

N° d'ordre...

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
Département des sciences de l'environnement

THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES

Présentée par :

Monsieur : ADDOUN MOHAMED

Spécialité : Sciences de l'Environnement

Option : BIODIVERSITE VEGETALE ET VALORISATION

Intitulée

**Dynamique du couvert végétal de la zone steppique du
sud de la wilaya de Tlemcen (Algérie occidentale) :
Analyse diachronique par télédétection**

Soutenu le

Devant l'honorable jury composé de :

Président de jury : Pr BACHIR BOUIADJRA SALLAH EDDINE (Professeur, UDL, SBA)
Examineurs : Dr LABDELLI FATIHA (MCA, Univ, TIARET)
:Dr BOUSMAHA FATMA (MCA, Univ, TIARET)
:Dr CHAFAA MERIEM (MCA, Univ, TIARET)
Directeur de thèse : Dr AYACHE ABBASSIA (MCA, UDL, SBA)

Année universitaire 2020-2021

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant qu'il nous a guidé tout au long de nous vie, qu'il nous a donné le courage et la patience pour passer tous les moments difficiles, et qu'il nous a permis d'achever ce travail et de pouvoir le mettre entre vos mains aujourd'hui « HAMMDOLLAH »

Un travail de recherche, nécessite le concours d'un certain nombre de personnes. Ce mémoire est aujourd'hui l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont collaboré à ce travail.

Tout d'abord, nous tenons à remercier l'encadreur Dr : Ayache Abbassia, Qui a confiance en moi et elle a permis de travailler sur un sujet de thèse, et qu'elle a mis à ma disposition tous les moyens et les ressources nécessaires à sa réalisation.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

Je remercie Pr : Bachir Boudjra Salaheddine, d'avoir accepté de présider le membre de jury. Je remercie Dr : Labdelli Fatiha, Dr : Bousmaha Fatma et Dr : Chafaa Meriem, d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail

Bien sûr, nous remercions Pr : Hellal Benchaabane, Pour ses conseils et ses instructions ainsi les bonnes informations.

Finalement, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.



RESUMES

Résumé

La steppe y compris son espace forestier du sud ouest oranais de l'Algérie occidentale a subi des transformations spatiales très importantes au cours de ces dernières décennies. Ces transformations sont, en grande partie, d'ordre écologique et climatique (sécheresse), résultant des activités agropastorales inappropriées. Cette situation a fortement contribué à l'instabilité du sol très souvent érodé par les vents violents et à la remontée de la flore steppique vers les milieux forestiers. Le phénomène de désertification et l'ensablement au sud ont fortement réduit la couverture végétale et empêché toutes les mesures de lutte contre l'avancée du désert. En d'autres termes, les zones semi-arides et arides subissent des modifications importantes par l'intensification de l'agriculture, la régression de la surface de la forêt et de la steppe et l'agressivité des moyens menant à la dégradation des sols et à la désertification. La disponibilité de l'archive des données numériques depuis 1987 permet d'évaluer quantitativement et qualitativement les modes d'occupation du sol. La dynamique de la dégradation est suivie par l'application de deux indices de végétation normalisée, à savoir le : NDVI et TSAVI. Les données utilisées pour la conception des cartes de changements de l'occupation du sol sont des scènes satellitaires «Landsat 5TM et 8Oli» obtenues en saison de printemps et la saison estivale de 1987, 1997, 2007 et 2017. Elles permettront ainsi d'établir un diagnostic plus complet de l'évolution de l'espace du sud de la wilaya de Tlemcen pour une période de 30 ans répartie en trois décennies. L'analyse chronique de l'occupation du sol, réalisée par le traitement des scènes satellitaires, est basée sur les cartes de changements de 10 ans et 30 ans. Les changements progressifs et régressifs, des composantes de l'occupation du sol, ont atteint respectivement les taux de 44,78% et -29,21%. Les surfaces les plus réduites sont les massifs forestiers, les parcours steppiques et à moindre degré les eaux des surfaces salines (dayet). Les cultures céréalières, les zones urbaines et minérales ont par contre augmenté de surface au détriment du couvert végétal naturel. La stabilité de la zone d'étude n'a enregistré qu'un taux de 26,01%. Ce taux ne représentait que le ¼ de la superficie du sud de la wilaya de Tlemcen.

Mots clés : massif forestier, NDVI, TSAVI, scènes satellitaires, steppe, Changement, Tlemcen.

Summary

The steppe, including its forest area in the southwest Oran region of western Algeria has undergone very significant spatial transformations in recent decades. These transformations are, in large part, ecological and climatic (drought), resulting from inappropriate agro-pastoral activities. This situation has strongly contributed to the instability of the soil very often eroded by strong winds and to the rise of the steppe flora towards the forest environments. The phenomenon of desertification and silting up in the south have greatly reduced the vegetation cover and prevented all measures to combat the advance of the desert. In other words, the semi-arid and arid zones are undergoing significant changes through the intensification of agriculture, the regression of the forest and steppe surface and the aggressiveness of the means leading to soil degradation and desertification. The availability of the digital data archive since 1987 makes it possible to quantitatively and qualitatively assess land use patterns. The dynamics of degradation are followed by the application of two normalized vegetation indexes, namely: NDVI and TSAVI. The data used for the sensor of the land cover change maps are “Landsat 5TM and 8oli” sensor data obtained in the spring season and the summer season of 1987, 1997, 2007 and 2017. They will thus make it possible to establish a more complete diagnosis of the evolution of the space of the south of the province of Tlemcen for a period of 30 years spread over three decades. The chronic analysis of land use, carried out by processing sensor data, is based on 10 year and 30 year change maps. The gradual and regressive changes in components of land cover reached rates of 44.78% and -29.21%, respectively. The smallest areas are forest massifs, steppe ranges and to a lesser extent the waters of saline surfaces (dayet). On the other hand, cereal crops, urban and mineral areas have increased in area to the detriment of the natural vegetation cover. The stability of the study area registered a rate of only 26.01%. This rate represented only $\frac{1}{4}$ of the area of the south of the province of Tlemcen.

Keywords : forest massif, NDVI, TSAVI, sensor data, steppe, Change, Tlemcen.

ملخص

شهدت السهوب بما في ذلك منطقة الغابات لجنوب غرب وهران الواقعة غرب الجزائر تحولات مكانية كبيرة للغاية خلال العقود في الفترة الماضية. هذه التحولات جزء كبير منها ذو طابع بيئي ومناخي ونخص بالذكر ظاهرة الجفاف الناتجة عن أنشطة زراعية - رعوية غير ملائمة. هذه الوضعية ساهمت بشدة في عدم استقرار التربة والتي غالبًا ما تتآكل بفعل الرياح القوية وانتقال نباتات السهوب نحو بيئات الغابات. لقد أدت ظاهرة التصحر ورسوب الرمال في الجنوب إلى انخفاض كبير في الغطاء النباتي والذي حال دون اتخاذ إجراءات لمكافحة زحف الصحراء بعبارة أخرى تشهد المناطق الجافة وشبه القاحلة تغيرات مهمة من خلال تكثيف الزراعة، انحدار مساحة الغابات والسهوب وعدوانية الوسائل التي تؤدي إلى تدهور التربة و التصحر.

لقد أتاح توفر أرشيف البيانات الرقمية لعام 1987 إمكانية التقييم الكمي والنوعي لأنماط استخدام الأراضي بإتباع ديناميكيات التدهور بواسطة تطبيق مؤشرين معياريين للغطاء النباتي TSAVI و NDVI والتي تم الحصول عليها بواسطة مشاهد الأقمار الصناعية LANDSAT 5TM و OLI 8 أثناء موسم الربيع والصيف للأعوام 1987، 1997، 2007 و 2007. إن تقنية الاستشعارات الفضائية المتبعة مكنتنا من إعداد تقييم تشخيصي جد مهم للفضاءات المكانية لجنوب ولاية تلمسان لمدة ثلاثين سنة والمقسمة إلى ثلاثة عقود. هذا التحليل الاستشعاري المتزامن لاحتلال التربة تم عن طريق معالجة مشاهد الأقمار الصناعية على أساس خرائط التغيرات لمدة 10 سنوات و 30 سنة.

إن النتائج المحصل عليها من هذه الدراسة مكنتنا من معرفة التغيرات التدريجية والتراجعية التي طرأت على المناطق المستهدفة حيث بلغ التغير المتزامن لاحتلال التربة على التوالي معدل 44.78% و 29.21%. أصغر المناطق تقلصا هي كتل الغابات والمراعي السهبية وبدرجة أقل مياه الأسطح المالحة أما محاصيل الحبوب والمناطق الحضرية والمعدنية فقد ازدادت مساحتها على حساب الغطاء النباتي الطبيعي وبهذا نستنتج أن المنطقة المدروسة سجلت استقرار نسبته 26.01%. هذا المعدل لا يمثل سوى 1/4 من مساحة الجزء الجنوبي من ولاية تلمسان.

الكلمات المفتاحية : كتل غابية - TSAVI - NDVI - مشاهد الأقمار الصناعية - سهوب - تغيرات - تلمسان



LISTE DES TABLEAUX



Liste des tableaux

Tableau 01 : Evolution de l'occupation du sol dans la steppe.....	39
Tableau 02 : Bilan partiel des superficies de terres steppiques dégradées ou en voie de dégradation (en millions d'hectares).....	41
Tableau 03 : Evolution de la population steppique (10³ hab.).....	47
Tableau 04 : Structure de l'espace steppique (en millions d'hectares).....	49
Tableau 05 : Effectifs du cheptel en équivalents-ovin (103) et charges pastorales (ha/eq.ovin).....	50
Tableau 06 : Effectif du cheptel en régions steppiques (milliers de têtes).....	51
Tableau 07 : Répartition des superficies et des exploitants.....	67
Tableau 08 : Répartition des exploitations du secteur autogéré.....	68
Tableau 09 : Répartition des exploitations du secteur privé.....	71
Tableau 10 : Investissements planifiés en agriculture (En milliard de DA).....	74
Tableau 11 : Répartition des exploitations en 1ère phase de la révolution Agraire.....	75
Tableau 12 : Bilan de la réorganisation (superficie en ha).....	80
Tableau 13 : Indicateurs d'évaluation du Plan national de développement agricole et rurale.....	85
Tableau 14 : Caractéristique de la station météorologique de Sidi Djilali.....	98
Tableau 15 : Les moyennes annuelles des précipitations durant les 03 périodes de la station de Sidi Djillali.....	99
Tableau 16: Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations durant les 03 périodes de la station de Sidi Djillali.....	99
Tableau 17 : Précipitations mensuelles des 03 périodes de la station de Sidi Djilali des périodes.....	101
Tableau 18 : Les températures et les précipitation moyennes et mensuelles de la station de Sidi Djilali de la période (1986-2017)	102
Tableau 19 : la température des minimas et des maximas et le Q2 des 03 périodes de la station de Sidi Djillali.....	103
Tableau 20 : L'étage bioclimatique des 03 périodes.....	104
Tableau 21 : L'amplitude thermique des 03 périodes de la station de Sidi Djillali.....	106
Tableau 22 : Classification climatique selon l'indice de Martonne.....	107
Tableau 23 : Le type de climat selon l'indice de Martonne de la station de Sidi Djillali selon l'échelle de De Martonne.....	108

Tableau 24 : L'indice de sécheresse estivale (ISE) des périodes (1913-1938) et (1987-2010) de la station de Sidi Djllali.....	108
Tableau 25 : La moyenne des minimas et des maximas des 03 périodes de la station de Sidi Djllali	112
Tableau 26 : Répartition des précipitations des 03 périodes en fonction des saisons de la station de Sidi Djllali.....	112
Tableau 27 : Evolution de la population pour les trois derniers R.G.P.H.....	117
Tableau 28 : Répartition de la population masculin par commune (année 2008).....	121
Tableau 29 : Répartition de la population féminine par commune (année 2008).....	122
Tableau 30 : Superficie des terres utilisées par l'agriculture (S.A.U).....	124
Tableau 31 : Répartition de la (S.A.T) de la zone d'étude.....	126
Tableau 32 : la répartition de la (S.A.U).....	127
Tableau 33 : Les Superficies destinées aux productions végétales.....	128
Tableau 34 : Répartition du cheptel par communes en 2013.....	130
Tableau 35 : Shepp-équivalent cheptel.....	132
Tableau 36 : caractéristiques des scènes utilisées.....	142
Tableau 37 : Taux et pourcentage de recouvrement des classes d'occupation du sol sur les dix communes la zone d'étude (1987- 1997-2007-2017) (Saison printanière).....	158
Tableau 38 : Taux d'écarts et de changements, par décennie et en 30 ans, de la zone d'étude (sud de la préfecture de Tlemcen (Algérie occidentale).....	166



LISTE DES FIGURES

Liste des figures

Figure 1 : Processus de la télédétection.....	10
Figure 2 : Spectre du rayonnement électromagnétique solaire.....	19
Figure 3: Courbes des réflectances des végétaux, sols et eaux	21
Figure 4 : Réflectance des végétaux sur les différentes longueurs d'ondes	23
Figure 5 : Principaux facteurs influençant la signature spectrale de la végétation dans le visible, le proche infrarouge et l'infrarouge moyen	25
Figure 6 : Structure d'une image numérique de télédétection	27
Figure 7 : Carte de délimitation naturelle de la steppe algérienne	34
Figure 8 : Carte de localisation des steppes algériennes par wilayas.....	35
Figure. 9 : Carte de délimitation de la région de la steppe algérienne Source : Image satellite spot, Avril 1999	36
Figure 10 : Dégradation des steppes à alfa de 1990 à 2002.....	42
Figure 11 : Sols touchés par l'érosion éolienne.....	44
Figure 12 : salinisation (Source Eco-gestion d'habitats)	46
Figure 13 : La matrice du renouveau agricole et rural	87
Figure 14 : Localisation de la zone d'étude	88
Figure 15 : Esquisse géologique de la zone d'étude	90
Figure 16 : Réseaux hydrographiques et bassins versants.....	91
Figure 17 : Carte du réseau hydro-climatologique de la zone d'étude.....	91
Figure 18 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls, station de Tlemcen 1981-2010.....	96
Figure 19 : La distribution des pluies et des températures (Station de Tlemcen).....	97
Figure 20 : Régime saisonnier des précipitations 03 périodes de la station de Sidi Djilali.....	100
Figure 21 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de Sidi Djilali de la période (1986-2017).....	102
Figure 22 : Climagramme d'Emberger des 03 périodes de la station de Sidi Djilali.....	105
Figure 23: Rose du vent annuelle (station météorologique) de Tlemcen période 1981-2010)	110

Figure 24 : Les principales essences forestières (DAS , 2017)	114
Figure 25 : Evolution de la population pour les trois derniers R.G.P.H	118
Figure 26 : Répartition de la superficie des communes de la Wilaya	119
Figure 27 : Répartition de la superficie des 05 communes.....	120
Fig. 28 : Répartition de la population masculine par commune (année 2008).....	121
Figure 29 : Répartition de la population féminine par commune (année 2008)	122
Figure 30 : Evolution de la S.A.U (en ha) de la commune de Sidi Djilali.....	125
Figure 31: Evolution de la S.A.U. (en ha) de la commune de d'El Gor.....	125
Figure 32 : Evolution de la S.A.U (en ha) de la commune de d'El Bouihi	125
Figure 33 : La Répartition du Cheptel par Communes en 2010	129
Figure 34 : La Répartition du cheptel par communes en 2013.....	130
Figure 35 : Prototype de la zone d'étude de la saison printanière.....	136
Figure 36 : Prototype de la zone d'étude de la saison estivale	137
Figure 37 : Points de vérification sur terrain de la zone d'étude	140
Figure 38 : Approche méthodologique	141
Figure 39 : Variation de l'indice de NDVI de 1987 de la zone d'étude.....	145
Figure 40 : Variation de l'indice de NDVI de 1997 de la zone d'étude.....	145
Figure 41 : Variation de l'indice de NDVI de 2007 de la zone d'étude.....	146
Figure 42 : Variation de l'indice de NDVI de 2017 de la zone d'étude.....	146
Figure 43 : Variation de l'indice de TSAVI de 1987 de la zone d'étude.....	149
Figure 44 : Variation de l'indice de TSAVI de 1997 de la zone d'étude.....	149
Figure 45 : Variation de l'indice de TSAVI de 2007 de la zone d'étude.....	150
Figure 46 : Variation de l'indice de TSAVI de 2017 de la zone d'étude.....	150
Figure 47 : Types d'occupation du sol 1987 obtenue par interprétation de l'indice Radiométrique.....	154
Figure 48 : Types d'occupation du sol 1997 obtenue par interprétation de l'indice Radiométrique.....	154
Figure 49 : Types d'occupation du sol 2007 obtenue par interprétation de l'indice Radiométrique.....	155



Figure 50 : Types d’occupation du sol 2017 obtenue par interprétation de l’indice Radiométrique.....155

Figure 51 : Pourcentage de recouvrement des classes d’occupation dans les communes étudiées (1987- 1997-2007-2017).158

Figure 52 : Types d’occupation du sol 1987 obtenue par interprétation de l’indice Radiométrique.....161

Figure 53 : Types d’occupation du sol 1997 obtenue par interprétation de l’indice Radiométrique.....161

Figure 54 : Types d’occupation du sol 2007 obtenue par interprétation de l’indice radiométrique162

Figure 55: Types d’occupation du sol 2017 obtenue par interprétation de l’indice radiométrique.....162

Figure 56 : Carte de changement d’occupation du sol 87/17 sur les dix communes la zone d’étude.....164

Figure 57 : Carte de changement d’occupation du sol 97/07 sur les dix communes la zone d’étude.....164

Figure 58 : Carte de changement d’occupation du sol 07/17 sur les dix communes la zone d’étude.....165

Figure 59 : Carte de changement d’occupation du sol 87/17 sur les dix communes la zone d’étude.....165



LISTE DES ACRONYMES

DGF : Direction Générale des Forêts
HCDS : Haute Conservation du Développement de la Steppe
MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
CRSTRA: Centre de Recherche Scientifique et technique sur les régions arides
ONS : l'Office National des Statistiques
CPCS : Commission de Pédologie et des Cartographie des Sols
ANAT : l'Agence nationale de l'Aménagement du Territoire
U.R.B.T: Unité de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres
FAO: The Food and Agriculture Organization
UNCOD: United Nations Conference on Desertification
CPR: Chantiers populaires de reboisement
CEPRA: Coopératives d'élevage pastoral de la révolution
ADEP: Associations pour le développement de l'élevage pastoral
ZDIP : (zone de développement intégré du pastoralisme),
CAAM : Coopératives Agricoles Des Anciens Moudjahidines
MARA : Ministry of Agriculture and Rural Affairs
ONRA : L'Office National de la Réforme Agraire
ONALAIT : Office national du lait
PIB : Produit Intérieur Brut
RA : La révolution agraire
FNRA : Fonds National de la révolution agraire
INRAP : Institut national de recherches et d'applications pédagogiques.
DSA : Direction des services agricoles
EAC : Exploitations Agricoles Individuelles
EAI : Exploitations Agricoles Individuelles
L'ONAPSA : Office national des approvisionnements en produits et des services agricoles
FNRA : Fonds National de la Révolution Agraire
L'ONTA : Office National Des Terres Agricoles
PAS: Programme d'ajustement structurel
GATT: General Agreement on Tariffs and Trade
L'OMC : Organisation mondiale du commerce
PNDA : Plan National de Développement Agricole et Rural
FNRDA : Fonds National de Régulation et de Développement Agricole
CNDR : Commission Nationale de Développement Rural
PNDA : Plan National de Développement Agricole
PNDAR Programme national de développement agricole et rural
MAP : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche
MADR : Ministère de l'Agriculture et au Développement Rural
MDDR : Ministre Délégué du Développement Rural
PRAR : Politique de renouveau agricole et rural



PRCHAT : Programme de Renforcement des Capacités Humaines et de l'Assistance Technique

L'ONM : office national de la météorologie

T° : Température

K° : Kelvin

C° : Degré Celsius

m : Moyenne des minima du mois le plus froid

M : Moyenne des mixima du mois le plus chaud

Q2 : Quotient d'Emberger

RGPH : recensement général de la population et de l'habitat

DPAT : Direction de la programmation et du suivi du budget

OPGI : L'Office de Promotion et de Gestion Immobilière

FONAL : Fonds national d'aide au logement

LSP : Logement Social Participatif

LPA: Logement Promotionnel Aide

CNST: Centre national scientifique et technique

RN : Route nationale



TABLE DES MATIERES

TABLES DES MATIERES

REMERCIEMENTS	
RESUME	
ABSTRACT	
TABLE DES MATIERES	
LISTES	
FIGURES	
TABLEAUX	
INTRODUCTION	01-07

PARTIE I: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : TELEDETECTION SPATIALE : PRINCIPES D'ACQUISITIONS ET DOMAINES APPLICATIONS

I. Principes d'acquisitions et applications.....	08
I.1. Suivi de l'environnement par la télédétection.....	09
I.2. Télédétection.....	09
I.2.1. Historique et évolution de la télédétection.....	11
I.2.1.1. Capteurs et vecteurs.....	13
I.2.1.2. Capteurs passifs.....	13
I.2.1.3. Capteurs actifs.....	13
I.2.1.4. Radiomètre imageur.....	14
II. Satellites et domaines d'applications de la télédétection.....	14
II.1. Climatologie.....	14
II.2. Océanographie.....	15
II.3. Applications terrestres	15
II.4. Cartographie d'occupation du sol	16
II.4.1. Historique de la cartographie d'occupation du sol	16
III. Résolution spatiale des images satellitaires et échelle cartographique	17
IV. Système d'information géographique (SIG) et la télédétection	17
IV.1. Domaines spectraux	18
IV.2. Comportement spectrale des objets	20
IV.2.1. Eau	21
IV.2.2. Végétation	22
IV.2.3. Propriétés du feuillage	23
IV.2.3.1. La structure anatomique des feuilles	23
IV.2.3.2. L'âge des feuilles	25
IV.2.3.3. L'influence de la teneur en eau	25

