, 2012). La discipline de l'écologie de la restauration va donc fortement s'inspirer des théories sur les processus de succession et d'assemblages des espèces pour améliorer la restauration écologique (Cristofoli et Mahy, 2010). Il est donc nécessaire de comprendre les règles d'assemblage des communautés végétales choisies comme référence et d'évaluer quels facteurs interviennent dans celles-ci.

1.6. Filtres à la restauration

L'assemblage d'une communauté a été conceptualisé comme un ensemble de filtres excluant des espèces à partir d'un pool régional d'espèces, formant des pools d'espèces de plus en plus restreints pour finalement aboutir au pool d'espèces observées localement, il s'agit du modèle des filtres (Lortie et al., 2004). Il dépend de processus se déroulant à plusieurs échelles spatiotemporelles.

Dans ce modèle, la structure des communautés végétales locales est régie par trois filtres : la dispersion, les filtres abiotiques et les filtres biotiques (Butaye et al., 2002; Guisan and Rahbek, 2011; Horn et al., 2015; Keddy, 1992; Kraft et al., 2015; Kraft and Ackerly, 2014; Lortie et al., 2004; Weiher and Keddy, 1999; Zobel et al.,1998) (Fig.09).Ces filtres interviennent, isolément ou conjointement, entravant la colonisation, l'établissement ou la persistance à long terme de certaines espèces (Tonn et al, 1990).

16.1. Filtres de dispersion

Le pool régional est constitué par des espèces potentiellement disponibles en un lieu et à un moment donné, dont la composition est influencée par la biogéographie des espèces. La proximité des sources de graines avec la communauté locale, les capacités de production de graines des espèces et leurs dispersions vont constituer le premier filtre de la dispersion, principalement régi par des événements stochastiques (Bakker et al, 1996; Ozinga et al, 2004) (Fig.9).

Les espèces rejoignent la communauté soit à partir de pools d'espèces externes (dispersion spatiale via la pluie de graines), soit à partir de pools d'espèces internes (dispersion temporelle via la banque de graines). Ce filtre est important à prendre en

compte dans les projets de restauration car un site nouvellement restauré peut, au départ, n'accueillir qu'une proportion très limitée voire nulle d'espèces cibles.

Le pool d'espèces régional, c'est à dire les sources de diaspores et le potentiel de colonisation des espèces vont jouer un rôle important dans le succès des opérations de restauration (Partel et al, 1998; Zobel et al, 1998), d'où l'importance d'un écosystème de référence à proximité (Bakker et al, 1996). Le caractère du paysage doit donc être sérieusement pris en compte dans tout effort de restauration (Bakker et al, 1996; Prach et al, 2001).

Les échelles spatiales et temporelles auxquelles est lié un projet de restauration détermineront les possibilités d'actions sur le filtre de dispersion (Cristofoli et Mahy, 2010).

16.2. Filtres abiotiques

Le filtre abiotique (Fig.9). Il correspond à l'influence des conditions environnementales locales, de la disponibilité des ressources et du niveau de perturbations. Ce filtre définit la niche écologique fondamentale des espèces, c'est-à-dire la gamme des conditions environnementales dans lesquelles une espèce peut vivre (Grinnell, 1917; Whittaker et al, 1973).

Ce filtre constitue une priorité dans les opérations de restauration écologique. En effet, les premières interventions devraient viser à se rapprocher des conditions abiotiques de l'écosystème de référence (restauration des sols, restauration du régime hydrique, dépollution, *etc*.). En restaurant les conditions physicochimiques propres à un écosystème, les espèces cibles sont alors susceptibles de retrouver dans le site restauré des conditions propres à leur niche écologique fondamentale et auront de plus fortes chances des'y établir (Cristofoli and Mahy, 2010).

1.6.3. Filtres biotiques

Lorsqu'une espèce du pool régional d'espèces parvient à franchir le filtre de dispersion et n'est pas contrainte par le filtre abiotique, son inclusion dans la communauté végétale locale est déterminée par les filtres biotiques. Ces derniers sont dus aux interactions positives et négatives existant entre les organismes vivants au sein de la communauté (compétition interspécifiques, relations trophiques, *etc*.). C'est un facteur important à prendre en compte en restauration écologique car la présence d'espèces nurses peut potentiellement aider au recouvrement d'espèces compagnes cibles par facilitation ou inversement, empêcher l'implantation et le développement d'espèces indésirables (Brooker, 2006; Maestre et al, 2009; Teixeira et al, 2016).

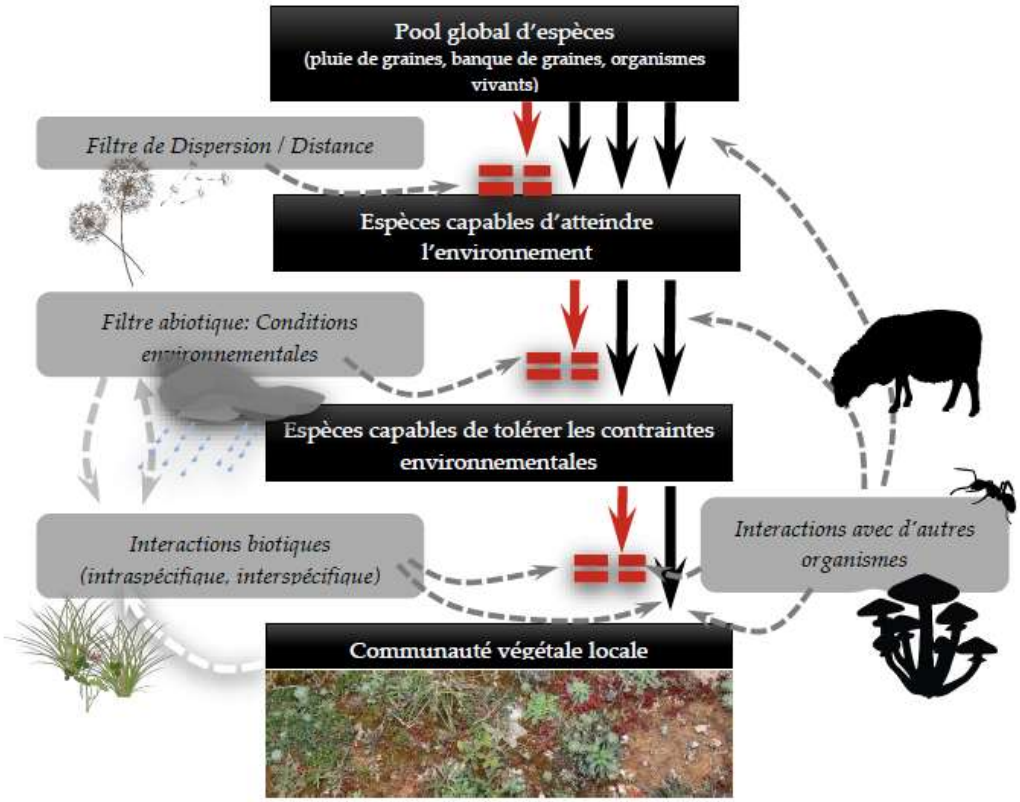


Figure 9: Théorie des filtres (d'après Cristofoli and Mahy, 2010; Lortie et al, 2004).

1.7. Relation entre pratique de la restauration et écologie de la restauration

Selon l'International Primer on Ecological Restoration, (2004) ; la restauration écologique est la pratique de restaurer les écosystèmes, faite par les opérateurs et gestionnaires des sites de projets spécifiques, tandis que l'écologie de la restauration est la science sur laquelle se base la pratique. L'écologie de la restauration fournit idéalement des concepts clairs, des modèles, des méthodologies et des règles pour les praticiens en support pour leur pratique. Parfois le praticien et l'écologue de la restauration sont une même personne – le lien entre la pratique et la théorie.

Le domaine de l'écologie de la restauration ne se limite pas seulement à un service direct pour la pratique de la restauration. Les écologues de la restauration peuvent avancer une théorie écologique en utilisant des sites de projets de restauration comme aires expérimentales. Par exemple, les informations provenant des sites de projet peuvent être utiles pour résoudre des questions se rapportant aux habitudes de rassemblement des communautés biotiques. De plus, les écosystèmes restaurés peuvent servir de références pour définir des aires désignées pour la conservation de la nature.

Conclusion

L'écologie de la restauration est une science encore jeune. Bien que les exemples de restauration s'accumulent, ils sont encore bien souvent trop récents que pour bénéficier de suffisamment de recul et pouvoir évaluer leur efficacité de manière pertinente. Or l'avancée de cette science passe par la compréhension des réussites, autant que des échecs, de restauration. Ceci nécessite un suivi sur le long-terme de la réponse des écosystèmes à la restauration et passe par la définition précise d'indicateurs.

Le choix des indicateurs est fonction des objectifs fixés ; ils permettent une approche d'autant plus globale qu'ils intègrent un maximum de compartiments de la diversité biologique. Alors que dans tout projet de restauration, il est important de définir des objectifs clairs et précis. Ces objectifs peuvent être définis à différentes échelles écologiques : populations, communautés, processus écologiques et services de l'écosystème. Le suivi de restaurations est essentiel dans l'évaluation du succès dans l'atteinte des objectifs. Malheureusement un suivi insatisfaisant des projets de restauration est assez récurrent (Lake, 2001).

Partie II :

Etude du milieu physique

Et

Socio-économique

Chapitre I

Étude du milieu physique

Introduction

La wilaya de Naâma est considérée comme une région particulièrement riche en ressources naturelles. Elle est dotée de potentialités économiques appréciables. Ses parcours steppiques, parmi les plus denses du pays, son patrimoine architectural ksourien et ses oasis, ses montagnes et ses forêts, ses lacs et ses dayas, ses vestiges historiques et ses gravures rupestres, … lui confèrent une richesse patrimoniale considérable.

En effet, l'exploitation parfois peu rationnelle des ressources, associées aux contraintes et à la fragilité du milieu naturel, ont favorisé des tendances de nature à hypothéquer les chances d'un développement harmonieux et durable du territoire de la wilaya. Des pans importants du territoire et du patrimoine local sont exposés à des processus de dégradation qui dévitalisent leur fonction économique et mettent même en péril la pérennité de ce précieux atout. C'est notamment le cas de la steppe à alfa, actuellement dans un état de dégradation avancé, ce qui favorise l'avancée du cordon dunaire et l'extension de la désertification.

La connaissance des données du milieu physique sous ses différentes formes est essentielle dans la compréhension des phénomènes liés aux différents aspects du milieu et de ses composants. L'analyse du milieu naturel doit nous permettre d'identifier et de caractériser les potentialités et les contraintes physiques ainsi que leur interaction et variation géographiques. Elle permettra d'apprécier l'utilisation actuelle des ressources et des potentialités du milieu physique.

1. Présentation et localisation

La zone concernée par cette étude appartient à la wilaya de Naâma. Cette dernière située à l'extrême ouest du pays, et insérée entre la bordure méridionale de l'Atlas tellien au Nord et l'Erg occidental au sud, la wilaya de Naâma appartient à l'ensemble naturel des « Hauts Plateaux Ouest ». Sur le plan de l'aménagent du territoire, la wilaya s'inscrit dans « la Région de programme Hauts Plateaux Ouest (HPO) », qui regroupe, outre Naâma, les wilayas de Tissemsilt, Tiaret, Saïda et El Bayadh.

Au plan morphologique, la wilaya présente trois ensembles, aux caractéristiques physiques très différenciées (Zair, 2011 ; DPSB, 2016):

- **Au nord, une zone de hautes plaines steppiques**, située entre la chaîne tellienne et la chaîne atlasique, représentant 74% de la superficie totale de la wilaya, soit 21.840,46 Km². Elle se caractérise par une topographie relativement plane et parsemée de dépressions, un climat de type semi-aride et une activité économique dominée par un pastoralisme en déclin. Cette zone couvre pratiquement les trois-quarts du territoire de la wilaya ;
- **Au sud, une zone présaharienne**, localisée au sud qui s'étend sur une superficie de l'ordre de 4132 Km² soit 14% de la superficie totale de la wilaya dont l'altitude va en se réduisant régulièrement depuis l'Atlas saharien à l'Erg occidental. Cette zone, où se déversent les principaux oueds des monts des Ksour, sert de terrains de parcours pour la transhumance d'hiver.

- **Entre la zone nord et la zone sud, une zone de montagnes**, occupant 12% du territoire de la wilaya, soit 3.541,69 Km², et faisant partie de l'Atlas saharien, sa structure est hétérogène. Les piémonts sud de l'atlas tellien : cette partie où l'altitude varie de 900 à 1200 m est parsemée de chaîne montagneuse isoléess'élevant jusqu' à 1400 mcorrespond à la zone alfatière.

Les monts des ksours : Chaîne formant l'extrémité de l'Atlas saharien se présente globalement en diagonale sud-ouest/nord-est, s'étendent jusqu'aux environs d'El-Bayadh et s'élèvent jusqu'à 2000 m d'altitude (Djebel Aissa 2250 m).

Cette zone se distingue par son riche potentiel hydrique ainsi que son agriculture de type oasien.

1.1. Cadre administratif

La wilaya de Naâma est issue du dernier découpage administratif de 1984 institué par la loi 84-09 du 04 avril 1984. Avant cette date, cet espace était rattaché administrativement à la wilaya de Saïda. et s'étend sur une superficie de 29.819,30 Km² ce qui représente 1,2% de la superficie totale du pays avec une population estimée au 31/12/2016 à 268 721 habitants, soit une densité de 9,01 hab/Km², elle est située entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien dans sa partie occidentale, cette région abritée des influences atlantiques par le moyen Atlas Marocain et des influences méditerranéennes par l'Atlas tellien; mais elle est en contact direct avec les influences sahariennes par la présence de certains passages qu'offre l'Atlas Saharien, limitée au nord par les wilayas de Tlemcen et de Sidi Bel Abbes, à l'est par la wilaya d'El-Bayadh, au sud par la wilaya de Béchar et à l'ouest par la frontière Algéro- Marocaine (Fig.10), le royaume du Maroc par

une bande frontalière longue de 275 Km (DPSB, 2016), se compose de 07 daïras regroupant 12 communes (Fig.11).

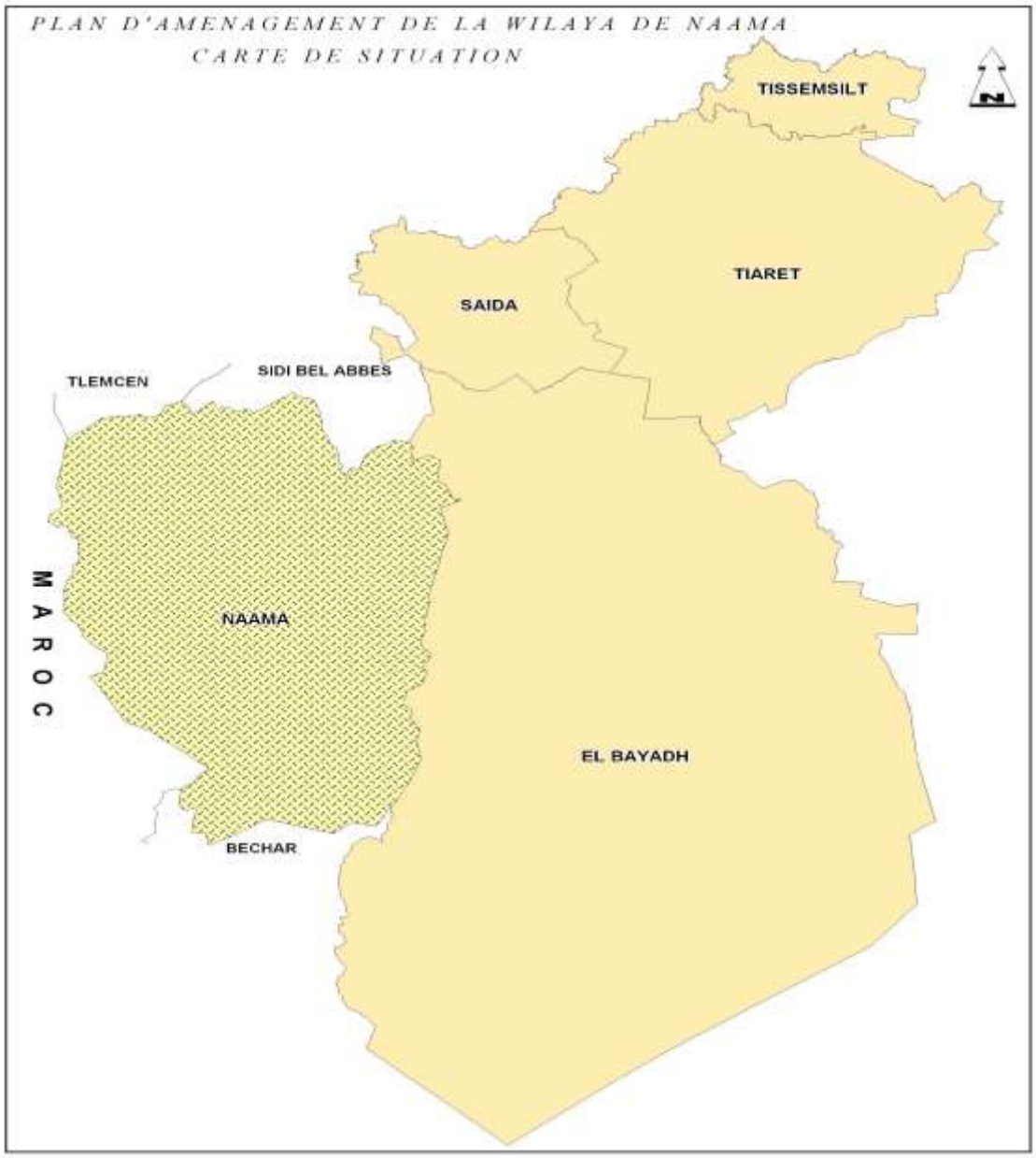


Figure 10 : Situation géographique de la wilaya de Naâma **(C E N E A P, 2010)**

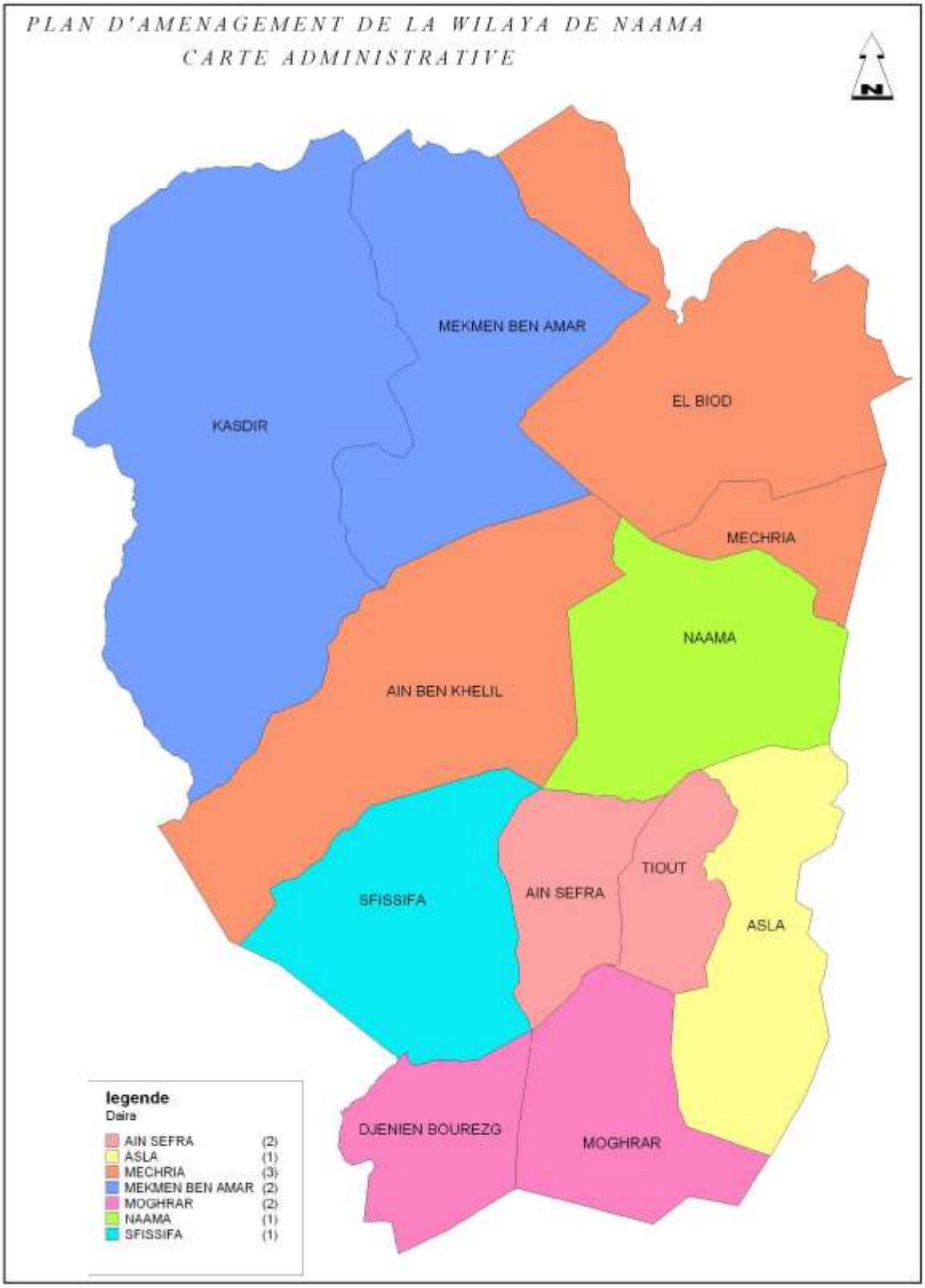


Figure 11 : Découpage administratif de la wilaya de Naâma (**C E N E A P, 2010)**

1.2. Caractéristiques spécifique de la wilaya de Naâma

Selon Zair (2011) la wilaya de Naâma s'individualise nettement par certains aspects que nous devons prendre en considération dans tout aménagement :

- La superficie de la wilaya de Naâma qui est de 2.951.414 ha constitue en même temps un atout pour le développement en matière d'espace, et une contrainte en matière de maîtrise des aménagements proposés notamment en matière de lutte contre la désertification.
- Sur 202254 habitants occupant le territoire de la wilaya, près de 2/3 est concentré dans les communes de Mecheria et Ain-sefra sur un territoire ne dépassant pas 6 % de la superficie totale de la wilaya. Cette hétérogénéité de la population dans l'espace rend les charges socio-économiques relativement plus pesantes sur les deux grands centres urbains (Mecheria et Ain-Sefra) que sur les autres communes, en plus de l'impact sur les reboisements périurbains.
- Sur 250 Km de frontière, la wilaya de Naâma renferme une bande frontalière (mise en défens par l'ANP) caractérisée par une flore et une faune remarquable s'étalant sur quatre commune Kasdir, Ain-Ben-Khelil, Sfissifa et Djenien-Bourezg.
- Selon l'étude initiée par la direction de l'environnement sur le phénomène d'ensablement, l'une des sources pourvoyeuses de sable menaçant la wilaya de Naâma est située sur le territoire marocain, d'où la nécessité d'un programme de lutte maghrébin.
- Caractérisée par un écosystème steppique fragile, la wilaya de Naâma se trouve confrontée au phénomène de la désertification qui doit être la préoccupation primordiale pour les décideurs. En effet, les conditions climatiques et édaphiques conjuguées aux conditions socioéconomiques accentuent le processus de dégradation du milieu naturel dans cette région, d'où la mise en œuvre d'un programme de lutte efficace s'impose.

1.3. Cadre géomorphologique

1.3.1. Le Relief

Le relief est la résultante de la combinaison entre deux facteurs : l'altitude et la pente ; cette dernière, par ses effets contraignants, constitue un des facteurs limitant pour l'aménagement du territoire. Dans ce vaste territoire de la wilaya de Naâma (Fig.12 et 13), le relief intervient dans deux contraintes majeures : Le phénomène d'ensablement et le risque lié aux inondations.

1.3.1.3. L'altitude

Sur le plan altimétrique, à l'image de ses zones naturelles, la wilaya de Naâma est compartimentée en trois étages :

-la zone de hautes plaines, qui correspond à la partie nord de la chaine atlasique.

La zone des hautes plaines correspond à de vastes étendues relativement planes et monotones, parsemées de dépressions (Chott Gharbi dans sa partie centrale, dépression de Naâma au sud, dayas. Cette zone se situe à une altitude comprise entre 975 mètres (dépression de chott El Gherbi) et 1.226 mètres (Djebel Sidi El Abed).

-la zone de montagnesqui correspond aux monts des Ksour.

Cette zone se distingue par son altitude très élevée, qui dépasse souvent les 1.500 m. Elle abrite deux entités montagneuses alignées d'Ouest en Est.

L'entité nord compte plusieurs sommets s'élevant à plus de 2.000 mètres d'altitude, on cite :

- Djebel Amour (2.169 m),
- DjebelMzi (2.187 m),
- Mir El Djebel (2.109 m),
- DjebelMekter (2.062 m),
- Djebel Aïssa (2.236 m).

L'entité sud est principalement formée par :

- Djebel Morhad dont le point culminant, Ras Touil est à 2136 m,
- Djebel Bou Amoud (plus de 1600 m),
- Djebel Bou Lerhfad (1690 m).

- **la zone présaharienne.**

Cette zone constitue le prolongement de la zone montagneuse vers le sud, son altitude et sa dénivelée vont en se réduisant régulièrement depuis l'Atlas saharien vers l'Erg occidental, où elle atteint son point le plus bas à environ 900 mètres.

Les caractéristiques altimétriques de la wilaya sont illustrées dans les deux cartes, ci-après :

- La première, carte hypsométrique, fait état des points côtés ;
- La seconde, carte des classes d'altitude, définit les trois ensembles morphologiques de la wilaya.

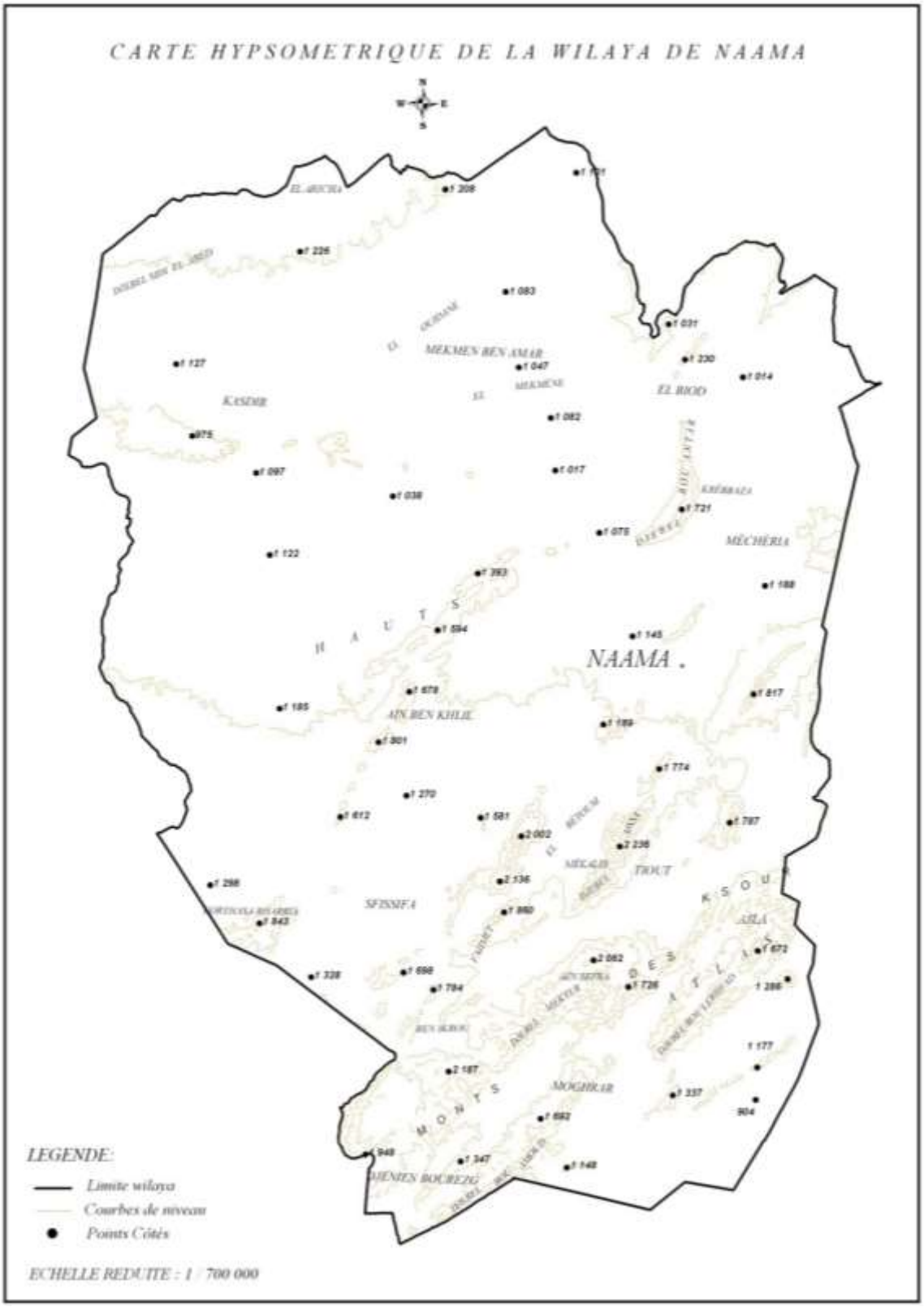


Figure 12 : Carte hypsométrique de la Wilaya de Naâma (C E N E A P, 2010)

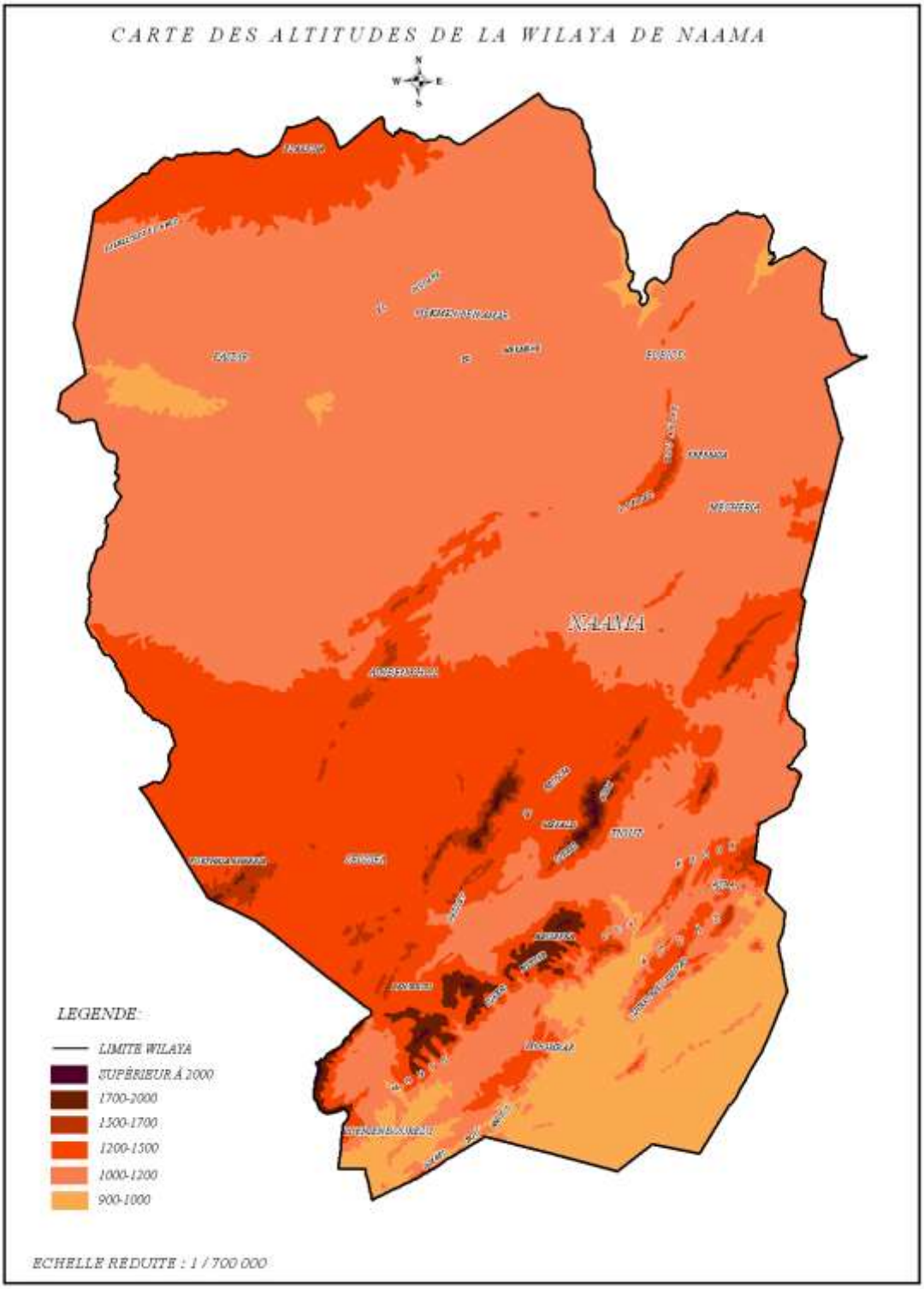


Figure 13 : Carte des altitudes de la Wilaya de Naâma (C E N E A P, 2010)

1.3.1.4.La pente

Comme pour les altitudes, les classes de pente s'identifient aux trois espaces naturels de la wilaya (Fig.14):

- Les zones Nord et Sud, à topographie générale relativement plane, s'inscrivent dans la classe de pente inférieure à 3% ;
- La zone de montagne, quant à elle se distingue par ses reliefs très élevés et à très forte dénivelée (classe de pente dominante : supérieure à 25%) parsemés de petites vallées et terrasses alluviales occupées par de magnifiques oasis à l'image de : Tiout, Moghrar, etc., sans oublier Ain Sefra une ville aujourd'hui importante, mais qui à l'origine était un Ksar.

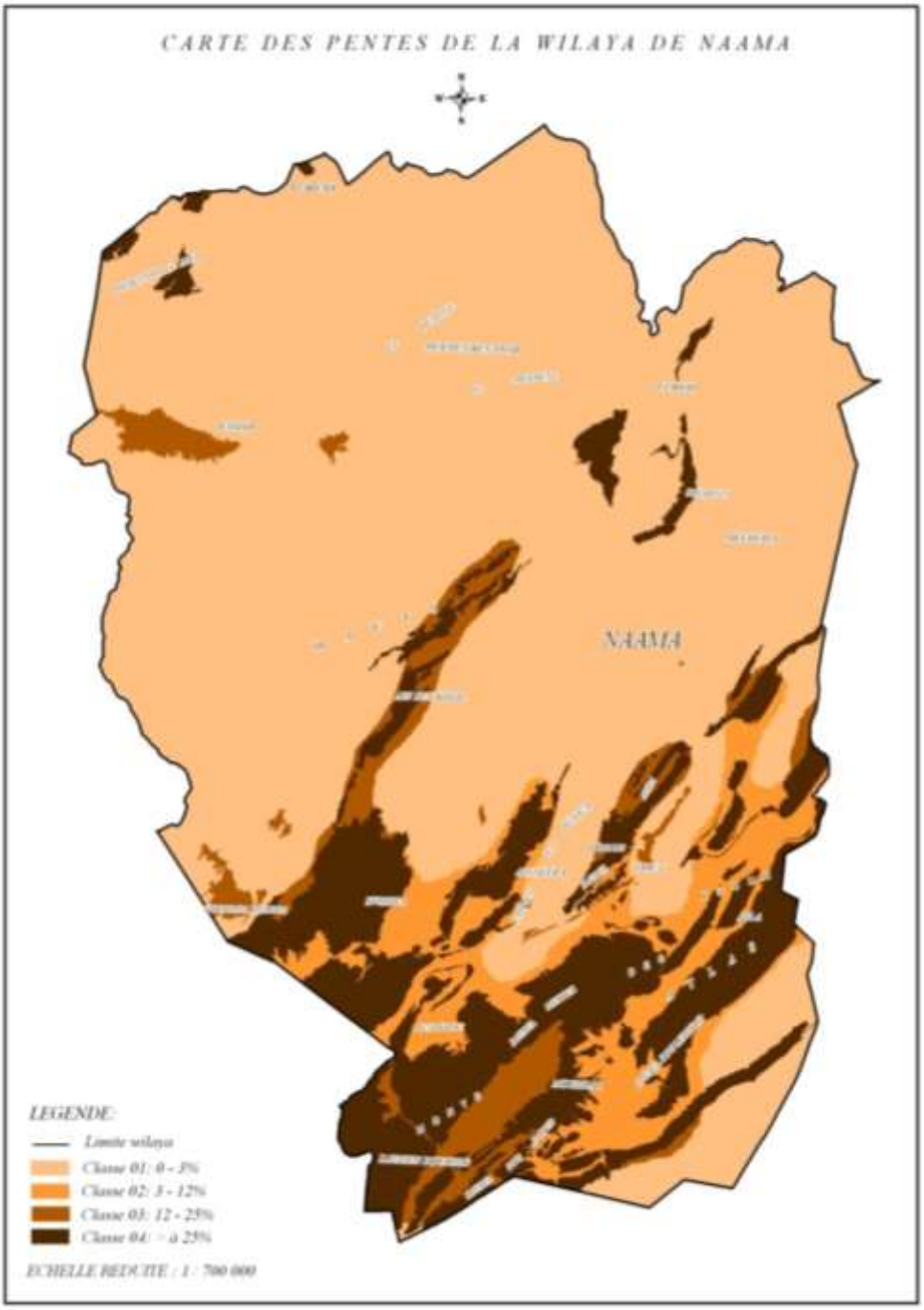


Figure 14 : Carte des pentes de la Wilaya de Naâma (C E N E A P, 2010)

1.4. Géologie, lithologie et pédologie

1.4.1. Cadre géologique

Selon l'étude portant "plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Naâma" réalisée par (CENEAP, 2010) à l'indicatif de la direction de l'environnement, sur les plans stratigraphique et structural, la wilaya de Naâma est divisée en deux ensembles distincts (Fig.15) :

- La zone des hautes plaines

Cette zone présente une structure stable à activité tectonique limitée et une stratigraphie caractérisée par des dépôts essentiellement continentaux (miocène, pliocène et quaternaire).

- La zone montagneuse et présaharienne

Cette zone, qui faitpartie de l'Atlas saharien, est limitée au nord et au sud par les flexures nord et sud atlasiques, des failles qui sont à l'origine de la remontée des sels (Trias).

Sur le plan structural, elle correspond à un ensemble de synclinaux et d'anticlinaux orientés sud-ouest nord-est, où les formes anticlinales constituent l'essentiel des monts des Ksour culminant à plus de 2.000 m.

Sur le plan stratigraphique, deux grandes formations du secondaire affleurent dans cette wilaya : le jurassique au niveau des anticlinaux et le crétacé au niveau des synclinaux. Quant aux autres formations :

- Le miocène continental ne se rencontre que dans la partie nord-ouest du Djebel Talrhemt ;
- Le mio-pliocène n'est présent que dans la partie sud de la région et quelques plaques le long de l'oued El Rhouiba ;
- Le quaternaire couvre toutes les parties basses ;
- La dépression située entre Ain Sefra et Mechria limitée au nord-ouest par un alignement de petits djebels (Djebel Gaaloul, Djebel El Arar, Djebel Kerrouch, Djebel Bou Rhenissa, Djebel Guetob El Hamara…) dont les formations sont jurassiques, est occupée par des dépôts continentaux du pliocène et quaternaire.

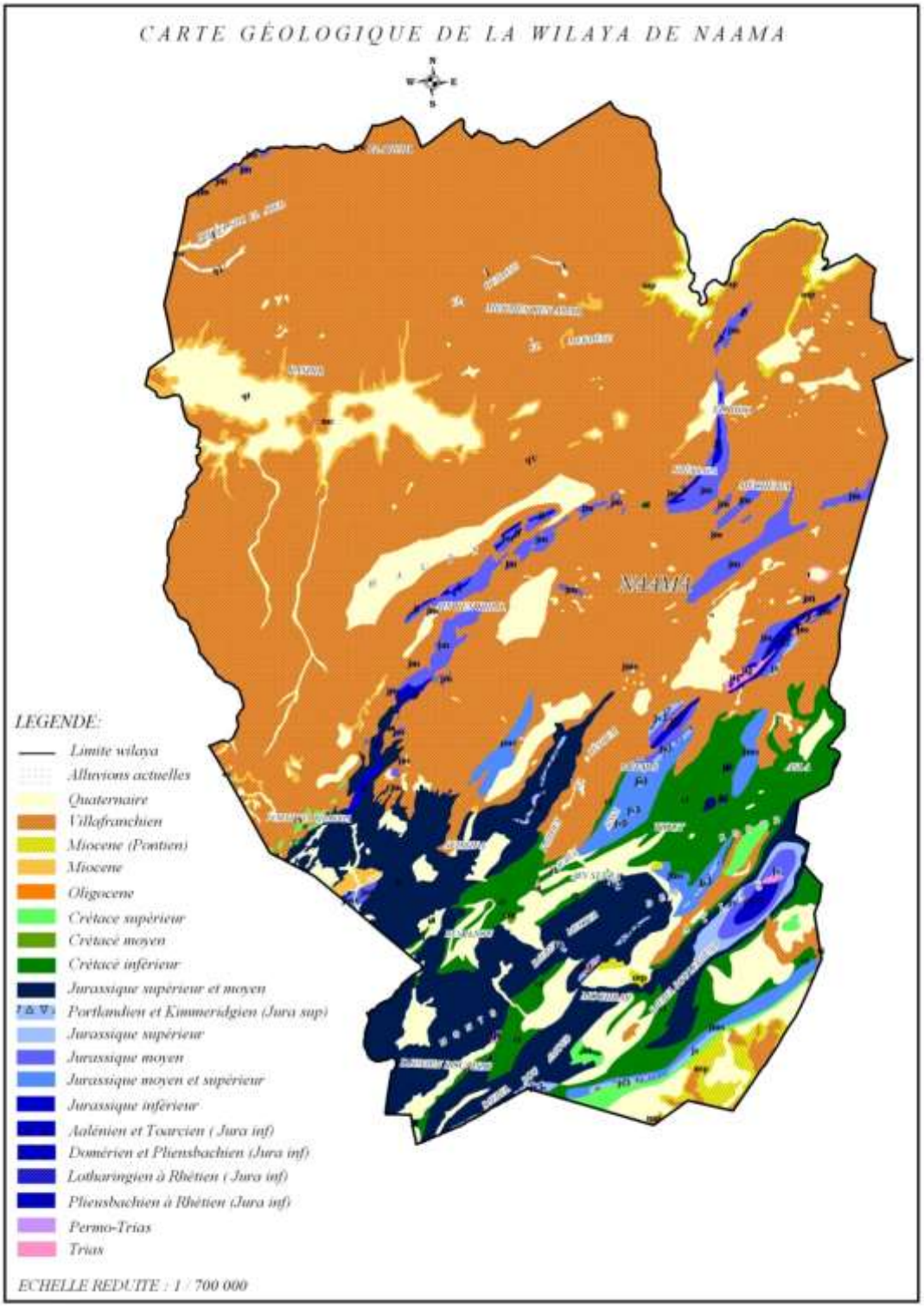


Figure 15 : Carte géologique de la Wilaya de Naâma (C E N E A P, 2010)

1.3.2. Lithologie

La lithologie (nature géologique des roches de surface) donne une indication sur la résistance des sols à l'érosion. Croisée avec d'autres facteurs des milieux physique et naturel (pente, intensité despluies et occupation du sol), elle permet d'apporter une appréciation sur la sensibilité des sols à l'érosion et par conséquent elle constitue un critère déterminant quant à la définition de (ou des) options à prendre au titre d'une utilisation (affectation) rationnelle et durable du sol.

La carte lithologique de la wilaya de Naâma (Fig.16), présentée ci-après, montre que la répartition spatiale des différentes formations rencontrées est en rapport avec les caractéristiques morphologiques du territoire de la wilaya :

- **La zone des hautes plaines (territoire nord de la wilaya)**, se distingue par ses en croûtements calcaires, parsemés par des formations alluvionnaires. Les alluvions sont principalement rencontrées au niveau des dépressions (chotts et dayas).
- **La zone des monts des Ksour,** est couverte de calcaires et dolomies dures (roches résistantes à l'érosion) associés à des encroûtements calcaires et alluvions dans sa partie Ouest et à des marnes et alluvions dans sa partie Est.
- **La zone présaharienne,** quant à elle est couverte d'alluvions et marnes.

Tous les faciès présentés ci-dessus, à l'exception des calcaires et dolomies durs qui recouvrent une grande partie de la chaîne atlasique, sont des formations très sensibles à l'érosion, qu'elle soit hydrique ou éolienne. Par ailleurs, au regard de l'intensité des vents que connaît la wilaya, le processus d'érosion s'accentue avec la perte du couvert végétal pérenne et le défrichement (labour) des parcours steppiques.

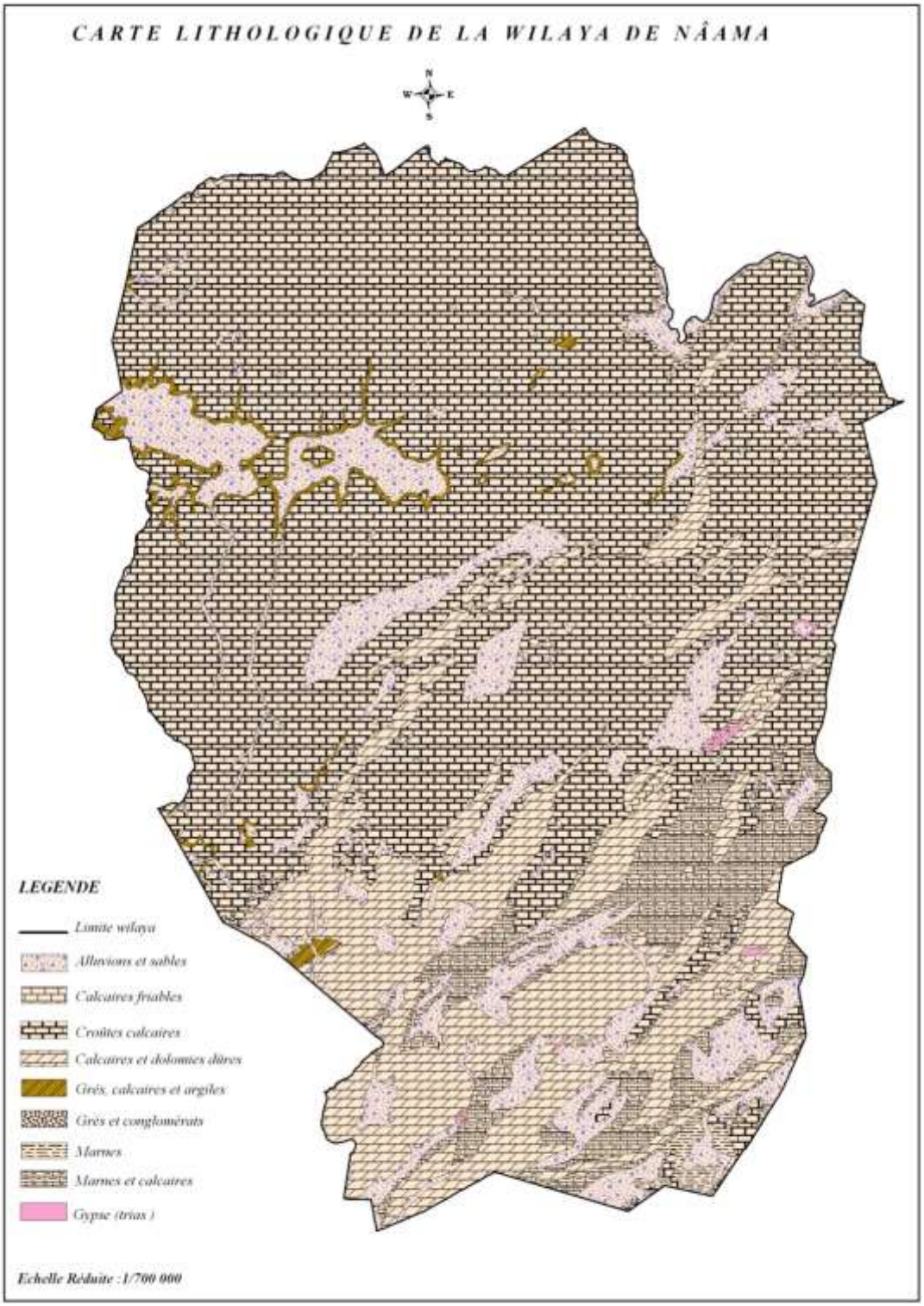


Figure 16 : Carte lithologique de la Wilaya de Naâma (C E N E A P, 2010)

1.3.3. Cadre pédologique

Lacarte pédologique (Fig.17) permet de faire la corrélation entre la nature des sols avec les unités géomorphologiques. On distingue :

- **Les sols calcimagnésiques :** Ils occupent la majeure partie de la wilaya. Cette classe est représentée par plusieurs types de sols :

- Les rendzines : sont localisés sur les versants des djebels. Ils sont peu épais, de texture grumeleuse avec une faible teneur en matière organique.

- Sols bruns calcaires et sols bruns calciques : répartis sur les glacis du Quaternaire ancien et moyen, et dont la profondeur est généralement comprise entre 10 et 30 cm.

- Sols à encroûtement gypseux : localisés dans les glacis de raccordement et zones de blocage.

- **Les sols minéraux bruts :** ils sont représentés par 3 catégories :

- Les sols minéraux bruts d'érosion : sont situés sur de fortes pentes où les couches superficielles sont constamment entraînées empêchant ainsi la formation du sol. Le couvert végétal est très peu significatif avec toutefois quelques reliques de chêne vert (*Quercus ilex*) et de genévrier oxycèdre (*Juniperus oxycedrus*).

- Les sols minéraux bruts d'apport alluvial : Se rencontrent au niveau des oueds importants. Ils présentent une texture sableuse, une forte charge caillouteuse et leur profondeur est variable.

- Les sols minéraux bruts d'apport éolien : Ils sont constitués de sable et de dunes plus au moins mobiles. Ces sols sont occupés par une végétation psammophile à *Aristida Pungens* et *Arthrophytum Scoparium*.

- **Les sols peu évolués :** Cette classe est composée par :

- Les sols peu évolués d'érosion sur roche mère dure (calcaire et gré) ou tendre (marnes), présentant une proportion élevée d'éléments grossiers, une forte charge caillouteuse et un faible taux de matière organique (<2%).

-Les sols peu évolués d'apport alluvial occupent particulièrement les zones basses (zone d'épandage, daïa, chenaux d'oued). Ces sols représentent la majeure partie des terres mises en culture.

-Les sols peu évolués d'apport colluvial : occupent particulièrement les piémonts des djebels et les cônes de déjection.

- **Les sols halomorphes :** ils se localisent au niveau des zones de dépressions (Chott et sebkha) et des zones d'épandage des principaux oueds. Ces sols se développent sur des matériaux alluviaux à texture sablo-limoneuse, et ils se répartissent en auréoles autour des chotts et des sebkhas et en bas des glacis. Leur couvert végétal bien qu'homogène dans l'ensemble varie selon leur degré de salinité et leur taux d'humidité. Quand la salure est trop importante la végétation se compose d'espèces hyper-halophytes (*Halocnemum strobilaceum*). Toutefois, lorsque cette salure diminue on rencontre un couvert végétal halophyte qui se compose de (*Salsola Vermiculata*, *Atriplex Halimus* et *Suaeda fru*ticosa).

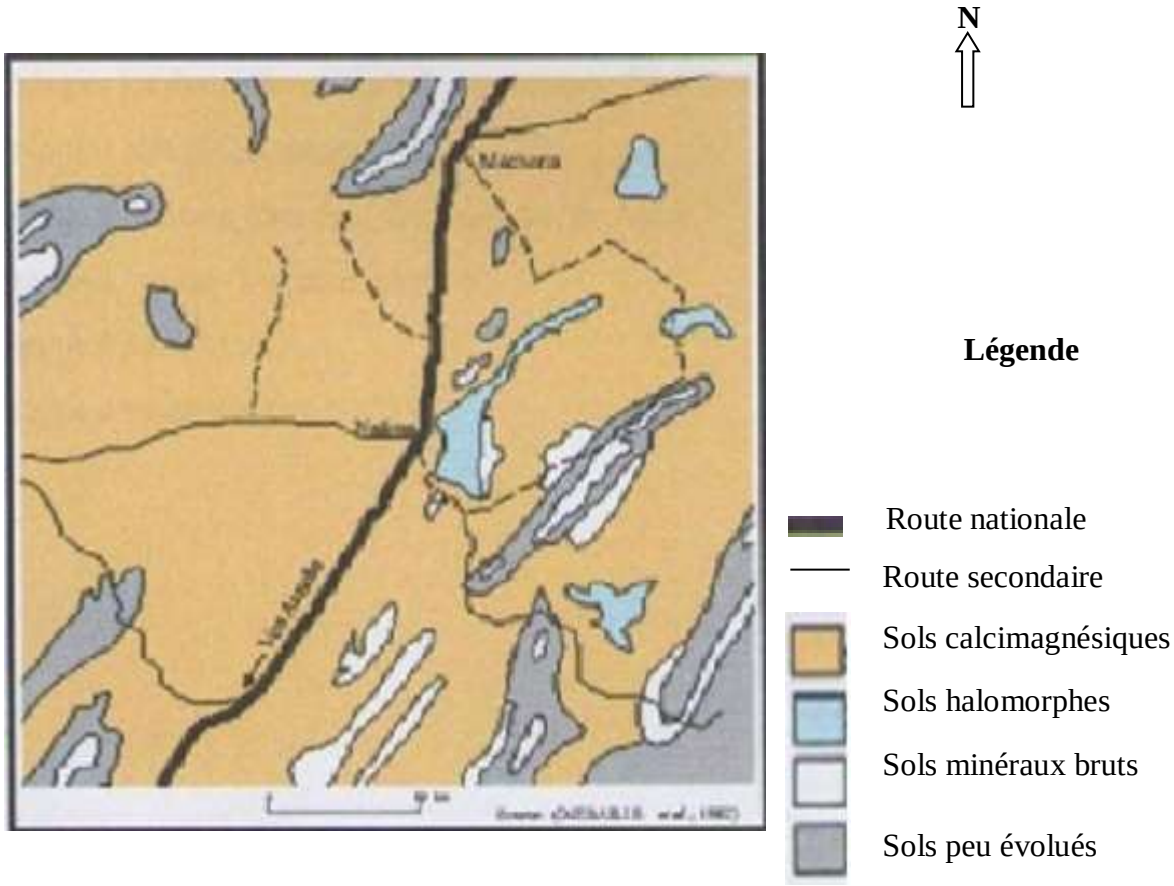


Figure 17 : Extrait de la carte pédologique de la région centre de la wilaya de Naâma (BENSAID, 2006)

Les sols situés dans les zones d'accumulation et les zones d'épandage avec quelques terrasses (lits d'oueds) offrant les meilleures possibilités pour une mise en valeur (profondeur et texture) sont très limités.

On a constaté que les sols de la wilaya, à l'image des sols de l'écosystème steppique sont en général caractérisés par :

- La forte présence d'accumulations calcaires réduisant la profondeur et la qualité des sols ;
- La faible teneur en matière organique et éléments biogènes ;
- Une teneur en sel élevée ;
- Une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation (érosion hydrique et éolienne).
- Cela constitue une contrainte édaphique pour la réussite des reboisements et un facteur limitant pour le bon développement des plantations forestières.