IV.2.3.4. Les propriétés du couvert végétal.....	25
IV.2.3.5. L'influence de la saison.....	25
IV.2.3.6. Les données météorologiques.....	25
IV.2.3.7. L'altitude de prise de vue.....	26
IV.2.3.8. Le relief.....	26
IV.2.3.9. Les paramètres liés au capteur (système d'enregistrement).....	26
IV.2.3.10. Les conditions d'environnement.....	26
IV.2.3.11. L'état sanitaire de la plante et la variabilité spectrale.....	26
V. Caractéristiques techniques.....	26
V.1. Résolution spectrale.....	26
V.2. Processus de formation d'image	27
VI. Différents modes de traitement des données de télédétection	28
VI.1. Analyse Visuelle « La Photo-Interprétation ».....	28
VI.1.1. Traitements numériques des données.....	28
VI.1.2. Prétraitements numériques.....	28
VI.1.3. Corrections radiométriques.....	28
VI.1.4. Corrections géométriques.....	29
VI.1.5. Correction atmosphérique.....	29
VI.2.6. Traitements proprement dits.....	30
VI.2.7. Utilisation d'opérateurs non linéaires et recherche d'indices.....	30
VI.2.8. Classifications.....	31
VI.2.9. Classifications non-supervisées.....	32
VI.2.10. Classifications supervisées.....	32
VI.2. Méthodes d'analyses des changements du couvert végétal.....	32
VI.2.1. Analyse de deux images et comparaison des résultats	32
VI.2.2. Analyse de la dernière image en tenant compte de la cartographie existante.....	32
VI.2.3. Analyse des données multilatées.....	33
VI.2.4. Analyse de l'évolution radiométrique pixel à pixel	33

CHAPITRE II : CARACTERISATIONS DE LA STEPPE SUD ORANAIS	
I. Steppes algériennes.....	34
I.1. caractéristiques de la steppe algérienne.....	35
I.1. 1. Aspects physiographiques.....	36
I.1. 2. Aspects Climatiques.....	37
I.1.3. Aspects biogéographiques.....	37
I.1. 4. Nature des sols.....	38
I.1.5. Occupation du sol.....	38
I.1. 6. Végétation steppiques.....	39
II. Dégradation du couvert végétal steppique.....	40
III.1. Facteurs abiotiques de dégradation des parcours steppiques	43
III.1.1. Aridités et crises climatiques.....	43
III.1.2. Erosion éolienne et hydrique.....	44
III.1.3. Phénomènes de salinisation.....	45
III.2. Facteurs biotiques de la dégradation.....	46
IV.2.1. Evolution de la population steppique.....	47
IV.2.2. Défrichage et la mise en culture	48
IV.2.3. Surpâturage.....	49
IV.2.4. L'éradication des espèces ligneuses	51
IV.2.5. Nomadisme et la transhumance.....	52
IV.2.6. Désertification.....	54
IV.2.7. Crise de pastoralisme.....	56
IV.2.8. Menaces de la désertification sur la biodiversité.....	59
V. Principales actions menées dans les hautes plaines steppiques.....	61
V.1. Reboisements.....	61
V.2. Création de coopératives pastorales.....	62
V.3. Dossier steppe.....	63
V.4. Evolution des politiques de développement agricole et rural.....	64



Partie II: Matériels Et Méthodes

CHAPITRE III: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I. Situation géographique.....	88
I.1. Milieux physique.....	88
I.2. Pédologie et géomorphologie.....	89
I.3. Géologie.....	89
I.4. Hydrologie.....	90
I.5. Types de sol.....	92
I.5.1. Les Sols calcaires.....	93
I.5.2. Les Sols calciques.....	93
I.5.3. Les Sols alluviaux.....	93
I.6. Bioclimat.....	94
I.7. Aperçus climatique.....	94
II. Méthodologie de la synthèse bioclimatique.....	98
II.1. Le régime pluviométrique.....	98
II.1. Facteur climatique.....	98
II.1.1. Les précipitations.....	98
II.1.1.1. Le régime pluviométrique.....	98
II.1.1.2. Le régime pluviométrique annuel.....	98
II.1.1.3. Le régime pluviométrique mensuel.....	99
II.1.1.4. Régimes saisonniers.....	100
II.1.2. Diagrammes Ombrothermiques.....	101
II.1.3. Quotient pluviométrique d'Emberger.....	103
II.1.4. L'amplitude thermique.....	106
II.1.5. Autres facteurs climatiques.....	109
II.1.5.1. Le vent.....	109
II.1.5.2. Gelées blanche.....	111
II.1.5.3. La neige.....	111
II.1.6. Synthèse bioclimatique.....	112
III. La végétation.....	113
VI. La faune.....	116
V. Etude socio-économique.....	117
V.1. La population.....	117
V.2. Evolution de la population.....	118
V.3. Situation démographique.....	120
V.4. L'agriculture et l'agro pastoralisme.....	123
V.4.1. La surface agricole utile.....	123
V.4.2. La répartition générale des terres (ha) au 2013.....	126
V.4.3. Répartition de l'espace agraire.....	127
V.4.4. Les productions végétales.....	128
V.4.5. Les systèmes d'élevage et répartition du cheptel.....	129
V.4.6. L'indice de charge.....	131



**CHAPITRE IV
METHODOLOGIE ADOPTEE**

I. Approche de suivi la dynamique de la végétation.....134
II.1. Calcul du NDVI, du TSAVI et classification.....138
II.2. Approche méthodologique.....141
II.3. Caractéristiques des scènes utilisées.....142

PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE V : RESULTATS.....143-166
I. Occupation du sol par exploitation des scènes satellitaires.....143
**I.1. Interprétation des valeurs d'indice de différence de
végétation normalisée (NDVI).....143**
**I.2. Interprétation par indice transformé de végétation ajusté
pour le sol TSAVI.....147**
**II. Etats d'occupation du sol en 1987-1997-2007-2017
(saison printanière).....151**
**III. Etats d'occupation du sol en 1987-1997-2007-2017
(Saison estivale).....159**
**IV. Etats du changement d'occupation du sol en
1987-1997-2007-2017.....163**
CHAPITRE VI : DISCUSSION ET CONCLUSION
DISCUSSION.....167-185
CONCLUSION.....186-191
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES
PUBLICATION



INTRODUCTION

Introduction

Les régions steppiques Algériennes constituent un tampon entre l'Algérie côtière et l'Algérie saharienne dont elles limitent les influences climatiques négatives sur la première (Aidoud, 1989). Soit 8,4 % de la surface de l'Algérie sur une longueur de 1000 kilomètres et une largeur variable, de 300 kilomètres à l'ouest et 150 kilomètres à l'est. L'altitude va de 400 à 1200 mètres. Elle se localise entre deux chaînes montagneuses en l'occurrence, l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au Sud (Le Houérou, 1995; Khaldi et al, 2011 ; Nedjimi et Guit, 2012). Les steppes 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 (*Stipa tenacissima*). Les étages bioclimatiques s'étalent du semi-aride inférieur frais au per aride supérieur frais (Le Houérou, 1996). Les sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire, la faible teneur en matière organique et une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation (Ayache, 2013). Les ressources hydriques sont faibles, peu renouvelables, inégalement réparties et anarchiquement exploitées. Les steppes algériennes sont dominées par 4 grands types de formations végétales : les steppes graminéennes à base d'alfa (*Stipa tenacissima*) et de sparte (*Lygeum spartum*) qui constituent des parcours médiocres et les steppes chamaephytiques à base d'armoïse blanche (*Artemisia herba alba*) dont les valeurs pastorales sont très appréciables et de *Hamada scoparia* localisées sur les regs (Hellal, 2014).

Des formations azonales sont représentées par les espèces psammophiles et les espèces halophiles de bonnes valeurs (Le Houérou, 1995 et Bencherif, 2011).

Les hautes plaines steppiques algériennes sont des régions à vocation essentiellement pastorale. Elles connaissent aujourd'hui une forte propension à la dégradation. Il est très largement admis que la steppe algérienne est maniable à un processus de désertification rapide (Hadeid, 2015). La dynamique de la végétation steppique étant empêchée par des perturbations, anthropiques et des stress hydrique, sécheresses récurrentes et à une pression anthropique croissante : surpâturage, exploitation de terres impropres aux cultures (Le Houérou , 1985 ; Aidoud, 1996 ; Bedrani, 1999).

Plusieurs auteurs (Le Houérou, 1996 ; Ludwig et Tongway, 2000 ; Paruelo *et al.*, 2000 ; Holm *et al.*, 2003 ; Boer et Puig de Fabregas, 2003 et 2005) s'accordent à définir le dysfonctionnement ou la dégradation d'un écosystème comme l'incapacité à la rétention, à l'utilisation et au recyclage des ressources locales. Les schémas dynamiques développés par Daget, 1980 à partir des liens de contiguïté entre les groupements végétaux ont montré une tendance à l'augmentation de la richesse en thérophytes qui semble être un corollaire à la dégradation et à la désertification ou, en d'autres termes, une stratégie d'adaptation vis-à-vis d'une baisse du couvert végétal et des ressources édaphiques, notamment de la réserve en eau utile (Ayache, 2013).

Cette transformation s'avère par la genèse d'un certain nombre de phénomènes, indicateurs de la dégradation du milieu. Parmi les plus frappants, on cite essentiellement la détérioration de la qualité des parcours avec la baisse de leur productivité, la salinisation et la désertification des sols et enfin, l'érosion des ressources génétique, la réduction du potentiel biologique et la rupture des équilibres écologiques et socioéconomiques (Le Houérou 1985 ; Aidoud, 1996 et Nadjraoui, 2004).

Les paysages steppiques de la zone aride sont généralement considérés comme dégradés. Cette dégradation, souvent intensive et rapide appréhendée à un niveau paysager (Kind Imann et Burel, 2008) dont l'un des thèmes centraux est la dynamique (Mc Garigal *et al.*, 2002 ; Burel et Baudry, 2003 ; Kindlmann et Burel, 2008). Il s'est prouvé que les risques de dégradation dans ces parcours se prolongent et s'amplifient lorsque les facteurs anthropiques agissent sur les écosystèmes au-delà de leur limite d'endurance (Djellouili et Nadjraoui, 1995 ; Aidoud, 1996 et Nadjraoui et Badrani, 2008).

Les parcours steppiques ont été longtemps voués au pastoralisme et notamment la transhumance (Achaba-Azzaba) associée à une céréaliculture de subsistance plus ou moins itinérante. Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant culture céréalière et élevage, pratiquant la transhumance avec une gestion draconienne des terrains de parcours et de la production. Ces systèmes connaissent depuis quelques décennies, des mutations profondes en raison d'une désorganisation de la société pastorale (Bouchetata, 2001). Bien que la céréaliculture se soit étendue aux dépens des meilleurs parcours steppiques, les effectifs animaux ont continué le plus souvent à croître (Aidoud *et al.*, 2004 et Nasr *et al.*, 2000).

Des parcelles, parfois très petites, sont régulièrement labourées dans la steppe en année favorable. La sédentarisation, la mécanisation de l'agriculture et l'irrigation ont été les causes d'une dégradation accrue et récente des ressources naturelles, aggravée par les sécheresses. L'instauration de la propriété privée dans les zones steppiques a entraîné à la fois une diversification des systèmes de production agricole et une exploitation, souvent excessive, des ressources naturelles de la zone aride (Le Houérou, 2002). L'introduction d'espèces arbustives fourragères, souvent exotiques, en plantation mono-spécifiques, a en général été préférée à la réintroduction d'espèces autochtones. Ainsi, près d'un million d'hectares ont été plantés en Cactus (*Opuntia ficusindica*), *Atriplex halimus* et *Acacia saligna* (Le Houérou, 1995).

Dans le souci d'améliorer la gestion des parcours steppiques et de ralentir leur dégradation, de nombreux projets ont été lancés depuis l'indépendance. De 1962 à 1969 il y a eu la mise en place des chantiers populaires de reboisement. 99.000 ha de plantations forestières ont été réalisés dans le cadre de l'amélioration et l'aménagement des parcours et la lutte contre l'érosion éolienne. Le « Barrage vert », projet lancé en 1974, avait pour objectif de freiner le processus de désertification et de rétablir l'équilibre écologique. Il 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 (DGF, 2004).

Cette période voit également le lancement de la Révolution Agraire et la promulgation du Code Pastoral. Le principal objectif est la limitation du cheptel des gros possédants, la création de coopératives pastorales pour les petits éleveurs et une meilleure gestion de la steppe à travers des mises en défens, une interdiction des labours sur les zones pastorales, l'arrachage et le colportage des ligneux (Nedjraoui, 2008, Hellal, 2014).

L'adoption du dossier steppe a donné lieu à la création du Haut-Commissariat au développement de la steppe (HCDS), chargée de mettre en place une politique de développement intégrée sur la steppe en tenant compte de tous les aspects économiques et sociaux. Alors que son texte de création le chargeait d'impulser le développement global de la steppe, les réalisations du HCDS se sont limitées à la réhabilitation des parcours dégradés par des mises en défens et des plantations

d'Atriplex, à la création de quelques zones d'épandage, à la multiplication de points d'eau (les derniers réalisés utilisant l'énergie solaire). Les 03 millions d'hectares (sur plus de 20 millions) ont été préservés par la mise en défens, en collaboration avec la Conservation des Forêts, et 300 000 hectares réhabilités par la plantation pastorale (Ziad, 2006 ; DGF, 2007 et MADR, 2007). Le HCDS, sauf à ses débuts, n'a jamais élaboré une stratégie globale et cohérente de développement durable des zones steppiques, se contentant de réalisations ponctuelles, non intégrées dans une vision d'ensemble. C'est aussi ce qui explique la poursuite du processus de désertification des régions steppiques.

Les derniers programmes appliqués dans les zones steppiques concernent le programme national de mise en valeur des terres par la concession qui créait des exploitations agricoles sur des terres marginales steppiques après les avoir aménagées (défoncements, épierrage, mobilisation d'eau pour l'irrigation) et le programme national de développement agricole (PNDA) qui a débuté en 2000 et qui visait le remplacement de la céréaliculture et de la jachère par des cultures à plus haute valeur ajoutée. Ces deux programmes ont permis grâce à de généreuses subventions d'accroître les superficies irriguées, mais n'ont pas évité de nombreuses erreurs techniques et économiques (Hellal, 2009 et 2014).

Des observatoires sont prévus d'être mis en place au niveau des différents écosystèmes arides et semi arides par le Centre de Recherche scientifique et Technique des Régions Arides (CRSTRA). Ils permettront de constituer des bases de données sur l'état des écosystèmes, de suivre leur dynamique dans l'espace et dans le temps, d'identifier les causes de la dégradation et de proposer, sur ces bases, des outils d'aide à la décision, des modèles de gestion rationnelle des ressources naturelles et des méthodes de réhabilitation des zones dégradées en adéquation avec les besoins des populations locales dans une approche participative. La mise en œuvre de la surveillance écologique à long terme, selon des protocoles méthodologiques concertés (Nedjraoui, 2003 et 2006), permettra de définir des indicateurs environnementaux, des indices de sensibilité des écosystèmes aux perturbations exogènes et endogènes et de contribuer à la mise en place des dispositifs nationaux et régionaux de suivi de la désertification tels que définis par les Plan d'Action Nationaux de Lutte Contre la Désertification (PAN/LCD) et les instances régionales.

Après plus d'un demi-siècle d'indépendance, le processus de désertification des zones steppiques algériennes ne s'est pas arrêté et s'est même amplifié. Cela est dû à plusieurs facteurs dont le principal est l'inadaptation des politiques macro-économiques et des politiques visant spécifiquement la steppe (Ayache, 2013 ; Hellal, 2009 et 2014).

La régénération des parcours a été, durant les quatre dernières décennies, le défi à relever pour de nombreuses actions d'aménagement comme pour des travaux de recherche expérimentale sur la restauration (*sensu lato*). Le développement de l'écologie de la restauration a permis, à travers l'approche « restauration-réhabilitation-réaffectation de comprendre les processus dynamiques de la dégradation comme de la reconstitution d'écosystèmes (Aronson et *al.*, 1995). Cette politique de recherche scientifique et technologique visant les zones steppiques n'a bénéficié que de très peu de moyens et les quelques recherches ayant été réalisées principalement académiques n'ont pas été coordonnées et n'ont été que peu appropriées par les décideurs et les pasteurs et agro-pasteurs (Nedjraoui et Bedrani, 2006).

Devant ces risques préoccupants, il est indispensable d'approprier un traitement rapide appuyé sur des outils fortement congruents à la gestion et à la prospection de ces parcours steppiques. Pour une meilleure évaluation de la dynamique des systèmes écologiques et des paysages. La télédétection est considérée comme l'une des outils susceptible de suivre la dynamique de la végétation et la cartographie des changements parvenus dans les différents écosystèmes (Pettorelli et *al.*, 2005 ; Jagdish, 2009 et Ram ; 2009, Horion et *al.* ; Tucker, 2012 ; Bajocco et *al.*, 2012 ; Mbow et *al.*, 2014, Anyamba ; Lee et *al.*, 2014). Aujourd'hui, le suivi des changements écologiques et des pratiques sociales se fait grâce à la télédétection qui évalue la désertification sur de grandes étendues afin de mieux comprendre les mécanismes qui conduisent au processus. Cette technique apportera une vue synoptique (Escadafal et Pouget 1987) qui autorise la mise en place gérées par ordinateur (Manière, 1989). La détection des changements peut se faire par l'observation de paramètres simples tels que la brillance, le couvert végétal et la couleur du sol (Escadafal et Bacha 1996).

Pour suivre l'évolution de ce phénomène et estimer les résultats qui peuvent nous permettre en confrontant les données acquises pour l'actuel, aux données antérieures, de comparer l'évolution du schéma de la dynamique de la steppe actuelle avec celle décrite dans le passé. Le présent travail de recherche proposé a pour but d'identifier et de valider les indicateurs écologiques et « télédéetectables » de la dégradation en s'appuyant sur des données multi-sources issues à la fois du terrain et de l'imagerie spatiale.

Dans ce contexte, La présente approche s'est focalisée sur la cartographie de l'état diachronique des parcours steppiques de la région semi-aride couvrant la zone steppique du sud de Tlemcen par comparaison des indices de végétation normalisés (NDVI) et (TSAVI) dérivés d'images satellitaires Landsat-TM durant la saison printanière et estivale comprise les périodes 1987, 1997, 2007 et 2017. Les résultats ultérieurs pourront d'établir un lien entre certains attributs vitaux mesurés sur le terrain (en particulier les recouvrements d'état de surface du sol et les recouvrements végétaux), les indices de brillance, et les données quantitatives obtenues grâce aux nouvelles techniques de déconvolution spectrale.

Pour finir, une tentative de calcul de 02 indices d'hétérogénéités spatiale à partir des images de brillance en tant qu'indicateurs de dégradation ont été mises en chantier afin d'évaluer l'impact de la dégradation du paysage steppique au cours des périodes répertoriés.

Cette recherche propose donc une démarche conceptuelle et méthodologique tentant de combiner des études à différentes échelles d'observations dans le cadre de la surveillance des changements à long terme. En synthèse générale, nous proposerons une évaluation comparée de la pertinence des indicateurs de la dégradation à l'échelle de la station et à l'échelle de parcours grâce à la maïeutique terrain-imagerie satellitaire, dans le cas des zones pré-steppique.

Ce bilan nous admis toutefois d'identifier et homologuer de nouvelles stratégies d'évaluation des succès de la réhabilitation de la restauration des parcours dégradées, ce qui permettra aux politiques et décideurs de définir des habiletés adéquates dans le cadre d'un développement durable. La nécessité de mieux prendre en compte l'interactivité entre les ressources et les usagers nous consentira de comprendre le présent à partir du passé pour prévoir l'avenir.

Notre manuscrit est subdivisé comme suit :

La première partie, est subdivisée en deux chapitres,

-Le premier chapitre est un aperçu les applications de la télédétection spatiale

-Le deuxième chapitre est sur les caractérisations des steppes algériennes et leurs états actuels.

La deuxième partie, est subdivisée en deux chapitres,

-Le troisième chapitre est présentation de la zone d'étude

-Le quatrième chapitre méthodologie adoptéLa troisième partie, est subdivisée en deux chapitres,

-Le cinquième chapitre est résultats

-Le sixième chapitre est la discussion

On finira par une conclusion.

PARTIE I

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I

Télédétection spatiale : Principes d'acquisitions et domaines applications

I. Principes d'acquisitions et applications

Le premier système permettant de photographier la terre depuis l'espace fut embarqué sur le satellite « Explorer-6 » lancé en 1959 par la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Depuis cette date, les satellites conçus pour l'observation de la terre ne cessent pas de se développer et de s'améliorer, pour offrir une vision globale de plus en plus détaillée de la surface terrestre.

Ces observations visent à mieux appréhender et comprendre notre environnement.

Par exemple :

Les satellites météorologiques nous renseignent sur le climat ;

-les radars embarqués permettent la construction de modèles en trois dimensions du globe ;

-Le satellite « GRACE » a permis de dresser une carte de la gravité terrestre ;

-Les satellites optiques apportent des images à haute résolution de la couverture terrestre.

Cette diversification dans l'analyse de la terre continue toujours sa progression. Le nombre des scènes satellitaires enregistrées par les différents types de satellites est en augmentation constante. Pour les exploiter pleinement, des outils de traitement sont développés pour l'extraction du contenu informationnel. Ces outils sont une aide précieuse pour les utilisateurs pour mieux cibler l'information qui les intéresse. À titre d'exemple, nous trouvons des outils de recherche fondés sur le contenu informationnel, des outils de segmentation et des outils de classification. Enfin, l'exploitation des séries d'images satellitaires constitue un enjeu majeur pour un nombre important des domaines d'applications, surtout pour la compréhension de l'évolution de la couverture végétale terrestre (Bariou, 1978 ; Manière, 1987).

I.1. Suivi de l'environnement par la télédétection

L'emploi de la photographie aérienne et le relevé de terrain pour mesurer le changement l'environnement, par la télédétection. Depuis lors, le suivi de changement est devenu une des principales applications des données spatiales, citons les suivis : de changement du développement urbain ou de frange urbaine, le changement de forêt, le déboisement, la modification côtière, le changement des utilisations du sol en agriculture, la mutation d'albédo de surface, la désertification de pâturage, la dégradation des écosystèmes et la modélisation de l'interaction homme- environnement (Manière, 1987).

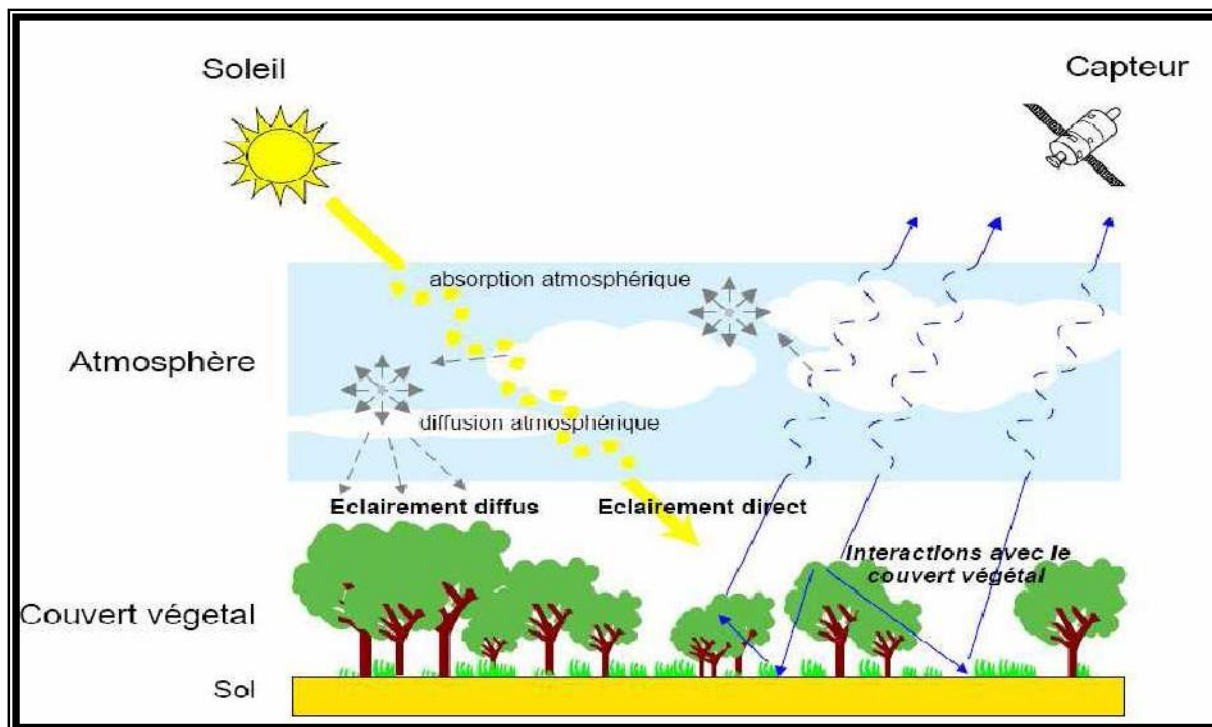
I.2. Télédétection

Le terme de la télédétection a été introduit officiellement dans la langue française en 1973, elle désigne « l'ensemble des connaissances et les techniques utilisées pour déterminer les caractéristiques physiques et biologiques des objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci. »

Selon cette définition très vaste, la télédétection peut se pratiquer de la surface de la terre vers l'atmosphère ou vers l'espace, comme de l'espace vers la terre et aussi en astronomie. Plus précisément, on s'intéresse plus aux techniques de la télédétection aérospatiale qui a pour but d'étudier la surface de la terre, les océans et l'atmosphère à partir des avions, des ballons ou des satellites. Ces techniques utilisent les propriétés du rayonnement électromagnétique émis, réfléchi ou diffusé par les corps ou les surfaces que l'on veut étudier (Figure.1)

La définition la plus opérationnelle est la suivante :

« La télédétection est l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la terre (y compris l'atmosphère et les océans), sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tous les processus qui consistent à capter, et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information qu'elle représente, pour ensuite mettre en application cette information ». (Girard et Girard, 1999 ; Bonn et Rochon, 1992).



Source : (Bonn et Rochon, 1992).

Figure 1 : Processus de la télédétection

La télédétection permet la mesure du rayonnement d'origine solaire réfléchi par les surfaces et par l'atmosphère. Cette mesure est en fonction des caractéristiques de la scène observée et des conditions d'observation. Les caractéristiques de la scène décrivent la nature, l'état, la structure géométrique et l'agencement des éléments qui les constituent.

Ces caractéristiques vont conditionner les propriétés de réflexion, d'absorption ou de transmission du rayonnement à l'interface sol-végétation-atmosphère. La géométrie d'illumination et d'observation, ainsi que l'atmosphère (absorption et diffusion du rayonnement) vont également fortement influencer la mesure.

Les conditions d'éclairement de la scène, en particulier la proportion de rayonnement diffus et direct, dépendent à la fois des propriétés de l'atmosphère (composition et turbidité), et du trajet du rayonnement incident (position du soleil). L'atmosphère perturbe également le rayonnement émis par la surface et réfléchit elle-même une partie du rayonnement observé. Tous ces processus d'interaction rayonnement/matière dépendent bien évidemment de la longueur d'onde d'observation (Girard et Girard, 1999).

Une observation est ainsi en fonction de :

- La nature de la surface observée;
- La longueur d'onde du rayonnement;
- L'énergie incidente au niveau de la surface (intensité et distribution);
- La géométrie soleil-cible-capteur.

1.2.1. Historique et évolution de la télédétection

Le développement des techniques de la télédétection, résulte de l'invention d'un capteur constant qui est le satellite, qui permet l'enregistrement du rayonnement électromagnétique, pour reconstituer les caractéristiques de la surface (terre ou océan) ou de l'atmosphère.

Jusqu'il y a environ 30 ans, le principal capteur utilisé était l'appareil photographique, c'est un capteur analogique qui utilise des émulsions chimiques photosensibles (sensibles à la lumière visible essentiellement), pour produire des photographies aériennes. L'utilisation de la télédétection se confondait alors avec la photo-interprétation, par interprétation visuelle des documents photographiques (Bonn et Rochon, 1992).

Les capteurs actuels produisent des données numériques, qui peuvent faire l'objet d'une restitution pour fournir des documents à interpréter, selon les méthodes de la photo-interprétation, mais sont de plus en plus l'objet d'un traitement informatique aboutissant à la cartographie automatique des surfaces, soit de calibrations et de corrections qui permettent d'obtenir des mesures géophysiques telles que des températures ou des réflectances.

Ces nouveaux capteurs sont en constant développement depuis leur apparition ; leur caractéristique est la résolution spatiale, c'est à dire leur capacité à discerner des portions de la surface terrestre de plus en plus petites.

L'histoire des techniques de la télédétection peut être découpée en cinq grandes époques :

En 1856, date à laquelle, pour la première fois, un appareil photographique a été installé de façon fixe à bord d'un ballon, à la première guerre mondiale, se déroule l'époque des pionniers, pendant laquelle sont explorées les possibilités de la photographie aérienne verticale pour la cartographie ; les lois fondamentales de la stéréoscopie et de la photogrammétrie sont découvertes à la fin du XIX^e siècle.

De la première guerre mondiale à la fin des années 50, la photographie aérienne devient un outil opérationnel pour : la cartographie, la recherche pétrolière et la surveillance de la végétation. On assiste à un progrès continu de l'aviation, des appareils photographiques et des émulsions (couleur, infrarouge noir et blanc, infrarouge fausse couleur). Donc Les méthodes de la photo-interprétation sont précisées et codifiées.

La période qui commence en 1957 et s'achève en 1972 marque les débuts de l'exploration de l'espace, et prépare l'avènement de la télédétection actuelle. Le lancement des premiers satellites, puis de vaisseaux spatiaux habités à bord desquels sont embarqués des caméras, révèle l'intérêt de la télédétection depuis l'espace. Parallèlement, les radiomètres-imageurs sont mis au point et perfectionnés de même que les premiers radars embarqués à bord d'avions. La première application opérationnelle de la télédétection spatiale apparaît dans les années 60 avec les satellites météorologiques de la série ESSA (European Satellite Space Agency).

Le lancement en 1972 du satellite ERTS (Earth Resources Technology Satellite), rebaptisé ensuite « Landsat 1 » est le premier satellite de télédétection des ressources terrestres, ouvre l'époque de la télédétection moderne. Le développement constant des capteurs et des méthodes de traitement des données numériques ouvre de plus en plus le champ des applications de la télédétection, instrument indispensable de gestion de la planète et de plus en plus, un outil économique (Bonn et Rochon, 1992 ; Bariou, 1978).

Depuis les années 70, on assiste à un développement continu de la télédétection, marqué notamment par :

L'augmentation de la résolution spatiale des capteurs;

La diversification des capteurs qui utilisent des domaines de plus en plus variés et spécialisés du spectre électromagnétique.

Dans les années 90, on assiste ainsi à la multiplication des satellites équipés de capteurs actifs, radars en particulier.

Dans le domaine du rayonnement visible, et infrarouge, les capteurs à très haute résolution spectrale sont aujourd'hui en utilisation courante dans leur version aéroportée, et font leur apparition à bord de satellite. La diffusion des données sur une base commerciale, envisagée dès le lancement du programme « SPOT » en 1986, se traduit aujourd'hui par le lancement de satellites de télédétection par des sociétés privées. Les données de télédétection deviennent l'objet d'un marché concurrentiel.

La diffusion accélérée, et l'augmentation de la puissance des ordinateurs contribuent de façon continue à promouvoir de nouvelles méthodes d'utilisation des données fournies par la télédétection spatiale. A titre d'exemple : Les données des satellites météorologiques et océanographiques sont aujourd'hui un auxiliaire indispensable de la prévision numérique du temps et du climat, et font l'objet d'une assimilation directe par les modèles numériques. Notons aussi, les images de télédétection destinées à l'observation fine de la surface terrestre, y compris les photographies aériennes traditionnelles sont converties sous forme numérique et intégrées aux systèmes d'information géographique (Caloz, et Collet, 2001).

I.2.2.1. Capteurs et vecteurs

Le Capteur est l'instrument qui enregistre le rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, et le vecteur est le véhicule sur lequel sont embarqués les capteurs (avions, satellites), en orbite autour de la terre.

On distingue trois grands types de capteurs :

I.2.2.2. Capteurs passifs

Ce sont des capteurs qui enregistrent le rayonnement naturel (lumière visible mais aussi infrarouge ou micro-onde) sous forme numérique. Le signal reçu par un capteur passif peut comprendre l'énergie émise par l'atmosphère, réfléchie de la surface, émise de la surface, émise par la cible ou transmise et ensuite émise de la surface.

I.2.2.3. Capteurs actifs

Ce sont des capteurs tous temps nommés les radars qui émettent artificiellement un rayonnement pour comprendre les interactions avec l'objet étudié, à l'aide d'une antenne d'un rayonnement micro-onde de forte intensité, et ils mesurent le rayonnement rétro-diffusé de la surface étudiée. (Bonn et Rochon, 1992).

I.2.2.4. Radiomètre imageur

Ce sont des instruments qui mesurent quantitativement l'intensité du rayonnement électromagnétique dans certaines bandes de longueurs d'ondes, dans toutes les parties du spectre électromagnétique. La constitution d'une image est obtenue par l'acquisition séquentielle d'informations radiométriques provenant d'une fraction de la surface du paysage observé (Bonn et Rochon, 1992).

II. Satellites et domaines d'applications de la télédétection

II.1. Climatologie

Le premier grand domaine d'application de la télédétection a été l'étude de l'atmosphère (météorologie et climatologie). L'intérêt de la télédétection dans ce domaine est d'assurer une couverture globale, et très fréquemment répétée de la planète entière ; par contre la résolution spatiale n'est pas primordiale pour les applications météorologiques.

Les satellites en orbite géostationnaire, situés à une altitude de 36000 km de la terre, permettent d'obtenir une image couvrant près d'un cinquième de la surface terrestre toutes les demi-heures ; cinq satellites de ce type assurent une couverture globale de l'atmosphère terrestre, à l'exception des pôles. Ce système a été complété par des satellites en orbite polaire, situés à 900 km d'altitude, qui offrent plus de précision. Les capteurs utilisés permettent : d'observer les nuages et leur déplacement, de mesurer des températures et le contenu en vapeur d'eau de l'atmosphère. Parallèlement au système opérationnel de veille météorologique, la météorologie est un domaine très actif de la recherche en télédétection ; des capteurs encore expérimentaux, utilisant les micro-ondes, ont effectué de véritables sondages de l'atmosphère, et des mesures la composition de la stratosphère (ozone) ou les termes du bilan radiatif. Le traitement des données par les physiciens a pour but d'obtenir des paramètres géophysiques susceptibles d'être intégrés dans des modèles numériques de prévision météorologique qui consiste à l'étude de l'évolution climatique future (Caloz et Puech, 1996).

II.2. Océanographie

La télédétection offre l'avantage de permettre une vision synoptique de vastes régions, qu'il est impossible d'obtenir par les moyens traditionnels (bateau). Pour certaines études à petite échelle, les données des satellites météorologiques sont largement utilisées en océanographie (températures de surface de l'océan) ; pour les études côtières, ce sont les satellites de télédétection terrestre, équipés de capteurs à haute résolution, qui sont les plus utiles.

Les types de capteurs utilisés pour l'océanographie sont très variés citons à titre d'exemple : les radiomètres utilisant le rayonnement visible qui analyse la couleur de l'océan et permet par la suite la mesure de la production biologique (plancton) et la turbidité. Les radiomètres infrarouges, ou micro-ondes mesurent la température de surface de la mer (la répartition des températures, ou des turbidités sont des indices des courants océaniques). Et en dernier lieu, les radars embarqués sur des avions ou certains satellites ont l'avantage d'être insensibles aux nuages; ils permettent d'observer les phénomènes ondulatoires présents sur l'océan, les vagues en particulier (Caloz et Puech, 1996).

III.3. Applications terrestres

Les applications terrestres de la télédétection sont extrêmement variées. Les photographies aériennes, sous toutes leurs formes, sont le moyen le plus usuel de la télédétection ; elles sont de plus en plus utilisées sous forme numérique de façon à permettre leurs corrections géométriques et leurs intégrations dans un système d'information géographique (SIG). En télédétection spatiale, ce sont surtout les radiomètres optiques à haute ou très haute résolution qui sont utiles pour les applications terrestres. Depuis 1972, les progrès dans ce domaine sont remarquables : on est passé d'une résolution de 80 m « de MSS (*Multi Spectrale Scanner*) de Landsat », à 30 m « de TM (*Thematic Mapper*) de Landsat », et à 20 et 10 m « de HRV (*High Resolution Visible*) de Spot ». En géologie et l'étude de la végétation, les radars imageurs, surtout aéroportés, sont aussi très utilisés. Le champ des utilisations de la télédétection ne cesse de s'élargir : cartographie, géologie, et prospection minière, mais aussi la surveillance des cultures, du couvert forestier, urbanisme, aménagement et génie civile (Bonn et Rochon, 1992).

On distingue le système Landsat, parmi les premiers satellites d'observation terrestre Landsat-1 a été lancé en 1972. Il est caractérisé par un Orbite héliosynchrone polaire, on classe : « Landsat-1, Landsat-2, Landsat-3 » qui se situent à une altitude de 900 km et ont une répétitivité de 18 jours, et « Landsat-4, Landsat-5 » qui se situent à une altitude de 700 km et ayant une répétitivité de 16 jours.

Ce type de système est équipé par deux types de générations de capteurs :

-MSS (*Multi Spectrale Scanner*) qui possède quatre bandes spectrales du visible (V) et infra rouge (IR), avec une résolution spatiale de 60 sur 80 m ;

-TM (*Tematic Mapper*) qui dispose de sept bandes spectrales du visible (V) et infra rouge (IR), et d'une résolution spatiale de 30 m. (Bonn et Rochon, 1992).

II.4. Cartographie d'occupation du sol

La cartographie d'occupation du sol offre un ensemble d'informations relatives à un temps (t), et à un endroit (x, y, z), Ces informations caractérisent au mieux le milieu physique, et son évolution spatio-temporelle, illustre bien la confrontation dans l'étude interdisciplinaire de la dynamique socio-économique, et son impact sur le milieu naturel. La connaissance d'occupation du sol, d'un territoire donné représente une information très importante pour la caractérisation, la gestion et la prévision *a posteriori* d'un schéma directeur d'aménagement des ressources naturelles (Caloz et Puech, 1996).

II.4.1. Historique de la cartographie d'occupation du sol

La cartographie d'occupation et d'utilisations du sol fait l'objet de nombreuses recherches théoriques, et applicatives depuis l'avènement de la télédétection. Elle apparaît avec les premiers capteurs d'observation de la terre, dont la résolution spatiale était limitée « 80 mètres pour les satellites Landsat MSS (*Multi Spectrale Scanner*), 1,1 Km pour les satellites NOAA AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) », ils ont permis au mieux d'étudier et de cartographier de petites régions agricoles.

La résolution des capteurs s'étant améliorée à partir du milieu des années 80, l'échelle d'analyse s'est affinée, et des cartes d'occupation du sol à l'échelle parcellaire sont réalisées grâce à des capteurs à haute et très haute résolution spatiale de satellite Spot-5 (la résolution est de 10 mètres en multispectral), ou de satellite Landsat ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper plus*) (la résolution est 15

mètres en multispectral). A ce moment, l'essor des systèmes d'information géographique (SIG) a permis la création de base de données spécialisée pour la conception des cartes d'occupation du sol. Elle offre la possibilité d'intégrer des données d'occupation et d'utilisations du sol dérivées des images de télédétection, dans des modèles de suivi des changements d'usage du sol. Ces modèles, en plein développement depuis une dizaine d'années, sont souvent complexes à mettre en oeuvre, car ils nécessitent d'une part la connaissance et la compréhension des facteurs qui motivent les changements observés, et d'autre part, l'élaboration de modèles valides et reproductibles. En outre, ils nécessitent généralement la collaboration de nombreuses disciplines scientifiques, ce qui requiert un effort de compréhension (Girard et Girard, 1999).

III. Résolution spatiale des images satellitaires et échelle cartographique

L'échelle est un paramètre important dans les études géographiques. Son choix oriente et influence les résultats escomptés. Toutefois, dans un travail de recherche certaines contraintes peuvent limiter ce choix. Ces contraintes concernent : la disponibilité des données thématiques, la résolution spatiale des images satellitaires et la limite méthodologique (dimension spatiale). A titre d'exemple, Les régions semi-arides et arides d'Algérie sont cartographiées avec des échelles comprises entre le 1/ 200 000 et le 1 /50 000. Les cartes au 1/50 000 sont éditées en noir et blanc et la plus grande partie de ces régions sont cartographiés au 1/ 200 000. (Manière, 1987).

IV. Système d'information géographique (SIG) et la télédétection

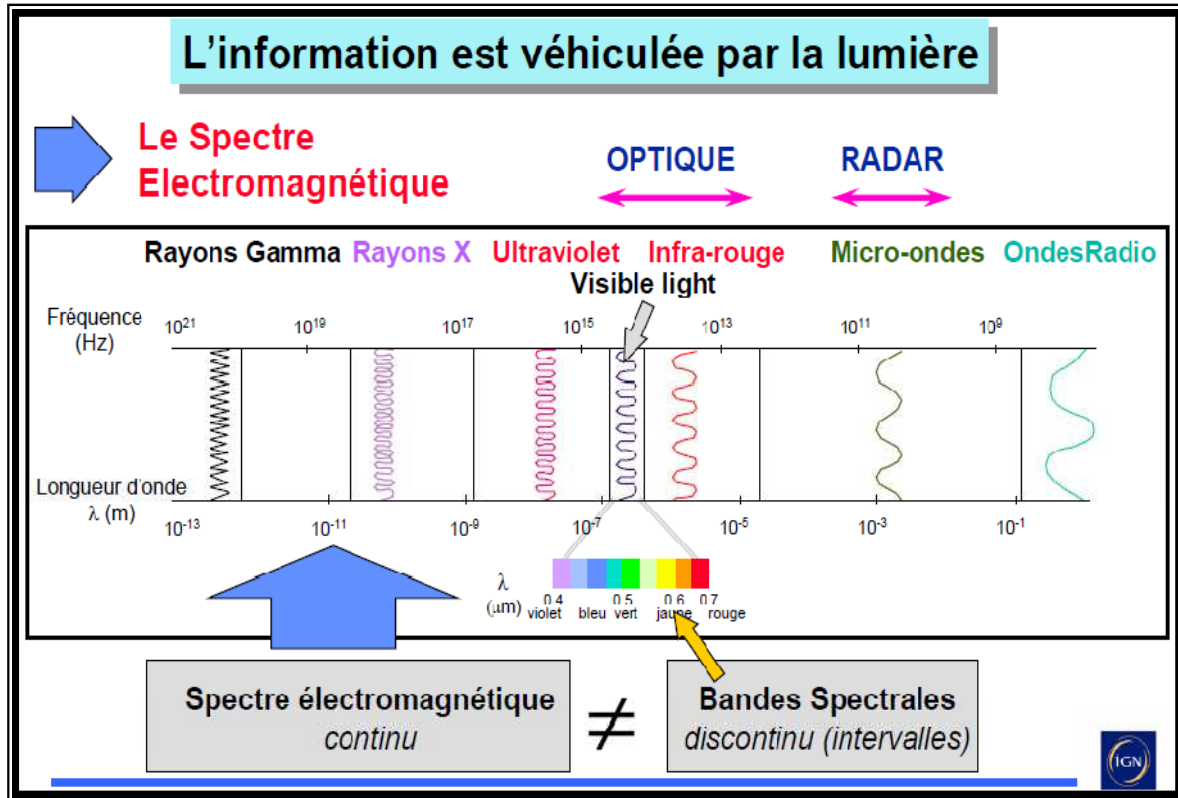
Dans les premières années de la télédétection, quand toutes les données provenaient de la photographie aérienne, la possibilité d'intégrer des données de différentes sources était plutôt limitée. Aujourd'hui, la plupart des données, provenant de divers capteurs, sont disponibles en format numérique, ce qui facilite l'intégration des données communes pour l'interprétation et l'analyse. L'intégration des données est une méthode qui implique la combinaison de données provenant de différentes sources, afin d'extraire une plus grande quantité, et une meilleure qualité d'informations. Les données combinées peuvent inclure des données multi-temporelles, des données de différentes résolutions, des données de plusieurs capteurs et des données de plusieurs types. Lorsque la combinaison des données de différentes sources et de différents types dans un système d'information géographique (où toutes les sources de données sont géométriquement liées à une

base géographique commune), le potentiel pour l'extraction de l'information est très grand (Manière, 1987 ; Martin et Chuvieco, 1993 ; Robin, 1998).