1.5. Hydrographie et Hydrogéologie

1.5.1. Hydrographie

D'après CENEAP (2010), le réseau hydrographique et les écoulements de la wilaya sont conditionnés par la structure du relief de cette dernière.

- **La zone des Hautes Plaines steppiques :**

Cette zone, qui s'inscrit dans l'aire géographique du grand bassin versant de Chott Chergui, présente un réseau hydrographique peu développé ; Elle se caractérise par une topographie relativement plane et parsemée de dépressions (Chott Gharbi, dépression de Naâma), ce qui est à l'origine du caractère endoréique de ces oueds.

Ces derniers sont à écoulement diffus et intermittents, ils prennent naissance en général sur les reliefs de l'Atlas saharien et terminent leur course dans la plaine au niveau des dépressions :

- Le Chott El Gharbi à l'ouest,
- le Chott Ech Chergui au nord-est
- la Sebkha de Naâma au sud-est.

- **La zone des monts des Ksour et de l'espace présaharien :**

De par son relief montagneux, cette zone présente un réseau hydrographique plus important, plus dense et plus hiérarchisé que celui de la zone nord.

Parmi les principaux oueds de la zone, on cite :

-les oueds Sfissifa et Bénikou, qui drainent les djebels : M'zi et Mekter ;

-l'oued Tirkount, qui draine les djebels : Morghad et Aïssa ;

-Les oueds Breidj et Mouilah, qui drainent les écoulements des monts des Ksour et qui se joignent au niveau de l'agglomération de Ain Sefra, pour donner naissance à l'oued portant le nom de la ville,

-L'oued Rhouiba ;

-L'oued Namous, qui constitue plus au sud, vers l'Erg occidental, la zone d'épandage des eaux des monts des Ksour qui parviennent à la plaine présaharienne.

Les écoulements de ces oueds empruntent des itinéraires déterminés par la structure et l'orientation du relief :

- L'oued El Breidj a un écoulement sud-ouest /nord-est ;

- les oueds Ed Douis et El Rhouiba ont un écoulement de direction nord-est /sud-ouest.

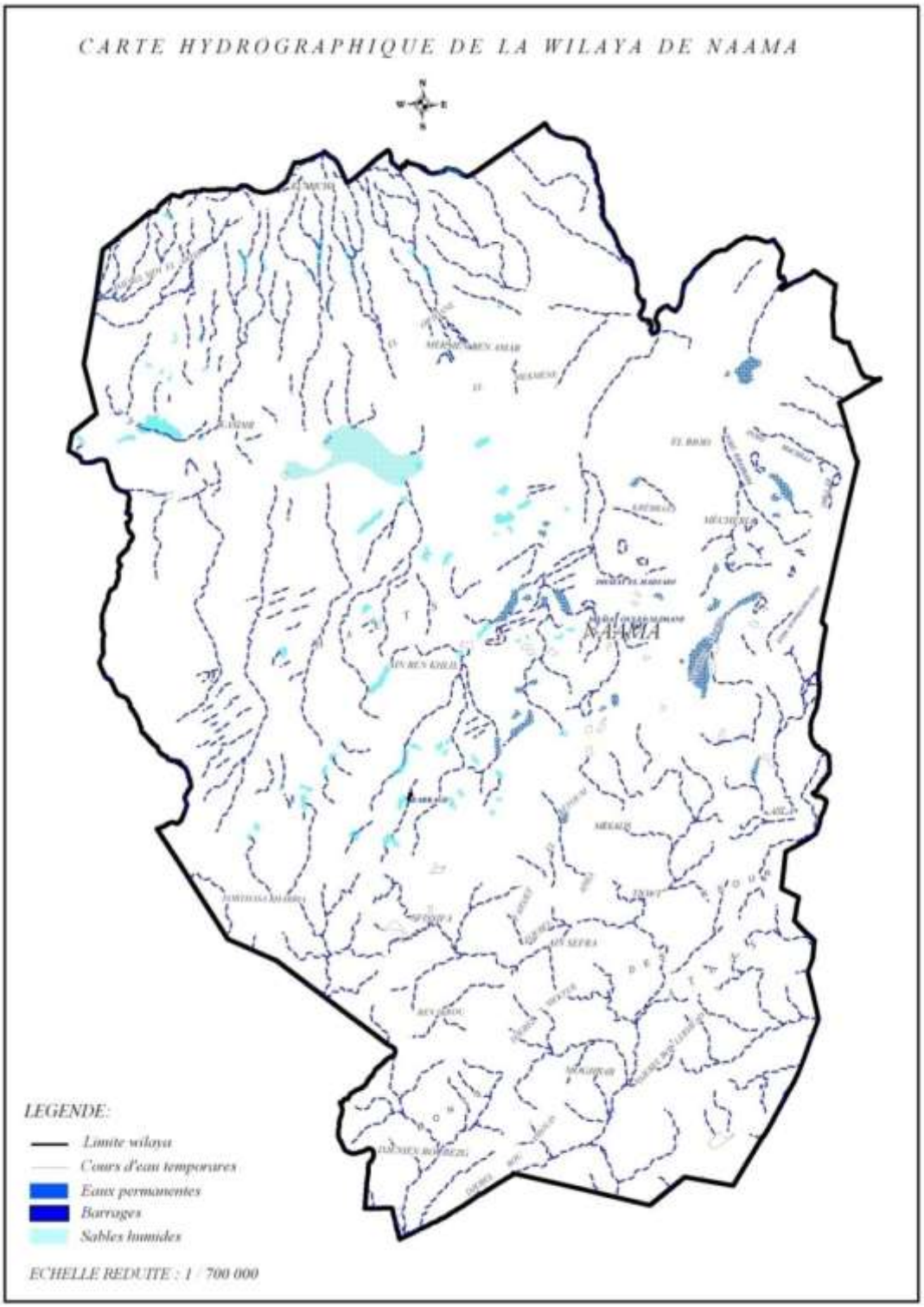


Figure 18 : Carte hydrographique de la Wilaya de Naâma (C E N E A P, 2010)

1.5.2. Hydrogéologie

Les ressources en eau souterraine de la wilaya de Naâma proviennent de plusieurs systèmes aquifères dont la formation est favorisée le contexte géologique. Cependant, en absence d'études hydrogéologiques sur la wilaya, on considère que le potentiel en eaux souterraines relève de deux domaines :

-Les nappes profondes, exploitées principalement par les forages,

-Les nappes phréatiques, exploitées principalement par les sources.

D'une manière générale, les travaux de l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique (A.N.R.H) font état de quatre aquifères principaux :

-La nappe de Chott Chergui, exploitée au profit de quatre wilayas : Naâma, El Bayadh, Saïda et Tiaret ;

-La nappe de Chott Gharbi ;

-La nappe du synclinal de Naâma :

-La nappe du synclinal d'AinSefra.

Par ailleurs, la profondeur excessive des forages réalisés dans la wilaya, témoigne de la présence de nappes profondes relevant des formations du crétacé (albien).

1.6. La végétation naturelle

D'après CENEAP (2010) la végétation naturelle de la wilaya de Naâma (Fig.19) est dominée par les formations végétales de type steppique du domaine pastoral.

Au nord, dans la zone des Hautes Plaines, on rencontre essentiellement des formations à base de graminées, dominées par le *Stipa tennacissima* (alfa), *l'Artemisia herba alba* (chih), le *Lygeum spartum* (sennagh), mais aussi : l'*Astragalus heclianthinum* (zefzef) et *Stipa tortilus* (Kodad).

Dans cette zone, la végétation steppique est très dégradée, souvent à la limite de l'irréversibilité, cédant le terrain à la désertification.

Dans la zone montagneuse, correspondant aux monts des Ksours, le palmier dattier fait son apparition sur les piémonts de l'Atlas saharien (oasis de Moghrar, etc.) ;

Dans la partie sud, correspondant à l'espace présaharien, on rencontre essentiellement des groupements à *Arthoropytum*, qui constituent la transition entre les parcours steppiques arides et les parcours sahariens.

Par ailleurs, le type de végétation rencontré varie en fonction des conditions du milieu physique. Ainsi, on rencontre :

- Les espèces *halomorphes* sur les sols salés situés autour des chotts ;
- Les espèces *psamophyles* sur les formations dunaires ;
- L'armoise sur les hammadas ;
- Le palmier dattier sur les piémonts de l'Atlas saharien.

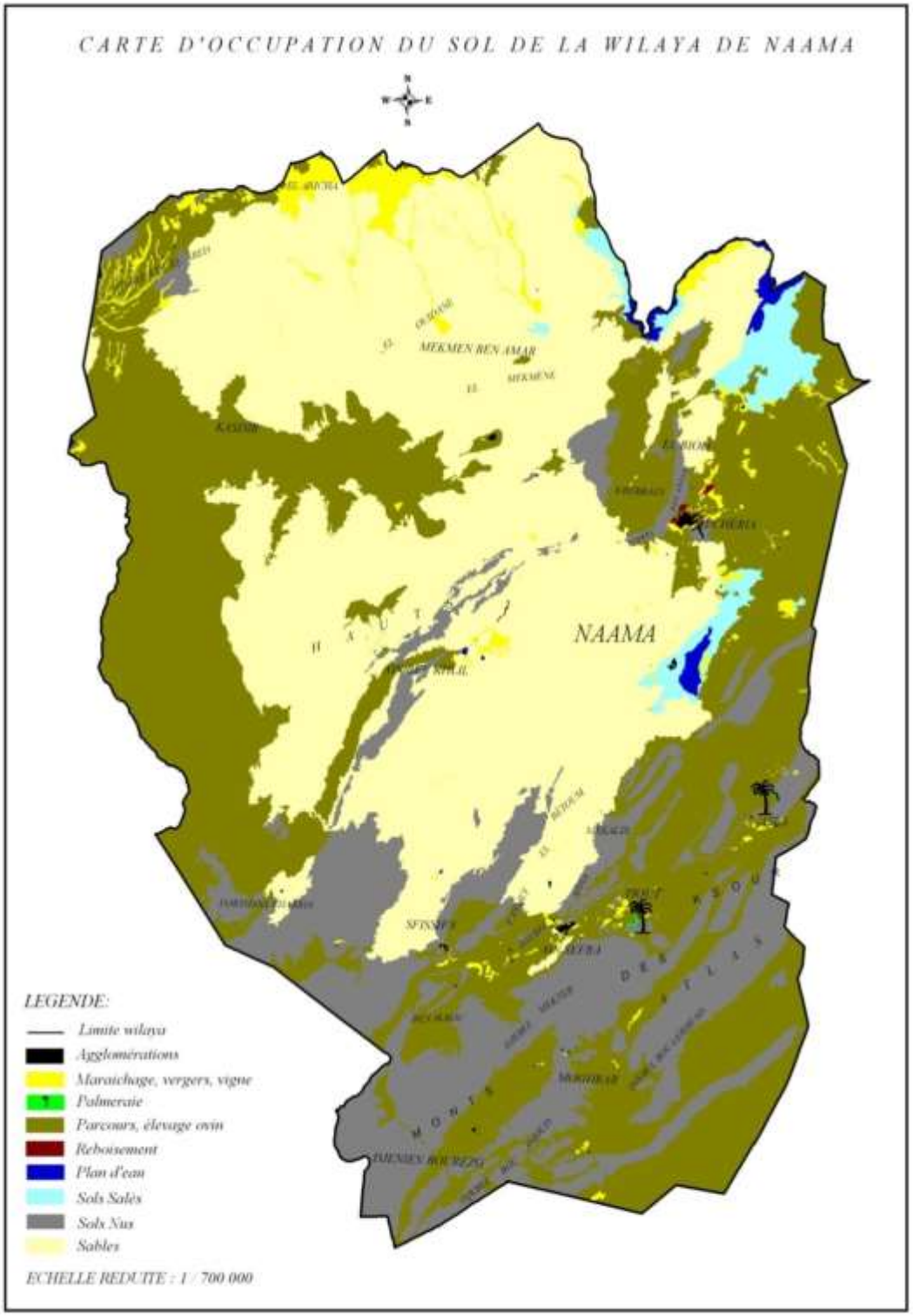


Figure 19 : Carte d'occupation du sol de la Wilaya de Naâma (C E N E A P, 2010)

2. Climat

Le climat constitue un référentiel significatif en matière de sensibilité au phénomène de désertification puisqu'elle conditionne l'état de la végétation pérenne et même le comportement du végétal qui traduit la réussite ou l'échec des reboisements.

Pour les données climatiques, nous avons donc pris en considération, comme paramètre climatiques : la pluviosité et la température qui sont d'une part, les données les plus disponibles et d'autre part, elles représentent les variables les plus influentes sur la végétation.

Nous avons pris deux stations principales, les plus proches sont celles de Mécheria, et Naâma Tab.7, selon différentes périodes.

Tableau 7 : Caractéristiques des stations météorologiques

Station	**Localisation**	**Latitude**	**Longitude**	**Altitude (m)**
Mecheria	A 30Km Nord du chef-lieu de wilaya	33°31' N	00°17' W	1149
Naâma	Chef-lieu de wilaya	33º 16' N	00º 18' W	1166

2.1. Précipitations

L'écosystème steppique est marqué par une grande variabilité interannuelle des précipitations, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité moyenne issue d'annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante.

D'une manière générale, l'année climatique de la steppe sud oranaise est distinguée par deux grandes saisons:

- Une saison froide ou fraîche et relativement humide qui s'étend de Novembre à Avril.
- Une saison chaude et sèche de Mai à Octobre.

La wilaya de Naâma à l'instar des autres wilayas des Hauts plateaux, les précipitations constituent une contrainte majeure dans cette zone steppique.

2.1.1. Précipitations moyennes mensuelles et annuelles

La situation géographique de la wilaya de Naâma permet d'observer un gradient pluviométrique N-S décroissant avec la latitude de Nord au Sud.

La répartition de la moyenne mensuelle des précipitations des pluies durant les périodes (1985-2013) et (1992-2013), est présentée comme suit :

Tableau 8 : Répartition moyenne mensuelle des précipitations (mm)

Station	Précipitations moyennes mensuelle des (mm)											
	J	**F**	**M**	**A**	**M**	**J**	**Jt**	**A**	**S**	**O**	**N**	**D**
Mecheria (1985-2013)	20,1	15,7	22,8	26,8	18,6	15,9	6,0	10,2	24,1	23,7	24,1	14,7
Naâma (1992-2013)	13,5	14,2	16,7	28,3	16,7	17,2	6,0	10,6	34,2	25,0	29,1	10,6

(Sources : ONM-2016)

En général la pluviométrie demeure faible et irrégulière; elle est hétérogène dans le temps et dans l'espace, cette irrégularité des fréquences confirme l'apparition des périodes sèches qui ont sévit dans la région.

A travers le tableau nous pouvons constater que le minimum pluviométrique, pour la station de Mecheria, apparaît en Juillet avec 6,0 mm alors que le maximum en Avril avec 26,8 mm. Dans la station de Naâma, le minimum pluviométrique apparaît en Juillet avec 6 mm alors que le maximum en septembre avec 34,2 mm, le niveau des précipitations moyennes annuelles, est très faible et ce quelle que soit la période d'observation pour les stations étudiées.

Selon Nedjraoui et al (1999), la variabilité des précipitations par les méthodes de la moyenne et de la médiane montre que pour la série des 22 années, 8 années sont considérées comme humides (pluviosité au-dessus de la moyenne), et 14 années sont considérées comme années sèches (pluviosité en dessous de la moyenne).

En effet, une longue période de sécheresse permet la formation d'une mince couche limoneuse au niveau de la partie superficielle du sol appelée «pellicule de glaçage» qui empêche l'infiltration de l'eau dans le sol (Djebaili, 1984).

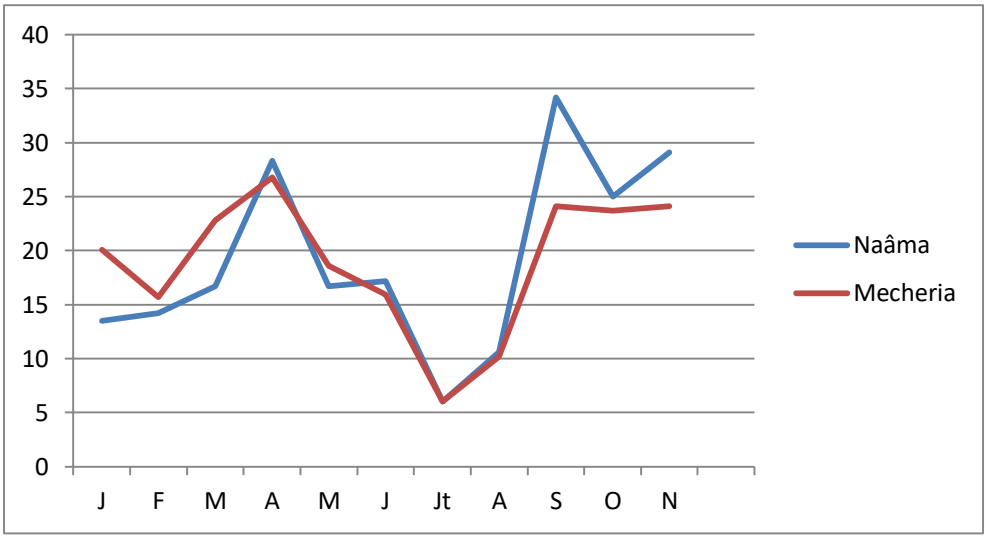


Figure 20 : Variations des précipitations moyennes mensuelles des deux stations

2.1.2. Régime saisonnier

Le régime pluviométrique saisonnier, consiste à calculer la somme des précipitations qui seront classées par ordre décroissant.

D'après le tableau 9 on remarque que les précipitations sont réparties inégalement durant les saisons, les plus importantes sont celles qui tombent en période printanière et automnale par rapport à la période estivale qui reste faible pour clôturer avec la période hivernale logiquement la plus faible, bien que cette dernière constitue un apport non négligeable (Fig .21).

Nous avons remarqué aussi que les deux stations Mecheria et Naâma présentent le même type de régime saisonnier (PAEH).

Tableau 09 : Régime saisonnier des précipitations

Station	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Régime
Mecheria (1985-2013)	38,3	61,7	33,8	88,3	PAEH
Naâma (1992-2013)	50,5	68,2	32,1	71,9	PAEH

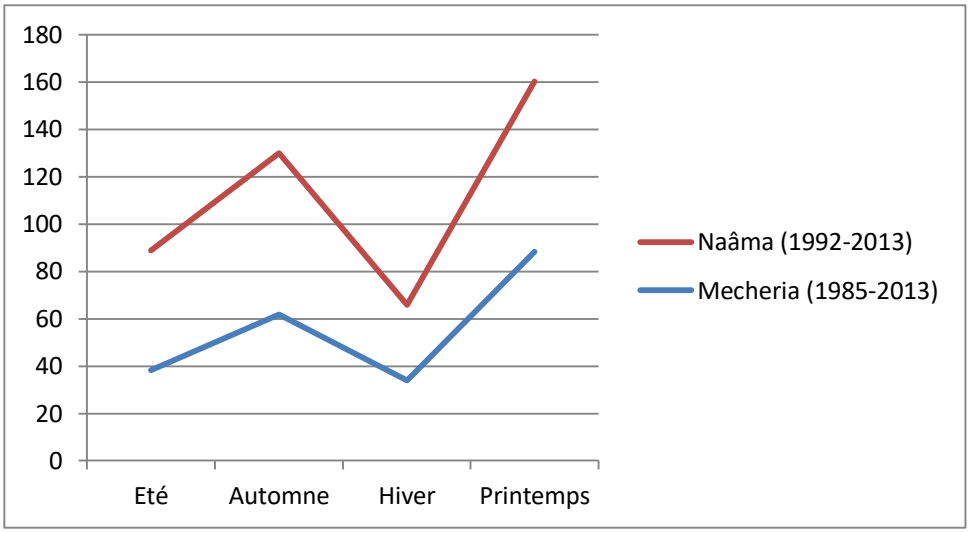


Figure 21 : Régime saisonnier des précipitations

2.2. Les températures

La température est un facteur déterminant dans la pédogenèse et la distribution de la végétation dans le paysage. «La caractérisation de la température en un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance d'au moins cinq variables importantes qui sont les moyennes minimales et maximales, la moyenne mensuelle, le minimum absolu, ainsi que l'amplitude thermique» (Djebaili, 1984).

2.2.1. Les températures moyennes mensuelles

Les températures moyennes les plus basses se situent au mois de Janvier pour les deux stations, tandis que les moyennes les plus élevées se situent en mois de Juillet pour les deux stations (Tab.10 et Fig.22).

Tableau 10 : Valeurs moyennes mensuelles des températures

Station		J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D
Mecheria	MIN(°C)	2,5	3,65	6	8,28	12,92	17,89	19,36	19,95	16,58	12,04	6,65	3,55
	MAX(°C)	9,26	11,77	16,78	18,7	25,6	30,37	37,6	35,99	28,61	25,64	14,61	10,33
	MOY(°C)	5,88	7,71	11,39	13,49	19,26	24,13	28,48	27,97	22,73	18,84	10,63	6,94
Naâma	MIN(°C)	2,12	6,98	9,36	10,16	15,22	19,12	20,66	20,94	15,54	10,42	6	4,26
	MAX(°C)	10,34	10	13,8	18,9	23,7	30,9	37,2	35,1	28,6	24,2	15,7	10,1
	MOY(°C)	6,23	8,49	11,58	14,53	19,46	25,01	28,93	28,02	22,07	17,31	10,85	7,18

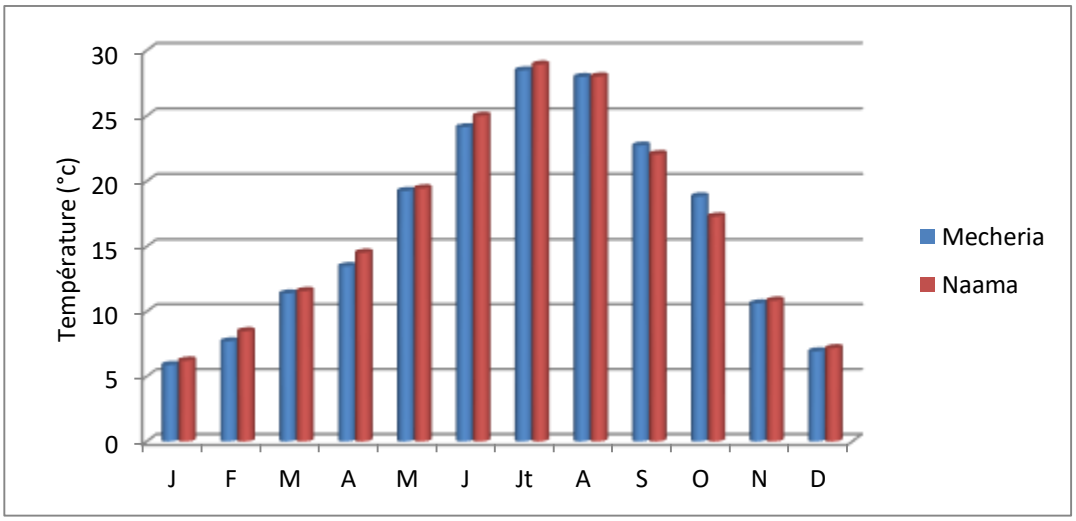


Figure 22 : Variations mensuelles des températures pour les deux stations.

2.2.2. Moyenne des minima du mois le plus froid « m »

L'analyse des données climatiques montre que la température minimale du mois le plus froid est enregistrée en mois de Janvier pour les deux stations de références.

D'après Pouget (1980). «Il s'avère nécessaire de tenir compte de ces deux moyennes, minimum et maximum». En effet, «les paramètres thermiques (en particulier le froid) jouent un rôle déterminant dans la vie végétale; la température intervient dans le

déroulement de tous les processus biologiques selon des modalités diverses. Elle contrôle la croissance végétative des espèces, leurs reproductions, leurs survies et par conséquent leur répartition géographique générant les paysages les plus divers.

2.2.3. Moyenne des maxima du mois le plus chaud «M »

Les températures les plus élevées sont enregistrées généralement au mois de Juillet pour les deux stations de références.

2.3. Enneigement

La wilaya de Naâma est très froide en hiver, au point d'enregistrer des chutes de neige. Leur fréquence annuelle, est en moyenne de 3,8 jours (station de Mecheria), mais la période d'enneigement est beaucoup plus longue. La neige tombe en hiver et peut persister quelques mois sur les montagnes.Cet enneigement est considéré à la fois comme facteur favorable par fusion contribué à un apport d'eau appréciable à la végétation notamment au début du printemps. A la faveur d'une température pas trop basse, l'eau de neige imbibe progressivement le sol d'une façon continue et l'humecte profondément. Plus la durée d'enneigement du sol persiste, plus le potentiel hydrique' du sol augmente. Et d'autre partun facteur contraignant (Coupures des voies de communication, isolement de certains territoires…).

2.4. Gelées

C'est un paramètre climatique intéressant écologiquement, (Seltzer, 1946) note : «La gelée est un phénomène qui est défini comme un dépôt de cristaux de glace sur une surface, survenant lorsque la température minimale descend en dessous de 0 °C».

Les gelées constituent un facteur limitant pour les pratiques agricoles et un facteur de contrainte pour la végétation naturelle (retard de croissance). Pour les reboisements, les gelées influent négativement d'une manière considérable sur la reprise des jeunes plants, poussant ainsi l'administration des forêts à décaler la période de plantation (CFN, 2016).

La wilaya, à l'instar des espaces Hauts plateaux, subit des gelées importantes et fréquentes en hiver et même au début du printemps. Leur fréquence est évaluée en moyenne à 40,4 jours dans l'année pour la station de Mecheria et 40 jours pour la station de Naâma **(**ONM, 2010).

2.5. Les vents

Le vent est l'aspect climatique le plus important dans l'étude d'une région aride, il est malheureusement souvent délaissé ou mal évalué dans les stations météorologique (où il secompte en nombre de jour) alors qu'il joue un rôle déterminant dans sa capacité de transport d'éléments solides si sa vitesse était bien appréciée.

(Bensaid, 2006) note : « Le vent est non seulement, un agent érosif spécifique au façonnement des paysages désertiques, mais aussi responsable de l'ensablement et de leur origine ». Le vent est donc capable d'éroder des roches tendres et cela par le frottement exercé par les grains de sable transportés traduite par la formation des aires sableuses et la stérilisation des terres steppiques.

D'une manière générale dans la wilaya de Naâma, les vents soufflent en printemps comme en hiver, en revanche ils sont en automne inactif, et pour l'été ils soufflent dans la direction Sud-Ouest.

D'après le Tableau (11), la fréquence des vents est importante sur l'année avec une moyenne de 18 jours par mois.

- Les vents dominants sont de direction Nord (nord, nord-ouest, nord-est). Ils représentent 48% de la fréquence totale.
- Les vents de direction Sud (sud, sud-est, sud-ouest) représentent 31.4%.
- Les vents de direction Ouest et Est représentent respectivement 16 et 4,6%.

Tableau 11: direction des vents selon leur fréquence en %, (ONM, 2010).

Directions	**Nord**	**Nord Est**	**Nord Ouest**	**Est**	**Ouest**	**Sud**	**Sud Est**	**Sud Ouest**
Fréquences	18	13	17	4.6	16	11	4.4	16
Total	48			4.6	16	31.4		

2.6. Synthèse climatique

La synthèse climatique est basée sur la recherche de formules qui permettent de ramener à une variable unique l'action de plusieurs facteurs écologiques. Pour cela plusieurs indices climatiques, tenant compte de variables telles que la pluviosité et les températures, ont été formulés pour une expression synthétique du climat régional. Nous retiendrons le quotient pluviométrique d'Emberger (1933-1955) qui demeure l'indice le plus efficace dans la description du climat méditerranéen, l'indice xérothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) et la continentalité thermique et pluviale. Ils sont représentés par des expressions ainsi que des indices pour caractérisés le climat d'une région donnée.

2.6.1. Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité

L'amplitude thermique moyenne extrême (M-m) est un indice climatique très important dans la répartition de la végétation et permet de définir à partir de ce qu'on appelle « indice de continentalité » si la zone est sous influence maritime où continentale (Tab.12).

Tableau 12 : Type de climats en fonction des Amplitudes thermiques

Station	**M °C**	**m °C**	**(M-m)°C**	**Type de climat**
Mecheria 1985-2007	37,6	2,50	35,1	Continental
Naâma 1992-2008	37,2	2,12	35,08	Continental

La classification thermique des climats proposée par DEBRACH (1953) est fondée sur l'amplitude (M-m) :

- Climat insulaire : M-m<15 °C.
- Climat littoral : 15 °C< M-m<25 °C.
- Climat semi- continental : 25°C< M-m<35 °C.
- Climat continental : M-m >35 °C.

Selon le tableau et la classification de DEBRACH (1953) on confirme que la wilaya de Naâma subit un climat sec et chaud avec une amplitude thermique très importante des influences continentales.

2.6.2. Indice de sécheresse estivale

Selon Emberger 1955, l'indice de sécheresse estivale **(I.e)** est le rapport entre les valeurs moyennes des précipitations estivales (P.E) et la moyenne des maxima du mois le plus chaud « M » (°c).

I.e = P.E/M

Tableau 13 : Indice de sécheresse estivale

Station	P.E (mm)	M (°c)	I.e
Mecheria 1985-2007	33	37,6	0,87
Naâma 1992-2008	34,23	37,2	0,92

Le tableau (13) montre que les indices de sécheresse calculés sont très inférieurs à 5 pour les deux stations, ce qui indique selon la grille de DAGET (1977) l'appartenance de la wilaya de Naâma au climat méditerranéen à sécheresse estivale bien marquée induit des conséquences plus ou moins catastrophiques.Cette catastrophe se manifeste dans ce milieu aride de la manière suivante :

- la salinisation de la couche arable par effet de remontée capillaire et destruction des agrégats constituant le sol;
- la régression du tapis végétal suite à la diminution et au dessèchement des réserves hydriques du sol ;
- la diminution de la perméabilité du sol suite à la formation au niveau du sol de la pellicule de glaçage ;
- le processus d'érosion éolienne favorisé par la régression de la végétation steppique et les pressions exercées par l'homme sur les ressources pastorales;
- l'augmentation de l'albédo de surface qui engendre la formation des mouvements de subsidences qui empêchent la formation des nuages.

2.6.3. Indice d'aridité de De Martonne

De Martonne (1923) a défini un indice d'aridité utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse ; il est exprimé par la relation : **I = P/ (T+10)**

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°C).

I < 5 : Climat hyper arides,

5 < I < 7,5 : Climat désertique,

7, 5 < I < 10: Climat steppique,

10< I <20: Climat semi arides,

10 < I <20 : Climat tempéré.

Plus l'indice est faible plus le climat est aride, et plus grand plus le climat est humide.

Tableau 14 : Indice De Martonne pour les deux stations

Station	**Indice**	**Type de climat**
Mecheria	8,36	Climat steppique
Naâma	10,58	Climat steppique

Selon ce tableau, on constate que les deux stations (Mecheria et Naâma) sont sous l'influence d'un climat steppique.

2.6.4. Diagramme ombrothermique de BANGNOULS et GAUSSEN (1953)

Les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen permettent de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations. C'est à dire calculer la durée de la saison sèche sur un seul graphe. L'échelle de pluviométrie est double de la température : l'une humide et l'autre sèche. On parle de saison sèche lorsque la courbe des pluies passe en dessous de celle des températures autrement dit lorsque $P \leq 2T$.

Les diagrammes ombrothermique dans cette étude (Fig.23 et 24) montre que les deux stations (Mecheria et Naâma) présentent 8 mois de sécheresse ; généralement de Mars à Novembre, Ce qui confirme l'intensité de sécheresse dans la région.

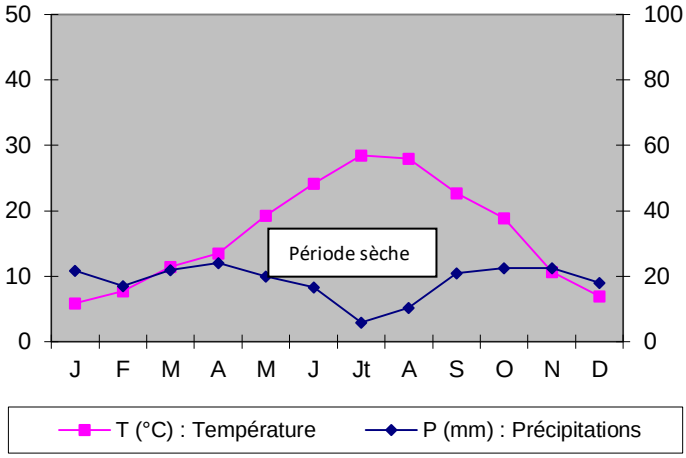


Figure 23 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (Station de Mecheria).

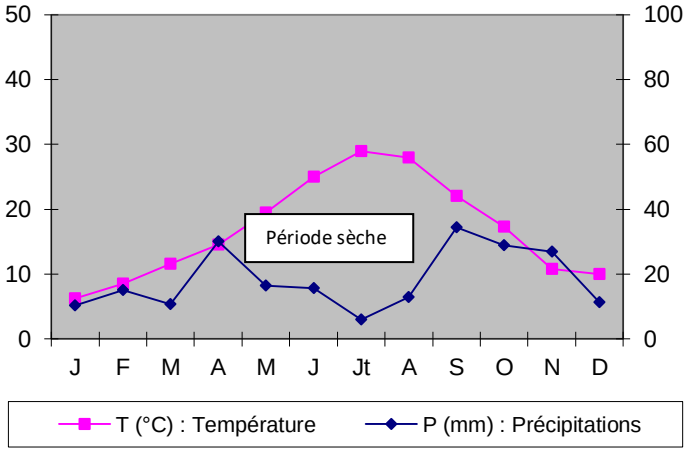


Figure 24 : Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (Station de Naâma).

2.6.5. Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger (1955)

Emberger (1955) a proposé un quotient pluviothermique pour caractériser la distribution végétale en conditions méditerranéennes, nous renseignant sur le caractère xérique d'un biotope et qui prend en considération les températures et la pluviosité.Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude.

Ce quotient est appliqué aux pays méditerranéens et du Sahara septentrional et tient compte de la variation annuelle des températures.

Sur un graphique, on représente en abscisses les valeurs de la moyenne des minima du mois le plus froid et en ordonnées les valeurs de **Q** calculées suivant la formule suivante :

$Q = [2000P / M^2 - m^2]$

P: moyenne des précipitations annuelles (mm).

M: moyenne des maxima du mois le plus chaud (°k).

m: moyenne des minima du mois le plus froid (°k).

La température est calculée en degré kelvin selon l'équation:

T **(°k)** = T °C + 273,2.

Cette formule est simplifiée sous la forme suivante: (formule de Stewart)

Q=3,43*P/M-m

P : pluviométrie moyenne annuelle (mm)

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°C).

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°C).

Tableau 15 : Valeur du Qet étages bioclimatiques

Station	Pluie (mm)	M (°c)	m (°c)	Q	Etage bioclimatique
Mecheria 1985-2007	221,2	37,6	2,5	21,49	Aride à Hiver frais
Naâma 1985-2007	218,93	37,2	2,12	21,31	Aride à Hiver frais

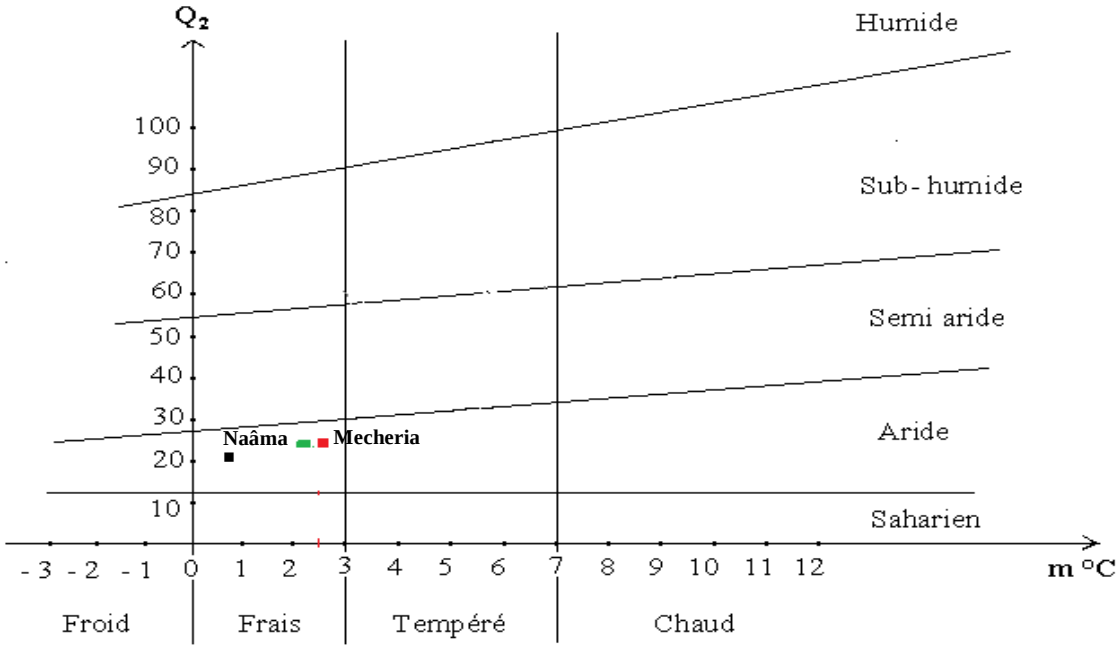


Figure 25 : Climagramme Pluviothermique d'EMBERGER

L'analyse du bioclimat, à travers le coefficient d'Emberger **(Q)** et la moyenne des minima du mois le plus froid, a révélé que les stations de Mécheria et Naâma par un bioclimat aride à hiver frais (Tab.15 et Fig. 25).

D'une manière générale, l'année climatique de la wilaya est divisée en deux grandes saisons; une saison froide et relativement humide qui s'étend de Novembre à Avril et une saison chaude et sèche allant de Mai à Octobre. Cependant ce climat est marqué par une irrégularité. Celle-ci est sensible non seulement d'une année à une autre mais aussi dans la répartition entre les différents mois. En général la pluviométrie demeure faible et irrégulière; elle est hétérogène dans le temps et dans l'espace. Les températures extrêmes peuvent être à l'origine de dégradation du couvert végétal.

La période de basses températures, allant de Novembre à Février, sont à l'origine de l'intensité de gelées hivernales qui peuvent se traduire par des dégâts végétatifs tels que les nécroses.

- La période de hautes températures, s'étalant de Juin à Octobre, peut provoquer l'échaudage par suite de l'augmentation de transpiration.

Selon ces résultats climatiques étudiés, on peut dire que l'impact des changements climatiques, dont l'accentuation de l'aridité, sur le comportement de la végétation et le déclenchement des processus de la désertification est déterminante dans la région Naâma.

Dans le cadre de la lutte contre la désertification et l'adaptation aux changements climatiques, le choix et l'intérêt des espèces adaptées à la sécheresse apparaissent comme des éléments stratégiques pour une meilleure réussite des opérations de plantation dans les zones arides et semi arides.

Conclusion

Sur le plan physique et naturel, les traits saillants de la wilaya de Naâma se résument comme suit :

- **Un relief compartimenté du nord vers le sud en trois ensembles morphologiques** :
  - Une vaste étendue de plaines steppiques, souvent désertiques, parsemées de dépressions ;
  - Une zone de montagnes à caractère oasien, mais dont les monts sont dénudés, érodés et souvent rocailleux ;
  - Une zone présaharienne (zone de parcours), qui constitue vers l'erg occidental le prolongement des monts des Ksour (exutoire sud), dont le climat est à la limite de l'aride.
- Une zone frontalière avec le Maroc faiblement occupée sur une distance de 250 km
- **Un climat de type continental -aride,** caractérisé par **:**
  - Des précipitations insuffisantes et à fortes variations saisonnières et annuelles, de surcroît marquées par le changement climatique des dernières décennies ;
  - Des hivers froids, accompagnés de gelées fréquentes, et de chutes de neige ;
  - Des étés chauds et secs.
- Une structure géologique aux formations de surface fragiles et sensibles à l'érosion, qui, conjuguée aux effets climatiques et à l'insuffisance du couvert végétal pérenne, a donné lieu à des sols de qualité médiocre pour l'agriculture ;
- Une végétation steppique soumise aux effets pervers du climat et du surpâturage, qui se rétrécit de plus en plus pour laisser place à l'érosion et à la désertification.
- Enfin un réseau hydrographique (souvent obstrue par l'ensablement lié à des aquifères aux potentialités réelles.

Chapitre II

Etude et analyse socio-économiques

Introduction

La démographie est une variable incontournable pour apporter une base de réflexion solide sur le développement local et l'aménagement du territoire. L'évolution démographique, les caractéristiques de la population (âge, sexe, milieu de résidence, niveau d'instruction…) et la dynamique des mouvements migratoires sont des éléments démographiques qui participent au développement socio-économique et à l'appartenance au territoire de la population.

En plus d'être étroitement liée aux marchés du travail et à l'économie d'une région, la démographie n'est pas neutre, car elle ponctue les disparités entre les territoires : pendant que des espaces enregistrent des gains de capital humain, d'autres encaissent des pertes. En fait, la dynamique des mouvements de population est souvent garante du devenir des territoires. D'ailleurs, lorsqu'il s'agit de planifier ou de gérer le développement d'un territoire, la démographie est la première variable analysée. Bref, elle est un vecteur important de développement dans les régions et les communes.

Dans cette partie nous avons étudié l'analyse du milieu socio-économique qui s'appuie sur les résultats de l'enquête socio-économique menée auprès des services de DPSB de la wilaya de Naâma. Les indicateurs socio-économiques devront être choisis

Pour leur relation direct avec la pression sur les ressources de la biodiversité et pour décrire la relation entre les programmes d'aménagement réalisé et les activités humaines dans cette wilaya.

1. Evolution de la population

D'après la monographie de la wilaya de Naâma actualisée en 2016 par la direction de planification et du suivi budgétaire (DPSB, 2016), la répartition de la population dans la wilaya de Naâma se caractérise par une tendance à une bipolarisation dans les deux communes de Mecheria et Ain-Sefra :

Près de 61% de la population totale y réside dans une superficie n'excédant pas 6% de la superficie totale de la wilaya. En termes de volume de population sédentaire, les autres communes se répartissent en deux (02) groupes.

* Le premier composé des communes de Naâma, El-Biodh , Ain-Ben-khelil , Mekmen-Ben-Amar et Asla où la population varie entre 10.000 et 26.000 Habitants.

* Le deuxième groupe composé de Tiout, Sfissifa, Moghrar, Djenien-Bourezg, et Kasdir où la population est au-dessous de 10.000 Habitants.

Le rythme de croissance de la population locale est caractérisé par une variation à la baisse à travers les différentes périodes intercensitaires. D'après le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 1977 la population de la wilaya de Naâma était de 82 555 habitants puis165 578 habitants au RGPH 1998 (résultats finaux officiels) avec un taux d'accroissement annuel moyen de 3.37 %. Pour atteindre 192 891 au RGPH 2008 avec un taux d'accroissement moyen de 3,1% et de 5,44% au RGPH 2016 (Tab.16).

Tableau 16 : Evolution de la population de la wilaya entre RGPH77 et 2016

RGPH77 (mars)	**RGPH87 (mars)**	**RGPH98 (juin)**	**RGPH 2008 (16avril) (*)**	**au 31/12/2016**	**TAG entre RGPH 77-87 (%)**	**TAG entre RGPH 1987-98 (%)**	**TAG entre RGPH 98-2008 (%)**	**TAG entre RGPH 2008 et l'année 2016 (%)**
82 555	11 3700	165 578	209 470	268721	3,25	3.37	3.10	5.44

(*): Résultats préliminaires (DPSB, 2016)

TAG : Taux d'accroissement général

Le taux d'accroissement annuel global moyen de la population reste élevé.

La cadence d'accroissement est homogènedurant la période allant de 1977 à 2008; elle se situe autour de 3%. Elle était de :

* 3,25% entre les RGPH de 1977 et 1987.

* 3,37% entre le RGPH de 1987 et le RGPH de 1998,

* 3,10% entre les RGPH des années 1998 et 2008 (résultats préliminaires)

* 5,44 % entre les RGPH 2008 et l'année 2016 (Voir la figure ci-dessous)

Figure 26: Taux de croisement entre les RGPH

Tableau 17 : Evolution de la population par commune entre RGPH77 et 2016

Commune	RGPH77 (mars)	RGPH87 (mars)	RGPH98 (juin)	RGPH2008 (Résulta préliminaire) (1)	Population au 31/12/2016
Naâma	5 348	5 694	11 339	18 271	25 638
Mecheria	23 313	40 390	54 627	66 635	94 202
Ain-Sefra	17 141	27 987	36 577	53 205	70 790
Tiout	1 835	4 042	5 014	6 532	7 179
Sffisifa	3 423	4 705	6 457	7 074	7 592
Moghrar	2 502	2 958	3 275	4 348	4635
Asla	4 137	5 608	8 030	9 692	11 167
Djenien-Bourezg	1 358	2 093	2 765	3 328	3 621
Ain –Ben-Khelil	4 652	5 674	10 205	12 393	13 772
Mekmen-Ben-Amar	5 396	4 221	8 165	8 444	10 424
Kasdir	5 509	3 908	6 674	7 702	7 717
El-Biodh	7 941	6 420	12 450	11 846	11 965
Total	82 555	113 700	165 578	209 470	286 721

(DPSB, 2016)

Dans ce tableau nous avons constaté que l'évolution de la population dans ces communes est augmenté progressivement de l'année à l'autre et la commune de Mecheria représente une population importante par rapport aux autres.

2. Répartition de la population

A travers le tableau, la répartition de la population de la wilaya de Naâma est hétérogène dans l'espace. Elle diffère d'une commune à l'autre. Elle est importante à Mecheria et Ain-Sefra et très faible à Djenien- Bourezg et Moghrar.Cette hétérogénéité de la population dans l'espace rend les charges socio-économiques relativement plus pesantes sur les deux grands centres urbains (Mecheria et Ain-Sefra) que sur les autres communes. Ces paramètres se traduisent par des densités de population inégale.

Ce phénomène de bipolarisation de la population à Mecheria et Ain-Sefra est dû essentiellement en premier lieu aux enregistrements des nouveau-nés venants des autres communes pour accoucher en milieu sanitaire assisté et adéquat dont disposent ces deux chefs-lieux, et en deuxième lieu vient du niveau de développement attrayant la population d'ailleurs.

Tableau 18 : Répartition de la population de la wilaya de Naâma

Communes	**Population au 31.12.2016**	**Superficie (Km²)**	**Densité Hab/km²**
Naâma	25 638	2525,93	10,15
Mecheria	94 202	750,12	125,58
Ain-Sefra	70 790	1004,94	70,44
Tiout	7 179	851,10	8,43
Sfissifa	7 592	2 438,61	3,11
Moghrar	4 653	1 746,26	2,66
Asla	11 167	2 069,00	5,40
Djenien-Bourezg	3 621	1 193,19	3,03
Ain-Ben-Khelil	13 772	3 800,03	3,62
Mekmen-Ben-Amar	10 425	3 325,48	3,13
Kasdir	7 717	6 386,46	1,21
Elbiodh	11 965	3 728,18	3,21
TOTAL	**268 721**	**29 819,30**	**Moyenne 9,01**

(DPSB, 2016)

Tableau 19 : Répartition de la population de la wilaya de Naâma

Communes	**Population au 31.12.2007**	**Superficie (Km²)**	**Densité Hab/km²**
Naâma	15827	2.482,50	6,37
Mecheria	70877	736,25	96,27
Ain-Sefra	70 790	1.023,13	45,67
Tiout	5686	789,25	7,20
Sfissifa	7294	2.347,50	3,10
Moghrar	4 653	1.792,50	2,08
Asla	9983	2.071,25	4,82
Djenien-Bourezg	3 621	1.170,63	2,62
Ain-Ben-Khelil	10909	3.790	2,88
Mekmen-Ben-Amar	10 425	3.270	2,82
Kasdir	6657	6.378,13	1,04
Elbiodh	11 965	3.663	3,35
TOTAL	**202254**	**29,514.14**	**Moyenne** **6,85**

(DPSB, 2008)

Suivant les tableaux 18 et 19, la population de la wilaya a fortement évoluée durant les différents recensement de la population effectués depuis 2007 de 202254 habitants pour atteindre le nombre de 268721 habitants en 2016, cette statistique pris en considération pour la suite l'impact de cette évolution de la population sur les reboisements périurbains notamment au niveau des communes peuplées, comme le cas de notre étude de reboisement 400Ha qui a était réalisé en 2007 dans la zone koudiet Touadjeur situé à 15 Km auchef-lieu de la commune Mecheria, cette dernière est marquée par une population plus forte au l'autre commune, de l'ordre 70 877 habitants durant 2007 à 94 202 habitants 2016 .

En termes de répartition spatiale, 213 102 de la population est localisée dans les agglomérations de chef-lieu et 7 394 de l'agglomération secondaire, 30 198 en zone éparse et 18 027 de nomade (DPSB, 2016), ce qui constitue un facteur qui doit être pris en considération dans tout aménagement.

3. Estimation de l'emploi

L'estimation de l'emploi et par conséquent l'estimation du chômage reste difficile à cerner du fait que les besoins dans ce sens ne sont pas réellement connus, car l'enregistrement des demandes d'emploi ne se fait pas dans une structure unique telle que l'ALEM (Agence Locale de l'Emploi).

3.1. Population active

La population active comprend toutes les personnes des deux sexes qui fournissent, durant une période de référence, la main d'œuvre disponible pour la production de biens et services. Elle est égale à la somme de la population occupée et de la population en chômage, la population active de la wilaya de Naâma est estimée à 120 160 personnes répartie par commune selon le tableau 20.

Tableau 20 : Estimation de la population active par commune

Communes	Population totale	Population active	Taux d'activité (%)
Naâma	25 638	12 768	49,80
Mecheria	94 202	41 637	44,20
Ain-Sefra	46725	31 431	44,40
Tiout	7 179	3 087	43,00
Sfissifa	7 592	3 333	43,90
Moghrar	3724	2 001	43,00
Asla	11 167	4 201	37,62
Djenien-Bourezg	3067	1 517	41,90
Ain-Ben-Khelil	13 772	6 583	47,80
Mekmen-Ben-Amar	9228	4 451	42,70
Kasdir	7 717	3 743	48,50
El-Biodh	12277	5 408	45,20
Total	**268 721**	**120 160**	**Moyenne 44,70**

(DPSB, 2016)

3.2. Population occupée:

La population occupée est estimée au 31/12/2016 de 108 517personnes. Les données avancées par les services de la DPSB Tab.21, montrent un taux d'occupation de 90,31 % environ, signifiant ainsi un taux de chômage de près de 9,69 %.

Tableau 21: Estimation de l'emploi de la wilaya de Naâma

Population totale	268 721
Population active	120 160
Taux d'activité (%)	**44,70%**
Population occupée	108 517
Taux d'occupation / Pop active (%)	**90,31**
Population en chômage	11 644
Taux de chômage (%)	**9,69**

(DPSB, 2016)

4. Potentialités économiques

L'agriculture et le pastoralisme sont les deux activités qui constituent toujours la vocation économique principale de la région.

Ce secteur a connu plusieurs crises surtout celles liée aux facteurs climatiques et d'ensablement de la région (Haddouche et al, 2008).

4.1.Production végétale

Selon les données avancées par les services de la DPSB, 2016, l'agriculture est le premier secteur économique important dans la wilaya, les statistiques montrées que la superficie agricole totale : 2 204 460 Ha, dont SAU: 28 283 Ha, et 15405 Ha irrigués le pacages et parcours 2 176 117 Ha (Tab.22).

La SAU est caractérisée par une production végétale basée essentiellement sur le maraîchage et le fourrage. Durant l'année 2016 la production globale est estimée à 505 691Qx dont le maraîchage et le fourrage artificiel 614 670 Qx (Tab.23 et 24). Les interventions de l'état ont permis de soutenir les petits agriculteurs des oasis et des ksoursen matière de plantation de palmiers dattiers, favorisant ainsi une production modeste mais significative de près de 10 372 Qx de dattes en 2016 (Tab.25).

Tableau 22 : Répartition des terres agricoles par commune (Ha)

Commune	S. A. U					Terres improductives	Pacage et parcours	Total
	Cultures herbacées	Terres au repos	Arboriculture et vignoble	Total S A U				
				Total	Dont irriguée			
Naâma	616	2 165	509	3 300	1 267	4	187 831	191 135
Mecheria	510	1 081	493	2 086	1 088	4	36 431	38 521
Ain-Sefra	1298	628	1671	3 207	2 723	11	50 044	53 262
Tiout	729	171	761	1 700	1 716	5	57 805	59 510
Sfissifa	748	40	923	1 764	1 761	6	159 060	160 830
Moghrar	127	284	419	844	614	5	140 340	141 189
Asla	642	518	589	1 769	1 333	6	180 701	182 476
Dj. –Bourezg	91	143	256	500	400	2	48 818	49 320
Ain-Ben-Khelil	1629	1730	788	4 197	2 400	9	241 775	245 981
M. Ben Amar	123	1094	20	1 236	97	2	278 596	279 834
Kasdir	72	718	10	799	43	2	511 541	512 342
El-Biodh	917	5006	955	6 881	1 963	4	283 176	290 060
Total	**7 502**	**13 578**	**6 888**	**28 283**	**15 405**	**60**	**2 176117**	**2204460**

Source (DSA, 2016)

Tableau 23 : Répartition de la production végétal par commune (1/3).

Commune	Céréales d'hiver			Culture maraichère		
	Superficie moissonnée (Ha)	Production (Qx)	Rendement (Qx/Ha)	Superficie réalisée (Ha)	Production (Qx)	Rendement (Qx/Ha)
Naâma	28	439	15,00	266	36 917	138,92
Mecheria	12	177	15,00	161	21 962	136,22
Ain-Sefra	42	659	16,00	618	93 962	152,04
Tiout	78	1 304	17,00	490	71 617	146,16
Sfissifa	141	2 184	15,00	385	59 915	155,62
Moghrar	40	600	15,00	114	16 630	146,52
Asla	87	1 361	16,00	381	58 744	154,18
Dj. –Bourezg	30	450	15,00	83,5	11 834	141,72
Ain-Ben-Khelil	156	2 343	15,00	640	96 020	150,15
M. Ben Amar	0	0		27,5	3 815	138,73
Kasdir	0	0		22,2	2 817	126,89
El-Biodh	29	434	15,00	181,0	31 488	173,97
Total	**643**	**9 951**	**15,48**	**3 368**	**505 691**	**150,15**

Source (DSA ,2016)

Tableau 24 : Répartition de la production végétal par commune (2/3).

Commune	Fourrage artificiel			Arboriculture			
	Superficie moissonnée (Ha)	Production (Qx)	Rendement (Qx/Ha)	Superficie (Ha)	Superficie en rapport	Production (Qx)	Rendement (Qx/Ha)
Naâma	455	45 112	99,00	517	137	3 322	6,43
Mecheria	420	27 370	66,00	495	133	3 736	7,55
Ain-Sefra	781	153 817	197,00	1282	412	15 546	12,13
Tiout	348	62 163	179,00	763	282	9 958	13,06
Sfissifa	257	57 915	225,00	978	568	19 624	20,07
Moghrar	27	4 695	174,00	306	149	5 533	18,11
Asla	256	39 110	153,00	609	279	12 038	19,77
Dj. –Bourezg	21	3 485	166,00	196	70	2 296	11,74
Ain-Ben-Khelil	767	12 1 287	158,00	838	241	8 000	9,55
M. Ben Amar	49	3 891	79,00	20	6	100	5,00
Kasdir	11	750	68,00	10	0	5	0,50
El-Biodh	795	95 375	120,00	958	218	4 259	4,45
Total	**4 187**	**614 970**	**146,89**	**6 970**	**2 494**	**84 417**	**Moyenne** **12,11**

Source (DSA, 2016)

Tableau 25 : Répartition de la production végétal par commune (3/3).

Commune	Phoeniciculture		
	Nbre palmiers existants	**Nbre de palmiers en rapport**	**Production (Qx)**
Naâma	0	0	0
Mecheria	0	0	0
Ain-Sefra	0	0	0
Tiout	3 800	1 230	750
Sfissifa	0	0	0
Moghrar	31 800	15955	6503
Asla	0	0	0
Dj. –Bourezg	8300	5000	3119
Ain-Ben-Khelil	0	0	0
M. Ben Amar	0	0	0
Kasdir	0	0	0
El-Biodh	0	0	0
Total	**43 900**	**22185**	**10 372**

Source (DSA, 2016)

4.2. Production animale

La pratique de l'élevage constitue l'activité de base d'une grande partie de la population rurale, vu la vocation pastorale de la wilaya. En effet, 6700 éleveurs exercent cette activité avec un cheptel de 1526 076 têtes dont 1400 000 ovin (Tab.26 et 27).

Le système de conduite du cheptel ovin le plus courant dans la région est le système pastoral ou semi-pastoral. L'alimentation de ce cheptel est assurée par le pâturage sur parcours steppiques avec, de plus en plus, le recours systématique à des compléments d'alimentation par des grains de céréales (essentiellement par de l'orge cultivé ou acheté à des prix subventionnés) ou par de l'aliment concentré.

La pratique ancestrale de la transhumance assurait le maintien d'un équilibre socio-économique qui existait entre la steppe, les Ksours, le Tell et le Sahara (Zair, 2011).

Tableau 26 : Répartition du cheptel par espèce et par commune

Commune	Ovin	Bovin	Caprin	Equin	Camelin	Espèce mulassière	Espèce asine	Total
Naâma	110640	3841	6842	139	50	135	163	121 810
Mecheria	49935	2364	3305	134	0	62	133	55933
Ain-Sefra	85675	2985	5447	103	11	83	449	94 753
Tiout	76679	927	4871	91	105	42	255	82970
Sfissifa	123261	3 247	7646	113	0	93	275	134635
Moghrar	30591	273	3304	57	432	42	204	34903
Asla	104193	1 565	6523	151	435	73	214	113 154
Dj. –Bourezg	18142	99	2252	21	15	52	112	20693
Ain-Ben-Khelil	215329	6065	13100	109	0	31	117	234 751
M. Ben Amar	178140	5902	10875	61	0	10	51	195039
Kasdir	227081	3819	7866	84	0	16	71	238937
El-Biodh	180334	6 518	10955	251	0	114	326	198498
Total	**1 400 000**	**37 605**	**82986**	**1 314**	**1 048**	**753**	**2 370**	**1 526076**
%	**91,74**	**2,46**	**5,44**	**0,09**	**0,07**	**0,05**	**0,16**	**100**

Source: (DSA, 2016)

Ces chiffres font ressortir l'importance qu'occupe le cheptel ovin au niveau de la wilaya qui se positionne sur le premier plan, l'élevage bovin occupe une place non négligeable comparativement à élevage caprin (Tab.26). La diversité du milieu avec ses différents faciès, ne fait que le petit ruminant (ovin, caprin) de par son adaptation aux conditions du milieu, occupe ce place prépondérante dans l'économie de la wilaya avec un effectif de 1400 000 de têtes d'ovin pour une population d'environ 268 721 habitants dont 6700 d'éleveurs (Tab 26 et 27).

Tableau 27 : Répartition des éleveurs par commune.

Commune	Nombre d'éleveurs	%
Naâma	699	10,43
Mecheria	250	3,73
Ain-Sefra	550	8,21
Tiout	315	4,70
Sfissifa	919	13,72
Moghrar	146	2,18
Asla	702	10,48
Djenien-Bourezg	64	0,96
Ain-Ben-Khelil	1178	17,58
Mekmen-Ben-Amar	388	5,79
Kasdir	624	9,31
El-Biodh	865	12,91
Total	6700	100,00

(DPSB, 2016)

L'activité pastorale est traduite par une production animale caractérisée par une diversité de produits dont la viande rouge demeure le produit principal (Tab.28).

Tableau 28 : Répartition de la production animale (2016).

Commune	Viande rouge (Qx)	Viande blanche (Qx)	Lait (L)	œufs (1000 unités)	Laine (Qx)	Miel (Kg)	Peaux (Qx)
Naâma	2753	0	3942465	0	1016	5	200
Mecheria	11623	5881	2495320	844	468	15	90
Ain- Sefra	9568	630	4381362	0	788	34	159
Tiout	433	0	1424416	0	704	3	140
Sfissifa	565	0	3635545	0	276	6	224
Moghrar	382	547	744966	0	276	11	56
Asla	849	5091	2317550	0	957	2	189
Djenien-Bourezg	270	0	285855		163	2	32
Ain-ben-khelil	862	413	6559315	144	1976	0	392
Mekmen-Ben-Amar	745	0	5084319	0	1636	0	323
Kasdir	502	0	3428929	0	2089	0	412
El-biodh	1147	2161	6776945	0	1655	0	329
Total	**29699**	**14723**	**41076987**	**988**	**12860**	**78**	**2546**

Source (DSA, 2016)

En matière de transformation, malgré l'importance de son cheptel (plus de 1526076 têtes en 2016), la wilaya n'a pas connu une promotion de la PMI (petite et moyenne industrie) en aval des activités d'élevage (abattage industriel, chaîne de froid, production de viandes, production et transformation de la laine, production des cuirs et peaux, tannage et fabrication des produits finis et semi-finis,…), à l'exception d'une unité de conditionnement de lait située à Ain Sefra.

5. Potentialité forestière

Le domaine forestier, qui regroupe les forêts et les nappes alfatières, présente un intérêt particulier sur les plans environnemental et économique (économie pastorale et fabrication de la pâte à papier à partir de l'alfa).Compte tenu des conditions climatiques sévères (climat semi-aride, aride sec), les espèces les plus fréquentes sur le territoire de la wilaya sont de type xérophile, représentées principalement par les chênaies et les pinèdes. Au niveau des zones de dépressions, généralement humides, on rencontre d'autres espèces telles que : le tamarix, le peuplier, le pistachier, etc.

La répartition spatiale de ces espèces dépend des conditions édaphiques particulières à chaque zone et souvent ces espèces forestières sont associées à des espèces steppiques arborées.

- ***Les chênaies et pinèdes***

Ces deux espèces sont les mieux adaptées au climat semi-aride. Elles se développent sur les sommets des djebels :

-Le chêne vert, essence qui ne se développe en général qu'à partir de 1700 mètres, est présent principalement sur le versant du djebel Antar. Ses forêts, exposées à des conditions climatiques de plus en plus sévères et aux pressions anthropiques, présentent un degré de dégradation alarmant ;

-Le pin d'Alep, est présent sur le Djebel Aïssa, Ain Ben Khelil, ainsi qu'en bordure des routes. Cette essence subit des dommages considérables, dus principalement au développement de la chenille processionnaire.

- ***Le peuplier***

Cette espèce des sols humides est présente principalement à Ain Ben Khelil.

- ***Le pistachier***

Espèce de prédilection des milieux steppiques, le pistachier se développe dans les zones relativement humides: dayas, talwegs, dépressions. On le trouve sur le versant de Djebel Aïssa et notamment à Ain Ouarka et à Asla, où il se trouve dans un état avancé de dégradation.

Cette dégradation est due principalement à la pression anthropique (coupe illicite de bois), mais aussi à certaines contraintes d'ordre naturel, tel que l'aridité du climat et l'ensablement.

Les formations forestières rencontrées sont souvent associées à d'autres espèces : *Ceratonia siliqua, olea oleartes* et *Pistacia lentiscus* ainsi que *Rhus tripartitum et Nerium aleander.*

5.1. Le potentiel alfatier

L'alfa est une végétation très résistante aux conditions climatiques semi-aride, elle assure la transition entre les groupements forestiers et les groupements steppiques à sparte et à armoise blanche. Le potentiel alfatier de la wilaya est évalué 258304Ha en 2016.

Dans les zones de mise en défens, comme en témoignent les actions entreprises notamment à Asla, Mechria et Ain Benkhellil, les nappes alfatières sont en bon état et leur taux de recouvrement atteint jusqu'à 70%, voire plus au niveau de la bande frontalière (95%) où tout accès est interdit.

Dans les zones non protégées, non entretenues et libres d'accès, l'action de l'homme (surpâturage, voire défrichement) combinée aux conditions climatiques (sécheresse, ensablement, insuffisance de drainage par endroit, etc.), a engendré une dégradation qui a atteint des stades alarmants traduits par des taux de recouvrement dépassant rarement les 30%, pouvant même atteindre jusqu'à 8% par endroit. Cette dégradation est confirmée par l'association à *Stipa tenacissima, Peganum harmala* et *Helianthemum lippi* qui représente souvent les faciès de dégradation intense.

La steppe à alfa se trouve en général à des altitudes variables comprises entre 1000 m et 1800 m. Par ailleurs, les steppes arborées à alfa et genévrier de Phénicie sont associées avec le pin d'Alep, dans les zones arides fraîches et froides en moyenne altitude, sur le versant de l'atlas saharien, lorsque les conditions sont favorables à l'installation de ce dernier.

La distribution des superficies alfatières par zone et par commune est présentée dans le tableau 29.

Par ailleurs, des plantes médicinales et aromatiques, comme le romarin et l'alba sont présentes en milieu forestier :

-Le romarin se développe principalement au niveau de Djebel Aissa, Djebel Antar, Moghrar et Djebel M'zi. Cette plante, très recherchée pour ses vertus médicinales et aromatiques, est menacée de disparition suite aux arrachages anarchiques.

-L'Artemesia herba alba est surtout présente dans la zone de Asla, Ain Ben Khelil et Ain Sefra. Malgré la mise en défens, elle est soumise à la pression anthropique, car très recherchée pour sa valeur fourragère et ses vertus médicinales.

Selon les statistiques de la DPSB 2016, la superficie forestière de la wilaya soumis à la dégradation et régression du couvert végétal par la disparition des parcours à sparte et à armoise et la nette régression de la nappe alfatière (800 000 Ha en 1976 et seulement 287 544 Ha en 2016) et la distribution par commune est indiquée dans le tableau 29.

- Le patrimoine forestier de la wilaya Naâma est menacé dans sa durabilité en premier lieu par la tendance au changement climatique observée ces dernières décennies et en second lieu par les pressions anthropiques exercées sur un milieu déjà fragilisé par la nature. Parmi les menaces les plus sérieuses, on peut citer :

- **Le changement climatique** (cf : analyse relative aux caractéristiques physiques) Le changement climatique se manifeste par une baisse du volume pluviométrique moyen annuel et l'élévation des températures moyennes mensuelles, ce qui se traduit négativement sur l'ensemble des essences forestières présentent au niveau de la wilaya, y compris les espèces xérophiles (chênaies et pinèdes) censées être mieux adaptées aux conditions climatiques des milieux semi-arides.

- **Les attaques d'insectes**

Les reboisements réalisés au niveau local, à l'instar des autres wilayas des Hauts Plateaux, ont favorisé le pin d'Alep par son adaptation aux conditions climatiques des régions semi-arides. Toutefois, cette essence constitue un lieu privilégié pour le développement de la chenille processionnaire, et les ravages causés par cet insecte ont poussé l'administration forestière à l'arrêt de la plantation du pin d'Alep.

- **Le surpâturage**

Le surpâturage contribue pour une bonne part à la dégradation du couvert végétal pérenne, conduisant ainsi l'écosystème steppique à la désertification.

- **Les défrichements**

Le recours aux défrichements dans le but d'élargir la S.A.U et l'extension des cultures, notamment au niveau des dayas, a donné lieu à des effets indésirables et des résultats inverses à ceux escomptés. Comme pour le surpâturage, les défrichements qui consistent à détruire le couvert végétal pérenne favorisent le processus de l'érosion des sols et le phénomène de désertification.

- **Les coupes illicites de bois**

- **Les incendies**

Paradoxalement, la wilaya de Naâma est épargnée des incendies de forêts, contrairement aux wilayas du nord où les incendies représentent le premier facteur de menace et de dégradation. Cet état de fait qui relève d'une grande vigilance des acteurs (administration des forêts, riverains, etc.) devra toutefois être maintenue et soutenue.

Tableau 29 : Répartition de la superficie forestière et alfatière (Ha) par commune

Commune	Super Forestière total (H)	Terre dénudée destinée au reboisement +voile dunaires	Total général	Superf. alfa (HA)
Naâma	5519	6644	12163	37866
Mecheria	9069	3295	12364	19893
Ain- Sefra	73757	5056	78813	10732
Tiout	18026	100	18126	7198
Sfissifa	22850	200	23050	50857
Moghrar	45672	500	46172	0
Asla	100	650	750	17538
Djenien-Bourezg	14800	400	15200	0
Ain-ben-khelil	39310	8000	47310	76256
Mekmen-Ben-Amar	495	1400	1895	41793
Kasdir	222	300	522	117874
El-biodh	28484	2695	31179	56243
Total	**258304**	**29240**	**287544**	**436250,0**

(CFN, 2016)

Tableau 30 : Répartition de la superficie forestière (H) par espèce et par commune

Commune	Pin d'Alep	Cyprès	Eucalyptus	Tamarix	Rétame	Genévrier	Chêne vert	Autre (*)	Total
Naâma	310.5	98,5	70,0	2045	200	250	150	2395	5519
Mecheria	1866	37,6	55,5	220,3	0	2900	100	3890	9069
Ain- Sefra	87	1,4	7,4	1198,5	43196	2040	1020	26206	73757
Tiout	100	0,0	0,0	0	9526	480	240	7680	18026
Sfissifa	0	0,0	0,0	50	0	1840	920	20040	22850
Moghrar	0	0,0	0,0	0	45672	0	0	0	45672
Asla	0	0,0	0,0	0	100	0	0	0	100
Djenien-Bourezg	0	0,0	0,0	0	0	1500	750	12550	14800
Ain-ben-khelil	60	0,0	0,0	2078	1000	38000	2500	29872	39310
Mekmen-Ben-Amar	83	14,0	8,0	390	0	0	0	0	495
Kasdir	31	30,5	24,5	118	0	0	0	18	222
El-biodh	470	84,0	28,0	1981	20600	0	0	5321	28484
Total	**3007**	**266,0**	**193,4**	**8081,1**	**120294**	**12810**	**5680**	**107972**	**258304**

Source : (CFN, 2016)

Tableau 31: Situation des reboisements (depuis la création de la wilaya) par commune

Commune	Superficie (ha)					Brise de vent	
	Bande et ceinture vert	Reboisement et bosquet d'ombrage	Fixation des dunes	Plantations pastorale	Plantation fruitière	Kml	Nombre des plantes
Naâma	925	556	3281	145	348	335	670000
Mecheria	344	832,5	230	20	378	389	393000
Ain-Sefra	141	20	2779,5	0	302,5	388,5	677000
Tiout	67	70	50	0	326	265	530000
Sfissifa	50	25	80	0	194	234,18	468280
Moghrar	20,5	0	50	0	240,5	239	240500
Asla	0	3	0	80	361	217	221000
Dj. –Bourezg	0	0	0	0	134	55	55000
Ain-Ben-Khelil	15	102	3030	75	415	794	798000
M. Ben Amar	70	450	384	0	43,5	92	124000
Kasdir	122	0	235	74	62	56	112000
El-Biodh	390	0	3007,5	170	209	307,4	614800
Total	**2145**	**2058,5**	**13127**	**564**	**3014**	**3372**	**4903580**

Source : (CFN, 2016)

6. Autres secteurs d'activités

L'administration, représente la seconde source d'emploi compte tenu de l'importance de la réalisation des équipements publics à travers la wilaya. Le commerce, 11 550 inscrits au registre du commerce sont en activité au 31/12/2016, soit en moyenne un (01) habitant sur 23 possède un registre du commerce, l'année 2016 a connu 964 enregistrements nouveaux et 868 radiations, le secteur des transports a connu une importante amélioration sur les plans de la quantité et de la qualité depuis la création de la wilaya de Naâma en 1984. Toutefois, une organisation plus optimale des moyens autorisés, tous modes confondus, reste subordonnée à la réalisation d'infrastructures d'accueil et de traitement de ces moyens.

Conclusion

Au terme de l'analyse du milieu socio-économique on constate que la wilaya de Naâma est caractérisée par :

-Une population mal répartie dans l'espace (sur 268721 habitants en 2016) occupant le territoire de la wilaya, dont plus de 66.5% sont concentré dans les trois grandes villes Mecheria, Ain Sefra et Naâma.

-Un patrimoine naturel menacé et une forte dégradation et sensibilisation à la désertification

-La prédominance de l'activité pastorale par rapport à l'espace de la wilaya par l'effet de surpâturage.

Les constats effectués mettent donc en évidence une situation très singulière et qui peut susciter des inquiétudes quant à l'avenir de ces territoires. En effet, les effets néfastes des interventions de l'homme sur le milieu naturel (surpâturage, défrichement, etc.) c'est toute la base de l'économie ancestrale de la wilaya, à savoir le pastoralisme, qui est menacée dans sa durabilité, et qui appelle donc la nécessité de solutions urgentes.

Etude expérimentale Et Analyse Statistique

Partie III : *Changement de l'occupation du sol et la dynamique phytoécologique*

Chapitre I

Impact de changement de l'occupation du sol sur les caractéristiques physico-chimiques du sol

Introduction

La connaissance des sols et leur répartition dans un territoire sont primordiales pour l'aménagement et l'utilisation rationnelle des ressources. L'étude pédologique constitue la base des interprétations à faire pour l'utilisation des sols dans différents domaines, en particulier pour l'aménagement du territoire en termes de production agricole ou forestière, de récréation, de développement urbain, de construction de bâtiments ou de routes, d'établissement de réseaux de services ou de plans de drainage, le sol est un mélange de substances minérales résultant de la décomposition des roches mères par les agents physiques et chimiques et matières organiques particulières produites par la décomposition des résidus végétaux par les agents biologiques ; tout grouillant d'un monde de plantes et d'animaux de tous types. Il est l'entité biologique qui illustre le mieux la complexité d'un écosystème, le sol est l'élément de l'environnement dont la destruction est souvent irréversible et entraîne les conséquences les plus graves à court et long terme (Halitim, 1985).

Les sols présentent une grande diversité: texture, structure, forme d'accumulation du calcaire ou de gypse, salure, matière organique, etc. cette diversité est largement prise en compte par la classification pédologique. Celle-ci précise, non seulement le degré d'évolution des sols et les principales caractéristiques morphologiques, mais aussi la nature du matériau sur lequel se forme le sol.

Trois facteurs d'évolution des sols:

-le climat, par l'importance de la pluviosité et du régime hydrique, intervient sur la biomasse végétale, donc la matière organique, mais aussi sur la dynamique du calcaire et des sols en fournissant l'eau indispensable à leur dissolution, transport et reprécipitation (Pouget, 1980).

- la végétation, par importance et la nature de sa biomasse et surtout par son système racinaire, intervient comme source de matière organique et comme facteur favorable a la dissolution et a la reprécipitation de la calcite.

-le facteur anthropique (l'homme et animal), par son action sur la végétation, exerce une influence directe ou indirecte.

- Objectif de l'étude pédologique

L'étude pédologique représente une grande importance qui nécessite un matériel permettant le prélèvement des échantillons afin de réaliser les objectifs suivants:

- Décrire et analyser les sols des stations de reboisement.
- Faire la comparaison entre caractéristiques physico-chimiques des sols des stations d'étude.

- Montrer l'effet de l'introduction d'espèces arborescentes sur les changements des caractéristiques physico-chimiques du sol dans la zone steppique.

-Pour comprendre l'effet de reboisement sur la zone steppique, il est nécessaire d'effectuer des analyses du sol à l'intérieur et à l'extérieur du reboisement afin de réunir dans la mesure possible l'impact de reboisement par différentes espèces sur le changement des caractéristiques physico-chimique du sol de la zone steppique.

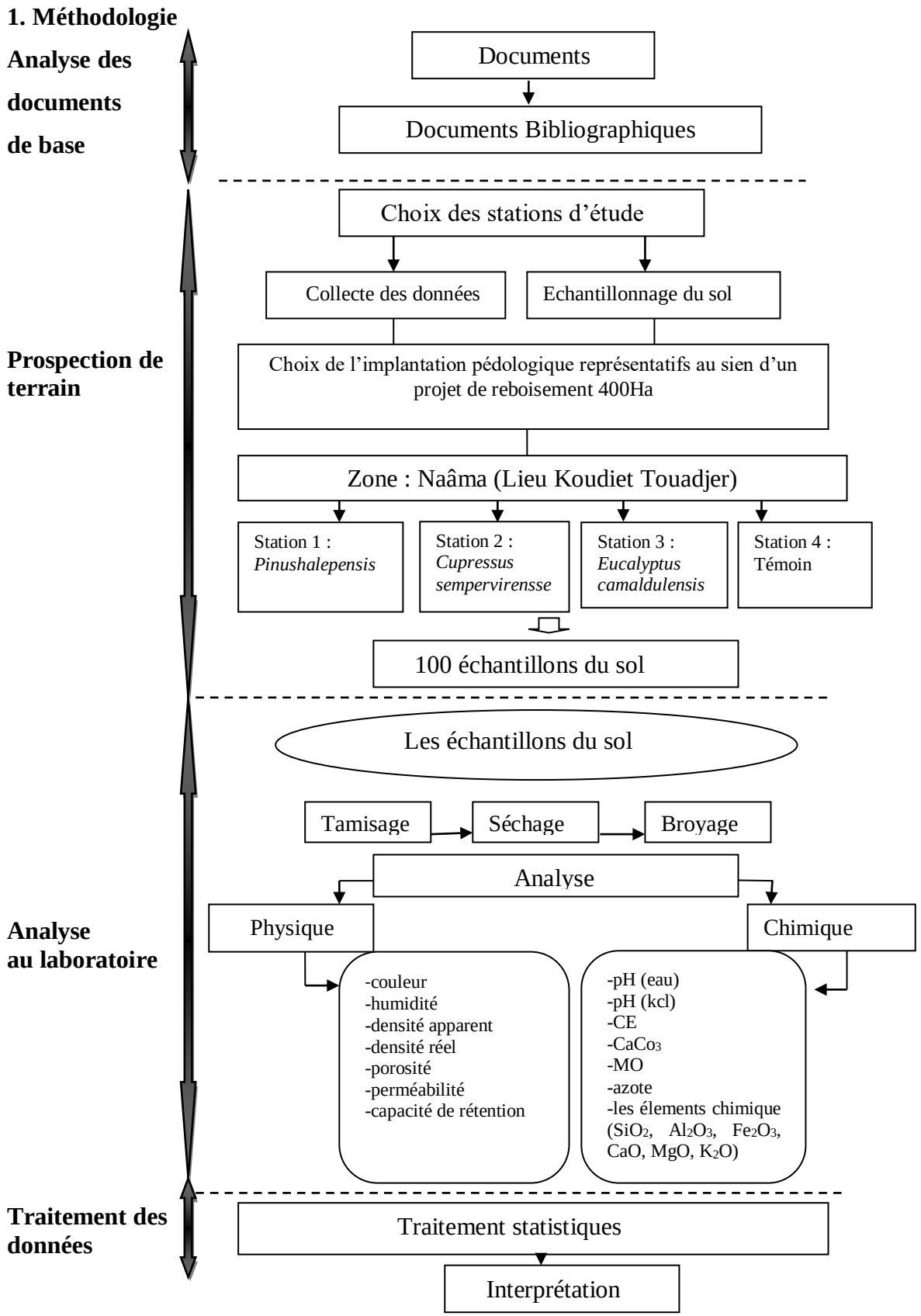


Figure 27 : Démarche méthodologique

1.1. Analyse des documents de base

Étape importante qui doit être considérer comme un point de départ avant toute réalisation d'une étude, ce qui a assuré le succès de l'étude, elle est effectuée au bureau avant le travail de terrain pour consulter de divers documents existants selon la disponibilité sur la région d'étude :

-bibliographique (ouvrage de référence, thèses, mémoires, monographie)

-cartographique (topographique, localisation, géologique….)

Dans cette étape, nous avons collecté des données et des informations de base disponibles sur les caractéristiques techniques et les spécificités de la région d'étude, afin de réaliser un plan général qui comprend :

1/la localisation des stations à étudier

2/la distribution de quelques points d'observation

3/ précise et compréhension la méthode d'échantillonnage choisi

1.2. Prospection pédologique

L'élaboration de cette étape basée sur les informations recueillies lors de la 1ère phase, dans cetteétape nous avons choisi l'emplacement, ensuite la réalisation de la prospection des sols qui nécessite un certain matériel (un mètre ruban,unepioche, une pelle, un marteau….) des cylindres et des sachets en plastique pour récupérer les échantillons, Munsell soil color chartes pour déterminer la couleur du sol.

L'approche scientifique de prospection des sols a une relation étroite entre la distribution des sols et la physionomie des terrains exprimée en termes topographiques et des groupements des végétaux. Après la délimitation de l'aire et la géo-référencement des stations par GPS de navigation de type Garmin, nous avons défini un plan d'échantillonnage, afin de positionner les points de prélèvements des échantillons de sol.

1.2.1. Description des sites

Le site de reboisement est situé à 20 km au nord de la capitale de la wilaya. Il se trouve entre la route nationale RN 6 et la route de la wilaya menant à la localité de Touadjeur , il s'étend sur une plaine plate.

Le projet de reboisement visait à coloniser les terres nues et à traiter le corridor d'envasement qui menace l'agglomération sud de Mecheria et la localité de Touadjeur. Il a été réalisé en 2007 sur 400 ha, avec une densité de 1600 plantes / ha, par trois espèces (*Pinus halepensis, Cupressus sempervirens* et *Eucalyptus camaldulensis*). Les sites choises sont homogène du point de vie topographique et climatique.

Les principaux critères de la comparaison sont alors: l'homogénéité topographique, climatique et la proximité des sites les uns aux autres (Fig. 28).

	Altitude (m)	**Latitude X**	**Longitude Y**
Site 1 : ***Pinus halepensis***	**1157**	**N 33°.41'.91, 7''**	**W000°.28'.46, 9''**
Site 2 : ***Cupressus sempervirens***	**1159**	**N 33°.41'.84, 3''**	**W000°.28'.28, 5''**
Site 3 : ***Eucalyptus camaldulensis***	**1157**	**N 33°.41'.33, 9''**	**W000°.28'.32, 9''**
Site 4 : **Témoin**	**1160**	**N 33°.41'.83, 1''**	**W000°.28'.26, 1''**

Tableau 32 : Coordonnées géographiques des sites d'étude.

1.2.2. Echantillonnage du sol

L'échantillonnage des sols ne consiste pas seulement à prélever une certaine quantité du terrain et à analyser au laboratoire, mais il faut connaître le contexte environnemental du site et son occupation (Laperche et Mossman, 2004).

Les différentes méthodes d'étude et caractérisation des sols ont conduit à l'échantillonnage de la couche arable (pansu et al.1998).

La méthode d'échantillonnage mixte a été adopté (Gounot, 1969). Cette stratégie commence par un échantillonnage stratifié consistant en une délimitation de quatre sites écologiquement homogènes (stratification) de la zone d'étude (même type de sol, mêmes conditions climatiques et topographiqueset socio-économique) (Fig.28). Ensuite, au sein des sites sélectionnés, nous avons réalisé des échantillons subjectifs. Trois représentent la zone de reboisement (*pinus halepensis*, *Cupressus sempervirens* et *Eucalyptus camaldulensis*) et le quatrième site sur un endroit non reboisé. Cinq placettes dans chaque site ont été choisies, chaque placette ayant une surface de 400 m^2. Dans chaque placette, cinq échantillons de sol ont été prélevés de manière aléatoire dans la couche arable sur une profondeur jusqu'à 15 cm (Guénon, 2010).

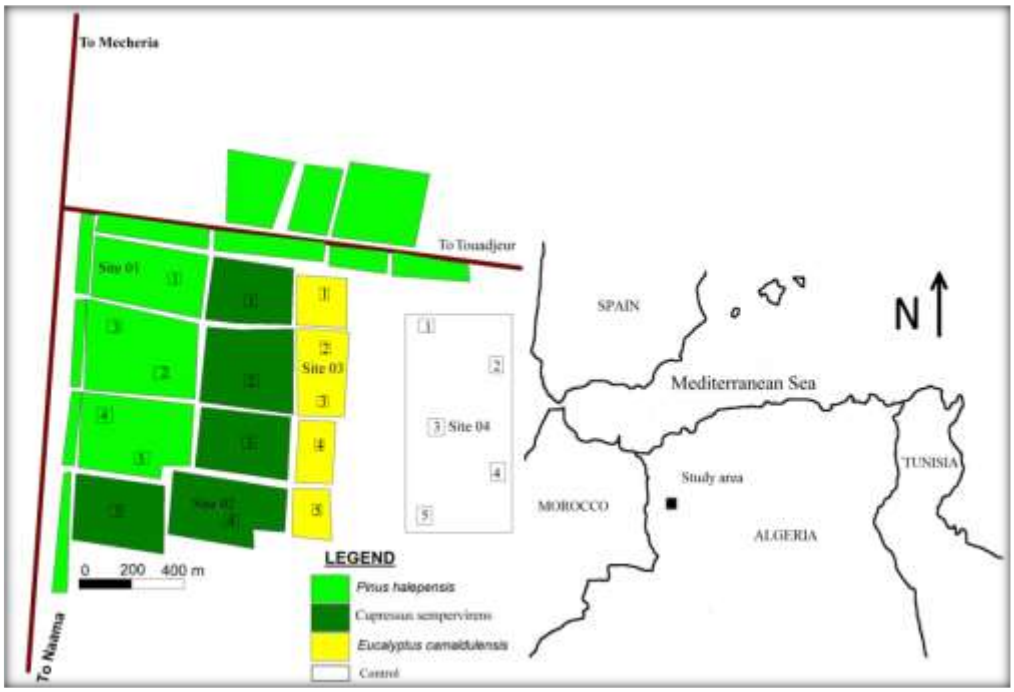


Figure 28: Situation des sites étudiés

1.3. Analyse au laboratoire

Les 100 échantillons des sols prélevés ont été codés et mis dans des cylindres et des sacs en plastique fermés de façon non hermétique pour conserver un état d'aérobiose et transportés au laboratoire (Photo3). Ils subissent alors un tamisage à 2 mm destiné à retirer les corps indésirables (racines, vers de terre, etc.) et à obtenir un échantillon moyen parfaitement homogène, après avoir déterminé l'humidité. Les analyses de sol classiques sont effectuées sur une aliquote de sol séché dans le laboratoire de l'université de Saida. Les analyses de calcaire ont été effectuées dans le laboratoire de Génie Civile de l'université de Saida puis les analyses élémentaire (l'inflorescence de rayonnement X) ont été réalisées au niveau de laboratoire de la cimenterie d'El Hassassena wilaya de Saida.

Photo 3 : L'ensemble des échantillons prélevés dans le laboratoire

Tableau 33: Paramètres physico-chimiques analysées

Analyses physiques	**Analyses chimiques**
-Couleur du sol	-pH (eau), pH (KCL)
-Humidité	-Conductivité électrique
-Porosité	-Le calcaire total
-Densité réelle	-Matière organique
-Densité apparente	-Dosage de l'azote total
-Capacité de rétention	-Analyses par fluorescence X:
-Perméabilité	MgO, AL_2O_3, SiO_2, K_2O, Fe_2O_3,CaO

1.3.1. Analyses physique du sol

❖ **Couleur du sol**

La couleur reste un élément très important de description et de discrimination des sols sur le terrain.La couleur des échantillons de sol a été déterminée à l'aide du Code international de Munsellqui comprend 175 cartons colorés (Escadafal et al, 1988).

Ces cartons sont groupés systématiquement d'après la notation "Munsell" sur des planches assemblées dans un carnet à feuilles mobiles.

La lecture de la couleur a été réalisée sur les échantillons à l'état sec et ne pas exposer des couleurs au soleil couchant ni à la lumière artificielle. Opérer de préférence à

la lumière du jour, mais pas en plein soleil pour éviter l'éblouissement (Photo 4) (Delaunois, 2006).

Photo 4 : Détermination de la couleur par le "Munsellsoilcolorchart"

❖ **Humidité du sol**

L'humidité du sol est la quantité d'eau contenue dans celui-ci. La méthode de (Mathieu et Pieltain, 1998) a été utilisée pour déterminer l'humidité du sol. Il est déterminé après séchage de 100 g d'échantillon de sol dans une étuve pendant 24 heures à 105 ° C et il est calculé en fonction de la différence entre le poids frais et le poids sec (Annexe1) (Photo 5).

Photo 05 : Mesure d'humidité par séchage dans l'étuve.

❖ **La densité apparente (masse volumique)**

La densité apparente est l'un des paramètres les plus importants dans les études portant sur la structure du sol. Elle est, en effet, liée à la nature et à l'organisation des constituants du sol (Chauvel, 1977). Elle permet, en outre, de calculer la porosité et d'apprécier ainsi indirectement la perméabilité, la résistance à la pénétration des racines (Maertens, 1964).

Dans cette étude la densité apparente est déterminée pour distinguer l'évolution physique d'un sol soumis à diverses techniques culturales.

La densité apparente a été déterminée par la méthode du cylindre (Aubert, 1978). Cette technique consiste à prélever un échantillon du sol de volume connu dont on déterminera la masse humide puis la masse sèche et donc la densité (Annexe1) (Photo 6).

Photo 6 : Mesure de la densité apparente.

❖ **La densité réelle**

Pour calculer la masse volumique réelle, nous avons adopté la méthode du pycnomètre (Aubert, 1978) (Annexe1) (Photo 7).

Photo 7 : Mesure de la densité réelle**.**

❖ La porosité totale

La porosité du sol est une caractéristique majeure contrôlant les propriétés hydrodynamiques du sol et le développement racinaire des plantes, mais aussi un indicateur physique de la qualité du sol influencée par les différentes techniques culturales. La porosité du sol joue un rôle important dans les échanges hydriques et gazeux. Elle est souvent sujette à des modifications variables lorsque les sols sont compactés (Lahlou et al., 2005).

La porosité totale est déterminée sur la base de la densité réelle et de la densité apparente d'un sol (Aubert, 1978).

La porosité totale égale a :

$$(Dr – Da) / Dr \times 100$$

❖ Capacité de rétention

La capacité de rétention de l'eau varie dans les sols beaucoup en fonction de leur porosité, elle a été obtenue en utilisant le protocole décrit par (Saetre, 1998).

La teneur en eau de cet échantillon saturé, appelée capacité de champ, se mesure généralement en pourcentage de l'eau contenue dans le sol par rapport au volume total de terre (Guenon, 2010) (Annexe1) (Photo 8).

Photo 8 : Mesure de la capacité de rétention.

❖ Perméabilité

La perméabilité du sol est un facteur critique dans l'évaluation de l'efficacité des méthodes de restauration du sol. Elle se traduit par un coefficient caractérisant le taux d'infiltration d'eau dans le sol, en fonction de son état d'humidité (Bottinelli, 2010; Lipiec et al., 2006).La perméabilité du sol est la profondeur de l'eau mesurée par centimètre qui s'infiltre dans le sol par unité de temps (Mathieu et Pieltain, 1998) (Annexe1) (Photo 9).

Photo 9 : Mesure de la perméabilité.

1.3.2. Analyses chimique du sol

- **pH (eau), pH (KCL) et la conductivité électrique**

Le pH est un paramètre important qui conditionne un grand nombre de réactions chimiques et microbiologiques dans le sol. Le pH_{kcl} correspond à la concentration en hydrogène [H +] du sol obtenue après addition de chlorure de potassium (KCl). KCl a pour effet d'éliminer le (H^+) fixé sur le complexe argilo-humique, ce qui permet de déterminer l'acidité totale ou l'acidité de réserve du sol.

Le pH du sol a été mesuré sur une suspension de sol dans l'eau distillée (1 : 2,5). La mesure a été effectuée après 2 heures de stabilisation à la température ambiante en utilisant un pH-mètre. La même opération est effectuée pour le pHkcl mais en remplaçant l'eau distillée par la solution (KCl).

La conductivité électrique des sols (CE) détermine leur degré de salinité (Hardie et Doyle, 2012), elle a été mesurée à l'aide d'un conductimètre en suspension du sol fin dans de l'eau distillée (Mathieu et Pieltain, 2003) (Annexe1) (Photo 10).

Photo 10: Mesure de pH et conductivité de sol.

❖ **Calcaire total**

Le calcaire total est une des composantes héritées du sol, sa présence confère au sol des caractéristiques spécifiques en termes de comportement physique et chimique et influe sur son activité biologique. La méthode volumétrique a été utilisée, également appelée méthode "calcimètre de Bernard ", pour calculer le calcaire total. Il a été déterminé par décomposition avec de l'acide chlorhydrique (M) de $CaCO_3$ en CO_2 dont le volume a été déterminé par le calcimètre Bernard (Aubert, 1978) (Annexe1) (Photo 11).

Photo 11: Mesure de calcaire par la calcimètre de Bernard

❖ **Dosage du carbone (méthode Anne)**

Le carbone organique total est dosé par la méthode d'oxydation de la matière organique à froid par un excès de bichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ en présence de l'acide sulfurique concentré conformément au protocole d'Anne décrit par (Aubert, 1978) (Annexe1) (Photo 12).

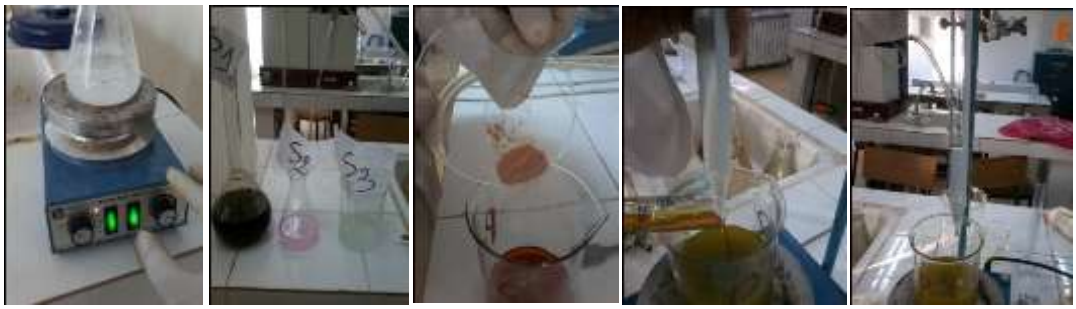


Photo 12 : Dosage du carbone organique

❖ **Les stocks en élément chimique**

Les éléments chimiques mesurés par analyse de fluorescence X, cette procédure est liée à la méthode instrumentale pratique d'analyse élémentaire du sol par

spectrophotométrie de fluorescence. Les éléments: Si, Al, Fe, Ca, Mg, K exprimés sous les formes oxydées: SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, K_2O sont déterminés sur un échantillon de solution solides appelés pastilles (Annexe1) (Photo 13).

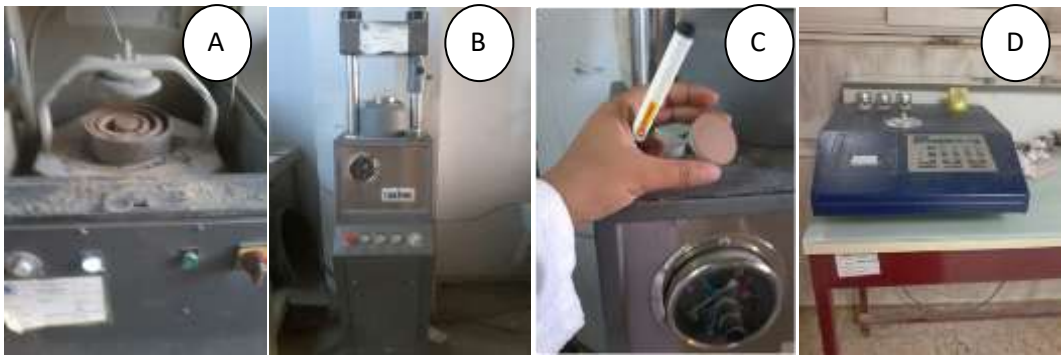


Photo 13: Analyse par spectrophotomètre (A : broyeur, B : presse de pastillage, C : pastille, D : analyseur par rayon X)

1.4. Traitement des données

Les données recueillies ont été soumises à des analyses multivariables, analyse de la variance à un facteur (ANOVA1), et le test de Duncan a été utilisé pour l'analyse de la variance et la comparaison des moyennes. Le test a été appliqué à un niveau de probabilité de (p = 0,05), et a été motivé par une analyse de régression simple afin de corréler les paramètres du sol avec les données floristiques, pour mieux montrer la relation entre les caractéristiques du sol et les espèces de reboisement.L'ensemble des traitements numériques a été réalisé à l'aide du logiciel SPSS version 20.

2. Résultat et interprétation

Les résultats de la comparaison des moyennes des paramètres physicochimiques des sols entre les quatre sites sont présentés dans les tableaux 34et 36, les résultats du test post-hoc de Duncan sur des sous-ensembles homogènes sont présentés dans les tableaux 35 et 37.

2.1. Paramètres physiques

- **Humidité du sol**

Les valeurs d'humidité hygroscopique (Hu) montrent que le site de *Pinus halepensis* représente la moyenne la plus basse avec 2,15% par rapport au site de témoin qui représente une valeur élevée de 3,47%, tandis que les sites d'*Eucalyptus* et de *Cupressus* représentent des valeurs élevées avec 3,98% et 4,50 % (Fig.29, Tab. 34,35). Les taux d'épuisement de l'humidité du sol dans la couche arable au site de *Pinus halepensis* étaient

nettement inférieurs à ceux des autres sites. Compte tenu du fait que le taux d'occupation du sol était important.

Selon Querejeta et al. (2001), les plantations de *Pinus halepensis* dans les zones semi-arides montrent généralement une teneur en humidité du sol inférieure à celle d'autres communautés végétales. Bellot et al. (1999, 2004) ont constaté que les plantations de *Pinus halepensis* avaient un effet négatif sur l'humidité du sol à une profondeur de 0 à 10 cm et à une profondeur de 10 à 30 cm par rapport aux pâturages et pâturages adjacents d'un bassin versant semi-aride de la province de Murcie (sud-est de l'Espagne).

- **La densité apparente, la densité réelle, la porosité et la couleur du sol**

Le test de Duncan surla densité apparente (Da), la densité réelle (Dr), la porosité (Pr) et la couleur du sol montre l'homogénéité des valeurs entre les quatre stations (Fig.29, Tab.35, 36), ce qui reflète l'absence d'impact du reboisement avec les trois espèces dans le changement de ces paramètres. La densité apparente du sol traduit globalement l'état de compaction du matériau et indirectement, la porosité totale. Lorsqu'elle est élevée, le sol ne contient pas des pores nécessaires à la croissance des racines, les capacités en eau sont réduites et la circulation desfluides ralentie (drainage et échange gazeux) (Alongo et Kambele, 2009).

La porosité du sol est le premier facteur de fertilité du sol. Il favorise le stockage de l'eau pour la plante et la circulation de l'air nécessaire au bon fonctionnement des racines.

La couleur d'un sol est un bon indice du régime hydrique que subit un sol et de l'état d'oxydation des minéraux, la couleur du sol des stations étudies varie entre rouge et orange une coloration claire dans 100 échantillons.

D'après Birot (1966), selon la teneur en fer et la quantité de la matière organique, on obtient la couleur du sol qui dépend, aussi de l'état de l'humus. La présence de la matière organique s'exprime une coloration foncée du sol qui un effet sur le sol par échauffement plus rapide.

- **Capacité de rétention**

L'analyse de la capacité de rétention (CR) représente une différence moyenne de 35,97% entre le site *Pinus halepensis* et les autres sites constituant un groupe homogène, *Cupressus* 46,19%, témoin 45,83%, *Eucalyptus* 44,22% (Fig.29, Tab.34, 35). L'analyse de la capacité de rétention (CR), qui est le seuil en dessous duquel l'eau contenue dans le sol ne peut être drainée. Le taux de CR est plus bas dans le site *Pinus*, 36% par rapport aux autres sites. Ainsi, le sol de *Cupresus* a une valeur de CR élevée de 46%. À l'instar

d'autres caractéristiques physiques, la capacité de rétention peut être influencée par le taux de matière organique (Dutartre et al., 1993; Kulte 1986; Fustec-Mathon et al.,1975).

Les sites témoin, *Cupresus* et *Eucaluptus* ont un ratio de couverture terrestre plus faible et une végétation spontanée abondante.

❖ **Perméabilité (La conductivité hydraulique saturée) (Ks)**

Le test statistique de perméabilité du sol (Ks) montre une différence de moyenne entre deux groupes, le premier constituant les trois sites de reboisement avec des valeurs faibles par rapport au site de témoin qui représente une valeur élevée avec 5,7 (cm / h) contre *Eucalyptus* 2,82 (cm / h), Cupressus 2,66 (cm / h) et *Pinus halepensis* 2,2 (cm / h) (Fig.29, Tab.34, 35). Le résultat montre l'effet négatif de reboisement sur la perméabilité du sol. Elle est principalement contrôlée par la macroporosité du sol: taille, connectivité et stabilité des espaces vides entre les agrégats (Lipiec et al., 2006).

En outre, la décomposition de la matière organique et des microorganismes du sol, en particulier les champignons, peut conduire à une hydrofugation (Morales et al, 2010; Lichner et al.2007; Doerr et al.2000). L'acidification du sol due à la décomposition de la litière acide, en particulier chez les conifères de plantation, peut entraîner l'effondrement des agrégats du sol et réduire la macroporosité (Chappell et Franks, 1996).

Jusqu'à présent, la plupart des études existantes sur l'hydrologie et les propriétés des sols liés à la végétation se concentrent sur les effets de reboisement (Bonell et al., 2010; Greenwood et Buttle, 2012) et sur la comparaison des sols forestiers et des pâturages ou prairies dégradés à travers les études sur les bassins versants (Archer et al., 2013; Ghimire et al., 2013).

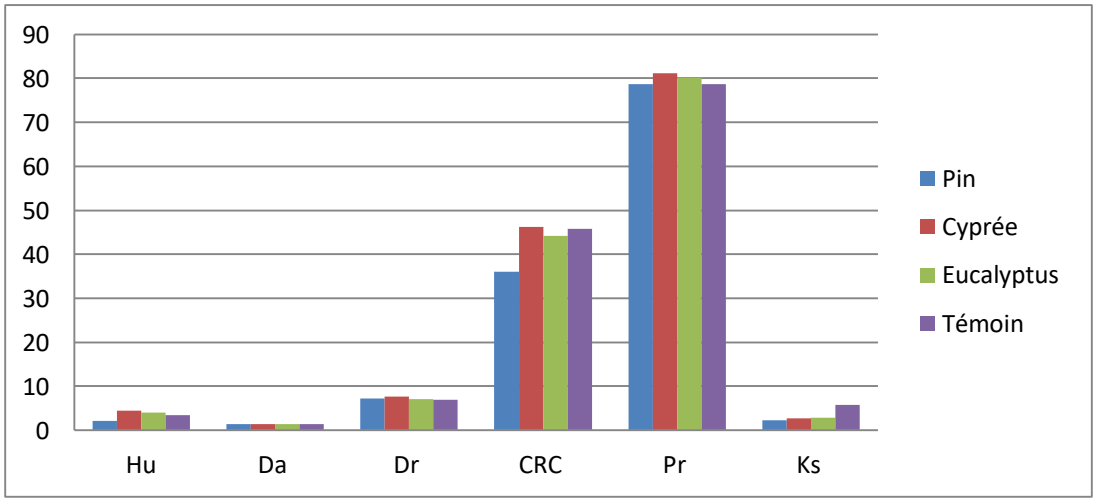


Figure 29: Représentation des moyennes des paramètres physiques

Tableau 34 : Test ANOVA des paramètres physiques.

Paramètres	**Sites**				**Signification**
	Pinus	*Cupressus*	*Eucalyptus*	Témoin	
Hu %	2.15	4.50	3.98	3.46	0.000**
Da (g/cm³)	1.34	1.31	1.32	1.38	0.060
Dr (g/cm³)	2.36	2.34	2.31	2.33	0.859
CR %	35.97	46.19	44.22	45.83	0.036*
Pr (%)	42.72	43.72	42.56	39.72	0.095
Ks (cm/h)	2.20	2.66	2.82	5.74	0.000**
Couleur	R-O	R-O	R-O	R-O	0.919

Hu: Humidité, Da: Densité apparent, Dr: Densité réel, CR : Capacité de rétention

Pr : porosité, Ks : Perméabilité, R : rouge, O : orange. **, * Significatif à 0,01 et 0,05 respectivement.

Tableau 35 : Test post-hoc de Duncan pour les paramètres physiques

Sites	**Sous-ensemble des paramètres physiques**										
	Hu			Da	Dr	CR		Pr	Ks (cm/h)		Couleur
	1	2	3	1	1	1	2	1	1	2	1
Pinus	2.15	-	-	1.34	2.36	35.97	-	42.72	2.20	-	2.44
Cupressus	-	-	4.05	1.31	2.34	-	46.19	43.72	2.66	-	2.52
Eucalyptus	-	-	3.98	1.32	2.31	-	44.22	42.56	2.82	-	2.36
Témoin	-	3.46	-	1.38	2.33	-	45.83	39.72	-	5.74	2.52

2.2. Paramètres chimiques

❖ **pH du sol**

Le pH exprime le degré de l'acidité ou alcalinité des sols. Les résultats présentés dans (Fig.30, Tab.36, 37) montrent une différence de moyenne de pH_{H2O} entre le groupe formé par les sites de *Cupressus* et *Pinushalepensis* et le groupe constitué des sites de témoin et *Eucalyptus*.

Les résultats de PH_{kcl} montrent la différence de moyenne entre trois groupes, le premier présente le site de *Cupressus* (6,8), le second groupe le site d'*Eucalyptus* et le dernier, formé de *Pinus* et de sites témoins.

Les résultats montrent aussi que le pH des sols est plus acide dans les sites de conifères que sous le couvert d'*Eucalyptus* en raison de la nature acide des principaux composants des feuilles de conifère et dériver des portées de feuilles (Laudicina et al. 2012), les feuilles et la litière de conifères ont une plus faible contenu de base (Pritchett et Fisher, 1985). L'apport généralisé d'aiguilles de *Pinus halepensis* très acides sur le sol forestier crée une litière extrêmement acide qui favorise l'acidification du sol (Gerrard, 2000; Binkley et Fisher, 2012). Dans tous les cas, les résultats montrent que pH_{H2O} est supérieur à pH_{kcl}, ce qui indique la présence de colloïdes chargés négativement dans les sols (Koy Kasongo, 2009).

- **Conductivité électrique**

Les résultats de conductivité électrique présentés dans (Fig.30, Tab.36, 37) montrent une différence significative entre les sites d'espèces résineuses (*Pinus halepensis* 6.1 (ms / cm), *Cupressus* 7.04 (ms / cm) et le site de témoin d'une valeur de 2,44 (ms / cm),qui elle est plus ou moins égale à la valeur du site *Eucalyptus* qui a une conductivité électrique faible avec une moyenne de 2,01 (ms / cm).

La salinisation des sols après le boisement a été signalée dans plusieurs régions du monde pour différents types d'arbres (feuillus et persistants, conifères et feuillus) et dans une large gamme de climats (Nosetto et al., 2007; Jobbagy et Jackson 2004; Sapanov 2000; Vertessy et autres 2000; George et autres 1999; Heuperman, 1999). Les espèces d'arbres influencent fortement la salinité du sol, en fonction de leurs tolérances respectives. Dans des conditions homogènes, les espèces avec une tolérance à la salinité plus élevée conduiront à une salinisation plus élevée que les espèces moins tolérantes au sel. La plus grande tolérance de l'Eucalyptus pourrait être due à la combinaison d'un mécanisme efficace d'exclusion du sel par les racines et d'un meilleur ajustement osmotique par la synthèse et l'accumulation d'osmolytes (Adams et al., 2005; Niknam et Mccomb, 2000). D'autres mécanismes, tels que l'absorption et l'excrétion du sel par les glandes foliaires, deviennent importants chez Tamaris sp (Thompson et al. 1969).

- **Calcaire total**

La comparaison post-hoc des moyennes par le test Duncan entre les quatre sites montre que les sites de *Cupressus* et d'*Eucalyptus* ont des valeurs élevées de carbonate de calcium ($CaCO_3$) par rapport aux sites de témoin et de *Pinus* (Fig.30, Tab. 36, 37).

Selon Pouget (1980), le système racinaire de la végétation de steppe vivace contribue efficacement à la dynamique du calcaire. Dans les horizons d'accumulation

calcaire, il montre que l'activité du système racinaire est associée à la présence d'un type particulier de calcite dans des cristaux très fins, de l'ordre du micron. Mais notre cas, nous avons étudié la végétation forestière boisée dans la steppe, le niveau de calcaire dans le sol, est dû au labour effectué dans la préparation du sol avant la plantation, un labour profond peut chevaucher la croûte calcaire dans la couche arable.

- **Carbone et la matière organique**

La matière organique joue un rôle important dans l'absorption et la rétention d'eau, ainsi que la stabilité structurale du sol (Baize, 2000). Les résultats montrent que le site de *Pinushalepensis* a une faible teneur en carbone organique (0,49%) contre les sites de témoin, *Cupressus* et *Eucalyptus*, avec respectivement 0,78%, 0,72% et 0,84%.

Les résultats de la matière organique (Fig.30, Tab.36, 37) indiquent que la valeur moyenne du site de *Pinus halepensis* est inférieure de 0,85% à celle du groupe constitué des sites témoins, de *Cupressus* et d'*Eucalyptus*.

Le résultat du carbone organique coïncide avec les conclusionsde (Guo et Gifford 2002) qui ont trouvé que le boisement par *Pinus* (espèces non feuillues) réduisait de manière significative le carbone du sol. La matière organique dans la plantation d'eucalyptus est élevée par rapport aux autres sites, ce qui confirme les travaux de Feyisa et al. (2018).

Plusieurs études ont montré que la matière organique du sol et la concentration totale en azote sont faibles dans les plantations de *Pinus halepensis* (Castillo et al., 2002). Selon Pouget (1980), il existe une influence de la nature de la couverture végétale sur le contenu en matière organique et sa répartition dans les profils.

- **Les stocks en élément chimique**

Les résultats de comparaison des moyennes des éléments chimiques du sol entre les quatre sites étudiés (Fig.30, Tab.36, 37), les modifications sont enregistrés dans les éléments suivants:

Fe_2O_3: Les résultats montrent une différence de moyenne entre *Pinus halepensis* 5,1% et *Cupressus* 5,4% qui ont des valeurs faibles par rapport à l'*Eucalyptus* 6,3% et celle du témoin 6,8%.

Al_2O_3: Les valeurs pour *Pinus halepensis* et *Cupressus* sont faibles par rapport au témoin et à l'*Eucalyptus*.

MgO: Les sites de reboisement ont des valeurs faibles par rapport au témoin de 0,65%.

Les éléments **(CaO, SiO_2, K_2O)** ne présentent aucune différence de moyenne entre les quatrièmes sites.

Les éléments : Si, Al, Fe, Ca, Mg, S, K et Na exprimés sous les formes oxydées : SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO, MgO, SO_3, K_2O, Na_2O.

Alors qu'une grande partie des éléments sont absorbée par la végétation sous la forme de cations échangeables (e.g. K^+, Ca_2^+ et Mg_2^+), pour assurer : la taille, l'indice foliaire, la durée de feuillaison, la géométrie du houppier, la morphologie des feuilles ou des aiguilles et la position du peuplement par rapport à la lisière ou au relief (Augusto, 1995).