IV.1. Domaines spectraux

La télédétection utilise les propriétés du rayonnement électromagnétique pour analyser à distance la surface du sol, de l'océan ou l'atmosphère. Une bonne connaissance de la physique élémentaire du rayonnement est indispensable à l'interprétation des résultats de la télédétection.

Le rayonnement électromagnétique est une forme de propagation de l'énergie dans la nature, dont la forme la plus familière pour nous est la lumière visible telle que l'on perçoit avec l'œil humain. Historiquement, la physique spécialisée dans l'étude du rayonnement (optique) est née de l'étude de la propagation de la lumière et de ses interactions avec les matériaux (optique géométrique). Le rayonnement a été ensuite reconnu par les physiciens comme un phénomène ondulatoire en relation avec l'électricité et le magnétisme (optique électromagnétique), cette perspective a permis d'étendre considérablement le champ des connaissances sur le spectre du rayonnement électromagnétique, bien au-delà de la lumière visible (Bonn et Rochon, 1992).



Source : (Bonn et Rochon, 1992)

Figure 2 : Spectre du rayonnement électromagnétique solaire

Enfin, la physique moderne a montré que le rayonnement électromagnétique pouvait également être considéré comme un déplacement de particules élémentaires représentant une quantité d'énergie (optique énergétique et quantique). Le rayonnement électromagnétique, d'origine naturelle ou artificielle, existe pour une gamme très étendue de fréquences ou de longueurs d'onde « de 10⁻⁹ m à 105 m », qui constitue le spectre électromagnétique (Figure 2). L'énergie électromagnétique peut être perçue de façon photographique ou de façon électronique par l'intermédiaire d'une réaction chimique sur une surface sensible à la lumière pour capter et enregistrer les variations d'énergie constituant les images de télédétection (Bonn et Rochon, 1996 et 1992).

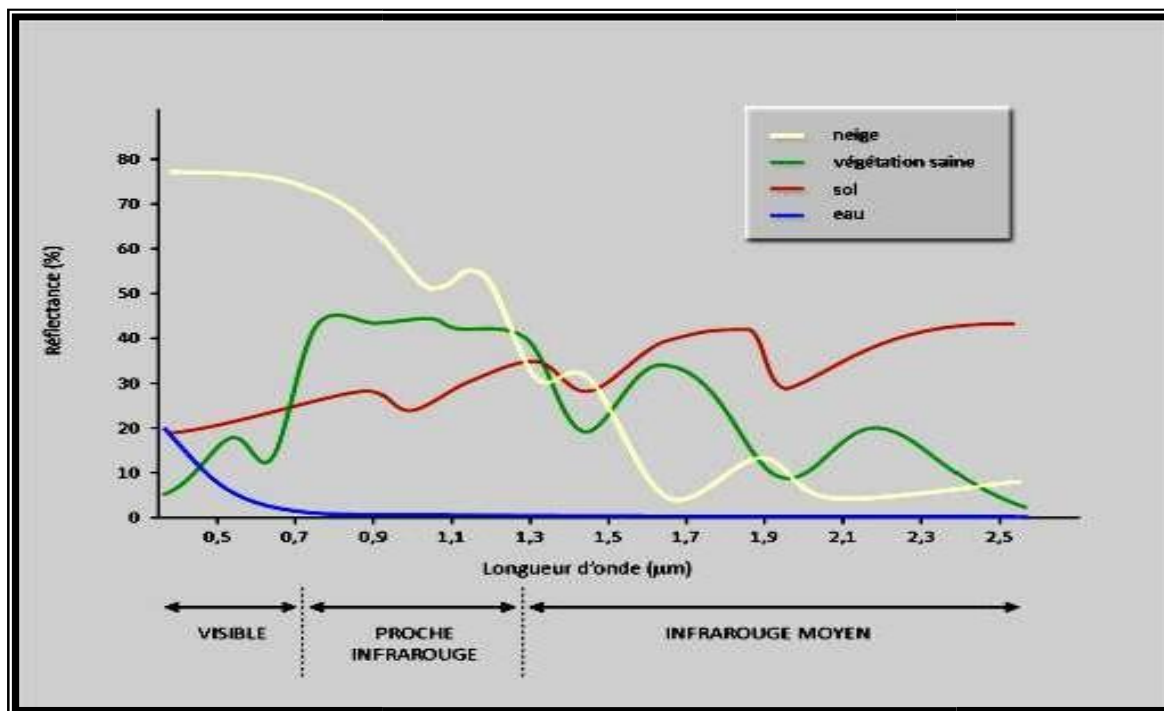
Ces caractéristiques sont déterminées après la mesure d'un signal électromagnétique émis ou réfléchi par l'objet et son environnement dans un certain domaine de fréquence ou longueur d'onde. Les capteurs embarqués sur des missions d'observation de la terre ont pour rôle de mesurer le signal émis ou réfléchi par les surfaces terrestres et de le transmettre à des stations de contrôle au sol.

En raison de contraintes technologiques ou physiques, et notamment des propriétés de transparence de l'atmosphère. La télédétection spatiale n'utilise qu'une partie du spectre électromagnétique, Une partie très limitée de ce spectre, entre « 0,390 μm (390 nm) et 0,7 μm (700 nm) », constitue la lumière visible perçue par l'œil humain. Une décomposition en fonctions des longueurs d'onde de la lumière visible (lumière blanche) aboutit à distinguer les lumières colorées : « violet (390 à 450 nm), bleu (450 à 490 nm), vert (490 à 580 nm), jaune (580 à 600 nm), orange (600 à 620 nm) et rouge (620 à 700 nm) ». Les longueurs d'onde inférieures à « 390 nm (ou les fréquences supérieures à celle du violet) » ne sont pas perçues par l'œil humain ; il s'agit du rayonnement ultra-violet. De même, les longueurs d'onde supérieures à « 700 nm », également non-perçues par l'œil humain, constituent le domaine infrarouge (Bonn et Rochon, 1996 et 1992).

IV.2. Comportement spectrale des objets

Pour comprendre le contenu des informations acheminées par le rayonnement électromagnétique, il faut analyser les changements observés dans ses propriétés en contact avec l'objet ciblé.

Cette transformation est en fonction de la nature de la surface ciblée et du domaine spectral. Le rayonnement incident va donc être absorbé, transmis ou réfléchi, selon la nature de l'objet visé. Les objets naturels peuvent être regroupés en quelques grandes catégories. Il s'agit essentiellement, des roches nues, de la végétation, de l'eau et des espaces minéralisés par l'homme dans des proportions variables. L'analyse et l'interprétation des images de télédétection se fait en fonction du comportement spectral qui est « le produit de l'interaction du rayonnement et de l'objet à traiter ». Les objets pouvant être traités par la télédétection sont divers. (Guyot, 1995) (Figure. 3)



Source : (Bonn et Rochon, 1996)

Figure 3 : Courbes des réflectances des végétaux, sols et eaux

Les réponses spectrales des sols se caractérisent par des valeurs de réflectance régulièrement croissantes dans le visible et le proche infrarouge, tandis qu'elles sont généralement de faibles réflectifs dans le moyen infrarouge. Ces valeurs, d'autant plus faibles que les sols sont plus humides, sont particulièrement faibles pour les bandes d'absorption de l'eau à « 1,45 µm, 1,95 µm, et 2,45 µm ». Dans le visible et le proche infrarouge, la réflectance est liée aux premiers millimètres du sol, et donc aux états de surfaces définis par la composition et l'organisation de la surface des sols à un instant donné, c'est la partie de la couverture pédologique qui constitue la transition entre l'atmosphère et la pédosphère (Scanvic, 1993).

IV.2.1. Eau

Le comportement spectral de l'eau présente un maximum dans la bande bleue avec une réflectance de « 0,5 µm », et quasi nulle dans l'infrarouge. La turbidité, transport de matériaux en suspension, et une eau peu profonde, modifient ses caractéristiques, et la réflectance devient plus importante pour toutes les longueurs d'ondes.

Dans ce domaine, la forme directe (Surface libre), ou indirecte par la caractérisation des paramètres qui lui sont liés : la localisation des sources dans les zones fracturées, évaluation de recharge en eau, la maîtrise des crues, la qualité des eaux et les aménagements hydro-agricoles (Caloz et Puech, 1996)

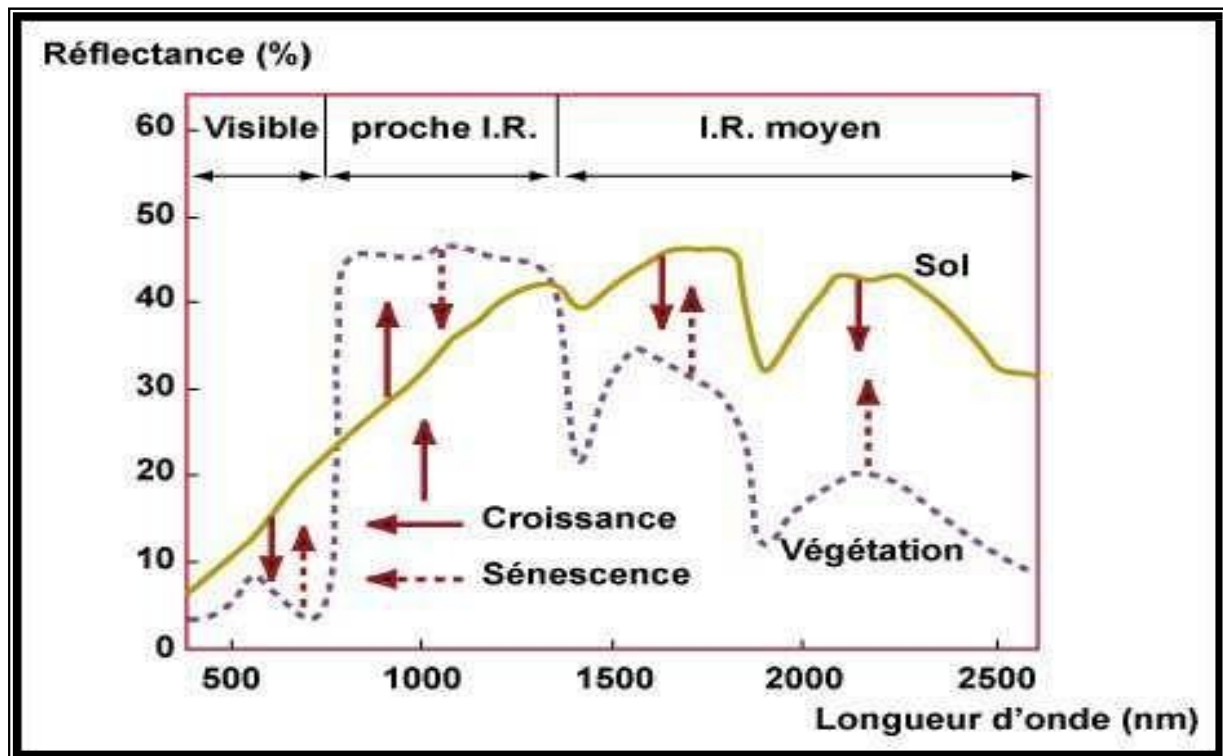
IV.2.2. Végétation

En télédétection, le terme végétation fait référence à la chlorophylle, entre autre, le comportement spectral dépend aussi de la nature de l'espèce, la pigmentation, de la structure physiologique, du contenu en eau de la plante, du stade de développement, du taux de recouvrement et de l'état sanitaire du peuplement. D'après la figure 7, la réflectance de la végétation est faible, avec un maximum de « $0,55 \mu\text{m}$ » dans la bande verte, et un minimum de « $0,66 \mu\text{m}$ » dans la bande rouge, et élevée dans le proche infrarouge avec « $0,7 - 1 \mu\text{m}$ ». Généralement, la végétation est étudiée en télédétection par les indices de végétation radiométriques. Parmi les indices les plus utilisés dans l'étude de la végétation et d'occupations du sol sont: le PVI (*Perpendicular Vegetation Index*), le WDVI (*Weighted Difference Vegetation Index*), SAVI (*Soil Adjusted Vegetation Index*), TSAVI (*Transformed Soil Adjusted Vegetation Index*), NDVI (*Indice de déférence de végétation normalisée*) (Cyr et Bonn et Pesant, 1995).

Nous rappelons simplement que « la signature spectrale d'une surface correspond à la courbe de réflectance de la surface en fonction des longueurs d'onde du spectre électromagnétique, dans des conditions données », et « La réflectance correspond au rapport de l'intensité du rayonnement réfléchi par une surface à celle du rayonnement incident. C'est donc une grandeur sans dimension, qu'on exprime généralement en pourcentage ».

La signature spectrale de la végétation décrit en réalité un état végétatif donné dont la date de réalisation peut varier suivant les conditions météorologiques de l'année considérée, la localisation de l'élément étudiée, la saison, et la phase de croissance. Lorsqu'un végétal se développe, l'effet du sol s'estompe progressivement tandis que le spectre de réflectance, caractéristique des feuilles, le remplace. Lorsque la végétation sera en phase active de croissance, la réflectance dans le visible et l'infrarouge moyen diminuera. Elle augmentera par contre dans le proche infrarouge (PIR).

Au contraire, La sénescence fait évoluer le couvert végétal vers un comportement radiométrique de sol nu (Figure 8).



Source : (Bonn et Rochon, 1996)

Figure 4 : Réflectance des végétaux sur les différentes longueurs d'ondes.

Ce type d'évolution s'observe, selon le cycle de végétation, pour toutes les cultures annuelles. L'influence du sol est importante, faible en forêt dense mais beaucoup plus importante quand la forêt est dégradée.

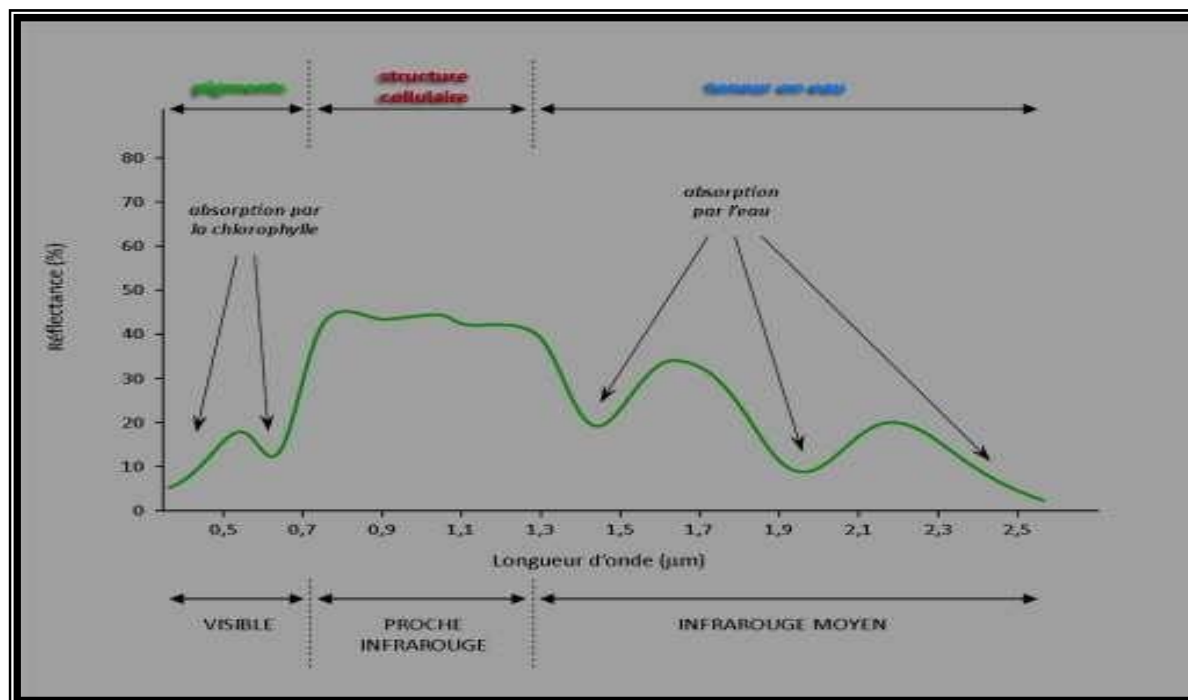
La variabilité de la réponse spectrale d'une plante et son apparence sur une image ne dépend pas seulement de la structure interne de la feuille mais de plusieurs facteurs qui peuvent être regroupés comme suit :

IV.2.3. Propriétés du feuillage

Les propriétés spectrales des feuilles fluctuent aussi au sein d'une même espèce. Ces différences peuvent résulter de nombreux facteurs liés à la feuille elle-même.

IV.2.3.1. La structure anatomique des feuilles

Dans le proche infrarouge, la réflectance des feuilles dépend du nombre d'assises cellulaires ; ainsi, les feuilles de plantes adaptées à la sécheresse sont généralement épaisses et présentent des réflectances élevées dans ce domaine spectral (70 à 80%) (Figure 5).



Source (Bonn et Rochon, 1996)

Figure 5 : Principaux facteurs influençant la signature spectrale de la végétation dans le visible, le proche infrarouge et l'infrarouge moyen.

La structure anatomique des feuilles joue un rôle très important dans la signature spectrale de la végétation. Si les pigments chlorophylliens absorbent la majeure partie du rayonnement visible qui leur parvient, ils sont en revanche totalement transparents au rayonnement de plus grande longueur d'onde. Le proche infrarouge traverse donc la feuille jusqu'à une couche cellulaire formée de cellules irrégulières et d'espaces intercellulaires dans lesquels sont stockés les gaz échangés entre la feuille et l'atmosphère, le parenchyme lacuneux ou mésophile. C'est au niveau de cette couche, lieu d'échange entre l'oxygène et le dioxyde de carbone dans les processus de la photosynthèse et de la respiration, que le rayonnement proche infrarouge est fortement réfléchi. Il est d'autant mieux réfléchi que le parenchyme lacuneux est bien développé. Les longueurs d'onde, bleue et rouge sont absorbées par la chlorophylle. Les vertes sont très faiblement réfléchies par la feuille. Le rayonnement PIR, lui, est fortement réfléchi par le parenchyme lacuneux. La réflectance dans les bandes rouges et proche infrarouge est donc directement liée à la biomasse végétale. Il est donc possible de déterminer radiométriquement cette biomasse en utilisant l'information contenue dans ces deux bandes spectrales, en utilisant des indices de végétation (Carlson et Ripley, 1997)

IV.2.3.2. L'âge des feuilles

C'est uniquement durant les stades juvéniles et sénescence que les propriétés spectrales des feuilles changent. Dans le proche infrarouge, l'accroissement de la réflectance est dû essentiellement par la présence de la chlorophylle. (Carlson et Ripley, 1997).

IV.2.3.3. L'influence de la teneur en eau

La teneur en eau des feuilles est également un facteur qui va fortement influencer la signature spectrale de la végétation, dans les longueurs d'onde de l'infrarouge moyen. Plus la teneur en eau est forte, plus la réflectance de la végétation diminue, en particulier aux longueurs d'onde 1450 nm et 1900 nm qui correspondent aux bandes d'absorption de l'eau. Ce domaine de longueur d'onde est très utile en télédétection des couverts végétaux, il permet notamment de détecter les plantes en état de stress hydrique (Carlson et Ripley, 1997).

IV.2.3.4. Les propriétés du couvert végétal

Le flux de rayonnement d'origine solaire réfléchi par un couvert végétal et capté par un satellite est composé de flux élémentaire réfléchi par les feuilles et par le sol après avoir éventuellement traversé un certain nombre de surfaces foliaires. Lorsqu'un végétal se développe, les propriétés spectrales du sol s'estompent peu à peu alors que le spectre de réflectance et les caractéristiques des feuilles prennent place. Dans le moyen infrarouge, l'effet du sol est sensible pour des indices foliaires relativement élevés car il présente des variations de réflectance avec la végétation (Achard, 1989).

IV.2.3.5. L'influence de la saison

L'évolution de la réponse spectrale du couvert végétal en fonction de la saison dépend fortement du changement dans l'arrangement spatial des feuilles c'est-à-dire de la structure géométrique du couvert dont les variations correspondent à des stades phénologique particuliers (Achard, 1989).

IV.2.3.6. Les données météorologiques

Les aérosols atmosphériques modifient la luminance du trajet optique entre la cible et le capteur. Cet effet est d'autant plus marqué que la longueur d'onde est courte. Dans le visible, la végétation ayant une faible réflectance, l'effet prédominant des aérosols est l'accoisement de la luminance du trajet optique (Achard, 1989).

IV.2.3.7. L'altitude de prise de vue

Elle a une importance relative variable sur les différents paramètres régissant la réponse spectrale des végétaux.

IV.2.3.8. Le relief

Le relief est facteur de perturbation important. Il entraîne, en effet, un certain nombre de modifications dans la signification de la mesure radiométrique. Ainsi, en terrain accidenté pour les conditions atmosphériques constantes, la radiométrie mesurée par le capteur subit les effets de la topographie de la surface visée. On peut relever que la pente du terrain entraîne une modification de l'angle de visée ainsi qu'une modification due aux ombres portées.

IV.2.3.9. Les paramètres liés au capteur (système d'enregistrement)

La sensibilité spectrale des films, les lentilles, les filtres et d'autres éléments de l'équipement d'enregistrement sont des paramètres relativement indépendants de la végétation mais ils doivent être pris en compte dans la mesure où ils ne restituent pas de façon idéale la réponse des végétaux.

IV.2.3.10. Les conditions d'environnement

La réponse spectrale d'un couvert végétal est déterminée par les processus physiologiques de la plante et par son environnement qui interfère de façon plus ou moins complexe.

IV.2.3.11. L'état sanitaire de la plante et la variabilité spectral

L'altération de la plante se traduit par les changements morphologique et physiologique internes de la plante. Ceci s'explique par une déviation de la réponse spectrale du végétal par rapport à sa courbe normale en fonction de la longueur d'onde. Ces changements sont liés particulièrement à la baisse de la photosynthèse, à la détérioration du mésophile et à l'augmentation de la température interne du feuillage (Achard, 1989 ; Guyot, 1995).

V. Caractéristiques techniques

V.1. Résolution spectrale

Elle indique l'aptitude d'un capteur à discerner des bandes de longueur d'onde différente du spectre électromagnétique ; elle dépend surtout de la qualité des dispositifs optiques. Plus la résolution spectrale est fine, plus les fenêtres des différents canaux du capteur sont étroites (Girard et Girard, 1999).