Les essences résineuses sont généralement plus grandes que les essences feuillues (Vannière, 1984), ont un indice foliaire plus élevé (Bréda, 1999) et sont sempervirentes (saufle mélèze). Donc à travers ces explications, on constate que les essences résineuses captent plus les éléments par apport aux essences feuillues. Selon Augusto (1995) pour la plupart des éléments (N, K, Ca, Mg), les essences feuillues sont plus concentrées que les essences résineuses. Denaeyer de Smet et Duvigneaud (1972) mesurent d'ailleurs une restitution au sol d'éléments par la litière supérieure sous le Hêtre par rapport à l'Epicéa. Aussi, bien que la composition du feuillage se modifie avant sa chute au sol (Bonneau, 1988), Il est donc logique de supposer que les quantités d'éléments restituées au sol sont supérieures pour les essences feuillues. (Raulund-Rasmussen et Vejre, 1995) arrivent à une hiérarchie voisine en ce qui concerne l'accumulation d'éléments nutritifs (Ca, Mg et K) ou fortement liés à la matière organique (C et N).

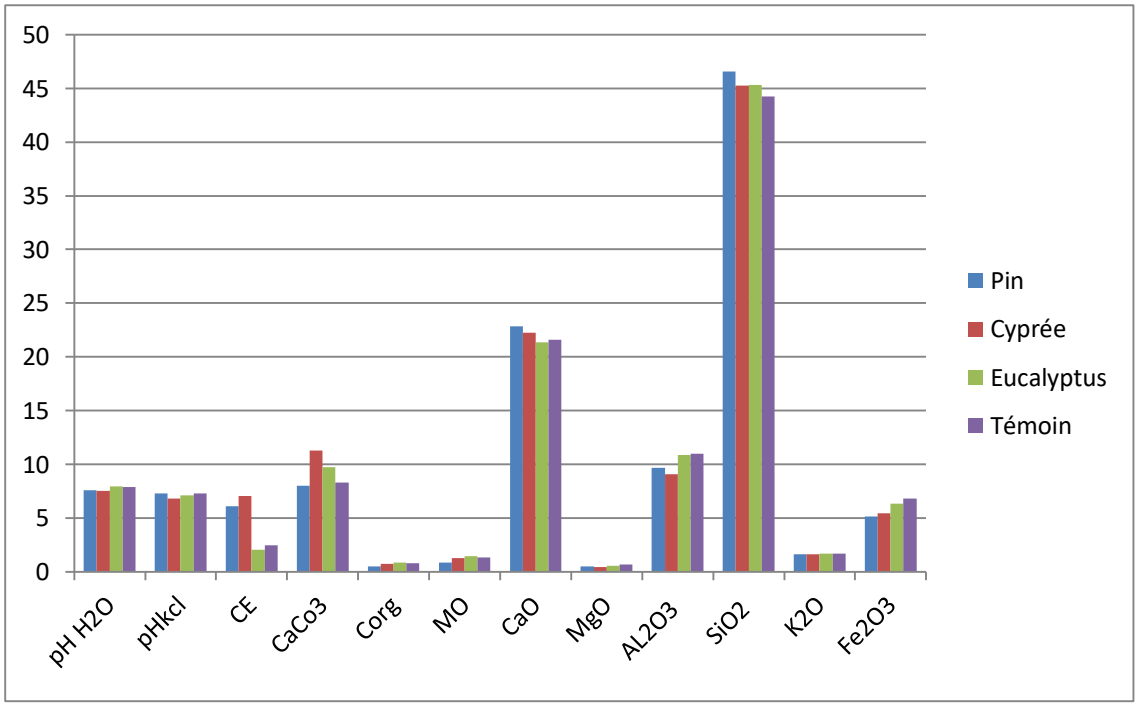


Figure 30 : Représentation des moyennes des paramètres chimiques

Tableau 36 : Test ANOVA des paramètres chimiques.

paramètres	Sites				Signification
	Pinus	*Cupressus*	*Eucalyptus*	Témoin	
pH_{H2O}	7.60	7.51	7.92	7.87	**0.000****
pH_{kcl}	7.30	6.80	7.10	7.26	**0.000****
CE (ms/cm)	6.10	7.04	2.01	2.44	**0.000****
$CaCo_3$(%)	7.98	11.28	9.70	8.30	**0.027***
Corg (%)	0.49	0.72	0.84	0.78	**0.000****
MO (%)	0.85	1.24	1.45	1.34	**0.000****
CaO (%)	22.83	22.25	21.38	21.61	**0.487**
MgO (%)	0.48	0.40	0.54	0.65	**0.000****
AL_2O_3(%)	9.69	9.05	10.84	11.00	**0.000****
SiO_2(%)	46.57	45.25	45.35	44.23	**0.767**
K_2O(%)	1.64	1.63	1.70	1.69	**0.060**
Fe_2O_3(%)	**5.13**	**5.46**	**6.34**	**6.80**	**0.000****

CE: Conductivité électrique, **Corg:** Carbone organique, **MO:** Matière organique, ****, *** Significatif à 0,01 et 0,05 respectivement.

Tableau 37 : Test post-hoc de Duncan pour les paramètres chimiques

sites	Sous-ensemble des paramètres chimiques											
	$CaCO_3$		Fe_2O_3		Al_2O_3		K_2O	CaO	SiO_2	CE		
	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	2	3
Pinus	7.98	-	5.13	-	9.69	-	1.64	22.83	46.57	6.1	-	-
Cupressus	-	11.28	5.46	-	9.05	-	1.63	22.25	45.25	7.04	-	-
Eucalyptus	-	9.70	-	6.34	-	10.84	1.70	21.38	45.35	-	2.01	-
Témoin	8.30	-	-	6.80	-	11.00	- 1.69	21.61	44.23	-	-	2.44

sites	Sous-ensemble des paramètres chimiques													
	MO			pH_{kcl}			pH_{H2O}		MgO			Corg		
	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	3	1	2	3
Pinus	0.85	-	-	-	-	7.30	7.60	-	0.48	0.48	-	0.50	-	-
Cupressus	-	1.24	-	6.80	-	-	7.51	-	0.40	-	-	-	0.72	-
Eucalyptus	-	-	1.45	-	7.10	-	-	7.92	-	0.54	-	-	-	0.84
Témoin	-	1.34	1.34	-	-	7.26	-	7.87	-	-	0.65	-	0.78	-

Conclusion

Le but de cette étude était d'évaluer les effets de boisement d'espèces (*Pinushalepenssis*, *Cupressus sempervirens* et *Eucalyptus camaldulensis*) sur les propriétés physicochimiques du sol dans la zone de steppe de la région de Nâama. Cent échantillons de sol ont été prélevés à une profondeur de 0-15 cm et analysés au laboratoire. Les résultats suggèrent que les changements ont marqué de nombreux paramètres physico-chimiques du sol analysés sur différents sites. Ces changements ont montré l'effet de l'introduction d'espèces d'arbres dans la modification des paramètres édaphiques du sol d'un écosystème de steppe.

L'effet des espèces reboisées est principalement exprimé dans les horizons supérieurs du sol. Des espèces telles que le Pin, le Cyprès et l'Eucalyptus empêchent l'accumulation de litière et l'acidification des couches supérieures du sol par le couvert végétal des steppes originaire de la région.

Le choix d'une espèce lors d'une opération de boisement reste partiellement qualitatif au regard des sols fragiles de fertilité intermédiaire. Par conséquent, il serait utile de rassembler d'autres données afin de chercher à établir un modèle sur lequel le décideur pourrait s'appuyer pour établir des plans de gestion préservant la durabilité d'un écosystème.

Chapitre II

Etude quantitative et qualitative de la végétation

Introduction

L'étude de la végétation concerne la description des groupements et leurs conditions stationnelles. Selon Ozenda (1964), la végétation est définie comme un ensemble des plantes réunies dans une même station par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines. La végétation permet de caractériser l'état d'un écosystème et de mettre en évidence ses modifications naturelles ou provoquées (Blandin, 1986), car elle est la meilleure résultante du climat et des sols (Ozenda, 1986).

La description de la végétation est abordée selon les deux méthodes d'études les plus couramment utilisées en écologie végétale : la méthode physionomique et structurale, dont l'objet est la définition des types de végétation, et la méthode phytosociologique qui consiste en la définition et la caractérisation des groupements végétaux (Gounot, 1969).

L'analyse de la diversité floristique et l'étude phytodynamique de la formation végétale steppique de la zone d'étude Koudiet Touadjeur dans la région de Naâma est abordée par la méthode phytosociologique (Meddour, 2010, 2011).

L'approche phytosociologique classique, basé surtout sur des données floristiques et sommairement écologiques, vise plusieurs objectifs suivants divers niveaux de perception (Fig. 13) :

- Analyser la diversité floristique (systématique, biologique) du cortège floristique de la zone d'étude après un changement de l'occupation du sol.
- Mettre en évidence, par l'analyse factorielle des correspondances, des groupements végétaux potentiels du reboisement.
- Mettre en évidence et hiérarchiser les groupements végétaux potentiels.
- Comprendre le comportement dynamique entre le reboisement et la corrélation entre le sol et les principales essences forestières après un changement de l'occupation du sol sur la végétation steppique annuelle.

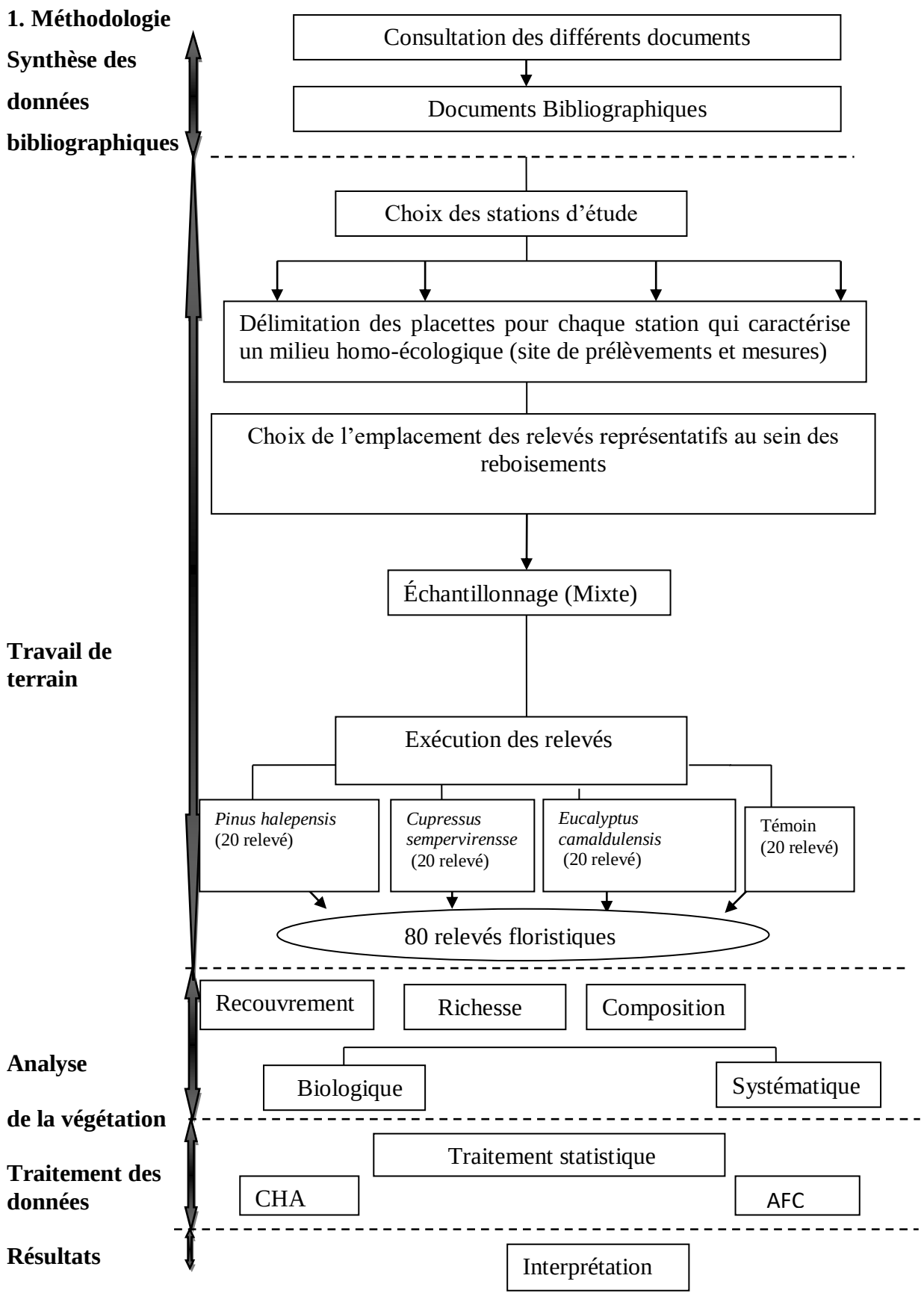


Figure 31 : Démarche méthodologique

1.1.Synthèse des données bibliographiques

La recherche documentaire a été basée sur les aspects physiques du milieu, l'état général de la biodiversité, l'observation tout les espèces existant dans la zone d'étude afin d'identifier les espèces.

1.2.Situations de la zone d'étude

La zone de reboisement se localise à KoudietTouadjeur dans la Wilaya de Naâma sur une superficie de 400 ha (Photo 14).

1.3.Choix des stations

Quatre stations ont été sélectionnées sur la base de l'espèce de reboisement (*Pinus halepensis, Cupressus sempervirens* , *Eucalyptus camaldulensis* et zone de témoin) (Fig.32) afin d'étudier l'effet de l'espèce de reboisement sur l'installation de la végétation steppique spontanée.

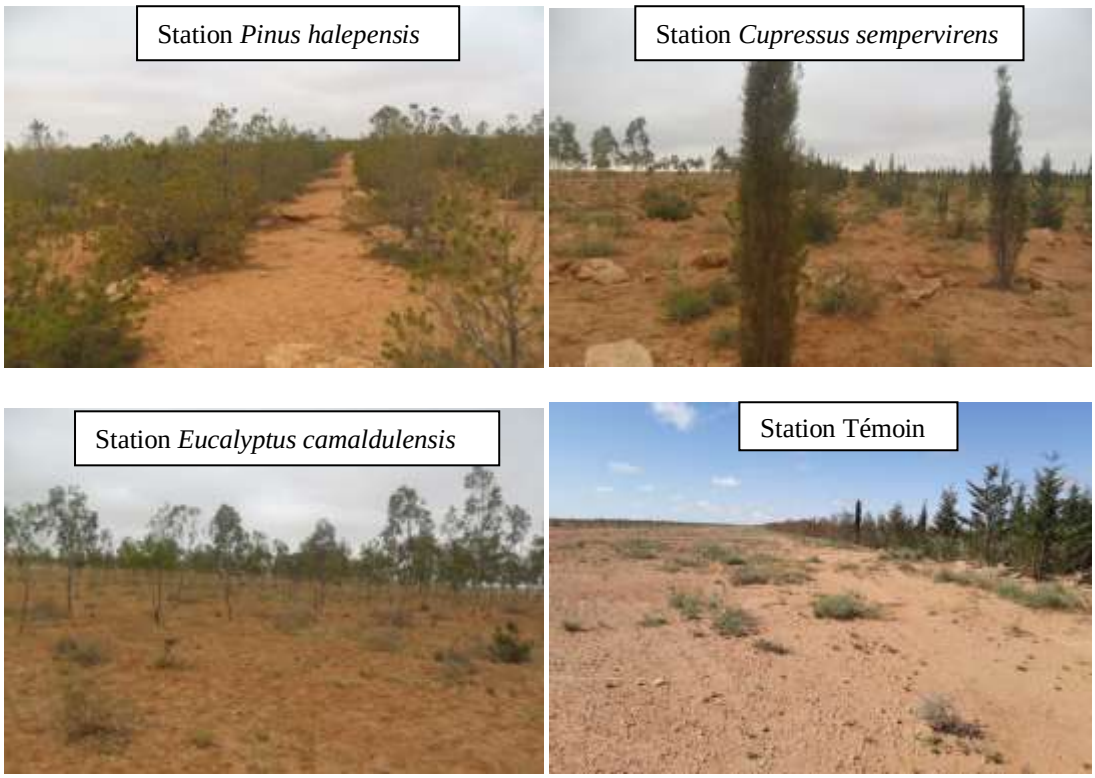


Photo (Daoudi, K)

Photo 14: Les stations d'études

1.4. Réalisation des relevés

Dans cette partie des relevés floristiques ont été réalisée selon le protocole décrit par Gounot (1969), Guinochet (1973) et concernant spécifiquement la steppe algérienne,

Djebaili (1978) utilise « une aire minimale égale à 100 m^2 pour l'ensemble de la steppe ». C'est ce que nous avons retenu pour notre échantillonnage comme aire minimale.

Le choix de l'emplacement des relevés représentatifs au sein des reboisements procède un accord de l'homogénéité avec la représentabilité pour le sol et le végétal, nous avons réalisé 80 relevés durant le printemps de l'année 2017.

1.4.1. Matériels utilisés :

Afin de mener à bien notre étude nous avons utilisé le matériel suivant :

-G.P.S (Global Position Situation) est utilisé pour déterminer les coordonnées géographiques et l'altitude.

-4 piquets en fer et des cordes pour délimiter les placettes

-Un ruban mètre est utilisé pour la délimitation des placettes et le calcul des courtes distances.

-L'appareil photo numérique est utilisé pour prendre des photos des espèces et de la zone d'étude.

-Des fiches de relevé floristique pour inscrire les informations liées à chaque placette.

-Des sachets en papier pour les espèces non identifiées.

Photo 15 : Matériels utilisé

1.4.2. Échantillonnage

Il existe divers plans d'échantillonnage reconnus. Dans les travaux précédents, il semble cependant y avoir une certaine disparité dans les méthodes, bien que la plupart des travaux semblent s'inscrire, dans un échantillonnage dit mixte au sens de Gounot (1969). Ce dernier fait appel à différents échantillonnages de base.

Nous avons choisi un échantillonnage du type mixte, cet échantillonnage le plus utilisé sur le terrain, et curieusement, le moins cité en bibliographie. En effet, dans la plupart des travaux des équipes ROSELT/OSS, les thématiciens, pour optimiser leur échantillonnage, font appel à plusieurs sources d'informations (Gounot, 1969). Ainsi, souvent les études commencent par un échantillonnage stratifié consistant en une délimitation des zones homogènes (stratification) de la zone d'étude, Ensuite à l'intérieur des strates retenues, ils choisissent des relevés subjectivement (éch. subjectif) ou au hasard (éch. aléatoire). Une fois les points choisis, ils peuvent y implanter une ligne (éch. systématique) pour en extraire les fréquences spécifiques. Ils peuvent même entourer la ligne par une corde, y délimitant une surface minimale sur laquelleils pourront établir des coupes des relevés floristiques. Le travail sur le terrain consiste donc souvent à réaliser une combinaison de plusieurs échantillonnages simples en un échantillonnage plus complexe appelé à juste titre échantillonnage mixte (ROSELT /OSS, 2015).

Pour observer la végétation, nous avons opté un plan d'échantillonnage mixte applicable aux quatre stations étudiées, ce type d'échantillonnage répond aux objectifs de cette étude, où nous avons installé 80 relevés répartis en quatre stations,60 relevés à l'intérieur du projet (20 relevé dans chaque station de reboisement) et 20 autres relevés choisis en dehors du projet, chaque placette d'échantillonnage s'étale sur 100 m^2 de surface (10 m de coté) (Photo 16).

Photo (Daoudi, K)

Photo 16 : Délimitation des placettes des relevés sur terrain

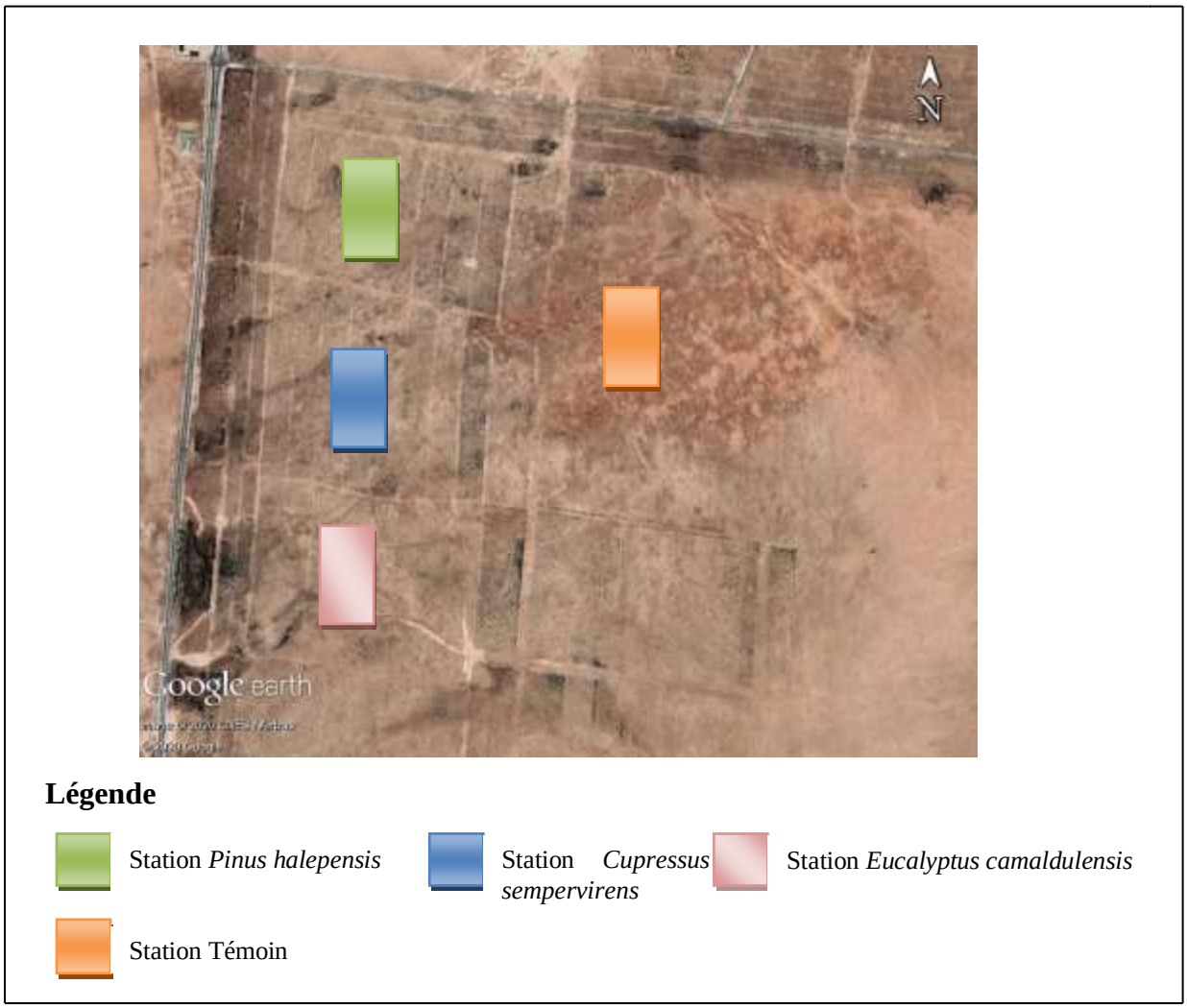


Figure 32 : Carte localisation d'implantation des relevés floristiques dans les stations d'étude à l'aide d'une image satellitaire de Google Earth (2020).

1.4.3. Indices

Selon Gounot (1969), Ozonda (1982) et Rameau (1988) chaque espèce d'un relevé doit être caractérisée par les coefficients suivants et qui sont proposés par Braun-Blanquet et adopté par les phytosociologues.

a)- Abondance-dominance :

Indice associant la profusion d'individus d'une espèce végétale et l'importance qu'ils occupent au sein d'une communauté végétale.

Selon Patrick (2019), l'abondance-dominance est la notion la plus utilisée en phytosociologie. L'abondance exprime le nombre d'individus qui forment la population de l'espèce présente dans le relevé, indépendamment de la fréquence d'apparition dans les relevés. La dominance représente le recouvrement de l'ensemble des individus d'une espèce donnée, comme la projection verticale de leur appareil végétatif aérien sur le sol.

Le coefficient d'abondance-dominance est estimé visuellement. Il ne s'agit donc pas d'une véritable mesure. Son estimation est sujette à une part de subjectivité, qui est cependant négligeable dans l'analyse phytosociologique globale (Patrick ,2019).

L'échelle du coefficient d'abondance-dominance de Braun-Blanquet est établie comme suit :

5 : Nombre quelconque d'individus, recouvrement > 3/4 de la surface de référence (> 75 %)

4 : Recouvrement entre 1/2 et 3/4 (50–75 % de la surface de référence)

3 : Recouvrement entre 1/4 et 1/2 (25–50 % de la surface de référence)

2 : Recouvrement entre 1/20 et 1/4 (5–25 % de la surface de référence)

1 : Recouvrement < 1/20, ou individus dispersés à couvert jusqu'a 1/20 (5 %)

+ : Peu d'individus, avec très faible recouvrement.

r : rare.

B)- Sociabilité

Selon Patrick (2019), La sociabilité traduit le mode de distribution des individus de la même espèce les uns par rapport aux autres, avec cinq indices définis :

1 : individus isolés

2 : individus en groupe

3 : individus en troupe

4 : individus en petites colonies

5 : individus en peuplement continu.

1.4.4. Traitement des relevées

1.4.4.1. Traitement quantitatif

La méthode quantitative consistant en dénombrement à l'intérieur de chaque formation le nombre totale d'espèces qui le compose et des effectifs des populations de chaque espèce. C'est la richesse spécifique qui est l'un des caractères fondamentaux caractéristiques d'une formation (Kadi-Hanifi, 2003).

a) Mesure du recouvrement

Proportion de la surface totale couverte par une espèce végétale donnée. Selon (Gounot, 1969 ; Patrick, 2019), Le recouvrement correspond à la projection verticale au sol de la partie aérienne des espèces végétales. Il peut être estimé d'une manière subjective selon les états et les classes suivantes (Patrick, 2019) :

- fermée : recouvrement global supérieur a 90 % ;

- peu ouverte : recouvrement compris entre 75 et 90% ;
- semi-ouverte : recouvrement compris entre 50 et 75 % ;
- ouverte : recouvrement compris entre 25 et 50 % ;
- très ouverte : recouvrement compris entre 10 et 25 % ;
- extrêmement ouverte : recouvrement compris entre 0 et 10 %.

b) Richesse floristique

Mesurer la biodiversité, telle qu'elle a été définie à l'origine par (Wilsson, 1988) signifie compter l'ensemble des espèces présentées en un endroit donné. La végétation est donc utilisée comme le reflet fidèle des conditions stationnelles, elle en est l'expression synthétique selon Beguin et al (1979) et (Rameau, 1987).

La richesse floristique d'un territoire est le nombre total d'espèces qu'il renferme, selon Daget et poissonet (1997) la biodiversité floristique des différents types de parcours peut être mesurée par leur richesse en espèces floristiques.

En zone aride, la richesse floristique dépend essentiellement du nombre d'espèces annuelles, au moment de l'exécution des relevés (Djebaili, 1978).

Dans le cas de la zone d'étude, la richesse floristique est déterminée à partir des relevés floristiques, le nombre d'espèces présentées dans la zone d'étude est de onze (11) espèces sur une surface de 400 ha.

1.4.4.2. Traitement qualitatif

Étudier la composition floristique sur le plan systématique, biologique et phytogéographique d'une formation d'une région donnée (Kadi-Hanifi, 2003).

1.4.4.2.1. Caractérisation biologique

Les formes de vie des végétaux représentent un outil privilégié pour la description de la physionomie et de la structure de la végétation. Elles sont considérées, comme une expression de la stratégie d'adaptation de la flore et de la végétation aux conditions de milieu.Les types biologiques ou formes de vie des espèces expriment la forme présentée parles plantes dans un milieu sans tenir compte de leur appartenance systématique. Ils traduisent une biologie et une certaine adaptation au milieu selon (Barry, 1988)**.**

Raunkiaer (1904) a proposé la classification des types biologique et mettre en évidence les relations entre le spectre biologique régional et le climat correspondant. L'approche adoptée tient compte de la participation des différents types biologiques à la flore d'une région par leur seule présence (spectre biologique brut).

La classification à laquelle nous sommes référés était celle de l'écologue Danois Raunkiaer (1934) C'est seulement en 1904 que les types biologiques ont été définis par lui de la manière suivante :

- ***Phanérophytes (PH)*** : (Phanéros = visible, phyte = plante)

Plante vivace principalement arbres et arbrisseaux, les bourgeons pérennes situés sur les tiges aériennes dressés et ligneux, à une hauteur de 25 à 50 m au-dessus de sol.

- ***Chamaephytes (CH)*** *:* (Chami = à terre)

Herbes vivaces et sous arbrisseaux dont les bourgeons hibernants sous à moins de 25cm du dessus du sol :

- ***Hemi-cryptophytes (HE):*** crypto = caché)

Plantes vivaces à rosettes de feuilles étalées sur le sol, les bourgeons pérennants sontau ras du sol ou dans la couche superficielle du sol, la partie aérienne est herbacées et disparaît à la mauvaise saison.

Durée de vie :

-Bisannuelles ;

-Vivaces.

- ***Géophytes (GE)*** *:*

Espèces pluriannuelles herbacées avec organes souterrains portant les bourgeons.

Forme de l'organe souterrain :

- bulbes ;
- tubercule ;
- rhizome

- ***Thérophytes (TH)*** *:* (theros = été)

Plantes qui germent après l'hiver et font leurs graines avec un cycle de moins de 12 mois.

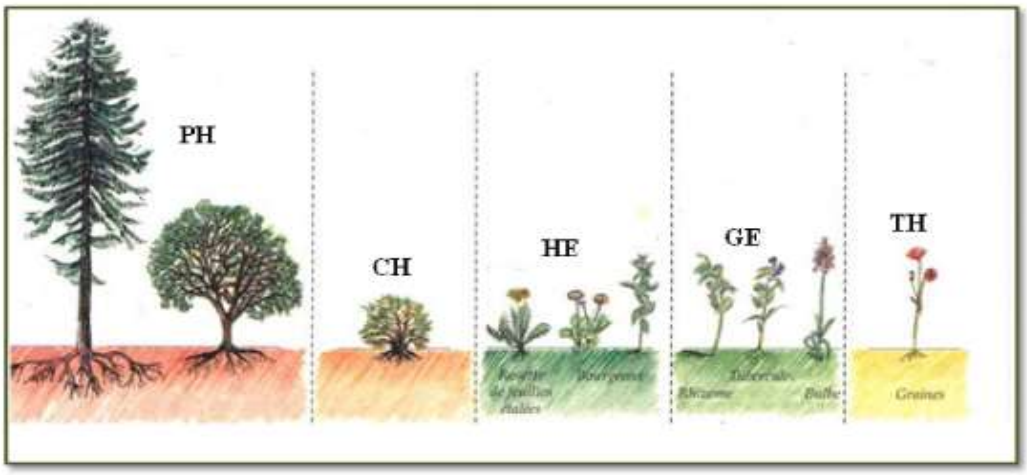


Figure 33: Classification des types biologiques de Raunkiaer (1934)

PH=Phanérophytes,

CH=Chamaephytes,

HE=Hémicryptophytes,

GE =Géophytes,

TH=Thérophytes.

1.4.4.2.2. Estimation de la diversité

Pour comparer la diversité floristique des relevés, nous avons utilisé des indices de Shannon-Weaver, 1949 et d'équitabilité de Pielou, 1966. Ces indices permettent d'avoir aisément une meilleure idée sur l'état de la diversité biologique d'un écosystème (Benkhettou et al, 2015).

- ***Indice de Shannon-Weaver* (*H'*)**

L'indice de Shannon est exprimé en bit et varie généralement de 0 à 5. Elle varie en fonction du nombre d'espèces recensées et des effectifs de chacune de ces espèces; ce qui rend son utilisation moins pertinent pour la comparaison de deux milieux à richesse spécifique très dissemblable (Arfang ousmane kémo et al, 2017).

Selon Patrick (2019) l'indice permettant de mesurer la biodiversité. Il est fondé sur la notion d'entropie (entropie de Shannon). L'indice de Shannon et Weaver n'a de signification écologique que s'il est calculé pour une communauté d'espèces exerçant la même fonction au sein de la biocénose. Il mesure le degré et le niveau de complexité d'un peuplement. Plus il est élevé, plus il correspond a un peuplement compose d'un grand nombre d'espèces avec une faible représentativité. A l'inverse, une valeur faible traduit

un peuplement domine par une espèce ou un peuplement à petit nombre d'espèces avec une grande représentativité.

H' = -Σ (ni / N) log2 (ni / N)

ni : est le nombre d'individus de l'espèce du rang i

N : est le nombre total des individus

Il est possible de choisir arbitrairement la base du logarithme et on trouve donc souvent dans la littérature scientifique log ou log de base 2 a la place de ln. Cet indice permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu d'étude et donc d'observer une évolution au cours du temps. Cet indice varie toujours de 0 à ln S (ou log S ou log2 S, selon le choix de la base du logarithme). L'indice tend vers 0 quand le nombre d'espèces est faible et qu'une ou quelques espèces dominent, et il est d'autant plus grand que le nombre d'espèces est élevé et l'abondance est repartie équitablement.

- **Diversité maximale (H max):**

Hmax = Log2*S, S = effectif total des espèces

- ***Indice de régularité (EquitabilitédePielou) (R)* :**

L'indice de régularité varie entre 0 et 1. Il tend vers 0 lorsque la quasi-totalité des effectifs appartient à une seule espèce et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus (Ramade et al, 1990). Selon Patrick (2019) est un paramètre de comparaison rigoureux, indépendant de la richesse spécifique et est très utile pour la comparaison des dominances potentielles entre sites (interzone et intrazone ou groupes floristiques). Il permet d'apprécier les déséquilibres que l'indice de diversité ne peut pas estimer. Plus sa valeur a tendance à se rapprocher de 1, plus il traduit un peuplement équilibre. Il traduit le degré de diversité atteint par un peuplement ou un groupement floristique et sa valeur résulte du rapport de l'indice de diversité de Shannon & Weaver (H) ou diversité réelle sur la valeur de la diversité théorique maximale (Hmax) :

R =H'/Hmax

H' correspond à l'indice de Shannon & Weaver

Hmax = ln S (avec S = nombre total d'espèces)

L'indice R permet d'évaluer le poids de chaque espèce dans l'occupation de l'espace et varieentre 0 et 1. Il tend vers 1 (maximal) quand les espèces ont des abondances identiques dans le peuplement (ou lorsque chacune des espèces est

représentée par le même nombre d'individus) et vers 0 (minimal) lorsque la majorité des effectifs correspond à une seule espèce.

1.5. Analyse numériques des données

1.5. 1.Analyse multivariée des données floristiques :

Le traitement de l'ensemble des données (80 relevés ×11 espèces), à l'aide des méthodes statistiques multivariées suivantes: l'analyse factorielle des correspondances (AFC) et de la classification Hiérarchique Ascendante (CHA).

1.5.1.1. Analyse factorielle correspondances

L'analyse factorielle correspondances (AFC) est un outil qui tient compte au mieux du phénomène à étudier à l'aide du plus petit nombre possible de variable. Selon Bonin et Tatoni (1990), elle est une analyse multivariée très appropriée pour la description des groupements végétaux. L'AFC est une méthode statistique d'ordination, dite métrique et basée sur le calcul des distances existantes entre les individus d'association (relevés) en fonction des espèces. Ces distances sont l'expression de la similitude entre relevés définies comme suite : « plus la distance qui sépare deux relevés est courte, plus les relevés qu'ils représentent sont ressemblants » (Braine et al, 1977). Comme le souligne Lacoste (1972), l'un des intérêts fondamentaux de cette méthode, est la représentation simultanée dans un même espace et de manière symétrique des relevés, et des espèces de telle sorte que chaque espèce se localise au sein du groupe de relevés auquel elle est la plus étroitement liée.

- ***Technique d'analyse*** **:**

Les données sont rassemblées dans un tableau à double entrée dont les colonnes Correspondent les stations et les lignes représentent les espèces. Ce tableau est constitué par toutes les espèces recensées dans la zone d'étude. Cette analyse a été réalisée à l'aide du logiciel SPSS 20.

Pour assurer le traitement des données nous avons choisi, l'analyse factorielle des correspondances car c'est une méthode d'ordination qui répond à notre objectif.

D'une manière générale, l'interprétation des résultats est basée sur l'inertie du système qui indique le pouvoir explicatif d'un axe factoriel (AKPO et al, 1995) et la contribution qui mesure l'importance d'un point ligne relevé (stations) ou d'un point colonne (espèce) par rapport à un axe factoriel.

1.5.1.2. Classification hiérarchique ascendante (CHA)

La classification hiérarchique ascendante (CHA) permet d'élaborer des classes de relevés /ou des espèces d'un ensemble par similitude, cette dernier est exprimée par un critère de proximité ou distance choisie à priori, de manière à construire progressivement une suite de partitions qui s'emboitent, et ce, en partant de celle où chaque individu constitue une classe, la hiérarchisation se termine dès qu'il ne reste plus de qu'une seule classe (Benzécri, 1973, Kaabeche, 1990).

En effet, à partir des individus (ex : relevés floristiques) la voie ascendante de cette méthode procède à leurs regroupements successifs. Le tracé final est un arbre à deux noeuds dont la réunion constitue l'ensemble de départ. Ainsi, la classification hiérarchique ascendante C.H.A permet la distinction et la hiérarchisation des principaux groupements développés dans n'importe quelle zone d'étude. Selon Grime et al (1988), la CAH fournit une typologie des sites d'études interprétée à l'aide des références bibliographiques sur les traits de vie ou les exigences écologiques des espèces. Donc nous avons choisi la méthode "Distance Euclidienne" est une distance géométrique dans cet espace multi dimensionnel. Elle est calculée comme suit :

Distance (x,y) = {Si (xi - yi)2}1/2

Notez que les distances Euclidiennes (et Euclidienne carré) sont calculées à partir des données brutes, et non à partir des données centrées-réduites.

- ***La méthode de Ward pour distance Euclidienne***

Si on peut considérer E comme un nuage d'un espace Rp, on agrège les individus quifont les points variés l'inertie intra-classe.

A chaque pas, on cherche à obtenir un minimum local de l'inertie intra-classe ou un maximum de l'inertie interclasse.

L'indice de dissimilarité entre deux classes (ou niveau d'agrégation de ces deux classes) est alors égal à la perte d'inertie interclasse résultant de leur regroupement.

***-Calculons cette perte d'inertie* :**

gA = centre de gravité de la classe A (poids pA)

gB = centre de gravité de la classe B (poids pB)

gAB = centre de gravité de leur réunion

gAB = PA + PB

L'inertie inter-classe étant la moyenne des carrés des distances des centres de gravitédes classes au centre de gravité total, la variation d'inertie inter-classe, lors du regroupement de A et B est égale à :

$$p_A d^2(g_A, g) + p_B d^2(g_B, g) - (p_A + p_B)\, d^2(g_{AB}, g)$$

Elle vaut :

$$\delta(A,B) = \frac{p_A p_B}{p_A + p_B} d^2(g_A, g_B)$$

Remarque : Cette méthode rentre dans le cadre de la formule de Lance et Williams généralisée :

$$\delta[(A,B);C] = \frac{(p_A + p_C)\,\delta(A,C) + (p_B + p_C)\,\delta(B,C) - p_C\delta(A,B)}{p_A + p_B + p_C}$$

On peut donc utiliser l'algorithme général.

On notera que la somme des niveaux d'agrégation des différents noeuds de l'arbre doit être égale à l'inertie totale du nuage, puisque la somme des pertes d'inertie est égale à l'inertie totale.

Cette méthode est donc complémentaire de l'analyse en composantes principales etre pose sur un critère d'optimisation assez naturel.

Elle constitue à notre avis la meilleure méthode de classification hiérarchique sur données euclidiennes.

Il ne faut pas oublier cependant que le choix de la métrique dans l'espace des individus conditionne également les résultats.

1.6. Résultats et discussions

Notre contribution concerne l'étude de la diversité floristique au sein de la zone Touadjeur après un changement de l'occupation du sol par l'introduction des espèces *Pinus halepensis, Cupressus sempervirens, Eucalyptus camaldulensis* sur un écosystème steppique, alors il faut souligner que la diversité floristique est probablement liee au climat, la morphologie, la nature du sol et l'action anthropique. Dans notre cas ces facteurs écologiques sont homogènes dans les quatre stations.

-Les indices suivant: abondance dominance, sociabilité, Absence présence sont présentés en Annexe 2.

1.6.1. Recouvrement

En matière de recouvrement de la végétation, les informations collectées et rassemblés sur le tableau (38) sur les quatre stations, la lecture des résultats révèle un pourcentage moyen en recouvrement avoisinant 48% pour l'ensemble des stations. On observe que les trois stations de reboisement représentent un taux de recouvrement élevé par rapport à la station de témoin, notons que la station de *Cupressus sempervirens* enregistre un recouvrement important (50%) et les autres stations de reboisement, (25%) de la station *Pinus halepensis* et (15%) de la station *Eucalyptus camaldulensis*.

Tableau 38 : Recouvrement de la végétation dans des stations d'étude

stations	**Recouvrement**
Pinus halepensis	25% (faible)
Cupressus sempervirens	50% (moyen)
Eucalyptus camaldulensis	15% (très faible)
Témoin	10% (extrêmement faible)
Moyenne Total	47.5%

1.6.2. Composition systématique

- **Familles et espèces**

La composition floristique de la zone d'étude connait par une faible diversité des espèces et des familles botaniques avec 11espèces floristiques, nous avons obtenu une faible richesse systématique de 07familles dans 80 relevés floristiques réalisés au niveau de la zone KoudietTouadjeur sur une surface de 400 ha qui caractérise la station étudiée. Le tableau 39 et le figure 34 montrent les noms des espèces et des familles sont semblables dans toutes les stations étudiées mais la fréquence des espèces et la répartition des familles sont hétérogènes au niveau de chaque station.

- **La station *Pinus halepensis*:** l'inventaire réalisé a permis de comptabiliser 1723 individus appartenant à 7 familles (Brassicaceae, Poaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Papaveraceae, Fabaceae, Cistaceae), les lamiacées dominent dans cette station, cette famille représente (37,71%) de la flore étudiée.
- **La station *Cupressus sempervirens* :** l'inventaire représente 1857 individus, cette station consiste un nombre des individus important que les autres stations et aussi

elle contient au même noms des familles (Brassicaceae, Poaceae, Asteraceae, Lamiaceae, Papaveraceae, Fabaceae, Cistaceae), la famille de Brassicaceae domine dans cette station, cette famille représente de (69,3%) de la flore étudiée.

- **La station *Eucalyptus camaldulensis* :** l'inventaire compte 1581 individus appartiennent aux mêmes familles comme les autres stations, la famille de Poaceae est la plus domine dans cette station qui représente de (28,07%) de la flore étudiée.
- **La station témoin :** l'inventaire réalisé dans cette station compte 1001 individus dont 7 familles comme les autres stations, la famille de Poaceae est la plus dominante dans cette station qui représente de (34,85%) de la flore étudié

Tableau 39: Composition en familles et espèces de la flore des stations d'étude.

Stations / Familles	*Pinus halepensis*			*Cupressus sempervirens*			*Eucalyptus camaldulensis*			Témoin		
	Espèce	**fréquence**	**%**	**espèce**	**fréquence**	**%**	**espèce**	**fréquence**	**%**	**espèce**	**fréquence**	**%**
Asteraceae	*Atractylis serratuloides*	**74**	**4.29**	*Atractylis serratuloides*	**145**	**7.80**	*Atractylis serratuloides*	**192**	**12.14**	*Atractylisserratuloides*	**72**	**7.19**
	Launaea arborescens	**64**	**3.71**	*Launaea arborescens*	**63**	**3.39**	*Launaea arborescens*	**121**	**7.65**	*Launaea arborescens*	**82**	**8.19**
Brassicaceae	*Erucasativa*	**248**	**14.39**	*Eruca sativa*	**1253**	**67.47**	*Eruca sativa*	**222**	**14.04**	*Eruca sativa*	**170**	**16.98**
	Muricaria prostrata	**64**	**3.71**	*Muricaria prostrata*	**34**	**1.83**	*Muricaria prostrata*	**64**	**4.04**	*Muricaria prostrata*	**118**	**11.78**
Cistaceae	*Helianthemum Lippi*	**238**	**13.81**	*Helianthemum lippi*	**119**	**6.40**	*Helianthemum lippi*	**187**	**11.82**	*Helianthemum lippi*	**43**	**4.29**
Fabaceae	*Astragalus caprinus*	**50**	**2.90**	*Astragalus caprinus*	**5**	**0.26**	*Astragalus caprinus*	**32**	**2.02**	*Astragaluscaprinus*	**39**	**3.89**
Lamiaceae	*Salvia verbenaca*	**246**	**14.27**	*Salvia verbenaca*	**45**	**2.42**	*Salvia verbenaca*	**59**	**3.73**	*Salvia verbenaca*	**5**	**0.49**
	Marrubium desertii	**404**	**23.44**	*Marrubium desertii*	**76**	**4.09**	*Marrubium desertii*	**207**	**13.09**	*Marrubium desertii*	**118**	**11.78**
Papaveraceae	*Papaver hybridium*	**1**	**0.05**	*Papaver hybridium*	**1**	**0.05**	*Papaver hybridium*	**53**	**3.35**	*Papaver hybridium*	**5**	**0.49**
poaceae	*Hordeum murinum*	**69**	**4.0046**	*Hordeum murinum*	**52**	**2.80**	*Hordeum murinum*	**172**	**10.87**	*Hordeum murinum*	**34**	**3.39**
	Stipa parviflora	**265**	**15.38**	*Stipa parviflora*	**64**	**3.44**	*Stipa parviflora*	**272**	**17.20**	*Stipa parviflora*	**315**	**31.46**
	Total	**1723**		**Total**	**1857**		**Total**	**1581**		**Total**	**1001**	

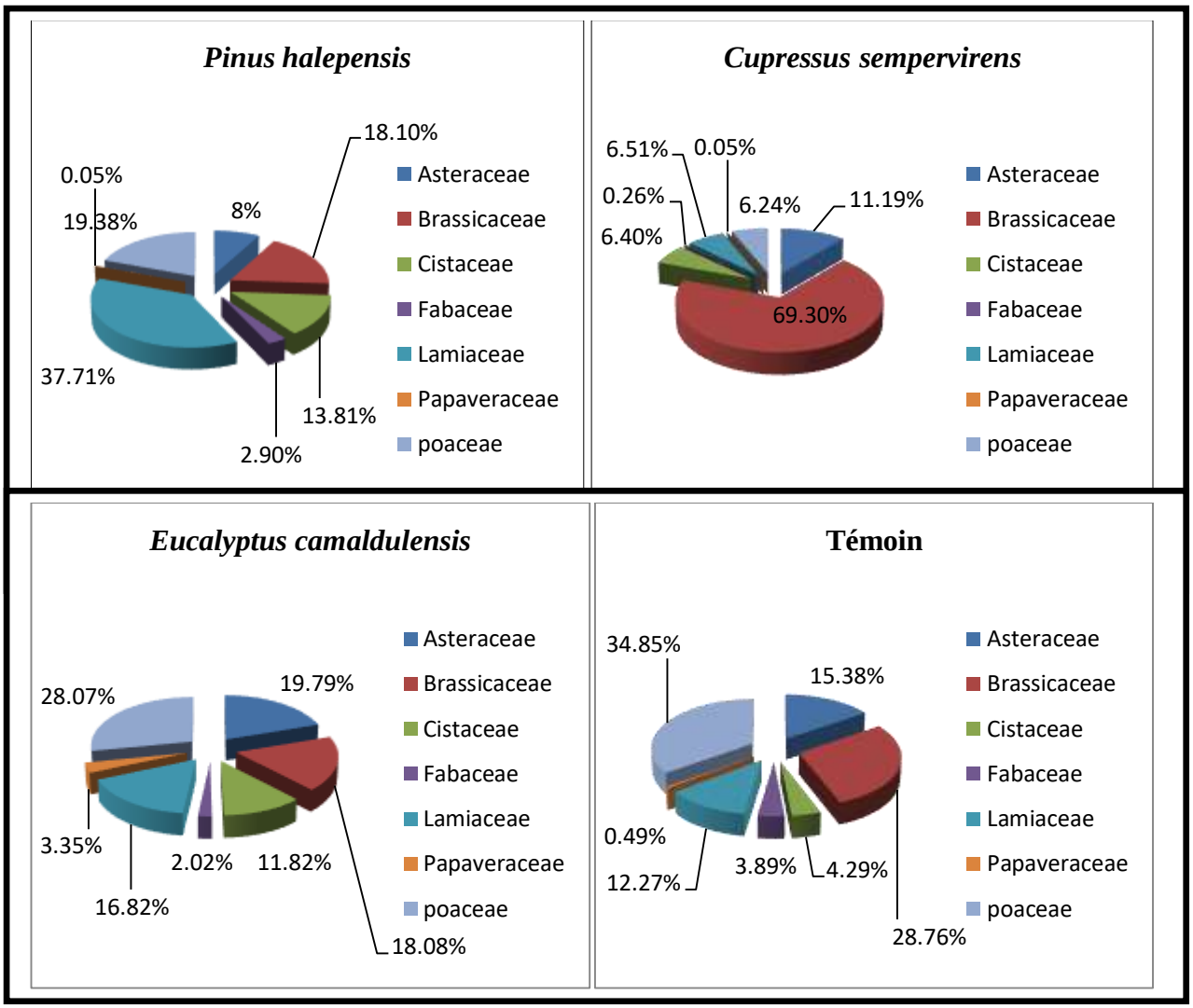


Figure 34: Répartition des familles dans les stations d'études

Le tableau 39 et la figure 34 montrent la différence de distribution des familles, et de nombre d'espèces au niveau de chaque station. Dans la famille des *Asteraceae* enregistre une augmentation de la fréquence des espèces dans la station *Eucalyptus camaldulensis* (19.79%) et une diminution dans les stations *Pinus halepensis* (8%) et *Cupressus sempervirens* (11.19%), en comparaison avec la station de témoin (15.38%). Les *Brassicaceae* représentent une augmentation de la fréquence des espèces dans la station *Cupressus sempervirens* (69.30%) et une diminution dans les stations des *Pinus halepensis* (18.10 %) et *Eucalyptus camaldulensis* (18.08%) par rapport à la station de témoin (28.76%). Les familles de Cistaceae représentent une augmentation de la fréquence des espèces dans les stations de reboisement par rapport à la station témoin. La station de *Pinus halepensis* compte une fréquence importante que les autres stations (13.81%), par contre chez les familles de Fabaceae, enregistre un taux faible des espèces

dans les trois stations par rapport à la station de témoin (3.89%) avec (*Pinus halepensis* 2.90%, *Cupressus sempervirens* 0.26% et *Eucalyptus camaldulensis* 2.02%).

Les lamiacées se présentent un taux important dans les stations des *Pinus halepensis* (37.71%) et *Eucalyptus camaldulensis* (16.82 %) et un taux très faible de (6.51%) dans la station de *Cupressus sempervirens* avec 6.51% par rapport à la station de témoin (12.27), la fréquence des espèces chez les familles de Papaveraceae est augmenté dans la station de *Eucalyptus camaldulensis* (3.35 %) en comparaison avec la station témoin (0.49%) suivit des stations *Pinus halepensis* et *Cupressus sempervirens* avec un taux faible de (0.05%). Le reste des familles de poaceae, la fréquence des espèces est faible dans les trois stations de reboisement (*Pinus halepensis* 19.38% , *Eucalyptus camaldulensis* 28.07% et *Cupressus sempervirens* 6.24 % présente le taux le plus faible) par rapport à la station de témoin avec (34.85%). A travers ces résultas obtenus on constate qu' il ya un effet négatif de changement de l'occupation du sol sur la fréquence des familles de Fabaceae et poaceae, (Tassin et al. 2011) pensent qu'au au-delà des effets allélopathiques, l'abondance du sous-bois dépend de l'état des ressources hydriques et de leur accès par les racines, le pH acide de la litière de *E. camaldulensis* et probablement la présence de substances toxiques phénoliques ou volatiles contenues dans les feuilles seraient préjudiciables à la richesse spécifique de leur sous-bois.

L'analyse des résultats aussi révèle une bonne représentativité des familles d'*Asteraceae* et de Papaveraceae à la station d'Eucalyptus *camaldulensis* par rapport à la station témoin, ces résultats corroborent ceux de (Arfang ousmane kémo et al, 2017) qui a montré que la zone sous couvert végétal était riche en espèce de sous-bois par rapport aux zone sans couvert. Cette richesse de la flore herbacée sous couvert végétal serait due à la sylviculture c'est-à-dire à la façon dont les arbres sont plantées, et à l'âge des individus de couvert dominant.

- **Types biologiques des espèces**

Les types biologiques sont conditionnés par les facteurs du milieu et déterminent le type physionomique de la formation végétale. Les espèces rencontrées dans la zone d'étude appartiennent à trois types biologiques distincts : les hémicryptophytes, les chaméphytes et les thérophytes (Tab.40) et les spectres biologiques (Fig.35).

Tableau 40 : Résultat des types biologiques de la zone d'étude

Nom de l'espèce	**Type biologique**
Eruca sativa	Thérophytes
Hordeum murinum	Thérophytes
Atractylis serratuloides	Chaméphyte
Stipa parviflora	Hémicryptophyte
Muricaria prostrata	Thérophytes
Salvia verbenaca	Hémicryptophyte
Papaver hybridium	Thérophytes
Launaea arborescens	Chaméphyte
Astragalus caprinus	Hémicryptophyte
Marrubium desertii	Chaméphyte
Helianthemum lippi	Chaméphyte

- **Spectre biologique**

La structure de la flore d'une station peut être caractérisée par son spectre biologique qui indique le taux de chacun des types biologiques définis par Raunkiaer dans la flore. Nous avons retenu trois formes de vie ou types biologiques (Tab.40) d'après la liste globale des espèces recensées, 11 espèces dans chaque stations sont semblables dans la zone d'étude. Alors on a obtenu les mêmes types biologiques dans les stations, nous pouvons donc déterminer le pourcentage de chaque type biologique selon le nombre des espèces dans chaque type biologique dans chaque station (Tab.41, Fig.35).

Tableau 41 : Pourcentage des types biologiques dans les stations d'étude

Thérophytes		**Chamaephytes**		**Hémicryptophytes**	
Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
4	**36,36**	**4**	**36,36**	**3**	**27,27**

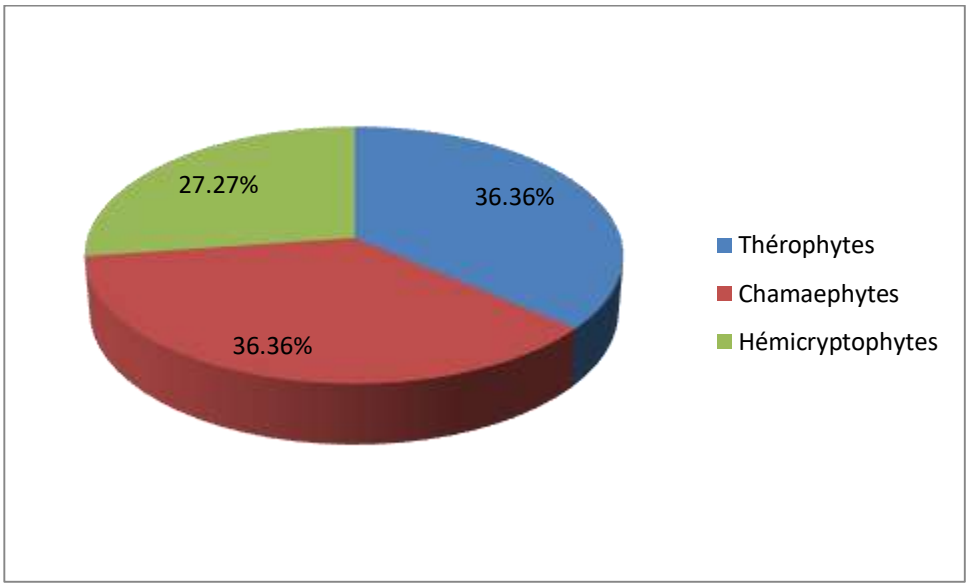


Figure 35 : Spectre biologique de la flore recensée dans les quatre stations étudiées.

L'étude du spectre biologique (Fig.35) montre que la plupart des espèces rencontrées sont des thérophytes, et chaméphytique qui appartiennent au même pourcentage soit 36.36 %. Cette richesse en thérophytes est une caractéristique des zones méditerranéennes et arides où domine un fort stress hydrique (Daget, 1980). En effet, la richesse en thérophytes représente un signe d'aridité du milieu, le phénomène de thérophysation caractéristique des zones arides exprimant une stratégie d'adaptation vis-à vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques, le phénomène de thérophytisation correspond à l'augmentation du nombre d'espèces annuelles dans le cas d'une dégradation prononcée des écosystèmes due à la sécheresse (Patrick, 2019).

Les chaméphytes sont également bien représentés dans la région d'étude, car ils peuvent développer diverses formes d'adaptation à la sécheresse, se traduisant par la réduction de la surface foliaire et par le développement d'un puissant système racinaire. Les chaméphytes seraient bien adaptés au phénomène d'aridité (Orshan*et al*, 1984 ; Floret *et al*, 1990).

- **Estimation de la diversité**

Le tableau suivant présente les résultats de l'indice de Shannon-Wiever (H'), l'indice d'équitabilitéde Piéloudes quatre stations étudies, à noter que la base du logarithme utilisée lors des calculs est 2 (ROSELT /OSS, 2015) (Tab.42) (Annexe 3).

Tableau 42 : Résultats des indices de diversité

Station	**Σ fréquences spécifiques (N)**	**Total des espèces (S)**	**Indice de Shannon H= -Σ (ni / N) log2 (ni / N)**	**Equitabilité E = H/ log2S**
Pinus halepensis	1723	11	2.9915	0.8647
Cupressus sempervirens	1857	11	1.836	0.5307
Eucalyptus camaldulensis	1581	11	3.2253	0.9323
Témoin	1001	11	2.8754	0.8311

L'indice de Shannon-Weaver associé à l'indice d'équitabilité, est réalisé sur la liste globale des espèces. Le tableau 42 montre que les valeurs de l'indice de Shannon-Weaver des quatres stations étudiés varient généralement entre 1,8 et 3,2, d'après le tableau aussi, les stations d'*Eucalyptus camaldulensis* et de *Pinus halepensis* sont les plus diversifiées avec des valeurs supérieures à 2 pour l'indice de Shannon-Weiver, et supérieur à 0.8 pour l'indice de Simpson. Leurs équitabilités supérieures à 0.8 traduisent une codominance des espèces relativement prononcées.

Alors la station *d'Eucalyptus camaldulensis*a une valeur importante par apport à la station témoin. La station de *Cupressus sempervirens* est plus faible (1.8) par apport à la station témoin.Ces résultats obtenus confirment les résultats de l'étude du sol qui montrent que la station de *Cupressus sempervirens* a une faible valeur du pH, traduit par l'influence négative sur la diversité des espèces annuelles steppiques. Ces résultats confirment les travaux de Djègo et Sinsin (2006) qui ont montré que le pH, la masse de la litière et la luminosité présentent des effets significatifs sur la diversité spécifique du sous-bois et ont montré également que la litière *Eucalyptus camaldulensis* est constituée essentiellement de feuilles (64 à 80%). D'ailleurs, de nombreux chercheurs s'accordent à affirmer que le maintien d'une biodiversité élevée est plus favorisé par les essences endémique que par des espèces introduites. L'introduction des nouvelles espèces aurait une incidence directe sur la conservation et la valorisation de la biodiversité floristique

(Remigi et al, 2008). Ces dernières sont implantées loin de leurs aires de répartitions naturelles et, de ce fait, loin du cortège floristique qui a évolué avec elles (Sykes, 2001).

L'indice d'équitabilité varie de zéro à 1. Lorsqu'il tend vers zéro (E<0,5), cela signifie que la quasitotalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il tend vers le un (1) lorsque toutes les espèces ont la même abondance (BARBAULT, 1981). Plus sa valeur a tendance à se rapprocher de 1, plus il traduit un peuplement bien équilibré. Dans notre cas les valeurs de l'indice d'équitabilité des quatre stations d'études (Tab.42) se rapprochent de 1. La valeur la plus proche à zéro est classé la valeur plus faible par rapport à la station de témoin, c'est la station de *Cupressus sempervirens* (0.5), cette valeur traduit par un peuplement moins équilibré que d'autre stations à cause de l'effet néfaste de l'introduction de l'espèce *Cupressus sempervirens* sur l'équilibre du cortège floristique qui a évolué avec elles, ce résultat obtenu aussi confirme l'étude du sol qui indique l'effet de pH de cette station sur la diversité des espèces annuelles dans ce milieu steppique.

1.6. 3. Analyse statistiques

A partir des nuages de points obtenus relatifs aux espèces et des axes factoriels significatifs (Fig.36), on peut mettre en évidence des gradients écologiques qui agissent sur la distribution des végétaux et des groupements qui le constituent notamment dans la zone Koudiet Touadjeur de la région de Naâma. Nous avons retenu les relevés et les espèces qui apportent le plus d'informations à l'axe considéré et à sa répartition d'une part du côté négatif et d'autre part du côté positif de chacun des axes.

Les résultats obtenus par l'AFC sont résumés sur plan factoriel 1et 2 des occurrences/fréquences des espèces (Tab.43 et 44), représentant la projection des points des espèces en fonction de leur contribution à la constitution des axes factoriels.

Cette AFC effectuée sur les espèces est un moyen d'identifier les gradients écologiques mis enjeu grâce à l'écologie particulière de certaines espèces reboisé, nous avons remarqué les quatre points-stations (*Pinus halepensis, Cupressus sempervirens* , *Eucalyptus camaldulensis* et zone de témoin) sont loin dans l'espace factoriel.

L'examen du plan factoriel 1et 2 (Fig.36), qui se traduit par une assez nette séparation spatiale des espèces, a permis de représenter 4 groupes des espèces.

En effet, depuis les travaux initiaux de (Roux et Roux, 1967), il s'est avéré que les groupements végétaux étudiés s'ordonnent selon des gradients des facteurs écologiques.

Alors cette analyse met en évidence des différences distribution entre ces quatre groupes des espèces qui sont occupant dans les mêmes facteurs stationnels, dont la pente, l'exposition et l'altitude.

Le tableau 43 représente les valeurs propres et les pourcentages de la contribution absolus des axes :

Tableau 43: Valeurs propres et pourcentage d'inertie des premiers axes d'AFC.

Axe	**Axe 1**	**Axe 2**
Valeurs propres	0.54	0.31
% taux d'inertie	0.65	0.22

Tableau 44 : Tableau des correspondances entre stations et espèces

Station	**Espèce**						
	***Eruca sativa* (ES)**	***Helianthemu mlippi* (HL)**	***Marrubium Desertii* (MD)**	***Salvia verbenaca* (SV)**	***Miricaria prostrata* (MP)**	***Launaea arborescens* (LA)**	***Stipa paviflora* (SP)**
Pin	248	238	404	246	64	64	256
Cyprée	1253	119	76	44	34	63	64
Eucalyptus	222	187	207	59	64	121	272
Témoin	170	43	118	5	118	82	315
Marge active	1893	587	805	354	280	330	907

1.6. 3.1. Interprétation des axes factoriels

Nous tenterons de préciser quels sont les facteurs écologiques majeurs de la diversification du tapis végétal au niveau de la zone Koudiet Touadjeur de la région de Naama. L'interprétation est facilitée par la signification écologique des espèces présentant sur les pôles positifs et négatifs des axes des contributions relatives importantes. Il est cependant possible d'analyser, à la lumière de ces données et selon les espèces, les axes factoriels (Tab.45 et 46).

Tableau 45: Contribution du profil station à l'inertie des axes

Station	Contribution		
	De dimension à inertie de point		
	Axe 1	Axe 2	Total
Pin	0.438	**0.538**	0.976
Cyprée	**0.999**	0.001	1.000
Eucalyptus	**0.390**	0.147	0.537
Témoin	0.249	**0.475**	0.724

Tableau 46: Contribution du profil espèce à l'inertie des axes

Espèce	Contribution		
	De dimension à inertie de point		
	Axe1	Axe 2	Total
***Eruca sativa* (ES)**	**0.995**	0.000	0.996
***Helianthemum lippi* (HL)**	0.318	**0.459**	0.777
***Marrubium desertii* (MD)**	**0.677**	0.314	0.991
***Salvia verbenaca* (SV)**	0.202	**0.794**	0.996
***Muricaria prostrata* (MP)**	0.282	0.389	0.671
***Launaea arborescens* (LA)**	0.322	**0.650**	0.972
***Stipa parviflora*(SP)**	**0.629**	0.253	0.882
***Hordeum murinum* (HM)**	0.213	0.083	0.296
***Astragalus caprinus* (AC)**	**0.811**	0.013	0.825
***Atractylis serratuloides* (AS)**	0.002	**0.423**	0.425
***Papaver hybridium* (PH)**	0.149	0.199	0.349

D'après le graphe (Fig. 36) de la correspondance entre station et espèce.

Les espèces sont reparties comme suit :

Selon le profil station : l'axe 1 est formé par Cyprée (0.99) et Eucalyptus (0.39).

L'axe 2 est formé par Pin (0.538) et Témoin (0.475).

Selon le profil espèce : l'axe 1 est formé par *Eruca sativa* (ES) (0.995), *Marrubium desertii* (MD) (0.677), *Stipa parviflora* (SP) (0.629), *Astragalus caprinus* (AC) (0.811), et l'axe 2 est formé par *Helianthemum lippi* (HL) (0.459), *Salvia verbenaca* (SV) (0.794) *Launaea arborescens* (LA) (0.650), *Atractylis serratuloides* (AS) (0.423).

L'AFC donne quatre groupes:

Groupe 1: ce groupe délimité par le coté négative de l'axe 2 est constitué par une espèce chamaephyte (*Helianthemum lippi*) et une espèce hémicryptophyte (*Salvia verbenaca*). Ce groupement correspond à la station de *Pinus halepensis*, elle constitue donc le cortège floristique de cette association.

Groupe 2: délimité par le coté positive de l'axe 1est composé par deux espèces hémicryptophyte (*Stipa parviflora*, *Astragalus caprinus*) et deux espèces chamaephytes (*Marrubium desertii*, *Hordeum murinum*). Ce groupement correspond à la station *Eucalyptus camaldulensis.*

Groupe 3 : ce groupe délimité par le coté positive de l'axe 2, il est composé par deux espèces thérophytes (*Muricaria prostrata*, *papaver hybridium*) et deux espèces chamaephytes (*Launaea arborescens*, *Atractylis serratuloides*).Ce groupement correspond à la station de témoin.

Groupe 4 : ce groupe délimité parle coté négative de l'axe 1est composé par une seule espèce thérophyte (*Eruca sativa*). Ce groupe correspond à la station de *Cupressus sempervirens.*

A travers ces résultats on constate que les différences distribution des espèces entre les stations, la composition et l'abondance de la végétation au sol varient avec l'essence forestière (Ovington, 1955 ; Knapp, 1958 ; Kirby, 1988 ; Brillouet, 1990 ; Klinkaet *al*, 1996 ; Dzwonko et Loster, 1997).

L'effet des essences résineuses réputées être à canopée dense sur la richesse spécifique de la végétation ne fait pas l'objet d'un consensus (Peterken et Game, 1984 ; Kirby, 1988 ; Amezaga et Onaindia, 1997 ; Hong *et al*, 1997 ; Fahy et Gormally, 1998). Il semble tout de même que le caractère sempervirent de ces essences soit néfaste aux espèces vernales puisque celles-ci se développent au début du printemps alors que les essences caduques n'ont pas encore terminé la mise en place de leur feuillage (Pigott, 1990 ; Amezaga et Onaindia, 1997). Pour (Hill, 1987), la végétation sous les peuplements d'essences résineuses à canopée dense est similaire à celle sous des peuplements d'essences feuillues à condition que les premiers soient notablement éclaircis.

Par ailleurs, la station d'espèce *Eucalyptus camaldulensis* il contient 4 espèce comme la station témoin, ce résultat confirme les résultats de (Arfang ousmane kémo et al, 2017) sur l'influence du couvert de *Eucalyptus camaldulensis* (dehn) sur la diversité spécifique des herbacées dans la zone de Diembéring (Basse Casamance, Sénégal)

indiquent que la flore *Eucalyptus camaldulensis* est plus riche que celle hors couvert végétal. L'inventaire floristique révèle que ce sont les *Poaceae*, les *Fabaceae*, les *Convolvulaceae*, les *Malvaceae*, les *Rubiaceae* et les *Tiliaceae* qui sont les plus représentatives dans la zone sous couvert. Ces familles représentent 60,84% des espèces inventoriées dans cette zone. Celles qui sont les plus importantes dans la zone hors couvert sont les *Poaceae*, les *Fabaceae*, les *Convolvulaceae*, les *Rubiaceae*, les *Tiliaceae*et les *Malvaceae*. Ces espèces appartiennent à 50,69% des familles. Elle révèle que cette zone sous couvert était beaucoup plus stable que la zone hors couvert.

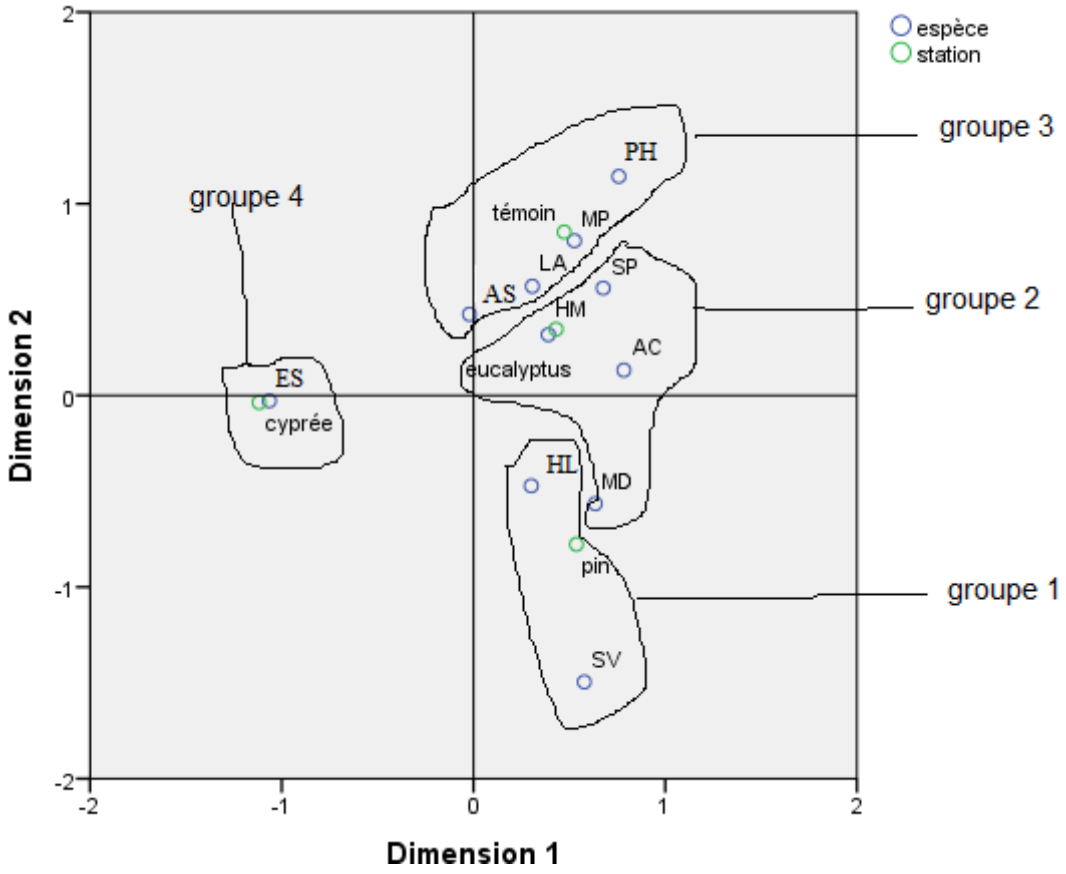


Figure 36: Représente le graphe de la correspondance entre station et espèce

1.6. 3.2. Dendrogrammes de classification ascendante hiérarchique (CAH)

Le résultat est exprimé sous forme d'un dendrogramme qui montre l'individualisation des groupes végétaux, chaque station constituée des groupes des espèces. On peut lire un dendrogramme de haut en bas et terminer chaque branche dès qu'un noeud est atteint, qui est plus court qu'une longueur choisie. En effet, toute espèce de groupement associée au noeud appartient à l'un ou à l'autre des sous-groupements associés aux deux branches réunies.

Koechlin (1961), parle de groupements végétaux caractérisés par des groupes d'espèces précisant l'optimum écologique des stations.

Dans cette étude nous avons essayé de définir chaque groupe selon le rattachement des espèces aux classes phytosociologique, par une représentation en dendrogrammes des résultats de (CHA) qui montre que les 80 relevés floristiques sont répartis en des groupes dans chaque station étudiés, le (CHA) a permis de distinguer les différents groupes d'espèces le plus caractéristiques des groupements des stations de reboisement et dehors de ce reboisement.

La figure de chaque station étudiée représente la répartition schématique des noyaux dans les axes. L'analyse a permis un découpage net des groupes floristiques en zones floristiquement et écologiquement homogène.

Pour faire la comparaison entre les groupes d'espèce dans les quatre stations, on doit prendre la même distance, donc on fait la comparaison à la distance 25 dans les quatre graphes.

-Station de *Pinus halepensis* :

Elle est regroupée en deux classes (Fig .37) :

Classe 1 : cette classe contientsix espèces, une espèce hémicryptophyte (*Astragalus caprinus*) et deux espèces chaméphytes (*Launae arborescens, Atractylis serratuloides*) et trois espèces thérophytes (*Muricaria prostrata, papaver hybridium, Hordeum murinum*).

Classe 2 : cette classe contient cinq espèces, deux espèces chaméphytes (*Helianthemum lippi, Marrubium desertii)* et deux espèce hémicryptophyte (*Stipa parviflora, Salvia verbenaca*) et une espèce thérophyte (*Eruca sativa*).

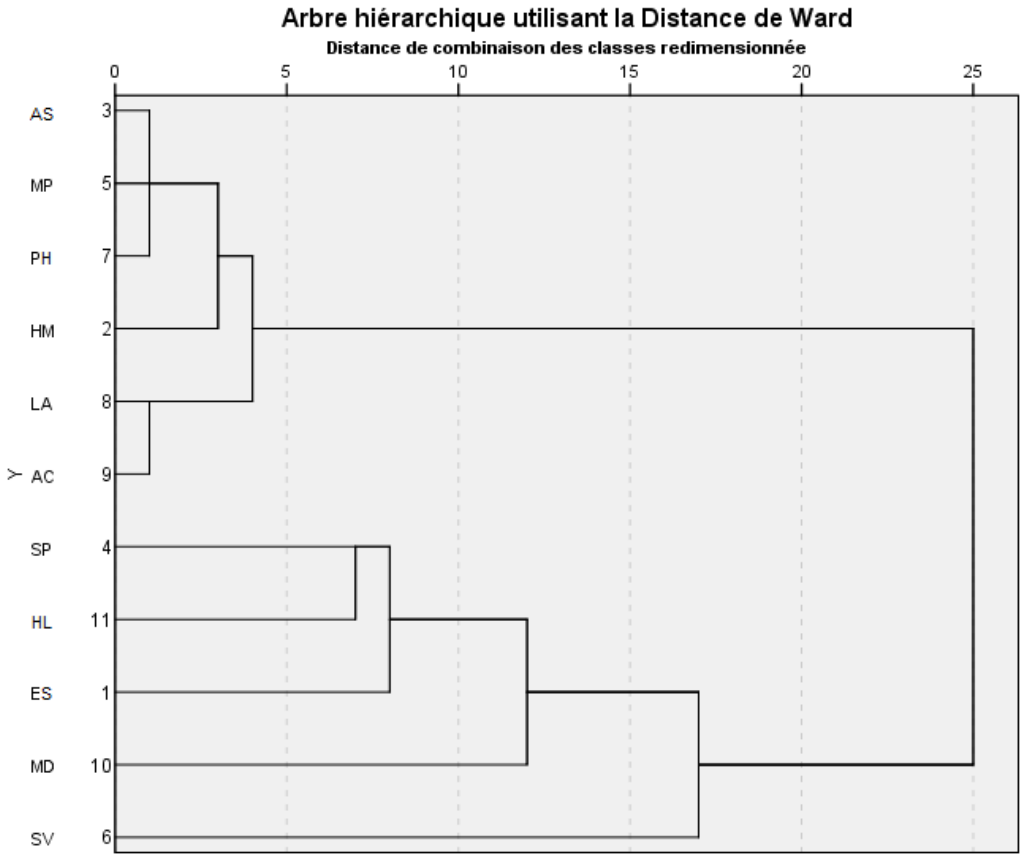


Figure 37: Classification ascendante hiérarchique de la station *Pinus halepensis*

-Station de *Cupressus sempervirens*

Cette station caractérisée par deux classes (Fig.38) :

Classe 1 : cette classe englobe la majorité des espèces qui sont : *papaver hybridium, Astragalus caprinus, Muricaria prostrata, Salvia verbenaca, Hordeum murinum, Launaea arborescens, Marrubium desertii. Stipa parviflora, Helianthemum lippi, Atractylis serratuloides.*

Classe 2 : cette classe contient une seule espèce thérophyte : *Eruca sativa.*

Figure 38 : Classification ascendante hiérarchique de la station *Cupressus sempervirens*

-Station d'Eucalyptus *camaldulensis*

Elle est regroupeé par trois classes (Fig.39) :

Classe 1 : cette classe est constituée par 8 espèces, trois espèces hémicryptophytes (*Salvia verbenaca, Astragalus caprinus, Stipa parviflora*) et trois espèces thérophytes (*papaver hybridium, Hordeum murinum, Eruca sativa*) et deux espèces chaméphytes (*Launaea arborescens, Atractylis serratuloides*).

Classe 2 : cette classe contient une seule espèce thérophyte: *Muricaria prostrata.*

Classe 3 : cette classe contient deux espèces chaméphytes (*Marrubium desertii, Helianthemum lippi*).

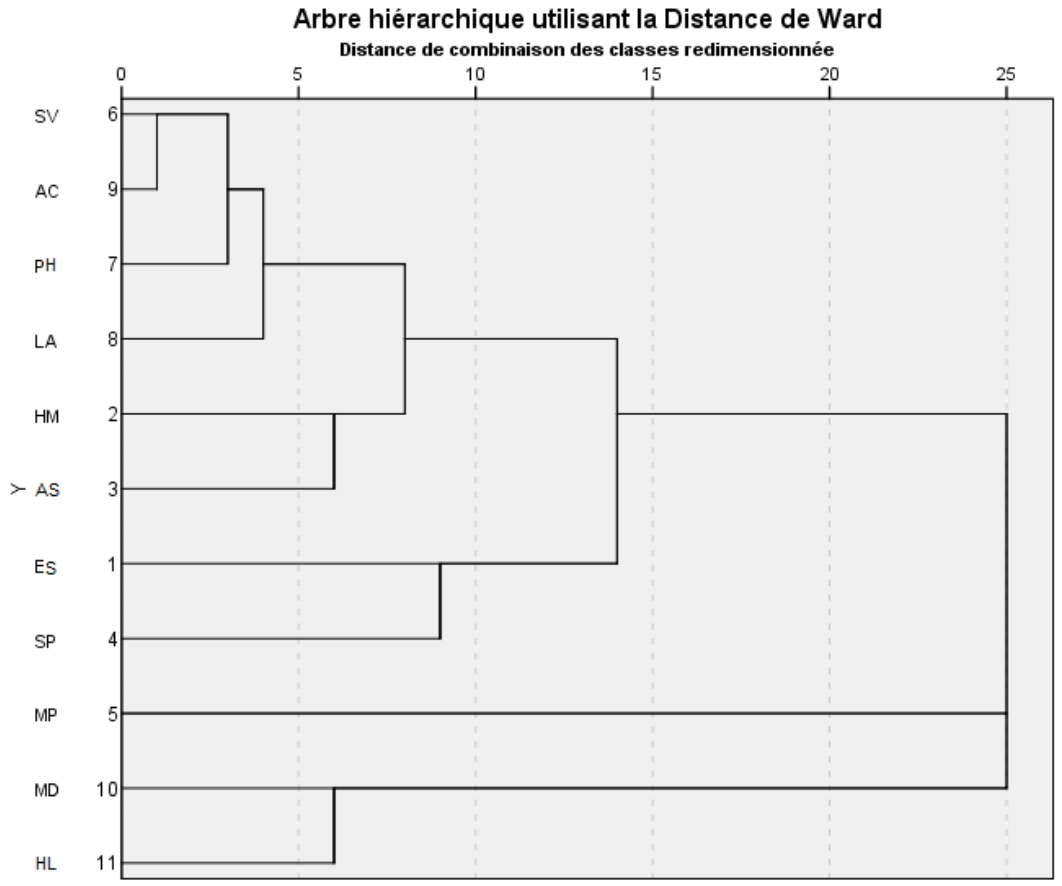


Figure 39 : Classification ascendante hiérarchique de la station *Eucalyptus camaldulensis*

-Station de Témoin

Cette station représente la zone hors couvert de la reboisement, considérée comme une zone originale, qui montre qu'il ya un changement des groupements dans les stations précédentes, elleest caractérisée par deux classes (Fig.40).

Classe 1 : cette classe englobe la majorité des espèces avec un nombre de 7, trois espèces chaméphytes (*Atractylis serratuloides, Launaea arborescens, Helianthemum lippi)* et deux espèces thérophytes (*papaver hybridium,Hordeum murinum*) et deux espèces hémicryptophytes (*Astragalus caprinus, Salvia verbenaca*).

Classe2 : cette classe est constituée par quatre espèces, deux espèces thérophytes (Eruca *sativa, Muricaria prostrata*) et une espèce chaméphyte (*Marrubium desertii*) et une espèce hémicryptophytes (*Stipa parviflora*).

Ce traitement global, nous a permis d'avoir une vue globale sur certains aspects et formations dans la zone d'étude après un changement de l'occupation du sol, et de vérifier qu'il existe bien un cortège floristique original de la végétation steppique.

La dégradation a atteint un stade plus critique avec le remplacement des espèces dominantes par des espèces secondaires (forestiers), on parle souvent de dégradation des groupements, la classification de la station de témoin montre qu'un changement de cortège floristique spécifique de chaque espèce. Ces résultats ont complété les résultats du sol.

Figure 40: Classification ascendante hiérarchique de la station témoin

Conclusion

Les résultats de cette partie a permis de mettre en évidenceune étude comparative de la composition floristique des herbacées sous et hors couvert de reboisement par l'introduction des espèces forestierssur une zone steppique Koudiet Toudjeur qui appartient à la région de Naama.

L'inventaire floristique effectué a permis de recenser 11 espèces réparties en 7 Familles dans toutes les stations étudiées. Parmi ces familles, Les familles les plus représentativité sont des familles d'*Asteraceae* et de Papaveraceae dans la station du couverte d'*Eucalyptus camaldulensis* que celle des zones *Pinus halepensis, Cupressus sempervirens* et hors couvert de reboisement.

Pour le type biologique il est semblable à toutes les stations de reboisement et hors (thérophytes= chamaephytes>hémicryptophyte), les communautés végétales recensées donnent une prédominance des thérophytes et chaméphytique qui sont appartiennent au même pourcentage (36.36 %), grande importance aux thérophytes et aux chamaephytes. Ces derniers sont bien adaptés aux zones steppiques.

Les valeurs d'indice de Shannon-Weaver associé à l'indice d'équitabilité montrent que, la station *d'Eucalyptus camaldulensis*a une valeur importante (3.22) que les autres stations et la station de *Cupressus sempervirens* a une valeur plus faible (1.83) par apport à la station de hors reboisement.Ces résultats ont révélé un grand déséquilibre entre les populations végétales recensées dans cette région steppique et qui existants dans ce reboisement.

Par ailleurs, l'utilisation de la méthode d'analyses multivariées de classement (AFC, CHA), comparant les stations, comme le souligne (Lacoste, 1972) , l'un des intérêts fondamentaux de cette méthode est la représentation simultanée, dans un même espace et de manière symétrique, des relevés et des espèces, de telle sorte que chaque espèce se localise au sein du groupe de relevés auquel elle est la plus étroitement liée. C'est à partir de cette technique qu'on a pu identifier les éventuels groupements végétaux de la zone d'étude, l'analyse AFC montreque la station d'espèce *Eucalyptus camaldulensis* contient d'un groupe avec un nombre des espèces plus que les autres stations de reboisement et hors. Alors ces résultats obtenus par l'AFC (Analyse Factorielle des Correspondances) moderne nous a permis de mieux appréhender la présence de différents groupements, entre les stations définies en fonction de certains facteurs écologiques, dans ce cas la zone d'étude a un facteur climatique et géomorphologique homogène, l'introduction de ces

espèces exotiques dans ce milieu steppique modifie le facteur édaphique, ceci se traduit par des modifications importantes au niveau de la végétation dans le sens dynamique.

L'analyse CHA indique aussi que la classification de la station en dehors de reboisement, il ya un changement de cortège floristique spécifique de chaque espèce.

On conclut que la situation actuelle par présence de cette essence au niveau de la zone d'étude, qui est le maintien des menaces sur la diversité biologique dans cette zone, il est nécessaire de mettre en place une stratégie adéquats de conservation et de gestion de ce milieu naturel fragile. Dans ce contexte actuel, (Godron, 1984) dit que plus un système écologique est perturbé, plus il perd son élasticité et plus sa vitesse de cicatrisation (capacité de résilience) est lente.

Chapitre III

Étude de la relation sol-végétation

Introduction

L'édaphologie est une science qui montre mieux les relations existent entre le sol et la végétation, elle est orientée sur les interactions existants entre les groupements végétaux et les relevés pédologiques (Pouget, 1980).

Parmi les facteurs édaphiques qui interviendraient sur la répartition de la végétation steppique, on peut citer: la texture, la salinité, la teneur et le niveau de concentration du calcaire et du gypse, l'hydromorphie, la réserve en eau utile, la teneur en matière organique. Ceci a fait l'objet de travaux déjà réalisés en Tunisie et en Algérie dans les zones steppiques (Le Houérou, 1969; Pouget, 1980); il est toutefois important de noter qu'il est difficile d'une façon générale, de lier une espèce ou un groupement végétal à un type pédologique déterminé.

D'autant que dans les régions steppiques, les relations sol - végétation ne font intervenir essentiellement que les horizons superficiels (Halitim, 1988). C'est dans ce cadre-là que notre étude s'inscrit, ceci afin de mettre en évidence et d'expliquer les relations pouvant exister entre le sol et la végétation steppique dans la région Naâma après un changement de l'occupation du sol. Dans cette partie de l'étude, assez importante d'ailleurs, nous allons utiliser, les méthodes d'analyses multivariées, qui, à notre sens, pour interpréter la relation sol-végétation en relation avec le changement de l'occupation du sol,un nombre d'espèces végétales spontanées annuelles (11 espèces) et 14 caractéristiques physico-chimique du sol dans quatre stations différentes pourrait-on arriver autrement à trouver les éventuelles liaisons entre la végétation et le substrat édaphique ?

1. Méthodologie

Quatre stations ont été étudiée sur la base de l'espèce de reboisement (*Pinus halepensis, Cupressus sempervirens* , *Eucalyptus camaldulensis* et zone de témoin)

Qui a été réalisé en 2007 au KoudietTouadjeur à la Wilaya de Naâma sur une superficie de 400 ha, les quatre stations caractérisées par l'homogénéité du sol et de son matériau de base, la topographie, la proximité des sites les uns aux autres, la seule différence entre les sites concerne les espèces de reboisement, afin d'étudier l'effet de l'espèce de reboisement sur l'installation de la végétation steppique spontanée. Cette étude est une continuation des études précédentes sur la base des relevés floristiques, réalisés au niveau de chaque station et une analyse quantitative physico-chimique du sol. afin de trouver la relation entre eux,certains travaux phytoécologiques réalisés par Benabadji (1991, 1995) et Bouazza (1991, 1995) sur les milieux steppiques à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba* montrent la nécessité d'intégrer, les variables édaphiques en relation avec la composition floristique, dans cette étude la méthode statistique de corrélation appliquée qui consiste à mettre en relation 11 espèces, avec les variables édaphiques et ce pour chacune des quatre stations, les données ont été traitées par l'analyse multivariée qui sont : l'analyse de la régression linéaire multiple et l'analyse en composante principale (ACP) à l'aide du logiciel "SPSS20".

Les variables introduites dans l'étude sont les suivantes:

- Variables édaphiques: l'humidité, la capacité de rétention, la perméabilité, le pH, Conductivité électrique, la matière organique, le $CaCO_3$ etMgO, AL_2O_3, SiO_2, K_2O, Fe_2O_3, CaO.
- Variable de présence et absence de l'espèce végétale et sa fréquence dans chaque relevée.

À l'aide de logiciel SPSS, on a obtenu une fiche, constituée de plusieurs tableaux pour chaque station, ces tableaux indiquent la corrélation entre chaque espèce et les paramètres du sol.

La corrélation est utilisée pour tester une relation entre deux variables, le résultat statistique variant de -1 à 1, corrélation négative parfaite à parfaite corrélation positive (Dytham, 2003), où $P < 0,05$ indique une corrélation significative et la valeur (r) déterminant la force de la corrélation.

L'analyse en composante principale (ACP) est une analyse multivariée qui évalue les corrélations entre des variables descriptives interdépendantes d'un même jeu de données. Elle est couramment utilisée pour exploiter des données de variables mésologiques ayant des unités de mesures différentes relevés sur plusieurs sites. Les projections des vecteurs des variables sur les axes du cercle de corrélation apportent parfois à ces axes une signification écologique. Chaque axe est alors interprété comme un gradient environnemental re-synthétisé et associé aux variables les plus corrélées avec lui. Cette technique condense graphiquement l'information contenue dans un important jeu de données en perdant un minimum d'informations (Clémentine Coiffait, 2011).

2. Résultats et interprétations

2.1. La régression

La corrélation entre la présence des espèces et les caractéristiques du sol donne les résultats suivants:

- ***Helianthemum lippi* (HL)**

Elle contribue positivement à la perméabilité de la station *Cupressus sempervirens* avec (r = 0.52) (Bêta = 0.52) et (P=0.017*) mais aucune contribution enregistrée avec d'autre paramètre, à travers ce résultat obtenu (Tab.47, fig.41), la dominance de cette espèce nécessite un sol perméable, en effet les travaux du sol par la technique de sillonnage augmente la perméabilité et permet de présenter des casseurs au niveau de la croute calcaire qui est considérée comme une barrière pour maintenir l'eau dans le sol afin de ne pas pénétrer dans la nappe souterraine.

Tableau 47 : Analyse de la régression de l'espèce *Helianthemum lippi*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	Ks (permiabilité)	,526	,526	,017	1,000	1,000
Eucalyptus	-	-	-	-	-	-
Pin	-	-	-	-	-	-
Témoin	-	-	-	-	-	-

a. Variable dépendante : HL

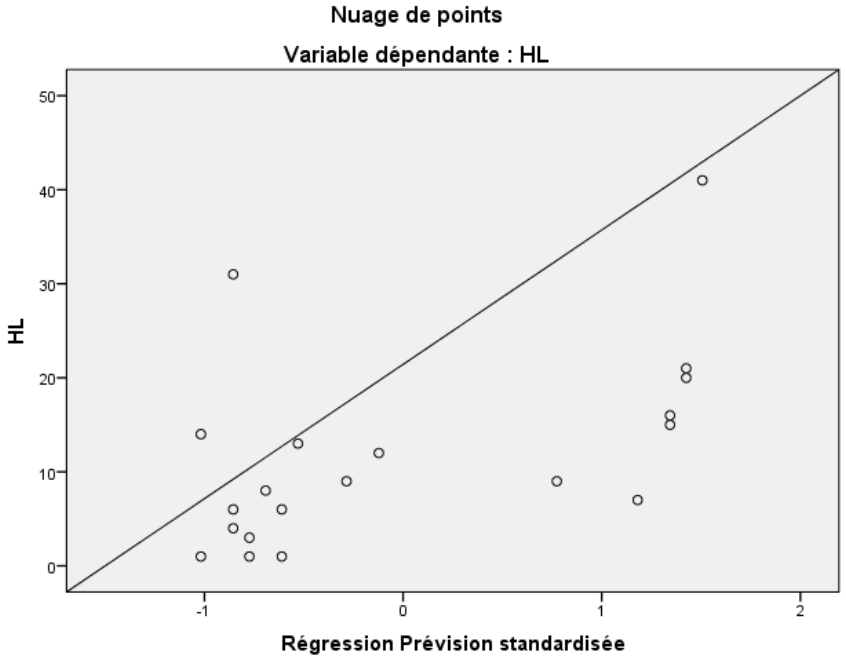


Figure 41 : Diagrammede régressions prévision standardisée de l'espèce *Helianthemum lippi.*

- ***Astragalus caprinus*** (AC)

Elle contribue positivement avec la matière organique de la station *Pinus halepensis* avec (r = 0.57) (Bêta = 0.57), P= (0.008**) et contribuée négativement au l'oxyde ferrique (Fe_2O_3) avec une contribution négative (r = 0.52) (Bêta = -0.52), P= (0.019*) à la station témoin c'est-à-dire l'augmentation de Fe_2O_3 contribue à diminuer la présence de cette espèce (Tab.48, fig.42) (effet négatif).

On peut interpréter ces résultats par les résultats obtenus dans les analyses chimiques du sol qui montrent que la matière organique de la station *Pinus halepensis* est plus bas par rapport à l'autre station et aussi la valeur de Fe_2O_3 est plus élevée dans la station témoin par rapport à l'autre station. Donc à travers ces résultats (Tab.48, fig.43) on peut synthétiser que l'espèce *Astragalus caprinus* s'installer dans les sols à faible teneur en matière organique et oxyde ferrique (Fe_2O_3).

Tableau 48 : Analyse de la régression de l'espèce *Astragalus caprinus*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus	-	-	-	-	-	-
Pin	MO	,574	,574	,008	1,000	1,000
Témoin	Fe_2o_3	,520	-,520	,019	1,000	1,000

a. Variable dépendante : AC

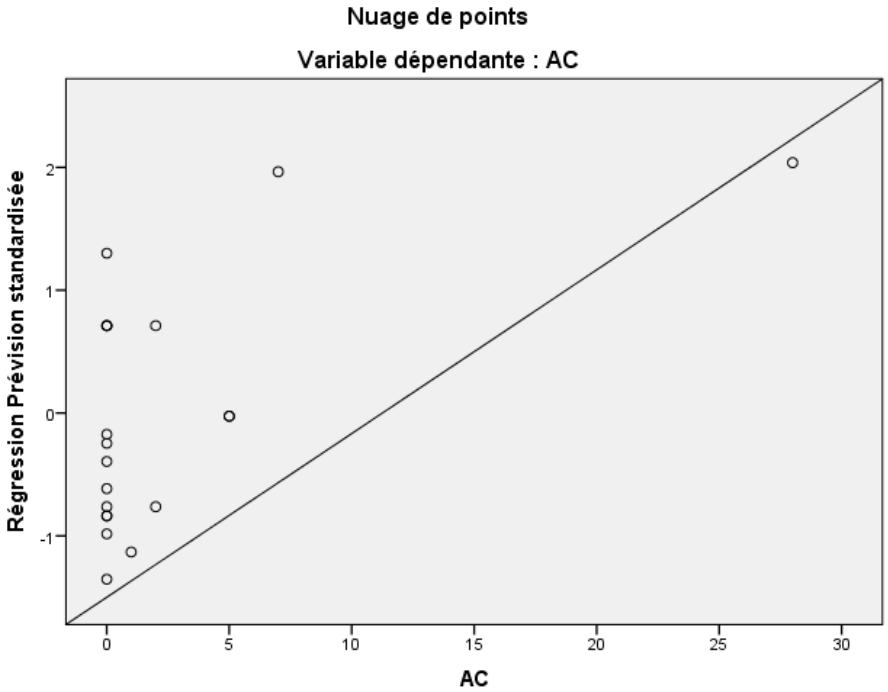


Figure 42: Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Astragalus caprinus* dans la station *Pinus halepensis.*

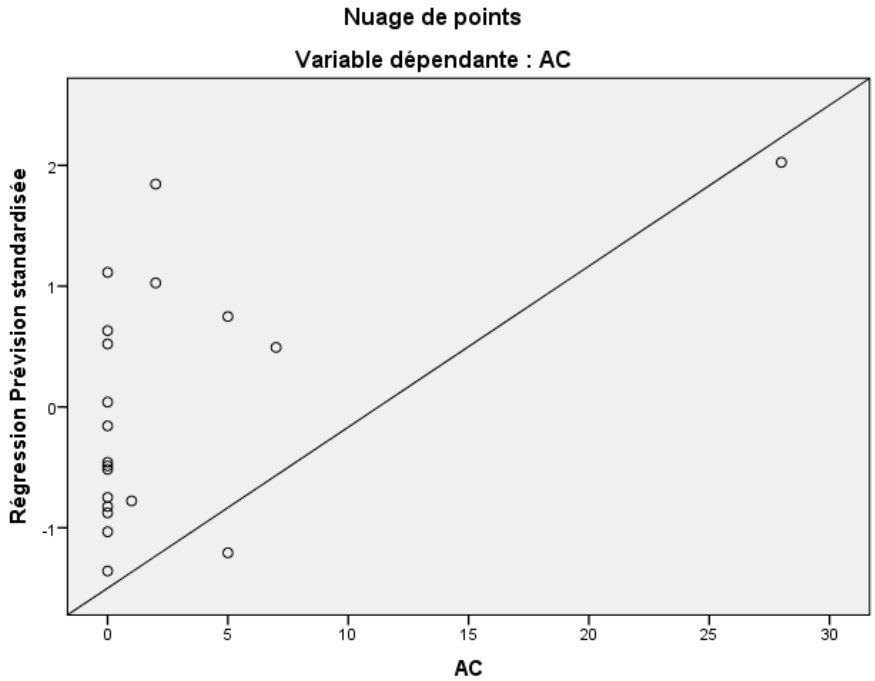


Figure 43 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Astragalus caprinus* dans la station témoin.

Eruca sativa (ES)

Elle contribue négativement à l'élément de dioxydede silicium (SiO_2) dans la station *Pinus halepensis* avec une contribution négative (r = 0.53) (Bêta = -0.53) et (P= 0.015*), les résultats chimiques du sol montrent aussi que la valeur SiO_2 est plus élevée dans la station *Pinus halepensis* donc à travers ces résultats (Tab.49) on peut conclure que l'augmentation du SiO_2 empêche la dominance de l'espèce *Eruca sativa.*

Tableau 49 : Analyse de la régression de l'espèce *Eruca sativa*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus	-	-	-	-	-	-
Pin	SiO_2	,536	-,536	,015	1,000	1,000
Témoin	-	-	-	-	-	-

a. Variable dépendante : ES

Hordeum murinum (HM)

Elle contribue positivement à la matière organique (MO) de la station *Eucalyptus camaldulensis* (r = 0.75) (Bêta = 0.63), (P=0.001**) et contribuée négativement au pH_{H2O} (Bêta =-0.43), (P=0.015*).Ces résultats obtenus (Tab.50, fig.44) sont en accord avec les résultats chimiques du sol qui montrent que la valeur de la matière organique et le pH_{H2O} est plus élevée dans la station *Eucalyptus camaldulensis,* la présence de l'espèce *Hordeum murinum* liée à la présence d'un sol du pH plus ou moins acide et riche en matière organique.

Une plus forte contribution positive a été enregistré avec d'oxyde de calcium (CaO) dans la station *Pinus halepensis* (r = 0.59) (Bêta = 0.59), (P=0.006**) (Tab.50, fig.45) et une contribution moyenne (r = 0.46) (Bêta = 0.46), (P= 0.038*) (Tab.50) avec la perméabilité dans la station témoin, à travers ces résultats et les résultats physico-chimique du sol qui indiquent la valeur CaO est élevée dans la station *Pinus halepensis* et que la perméabilité est élevée dans la station témoin.On peut dire que la présence de cette espèce due à la relation positive de la présence de l'élément (CaO) dans le sol.

En conclusion l'augmentation du teneur en d'oxyde de calcium favorise l'installation de l'espèce *Hordeum murinum.*

Tableau 50 : Analyse de la régression de l'espèce *Hordeum murinum*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus	MO	,755	,635	,001	,999	1,001
	pHeau		-,433	,015	,999	1,001
Pin	CaO	,596	,596	,006	1,000	1,000
Témoin	Ks	,467	,467	,038	1,000	1,000

a. Variable dépendante : HM

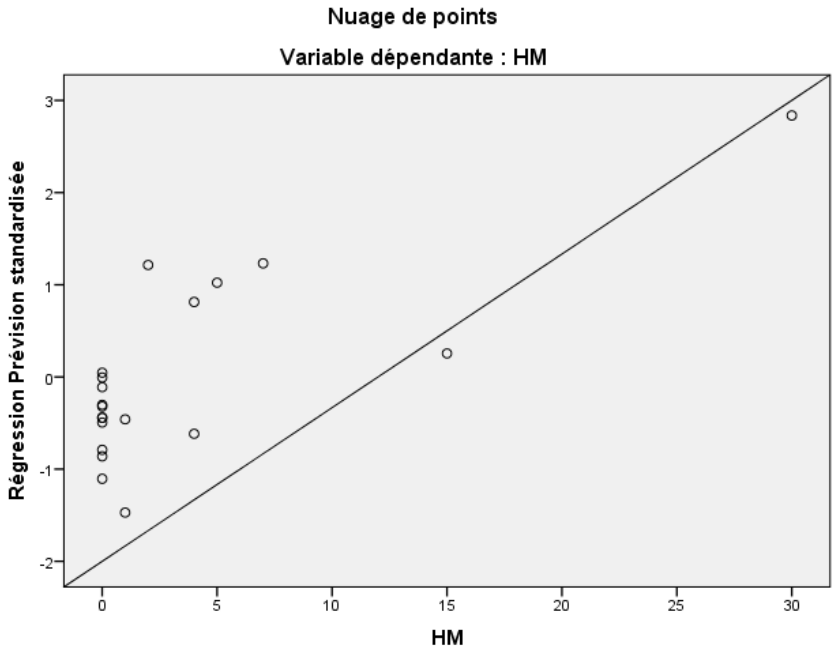


Figure 44: Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Hordeum murinum* dans la station *Eucalyptus camaldulensis*

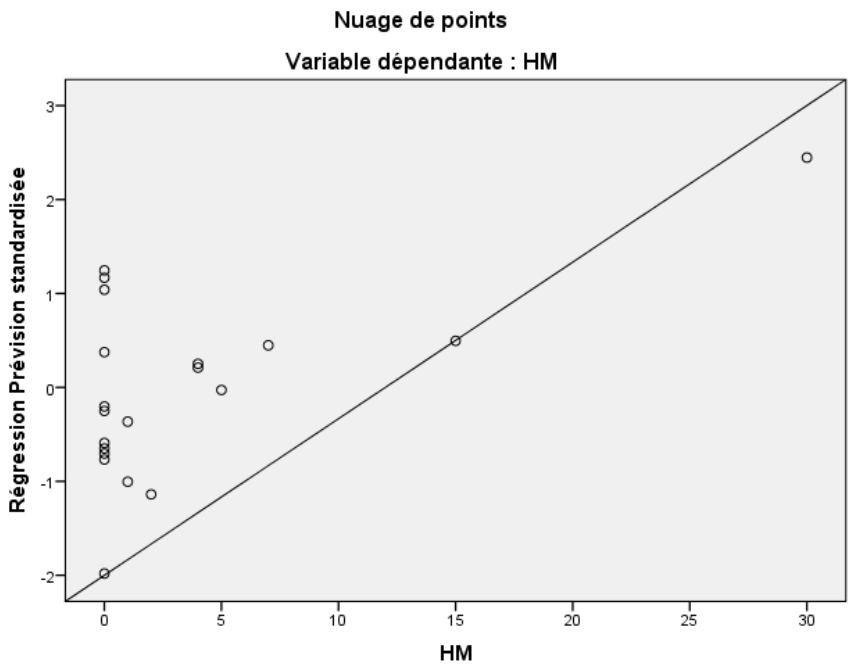


Figure 45 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Hordeum murinum* dans la station *Pinus halepensis.*

- ***Launaea arborescens* (LA)**

Elle contribue fortement positive à la matière organique dans la station *Pinus halepensis* (r = 0.60) (Bêta = 0.60) et (P=0.005**) (Tab.51, fig.46) par contre dans la station témoin est contribuée négativement au d'oxyde de potassium (K_2O) avec une très forte contribution (r = 0.78) (Bêta = -0.70), (P=0.000***) et au d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) avec (Bêta =-0.56),(P= 0.002**) (Tab.51, fig.47). On peut dire que la teneur des éléments d'oxyde de potassium (K_2O) et d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) est élevée dans le sol, contribue de réduire la présence de l'espèce *Launaea arborescens.*

En comparant la présence de l'espèce *Launaea arborescens* dans la station du *Pinus halepensis* où elle est contribuée positivement avec la matière organique et la station témoin où elle est contribuée négativement aux K_2O et Al_2O_3, l'installation et la dominance de cette espèce conditionnée par un taux élevé de la matière organique dans le sol et contrairement avec des teneurs faibles des éléments K_2O et Al_2O_3.

Tableau 51 : Analyse de la régression de l'espèce *Launaea arborescens*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus	-	-	-	-	-	-
Pin	MO	,601	,601	,005	1,000	1,000
Témoin	K_2O	,789	-,709	,000	,939	1,066
	Al_2O_3		-,564	,002	,939	1,066

a. Variable dépendante : LA

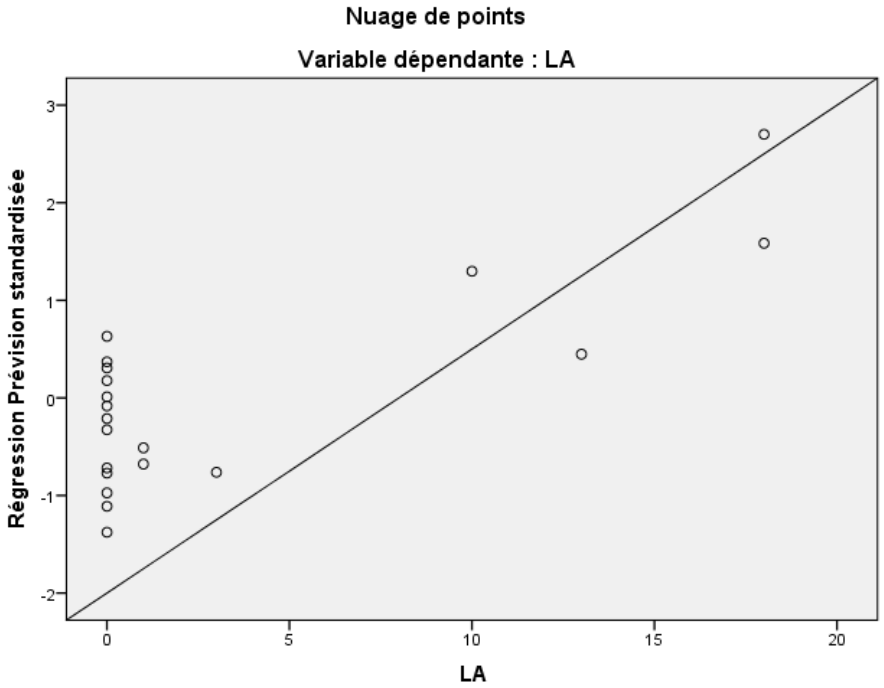


Figure 46 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Launaea arborescens* dans la station *Pinus halepensis.*

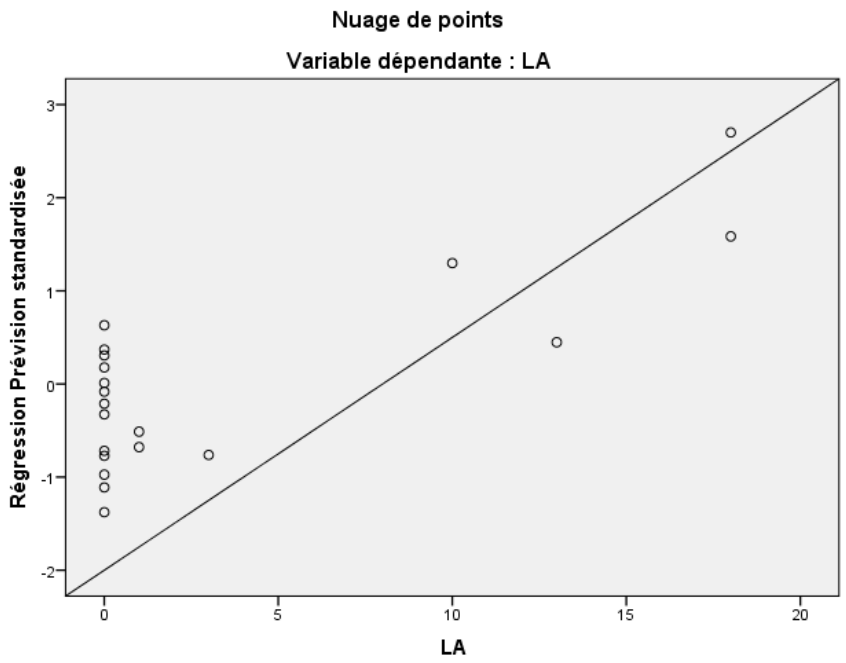


Figure 47 : Diagramme de régressions prévision standardiséede l'espèce *Launaea arborescens* dans la station témoin.