V.2. Processus de formation d'image

L'acquisition des images (Figure 10) : se fait par un double échantillonnage de l'information Spatial où la zone observée est découpée en surfaces élémentaire caractéristiques de la résolution spatiale du satellite ; Numérique où le signal enregistré par les détecteurs est codé à l'aide d'entiers compris entre 0 et 255 (Girard et Girard, 1999).

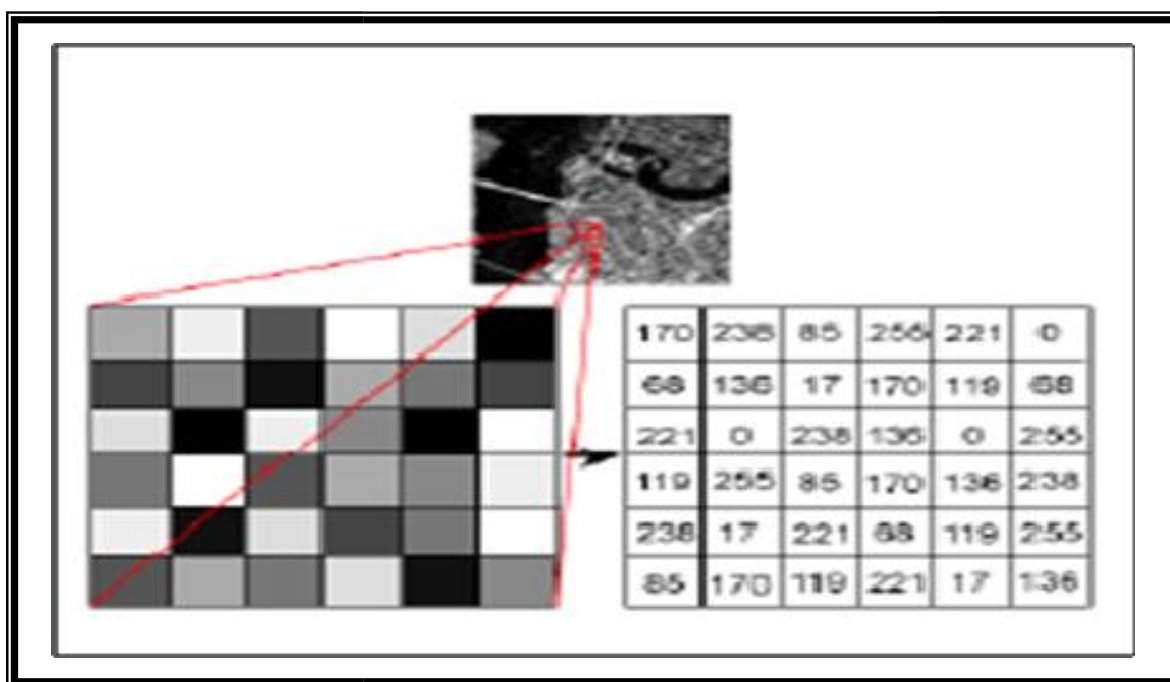


Figure 6 : Structure d'une image numérique de télédétection

Source : (Girard et Girard, 1999)

Dans l'exploitation des images Landsat, nous pouvons choisir de faire une analyse combinée en faisant appel aux différentes compositions colorées ou choisir une analyse individuelle, canal par canal. Les images individuelles apparaissent comme des images à niveaux de gris en noir et blanc. Cependant, ils peuvent être combinés pour former des images composites, en affectant à chaque bande spectrale une couleur primaire (Girard et Girard, 1999).

VI. Différents modes de traitement des données de télédétection

Les méthodes utilisées pour extraire de l'image l'information recherchée varient selon le type de support. Il est en effet possible de reconstituer point à point l'image sur un support photographique ou de la conserver sous sa forme numérique (Girard et Girard, 1999).

VI.1. Analyse Visuelle « La Photo-Interprétation »

Pratiquée depuis de nombreuses années dans le domaine de la photographie aérienne, cette technique continue à être largement utilisée en imagerie satellitaire où elle présente certains avantages. En fonction de ses connaissances du sujet étudié et du terrain, le photo-interprète expérimenté peut analyser une image dans son ensemble, en prenant en compte non seulement les teintes et couleurs mais également la forme, la texture et la structure des divers éléments qui la composent, il peut de plus prendre en compte des informations extérieures à l'image (géologiques, pédologiques et climatologiques, etc.) et tirer parti de son expérience. La qualité de l'interprétation de l'image dépend donc avant tout de la compétence du photo-interprète (Girard et Girard, 1999).

VI.1.1. Traitements numériques des données

VI.1.2. Prétraitements numériques

On distingue classiquement les traitements préalables destinés à la mise en forme optimale des données et les traitements proprement dits pour interpréter les données et évaluer les résultats.

VI.1.3. Corrections radiométriques

Elles permettent de diminuer les perturbations dues à l'atmosphère et aux capteurs. Dans le cas d'étude multitemporelle, il est souvent souhaitable de corriger la radiométrie en fonction de la date (éclaircissements solaires différents) afin de pouvoir comparer sérieusement les deux images. Pour cela, on choisit des objets invariants aux sols dont la radiométrie ne change pas ou dont la loi de variation est connue. Dans la filière de la production des données, ces traitements sont réalisés de manière générale en amont de l'utilisation finale (Girard et Girard, 1999).

VI.1.4. Corrections géométriques

Elles sont destinées à corriger les déformations systématiques de l'image dues à la prise de vue (défilement du satellite, variations de vol, technologie du capteur) ainsi qu'à rendre l'image superposable à une carte. Elles sont faites soit à partir de paramètres d'orbite et d'attitude enregistrés durant le vol, soit à l'aide de lois de déformations, pour rendre l'image conforme à un type de projection cartographique connu (UTM ou Lambert II étendu, par exemple). Les lois de déformations sont calculées à partir de points particuliers, encore appelés amers, dont les coordonnées sont connues à la fois sur le terrain et sur l'image (croisement des routes, des chemins de fer, etc.). Dans certains cas, il n'est pas nécessaire de procéder dès le départ à une correction géométrique. Il est alors plus économique de réaliser, ce traitement particulièrement lourd uniquement sur l'image finale, équivalent à un canal, plutôt que sur l'ensemble des canaux d'origine (Girard et Girard, 1999).

VI.1.5. Corrections atmosphériques

Le signal lumineux mesuré par les capteurs d'un satellite traverse deux fois l'atmosphère terrestre, interagit avec l'oxygène, l'ozone, la vapeur d'eau... et les aérosols (poussières, pollens...). La contribution de l'atmosphère dans la valeur radiométrique d'un pixel peut ainsi dépasser 50% dans certaines longueurs d'ondes, comme le bleu par exemple. Il est donc parfois nécessaire d'appliquer des corrections atmosphériques sur les images en fonction des caractéristiques thématiques de la zone d'étude et de la méthode de traitement d'image employée (Girard et Girard, 1999).

VI.2.6. Traitements proprement dits

VI.2.7. Utilisation d'opérateurs non linéaires et recherche d'indices

Les données radiométriques peuvent être utilisées sous forme de canaux bruts ou d'indices combinant les canaux rouges et proches infrarouges. Il existe de nombreux indices de végétation déduits à partir des mesures de réflectance, ou de comptes numériques pour estimer le taux de recouvrement, et identifier les types du couvert végétal. Ces différents indices exploitent essentiellement la différence de réponse spectrale de la végétation, et des sols dans la bande rouge (R) qui est liée à l'absorption de la lumière par la chlorophylle, et la bande proche infrarouge (PIR) qui est liée à la densité de la végétation verte. Ces indices sont mathématiquement exprimés de manière à utiliser le contraste important entre ces deux bandes. Ce contraste résulte de la forte absorption du rayonnement dans le rouge, et de la forte réflectance dans le proche infrarouge (Girard et Girard, 1999). Parmi les indices les plus utilisés dans l'étude de la végétation et d'occupation du sol, sont les suivants:

➤ **PVI (Perpendicular Vegetation Index)**

Le PVI prend en considération les effets du sol nu, il est défini comme la distance orthogonale entre un point qui représente le couvert végétal (rouge, proche infrarouge) et la droite de sol.

$$PVI = (PIR - a \times R - b) / (1 + a^2)^{0,5} \quad (Richardson \text{ et } Wiegand, 1977)$$

(PIR : canal proche infrarouge ; R : canal rouge ; a : la pente de la droite des sols ; b : l'ordonnée à l'origine de la droite des sol)

➤ **SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index).**

Dans cet indice le facteur d'ajustement du sol est ajouté.

$$SAVI = (PIR - R) / (PIR + R + L) \times (1 + 4) \quad (Huete, 1988)$$

(L : facteur d'ajustement des sols.)

➤ **TSAVI (Transformed Soil Adjusted Vegetation Index).**

C'est une modification du SAVI, dans laquelle on mesure la droite des sols ainsi qu'un facteur d'ajustement relié à la brillance du sol.

$$TSAVI = a \times (PIR - a \times R - b) / [R + a \times (PIR - b) + 0,08 \times (1 + a^2)] \quad (Baret \text{ et al.}, 1989)$$

➤ **NDVI (Indice de différence de végétation normalisée)**

L'indice de différence de végétation normalisée est une méthode éprouvée pour l'étude et la cartographie de la végétation. C'est l'indice le plus connu et le plus utilisé pour détecter les phases de développement de la plante verte à partir des données multispectrales de télédétection.

$$\text{NDVI} = (\text{PIR} - \text{Rouge}) / (\text{PIR} + \text{Rouge}) \text{ (Rousse and Haas, 1973 et Tucker, 1979)}$$

(PIR : canal proche infrarouge Rouge : canal rouge)

VI.2.8. Classifications

Les classifications consistent à découper le nuage de points en cubes, en sphères, chacun regroupant les éléments de l'image appartenant à la même classe. Le but de l'opération consiste à réaliser le découpage optimal. Lorsque les cubes ou les sphères se recoupent, l'affectation du pixel à classer à l'un ou à l'autre se fait par des calculs plus ou moins complexes dont le plus simple consiste à comparer les distances du point considéré au centre des deux cubes ou sphères. Donc l'objectif général des classifications est de traduire des informations spectrales (bandes) en classes thématiques (d'occupation du sol par exemple.) (Girard et Girard, 1999 ; Gilabert, 2002).

Trois types de d'approche de classification :

- Approches par pixel (analyse multi-spectrale, segmentation d'indice)
 - Approche par zone (détection de contour, texture)
 - Approche par objet (analyse morphologique, détection de formes)
- Les méthodes de classification se divisent en 2 grands groupes : Les méthodes supervisées et les méthodes non-supervisées.

VI.2.8. Classifications non-supervisées

Pas de connaissance *a priori*, les classes sont créées automatiquement par l'algorithme. Les classes sont « étiquetées » par thème *a posteriori*.

VI.2.9. Classifications supervisées

Par rapport à la classification non-supervisée, le choix des classes se fait avant classification ; La définition des classes se fait généralement sur des bases thématiques. La comparaison du résultat s'effectue avec des zones de test ou de validation dépendantes des zones d'entraînement, à l'aide d'une matrice de confusion (Girard et Girard, 1999).

VI.2. Méthodes d'analyses des changements du couvert végétal

Les images satellitaires constituent une source privilégiée d'information, tout changement au niveau d'un peuplement est susceptible de faire varier sa radiométrie. Ce changement devra être supérieur aux évolutions radiométriques liées aux facteurs exogènes (différence de conditions atmosphériques, conditions d'observation). Plusieurs méthodes sont destinées pour localiser les changements au niveau d'un couvert végétal, les résultats dépendront de la méthode choisie.

VI.2.1. Analyse de deux images et comparaison des résultats

La comparaison de deux cartographies réalisées pour deux images à deux ou (n) dates différentes peut conduire à la localisation des changements ; il faut tenir compte d'une bonne précision lors des cartographies initiales pour éviter des changements dus à l'imprécision des classifications, des corrections géométriques, et des changements d'atmosphère locaux.

VI.2.2. Analyse de la dernière image en tenant compte de la cartographie existante

La réalisation de la carte de changement peut résulter de l'analyse d'une image précédente ou par des méthodes classiques de la cartographie (interprétation de photographies aériennes), l'étude des caractéristiques radiométriques de chaque unité cartographique peut alors permettre d'identifier la présence d'un changement.

VI.2.3. Analyse des données multilatées

L'analyse multilatée peut concevoir sous les deux formes suivantes : utilisation de méthodes d'analyses de données (ex : de classification) à partir des canaux des deux ou (n) dates, ou bien calcul de différences de radiométrie entre deux dates, et analyse des canaux différence obtenus, on distingue :

L'analyse multi temporelle est une méthode d'analyse des données multilatées, envisagée comme suit :

- Une classification réalisée à partir de l'ensemble (ou d'une partie) des canaux des deux ou (n) dates ;
- Une analyse en composantes principales sur l'ensemble des canaux des (n) dates suivie d'une analyse numérique (classification) ou visuelle des canaux résultats;
- Une analyse visuelle d'une composition colorée réalisés à partir de canaux ou de combinaison de canaux (NDVI) aux différentes dates.

VI.2.4. Analyse de l'évolution radiométrique pixel à pixel

La comparaison des radiométries peut être réalisée par calcul de la différence ou le rapport entre les valeurs numériques des deux dates. Les valeurs comparées peuvent être les comptes numériques initiaux. La détermination du seuil au-delà duquel le changement peut être considéré comme significatif est généralement estimé d'une façon empirique, et parfois dérivée des caractéristiques de l'histogramme de la différence ou du rapport d'images.

La qualité du résultat obtenu par ce type d'approche est très dépendante de la précision de la superposition géométrique entre les deux images étudiées. Il est nécessaire de réaliser des corrections géométriques très précises ou de développer des méthodes qui permettent de rectifier le bruit consécutif au léger décalage géométrique. En effet, il faut aussi comparer un pixel à son homologue surtout dans les régions où la radiométrie varie fortement d'un point à l'autre. Une même évolution radiométrique peut avoir différentes origines et il fait parfois appel à d'autres informations que celle provenant de la seule comparaison d'images pour interpréter le changement de radiométrie (Girard et Girard, 1999).

CHAPITRE II

CARACTERISATIONS DE LA STEPPE SUD-ORANAISE

I. Steppes algériennes

La steppe constitue une zone agro écologique particulière. Elle s'étend de l'est l'ouest du pays (figure 7). Elle est limitée par l'isohyète 400 mm au nord et 100 mm au sud. Elle constitue une zone intermédiaire entre le Nord du pays au climat humide, subhumide ou semi-aride et le sud du pays au climat aride (parcours présaharien) et saharien (présence d'oasis). La vocation de la steppe est l'élevage ovin, caprin et camelin. Les cultures céréalières (principalement l'orge) n'étaient cultivées que dans les zones d'épandage des crues. Actuellement, avec la mise en place des puits, il y a un développement de l'arboriculture et de certaines cultures maraîchères (Hadeid, 2006).

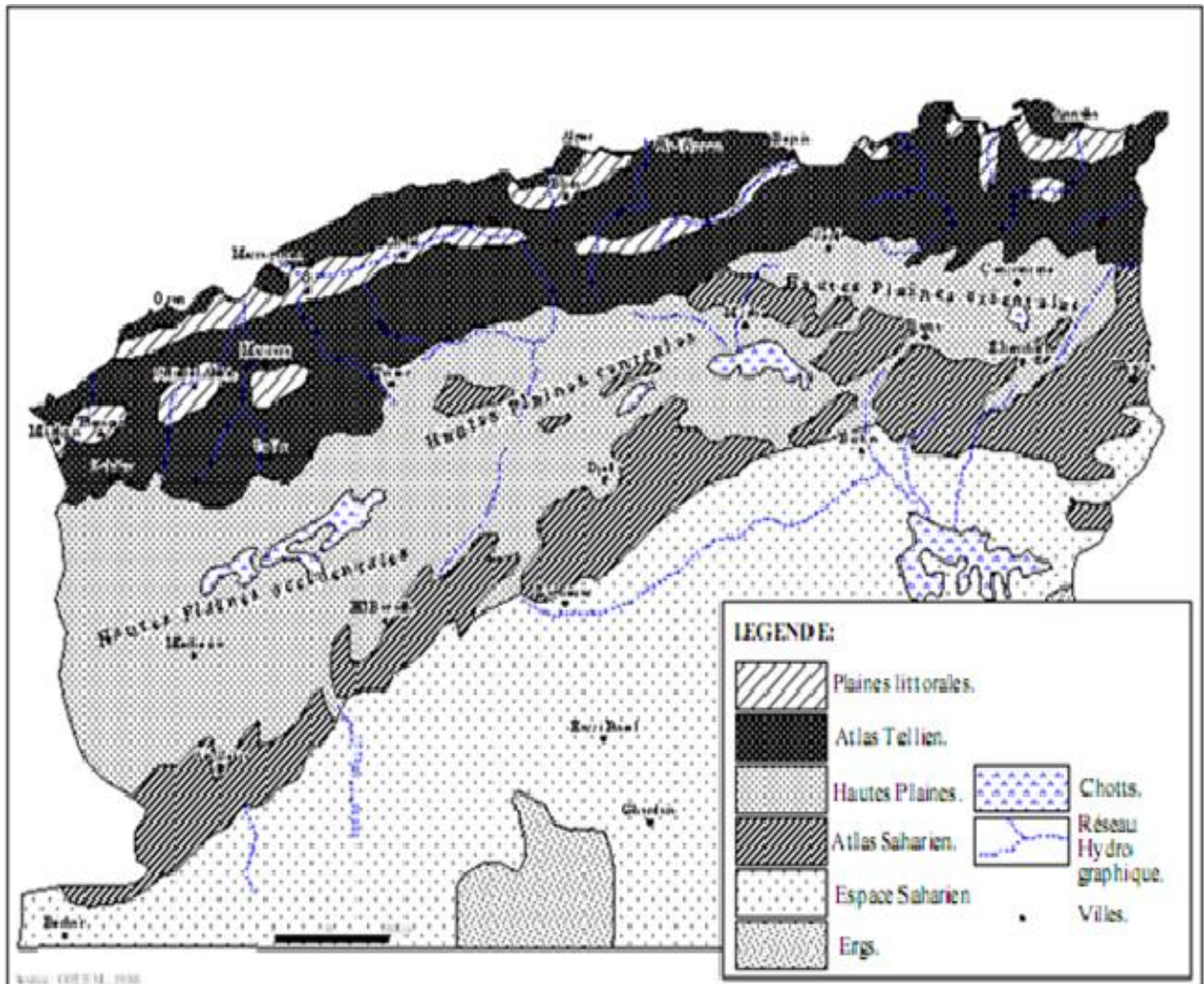


Figure 7 : Carte de délimitation naturelle de la steppe algérienne (Cote, 1988)

I.1. Caractéristiques de la steppe algérienne

Comme régions ou zones naturelles assez singulières par leur diversité et leur richesse floristiques ainsi que leur intérêt biogéographique, les steppes du bassin méditerranéen ont toujours intéressé les chercheurs. La biodiversité végétale de nombreux territoires reste encore méconnue dans le cas de plusieurs secteurs d’Afrique du Nord et des synthèses floristiques récentes ont dû se baser encore sur des données anciennes faute d’inventaires récents approfondis ((Myers *et al.*, 2000, Médail et Myers., 2004, Véla et Benhouhou, 2007)

Cette situation lui permet d’être d’une très grande importance économique de par savocation pastorale et sa richesse en espèces malgré la pression pastorale et les aléas climatiques, elle reste une source de pâturage par excellence même si la végétation connaît des changements dans sa diversité et répartition. (Djebaili *et al.*, 1989)

Elle répartie administrativement à travers 08 wilayas steppiées et 11 wilayas agro-pastorales totalisant 354 communes. Le climat varie du semi-aride inférieur frais aunord à l’aride inférieur tempéré au sud (Figure 8).

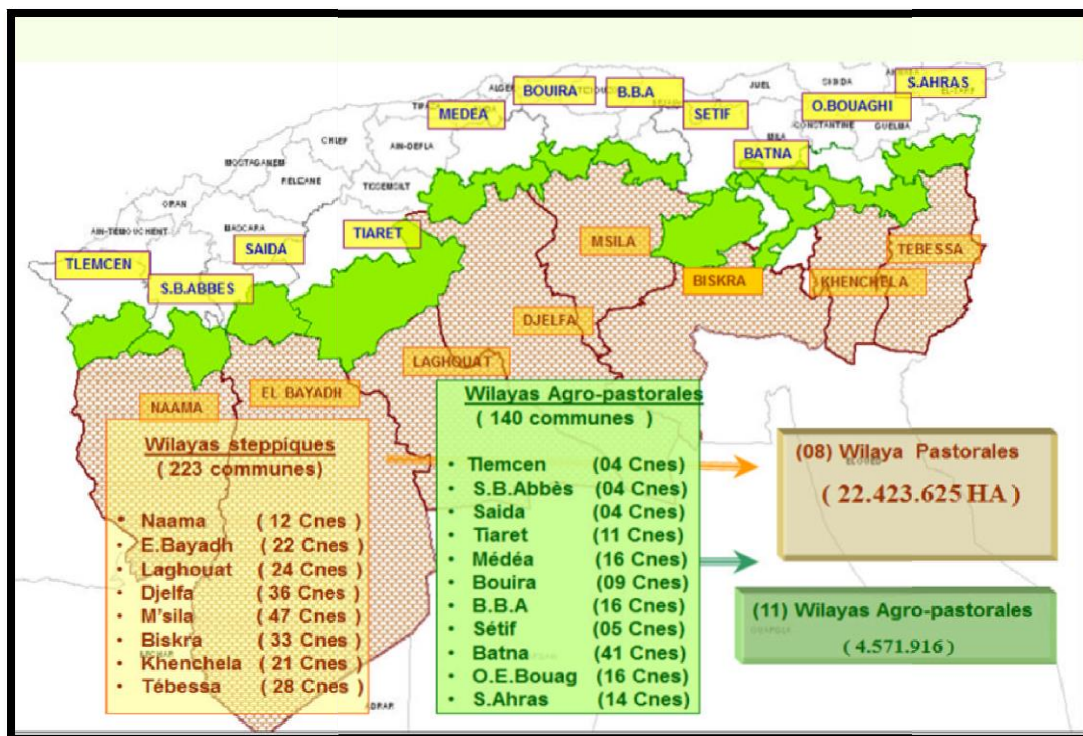


Figure 8 : Carte de localisation des steppes algériennes par wilayas

I.1.1. Aspects physiographiques

Elle se situe entre deux (02) chaînes de montagne Atlas Tellien au Nord et Atlas Saharien au Sud sur un grand ensemble : superficie de 20 millions d'hectares formant deux (02)

- Les steppes occidentales, constituées des hautes plaines Sud oranaises et Sud ;
- Algéroises, dont l'altitude décroît du Djebel Mzi à l'Ouest (1200 m) à la dépression du Hodna au centre ;
- Les steppes orientales à l'Est du Hodna formées par les hautes plaines Sud constantinoises bordées par les massifs des Aurès et des Nemenchas, ces limites s'appuient sur 400 et 100 mm de pluviosité moyenne annuelle (Nedjraoui, 2002) (Figure 8).