- ***Marrubium desertii* (MD)**

Elle contribue négativement à l'élémentd'oxyde ferrique (Fe_2O_3) avec une forte contribution négative (r = 0.57) (Bêta = -0.57) et (P=0.008**) (Tab.52, fig.48) dans la station *Eucalyptus camaldulensis*,ce résultat représente l'effet négatif de l'augmentation de l'élément d'oxyde ferrique (Fe_2O_3) dans le sol sur la dominance de l'espèce *Marrubium desertii.*

Tableau 52 : Analyse de larégression de l'espèce *Marrubium desertii.*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus	Fe_2O_3	,576	-,576	,008	1,000	1,000
Pin	-	-	-	-	-	-
Témoin	-	-	-	-	-	-

a. Variable dépendante : MD

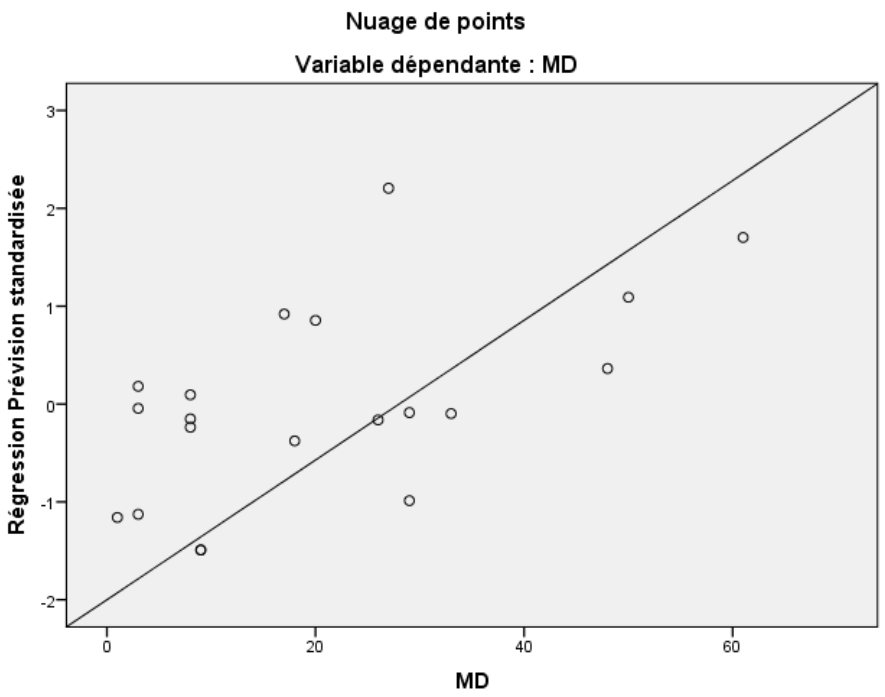


Figure 48 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Marrubium desertii.*

- ***Muricaria prostrata* (MP)**

Elle contribue négativement avec une forte contribution au pH_{H2O} (r = 0.81) (Bêta = -0.78), (P = 0.000**) et une contribution positive au d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3) (Bêta = 0.46), (P = 0.005**) dans la station *Eucalyptus camaldulensis* (Tab.53, fig.49), aussi dans la station *Pinus halepensis* la présence de l'espèce est contribuée négativement au pH_{H2O} (r =0.59) (Bêta = -0.59) et (p=0.006**) (Tab.53, fig.50), cette situation représente la relation négative entre la présence de l'espèce dans un sol du pH basique et avec une présence moyenne de l'élément d'oxyde d'aluminium (Al_2O_3).

Tableau 53 : Analyse de la régression de l'espèce *Muricaria prostrata*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus	pHeau	,815	-,788	,000	,943	1,060
	Al_2O_3		,466	,005	,943	1,060
Pin	pHeau	,591	-,591	,006	1,000	1,000
Témoin	-	-	-	-	-	-

a. Variable dépendante : MP

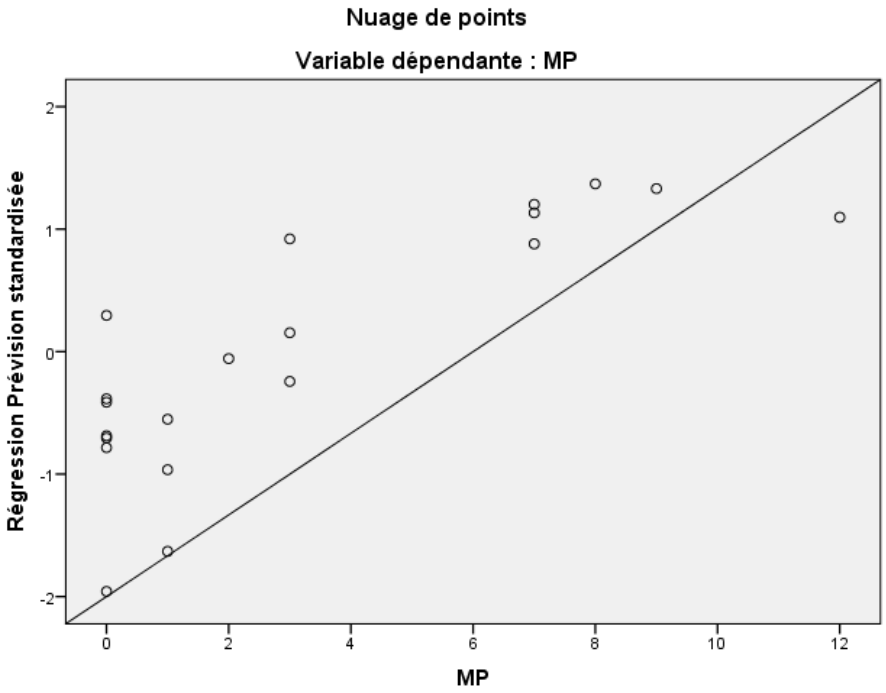


Figure 49 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Muricaria prostrata* dans la station *Eucalyptus camaldulensis*.

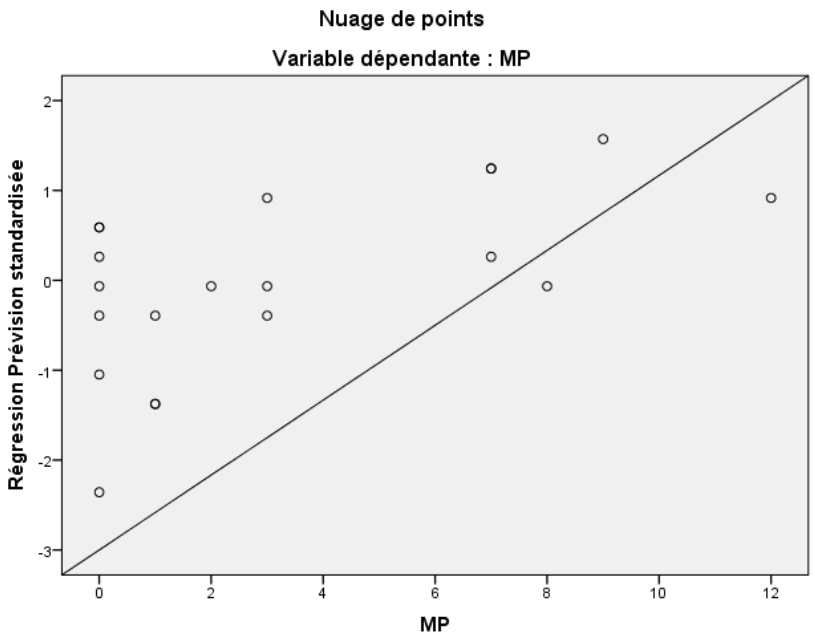


Figure 50 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Muricaria prostrata* dans la station *Pinus halepensis.*

- ***Papaver hybridium* (PH)**

Cette espèce enregistre une contribution positive moyenne avec la présence de la matière organique (r = 0.46) (Bêta= 0.46) et (P=0.040*) (Tab.54, fig.51) dans la station *Pinus halepensis* et au niveau de la station témoin, on constate qu'il ya une contribution négative avec d'oxyde de potassium (K_2O) (r = 0.56) (Bêta = -0.56) et (P=0.009**) (Tab.54, fig.52), qui signifient la dominance de l'espèce est conditionné par la présence de la matière organique avec un teneur moyen et la carence en élément d'oxyde de potassium (K_2O), qui peut être sa présence est considérés comme toxique pour cette espèce.

Tableau 54 : Analyse de la régression de l'espèce *Papaver hybridium* dans la station *Pinus halepensis.*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus	-	-	-	-	-	-
Pin	MO	,462	,462	,040	1,000	1,000
Témoin	K_2O	,567	-,567	,009	1,000	1,000

a. Variable dépendante : PH

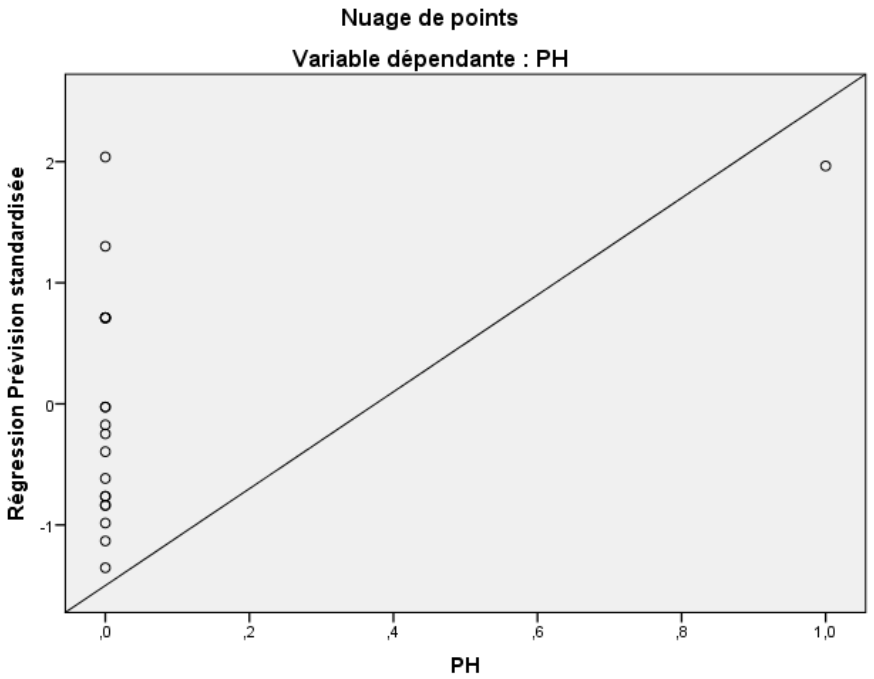


Figure 51 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Papaver hybridium* dans la station *Pinus halepensis.*

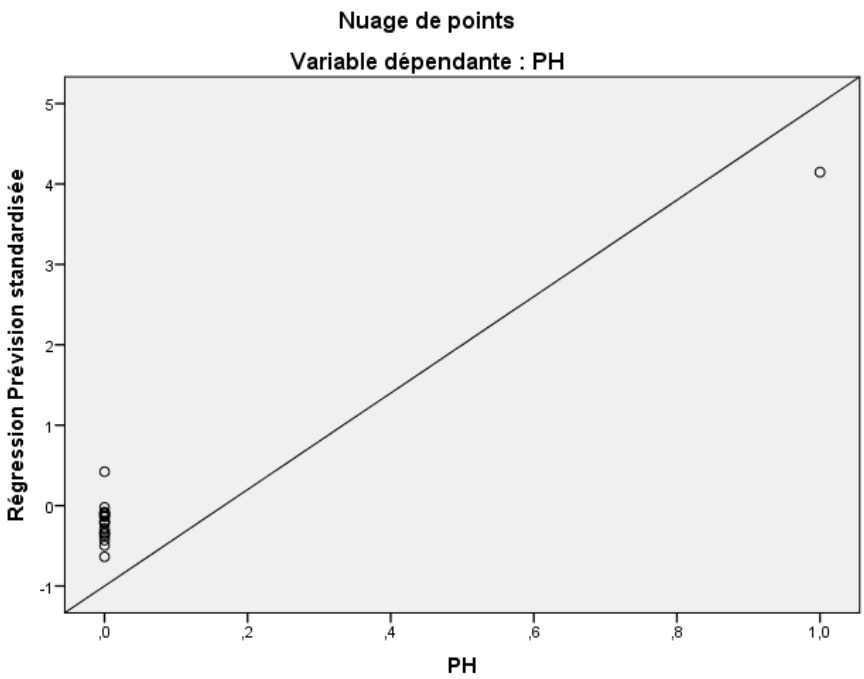


Figure 52 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Papaver hybridium* dans la station témoin.

- ***Atractylis serratuloides* (AS)**

Elle contribue positivement au d'oxyde de magnésium (MgO) avec (r = 0.66) (Bêta =0.66) et (P=0.001**) (Tab.55), dans la station de témoin et l'analyse du sol montre aussi la valeur de (MgO) qui est élevé dans cette station. Donc on peut conclure que la présence de l'espèce *Atractylis serratuloides* est liée à l'augmentation de (MgO) dans le sol.

Tableau 55 : Analyse de la régression de l'espèce *Atractylis serratuloides*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus	-	-	-	-	-	-
Pin	-	-	-	-	-	-
Témoin	MgO	,663	,663	,001	1,000	1,000

a. Variable dépendante : AS

Stipa parviflora (SP)

Elle contribue positivement au pH_{H2O} dans la station de *Cupressus sempervirens* avec (r = 0.63) (Bêta = 0.63) et (P=0.003**) (Tab.56, fig.53). Dans la station *Eucalyptus camaldulensis*, la présence de l'espèce est contribuée positivement àla conductivité électrique (CE) avec (r =0.70) (Bêta= 0.51) (P=0.009**) (Tab.56, fig.54) et aussi dans la station témoin une contribution négative à la matière organique (r = 0.47) (Bêta= -0.47) et (P=0.036*) (Tab.56, fig.55),ces résultats montrent que l'espèce *Stipa parviflora* préfère les sols salin, pauvre en matière organique et du pH plus ou moins acide.

Tableau 56: Analyse de la régression de l'espèce *Stipa parviflora*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	pHeau	,635	,635	,003	1,000	1,000
Eucalyptus	CE	,706	,706	,009	,982	1,019
Pin	-	-	-		-	-
Témoin	MO	,471	-,471	,036	1,000	1,000

a. Variable dépendante : SP

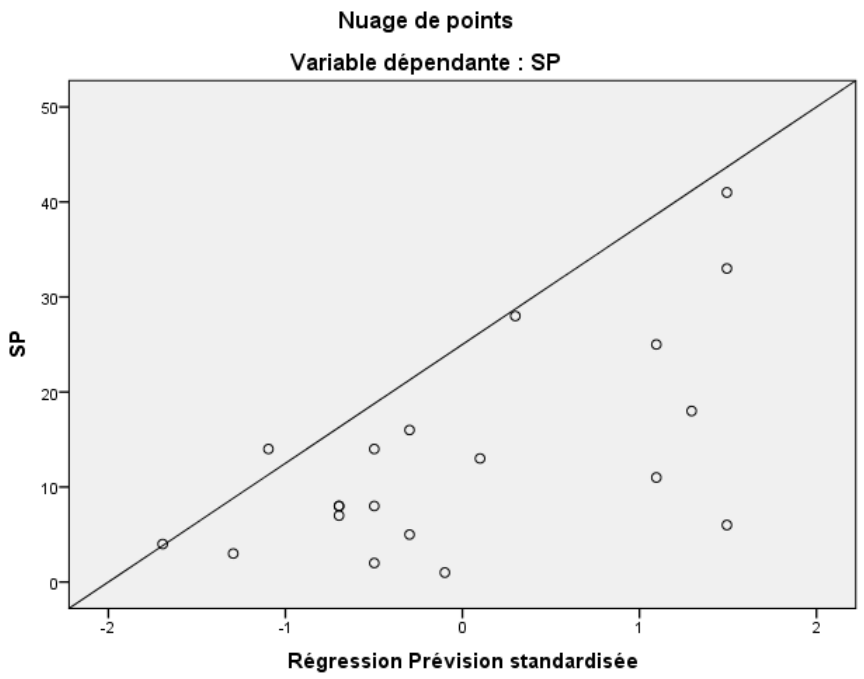


Figure 53 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Stipa parviflora* dans la station *Cupressus sempervirens*.

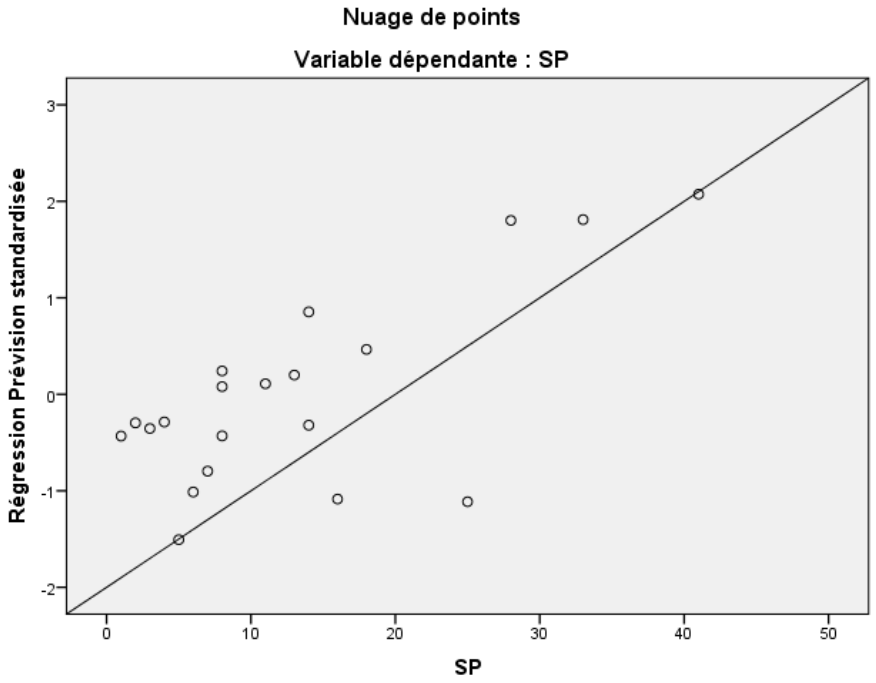


Figure 54 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Stipa parviflora* dans la station *Eucalyptus camaldulensis*

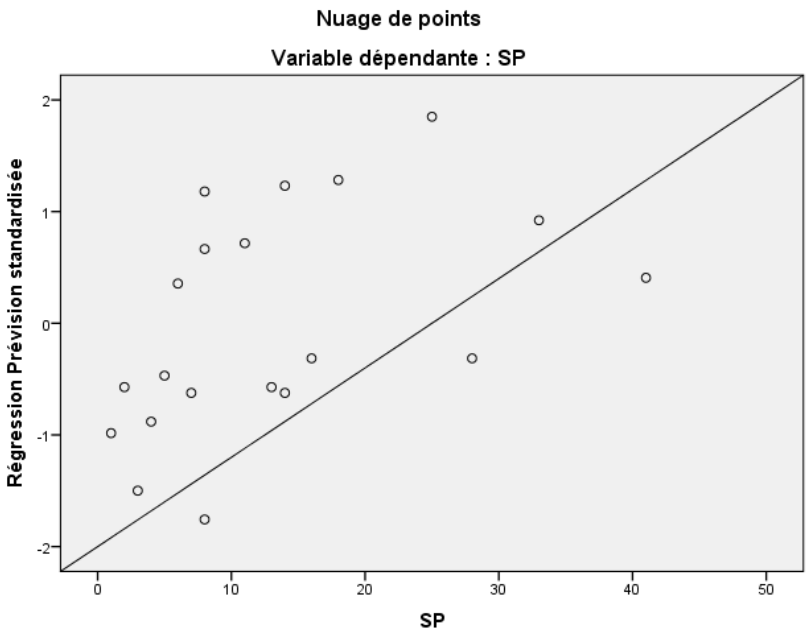


Figure 55 : Diagramme de régressions prévision standardisée *Stipa parviflora* dans la station témoin.

- ***Salvia verbenaca* (SV)**

Elle contribue positivement à la conductivité électrique (CE) dans la station *Eucalyptus camaldulensis* (r= 0.64) (Bêta = 0.64) et(P=0.002**) (Tab.57, fig.56) et aussi au carbonate de calcium ($CaCO_3$) dans la station témoin (r =0.46) (Bêta = 0.46) (P= 0.039*) (Tab.57, fig.57). Ces résultats indiquent que l'espèce *Salvia verbenaca* s'installe dans le sol salé et avec une présence moyenne de l'élément de carbonate de calcium ($CaCO_3$).

Tableau 57 : Analyse de la régression de l'espèce *Salvia verbenaca*

Station	Paramètre	Coefficient de régression (r)	Coefficients standardisés (Bêta)	Sig.	Statistiques de colinéarité	
					Tolérance	VIF
Cyprée	-	-	-	-	-	-
Eucalyptus	CE	,642	,642	,002	1,000	1,000
Pin	-	-	-	-	-	-
Témoin	$CaCO_3$	,465	,465	,039	1,000	1,000

a. Variable dépendante : SV

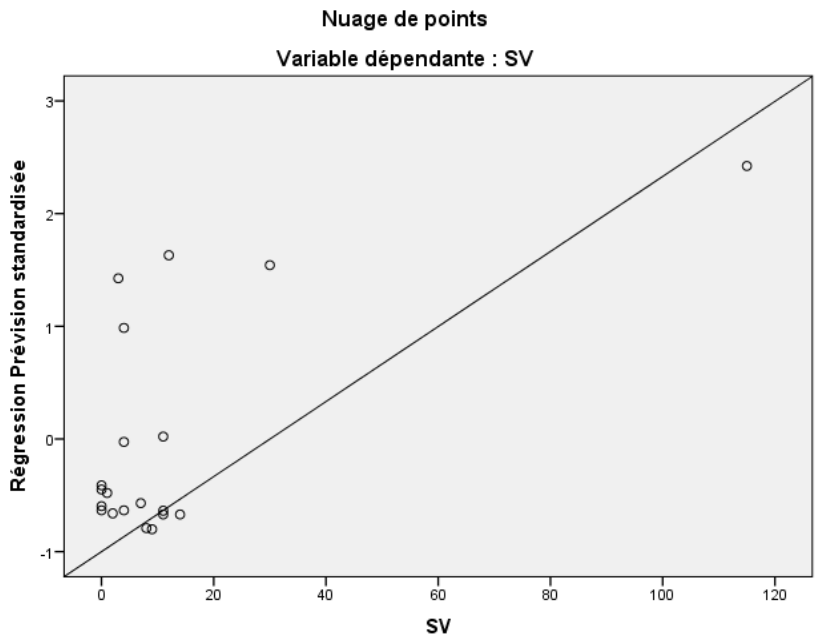


Figure 56 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Salvia verbenaca* dans la station *Eucalyptus camaldulensis*.

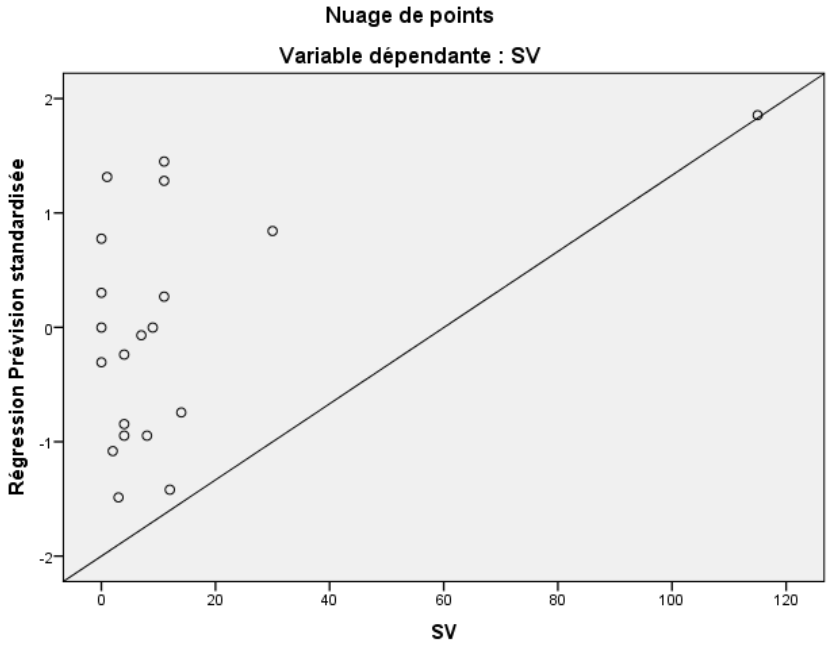


Figure 57 : Diagramme de régressions prévision standardisée de l'espèce *Salvia verbenaca* dans la station témoin.

2.2. Analyse composante principale (ACP)

2.2.1. La relation sol -végétation avec les paramètres physiques

- ***Eruca sativa* (ES)**

L'analyse de composante principale (ACP) représente dans (Tab.58, fig.58) montre que l'axefactoriel **1**est formé fortement par humidité **(Hu)** avec une corrélation égale à 0.893, capacité de rétention **(Rc)** 0.877 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité **(Ks)** avec une corrélation égale à0.736 et *Eruca sativa* 0.733 à travers ces résultats, l'espèce *Eruca sativa* est corrélée fortement par l'axe factoriel **2** avec une valeur (0.733). Donc cette espèce se trouve dans les sols où la perméabilité **(Ks)** est élevée.

Tableau 58 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Eruca sativa* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,893	-,216
Capacité de rétention(Rc)	,877	,126
Perméabilité (Ks)	-,250	**,736**
Eruca sativa	,150	**,733**

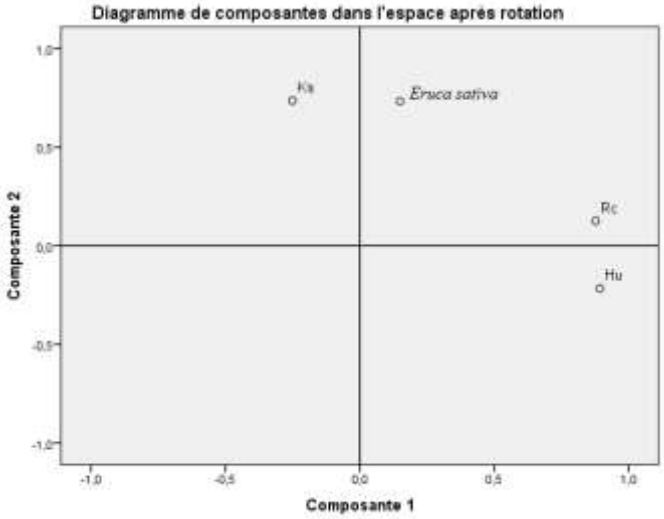


Figure 58 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Eruca sativa*

Hordeum murinum (HM)

Le résultat obtenu dans l'analyse de composante principale (ACP) dans (Tab.59, fig.59) représente que l'axe factoriel **1**est formé fortement par humidité (**Hu)** avec une corrélation égale à 0.898, capacité de rétention (**Rc)** 0.853 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité avec une corrélation égale à (**Ks)** 0.771 et *Hordeum murinum* 0.714. Alors l'espèce *Hordeum murinum* est corrélée fortement par l'axe factoriel **2** avec une valeur (0.714). Donc en peut dire aussi que cette espèce se trouve dans les sols où la (**Ks)** élevé.

Tableau 59 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Hordeum murinum* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,898	-,190
Capacité de rétention (Rc)	,853	,179
Perméabilité (Ks)	-,308	**,771**
Hordeum murinum	,280	**,714**

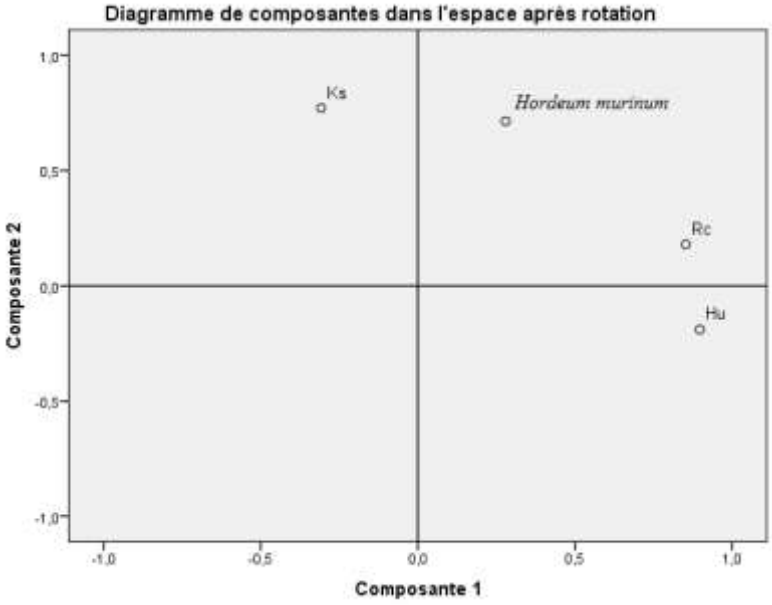


Figure 59: représente le diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Hordeum murinum*

Atractylis serratuloides (AS)

Le résultat présenté dans le (Tab.60, fig.60) indique que l'axe factoriel **1**est formé fortement par humidité (**Hu)** avec une corrélation égale à 0.886, capacité de rétention (**Rc)** 0.856 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité (**Ks)** avec une corrélation égale à 0.797et *Atractylis serratuloides* **(AS)** 0.547, à travers ce résultat obtenu, en peut dire que l'espèce *Atractylis serratuloides* est corrélée par l'axe factoriel **2** avec une valeur (0.547). Donc l'espèce *Atractylis serratuloides* se trouve dans les sols à une perméabilité élevée mais avec un degré moins fort par rapport aux espèces *Eruca sativa* et *Hordeum murinum.*

Tableau 60 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Atractylis serratuloides* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,886	-,222
Capacité de rétention (Rc)	,856	,204
Perméabilité (Ks)	-,306	**,797**
Atractylis serratuloides	,286	**,547**

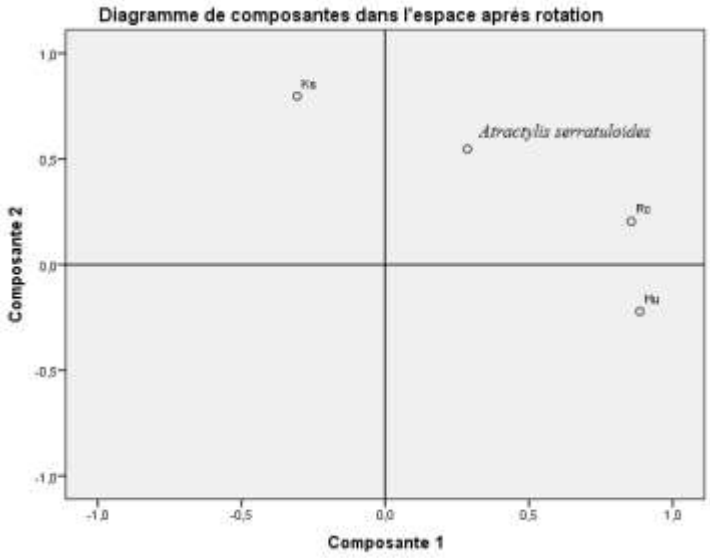


Figure 60 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Atractylis serratuloides*

Stipa parviflora (SP)

Le résultat présenté dans le (Tab.61, fig.61) enregistre que l'axe factoriel **1**est formé fortement par humidité (**Hu)** avec une corrélation égale à 0.893, capacité de rétention (**Rc)** 0.854 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité (**Ks)** avec une corrélation égale à0.737et *Stipa parviflora* **(SP)** -0.690. Alors l'espèce *stipa parviflora* est corrélée négativement par l'axe factoriel **2** avec une valeur (-0.690). Donc la présence de l'espèce *stipa parviflora* est liée négativement avec un sol où la présence forte de la perméabilité (**Ks)**,cette espèce s'installe dans les sols imperméables.

Tableau 61 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Stipa parviflora* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,893	-,206
Capacité de rétention (Rc)	,854	,189
Perméabilité (Ks)	-,320	**,737**
Stipa parviflora	-,261	**-,690**

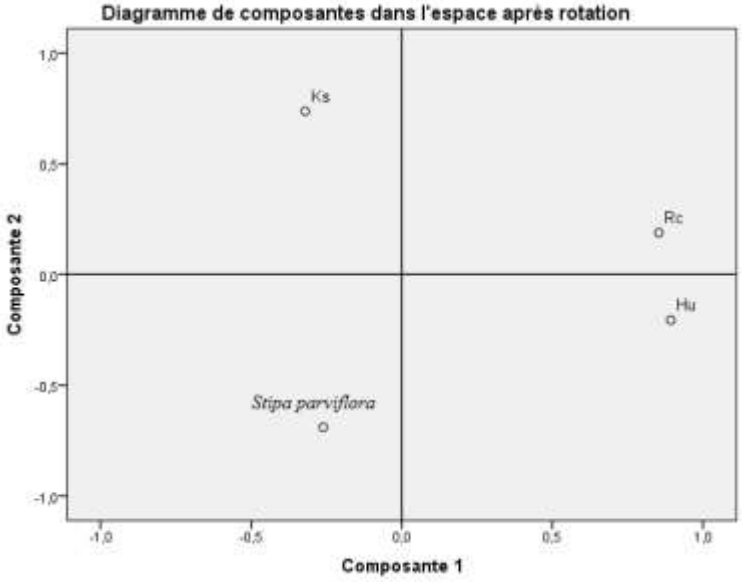


Figure 61 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Stipa parviflora*

Miricaria prostrata (MP)

Le résultat présenté dans le (Tab.62, Fig.62) indique que l'axe factoriel **1**est formé fortement par humidité (**hu)** avec une corrélation égale à 0.881, capacité de rétention (**Rc)** 0.904 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité (**Ks)** avec une corrélation égale à 0.780 et *Miricaria prostrata* **(MP)** 0.666. Alors, l'espèce *Miricaria prostrata* est corrélée par l'axe factoriel **2** avec une valeur (0.666). Donc l'espèce *Miricaria prostrata* se trouve dans les sols où la perméabilité est plus élevée aussi comme le groupe d'espèces (*Eruca sativa* et *Hordeum murinum*).

Tableau 62 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Miricaria prostrata* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,881	-,246
Capacité de rétention (Rc)	,904	,089
Perméabilité (Ks)	-,162	**,780**
Miricaria prostrata	,034	**,666**

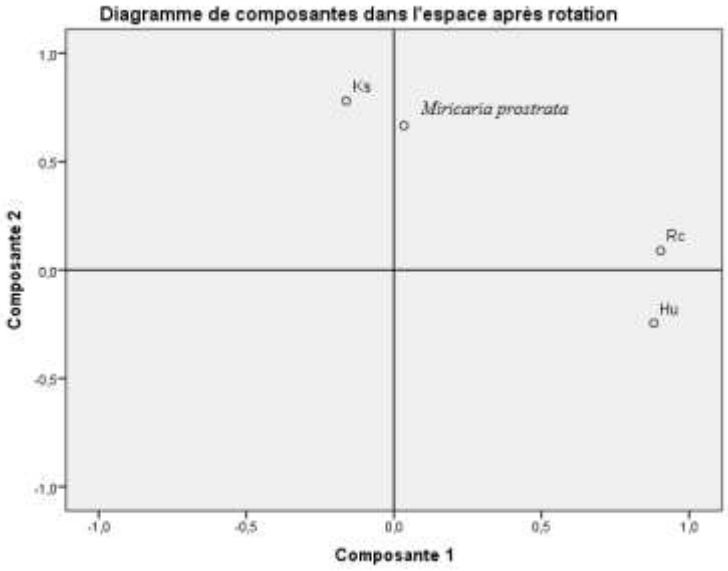


Figure 62 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Miricaria prostrata*

Salvia verbenaca (SV)

Le résultat de l'analyse composante principale présenté dans le (Tab.63, fig.63) enregistre que l'axe factoriel **1**est formé fortement par humidité (**Hu)** avec une corrélation égale à 0.898, capacité de rétention (**Rc)** 0.856 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité (**Ks)** avec une corrélation égale à 0.747 et *Salvia verbenaca* -0.711. Alors l'espèce *Salvia verbenaca* est corrélée négativement par l'axe factoriel **2** avec une valeur négative forte (-0.711). Donc la présence de l'espèce *Salvia verbenaca* est liée négativement avec un sol où la présence forte de (**Ks)** est comme l'espèce *Stipa parviflora*.

Tableau 63 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Salvia verbenaca* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,898	-,191
Capacité de rétention (Rc)	,856	,163
Perméabilité (Ks)	-,303	**,747**
Salvia verbenaca	-,238	**-,711**

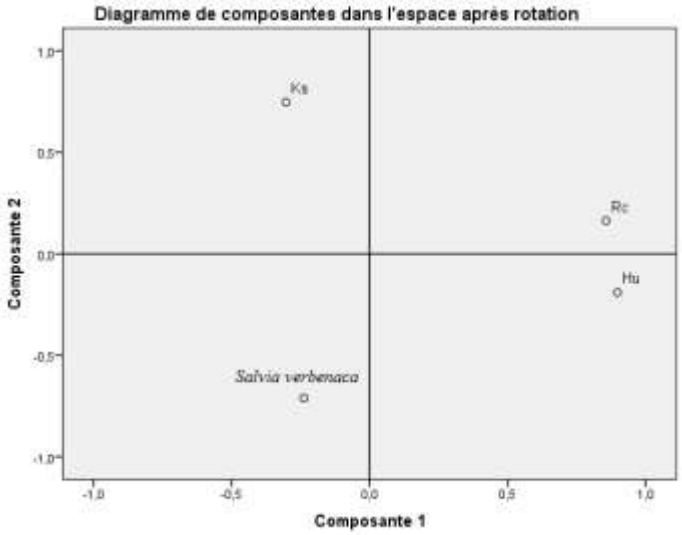


Figure 63 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Salvia verbenaca*

Papaver hybridium (PH)

Le résultat obtenu dans l'analyse de composante principale (ACP) dans le (Tab.64, fig.64) représente que l'axe factoriel **1**est formé fortement par humidité (**Hu)** avec une corrélation égale à 0.900, capacité de rétention (**Rc)** 0.848 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité (**Ks)** avec une corrélation égale à 0.743 et *Papaver hybridium* 0.686. Alors l'espèce *Papaver hybridium*est corrélée fortement par l'axe factoriel **2** avec une valeur (0.686). Donc en peut dire que cette espèce se trouve dans les sols où la (**Ks)** est élevé comme le groupe d'espèces (*Eruca sativa* et *Hordeum murinum, Atractylis serratuloides, Miricaria prostrata*).

Tableau 64 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Papaver hybridium* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,900	-,181
Capacité de rétention (Rc)	,848	,161
Perméabilité (Ks)	-,315	**,743**
Papaver hybridium	,251	**,686**

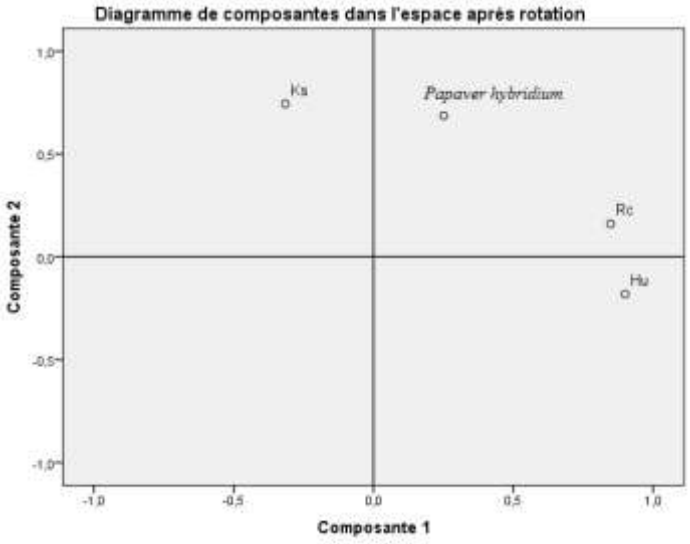


Figure 64 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Papaver hybridium*

Launaea arborescens (LA)

Le résultat obtenu dans l'analyse de composante principale (ACP) dans le (Tab.65, fig.65) indique que l'axe factoriel **1**est formé fortement par humidité **(Hu)** avec une corrélation égale à 0.888, capacité de rétention **(Rc)** 0.870 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité **(Ks)** avec une corrélation égale à 0.660 et *Launaea arborescens* 0.739. Alors l'espèce *Launaea arborescens* est corrélée fortement par l'axe factoriel **2** avec une valeur (0.739). Donc en peut dire que cette espèce se trouve aussi dans les sols où la **Ks** est élevée comme le groupe d'espèces (*Eruca sativa* et *Hordeum murinum, Atractylis serratuloides, Miricaria prostrata, Papaver hybridium*).

Tableau 65: Analyse de larelation des paramètres physiques avec l'espèce *Launaea arborescens* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,888	-,240
Capacité de rétention (Rc)	,870	,150
Perméabilité (Ks)	-,294	**,660**
Launaea arborescens	,178	**,739**

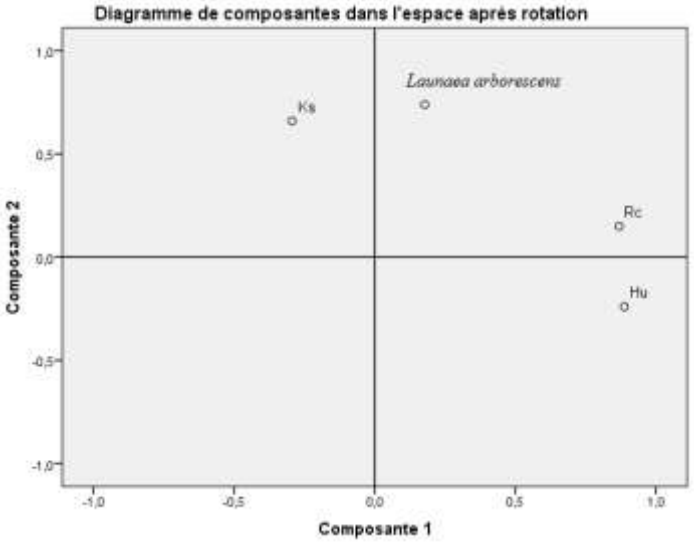


Figure 65 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Launaea arborescens*

Astragalus caprinus (AC)

Le résultat obtenu dans l'analyse de composante principale (ACP) dans le (Tab.66, fig.66) montre que l'axe factoriel **1**est formé fortement par humidité (**Hu)** avec une corrélation égale à 0.908, capacité de rétention (**Rc)** 0.851 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité (**Ks)** avec une corrélation égale à 0.723 **(AC)** 0.732. Alors l'espèce *Astragalus caprinus* est corrélée fortement par l'axe factoriel **2** avec une valeur (0.732). En conclusion, on peut dire que la présence de cette espèce domine aussi dans les sols où la (**Ks)** est élevée comme le groupe d'espèces (*Eruca sativa* et *Hordeum murinum, Atractylis serratuloides, Miricaria prostrata, Papaver hybridium, Launaea arborescens*).

Tableau 66 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Astragalus caprinus* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,908	-,154
Capacité de rétention (Rc)	,851	,095
Perméabilité (Ks)	-,289	**,723**
Astragalus caprinus	,193	**,732**

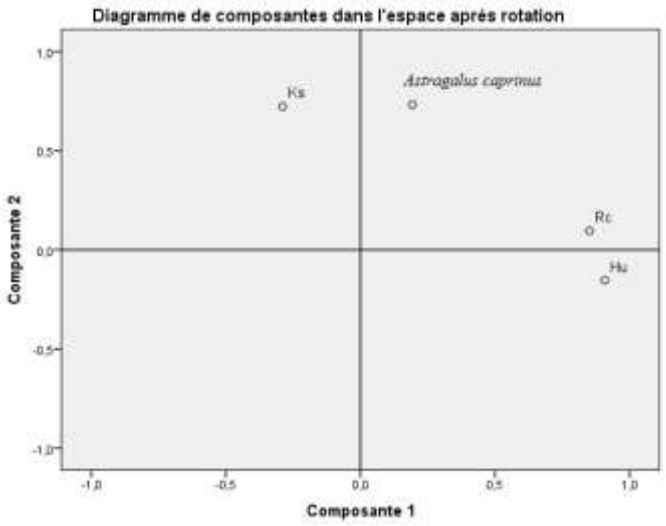


Figure 66 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Astragalus caprinus*

Marrubium desertii (MD)

Le résultat de l'analyse composante principale présenté dans le (Tab.67, fig.67) enregistre que l'axe factoriel **1**est formé fortement par humidité (**Hu)** avec une corrélation égale à 0.880, capacité de rétention (**Rc)** 0.897 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité (**Ks)** avec une corrélation égale à -0.730 et *Marrubium desertii* **(MD)**

-0.705. Alors l'espèce *Marrubium desertii* est corrélée négativement par l'axe factoriel **2** avec une valeur (-0.705).Par conséquent la présence de l'espèce *Marrubium desertii* est liée négativement avec un sol où la présence forte de (**Ks)** est aussi comme le groupe d'espèces *stipa parviflora* et *Salvia verbenaca.*

Tableau 67 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Marrubium desertii* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,880	,261
Capacité de rétention (Rc)	,897	-,118
Perméabilité (Ks)	-,205	**-,730**
Marrubium desertii	-,087	**,705**

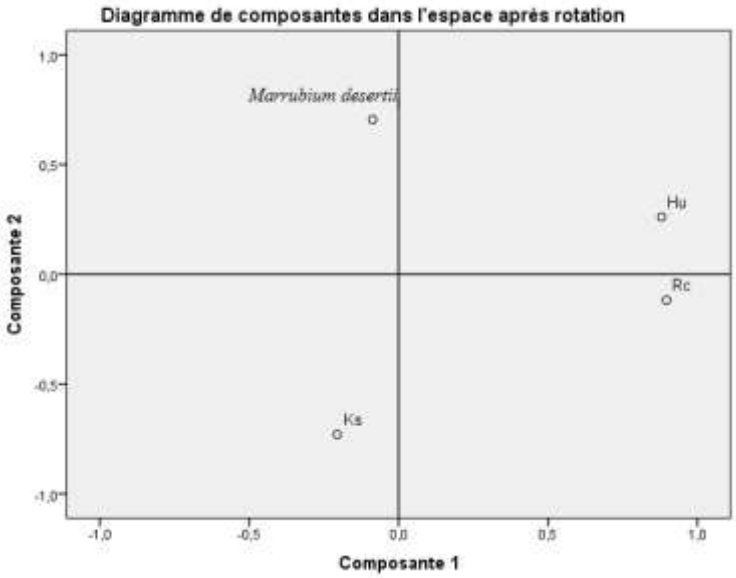


Figure 67 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Marrubium desertii*

Helianthemum lippi (HL)

Le résultat de l'analyse composante principale présenté dans le (Tab.68, fig.68) indique que l'axe factoriel **1**est formé fortement par humidité (**Hu)** avec une corrélation égale à 0.885, capacité de rétention (**Rc)** 0.893 et l'axe factoriel **2** est formé par la perméabilité (**Ks)** avec une corrélation égale à (-0.743) et *Helianthemum lippi* **(HL)** (0.727). Alors l'espèce *Helianthemum lippi* est corrélée positivement par l'axe factoriel **2** avec une valeur (0.727).En synthétisant que la présence de l'espèce *Helianthemum lippi* est liée avec un sol de perméabilité (**Ks)** faible,cette espèce rejoint le groupe (*Stipa parviflora, Salvia verbenaca, Marrubium desertii*).

Tableau 68 : Analyse de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Helianthemum lippi* dans l'axe factoriel 1 et 2

	Composante	
	Axe 1	Axe 2
Humidité (Hu)	,885	,244
Capacité de rétention (Rc)	,893	-,112
Perméabilité (Ks)	-,207	**-,743**
Helianthemum lippi	-,092	**,727**

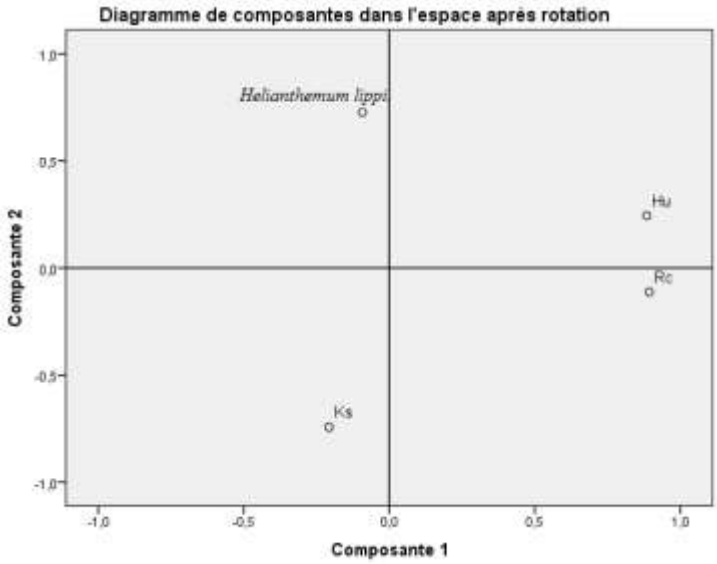


Figure 68 : Diagramme de la relation des paramètres physiques avec l'espèce *Helianthemum lippi*

2.2.2. La relation sol-végétation avec les paramètres chimiques

- ***Eruca sativa* (ES)**

Le résultat de l'analyse composante principale (ACP) présenté dans le (Tab.69, Fig.69) montre que l'espèce *Eruca sativa* est corrélée avec l'axe factoriel **3** et liée négativement avec pH_{H2O} (-0.852) et positivement avec conductivité électrique (CE) (0.836). Alors la présence de cette espèce dans les sols les plus salinset du pH plus ou moins acide.

Tableau 69 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Eruca sativa*

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	,101	-,271	-,041
pH_{H2O}	,314	,155	**-,852**
Conductivité électrique (CE)	-,202	,006	**,836**
$CaCO_3$	-,278	-,898	,102
Fe_2O_3	,939	,106	-,113
SiO_2	-,524	,795	,087
Al_2O_3	,939	-,149	-,153
MgO	,713	-,341	-,082
K_2O	-,070	,946	-,022
Eruca sativa	,313	,220	**,511**

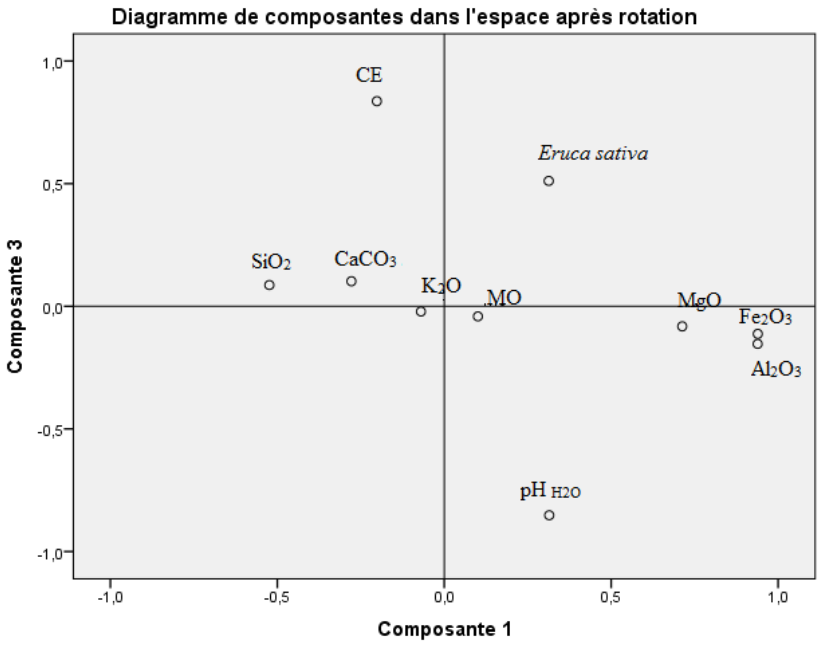


Figure 69 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Eruca sativa*

Hordeum murinum (HM)

Le résultat obtenu dans l'analyse de composante principale (ACP) dans le (Tab.70, Fig.70) représente que le 3ème axe factoriel est formé positivement avec une valeur (0.556) et une forte corrélation négative avec pH_{H2O} (-0.848) et aussi une forte corrélation positive avec conductivité électrique (CE) (0.816).On constate que l'espèce *Hordeum murinum*est s'installée aussi que l'espèce *Eruca sativa* dans les sols les plus salins et du pH plus ou moins acide.

Tableau 70 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Hordeum murinum*

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	,104	-,281	-,020
pH_{H2O}	,334	,126	**-,848**
Conductivité électrique (CE)	-,224	,047	**,816**
$CaCO_3$	-,278	-,900	,125
Fe_2O_3	,947	,115	-,084
SiO_2	-,523	,797	,063
Al_2O_3	,946	-,144	-,120
MgO	,714	-,335	-,062
K_2O	-,061	,950	-,028
Hordeum murinum	,268	,016	**,556**

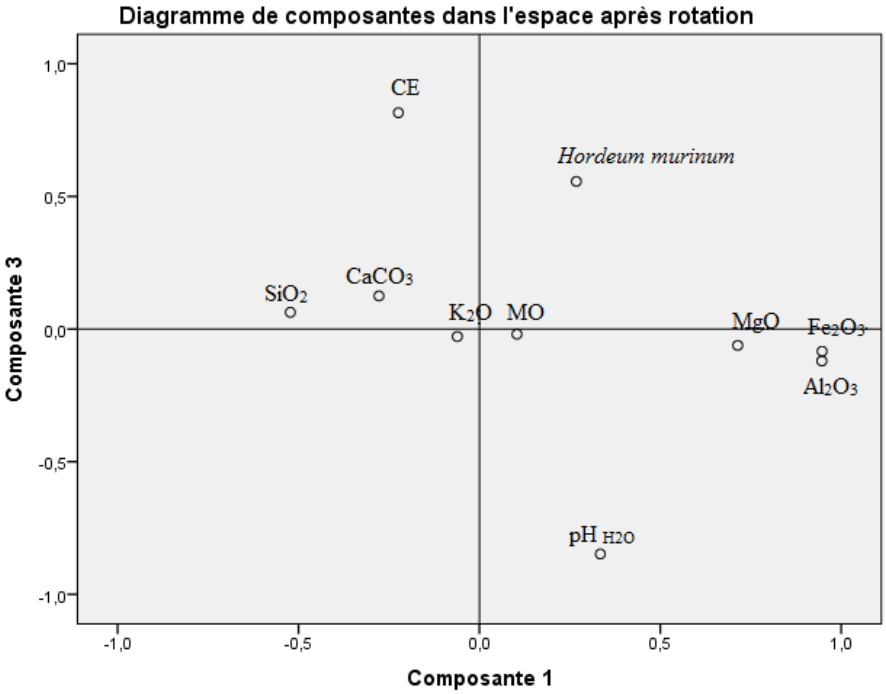


Figure 70 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Hordeum murinum*

Atractylis serratuloides (AS)

Le résultat présenté dans le (Tab.71, Fig.70) indique que l'axe factoriel **3** est formé négativement (-0.568) et avec une corrélation forte par pH_{H2O} (0.759) et aussi corrélé négativement forte avec conductivité électrique (CE) (-0.733). Donc la présence de l'espèce *Atractylis serratuloides* dans les sols non salés et basique.

Tableau 71: Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Atractylis serratuloides*

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	-,013	-,323	,413
pH_{H2O}	,385	,263	**,759**
Conductivité électrique (CE)	-,297	-,090	**-,733**
$CaCO_3$	-,204	-,931	,013
Fe_2O_3	,926	,201	,033
SiO_2	-,631	,722	-,036
Al_2O_3	,949	-,051	,104
MgO	,730	-,271	,091
K_2O	-,196	,919	,046
Atractylis serratuloides	,197	,089	**-,568**

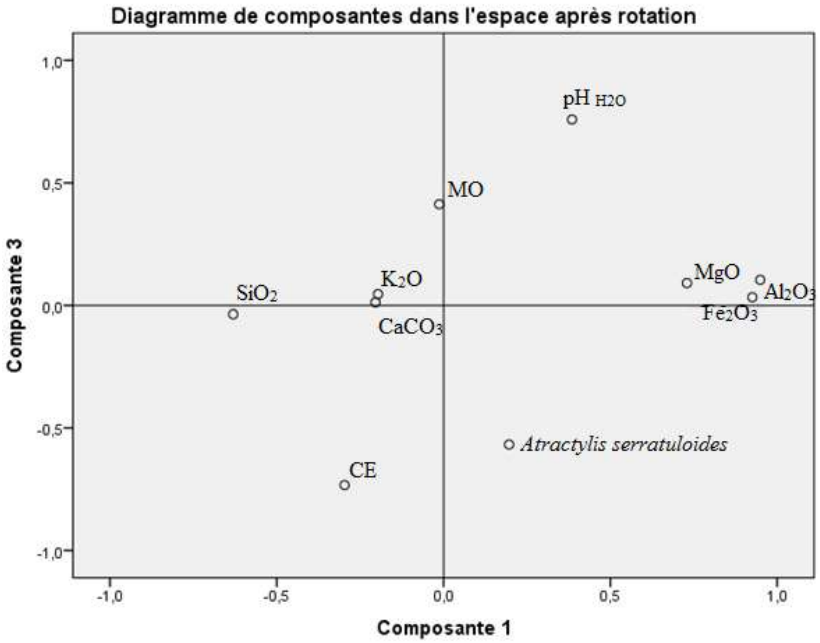


Figure 71 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Atractylis serratuloides*

Stipa parviflora (SP)

Le résultat présenté dans le (Tab.72, Fig.72) enregistre que, une corrélation faible avec l'axe factoriel **3** (0.362) et corrélé négativement forte avec pH_{H2O} (-0.817) et une forte corrélation positive avec conductivité électrique (CE) (0.887). Donc on peut dire que l'espèce *Stipa parviflora* s'installe dans les sols les plus salins et du pH plus ou moins acide.

Tableau72 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Stipa parviflora*

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	,040	-,310	-,210
pH_{H2O}	,321	,197	**-,817**
conductivité électrique (CE)	-,179	,003	**,887**
$CaCO_3$	-,207	-,925	,078
Fe_2O_3	,930	,191	-,099
SiO_2	-,603	,741	,067
Al_2O_3	,951	-,063	-,145
MgO	,751	-,267	-,059
K_2O	-,176	,923	-,063
Stipa parviflora	,154	,200	**,362**

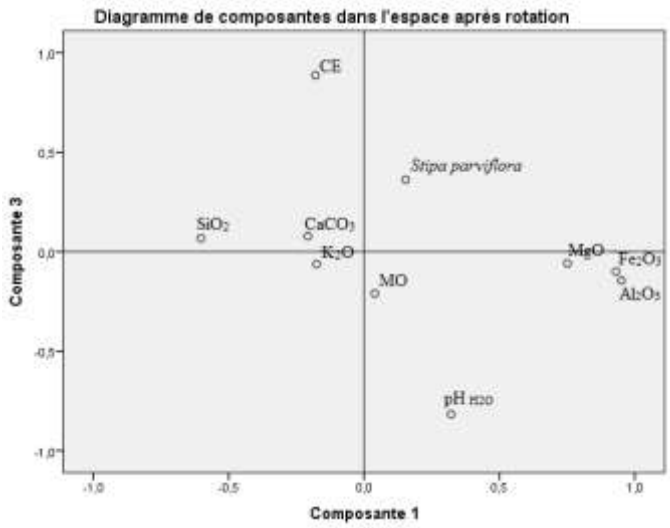


Figure 72: Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Stipa parviflora.*

Miricaria prostrata (MP)

Le résultat obtenu dans l'analyse (ACP) dans le (Tab.73, Fig.73) représente que le 3ème axe factoriel est formé par une corrélation positivement très faible avec une valeur (0.130) et une forte corrélation positive avec pH_{H2O} (0.845) et aussi une forte corrélation négative avec conductivité électrique (CE) (-0.916).On conclut que l'espèce *Miricaria prostrata* préfère plus ou moins les sols salins et basiques.

Tableau 73 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Miricaria prostrata*

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	,043	-,308	,203
pH_{H2O}	,304	,189	**,845**
conductivité électrique (CE)	-,162	,010	**-,916**
$CaCO_3$	-,215	-,930	-,063
Fe_2O_3	,939	,197	,086
SiO_2	-,603	,740	-,070
Al_2O_3	,955	-,060	,140
MgO	,755	-,265	,052
K_2O	-,162	,932	,033
Miricaria prostrata	-,030	-,052	**,130**

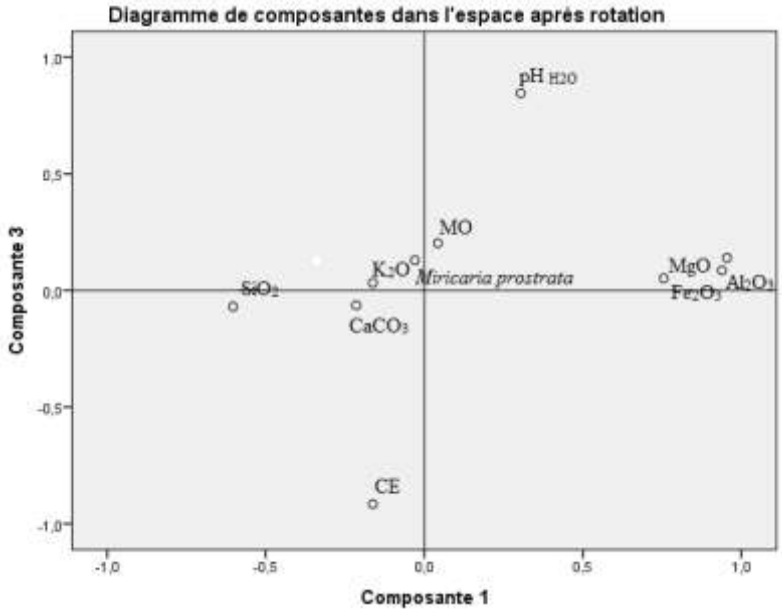


Figure 73 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Miricaria prostrata.*

- ***Salvia verbenaca* (SV)**

Le résultat de l'analyse composante principale présenté dans le (Tab.74, Fig.74) enregistre que l'axe factoriel **3** est formé négativement (-0.508) et avec une corrélation forte par pH_{H2O} (0.828) et aussi corrélée négativement forte avec conductivité électrique (CE) (-0.870). Donc la présence de l'espèce *Salvia verbenaca* dans les sols non salés et basique aussi comme l'espèce *Atractylis serratuloides*.

Tableau 74 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Salvia verbenaca* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	,029	-,344	,187
pH_{H2O}	,294	,079	**,828**
conductivité électrique(CE)	-,155	,128	**-,870**
$CaCO_3$	-,203	-,920	-,168
Fe_2O_3	,930	,201	,145
SiO_2	-,625	,726	,039
Al_2O_3	,956	-,059	,145
MgO	,738	-,269	,090
K_2O	-,188	,912	,168
Salvia verbenaca	,040	-,082	**-,508**

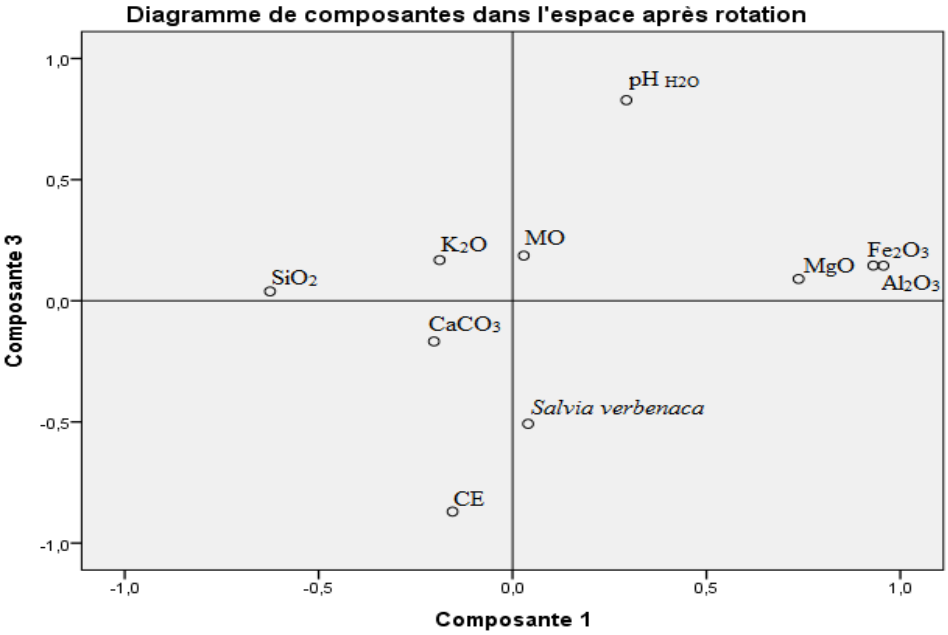


Figure 74 : Diagramme de la relation des paramètres chimique avec l'espèce *Salvia verbenaca.*

***Papaver hybridium* (PH)**

Le résultat obtenu dans l'analyse (ACP) dans le (Tab.75, Fig.75) représente que le 3ème axe factoriel est formé par une corrélation négativement très faible avec une valeur (-0,248) et une forte corrélation négative avec pH_{H2O} (-0,573) et aussi une forte corrélation positive avec conductivité électrique (CE) (0,736). Alors l'espèce *Papaver hybridium* préfère dominer dans les sols plus ou moins salins et du pH plus ou moins acide.

Tableau 75: Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Papaver hybridium*

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	,221	-,170	-,141
pH_{H2O}	,455	,559	**-,573**
Conductivité électrique (CE)	-,440	-,364	**,736**
$CaCO_3$	,179	-,907	-,218
Fe_2O_3	,747	,478	,371
SiO_2	-,839	,452	-,049
Al_2O_3	,882	,277	,285
MgO	,770	,006	,222
K_2O	-,509	,787	,089
Papaver hybridium	,165	-,246	**-,248**

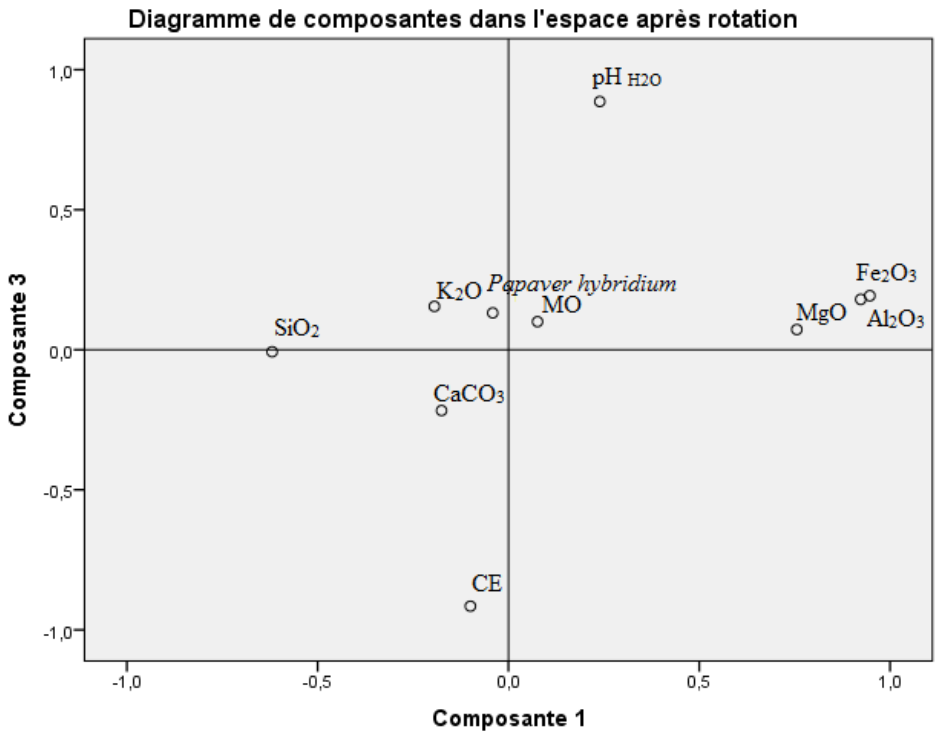


Figure 75 : Diagramme de la relation des paramètres chimique avec l'espèce *Papaver hybridium.*

- ***Launaea arborescens* (LA)**

Le résultat de l'analyse composante principale présenté dans le (Tab.76, Fig.76) indique que l'axe factoriel **2** est formé négativement faible (-0.350) et avec une corrélation négativement forte par $CaCO_3$ (-0.920) et aussi corrélé positivement forte avec K_2O (0.933). Donc l'absence de l'espèce *Launaea arborescens* dans les sols avec un teneur de calcaire faible et de K_2O élevé qui signifie que l'élément K_2O est considéré comme toxique pour cette espèce.

Tableau 76 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Launaea arborescens*

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	-,016	-,292	,309
pH_{H2O}	,293	,196	,834
Conductivité électrique (CE)	-,153	,000	-,888
$CaCO_3$	-,241	**-,920**	-,025
Fe_2O_3	,936	,187	,113
SiO_2	-,590	**,743**	-,096
Al_2O_3	,946	-,068	,174
MgO	,738	-,287	,098
K_2O	-,152	**,933**	,021
Launaea arborescens	,132	**-,350**	-,237

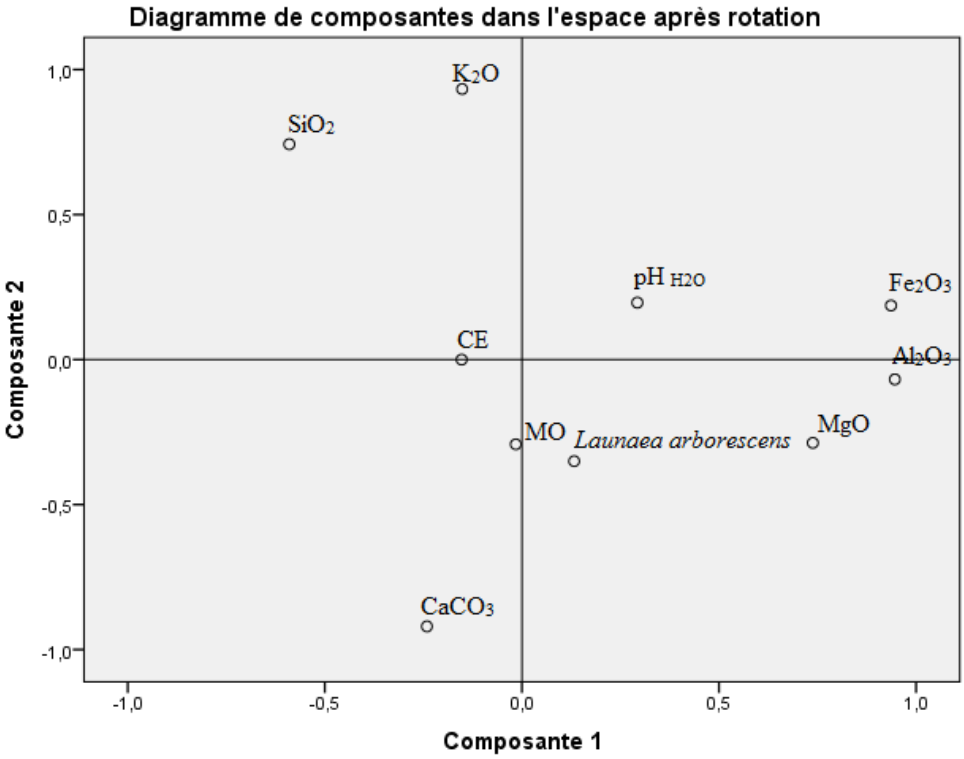


Figure 76 : Diagramme de la relation des paramètres chimique avec l'espèce *Launaea arborescens.*

Astragalus caprinus (AC)

Le résultat de l'analyse composante principale présenté dans le (Tab.77, Fig.77) montre que l'axe factoriel **2** est formé négativement faible (-0.408) et avec une corrélation négativement forte par $CaCO_3$ (-0.915) et aussi corrélé positivement forte avec K_2O (0.894).On peut dire que l'absence de l'espèce *Astragalus caprinus* dans les sols avec un teneur de calcaire faible et de K_2O élevé qui signifie que l'élément K_2O est considéré comme toxique pour cette espèce aussi comme l'espèce *Launaea arborescens*.

Tableau 77 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Astragalus caprinus*

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	,077	-,296	,144
pH_{H2O}	,232	,120	,884
Conductivité électrique (CE)	-,099	,109	-,923
$CaCO_3$	-,117	**-,915**	-,189
Fe_2O_3	,908	,258	,176
SiO_2	-,663	,688	-,031
Al_2O_3	,944	-,002	,202
MgO	,765	-,213	,089
K_2O	-,253	**,894**	,128
Astragalus caprinus	-,114	**-,408**	,043

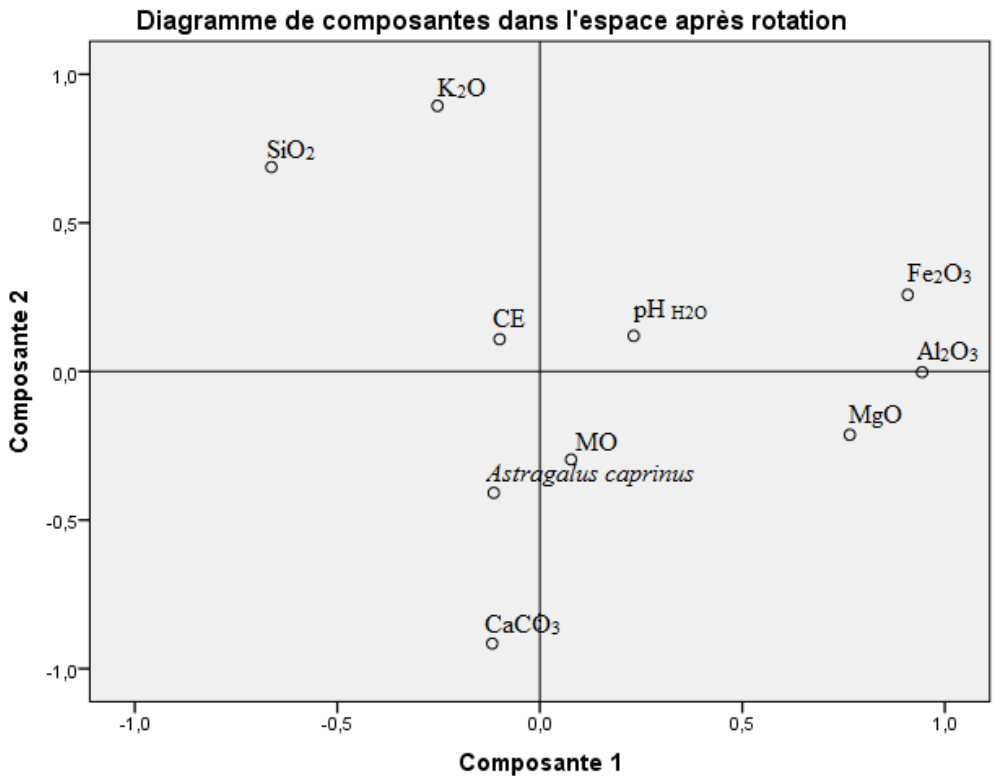


Figure77 : Diagramme de la relation des paramètres chimique avec l'espèce *Astragalus caprinus.*

- ***Marrubium desertii* (MD)**

Le résultat obtenu dans l'analyse (ACP) dans le (Tab.78, Fig.78) représente que le 3ème axe factoriel est formé par une corrélation positivement faible avec une valeur (0.455) et une forte corrélation négative avec pH_{H2O} (-0.869) et aussi une forte corrélation positive avec conductivité électrique (CE) (0.863). Alors l'espèce *Marrubium desertii* s'installe dans les sols salins et du pH plus ou moins acide, aussi comme le groupe d'espèces (*Eruca sativa, Hordeum murinum, stipa parviflora*).

Tableau 78 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Marrubium desertii*

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	,069	-,297	-,089
pH_{H2O}	,278	,126	**-,869**
Conductivité électrique (CE)	-,148	,059	**,863**
$CaCO_3$	-,246	-,915	,126
Fe_2O_3	,941	,155	-,133
SiO_2	-,565	,769	,059
Al_2O_3	,950	-,103	-,158
MgO	,740	-,300	-,067
K_2O	-,117	,940	-,060
Marrubiumdesertii	,029	,051	**,455**

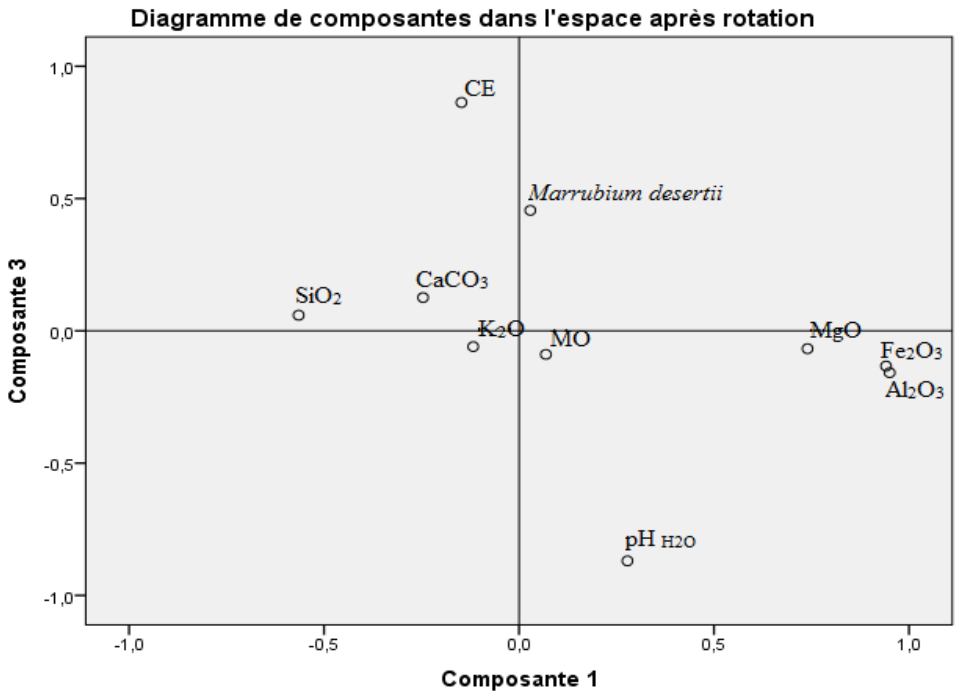


Figure 78 : Diagramme de la relation des paramètres chimique avec l'espèce *Marrubium desertii.*

Helianthemum lippi (HL)

Le résultat obtenu dans l'analyse (ACP) dans le (Tab.79, Fig.79) représente que le 3ème axe factoriel est formé par une corrélation positivement faible avec une valeur (0.392) et une forte corrélation positive avec pH_{H2O} (0.816) et aussi une forte corrélation négative avec conductivité électrique (CE) (-0.856). Ainsi l'espèce *Helianthemum lippi* s'installe dans les sols non salés et basiques, aussi comme les groupes d'espèces (*Atractylis serratuloides, Salvia verbenaca*).

Tableau 79 : Analyse de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Helianthemum lippi* dans l'axe factoriel 1, 2 et 3

	Composante		
	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Matière organique (MO)	,018	-,328	,254
pH_{H2O}	,332	,181	**,816**
Conductivité électrique (CE)	-,205	,012	**-,856**
$CaCO_3$	-,209	-,926	-,087
Fe_2O_3	,919	,186	,113
SiO_2	-,606	,739	-,043
Al_2O_3	,940	-,070	,156
MgO	,765	-,262	,021
K_2O	-,168	,928	,066
Helianthemum lippi	-,239	-,089	**,392**

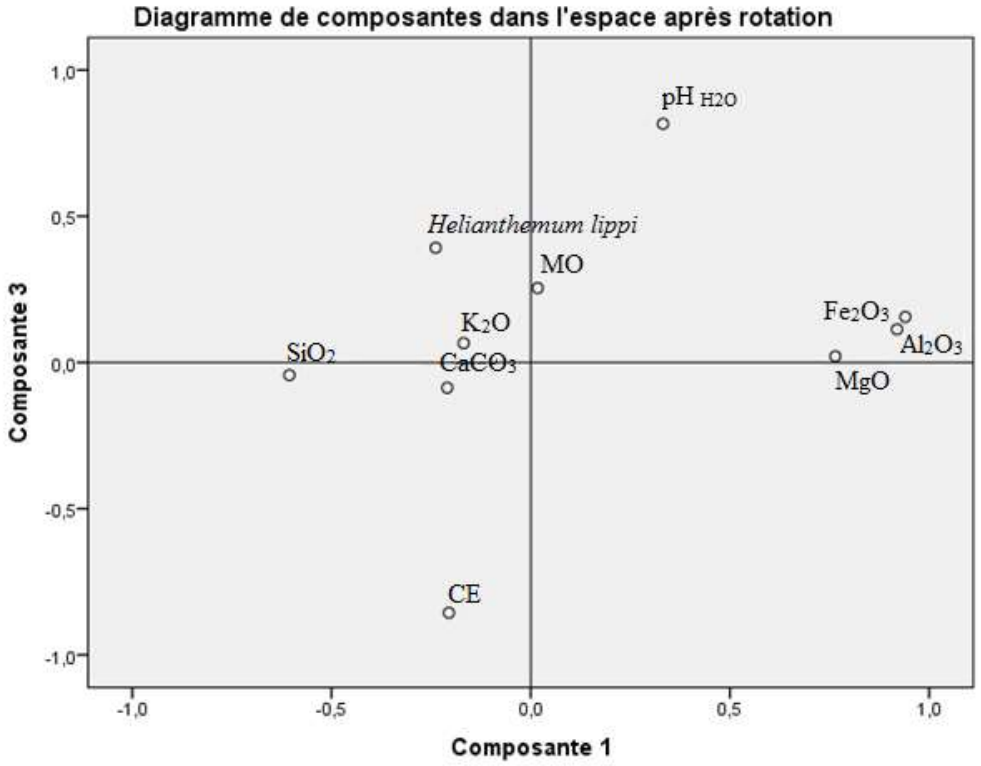


Figure 79 : Diagramme de la relation des paramètres chimiques avec l'espèce *Helianthemum lippi.*

Conclusion

Le but de cette étude consiste à connaitre l'effet combiné des variables sol et végétation afin de mieux comprendre les relations entre eux. Nous avons montré ici, dans les grandes lignes, comment le sol joue un rôle prépondérant sur la structuration des communautés végétales. Aujourd'hui, nous connaissons de mieux en mieux l'ensemble des paramètres du sol qui contribuent à déterminer l'assemblage des espèces végétales dans un écosystème. Cependant, les modèles théoriques actuels n'atteignent pas une précision suffisante pour prédire comment l'ensemble des paramètres du sol peuvent être intégrés par une plante de manière à favoriser son établissement, sa survie et sa reproduction dans un écosystème steppique après un changement de l'occupation du sol. A cela se rajoute la difficulté de modéliser les interactions positives et négatives qui se manifestent entre les différentes plantes présentes dans l'écosystème steppique. Pour une analyse plus fine et une meilleure compréhension de l'influence réciproque des facteurs écologiques relatifs au sol sur la diversité végétal, il est nécessaire de passer par des traitements statistiques. Ces derniers nous ont conduits à la conclusion suivante :

Les principaux paramètres édaphiques qui ont un effet positif ou négatif à l'installation des espèces annuelles steppiques sont : l'humidité, la capacité de rétention, la perméabilité, le pH, conductivité électrique (CE), la matière organique, le $CaCO_3$ et MgO, AL_2O_3, SiO_2, K_2O, Fe_2O_3, CaO.

Les statistiques de la régression montrent que l'influence de ces paramètres est diffère d'une espèce à l'autre. En outre aussi qu'à travers les résultats de l'analyse en composante principale, on peut divise les espèces en cinq groupes :

Groupe 1 : les espèces qui préfèrent dominerdans les sols à forte perméabilité sont : *Eruca sativa, Hordeum murinum, Atractylis serratuloides, Miricaria prostrata, Papaver hybridium, Launaea arborescens, Astragalus caprinus.*

Groupe 2 : les espèces qui préfèrent dominer dans les sols à faibles perméabilité sont : *Stipa parviflora, Salviaverbenaca, Marrubium desertii, Helianthemum lippi.*

Groupe 3 : les espèces qui préfèrent s'installer dans les sols salins et du pH plus ou moins acide sont : *Eruca sativa, Hordeum murinum, stipa parviflora, Marrubium desertii*.

Groupe 4 : les espèces qui préfèrent s'installer dans les sols non salés et pH $_{H2O}$ basique sont : *Atractylis serratuloides, Salvia verbenaca, Helianthemum lippi*.

Groupe 5 : l'espèce préfère s'installer dans les sols plus ou moins salins et basiques est : *Miricaria prostrata*

Groupe 6 : l'espèce préfère s'installer dans les sols plus ou moins salins et du pH plus ou moins acide est : *Papaver hybridium*

Groupe 7 : les espèces qui préfèrent survivre dans les sols moins calcaires et un teneur de K_2O élevé sont : *Launaea arborescens, Astragalus caprinus*.

En conclusion dans tous les projets de restauration écologique il est important de prendre en compte tous les compartiments de l'écosystème.

Conclusion générale

Conclusion Générale et Perspective

La région de Naâma constitue un exemple assez représentatif des zones arides menacées par le fléau de désertification. Les phénomènes d'ensablement, la dégradation des milieux steppiques et la réduction de la couverture végétale par les espèces pérennes et annuelles à vocation pastorale sont la principale illustration des perturbations écologiques. Parmi les solutions proposées pour la réhabilitation des parcours dégradés, la technique de reboisement par le pin d'Alep, le Cyprès et l'eucalyptus ont été utilisé largement comme des essences forestières de reboisement dans la région de Naâma. Dans ce travail on souligne l'effet du reboisement tant sur la structure que sur le fonctionnement de cet écosystème steppique qui a été réalisé dans la zone Koudiet Touadjeur sur 400 h en 2007 comme programme de lutte contre la désertification dans cette région.

Un suivi des paramètres édaphiques et de la végétation est nécessaire pour une meilleure compréhension du phénomène de désertification et des trajectoires de la végétation des écosystèmes arides et une précision des valeurs seuils qui pourraient être retenues, l'emploi d'une approche pluridisciplinaire avait pour objectif de confronter les résultatsdes différentes études portant sur le même sujet. A cet égard, la convergence des résultats laisse espérer une assez bonne validité des conclusions finales portant surl'effet des essences. La représentativité des résultats vis-àvisde la réalité de l'effet de ce programme de reboisement après des études par des chercheurs qui traité de ce reboisement d'un coté diagnostic technico-écologique mais notre étude d'évaluation est plus approfondies.

Concernant l'effet des essences étudiées, des points restent à préciser. L'effet des essences forestières sur le sol steppique est donc important. L'effet des essences s'exprime dans les horizons supérieurs du sol. Des essences telles que le Pin, le Cyprès et l'Eucalyptus provoquent une accumulation de litière et une acidification des premiers centimètres du sol supérieur, c'est notamment le cas de l'origine de l'acidité du sol constatée ou la capacité cyprès et du Pin à produire des acides organiques complexants. Ces points mériteraient d'être approfondis. Alors ces modifications se traduisent par des impacts importants au niveau de la végétation annuelle steppique dans le sens dynamique. Les résultats de l'étude de la végétation montrent que la végétation à Koudiet Touadjeur est composée en 11 espèces recensées regroupées en 7 familles où les *Asteraceae* et les *Papaveraceae* sont les plus représentées, cette végétation est dominée en nombre

d'espèce par les thérophytes, chamaephytes, indicatrices d'un certain degré de dégradation.

La diversité floristique y est aussi la plus faible avec des valeurs de l'indice de Shannon-Wieverne dépasse pas (02) dans la station de reboisement *Cupressus sempervirens*, cela prouve qu'une certaine déséquilibre dans le système écologique steppique. Une AFC et une CHA sont utilisées grâce aux données de ces paramètres pour caractériser les relations et les dépendances qui peuvent exister entre les variables étudiées, l'analyse AFC et CHA montrent qu'il ya un changement de cortège floristique spécifique de chaque espèce, à cause de l'introduction des espèces de reboisement exotiques dans ce milieu steppique qui modifient le facteur édaphique, et pour compréhension de cette modification des facteurs écologiques relatifs au sol sur la diversité végétale, nous avons passé à des traitements statistiques plus précis et adéquat qui montre le lien entre le sol et la végétation steppique après un changement de l'occupation du sol afin de mieux comprendre comment le sol joue un rôle principal sur la structuration des communautés végétales, l'analyse de la régression donne les principaux paramètres édaphiques qui a un effet positif ou négatif à l'installation des espèces annuelles steppiques sont : l'humidité, la capacité de rétention, la perméabilité, le pH, CE, la matière organique, le $CaCO_3$ et MgO, AL_2O_3, SiO_2, K_2O, Fe_2O_3, CaO , l'analyse montre aussi l'influence de ces paramètres sur la l'assemblage des végétations annuelles steppiques se diffère d'une espèce reboisée à l'autre et l'analyse en composante principale s'individualise des espèces annuelles en groupe selon l'installation de chaque groupe dans un paramètre édaphique spécifique.

On ajoute aussi l'influence des pratiques de préparation du sol dans les sites de reboisement provoque des changements sur les paramètres physiques du sol tels que : l'humidité, la perméabilité et la capacité de rétention.

Dans tout projet de restauration écologique il est important de prendre en compte tous les compartiments des écosystèmes, de les étudier à travers de nombreuses disciplines pour avoir une approche globale, et de mettre en place un grand travail de concertation, de communication pour choisir la gestion la plus optimale dont la restauration passive peut être envisagée. Le choix d'une espèce lors d'une opération de reboisement reste partiellement qualitatif au regard des sols fragiles de fertilité intermédiaire dans un écosystème steppique. Alors qu'il serait utile de rassembler d'autres données afin de chercher à établir un modèle sur lequel le forestier pourrait se baser pour

établir des plans de gestion maintenant la pérennité des écosystèmes.On ajoute aussi, les lois de la protection des forêts sont insuffisantes pour dissuader l'exploitation forestière même sous la surveillance des barbelés et des garde - forestiers. Alors les citoyens sont obligés de chercher un moyen de gagner et de voler du bois, ce qui a coûté à l'état beaucoup d'efforts et d'argent. La désertification ne signifie rien pour les simples citoyens. Par conséquent, la première étape pour lutter contre la désertification commence par la lutte contre la faim, et la pauvreté c'est à dire le développement local et aussi l'encouragement de l'artisanat, une agriculture stable et le tourisme dans le désert.

« La Nature est un livre que l'Homme doit lire et non salir »

Jean-Paul II

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABAAB A, BEDRANI S, BOURBOUZE A, CHICHE J.1995. Les politiques agricoles et la dynamique des systèmes agropastoraux au Maghreb. Option méditerranéennes, 14.139-165.

ABDELGUERFI A., LAOUAR M., 1997. La privatisation du foncier : impact sur l'environnement et sur les ressources génétiques en Algérie. Options Médit., 32 : 203-207.

ABDESSEMED K., 1981. Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) dans le massif de l'Aurès et du Belezma- Etude phytosociologique, problème de conservation et d'aménagement. Thèse Doctorat, Université d'Aix-Marseille.

ABDESSEMED K., 1984 : Les problèmes de la dégradation des formations végétales dans l'Aurès (Algérie). Première partie : La dégradation, ses origines et ses conséquences. Forêt méditerranéenne, T VI, N°1, 1984, PP 19-26.

ADAMS M. A, RICHTER A, HILL A. K, COLMER T. D. 2005. Salt tolerance in Eucalyptus spp: identity and response of putative osmolytes. *Plant Cell Environ*. 28(6) :772-787.DOI: 10.1111/j.1365-3040.2005.01328.x

AIDOUD A., NEDJRAOUI D., 1992. The steppe of alfa (*stipa tenacissima* L) and their utilization by sheeps. In plant animal interaction in mediterrean-type ecosystems. MEDECOS VI, Grèce. PP. 62 – 67.

AIDOUD A., TOUFFET J. 1996. La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima L.*), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Science et changements planétaires / Sécheresse* .7(3) :187-193.

ALARD D., POUDEVIGNE I., DUTOIT T., DECAËNS T., 1998. Dynamique de la biodiversité dans un espace en mutation. Le cas des pelouses calcicoles de la basse vallée de Seine. Acta Oecologica 19 : 275-284

ALONGO S., KAMBELE F., 2009. Evolution de la densité apparente et du rapport c/n du sol sous les variétés exotiques et locale de manioc dans les conditions naturelles de kisangani (r.d. congo). Annales de l'institut facultaires des sciences agronomiques de yangambi, (1) : 197-214.

AMEZAGA, 1., ONAINDIA, M. 1997. The effect of evergreen and deciduous coniferous plantations on the field layer and seed bank of native woodlands. *Ecography,* 20: 308-318.

ANDERSEN, R. 2006. Suivi de la restauration écologique des tourbières ombrotrophes: le point de vue microbiologique. Botanique 130:25-31.Rapport de thèse.

ANDERSEN, R., 2008. Evaluation du succès de la restauration écologique des tourbières à sphaignes : intégrations des critères physico-chimiques et microbiologiques au suivi à long terme.

ARCHER N. A. L, BONELL M, COLES N. MACDONALD A. M, AUTON C. A, STEVENSON, R. 2013. Soil characteristics and landcover relationships on soil hydraulic conductivity at a hillslope scale: A view towards local flood management. *J. Hydrol*. 497:208–222. DOI:10.1016/j.jhydrol.2013.05.043

ARFANG OUSMANE KÉMO G, SIRÉ DIÉDHIOU S, ISMAÏLA C, SALIOU D, NGOR N, IBRAHIMA N.2017. Influence du couvert de *Eucalyptus camaldulensis* (dehn) sur la diversité pécifique des herbacées dans la zone de Diembéring (Basse Casamance, Sénégal).Int. J. Biol. Chem. Sci.11(4): 1471-1483.

ARONSON, J., FLORET, C., LE FLOC'H, E., OVALLE, C., & PONTANIER, R. 1995. Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides. Le vocabulaire et les concepts. L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait, 11-29.

AUBERTIN, C., BOISVERT, V., & VIVIEN, F. D. 1998. La construction sociale de la question de la biodiversité. Natures Sciences Sociétés, 6(1), 7-19.

AUBERT, G. 1978. Méthodes d'analyses des sols. Centre national de documentation pédagogique, Centre régional de documentation pédagogique de Marseille.

AUGUSTO, L. 1995. Influence des essences forestières sur l'acidification des sols - une approche qualitative: les minéraux-test. DEA Univ. Nancy l, 37 P (+ annexes).

AYAD N., HELLAL B., MAATOUG M., 2007.Dynamique des peuplements d'*Artemisia herba-alba* Asso dans la steppe du Sud oranais (Algérie occidentale). Sécheresse 2007; 18 (3) : 193-198p.p.

B

BAIZE D., 2000. Guide des analyses en pédologie. Editions Quae, Paris, 266p.

BAKKER, J.P., POSCHLOD, P., STRYKSTRA, R.J., BEKKER, R.M., THOMPSON, K., 1996. Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology§. Acta Bot. Neerlandica 45, 461–490.

BALLAIS J.L. 1974 : Etude comparative des glacis des piémonts Nord et Sud des Aurès. Coll. Géom. Glacis, Tours.

BALLAIS J.L. 1981 : Recherches géomorphologiques dans les Aurès (Algérie).Thèse doctorat- Université de Paris I, pp 572 + Annexes + Cartes.

BANGIRINAMA F., HAKIZIMANA P., BOGAERT J., 2012. De la conservation à la restauration écologique: Démarche méthodologique. Bull sciInstnatl environ conservnat. 10:20-24.

BARBAULT R., 1981. Ecologie des populations et des peuplements. Ed. Massin, Paris. 200 p.

BAZIN, P., BARNAUD, G., 2002. Du suivi à l'évaluation : la recherche d'indicateurs opérationnels en écologie de la restauration, in: Revue d'écologie. Supplément. Presentedat the Programme nationale de recherche «recréer la nature» : réhabilitation, restauration et création d'écosystèmes. Colloque, Société nationale de protection de lanature et d'acclimatation de France, pp. 201–224.

BEDRANI S., 1994. Une recherche d'action en zone steppique (objectifs-méthode etpremiers résultats), Les cahier du CRAED 'Centre de recherche en Economie Appliquée pour le Développement) n°31/32, 3e et 4 e trimestres.

BEDRANI. S, 1995. Une stratégie pour le développement des parcours en zones arides et semi aride. Algérie, Document de la banque mondiale, 61 p.

BEDRANI S., 1996. Foncier et gestion des ressources naturelles en Afrique du Nord. Le cas de l'Algérie. O.S.S. pp. 1-46.

BEDRANI S., 1998. "Désertification et emploi en Algérie". In les Cahiers du CREAD, n° 4, 1998.

BEDRANI S., 2001. Les contraintes au développement des zones steppique et la mise en valeur par les concessions. Ministère de l'agriculture, Alger, 3-16

BELLOT J, MAESTRE F. T, CHIRINO E, HERNÁNDEZ N, DE URBINA J. O. 2004. Afforestation with Pinus halepensis reduces native shrub performance in a Mediterranean semi arid area. Acta Oecologica. 25 (1-2):7-15. DOI:10.1016/j.actao.2003.10.001

BELLOT J, SANCHEZ J. R, CHIRINO E, HERNANDEZ N, ABDELLI F, MARTINEZ J. M. 1999. Effect of different vegetation type cover on the soil water balance in semi-arid areas of South Eastern Spain. Phys. Chem. Earth Part B Physics and Chemistry of the Earth, Part B: 24(4): 353–357. DOI: 10.1016/s1464-1909(99)00013-1

BELL, S.S., FONSECA, M.S. & MOTTEN, L.B. 1997. Linking Restoration and Landscape Ecology. *Restoration Ecology* 5, 318-323.

BEGUIN C., GEHU J-M. et HEGG O., 1979. La symphytosociologie : une approche nouvelle des paysages végétaux. Doc. Phytos**.** N.S. 4. pp 49-68. Lille.

BENABADJI N, 1991. Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba- alba* Asso.Au sud de Sebdou (Oranie, Algérie).Thèse .Doct. Sci.Univ. Aix Marseille. P119+annexes.

BENABADJI N, 1995. Etude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba- alba* Asso et *Salsola vermiculata* L. Au sud de Sebdou (Oranaie-Algérie).Thèse .Doct. Es. Sci .Univ. Tlemcen. pp.150-158.

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 méditerranéennes, 39, 129-41.

BENABDELI, K., BENGUERAI, A., & YEROU, H. 2008. L'utilisation de l'espace steppique comme terrain de parcours entre identification, potentialités, utilisation et contraintes socio-écologiques en Algérie. Revue de l'écologie-environnement, (04), 54-67.

BENCHERIF S., 2011. L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne Évolution et possibilités de développement. Thèse de doctorat. Institut des sciences et technologies. Paris.269p.

BENKHETTOU A,BLEL A,KADOUR D,BENKHETTOU M,ZEDEK M,SAADI R. 2015. Diversité floristique du massif du Nador en zone steppique .Tiaret, Algérie .European Scientific n°21, Vol 11 :401-419.

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 de l'université Joseph Fourier-Grenoble1, p318.

BENSOUIAH R., 2006. Vue d'ensemble de la steppe algérienne. Doc en ligne: (http://desertification.voila.net/steppealgerienne.htm).

BENZECRI J.P., 1973- a. L'analyse des données. Tome 1. La taxinomie. Ed. Dunod. Paris: 675p.

BENZECRI J. P., 1973- b. L'analyse des données. Tome 2. L'analyse des correspondances. Ed. Dunod. Paris: 619 p.

BERKANE A. et YAHIAOU A. 2007. L'érosion dans les Aurès, Sécheresse vol. 18, n° 3, juillet-août-septembre 20.

BINKLEY D, FISHER R. 2012. Ecology and management of forest soils. New York: John Wiley& Sons.

BIROT P. 1966. Les nouvelles classifications des sols d'après P. Duchaufour. In Annales de Géographie (Vol. 75, No. 410, pp. 448-453). Armand Colin.

BLANDIN P, 1986. Bio-indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. Bull. Ecol., 17(4):215-307.

BLOCK, W.M., FRANKLIN, A.B., WARD JR., J.P., GANEY, J.L. & WHITE, G.C. 2001. Design andimplementation of monitoring studies to evaluate the success of ecological restoration on wildlife. *Restoration Ecology* 9, 293-303.

BONELL M, PURANDARA B.K, BASAPPA V, KRISHNASWAMY J, ACHARYA H.A.K, SINGH U.V, JAYAKUMAR R, CHAPPELL N. 2010. The impact of forest use and reforestation on soil hydraulic conductivity in the Western Ghats of India: Implications for surface and sub-surface hydrology. *J. Hydrol*. 391(1-2): 47–62. DOI:10.1016/j.jhydrol.2010.07.004

BONIN G. TATONI, 1990. Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'analyse des communautés végétales et de leur environnement. Volume jubilaire de Pr Quezel.Ecol.Médit, 16 :403-414.

BONNEAU, M. 1988. Le diagnostic foliaire. *Revue Forestière Française,* XL (numéro spécial) : 19-26.

BONNEAU M, RANGER J. 1984. Effect of an oak forest on a silty acid soil - Changes in humus form and exchangeable cations.Proceedings of the ESF workshop, March 1983, Uppsala, Sweden, 254-249.

BOTTINELLI N. 2010. Evolution de la structure et de la perméabilité d'un sol en contexte de non labour associé à l'apport d'effluent d'élevage: rôle de l'activité lombricienne (Doctoral dissertation, Agrocampus-Ecole nationale supérieure d'agronomie de rennes).

BOUAZZA M., 1991. Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenacissima L.* au sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse doct. Univ. Aix-Marseille III. 119 p.

BOUAZZA M., 1995. Etude phytoécologique des steppes à *Stipa tenacissima L.* et à *Lygeums partum L.* au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse. Doct. ès-Sci. Univ. Tlemcen. 153 p + annexes.

BOUCHETATA T. 2002. Diagnostic écologique et désertification, analyse des stratégies du milieu steppique. Magister Ecobiologie, C.U. Mascara.

BOUMEZBEUR A. ET BEN HADJ M., 2003. Fiche descriptive sur les zones humides RAMSAR, Chott Zahrez chergui (Algérie). Direction générale des forêts, 10 p.

BOURBOUZE A., DONADIEU R., 1987. L'élevage sur parcours en régionméditerranéennes. CIHEAM / IAM-M, Montpellier.104p.

BOX, J., 2014. Habitat translocation, rebuilding biodiversity and no net loss of biodiversity.Water Environ.J. 28, 540–546.

BRIANE, J. P., LACOURT, J., & SALANON, R. 1977. Analyse des données volumineuses, application à la phytosociologie. Statistique et analyse des données, 2(3), 15-23.

BREDA, N. 1999. L'indice foliaire des couverts forestiers: mesure, variabilité et rôle fonctionnel. *Revue Forestière Française*, LI: 135-150.

BRILLOUET, LM. 1990. 100 champignons faciles à voir.Nathan (Ed.), Paris, France, 142 p.

BROOKER, R.W., 2006. Plant interactions and environmental change.New Phytol.171, 271–284.

BUISSON, E., 2011. Community and restoration ecology. Importance of disturbance, naturalre silience and assemblyrules (Thèsed'HDR Habilitation à Diriger les Recherches). Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon, France.

BULOT, A., POTARD, K., BUREAU, F., BERARD, A., DUTOIT, T., 2017. Ecological restoration by soil transfer: impacts on restored soil profiles and topsoil functions. Restor. Ecol. 25, 354–366.

BULOT, A., PROVOST, E., DUTOIT, T., 2014.A comparison of different soil transfer strategies for restoring a Mediterranean steppe after a pipeline leak (La Crau plain, South Eastern France). Ecol. Eng. 71, 690–702.

BUTAYE, J., JACQUEMYN, H., HONNAY, O., HERMY, M., 2002. The species pool concept applied to forests in a fragmented landscape: dispersal limitation versus habitat limitation. J. Veg. Sci. 13, 27–34.

C

CASTILLEJO, J.M., CASTELLO, R., 2010. Influence of the Application Rate of an Organic Amendment (Municipal Solid Waste [MSW] Compost) on Gypsum Quarry Rehabilitation in Semiarid Environments.Arid Land Res. Manag. 24, 344–364.

CASTILLO SANCHEZ V, GONZALEZ BARBERA G, MOSCH W, NAVARRO CANO J. A, CONESA GARCIA C, LOPEZ BERMUDEZ F. 2002. Monitoring and

evaluation of forestry restoration and hydrological control works. Seguimiento y Evaluación de los efectos sobre el medio natural de la sequía y los procesoserosivos de la Región de Murcia. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia, Murcia, 167-231.

CASTILLO, V. M., MARTINEZ-MENA, M., & ALBALADEJO, J. 1997. Runoff and soil loss response to vegetation removal in a semiarid environment. Soil science society of America Journal, 61(4), 1116-1121.

CENEAP, 2009. Etude du plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Nâama. Phase II : orientations générales, enjeux et schémas prospectifs d'aménagement. 91 p.

CENEAP, 2010. Etude du plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Nâama.

CHAPPELL N.A. FRANKS S.W. 1996. Property distributions and flow structure in the Slapton Wood catchment. Field Studies.8(4): 698-718.

CHAUVEL, A. 1977. Recherches sur la transformation des sols ferrallitiques dans la zone tropicale à saisons contrastées. Office de la recherche scientifique et technique outre-mer.

CHELLIG. R., 1969. La steppe, le pays du mouton. Rapport du MARA, production animale, 9p.

COIFFAIT-GOMBAULT, C. 2011. Règles d'assemblages et restauration écologique des communautés végétales herbacées méditerranéennes: le cas de la Plaine de La Crau (Bouches-du-Rhône, France). Avignon.

CORNET, A. 2002. La désertification à la croisée de l'environnement et du développement: un problème qui nous concerne. Sommet du Développement Durable, Johannesburg, 2002, 93-130.

CORTINA J., RUIZ-MIRAZO J., AMAT B., AMGHARF., BAUTISTAS., CHIRINO E., DERAKM., FUENTES D., T. MAESTRE F., VALDECANTOS A., ET VILAGROSA A., 2012. Les bases de la restauration écologique des steppes d'alfa**.** Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN), Gland, Suisse et Malaga, Espagne.26p.

CRISTOFOLI, S., MAHY, G.2010. Restauration écologique : contexte, contraintes et indicateurs de suivi. Biotechnol Agron Soc Environ. 14: 203-211.

D

DAGET PH., 1977. Le bioclimat méditerranéen, analyse des formes par le système d'Emberger. Végétation. 34(2). pp : 78-124.

DAGET PH., 1980. Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative, cas des thérophytes. In « Recherches d'écologie théorique ». Les stratégies adaptatives. pp 89-114.

DAGET PH., POISSONET J., 1997. Biodiversité et végétation pastorale. Revue Elev. Méd. vét. Pays trop. 50 (2): 141-144.

DAOUDI A, BENTERKI N, TERRANTI S. 2010. The fight against steppe desertification: an integrated approach for agro-pastoral development. In Proceedings of a symposium on Innovation and Sustainable Development in Agriculture and Food, Montpellier, France, 28 June to 1st July 2010. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD).

DELAUNOIS A. 2006. Guide simplifié pour la description des sols. Chambre d'agriculture, TARN. https://www.doc-developpement durable.org/file/Fertilisation-des-Terres-et-des Sols/p%C3%A9dologie/guideSols2006.pdf

DENAYER-DE SMET, S., DUVIGNEAUD, P. 1972. Comparaison du cycle des polyéléments biogèens dans une hêtraie et une pessière établies sur même roche-mère, à Mirwart. *Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique*, 105 : 197-205.

DGF, 2018. Célébrationde la journée mondiale de la lutte contre la désertification et la sécheresse. Séminaire national 17juin 2018 *«La terre a de la valeur. Investissez-y»*

DJABALLAH F., 2008. Effet de deux méthodes d'aménagement « mise en défens et plantation » sur les caractéristiques floristiques et nutritives des parcours steppiques de la région de Djelfa. Thèse de magistère. Université Kasdi merbah- Ouargla.120p.

DJEBAILI S., 1978. Recherches phytosociologique et phytoécologique sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse Doct. Univ. Montpellier, 229 p+ ann.

DJEBAILI S., 1984. Steppe Algérienne phytosociologique et écologique O.P.U. P177.

DJEGOA J, SINSINA B. 2006. Impact des espèces exotiques plantées sur la diversité spécifique des phytocénoses de leur sous-bois. *Syst. Geogr. Pl.*, 76: 191-209. DOI : AR00036377

DJELLOULI Y., 1990. Flores et climats en Algérie septentrionales. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse doctorat. USTHB, Alger. 210 p.

DJELLOULI Y, NEDJRAOUI D, 1995. Evolution des parcours méditerranéens. In pastoralisme, troupeau, espaces et société. Hatier ed. 440-454.

DOERR S. H, SHAKESBY R. A, WALSH R. P. D.2000. Soil water repellency: its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance. *Earth Sci. Rev*. 51(1-4):33–65. DOI: 10.1016/s0012-8252(00)00011-8

DUDLEY, N., MORRISON, J., ARONSON, J. & MANSOURIAN, S. 2005. Why do we need to consider restoration in a landscape context? Dans: Mansourian, S., Vallauri, D., and Dudley, N. (Eds) Forest *Restoration in Landscape - beyond planting trees.* New-York, USA.437 p.

DUTARTRE P, BARTOLI F, ANDREUX F, PORTAL J.M, ANGE A. 1993. Influence of content and nature of organic matter on the structure of some sandy soils from West Africa. Soil Structure/Soil Biota Interrelationships.459–478. DOI:10.1016/b978-0-444-81490-6.50037-6

DZWONKO, Z., LOSTER, S. 1997. Effect of dominant trees and anthropogenic disturbances on species richness and floristic composition on secondary communities in Southern Poland. *Journal of Applied Ecology*, 34: 861-870.

E

ERHENFELD, J.G. 2001. Defining the limit of restoration: the need for realistic goals. *Restoration Ecology* 8, 2-9.

ESCADAFAL, R., GIRARD, M. C., & COURAULT, D. 1988. La couleur des sols: appréciation, mesure et relations avec les propriétés spectrales. Agronomie, 8(2), 147-154.

F

FEYISA, D., KISSI, E., & KEBEBEW, Z. 2018. Rethinking Eucalyptus globules Labill. Based Land Use Systems in Smallholder Farmers Livelihoods: A Case of Kolobo Watershed, West Shewa, Ethiopia. Ekológia (Bratislava), 37(1), 57-68. DOI: https://doi.org/10.2478/eko-2018-0006

FISHER R. 1992. The impact of conifer harvesting on stream water pH, alkalinity and aluminium concentrations for the British uplands: an example for an acidic and acid sensitive catchment in mid-Wales. *Sci. Total Environ*. 126(1-2): 75–87. DOI: 10.1016/0048-9697(92)90485-b

FISHER, R.F., BINKLEYD. 2000. Ecology and management of forest soils. Wiley: New York

FLORET C., GALAN M -J., LE FLOCH E., ORCHAN G. et ROMANE F., 1990 Growth forms and phenomorphology traits along an environment gradient : tools for studdingvegetation. Journal of Vegetation Sciences 1. pp 71-80.

FLORET C., LE FLOC'HE. Et PONTANIER R., 1992. Perturbation anthropiqueet aridification en zone présaharienne In : Le Flic'h E., Grouzis M., Cornet A., Bille J.C. (EDS) L'aridité une contrainte de développement, caractérisation, réponses biologiques et stratégie de sociétés. Ed. Orostom , Paris : 449-463.

FUSTEC-MATHON E, RIGHI D, JAMBU P. 1975. Influence des bitumes extraits de podzols humiques hydromorphes des Landes du Médoc sur la microflore tellurique. *Rev EcolBiol Sol*. 12: 393-404

G

GEORGE R.J, NULSEN R.A, FERDOWSIAN R, RAPER G.P. 1999. Interactions between trees and groundwaters in recharge and discharge areas - A survey of Western Australian sites. *Agric. Water Manage.* 39 (2-3): 91-113.

GERRARD J. 2000. Fundamentals of Soils (Routledge Fundamentals of Physical Geography).1st Edition, London: Routledge

GHAZI, A., & LAHOUATI, R. 1997. Algérie 2010. Sols et ressources biologiques. Alger: Institut national des études de stratégie globale (INESG).