Selon Khalil (1997) un ruban de 1000 Km de long sur une largeur de 300 Km à l'Ouest et au centre réduit à moins de 150 Km à l'Est, et on les appelle « Bled El Ghnem » (pays des moutons).

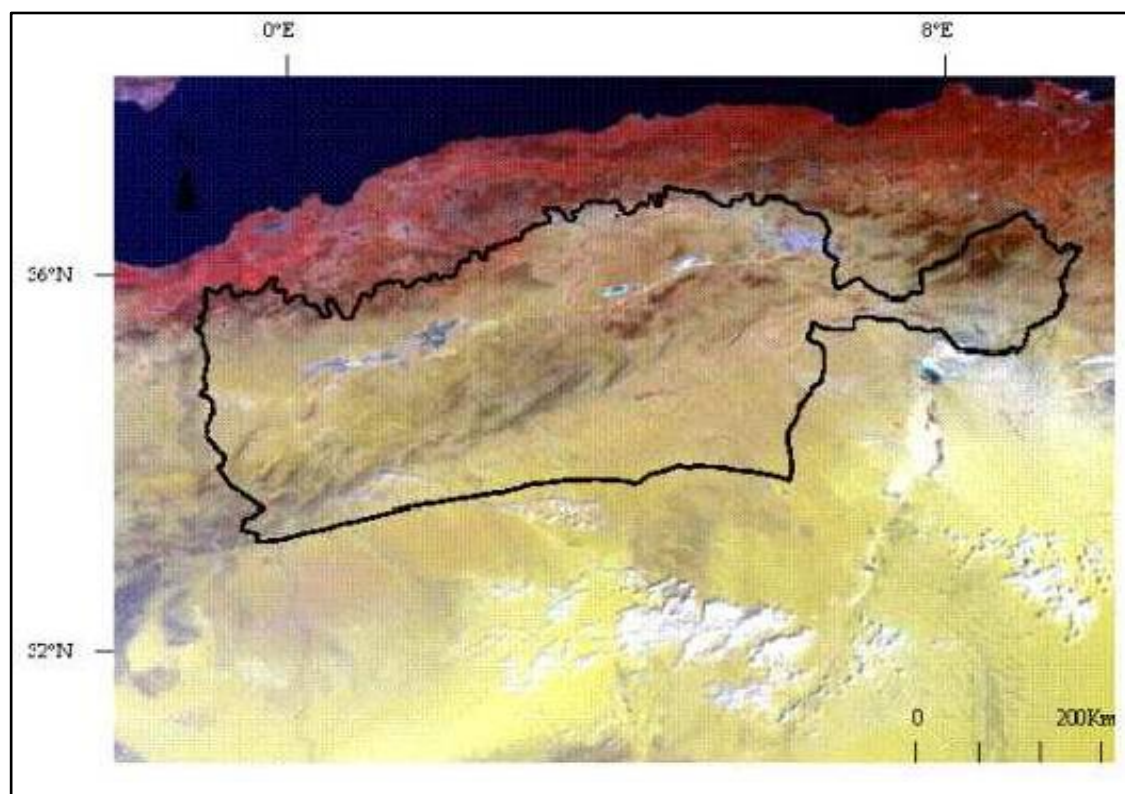


Figure 9 : Carte de délimitation de la région de la steppe algérienne
Source : Image satellite Spot, Avril 1999.

I.1.2. Aspects 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 sécheresse estivale rendant encore plus difficiles les conditions de développement des plantes avec un bilan hydrique déficitaire (Le Houérou, 1996).

En général, la pluviométrie moyenne annuelle est faible (entre 100 et 400 mm/an) et sa répartition est irrégulière dans le temps et dans l'espace. Les pluies se caractérisent par leur brutalité (averses) et leurs aspects orageux. Ces deux phénomènes favorisent l'érosion hydrique. Le régime thermique des steppes est du type continental. 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, l'amplitude thermique annuelle est généralement supérieure à 20°C. 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 (Le Houérou, 2004).

Ces variations de précipitations et de température sont 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 par la sédentarisation des éleveurs (Le Houérou, 2004).

I.1.3. Aspects biogéographiques

Selon une définition faite par Maire (1926), les steppes nord-africaines en général et celle algérienne en particulier font partie du domaine floristique mauritano-steppique. Ce domaine appartient à la région floristique méditerranéenne, donc à l'empire holarctique.

I.1. 4. Nature des sols

Les sols est un milieu cohérent dont les propriétés s'expliquent par son histoire, les conditions de son environnement et souvent aussi par l'action humaine. Les sols steppiques sont pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur. Adapté au régime climatiques aride, ils sont généralement peu évolués, moins profonds et parfois inexistants (Hellal, 2006 et 2014).

Ils sont caractérisés par une évolution beaucoup plus régressive que l'inverse, c'est-à-dire la morphogénèse qui l'emporte sur la pédogénèse (Haddouche, 1998). Les sols steppiques sont peu profonds et pauvres en matière organique, caractérisés par une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. Les bons sols sont destinés à une céréaliculture aléatoire et se localisent dans les dépressions, les lits d'oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur endroit permet une accumulation d'éléments fins et d'eau (Nedjimi Et Guit, 2012).

Selon Haddouche (1998) et les travaux édités par la commission de pédologie et decartographie des sols (CPCS) de France en 1967.

Les principales classes des sols dans la steppe sont les suivants :

Les sols minéraux bruts d'érosion ; Les sols peu évolués d'apport éolien et d'apport alluvial ; Les sols calcimagnésiques; Les sols halomorphes; Les sols isohumiques.

I.1.5. Occupation du sol

Les 20 millions d'hectares que compte les steppes se répartissent en parcours, terres improductives, forêts, maquis et cultures marginales (Tableau 01). L'importance que représente la part des parcours (soit plus de 80% de la superficie totale des steppes en 2000) (Bensouiah, 2006) est liée à la vocation de cet espace pastoral. En termes d'évolution de l'occupation du sol, on constate une augmentation de la superficie des parcours dégradés et donc une régression de la superficie des parcours palatables. D'autre part, on constate une augmentation de la superficie des cultures marginales au détriment des superficies des parcours palatables.

Tableau 01 : Evolution de l'occupation du sol dans la steppe
(Source : DSA, 2003 et Bensouiah, 2006).

Désignation	1		2	
	Superficie (106ha)	Part (%)	Superficie (10 ⁶ ha)	Part(%)
Parcours palatables	10	50	8,7	43.5
Parcours dégradés	5	25	7.5	37.5
Terres improductives	2,5	12,5	0,1	0.5
Forêts et maquis	1,4	7	2.1	10,5
Cultures marginales	1,1	5,5	1,6	8

La plus part zones steppiques sont caractérisés par un sol d'accumulation calcaire réduisant la profondeur de sol utile ; ils sont généralement pauvres en matière organique et sensibles à la dégradation. Les bons sols dont la superficie est limitée, se situent au niveau des dépressions (sols d'apport alluvial) soit linéaire et constituées par les lits d'oueds soit fermées et appelées Dayas

Les parcours steppiques sont depuis de nombreuses années en voie de régression, les causes majeures d'ordre phytoécologique étant l'exploitation irrationnelle par l'homme (défrichement au profit des cultures céréalières épisodiques) de ces milieux fragilisés par les contraintes climatiques qui favorisent localement la dégradation souvent irréversible de l'écosystème steppique. (Bensouiah, 2006)

I.1.6. Végétation steppique

La végétation steppique est une mosaïque de steppes à alfa (*Stipa tenacissima L.*), à armoise blanche (*Artemisia herba-alba Asso.*), à sparte (*Lygeum spartum L.*) et à armoise champêtre (*Artemisia campestris L.*). Les steppes comme celles à sparte et à Armoise blanche, qui en dérivent par dégradation, peuvent se maintenir durablement constituant des «stades alternatifs stables» au sens de (Westoby et al., 1989). La végétation naturelle de la steppe est caractérisée par une couverture basse et clairsemée, plus ou moins dégradée, bien que l'on rencontre sur les reliefs des formations forestières à base de Pin d'Alep associé au Chêne-vert et au Genévrier (Ennebati, 2015).

Les steppes algériennes sont dominées par 04 grands types de formations végétales :

a) Les steppes à graminées : Notamment l'alfa (4 millions d'ha en 1975) présentent une forte amplitude écologique (Kadi-Hanifi, 1998).

La productivité pastorale moyenne de ce type de steppe varie de 60 à 150 UF/ha selon le recouvrement et le cortège floristique (Nedjraoui, 1981; Aidoud, 1983 et Nedjraoui, 1990). La valeur pastorale peu importante (10 à 20/100 en moyenne) permet une charge de 4 à 6 hectares par mouton.

b) Les steppes à chamaephytes : Principalement armoise blanche recouvrent 3 millions d'hectares (en aire potentielle). L'armoise ayant une valeur fourragère importante de 0,45 à 0,70 UF/kg MS (Nedjraoui, 1981), les steppes à armoise blanche sont souvent considérées comme les meilleurs parcours, 1à3 ha/mouton.

c) Les steppes à psamophytes: Elles sont constituées d'espèces qui poussent sur les sols sableux on peut citer sparte couvrent 2 millions d'hectares. Lygeum spartum ne présente qu'un faible intérêt pastoral (0,3 à 0,4 UF/kg MS). La productivité, relativement élevée (110 kg MS/ha/an), des espèces annuelles et petites vivaces, confère à ces types de parcours une production pastorale importante de 100 à 190 UF/ha/an et une charge de 2 à 5 ha/mouton.

d) Les steppes à halophyte soucrassulescentes : Ce sont des formations particulières des dépressions salées, parmi les espèces qu'on y rencontre remth (*Arthrophytum scoparium*) forment des parcours qui présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral. La valeur énergétique du remth est de 0,2 UF/kg MS. La production moyenne annuelle varie de 40 et 80 kgMS/ha et la productivité pastorale est comprise entre 25 et 50 UF/ha/an avec une charge pastorale de 10 à 12 ha/mouton. (Kadi-Hanifi, 1998).

II. dégradation du couvert végétal steppique : Le phénomène de dégradation est affirmé sur la base d'un constat de l'état actuel de la végétation et d'observations ponctuelles (Edwards-Jones 2001). La question de l'état et de la dégradation de la steppe a été posée dès les années 1960 dans le cadre du programme de coopérative d'élevage. Le problème a été soulevé, selon les périodes, à une limitation de l'exploitation des ressources agropastorales ou au contraire à la croissance de la production par une intensification de l'exploitation

des terres et de la végétation. Quoi qu'il en soit, depuis l'interdiction des cultures en 1995, la lutte contre la dégradation est clairement la première justification des actions entreprises dans la steppe.

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.

En zones steppiques, près de 500.000 hectares de terres sont en voie de désertification, et plus de 7 millions d'hectares sont directement menacés par le même processus (Mate, 2002). La superficie des parcours dégradés, après avoir atteint 5 millions d'ha en 1985, s'est élevée à 7,5 millions d'ha en 1995, alors que les superficies palatables sont passées de 10 millions d'ha à 8,7 millions d'ha sur cette même période (Bensouilah, 2003).(Tableau 02)

Tableau 02 : Bilan partiel des superficies de terres steppiques dégradées ou en voie de dégradation (en millions d'hectares)

État de la steppe	Superficie (en millions d'hectares)
Superficie désertifiée	0,487
Superficie très sensible à la désertification	2,2
Superficie sensible	5,06
Superficie moyennement sensible	3,67
Superficie peu ou pas sensible	2,38

Sources : Ministère de l'Environnement (2000) et ministère de l'Agriculture (2004)

Les tendances actuelles dans les steppes arides et semi-arides sont la régression des espèces pérennes ou à cycle long au profit des annuelles ou des plantes à cycle court. Les plantes herbacées pérennes ont fortement régressé, alors que les peuplements graminéens annuels n'ont pas sensiblement changé.

On observe une augmentation de l'hétérogénéité dans la répartition du couvert herbacé, avec l'apparition d'une structure "en mosaïque". Ces phénomènes traduisent à la fois les effets des successions d'années sèches et ceux du surpâturage (Le Houérou, 2002). La dégradation de ces milieux peut être progressive et donc relativement lente se traduisant par des changements qui ne sont perceptibles que sur le très long terme.

C'est probablement ce qui a marqué à l'échelle du siècle, le passage des steppes par exemple Alfa vers d'autres formations à Armoise blanche ou à Sparte ou à Remth. A cette échelle de temps et sur la base d'analyses essentiellement synchronique, les travaux de phytoécologie et de phytosociologie ont permis de décrire et d'interpréter ces successions végétales (Djebaili, 1984 ; Aidoud et Lounis, 1997 ; Kadi-Hanifi, 1998). (Figure 10)

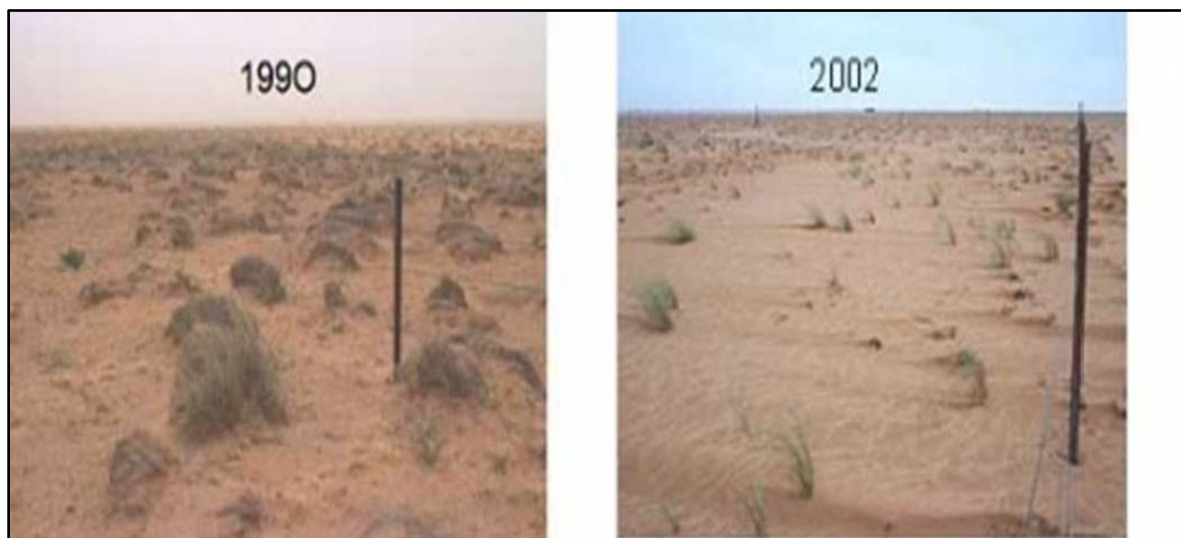


Figure 10 : Dégradation des steppes à alfa de 1990 à 2002. (Nadjraoui, 2008)

La dégradation débute par une altération de la végétation, une modification de la composition floristique, les espèces les plus utilisées ou les plus appréciées se raréfient et disparaissent. Ensuite ou parallèlement, le couvert végétal s'éclaircit. Les capacités de reproduction et de régénération de la végétation se réduisent de plus en plus. Le sol, moins protégé par la couverture végétale est soumis à l'action mécanique des précipitations qui provoquent une modification des états de surface (Bousmaha, 2012).

Ce milieu steppique caractérisé aussi par la fragilité de son écosystème se trouve dans un état de dégradation avancée, entraînant la mutation et la transformation mode d'utilisation et d'exploitation de l'espace steppique (Yerou, 2013).

Le constat majeur est celui d'une diminution de la superficie de ces steppes et leur dégradation parfois extrême (Aidoud et *al.*, 2006)

III.1. Facteurs abiotiques de dégradation des parcours steppiques.

Le problème des parcours pastoraux restent à nos jours le premier souci de dégradation qui n'a jamais été résolue d'une manière sérieuse. La dégradation de ce capital floristique a pour résultat la transformation des structures steppiques en formations dunaires ; ce qui a favorisé les phénomènes de salinisation, d'érosion hydrique et éolienne, de défrichement, de surpâturage et de désertification) (Benabadji et *al.*, 1996).

III.1.1. Aridités et crises climatiques

Quezel et Barbero (1993) dans leurs travaux sur les variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le pliocène, attirent l'attention des écologistes et des climatologues sur les risques éventuels liés à des processus majeurs du changement à la fois du climat et des composants biologiques des écosystèmes steppiques.

Les observations météorologiques récentes menées par plusieurs auteurs dans la steppe (Seltzer, 1946 ; Aimé, 1991 et Bouazza, 1991) ne permettent pas d'écarter à priori dans ces régions l'hypothèse de changements climatiques. Ces derniers ont montré des variations significatives, caractérisées par des oscillations pluviométriques mensuelles, rythmées par de courtes périodes de sécheresse et de chutes de pluies torrentielles.

Du point de vue thermique, les résultats sont moins significatifs; ce pendant les valeurs moyennes des minima du moins les plus froids sont généralement élevées de 1 à 2 C°, en particulier en zones steppiques continentales, alors que la situation des stations littorales est plutôt inverse Il y'a donc manifestement, des changements qui se produisent à l'échelle régionale et qui favorisent vers le Nord, l'extension latitudinale d'espèces sahariennes et en altitude, de divers taxons méditerranéens thermophiles (Quezel, 2000).

Les pluviosités annuelles n'ont pas dépassé les 25% de la moyenne. La moyenne des températures minimales du mois le plus froid «m» varient de -0,3 à 2.6°C pour la période 1952-1975 et de 0,8 à 3°C pour la période 1975-1990. (Benabadji et Bouazza, 2000)

III.1.2. Erosion éolienne et hydrique

L'action de l'érosion éolienne accentue le processus de désertification .Elle varie en fonction de l'importance du couvert végétal. Dans un milieu ouvert où la végétation a un recouvrement inférieur à 30%, l'action du vent opère un tri n'emportant les fines particules telles que les sables et argiles et laisse sur place un sol squelettique et caillouteux (regou-hamada). Ce type d'érosion cause une perte de particules du sol de 150 à 300 tonnes/ha/an dans les steppes défrichées (Figure 11). 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 ravins en taillant profondément la surface du sol. Des quantités de 50 à 250 t/ha/an de terre sont entraînées par le ruissellement sur les sols dénudés à forte pente (Le Houérou, 1995).



Figure 11 : Sols touchés par l'érosion éolienne
(Source : <http://physio-geo.revues.org>)

III.1.3. Phénomènes de salinisation

Selon Halitim (1988), plus de 95% des sols des régions arides sont soit calcaires, gypseux ou sal sodiques. Du fait des hautes températures qui sévissent pendant une longue période de l'année, les précipitations subissent après leur infiltration, une forte évaporation entraînant la remontée vers la surface du sol, des particules dissoutes qui se concentrent en croûtes et stérilisent le sol (Figure 12). On trouve deux types de dépressions salées aux niveaux des régions arides et semi-arides dont les termes vernaculaires sont Chott et Sebkh (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 centimètres, saturée en sel (300-400g/l) 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, entraîner 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). (Figure 12). 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).



Figure 12 : salinisation (Source Eco-gestion d'habitats).

III.2. Facteurs biotiques de la dégradation

Les parcours steppiques subissent une forte pression anthropozoogène. Selon des spécialistes en pastoralisme, les surfaces pastorales et surtout leur potentiel écologique ont régressé d'une manière spectaculaire. Ainsi, Nadjraoui (2004) signale que l'accroissement démographique, le surpâturage marqué par l'extension à grande échelle de la céréaliculture au détriment des meilleures zones pastorales, l'éradication des espèces ligneuses et la multiplication des points d'eau, sont autant d'indicateurs confirmés par la dégradation du couvert végétal.

L'utilisation du milieu par l'homme et ses troupeaux, la déforestation, la mise accrue en cultures incontrôlées, le surpâturage excessif, le défrichement anarchique ont profondément perturbé les équilibres écologiques de l'écosystème (Barbero *et al.*, 1990 ; Nadjraoui 2004).

IV.2.1. Evolution de la population steppique

La croissance démographique (tableau 03) concerne aussi bien la population sédentaire que la population éparse. Cependant, on note une importante régression du nomadisme qui ne subsiste que de façons parodique (Khaldoun, 1995). Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant culture céréalière et élevage

Tableau 03 : Evolution de la population steppique (10³hab.)

Années	1954	1968	1978	1988	1998
Population totale	975,70	1255,48	1700,00	2500,00	3964,85
Population nomade	595,42	545,25	500,00	625,00	794,00
% population	52	43	29	25	20

Sources: *stat.agr (1974), HCDS (1996) et ONS(1999)*

La végétation steppique a été influencée généralement par l'effet du nomadisme et notamment la transhumance (Achaba-Azzaba) constitue la principale activité pastorale qui découle des facteurs historiques économiques et sociaux. C'est une forme d'adaptation à un milieu contraignant où l'offre fourragère est marquée par une discontinuité dans le temps et dans l'espace. Ces déplacements, s'effectuant en été vers les zones telliennes (Achaba) et en hivers vers les parcours présahariens (Azzaba), allègent la charge sur les parcours steppiques leur permettant ainsi de se régénérer (Nedjimi et *al.*, 2006).

Une forte croissance démographique est enregistrée durant la dernière moitié du siècle. La population de la steppe qui était de 900 milles habitants en 1954, est estimée à plus de sept (07) millions d'habitants en 1999 (HCDS, 2005). La transhumance ou déplacement de grande amplitude (Azaba ; transhumance d'été vers les chaumes des zones telliennes ou Achaba ; transhumance d'hiver vers les piémonts Nord de l'Atlas Saharien) qui permettait dans le passé une utilisation rationnelle des ressources naturelles, ne concerne plus que cinq (5%) de la population steppique (Nedjimi et *al.*, 2008). Le reste de la population est devenu semi-sédentaire. Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant culture céréalière, élevage et sédentarisation (Khaldoun , 2000).