GHIMIRE C.P, BRUJINZEEL L.A, BONELL M, COLES N, LUBCZYNSKI M.W, GILMOUR D.A. 2013. The effects of sustained forest use on hillslope soil hydraulic conductivity in the Middle Mountains of Central Nepal. *Ecohydrol.Hydrobiol*. 7(2): 478–495. DOI:10.1002/eco.1367

GIARDINA, C.P., CREIGHTON, M.L., THAXTON, J.M., CORDELL, S., HADWAY, L.J. & SANDQUIST, *P.R.* 2007.Science driven Restoration: a candIe in a demon haunted world - response to Çabin (2007). *Restoration Ecology*15, 171-176.

GODELIER M. 1978. Reproduction des écosystèmes et transformation des systèmes sociaux. In: Économie rurale. N°124. Ecologie et société - Première partie : 10-15.

GODRON M., 1984. Ecologie de la végétation terrestre. Masson. Paris. 196 p.

GOUNOT M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, Paris. 314p.

GREENWOOD W.J, BUTTLE J.M. 2012. Effects of reforestation on near-surface saturated hydraulic conductivity in a managed forest landscape, southern Ontario, Canada. *Ecohydrol.Hydrobiol*. 7(1): 45–55. DOI:10.1002/eco.1320

GRIME J-P., HODGSON J-G. HUNT R., 1988. Comparative plant ecology. A Functional approch to common british species. Unwin Hyman. Londres.

GRINNELL, J., 1917. The Niche Relationships of the California Thrasher. The Auk 34, 427–433.Whittaker, R.H., Levin, S.A., Root, R.B.,1973. Niche, Habitat, and Ecotope.Am. Nat. 107, 321–338.

GUENON R. 2010. Vulnérabilité des sols méditerranéens aux incendies récurrents et restauration de leurs qualités chimiques et microbiologiques par l'apport de composts. (Doctoral dissertation, Université Paul Cézanne-Aix-Marseille III).

GUINOCHET M, 1973. Phytosociologie. Collection d'écologie, édition Masson paris.223p.

GUISAN, A., RAHBEK, C., 2011.SESAM – a new framework integrating macroecological and species distributionmodels for predicting spatiotemporal patterns of species assemblages. J. Biogeogr. 38, 1433–1444.

GUO L.B. GIFFORD R.M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology*. 8(4): 345–360.

GUTRICH, J.J., TAYLOR, K.J., FENNESSY, M.S. 2009. Restoration of vegetation communities of createddepressional marshes in Ohio and Colorado (USA): The importance of initial effort formitigation success. Ecological Engineering. 35:351-368.

H

HADDOUCHE I., 1998. Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection (image Landsat TM). Cas de la région de Ghassoul (El Bayadh°. Thèse de Magistère. Institut National d'Agronomie (INA). Alger. 143 p.

HADDOUCHE I., 2009. La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi aride en Algérie, cas de la région de Naama. Thèse Doc. Université de Tlemcen. 211 p.

HADDOUCHE I, TOUTAIN B, SAIDI S, MDERBAL Kh, 2008. Comment concilier développement des populations steppiques et lutte contre la désertification ?cas de la wilaya de Naâma(Algérie).NEW MEDIT N.3/2008.pp 25-31.

HALEM M, 1997. La steppe Algérienne : causes de la désertification et propositions pour un développement durable. Thèse de magistère. UNIV Sidi Bel Abes. 180 p.

HALITIM A., 1985. Contribution de l'étude des sols des zones arides (hautes plaines steppiques de l'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sols dans la genèse et le comportement des sols. Thèse. Doct. Univ. Rennes. pp : 1-183 comportement des sols.

HALITIM A., 1988. Sols des régions arides d'Algérie. O.P.U. Alger ; 384 p.

HALLE, S. 2007. Science, Art or Application - the "Karma" of Restoration Ecology.*Restoration Ecology* 15,358-361.

HARDIE M, DOYLE R. 2012. Measuring Soil Salinity.Plant Salt Tolerance.415–425. DOI: 10.1007/978-1-61779-986-0_28

HARRIS, J.A., HOBBS, R.J., HIGGS, E.2006. Aronson, J. Ecological Restoration and Global Climate Change.Restoration Ecology. 14:170-176.

H.C.D.S., 1999. Situation et perspectives de la steppe algérienne. Bilan du ministère de l'agriculture et du développement rural.

H.C.D.S, 2005. Problématique des zones steppiques et perspectives de développement.

HERMON H., 2007. Lutte contre la désertification et savoirs traditionnels: quelques points de repère. Université, Laval, Québec, Canada.URL : http://www.chaire-rome.hst.ulaval.ca/Docs_revue/html/revue.

HEUPERMAN A. 1999. Hydraulic gradient reversal by trees in shallow water table areas and repercussions for the sustainability of tree-growing systems.*Agric. Water Manage.* 39(2-3):153–167. DOI:10.1016/s0378-3774(98)00076-6

HILL, M.O. 1987. Opportunities for vegetation management in plantation forest.In Good, lE.G.(Ed.), *Environmental aspects of plantation forestry in Wales.*Institute of Terrestrial Ecology , UK, pp. 64-69.

HOBBS, R.J. 2007. Setting effective and realistic restoration goal: Key directions for research15:354-357.

HOBBS, R.J., HARRIS, J.A., 2001. Restoration Ecology: Repairing the Earth's Ecosystems in the New Millennium.Restor. Ecol. 9, 239–246.

HOBBS, R.J., NORTON, D.A. 1996. Towards a Conceptual Framework for Restoration Ecology.Restoration Ecology. 4:93-110.

HORN, S., HEMPEL, S., RISTOW, M., RILLIG, M.C., KOWARIK, I., CARUSO, T., 2015. Plant community assembly at small scales: Spatial vs. environmental factors in a European grassland. Acta Oecologica 63, 56–62.

HUGHES S, NORRIS D.A, STEVENS P. A, REYNOLDS B, WILLIAMS T. G, WOODS C. 1994. Effects of forest age on surface drainage water and soil solution aluminium chemistry in stagnopodzols in Wales. *Water, Air, and Soil Pollution*. *77*(1-2): 115-139.

J

JOBBÁGY E.G, JACKSON R.B. 2004. Groundwater use and salinization with grassland afforestation.*Global Change Biol.* 10 (8): 1299–1312. DOI:10.1111/j.1365-2486.2004.00806.x

JORDAN III, W.R., PETERS II, R.L. & ALLEN, E.B. 1988. Ecological Restoration as a strategy for conserving biological diversity.*Environmental Management* 12, 55-72.

K

KAABACHE M., 1990. Les groupements végétaux de la région de Boussaada, (Algérie), essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Mémoire de doctorat en sciences. Université de Paris - sud, Centre d'ORSAY. Paris.

KADI-HANIFI H, 2003. Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissimaL*. de l'Algérie. Sécheresse n°3, Vol 14:169-179.

KEDDY, P.A., 1992. Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology. J. Veg. Sci. 3, 157–164.

KENTULA, M.E .2000. Perspective on setting success criteria for wetland restoration. *Ecological engineering* 15, 199-209.

KHALDOUN A., 2000. Evolution technologique et pastoralisme dans la steppe algérienne. Le cas du camion Gak en Hautes plaine Occidentales. Options Méditerranéennes. CIHEAM, Sér. A/39, 2000. pp.121 – 127.

KHALID F, BENABDELI K, MOSLI B. 2015. Impact de la mise en défens sur la lutte contre la désertification dans les parcours steppiques: cas de la région de Naâma (sud-ouest algérien). Revue d'Écologie. 70 (1): 16-31.

KHELIL A., 1997. L'écosystème steppique : quel avenir ? Edition DAHLAB Alger. 184p.

KING, E.G. & HOBBS, R. J.2005. Identifying Linkages among Conceptual Models of Ecosystem Degradation and Restoration: Towards an Integrative Framework. *Restoration Ecology* 14, 369-378.

KIRBY, K.L 1988. Changes in the ground flora under plantations on ancient woodland sites.*Forestry,* 61:317-338.

KLINKA, K., CHEN, H.Y.H., WANG, Q., DE MONTIGNY, L. 1996. Forest canopies and their influence onunderstory vegetation in early-seral stands on West Vancouver island. *Northwest Science,* 70:193-200.

KLUTE A. 1986. Water retention: laboratory methods. Methods of soil analysis: part 1—physical and mineralogical methods, (methodsofsoilan1), 635-662.

KNAPP, R. 1958. The influence of different tree species on the plants growing beneath them.*Berichte der deutschenbotanischenGesellschajt*, 71: 411-421. [en Allemand]

KOY KASONGO R. 2009. Amélioration de la qualité des sols sableux du plateau des Batéké (RD Congo) par application des matéreils géologiques et des déchets organiques industriels locaux (Doctoral dissertation, GhentUniversity).

KRAFT, N.J.B., ACKERLY, D.D., 2014. Assembly of Plant Communities, in: Monson, R.K. (Ed.), Ecology and theEnvironment. Springer New York, New York, NY, pp. 67–88.

KRAFT, N.J.B., ADLER, P.B., GODOY, O., JAMES, E.C., FULLER, S., LEVINE, J.M.,2015. Community assembly, coexistence and the environmental filtering metaphor. Funct. Ecol. 29, 592–599.

L

LACOSTE A., 1972. La végétation de l'étage subalpin du bassin sup. de la Tin,e (Alpes Maritimes). Thèse Doct., Univ. Paris-Sud, centre d'Orsay, 295 p.

LAFFIT R. 1939. Géologie des Aurès- Tome I et Tome II, Paris + carte.

LAHLOU S, OUADIA M, MALAM ISSA O, LE BISSONNAIS Y, MRABET R, 2005. Modification de la porosité du sol sous les techniques culturales de conservation en zone semi-aride Marocaine.Étude et Gestion des Sols, Volume 12, (1), 69- 76p.

LAKE P.S., 2001. On the maturing of restoration: Linking ecological research and restoration.*Ecol. Manag. Restor.* 2, 110-115.

LAPERCHE V, MOSSMAN E. J. 2004. Protocole d'échantillonnage des sols urbains pollués par du plomb. Editions BRGMP/RP.

LAUDICINA V. A, DE PASQUALE C, CONTE P, BADALUCCO L, ALONZO G, PALAZZOLO E. 2012. Effects of afforestation with four unmixed plant species on the soil–water interactions in a semiarid Mediterranean region (Sicily, Italy). *J. Soils Sediments*. 12(8): 1222–1230. DOI: 10.1007/s11368-012-0522-0

LEE R.G. 1992. Ecologically effective social organization as a requirement for sustaining watershed ecosystems. In Watershed management: balancing sustainability and environmental change. Ed. Naiman R. J. Springer 73-83.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. *Numerical ecology.*Second English edition.Elsevier,Amsterdam, The Netherlands.

LE HOUEROU H.N. 1969a : La végétation de la Tunisie steppique- Tunis Thèse doct d'état (Aix-Marseille).

LE HOUEROU H.N. 1969b : Principes-méthodes et techniques d'améliorations pastorales et fourragères en Tunisie – F.A.O Rome, 1969.

LE HOUEROU H. N., 1977. Plant sociology and ecology applied to grazing lands research, survey and management in the mediterranean Basin.

LE HOUEROU H.N. 1979. Etude bioclimatique des steppes algériennes Bull.Soc.H.N.A.F.N. 68, Fasc, 3,4, pp 33-34

LE HOUEROU H.N 1981. Long term dynamic- Land vegetation ecosystem of North Africa. Dans arid. Land ecosystems, vol 2, pp 479-493. Cambridge. University Press, Cambridge.R.U.

LE HOUEROU H. N., 1985. La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger.

LE HOUEROU H.N., 1987. Les ressources fourragères de la flore nord-africaine. FAO-European Cooperative Network on pasture and fodder crop production, Bull. n°5, C.R.I.A, Extremadura, Badajoz., pp. 127-132.

LE HOUEROU H. N., 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes aride du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification. Option Médit. Série B n°10. C.I.H.E.A.M. et A.C.C.T. 396P.

LE HOUEROU H. N., 1996. Climate change, drought and desertification. J. AridEnvironm, (34):pp 133-185.

LE HOUEROU H. N., 2001. Biogeography of the aride steppe land north of theSahara.J.Aride Environ., 48: 103-128.

LE HOUEROU H.N., 2002. Man-made deserts: Desertization processes and threats. Arid Land Res. Manag., 16: 1-36.

LE HOUEROU H.N., 2004. An agro-bioclimatic classification of arid and semiaridlands in the isoclimatic Mediterranean zones. Arid Land Res. Manag., 18: 301-346.

LE HOUEROU H. N., 2006. Environmental constraints and limits to livestockhusbandry in arid lands. Sécheresse, 17 (1-2): 10-18.

LE HOUEROU H.N., CLAUDIN I. et HAYWOOD M. 1975. Etude phytoécologique du Hodna. FAO, UNIP/SF ALG. 9. IVoI. Multigr. 154 p. 2 cartes.

LEVEQUE C. 2001. Ecologie de l'écosystème à la biosphère. Masson sciences Dunod, Paris 501 p.

LICHNER L, ORFANUS, TOMAS, NOVAKOVA, KATARINA, ŠIR, M, ILOSLAV, TESAR M, IROSLAV. 2007. The impact of vegetation on hydraulic conductivity of sandy soil. *Soil Water Res. 2*:59-66.

LIPIEC J, KUS J, SLOWINSKA-JURKIEWICZ A, NOSALEWICZ A. 2006. Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods.*Soil Tillage Res*. 89(2) : 210–220. DOI:10.1016/j.still.2005.07.012

M

MACDONALD, E., KING, E.G., 2018. Novel ecosystems: A bridging concept for the consilience of cultural landscape conservation and ecological restoration. Landsc. Urban Plan. 177, 148–159.

M.A.D.R, 2000. L'Agriculture par les chiffres. 15p.

M.A.D.R., 2008. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. Note sur la steppe 2. 7p

MAESTRE, F.T., CALLAWAY, R.M., VALLADARES, F., LORTIE, C.J., 2009. Refining the stress gradient hypothesis for competition and facilitation in plant communities. J. Ecol. 97, 199–205.

MAERTENS C, 1964. La résistance mécanique des sols à la pénétra-tion : ses facteurs et son influence sur l'enracinement. Ann.agron, 15 (5) ,539-554.

MANIERE R. & CHAMIGNON C., 1986. Cartographie de l'occupation des terres en zones arides méditerranéennes par télédétection spatiale. Exemple d'application sur les hautes plaines sud oranaises ; Mécheria au 1/200.000 ème. Ecologia méditarranea ; Tome XII .FAX 1-2. PP .159-185.

MATHIEU C, PIELTAIN F. 1998. Analyse physique des sols. Méthodes choisies, TEC et DOC. Paris: Lavoisier.

MATHIEU C, PIELTAIN F, 2003. Analyse chimique des sols : Méthodes choisies. Ed. Tec et doc. Lavoisier, 388.

MATTHEWS, J.W., SPYREAS, G., ENDRESS, A.G., 2009. Trajectories of vegetation base dindicators used to assess wetland restoration progress. Ecol. Appl. 19, 2093–2107.

MCHERGUI, C., AUBERT, M., BUATOIS, B., AKPAVINCESLAS,M., LANGLOIS, E., BERTOLONE, C., LAFITE, R., SAMSON, S., BUREAU,F., 2014. Use of dredged sediments for soil creation in the Seine estuary (France): Importance of a

soil function ingsurvey to assess the success of wetland restoration in floodplains. Ecol. Eng. 71, 628–638.

MEAD D. J, CORNFORTH I. S. (EDS.). 1995. Proceedings of the Trees and Soil Workshop. Lincoln UniversityPress.

MEDDOUR R, 2010. Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie. Thèse de Doct Agro. Option foresterie. U.M. M. T. O.398p

MEDDOUR R, 2011. La méthode phytosociologie sigmatiste ou Braun Blanqeto-Tuxenienne. Faculté des sciences biologique et agronomique, département des sciences agronomique, T.O. 39p

MINISTERE DE L'AGRICULTURE, 1998. Plan national d'action pour l'environnement. Rapp. synth., Alger, 15 p.

MITSCH, W.J.; GOSSELINK, J.G.2002. Wetlands Tird Edition.920.

MITSCH, W.J.; GOSSELINK, J.G. 2007. Wetlands, Van Nostrand Reinhold Company, New York, USA. 582.

MOHAMMEDI. H, LABANI. A ET BENABDELI. K, 2006. « Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe Algérienne », Développement durable et territoire, URL : http://developpementdurable.revues.org/document2925.html.

MORALES V.L, PARLANGE J.Y, STEENHUIS T.S. 2010. Are preferential flow paths perpetuated by microbial activity in the soil matrix? A review.*J.Hydrol.* 393(1-2):29–36. DOI:10.1016/j.jhydrol.2009.12.048

MORRISON, J., SAYER, J. & LOUCKS, C. 2005. Restoration as a strategy to contribute to ecoregion vision.DansMansourian, S., Vallauri, D., and Dudley, N. (Eds) Forest *Restoration in Landscape - beyond planting trees.*New-York, USA. 437 p.

MOULAI, 2008. Développement agricole et rural étude nationale Algérie, Vol. 1, Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, 44P.

N

NEDJIMI B., 2012b. Seasonal variation in productivity, water relations and ion contents of Atriplex halimus spp. Schwein furthii grown in Chott Zehrez wetland, Algeria.J. *Saudi Soc. Agri. Sci*, 11: 43-49.

NEDJIMI B. GUIT B., 2012. Les steppes algériennes: causes de déséquilibre. *Algerian journal of arid environment*. Vol. 2, n° 2, Décembre 2012: 50-61p.p.

NEDJIMI B., HOUMID A M., 2006. Problématique des zones steppiques Algériennes et perspectives d'avenir. Revue de Chercheur, 4 : 13/19.

NEDJRAOUI D., 1981. Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation des Hautes Plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse 3eme cycle. USTHB, Alger. 156p + ann.

NEDJRAOUI D., 2001. Algérie. Document de profil fourrager. USTHB, Alger p, 7.

NEDJRAOUI D. 2004. Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. Cahiers Options Méditerranéennes. 62: 239-243

NEDJRAOUI. D., BEDRANI. S, 2008. « La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte », VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement, V.8 N1. URL: http://vertigo.revues.org/5375.

NEDJARAOUI D., HIRCHE.A ., BOUGHANI A., MOSTEFA,F., ALAMANI & M.BENARIAD.1999. Suivi diachronique des processus de désertification in situ et partélédétection des Hautes plaines steppiques du sud-ouest oranais. Rev.*U.R.B.T*et*I.N.C.*Alger, 9-15

NIKNAM S.R, MCCOMB J. 2000. Salt tolerance screening of selected Australian woody species — a review.*For. Ecol. Manage*. 139(1-3): 1–19. DOI: 10.1016/s0378-1127(99)00334-5

NOSETTO M.D, JOBBÁGY E.G, TOTH T, DI BELLA C.M. 2007. The effects of tree establishment on water and salt dynamics in naturally salt-affected grasslands.Oecologia. 152(4) : 695–705. Doi:10.1007/s00442-007-0694-2

O

ONM, 2016. Office national météorologique, données climatiques de la Wilaya de Nâama.

O.N.S, 2008. Recensement Général de la Population et Habitat par wilaya et par communes.

ORSHAN G., G. MONTENEGRO, G. AVILA, M.E. ALJARO, A. WALCKOWIAAK & A.M. MUJICA, 1984. Plant growth forms of Chilean matoral. A monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 m a.s.l. *Bull. Soc. Bot. Fr.* (Actual. Bot.), **131**, 411-425.

OVINGTON, LD. 1955. Studies of the development of woodland conditions under different trees.III -The ground flora.*Ecology*, 43: 1-21.

OZENDA P ,1964. Biogéographie végétale.Editions Doin.Paris. In : revue géographique de l'Est, tome 7, n°4,507 p

OZENDA P ,1982. La cartographie de la végétation des Alepes, centre de gravité d'une étude phytogéographique des montagnes européennes.Veroff. D. forstl. Bundesversuch. 26 :113-133

OZENDA P ,1986. La cartographie écologique et ses applications. Ed. Masson et C

OZINGA, W.A., BEKKER, R.M., SCHAMINEE, J.H.J., VAN GROENENDAEL, J.M., 2004. Dispersal potential in plant communities depends on environmental conditions. J. Ecol. 92, 767–777. ie, Paris.160 p

P

PALMER, M.A., AMBROSE, R. & POFF, N.L. 1997. Ecological theory and community restoration ecology. *Journal of Restoration Ecology* 5,291-300.

PALMER, M.W. & WHITE, P.S. 1994. Scale Dependence and the Species-Area Relationship,*The American Naturalist* 144, 717-740.

PANSU M, GAUTHEYROU J, LOYER J. Y. (1998). L'analyse du sol: échantillonnage, instrumentation et contrôle. Paris: Masson.

PARTEL, M., KALAMEES, R., ZOBEL, M., ROSÉN, E., 1998. Restoration of speciesrich limestone grassland communities from overgrown land: the importance of propagule availability. Ecol. Eng. 10, 275–286.

PATRICK, T. 2019. Dictionnaire encyclopédique de la diversité biologique et de la conservation de la nature.Cinquième édition.978-2-9552171-5-3.

PETERKEN, G.F., GAME, M. 1984. Historical factors affecting the number and distribution of vascular plant species in the woodlands of central Lincolnshire. *Journal of Ecology*, 72: 155-182.

PISON G. 1986. La révolution néolithique remise en cause. Population 41° année 2 : 372-375.

POUGET M., 1973. Une manifestation particulière et méconnue de la salure dans les steppes du sud-algérois: Les plages de salure sur les glacis quaternaires a croûte calcaire. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 64: 15-24

POUGET M. 1980 a. Les relations sol-végétation dans les steppes sud- algéroises Edition ORSTOM., Paris, 569p.

POUGET M., 1980 b. Les relations sol-végétation dans les steppes Sud- algéroises. Thèse Doc., Travaux et documents de l'OROSTOM, Paris, 555 p.

PRACH, K., PYŠEK, P., BASTL, M., 2001. Spontaneous vegetation succession in humandisturbed habitats: A pattern acrossseres. Appl. Veg. Sci. 4, 83–88.

PRITCHET W.L, FISHER R.F. 1985. Properties and management of forest soils, 2nd Revised edition. New York, John Wiley and Sons Ltd.

Q

QUEREJETA J.I, ROLDÁN A, ALBALADEJO J, CASTILLO V. 2001. Soil water availability improved by site preparation in a *Pinus halepensis* afforestation under semiarid climate. *For. Ecol. Manage.*149 (1-3): 115–128. DOI: 10.1016/s0378-1127(00)00549-1

R

RAMEAU J-C., 1987. Contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du Nord-Est de la France. Université de Besançon. Thèse d'Etat.

RAULUND-RASMUSSEN, K., VEJRE, H. 1995. Effect of tree species and soil properties on nutrientimmobilization in the forest floor.*Plant and Soil,* 168-169: 345-352.

RAUNKIAER C. 1904. Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season.

RAUNKIAER C., 1934. The life forms of plants and statistical plant. Geography.Claredon press. Oxford. 632 p.

REMIGI P, FAYE A, KANE A, DERUAZ M, THIOULOUSE J, CISSOKO M, PRIN Y, GALIANA A, DREYFUS B. 2008. The Exotic Legume Tree Species *Acacia holosericea*Alters Microbial Soil Functionalities and the Structure of the ArbuscularMycorrhizal Community. *Appl. Environ. Microbiol.*, 74(5): 1485- 1493. DOI: 10.1128/AEM.02427-07

REYNOLDS, J.F., 2001. Desertification. In: Levin, S.A. (Ed.), Encyclopedia of Biodiversity, vol. 2. AcademicPress, London, pp. 61–78.

Roselt/OSS, 2015. Guide technique écologie pour la collecte, l'analyse des données et le calcul des indicateurs écologiques suivant l'approche harmonisée ROSELT/DNSE/OSS/ Tunis .159p.

ROSSI G., ANDRE V. 2006. La biodiversité : questions de perspectives. Annales de Géographie 115 : 651 : 468-484.

ROUX G, ROUX M, 1967. A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie. Revue de statistique appliquée, 15(2), 59-72.

RUIZ-JAEN, M.C. & AIDE T.M., 2005. Restoration success: How is it being measured? *Restoration Ecology*13, 569-577.

S

SADKI, E. 1977. Analyse des actions de développement dans la steppe algérienne (doctoral dissertation).

SAETRE, P. 1998. Decomposition, microbial community structure, and earth worm effects along a birch–spruce soil gradient. Ecology, 79(3), 834-846.

SAÏDI S., HADDOUCHE I., GINTZBURGER G. et LE HOUEROU H. N., 2011. Désertisation: Méthodes d'études quantitatives. Mise en œuvre d'un indice spatio–quantitatif basé sur le concept de l'Efficacité Pluviale (un cas d'étude en Algérie).DOC.

SAPANOV M.K. 2000. Water uptake by trees on different soils in the Northern Caspian region. *Pochvovedenie*.(11): 1318-1327.

SAWTSCHUK, J., 2012. Restauration écologique des pelouses et des landes des falaises littorales atlantiques : Analyse des trajectoires successionnelles en environnement contraint. Rapport de thèse: 397.

SCHILLER, G. 2001. Biometeorology and recreation in east Mediterranean forests. Landscape and Urban Planning, 57(1), 1-12.

SELTZER P, 1946. Le climat de l'Algérie. Alger, Algérie, Institut de météorologie et physique du globe, 219 p.

SENOUSSI A., CHEHMA A.ET BENSEMAOUNE Y., 2011. La steppe algérienne à l'aube du IIIème millénaire : quel devenir ?. Annales des Sciences et Technologie. Vol. 3, N° 2.129-138p.p.

Society for Ecological Restoration Science and Policy Working Group, 2002. The SER Primer on Ecological Restoration.www.ser.org/

SER, 2004. (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group): The SER International Primer on Ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

SI TAYEB, T.2016. Impact of Climate Change and Anthropogenic Activities in the Dynamics of Land Cover in Mediterranean Steppe West Algeria.In *Living Planet Symposium* (Vol.740, p.157).

SI TAYEB, T., BELABBES, I. 2018. Landscape Change in the Steppe of Algeria South-West Using Remote Sensing. *Annals of ValahiaUniversity of Targoviste, GeographicalSeries,* 18(1), 41-52.

SOTO G., 1997. Atriplexnummularia, espèce pionnière contre la désertification. FAO. XI Thèse de doctorat, Université Layon, 140 P.ThèseDoct. .Univ .Sc. Tech. De Languedoc Montpellier, OPU, Alger, 1984. 177 p.Travaux et document. OST ROM. N° 116. Paris. 555 P.

SPIELES, D.J., CONEYBEER, M., HORN, J., 2006. Community Structure and Quality After 10 Years in Two Central OhioMitigation Bank Wetlands. Environ. Manage. 38, 837–852.

STEFANIK, K.C., MITSCH, W.J., 2012. Structural and functional vegetation development in created and restoredwetland mitigation banks of different ages. Ecol. Eng. 39, 104–112.

SYKES MT. 2001. Modelling the potential distribution and community dynamics of lodgepole pine (Pinus contorta Dougl.Ex. Loud.) in Scandinavia. *Forest Ecology and Management,* 141: 69-84. and Urban Planning, 57(1), 1-12.

T

TASSIN J, MISSAMBA-LOLA AP, MARIEN JN. 2011. Biodiversité des plantations d'eucalyptus. *Bois et Forêts des Tropiques,* 309(3): 27. Glands of Tamarixaphylla. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 63(2): 310-317.

TEIXEIRA, L.H., WEISSER, W., GANADE, G., 2016. Facilitation and sand burial affect plant survival during restoration of a tropical coastal sand dune degraded by tourist cars. Restor.Ecol. n/an/a.

TEMPERTON V.M., HOBBS R.J., NUTTLE T., HALLE S. 2004. Assembly rules and restoration ecology: bridging the gap between theory and practice. Island press, 424p.

THOMAS D. S. G., 1995. Desertification: Causes and processes, In: Encyclopaedia ofEnvironmental Biology, Vol. 1, ed. W. A. Nierenberg, San Diego, Academic Press, 463-473.

THOM, R.M. 2000. Adaptive management of coastal ecosystem restoration projects. *Ecological Engineering* 15, 365-372.

THOMSON W. W, BERRY W. L, LIU L. L. 1969. Localization and secretion of salt by the salt glands of Tamarixaphylla. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 63(2): 310-317.

TOBLER, W.R. 1970. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region.*Economic Geography* 46, 234-240.

TONN, W.M., MAGNUSON, J.J., RASK, M., TOIVONEN, J.,1990. Intercontinental Comparison of Small Lake Fish Assemblages: The Balance between Local and Regional Processes. Am. Nat. 136, 345–375

V

VANNIERE, B. 1984. Tables de production pour les forêts françaises. ENOREF (Ed.), 2ème Edition, Nancy.

VERTESSY R.A, CONNELL L.D, MORRIS J.D, SILBERSTEIN R.P, HEUPERMAN A, FEIKEMA P.M, MANN L, KOMARZYNSKI M , COLLOPY J , STACKPOLE D. 2000. Sustainable Hardwood Production in Shallow Watertable Areas.Water and Salinity Issues in Agroforestry (6): 00-163.

VITO ARMANDO, L. CLAUDIO, D.P. PELLEGRINO, C. LUIGI, B. GIUSEPPE, A.ERISTANNA, P. 2012. Effects of afforestation with four unmixed plant species on the soil–water interactions in a semiarid Mediterranean region (Sicily, Italy). *Journal of Soils and Sediments* 12 (8): 1222–1230. https://doi.org/10.1007/s11368-012-0522-0

W

WEIHER, E., KEDDY, P.A. (EDS.), 1999. Ecological assembly rules: perspectives, advances, retreats. Cambridge University Press, Cambridge [England] ; New York, NY, USA.

WHITE, P.S. & WALKER, J.L, 1997. Approximating Nature's Variation: Selecting and UsingReference Information in Restoration Ecology.*Restoration Ecology* 5, 338-349.

WILSON E.O., 1988. Biodiversity. National Academy Press.Washington.D.C. USA.

Y

YEROU H. BENABDELI K. 2013. Rôle des types d'élevage dans la dégradation des formations steppiques dans la région de Naâma (Algérie sud-occidentale). *Revue d'écologie*.68:157-165

Z

ZAIR M., 2011. Bilan écologique et socio-économique des reboisements dans la wilaya de Nâama et perspectives d'avenir. Mémoire Mag. Tlemcen, Alger, 223 p.

ZOBEL, M., VAN DER MAAREL, E., DUPRE, C., 1998. Species pool: the concept, its determination and significance for community restoration. Appl. Veg. Sci. 1, 55–66.

Annexe

Annexe 1 : Les méthodes d'analyse des paramètres physico-chimique du sol

❖ Humidité du sol

Méthode :

Peser avec précision dans un bécher, préalablement taré, 100 g dusol fine et placé dans un bécher numérote :

P1 : le poids d'un bécher vide.

P2 : le poids d'un bécher + terre frais.

-Porter le bécher et son contenue dans une étuve à dissociation dont la température devra être maintenue à 105°C.

-laisser sécher durant 24 heures.

-Peser de nouveau chaque bécher :

P3 : le poids d'un bécher + sol à 105°C.

Le pourcentage d'humidité est calculé selon la formule suivante :

$$H (\%) = (P_2 - P_3 / P_3 - P_1) * 100$$

❖ La densité apparente (masse volumique)

Méthode :

- Aplanir la surface du sol en dégageant les débris végétaux.
- Placés les cylindres et le poussoir.
- Enfoncer le cylindre avec précaution jusqu'à ce que la surface de la couche mesurée dépasse la section supérieure du cylindre.
- Retire le poussoir.
- Extraire le cylindre avec un couteau à lame résistante, en passant sous le cylindre à distance suffisante pour éviter tout arrachement de la terre de la partie inférieure du cylindre.
- Raser progressivement les deux côtés du cylindre, d'abord avec le couteau puis avec une règle métallique taillée en biseau pour la finition.
- Refermer hermétiquement le cylindre.
- En arrivent au laboratoire, peser à l'état humide, sécher à l'étuve à 105°C pendant 48 heures, puis peser à l'état sec.

Calculs :

Masse volumique du sol (ou Densité apparente : Da) = poids sec sol / volume cylindre (en g/cm^3).

- **La densité réelle**

Méthode :

La densité réelle est obtenue de la manière suivante :

-Utiliser un liquide organique tel que le benzène, déterminée la densité « d » du liquide utilisé à la température du laboratoire.

-Remplir de benzène, le pycnomètre. Jusqu' au trait de jauge et peser p1.

-Peser avec précision 10 g (p) dusol fine séchée à l'étuve à 105°C.

-Verses délicatement dans le pycnomètre qui doit être parfaitement propre.

-Remplir an 75 ml environ le pycnomètre avec du benzène.

-Porter le pycnomètre dans un dessiccateur, lorsque le dégagement d'air devient nul, sortir le pycnomètre du dessiccateur.

-Remplir le benzène le pycnomètre jusqu'au trait de jauge, dès que le niveau du benzène ne varie plus et reste à la hauteur de jauge, porter le pycnomètre sur une balance de précision, le poids obtenu p2.

$$v=\frac{(p1+p)-p2}{d}$$

v : correspond au poids du volume de benzène, égale à celui de la prise d'essai de terre

On déduit le volume V occupé par le poids « p »dusol.

$$D\,r=\frac{P}{V}$$

d : densité de benzène

P : poids du sol sec (g)

V : volume de liquide restant dans la burette

- **Capacité de rétention**

Méthode :

- Peser un cylindre PVC (5 cm de diamètre, 4 cm de hauteur) vide dont le fond contient des pores (p1).
- Trente grammes de sol frais ont été pesés dans le cylindre.
- Verser de l'eau distillée jusqu'à saturation du sol.
- Le cylindre et son contenu ont été placés à 4°C (12h) pour permettre le drainage de l'eau gravitaire, puis ils ont été pesés (p2).

- Transvaser tout le contenu dans un bécher et placer le dans une étuve à 105°C durant 24 heures.et pèse (p3).

La capacité de rétention du sol séché à 105 °C est calculée en pourcentage suivant la formule.

P1 : cylindre vide.

P2 : cylindre + terre + eau distillée.

P3 : bécher + terre séchée à 105 °C.

$$\text{Capacité de rétention} = (P_2 - P_1) - (P_3 - P_1) / (P_3 - P_1) * 100$$

- **Perméabilité**

Méthode :

- Mettre un sol prélevé dans une éprouvette jusqu'au niveau de 100 ml.
- Compléter par de l'eau distillée jusqu'à 200 ml.
- mesurer la hauteur h (eau) de chaque éprouvette, après l'avoir laissé reposer 12 heures.

Le calcul de la perméabilité est donné par la formule suivante:

$$K\ (cm/h) = 0{,}857 \times h\ (eau)$$

- **Calcaire**

Méthode :

Dans une fiole pour calcimètre de Bernard, d'abord introduire dans le doigt 5ml de HCL au ½ avec une pipette droiteensuite, peser 10 g de sol finement broyée qu'on a introduit dans la fiole, puis humidifierle sol avec de l'eau déminéralisée sans excès.

Après fermeture de la fiole en la raccordant au calcimètre, on assure que le niveau du liquide arrive à la hauteur du repère zéro.

Calculs :

- v = volume de CO2 produit par p=0,2g de CaCO3 pur et sec.
- V= volume de CO2 produit par P g de CaCO3 contenu dans un poids P de sol.
- P = poids de la prise d'essai de terre en gramme.

$$CaCo_3\% = \frac{PV}{Pv} x100$$

- **Dosage du carbone (méthode Anne)**

Méthode brièvement:

Le carbone organique (C.O) est dosé par la méthode Anne, dont le C.O est oxydé par du bichromate de potassium en milieu sulfurique. Le bichromate doit être en excès, la quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique. L'excès de bichromates de potassium est titré par une solution de sel de Mohr en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert.

Calculs :

Le calcul de la teneur en carbone organique (Corg en %) est donc le suivant :

$$C\ (\%)=\frac{((Vtotextractant-(Vtotextractant-V0))-V)\ 0.0012\ x\ 100}{m}=\frac{(V-V)\ 0.12}{m}$$

Sont à noter :

• m (en g) = masse m de la prise d'essai de sol.

• V (en ml) = volume de sel de Mohr utilisé pour la titration de l'échantillon de sol.

• V0 (en ml) = volume de sel de Mohr utilisé pour la titration du blanc.

• Vtotextractant (en ml) = volume total d'extractant (mélange au dichromate, solution

La teneur en carbone organique est exprimée en % (g / 100g) de terre séchée à 105 °C

Donc, la matière organique est déterminée par la formule suivante:

$$MO\% = C\% \times 1,72$$

MO%: Le pourcentage de matière organique.

C%: Le pourcentage de carbone oxydé.

❖ **Les stocks en élément chimique**

Méthode :

-Sécher le sol dans une étuve à 105° durant 24 heures.

-Peser 100g de sol séché.

-Mettre cette matière dans le broyeur (Photo13 **A**)

-Broyer la matière pendant un temps précis (4mn)

-Introduire 1 g de la matière broyée dans une presse de pastillage (Photo13**B**) pour former une pastille.

-Sécher la pastille obtenue dans une étuve pendant 15mn (Photo 13**C**).

-Poser la pastille séchée dans analyseur par fluorescence X (Photo 13 **D**).Le résultat a été affiché sur l'écran de l'ordinateur qui combinée avec analyseur par fluorescence X.

Annexe 2 : Abondance dominance, sociabilité, Absence présence des stations d'étude

- **Station *Pinus halepensis* :**

Tableau 1 : Abondance dominance de la station *Pinus halepensis*

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	5	r	2	2	1	2	2	4	2	2	2	+	2	2	1	r	1	1	2	2
HM	3	r	r	2	1	1	r	2	2	r	r	1	r	+	r	+	r	r	r	r
AS	2	2	1	2	r	2	+	1	1	+	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
SP	2	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	1	2	2	2	+	1	1	2	2
MP	2	1	2	2	2	1	+	2	2	r	r	r	1	1	r	+	r	r	+	r
SV	2	1	5	2	1	2	1	2	3	r	2	1	2	2	1	r	+	r	r	2
PH	r	r	r	+	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
LA	1	+	2	2	2	2	r	r	r	r	r	r	r	+	r	r	r	r	r	r
AC	2	r	1	2	3	2	1	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	+	r	r
MD	3	2	3	2	3	3	4	2	+	2	2	3	4	2	1	1	3	2	1	2
HL	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	+	1	2	1	2	2	+	+

ES: *Eruca sativa,* HM: *Hordeum murinum,* AS: *Atractylis serratuloides,* SP: *Stipa parviflora,* MP: *Muricaria prostrat,* SV: *Salvia verbenaca* PH: *papaver hybridium,* LA: *Launaea arborescens,* AC: *Astragalus caprinus,* MD: *Marrubium desertii,* HL: *Helianthemum lippi*

1 : < 5%.**2 :** 5 à 25%.**3 :** 25 à 50%.**4 :** 50 à 75.**5 :** > 75%.

+ : Peu d'individus, avec très faible recouvrement. **r** : rare.

Tableau 2 : Absence présence de la station *Pinus halepensis*

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
HM	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
AS	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
SV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1
PH	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LA	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
AC	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
MD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HL	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

0 : absent.**1** : présent.

Tableau 3 : la sociabilité de la station *Pinus halepensis*

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	5	1	2	1	1	1	2	4	2	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1
HM	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SP	1	2	3	1	1	1	3	4	3	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	2
MP	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SV	1	1	5	2	1	2	1	2	3	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1
PH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LA	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AC	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MD	4	1	3	2	3	3	4	1	1	1	2	3	5	2	2	1	3	1	1	1
HL	3	2	1	1	2	3	3	1	1	1	4	2	1	1	2	1	1	2	1	1

1 : individus isoles **2 :** individus en groupe **3 :** individus en troupe **4 :** individus en petites colonies
5 : individus en peuplement continu.

- **Station *Cupressus sempervirens* :**

Tableau 4 : Abondance dominance de la station *Cupressus sempervirens*

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	4	5	4	4	2	2	4	2	4	2	4	4	5	5	5	5	4	4	3	4
HM	1	1	+	1	r	r	2	+	1	r	2	2	1	r	2	1	r	r	r	R
AS	2	2	1	2	+	1	1	2	2	2	2	2	2	r	r	r	1	+	1	1
SP	r	1	2	r	r	+	1	r	r	r	1	1	1	+	+	1	1	2	+	R
MP	2	r	r	r	r	r	r	+	2	1	1	+	2	r	r	r	r	r	r	1
SV	2	r	+	1	r	r	+	r	1	r	1	1	+	2	1	1	+	1	+	+
PH	+	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	R
LA	+	1	1	+	r	+	+	r	r	2	2	2	2	r	+	2	1	1	r	1
AC	1	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	+	r	r	+	r	r	r	r	r
MD	r	1	1	r	2	2	1	r	2	2	2	2	2	1	r	1	r	r	r	1
HL	1	r	1	2	1	1	2	2	2	2	r	1	2	1	+	2	1	2	2	1

Tableau 5 : Absence présence de la station *Cupressus sempervirens*

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HM	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
AS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
SP	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
MP	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
SV	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PH	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LA	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
AC	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
MD	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1
HL	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tableau 6 : la sociabilité de la station *Cupressus sempervirens*

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	5	5	4	4	3	2	5	2	4	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5
HM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AS	3	1	1	3	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
SP	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
MP	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
PH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MD	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
HL	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1

- **Station *Eucalyptus camaldulensis* :**

Tableau 7 : Abondance dominance de la station *Eucalyptus camaldulensis*

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	1	2	r	2	3	2	r	r	2	3	2	2	1	r	r	r	+	2	4	2
HM	2	r	r	2	2	2	2	2	2	3	2	3	+	1	2	2	1	1	2	2
AS	1	1	2	2	2	2	2	1	3	1	2	2	r	3	1	2	2	1	1	+
SP	3	3	3	2	2	3	r	r	r	3	r	2	2	1	1	2	2	3	2	+
MP	2	r	2	4	4	3	2	4	3	4	4	3	3	2	2	2	1	2	4	3
SV	+	r	r	1	r	+	r	2	2	1	2	2	2	2	r	r	r	1	r	2
PH	r	r	r	1	r	r	r	r	r	r	r	+	r	r	+	+	r	1	3	2
LA	2	2	1	2	2	2	r	2	r	+	1	1	1	+	1	r	1	2	2	2
AC	r	r	r	r	1	r	1	1	1	1	1	r	r	r	2	1	r	r	2	r
MD	+	5	3	2	1	2	1	2	2	1	r	r	r	+	r	1	2	2	2	+
HL	r	4	5	2	r	r	1	1	r	r	r	r	r	r	r	r	r	2	r	r

Tableau 8 : Absence présence de la station *Eucalyptus camaldulensis*

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
HM	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
SP	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MP	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SV	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
PH	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1
LA	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
AC	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
MD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
HL	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Tableau 9 : la sociabilité de la station *Eucalyptus camaldulensis*

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	1	2	1	2	3	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	4	1
HM	1	1	1	1	1	1	2	3	1	3	1	3	1	1	2	1	1	1	1	1
AS	1	1	2	3	2	1	1	1	3	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	1
SP	3	3	3	2	1	3	1	1	1	3	1	2	2	1	1	2	2	3	2	1
MP	1	1	2	4	4	3	2	4	3	4	5	4	3	2	3	2	1	1	4	3
SV	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
PH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2
LA	3	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
AC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MD	1	5	4	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
HL	1	5	5	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1

❖ **Station Témoin :**

Tableau 10 : Abondance dominance de la station témoin

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	2	2	2	+	2	2	r	2	2	1	1	1	3	r	2	2	r	2	1	+
HM	r	r	r	r	r	r	1	r	r	2	r	r	2	r	r	r	r	2	r	r
AS	r	r	2	2	2	1	2	2	+	2	2	1	2	1	+	r	1	1	r	r
SP	r	r	3	2	3	3	r	r	2	2	3	2	3	2	2	3	1	2	2	r
MP	2	r	2	+	2	r	r	r	2	2	r	r	r	r	4	2	r	r	r	r
SV	r	r	r	r	r	r	1	r	r	r	r	r	+	r	r	r	r	r	r	r
PH	r	r	1	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
LA	+	1	r	1	1	1	1	1	1	1	r	r	1	r	r	r	r	1	r	r
AC	r	r	2	r	r	r	2	r	2	2	r	1	r	r	1	1	r	r	r	r
MD	2	r	1	r	r	r	r	2	r	r	2	r	2	+	2	r	2	2	2	r
HL	2	2	r	1	r	r	r	r	r	+	1	r	r	r	2	r	r	r	r	+

Tableau 11 : Absence présence de la station témoin

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1
HM	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
AS	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0
SP	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
MP	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
SV	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
PH	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LA	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
AC	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
MD	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
HL	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Tableau 12 : la sociabilité de la station témoin

Relevés / Espèces	R 1	R 2	R 3	R 4	R 5	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	R 15	R 16	R 17	R 18	R 19	R 20
ES	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	1	2	1	1
HM	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
AS	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
SP	1	1	3	3	3	4	1	1	2	1	3	2	3	1	3	3	1	2	1	1
MP	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1
SV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
PH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1
LA	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MD	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1
HL	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Annexe 3 : Diversité des espèces et équitabilité

Tableau 1: Méthode de calcul de l'indice de Shannon-Weaver et d'équitabilité dans la station de *Pinus halepensis*

Espèces	fréquence spécifique	pi = ni/N	log2 pi	- pi log2 pi
Atractylis serratuloides	74	0.0429	- 4.5438	0.1949
Launaea arborescens	64	0.0371	- 4.7534	0.1763
Eruca sativa	248	0.1439	- 2.7974	0.4025
Muricaria prostrata	64	0.0371	- 4.7534	0.1763
Helianthemum lippi	238	0.1381	-2.8568	0.3945
Astragalus caprinus	50	0.0290	-5.1088	0.1481
Salvia verbenaca	246	0.14277	-2.8088	0.4010
Marrubium desertii	404	0.2344	-2.0934	0.4906
Papaver hybridium	1	0.00058	-10.7539	0.0062
Hordeum murinum	69	0.0400	-4.6448	0.1857
Stipa parviflora	265	0.1538	-2.7014	0.4154

N 1723
S 11
Indice de Shannon 2.9915
H'= - **Σ** pi log2 pi
Equitabilité 0.8647
E = H'/ log2 S

Tableau 2 : Méthode de calcul de l'indice de Shannon-Weaver et d'équitabilité pour une station de *Cupressus sempervirens*

Espèces	fréquence spécifique	pi = ni/N	log2 pi	- pi log2 pi
Atractylis serratuloides	145	0.0780	- 3.6811	0.2871
Launaea arborescens	63	0.0339	- 4.8829	0.1655
*Eruca sativa*1	253	0.6447	- 0.5677	0.3659
Muricaria prostrata	34	0.0183	- 5.7724	0.1056
Helianthemum lippi	119	0.0640	-3.9660	0.2538
Astragalus caprinus	5	0.0026	-8.5878	0.0223
Salvia verbenaca	45	0.0242	-5.3692	0.1299
Marrubium desertii	76	0.04092	-4.6113	0.1886
Papaver hybridium	1	0.00053	-10.8824	0.0057
Hordeum murinum	52	0.0280	-5.1587	0.1444
Stipa parviflora	64	0.0344	-4.8617	0.1672

N 1857
S 11

Indice de Shannon 1.836
H'= - **Σ** pi log2 pi
Equitabilité 0.5307
E = H'/ log2 S

Tableau 3 : Méthode de calcul de l'indice de Shannon-Weaver et d'équitabilité pour une station *d'Eucalyptus camaldulensis*

espèces	fréquence spécifique	pi = ni/N	log2 pi	- pi log2 pi
Atractylis serratuloides	192	0.1214	- 3.0423	0.3693
Launaea arborescens	121	0.0765	- 3.7086	0.2837
Eruca sativa	222	0.1404	- 2.8325	0.3976
Muricaria prostrata	64	0.0404	- 4.6298	0.1870
Helianthemum lippi	187	0.1182	-3.0809	0.3641
Astragalus caprinus	32	0.0202	-5.6298	0.1137
Salvia verbenaca	59	0.0373	-4.7450	0.1769
Marrubium desertii	207	0.1309	-2.9336	0.3840
Papaver hybridium	53	0.0335	-4.90002	0.1641
Hordeum murinum	172	0.10879	-3.2006	0.3481
Stipa parviflora	272	0.1720	-2.5396	0.4368

N 1581
S 11
Indice de Shannon 3.2253
H'= - **Σ** pi log2 pi
Equitabilité 0.9323
E = H'/ log2 S

Tableau 4 : Méthode de calcul de l'indice de Shannon-Weaver et d'équitabilité pour une station de témoin

Espèces	fréquence spécifique	pi = ni/N	log2 pi	- pi log2 pi
Atractylis serratuloides	72	0.0719	- 3.7981	0.2730
Launaea arborescens	82	0.0819	- 3.6102	0.2956
Eruca sativa	170	0.1698	- 2.5582	0.4343
Muricaria prostrata	118	0.1178	- 3.0857	0.3634
Helianthemum lippi	43	0.0429	-4.5431	0.1948
Astragalus caprinus	39	0.0389	-4.6844	0.1822
Salvia verbenaca	5	0.0049	-7.6735	0.0376
Marrubium desertii	118	0.1178	-3.0857	0.3634
Papaver hybridium	5	0.0049	-8.3218	0.0407
Hordeum murinum	34	0.0339	-4.8829	0.1655

Stipa parviflora	315	0.3146	-1.6685	0.5249
N	1001			
S	11			
Indice de Shannon	2.8754			
H'= - **Σ** pi log2 pi				
Equitabilité	0.8311			
E = H'/ log2 S				

Résumé

La zone steppique de l'Algérie occidental et plus particulièrement la willaya de Nâama est le meilleur exemple de la perturbation de l'écosystème steppique sous l'effet de certains facteurs naturels et artificiels.

En matière de développement de ces espaces steppiques, l'Etat a pris certaines mesures telles la mise en place d'une politique de développement basée sur la réhabilitation et la restauration des espaces naturels dégradés. Cette restauration écologique d'assister de l'intervention humaine consiste généralement dans la contribution de l'élimination ou la modification des sources de perturbation afin d'assurer la réinitialisation des processus écologiques clés. Ce travail à pour but d'évaluer l'effet de programme de restauration qui a été réalisé dans la localité de "Koudiet Touadjeur" à 20 KM au Nord de la ville de Nâama, pour préserver cette ville contre l'avancement des dunes de sable. C'est un programme de reboisement de 400 ha par l'utilisation de trois espèces, *Pinus halepensis*, *Cupressus sempervirens* et *Eucalyptus camaldulansis.*

Sur le plan édaphique, Cent échantillons de sol ont été recueillis pour l'analyse physico-chimique du sol, les résultats montrent que l'effet des espèces reboisées empêche l'accumulation de litière et une acidification des premiers centimètres du sol.

Sur le plan analyse de la diversité floristique et l'étude de la formation végétale steppique, 80 relevés floristiques ont été réalisés, Les résultats montrent que la végétation à Koudiet Touadjeur est composée en 11 espèces recensées regroupées en 7 familles que se soit à l'intérieur et l'extérieur de reboisement et une thérophytisation prononcée dans les sites.

La diversité floristique est plus faible avec l'indice de Shannon-Wieverne dépasse pas 02 dans la station de reboisement *Cupressus sempervirens*. L'analyse AFC et CHA montrent qu'il ya un changement de la flore de chaque station et l'analyse de la régression montre aussi l'influence des paramètres du sol sur la répartition de la végétation annuelle steppique d'une station à l'autre et l'analyse en composante principale représente la répartition des espèces annuelles en groupe en fonction des paramètres édaphiques.

***Mots clé* :** Steppe-Nâama- la restauration –Koudiet Touadjer - reboisement -sol - la diversité floristique.

Summary

The steppe zone of western Algeria and more particularly the region of Nâama is the best example of the steppe ecosystem disturbance under the effect of certain natural and artificial factors.

In terms of the development of these steppe areas, certain measures have been taken by the government such as the establishment of a development policy based on the rehabilitation and restoration of degraded natural areas. This ecological restoration to assist human intervention generally consists of the contribution to elimination or modification of the disturbance sources in order to ensure the reset of key ecological processes. This work aims to evaluate the effect of the restoration program that was carried out in the locality of "Koudiet Touadjeur" 20 km north of Nâama city, to preserve this city against the advancement of sand dunes. It is a 400 ha reforestation program using three species, *Pinus halepensis*, *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus camaldulansis*.

Regarding soil characteristics, one hundred soil samples were collected to perform physico-chemical analysis, the results show that the effect of reforested species prevents litter accumulation and causes acidification of the first few centimeters of the soil.

In terms of floristic diversity analysis and study of steppe plant formation, 80 floristic surveys were carried out. The results show that the vegetation in the reforestation interior and exterior in Koudiet Touadjeur is composed of 11 plant species belonging to 7 families associated with a pronounced therophytization in the study sites.

A low floristic diversity was recorded in the *Cupressus sempervirens* reforestation station with the Shannon-Wiever index not exceeding 02. Correspondence analysis and Ascending Hierarchical Classification (CAH) analysis show a change in the flora of each study site. The regression analysis also shows the influence of soil parameters on the annual distribution of steppe vegetation from station to another. The principal component analysis represents the distribution of annual species in groups according to the edaphic parameters.

Key words: Steppe -Nâama - restoration –Koudiet Touadjer - reforestation - soil -floristic diversity.

الملخص

تعد منطقة السهوب في غرب الجزائر وبشكل خاص ولاية النعامة أفضل مثال على اضطراب النظام البيئي للسهوب تحت تأثيربعض العوامل الطبيعية والاصطناعية.

وفيمايتعلق بتنمية مناطق السهوب هذه، اتخذت الدولة تدابيرمعينة مثل تنفيذ سياسة إنمائية تقوم على إعادة تأهيل المناطق الطبيعية المتدهورة واستعادتها. تتكون عملية الاستعادة الإيكولوجية لمساعدة التدخل البشري بشكل عام من المساهمة في القضاء على مصادرالاضطراب أوتعديلها من أجل ضمان إعادة تهيئة العمليات البيئية الرئيسية.

كان الغرض من هذا العمل هو تقييم أثر برنامج الترميم الذي تم تنفيذه في منطقة "كودية تواجير" على بعد 20 كم شمال مدينة النعامة،للحفاظ عليها ضد تقدم الكثبان الرملية. وهوعبارةعن برنامج لإعادة التشجيربمساحة 400 هكتارباستخدام ثلاثة أنواع، الصنوبر الحلبي و الكاليتوس والعرعار.

على المستوى التربة، تم جمع مائة عينة لتحليلها فيزيائيا وكيميائيا،أظهرت النتائج أن تأثير أنواع التشجيريمنع تراكم الدبال وتحمض الطبقات الأولى من التربة.

من حيث تحليل التنوع النباتي والدراسة الديناميكية النباتية لتكوين نبات السهوب أظهرت النتائج أن الغطاء النباتي في منطقة كودية تواجيرضعيف جدًا 11 نوعًا موزعة على 7 مجموعات نباتية في داخل وخارج التشجير مع وضوح ظاهرة thérophytisationو هذا التنوع النباتي ضعيف جدا بحيث لايتجاوز قيمة 2 في محطة غراسة العرعار.

يوضح تحليل AFC وCHA أن هناك تغييرا في المجاميع النباتية المحددة لكل محطة.

ويظهر تحليلla régression أيضا أن تأثير عناصر التربة على توزيع نباتات السهوب السنوية يختلف من محطة إلى أخرى.

ويمثل تحليل ACP أن أنواع النباتات السنوية تتوزع إلى مجموعات وفقا لعناصر التربة.

الكلمات المفتاحية: السهوب-النعامة - الترميم - كودية تواجير - إعادة التشجير - التربة– التنوع النباتي.