Il s'agit d'une réelle crise du pastoralisme, puisque pendant des siècles, les sociétés agro- pastorales étaient un exemple parfois d'équilibre entre l'homme et le milieu naturel. Leur principe de base est la mobilité. Ces populations étaient nomades ou semi-nomades, pratiquant la transhumance avec une gestion rigoureuse des terrains de parcours et de la production, selon les saisons. Malheureusement, ces systèmes connaissent depuis quelques décennies, des mutations profondes en raison d'une désorganisation de la société pastorale (Bouchetata, 2001).

IV.2.2. Défrichement et la mise en culture

Les parcours steppiques ne sont pas en mesure de couvrir les besoins alimentaires du cheptel. En effet, la dégradation des pâturages et la délimitation des superficies de parcours ont entraîné la diminution du potentiel fourrager de la steppe. Cette situation se traduit sur le plan écologique par un défrichement massif et une mise en culture des meilleurs sites pastoraux. Depuis plusieurs d'années, on assiste à un déséquilibre agro-pastoral qui se manifeste par un abandon progressif des pratiques pastorales et par conséquent par une dégradation de ces potentiels (Kanoun, 1997). Les éleveurs des steppes, ont opté pour les céréales par le défrichement des parcours (Tableau 4). Or, les terres steppiques sont réputées pour être squelettiques. La conséquence du labour sur de telles terres est l'augmentation de leur risque de dégradation par érosion (hydrique ou éolienne) (Bensouiah, 2006; Floret et al, 1992).

Au cours des années 70, 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). La superficie labourée en milieu steppique est estimée à plus de 02 millions d'hectares (Ministère de l'agriculture, 1998), 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. La technique de labour utilisée est une technique particulièrement érosive.

L'utilisation de la charrue à disque ou le Cover-crop pour un labour superficiel des sols à texture grossière, se justifie par son coût moins élevé pour des agropasteurs soumis à des aléas climatiques importants et donc obligés de minimiser leurs coûts du fait de la faible probabilité qu'ils ont d'obtenir une récolte correcte.

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). 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 Houérou, 2002).

Tableau 04 : Structure de l'espace steppique (en millions d'hectares)

Structure de l'espace steppique	Superficie (en millions d'hectares)
Terres de parcours	15
Terres cultivées	2,7
Maquis, forêts, terres improductives	2,3
Superficie totale	20

Source : données du Haut-Commissariat au Développement de la Steppe (Bencherif, 2010)

IV.2.3. Surpâturage

Le souci majeur de tout pasteur en milieu steppique, est le désir permanent d'accroître l'effectif de son cheptel, avec une diversification des espèces animales. Ainsi, si les ovidés et les caprinés constituent les deux composantes majeures des troupeaux, l'effectif des camélidés reste également à considérer, en particulier sur les formations végétales halophiles de la steppe algérienne. Cette composition des troupeaux se traduit par une incontestable pression animale sur la végétation steppique du milieu aride, élargissant de fait le spectre d'acceptabilité et d'appétibilité des espèces pastorales.

Les régions steppiques au Maghreb sont marquées surtout par une augmentation des effectifs ovins et une diminution des superficies des parcours qui se traduit en générale par une dégradation des ressources pastorales collectives (Nasr *et al.* 2000). L'effectif du cheptel pâturant en zones steppiques et dont la composante prédominante est la race ovine (environ 80 % du cheptel), n'a cessé d'augmenter de 1968 à 1996 (6000 à 17000 têtes).

Les troupeaux sont de petite taille car plus de 70 % des propriétaires possèdent

moins de 100 têtes et 90 % des populations ovines appartiennent à des éleveurs privés. L'effectif du cheptel est traduit en équivalents- ovins (tableau 05), en utilisant les taux de conversion donnés par le Houérou (1985) et qui sont équivalents aux normes établies par l'Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire (ANAT, 2000). (Tableau 05)

Tableau 05 : Effectifs du cheptel en équivalents-ovin (10³) et charges pastorales (ha/eq.ovin)

Equivalent ovin	1968	1996
Ovin x 1	560 0	15 000
Caprins x 0,8	240	11 200
Bovins x 5	600	1200
Camelins x 7	700	700
Equidés x 3	750	2150
Ovin x 1	560 0	15 000
TOTAL	240	11 200
Charge potentielle	789 0	19 170
Charge effective	1 Eq.ov/ha	1 Eq.ov/ 8 ha
Charge effective	1 Eq.ov/1,9 ha	1 Eq.ov/0,78 ha

Source : Ministère de l'Aménagement du Territoire et l'Environnement, 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 1,6 milliards d'unités fourragers (Chellig, 1969) nourrissaient 7890.10³ équivalents-ovins, ce qui donnait une charge de 1,9 ha/éq.Ovin. En 1996, le cheptel équivalait à 19170.10³ éq.ovins et la charge réelle des 15 millions d'hectares, correspondrait à 0,78 hectares pour 1 éq.ovin. Les différentes études (U.R.B.T, 2002 ; Le Houérou, 1985 ; Aidoud, 1983 et Kacimi, 1996) ont 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/éq-ovin et donc 10 fois supérieure à la charge 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 (Nedjraoui, 2004) (Tableau 06.).

Tableau 06 : Effectif du cheptel en régions steppiques (milliers de têtes).

Années	1968	1978	1988	1998	2008	2010
Ovins	5 600	8 500	12 000	16 320	16 800	20 000
Caprins	300	560	1 000	1400	1 630	3800
Bovins	120	120	200	280	305	1650
Camelins	100	175	100	135	144	290
Equidés	250	450	530	750	650	-
Total	6370	9805	13830	18885	19520	25 740

Sources: FAO statistiques Agricoles, (1974, 1990-1999) et (2000-2010-2012)

IV.2.4. L'éradication des espèces ligneuses

Les espèces ligneuses pâturées par les troupeaux, déracinées par les tracteurs, subissent un arrachage par les éleveurs. Les plantes arrachées sont généralement le Jujubier et l'Armoise (Chih) dont l'odeur pour la cuisson et les vertus médicinales sont très appréciées. Contrairement aux autres facteurs de dégradation, l'éradication des ligneux tend à se stabiliser ces dernières années en raison de la régression du nomadisme et de la généralisation de la bouteille de gaz.

Comme il n'existe pas de véritables forêts dans la steppe, les combustibles industriels deviennent presque totalement inaccessibles aux nomades. Ceux-ci arrachent les plantes capables de satisfaire leurs besoins. Alors, ils les en utilisent à des fins domestiques comme bois de chauffe ou de cuisson. Quand l'hiver est rude et que ces dernières espèces se font rares, les touffes d'alfa sont, à leur tour, victimes des besoins de l'homme. Un calcul rapide montre la capacité de nuisance de l'éradication des plantes arbustives : L'arrachage de l'armoise blanche est estimé entre 15 et 20 qx/ha. On estime généralement qu'une population de 100.000 personnes dénude entre 7000 et 20.000 hectares par an, sur une steppe d'armoise blanche, en bon état, pour subvenir à ses besoins en combustibles, soit 700 à 1000 kilogrammes par an, pour une famille de 5 personnes. Or, il faudra entre 20 à 60 ans pour que les 4000.000 hectares de steppe à Armoise soient entièrement inutilisables, livrés à l'érosion par la simple recherche du combustible!

La végétation arbustive ne repousse pas et la végétation herbacée associée à ces buissons disparaît avec ceux-ci. À son tour, le sol qui se trouvait un peu protégé et humidifié se des sèche, puis s'érode sous l'action du vent (Bouchemal, 1996). Aidoud et *al.*, 1996 ont mis en évidence la dégradation alarmante qui a affecté le milieu steppique et plus particulièrement les changements du couvert végétal durant ces dernières décennies. Les mêmes auteurs prouvent qu'en moins de dix ans entre 1983 et 1990 dans les hautes plaines, de grandes étendues de steppes denses d'alfa ont été dilapidés. 1.2 Millions d'hectares ont été dégradés : 700000 ha de peuplements clairs dans lesquels l'alfa a complètement disparu et près de 500000 ha de nappes denses dans lesquelles la biomasse verte de l'alfa est passée en moyenne de 1750 à moins de 100 Kg.MS/ha.

Boughani (1995), déclare que cette pratique demeure toujours en vigueur chez les nomades, mais tend de plus en plus à diminuer.

L'état actuel de la dégradation des peuplements forestiers montre que la végétation ligneuse a été surexploitée. Ceci s'explique par les besoins en combustible pour la cuisson et le chauffage, amenant les populations à :

-Déraciner les espèces ligneuses (*Armoise blanche*, *Noaea mucronata*, *Salsola vermiculata* et *Tetrenda*, *Hammada scorpi*a, etc...) où couper les arbres ou arbuste qui subsistent (*Juniperus phoenica*, *Tamarix*, *Jujubier*, etc...).

L'éradication des ligneux tend à se stabiliser ces dernières années en raison de la régression du nomadisme et de la généralisation de la bouteille de gaz. L'engouement actuel pour la phytothérapie dans le Nord du pays, reste tout de même un danger de destruction des espèces steppiques, si cette activité n'est pas contrôlée (Nedjraoui, 2002).

IV.2.5. Nomadisme et la transhumance

Le nomadisme représentait une forme d'adaptation à un milieu ouvert et fragile comme celui de la Steppe. Pour la population pastorale, il était plus qu'une simple activité ; c'est toute la vie quotidienne, les règles et les traditions qui étaient marquées par ce modèle d'organisation socio spatiale. L'État algérien a continué sur le même chemin et avec le même objectif. L'effectif des nomades n'a donc pas cessé de diminuer, mais le nomadisme n'a pas totalement disparu (61,1 % de la population totale en 1966, 9,6 % en 2008).

Par ses caractéristiques bioclimatiques, la steppe est un espace fragile qui n'a longtemps autorisé ni peuplement dense, ni sédentarisation massive des populations. La seule solution pour les sociétés ces vastes espaces était d'opter pour un mode de vie spécifique, permettant d'assurer leur reproduction tout en conservant un certain équilibre écologique.

Il s'agissait de pratiquer des transhumances vers le nord et vers le sud impliquant toute la famille, ainsi que le cheptel. Les nomades considèrent l'espace comme une réalité ouverte. Ils ne se réfèrent pas à des limites physiques ou à des frontières, mais leurs déplacements sont organisés selon des itinéraires bien définis, en fonction de repères signifiants par lesquels le passage est obligatoire au cours de l'année, parfois à des dates précises (Hadeid, 2015).

Par ses caractéristiques bioclimatiques, la Steppe est un espace fragile qui n'a longtemps autorisé ni peuplement dense, ni sédentarisation massive des populations. La seule solution pour les sociétés de ces vastes espaces était d'opter pour un mode de vie spécifique, permettant d'assurer leur reproduction tout en conservant un certain équilibre écologique

La colonisation du Sud eut aussi ses répercussions sur le nomadisme puisqu'elle a entraîné la restriction des parcours sur le piémont méridional du Tell. Cette amputation des terres de parcours a provoqué une diminution des réserves fourragères, qui a déclenché une surexploitation des parcours steppiques ; de ce fait, ceux-ci ont commencé à se dégrader puisqu'ils ont connu une exploitation au moins deux fois plus intensive (Boukhobza, 1982).

Le nomadisme et notamment la transhumance (Achaba-Azzaba) constitue la principale activité pastorale qui découle des facteurs historiques économiques et sociaux. C'est une forme d'adaptation à un milieu contraignant où l'offre fourragère est marquée par une discontinuité dans le temps et dans l'espace. Ces déplacements, s'effectuant en été vers les zones telliennes (Achaba) et en hivers vers les parcours présahariens (Azzaba), allègent la charge sur les parcours steppiques leur permettant ainsi de se régénérer. En complémentarité avec les parcours steppiques, les parcours présahariens, qui couvrent une superficie estimée à environ 16 millions d'ha, sont exploités par les éleveurs en hivers parce qu'en cette saison, l'offre fourragère des parcours steppiques est faible et la température est très basse.

Ces parcours qui recèlent de grandes potentialités sont caractérisés par un hiver doux et une végétation palatable pour le cheptel.

Cette végétation se compose de plantes pérennes (*Retama retam*, *Aristida sp*, *Arthrophytum sp...*), d'annuelles et d'associations diverses. Cette forme de l'élevage extensif était menée depuis longtemps sans grande difficulté, grâce aux équilibres écologiques et socio-économiques. Cependant ces équilibres sont remis en cause en raison notamment de la diminution de la superficie des parcours et de la chute de leurs rendements à la suite des sécheresses répétitives et de la croissance continue des effectifs ovin d'une part de l'extension de la céréaliculture au dépens des meilleurs parcours d'autre part, réduisant ainsi les ressources alimentaires du cheptel. Le mouvement (Achaba) était relativement facile à organiser du fait d'une grande partie des zones d'accueil était constitué essentiellement par les grandes exploitations du secteur public que l'administration instruisait pour le libre accès aux champs sans contrepartie. Cette pratique a cependant été limitée depuis la réorganisation de la gestion des terres (Hadeid, 2015)

IV.2.6. Désertification

La désertification est une problématique environnementale majeure pour le 21^{ème} siècle (World Bank, 2002). Elle résulte d'un déséquilibre dans les interactions dynamiques entre plusieurs éléments dans l'écosystème le climat, le sol, la végétation et l'homme. C'est un état qui s'installe sous les effets conjugués des modifications climatiques et des activités humaines appliquées à des sols et des végétations fragiles. Le phénomène de la désertification a fait l'objet de plus de 130 définitions (Maignuet, 1990). Par rapport à la littérature internationale, c'est Lavauden (1927) qui a été le premier à donner à la désertification un sens scientifique pour décrire la dégradation du couvert végétal au sud tunisien « *c'est que dans toute la zone dont nous venons de parler, la désertification, si j'ose dire, est purement artificielle. Elle est uniquement le fait de l'homme. Elle est d'ailleurs relativement récente et pourrait être combattue et enravée.* ». Le terme désertification a été utilisé par Aubreville (1949) pour décrire la dynamique de changement du couvert végétal (*ce sont des vrais déserts qui naissent sous nos yeux, dans des pays où il tombe annuellement de 700 à plus de 1500 mm de pluie*).

Le Houérou (1980) définit la désertification comme étant un ensemble d'actions qui se traduisent par une réduction plus ou moins irréversible du couvert végétal aboutissant à l'extension de paysages désertiques nouveaux à des zones qui n'en présentaient pas les caractéristiques. Pour les organismes internationaux et intergouvernementaux, plusieurs définitions ont été approuvées. Selon la Convention sur la lutte contre la désertification des Nations-Unis, le terme de la désertification signifie «la diminution ou la destruction du potentiel biologique des terres pouvant conduire à son terme ultime à des conditions désertiques » (UNCOD, 1977). Selon la FAO (1992), la désertification est la dégradation des terres dans les écosystèmes secs, résultant d'activités humaines mal contrôlées. Elle englobe tous les processus de dégradation biologique quel que soit leurs causes ou l'endroit où ils apparaissent.

Au sens commun du terme et selon les dictionnaires, la désertification c'est la transformation d'une région en désert. Le mot évoque l'avancée du désert aussi bien que la désertion des campagnes, en fait pour les scientifiques et la communauté internationale il s'agit d'un phénomène de grande importance : « Le terme désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines. » Cette dégradation des terres en zones sèches se manifeste par une détérioration de la couverture végétale, des sols et des ressources en eau, et aboutit à l'échelle humaine de temps, à une diminution ou à une destruction du potentiel biologique des terres ou de leur capacité à supporter les populations qui y vivent. Les indicateurs de la désertification, qui concernent en fait les attributs vitaux de l'écosystème au sens d'Aronson et *al.* (1995), sont la détérioration des caractères du sol, la diminution des réserves hydriques et de la fertilité du sol, allant souvent jusqu'à sa stérilisation, et la régression de la productivité végétale. Ces indicateurs d'impact induisent une modification des systèmes de production inhérente à une intensification des besoins et par là même une mauvaise gestion des parcours donnant lieu à une surexploitation des ressources naturelles disponibles.

IV.2.7. Crise de pastoralisme

La surexploitation des milieux arides, et la désertification qui en découle, est un phénomène propre au 20^{ème} siècle. Pendant des siècles les sociétés agro-pastorales étaient un exemple parfait d'équilibre entre l'homme et le milieu naturel.

Le principe de base de l'équilibre agro-pastoral est la mobilité. Les sociétés pastorales étaient nomades ou semi-sédentaires, pratiquant la transhumance. La règle était de ne jamais rester trop longtemps au même endroit. La pression sur le milieu était donc répartie dans le temps et dans l'espace, au rythme des saisons.

En guise de rappel de l'équilibre agro-pastoral nord-africain, qui a survécu jusqu'à la veille de la colonisation on peut retenir que :

-En hiver, les campements sont installés aux portes du désert. Il y fait plus chaud, et les quelques pluies automnales et hivernales suffisent pour assurer une végétation éphémère à pousser rapide ;

-Au printemps, en remontant vers les hautes plaines steppiques, les pluies d'automne et d'hiver favorisent une végétation abondante utiles pour les brebis en période d'agnelage ;

-En été, en avançant vers le tell, c'est à dire vers les hautes plaines céréalières, il y avait encore suffisamment de terres incultes pour les bêtes, qui profitent en plus des chaumes. Par ailleurs, pendant que les nomades sont employés comme main d'œuvre saisonnière sur les chantiers de moisson-battage, ils font leur réserve de grain pour l'année quand ils redescendent vers la steppe.

-En automne, sur la steppe de nouveau, la végétation pérenne est suffisante pour le cheptel.

Si l'année est mauvaise, la disette et les maladies se chargent de remettre les effectifs à un niveau compatible avec les zones d'épandage de crues ou sur des bas-fonds ou des. Ces champs seront récoltés, au retour, lors de la migration de printemps. La descente vers le désert pour les quartiers cuvettes à sols profonds d'hiver s'amorce avant les grands froids.

Ce système fonctionnait avec une organisation et des institutions tribales et un droit coutumier reconnu et respecté de tous. Les mutations profondes qu'il a connues depuis un siècle sont défavorables à une gestion rationnelle des ressources. Néanmoins, ces systèmes agro-pastoraux connaissent, depuis quelques décennies, des mutations profondes avec comme causes principales :

Démographie : C'est l'une des principales causes. Elle a littéralement explosé depuis le début du siècle. Pratiquement la population double tous les 20 à 30 ans, selon les pays, soit 25 ans en moyenne, en particulier depuis les années 50. Il faut donc cultiver plus de terre, élever plus d'animaux et couper plus de bois pour se chauffer.

Par ailleurs la plupart des pays concernés connaissent une nette amélioration du niveau de vie et une certaine urbanisation. La demande en viande et produits céréaliers a donc augmenté encore plus vite que la population ; ce qui aggrave davantage les pressions sur les terres.

-Erreurs de politique économique : Pour avoir des ressources, les terres les plus productives sont souvent affectées à des cultures à forte valeur ajoutée. Les populations se rabattent sur les terres marginales pour les produits vivriers et réduisent ainsi les espaces pâturés. Dans d'autres cas, pour parvenir à l'autosuffisance en viandes rouges ou tout simplement pour venir en aide à des éleveurs frappés par la sécheresse, beaucoup de gouvernements ont encouragé la supplémentation en important et en mettant à la disposition des pasteurs des quantités considérables d'aliments de bétail d'origine industrielles concentrés. L'alimentation étant disponible à un prix dérisoire, on peut se contenter de parcours très pauvres dont le rôle est désormais d'assurer l'encombrement uniquement. Les pasteurs ont donc été encouragés à détenir des sureffectifs, là où il aurait fallu les réduire. Plus grave encore, en raison des super profits que l'activité génère, des spéculateurs citadins, qui n'ont jamais été pasteurs, investissent dans l'élevage et utilisent les services des bergers sans troupeaux. Certains observateurs, un peu sévère, ont dit, à ce propos, que "l'Algérie a subventionné la désertification des steppes".

-Progrès technique et techniques agressives : Les pratiques d'exploitation se sont modernisées. Elles permettent de labourer davantage de terres et de détenir des cheptels excessivement importants :

-Le camion ramène sur les parcours non seulement des concentrés mais aussi de la paille ;

-L'accès aux soins vétérinaires permet de réduire la mortalité, alors qu'anciennement les disettes et les maladies jouaient un rôle de régulateur naturel ;
Le camion-citerne ou la citerne tractée, ramènent l'eau sur place. L'éleveur n'a

plus besoin de se tenir à proximité des points d'eau

L'ensemble de ces facteurs concourt à une augmentation vertigineuse du nombre d'animaux et à leur concentration dans des zones sévèrement surpâturées.

Le tracteur défriche et laboure en une journée ce que l'attelage animal exécute en 10 jours. Comme on a besoin de plus en plus d'orge, on laboure de plus en plus d'espaces qui donneront dans le meilleur des cas 3 quintaux de grains par hectare. Si l'année climatique est défavorable, les espaces labourés sont pâturés en vert.

-Statut foncier : A l'origine, la terre appartenait à des collectivités qui vivaient en communauté et les exploitaient collégalement. De nos jours les terres sont statutairement restées collectives, ou sont devenues propriété de l'état qui accorde un droit de jouissance aux pasteurs. Or la notion de communauté s'est considérablement amenuisée. Les liens tribaux et familiaux ne sont plus les mêmes. Le mode d'exploitation de la terre obéit à des règles de rentabilité, de spéculation, pour atteindre des objectifs individuels. Comme la terre appartient à tout le monde, elle n'appartient de fait à personne et il n'y a pas plus de lien entre le sort de l'exploitant et celui de la terre. Personne ne veut donc investir dans la préservation de l'écosystème ni même accepter d'imposer la discipline qu'exige une gestion rationnelle. Ce problème foncier est pris en charge depuis quelques années par de nombreux pays.

Après plusieurs expériences d'organisation pastorale, l'Algérie a préparé une loi pastorale dont l'aboutissement est ralenti par les événements actuels. La situation des zones arides bien que critique n'est pourtant pas désespérée. Des signaux permettent partout d'espérer l'infléchissement de la dynamique régressive.

-Transhumance d'hiver et d'été (Achaba-Azzaba)

Le nomadisme et notamment la transhumance (Achaba-Azzaba) constitue la principale activité pastorale qui découle des facteurs historiques économiques et sociaux. C'est une forme d'adaptation à un milieu contraignant où l'offre fourragère est marquée par une discontinuité dans le temps et dans l'espace. Ces déplacements, s'effectuant en été vers les zones telliennes (Achaba) et en hivers vers les parcours présahariens (Azzaba), allègent la charge sur les parcours

steppiques leur permettant ainsi de se régénérer. En complémentarité avec les parcours steppiques, les parcours présahariens, qui couvrent une superficie estimée à environ 16 millions d'ha (Ministère de l'Agriculture, 1999) sont

exploités par les éleveurs en hivers parce qu'en cette saison, l'offre fourragère des parcours steppiques est faible et la température est très basse. Ces parcours qui recèlent de grandes potentialités sont caractérisés par un hiver doux et une végétation palatable pour le cheptel.

Le mouvement (Achaba) était relativement facile à organiser du fait d'une grande partie des zones d'accueil était constitué essentiellement par les grandes exploitations du secteur public que l'administration instruisait pour le libre accès aux champs sans contrepartie. Cette pratique a cependant été limitée depuis la réorganisation de la gestion des terres agricoles du domaine public qui s'est traduit par la multiplication de petites exploitations autonomes (Ministère de l'Agriculture, 1999)

Ces parcours présahariens sont exploités par les éleveurs en hiver et au printemps ; car ils sont caractérisés par un hiver doux et une végétation palatable pour le cheptel, composée de plantes le plus souvent pérennes à base de *Retamaretam*, *Aristida sp* et *Arthrophytum sp*.

Cette forme d'élevage était menée depuis longtemps sans grande difficulté, grâce aux équilibres écologiques et socio-économiques. Cependant ces équilibres sont remis en cause en raison notamment de la diminution de la superficie des parcours et de la chute de leurs rendements à la suite de l'augmentation continue des effectifs du bétail d'une part et de l'extension des défrichements au dépens des meilleurs parcours d'autre part, réduisant ainsi les ressources fourragères du cheptel (Mederbal, 1992 ; Aidoud et Nedjraoui, 1992 ; Kadi-Hanifi-Achour, 1998).

IV.2.8. Menaces de la désertification sur la biodiversité

Rappelons que la désertification, conséquence de phénomènes tels que le défrichement ou le surpâturage, englobe tous les processus de dégradation biologique quel que soit leurs causes ou l'endroit où ils apparaissent. Le lien entre désertification et occupation humaine apparaît donc comme un concept généralisable et la FAO propose que ce lien soit clairement exprimé par une définition plus précise: "la désertification est l'ensemble des facteurs géologiques, climatiques, biologiques et humains qui conduisent à la dégradation des qualités physiques, chimiques et biologiques des terres des zones arides et semi-arides et mettent en cause la biodiversité et la survie des communautés humaines".

L'action de l'homme se traduit par un double effet défavorable sur la biodiversité végétale :

-La dominance, en raréfiant les populations de la plupart des espèces, et l'extension d'un tout petit nombre d'espèces opportunistes ;

-L'extinction de certaines espèces de la totalité de leur aire de répartition géographique ; selon certaines estimations, 25 à 75000 espèces végétales devaient disparaître avant l'an 2000. Or, 60% de médicaments sont issus du règne végétal et on estime qu'une espèce sur 1000 à 10000 présentes des propriétés pharmacologiques remarquables. Par ailleurs, les causes du déclin des espèces animales de grande taille peuvent être multiples.

Elles sont directement liées la chasse à laquelle se livre l'Homme ou indirectement à des pressions anthropozoogènes induisant la destruction des niches écologiques.

La réduction de la biodiversité est souvent présentée comme un problème environnementale, mais ces causes fondamentales sont essentiellement sociales économiques et politiques. En effet, la tendance à la monoculture (uniformité génétique) agricole et forestière sur de vastes territoires entraîne la disparition de nombreuses espèces de flore et de faune sauvage qui avaient besoin d'un milieu diversifié pour se nourrir tout l'année et survivre.

La diversité génétique disparaît des champs cultivés au fur et à mesure des succès mêmes de l'alimentation des plantes et l'intensification de l'agriculture. Il s'agit de l'érosion génétique qui se manifeste selon trois niveaux :

-Diminution de la diversité interne aux variétés, par la généralisation de variétés génétiquement homogènes ;

-Diminution du nombre des variétés cultivées au sein d'une espèce ;

-Diminution du nombre d'espèces cultivées.

-Cette érosion génétique est reconnue comme étant la principale cause d'extinction des espèces (FAO, 1995). Elle est, à ce titre, un index révélateur du déséquilibre et de la dégradation des écosystèmes.

V. Principales actions menées dans les hautes plaines steppiques

Les stratégies de « développement pastoral », pendant l'économie dirigée, sont issues de compromis entre les « impératifs » techniques et choix politiques, se fondent le plus souvent sur des schémas modernistes qui ne tiennent compte ni de la logique des pratiques traditionnelles ni de la réalité des rapports de force locaux. Cette inadéquation des politiques pastorales s'explique sans doute en grande partie par les lacunes de l'information sur le milieu. Mais il importe de s'interroger sur les causes de ces lacunes : n'y a-t-il pas sous-utilisation du potentiel scientifique, manque de coordination entre techniciens et chercheurs et absence de demande précise des autorités concernées ? Compte tenu de la complexité des problèmes du pastoralisme en Algérie, du poids des facteurs historiques et de la volonté modernisatrice des pouvoirs publics (Guillermou, 1990).

Les politiques d'amélioration pastorale ont porté essentiellement sur les parcours steppiques et l'élevage ovin. Les mêmes actions sont reprises avec changement des rapports sociaux de production, les moyens de production, cheptel et matériel, devenaient propriétés collectives.

Les tentatives d'organisation de la steppe sont nombreuses et très peu ont donné des résultats positifs dans le sens de l'amélioration des parcours.

V.1. Reboisements

Selon Nedjraoui et Bédrani (2008), de 1962 à 1969 il y a eu la mise en place des chantiers populaires de reboisement (CPR). 99.000 ha de plantations forestières ont été réalisés dans le cadre de l'amélioration et l'aménagement des parcours et la lutte contre l'érosion éolienne.

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. La désertification était perçue à l'époque comme une « avancée des déserts ». Fort coûteux, le "barrage vert" a été une erreur technique : il est difficile de faire pousser des arbres sur des sols souvent inadaptés et sans irrigation prolongée entre les isohyètes 200 et 350 mm.

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.

Aujourd'hui, à part certaines zones au niveau des piémonts Nord de l'Atlas Saharien où l'espèce a pu se développer correctement, il n'en reste que des traces formées par quelques pins d'Alep rabougris (Nedjraoui et Badrani, 2008).

V.2. Création de coopératives pastorales

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 à la création 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 à 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 est 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, 1985 cité par Nouad, 1995). 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 (Mohammedi et *al.*, 2006). 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.

Selon Yerou (1998), le phénomène de la détribalisation a joué un rôle néfaste pour ce projet de développement. L'organisation sociale (tribale) était tellement bien soudée et ancrée, qu'il ne fallait pas la briser mais au contraire, l'amender, en faire un pilier sociologique, avec une négociation de nouveaux modes de conduite et de gestion.

V.3. Dossier steppe

Le plan quinquennal (1985-1989) est caractérisé par la mise en place de deux plans de développement steppique (dossier viandes rouges et dossiers steppe). Le dossier viandes rouges avait pour objectif l'organisation de la filière viandes rouges, notamment ovines. Cette organisation touchait les fonctions de (production, commercialisation du cheptel vif, abattage et transformation).

La priorité donnée à ce dossier était le délestage de la steppe des animaux improductifs et l'intensification de l'élevage ovin en zone céréalière.

On a assisté à l'inverse de ce qui avait été prévu, les offices des viandes étaient chargé de "délester" et offraient des prix intéressants incitant les agriculteurs-éleveurs de la zone agropastorale à acheter des brebis et à les remettre sur la steppe. La mise en défens appliquée sans aucune vulgarisation au préalable n'a eu, quant à elle, aucun résultat, puisque les éleveurs refusaient cette mise en défens. On a constaté un échec pour organiser en groupe les utilisateurs des parcours afin de faciliter l'introduction de meilleurs systèmes de contrôles des pâturages et de production des droits de pacage des réserves (Benguerai, 2006).

L'adoption du dossier steppe a donné lieu la création du Haut-Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), chargée de mettre en place une politique de développement intégré sur la steppe en tenant compte de tous les aspects économiques et sociaux. Alors que son texte de création le chargeait d'impulser le développement global de la steppe, les réalisations du HCDS se sont limitées à la réhabilitation des parcours dégradés par des mises en défens et des plantations d'Atriplex, à la création de quelques zones d'épandage, à la multiplication de points d'eau (les derniers réalisés utilisant l'énergie solaire). 03 millions d'hectares (sur plus de 20 millions) ont été préservés par la mise en défens, en collaboration avec la Conservation des Forêts, et 300 000 hectares réhabilités par la plantation pastorale (Ziad, 2006 ; DGF, 2007 ; MADR, 2007). Le HCDS, sauf à ses débuts, n'a jamais élaboré une stratégie globale et cohérente de développement durable des zones steppiques, se contentant de réalisations ponctuelles, non intégrées dans une vision d'ensemble. C'est aussi ce qui explique la poursuite du processus de désertification des régions steppiques.

V.4. Evolution des politiques de développement agricole et rural

L'Algérie est un vaste pays d'une superficie de 2.381.741 km² faisant actuellement d'elle le plus grand pays d'Afrique (après la division du SOUDAN). Pays indépendant depuis 1962 après être colonisé pendant 132 ans par les français et plus de sept ans de lutte armée très couteuse (révolution nationale de 1954 à 1962). Elle s'étend du Maroc à l'ouest jusqu'à la Tunisie à l'est et de la mer méditerranéenne au nord au Mali et le Niger au sud.

Deux chaînes montagneuses importantes, l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, séparent le pays en trois types de milieux qui se distinguent par leur relief et leur morphologie, donnant lieu à une importante diversité biologique. On distingue du Nord au Sud, le Système Tellien, les Hautes Plaines steppiques et le Sahara.

La population recensée en 2008 est de 35 millions d'habitants, celle de 1998 était de 29,27 millions d'habitants. Le recensement remontant à 1987 faisait état de 22,71 millions d'habitants (Office National des Statistiques, ONS, 1996 et 2010), ce qui donne un taux moyen de croissance annuelle supérieur à 2 % durant cette période et qui était de 3,2% dans les années 80 du siècle passé. Une croissance démographique faramineuse et explosive représentant une entrave structurelle qu'on pouvait éviter, et ayant engendré des conséquences lourdes en matière de prise en charge de la population et de développement du pays.

La population se répartit à travers le pays d'une façon inadéquate :

- Les zones urbaines et périurbaines telliennes qui n'occupent que 4 % du territoire national sont les plus peuplées (80 % de la population totale).
- Les régions steppiques (09 pourcent du territoire), localisées au-delà de l'Atlas Tellien, constituent les vraies zones de parcours et la population, composée essentiellement d'agropasteurs, représente environ 12 % de la population totale.
- Le reste de la population (08 %) se disperse dans les régions sahariennes qui s'étalent sur 87 % du territoire.

L'image que l'Algérie était le grenier de Rome est révolu bien qu'au lendemain de l'indépendance, l'Algérie détenait cette arme alimentaire et le pays se suffisait en termes alimentaires. Il pouvait faire vivre la population autochtone et se permettait même d'exporter des fruits et légumes vers la métropole. Le blé dur algérien est l'un des meilleurs au monde de part ses qualités gustatives et ses aptitudes à se concilier à toutes sortes de minoteries.

La variété BEN BACHIR était très appréciée par les meuneries parisiennes qui en raffolaient pour leur clientèle huppée : avec la variété BEN BACHIR, on faisait le pain blanc qu'on dégustait chez MAXIM'S, Le FOUQUET'S ou autre palais gastronomiques.

Cette situation n'a pas duré pour longtemps. Plusieurs politiques se sont ensuite succédées et la relance agraire n'a pas connu le succès tant attendu.

Après presque cinquante années d'indépendance, l'Algérie n'arrive pas à l'autosatisfaction alimentaire et son économie est sous la merci des fluctuations des prix des produits alimentaires dans les bourses mondiales. La lecture chronologique durant les cinquante années passées nous fait constater des politiques agricoles pratiquement différentes l'une de l'autre et non complémentaires (Bartoli, 2011).

-Nationalisation, autogestion et révolution agraire (1962-1979)

L'analyse des différents réaménagements de ce secteur de l'autogestion à la révolution agraire, montre clairement que la « fonctionnarisation » des travailleurs agricoles était au centre des préoccupations des pouvoirs publics. L'ensemble des textes législatifs promulgués par l'Etat et des actions entamées pour les mettre en œuvre concourait à cet objectif. Bedrani (2003) évoque ce cas en ces termes « la politique a-t-elle consisté dès le départ à regrouper plusieurs fermes coloniales en grands domaines (sous prétexte d'économie d'échelle en matière d'utilisation de matériel et d'emploi optimal de la force de travail qualifiée disponible) formellement autogérés mais en fait très contrôlés par des institutions étatiques ou para étatique ». Sur plus de 238 millions d'hectares, la superficie occupée par l'agriculture était estimée à 10 075 800 ha environ dont 6,5 millions d'hectares de surface agricole. A la veille de l'indépendance, l'agriculture algérienne se caractérisait par un secteur dit moderne, occupé par les colons ainsi que les gros propriétaires algériens, situé sur les riches terres du littoral et des plaines et un secteur dit traditionnel, situé dans les piémonts, les montagnes et les autres terres marginales. Le premier secteur employait généralement les techniques modernes de l'agriculture (machines, engrais, produits phytosanitaires, assolement...) et disposait de grandes exploitations ; tandis que le second, utilisant des techniques rudimentaires, se trouvait confiné sur des minuscules exploitations (MADR, 2012). La répartition des superficies de l'époque faisait une distinction entre exploitants européens et algériens comme nous le montre le Tableau 07.

Tableau 07 : Répartition des superficies et des exploitants (Baci, 1999)

Catégories D'exploitations	Nombre d'exploitations			Superficies (1 000 ha)		
	Européens	Algériens	Total	Européens	Algériens	Total
Moins de 1 ha	2393	105 954	108 347	0,8	37,2	38,0
1 à 10 ha	5 039	332 529	337 568	21,8	1 341,2	1 363,0
10 à 50 ha	5 585	167 170	172 755	135,3 3	185,8	3 321,1
50 à 100 ha	2 635	16 580	19 215	186,9	1 096,1	1 283,0
Plus de 100 ha	6 385	8 499	14 884	2 381,9	1 688,8	4 070,1
Total	22 037	630 732	652 769	2 726,7	7 349,1	10 075,8

Au lendemain de l'indépendance, l'appropriation des terres coloniales constituait un enjeu entre les gros propriétaires fonciers et la classe au pouvoir et verra émerger la propriété de l'Etat sur ces terres. Une série de textes dite «Décrets de mars 1963» va institutionnaliser cet état de fait :

- Le Décret du 18 Mars 1963 stipule que le droit des propriétés déclarées vacantes tombe en déshérence, il n'est attribué à personne ;
- Le Décret du 22 Mars 1963 organise la gestion des exploitations agricoles vacantes ;
- Le Décret du 28 Mars 1963 porte sur la répartition du revenu des domaines autogérés.

Cette récupération des terres, qui constitue en fait la nationalisation de l'ancien secteur colon, regroupant 22 037 fermes sur une superficie de plus de 2 200 000 hectares, va donner naissance au secteur autogéré, communément appelé secteur socialiste au vu de l'option politico-économique du pouvoir en place. Cette première réforme devait conduire à la constitution de 1994 Domaines Autogérés dont 70,7 % ayant des superficies supérieures à 500 ha comme nous le montre le tableau 08.

Tableau 08 : Répartition des exploitations du secteur autogéré (Baci, 1999)

Superficie par tranche (ha)	Exploitations		Superficies (1000 ha)	
	Nombre	% du total	Superficie	% du total
Moins de 100	106	5,3	5	0,02
100-500	479	24,0	159	6,9
500-1000	634	31,8	520	22,6
1000-2000	554	27,8	856	37,2
+ 2000	221	11,1	752	33,3
Total	1 994	100	2 302	100

Ce redimensionnement a été rendu nécessaire par la difficulté de trouver à l'époque 22 000 directeurs pour les fermes laissées par les colons. Ainsi ces nouveaux domaines vont être dirigés conjointement par les anciens travailleurs et les représentants de l'Etat.

Les décrets cités plus haut précisent le mode de fonctionnement ainsi que les organes internes de l'autogestion, à savoir :

- L'assemblée générale des travailleurs composée de l'ensemble de travailleurs permanents qui élira :
- Le conseil des travailleurs (dans le cas où le domaine dispose de plus de trente permanents) qui élira :
- Le comité de gestion composé de 3 à 11 membres, qui élira le président, représentant de tous les travailleurs et président de tous les organes cités.
- Le directeur nommé par l'organisme de tutelle et représentant de l'Etat. La main d'œuvre saisonnière représentait la charnière centrale des domaines autogérés.

Par ailleurs et suite aux fortes pressions des anciens combattants, ce secteur va se voir amputé de près de 330 000 hectares pour la création en 1966 de 388 coopératives, appelées Coopératives Agricoles Des Anciens Moudjahidines (CAAM) attribuées aux anciens combattants. Cette structure, réservée aux anciens moudjahidines, était dotée d'une organisation différente de celle du domaine autogéré.

Les CAPAM n'admettent comme membres que les anciens moudjahidines retenus par les commissions de reclassement de Wilaya et qui s'engagent à travailler personnellement et directement les terres qui leur sont affectées.

Elles ont pour objet l'exploitation et la gestion des biens à usages agricoles, meubles et immeubles, dont la jouissance est confiée à leurs membres par l'Etat, pour durée illimitée.

Elles sont gérées par :

- L'assemblée générale des membres,
- Le conseil de gestion dans le cas où la coopérative comprend plus de 15 membres,
- Le président,
- L'administrateur.

Les anciens moudjahidines s'engagent personnellement à travailler la terre et gérer l'exploitation, ce sont des travailleurs permanents ; ils ne font recours à la main d'œuvre saisonnière que s'ils ne peuvent pas terminer leur travail saisonnier à temps ou que le besoin de main d'œuvre qualifiée spécialisée se fait sentir. Contrairement aux domaines autogérés, ces coopératives disposent d'une réelle autonomie vis à vis de la tutelle du M.A.R.A : les plans de cultures des C.A.P.A.M. sont élaborés par les coopérateurs et la commercialisation des produits se fait par l'intermédiaire du secteur privé.

Jusqu'à sa restructuration, le secteur autogéré va connaître certains réaménagements qui n'auront pas une grande influence sur son fonctionnement. Il restera toujours dirigé de façon administrative et avec une absence presque totale d'initiatives de la part des concernés dans la mesure où ils doivent obéir à une planification assez rigide notamment en matière de commercialisation, d'octroi de crédits de fixation des prix...

L'intervention de l'Etat ne va pas se limiter uniquement au niveau de la propriété foncière, car dès le début l'autogestion sera placée sous la tutelle de l'Office National de la Réforme Agraire (ONRA) qui sera chargé du financement, de l'approvisionnement et de l'écoulement de la production. Son caractère centralisé allait très vite montrer ses limites.

L'environnement économique chargé du soutien des exploitations autogérées allait connaître de nombreux réaménagements avec la création dès 1969 d'une multitude d'offices (OELA, ONALAIT...).

Malgré les importants moyens humains et matériels mis à leur disposition, ces organismes restent toujours caractérisés par la lourdeur de leurs interventions et

une bureaucratie contraignante, ne répondant pas toujours aux objectifs qui leur étaient assignés.

Cet acharnement des pouvoirs publics à mettre fin à la libre organisation du mouvement autogestionnaire s'expliquait, à notre avis, essentiellement par l'incompatibilité de l'essence de ce mouvement avec la nature de l'Etat qui se mettait en place. A ce propos il y a lieu de rappeler deux faits : le premier est relatif à l'importance économique du secteur agricole durant les premières années de l'indépendance dans lequel la part des domaines autogérés était conséquente, le second concerne la dynamique politique qui animait l'organisation du mouvement autogestionnaire.

En ce qui concerne le poids stratégique du secteur agricole, il y a lieu de rappeler qu'en dépit de l'état de confusion dans lequel il a été lancé (départ de colons, crise de l'été 1962...), le mouvement d'autogestion a impulsé une dynamique économique importante permettant à la fois à la production agricole de continuer malgré le départ massif des européens et aux paysans de disposer d'un pouvoir économique indépendant de l'Etat. En effet, si l'on retrace les rapports chiffrés de l'agriculture algérienne, on constate qu'au cours des premières années d'indépendance, l'agriculture représentait plus de 20% du Produit Intérieur Brut (PIB), occupait plus de la moitié (55%) de la population active et exportait plus de 01,1 milliard de DA annuellement, ce qui représentait le tiers (33%) des exportations totales du pays.

Ces exportations couvraient largement les importations alimentaires (0,7 milliard de DA par an). La contraction de la demande locale ; suite au départ de la population européenne, a laissé apparaître d'importants excédents agricoles. L'agriculture assura ainsi, au cours de ces premières années, le financement d'une partie des importations, relais assuré, à partir de 1967, par les hydrocarbures.

Ce poids relatif de l'agriculture constituait aux yeux des dirigeants algériens un pouvoir qu'il fallait maîtriser, pour empêcher, disait-on officiellement, qu'il ne constitue une classe de propriétaires terriens ou de « paysans bourgeois » au détriment de la paysannerie pauvre.

Par ailleurs, il est important de souligner que le mouvement d'autogestion était porteur d'une dynamique politique dont les principes sont contradictoires avec ceux de l'idéologie étatique. En effet, les comités d'autogestion étaient, au départ, organisés selon les principes démocratiques fondés sur l'élection à tous les niveaux

de responsabilité. Le président du comité, ou celui du domaine et l'ensemble des cadres gestionnaires étaient élus librement par les paysans eux-mêmes. Cette dynamique était en contradiction avec l'idéologie populiste du régime politique qui était imposée au lendemain de l'indépendance, œuvrant pour l'absorption de tous les pouvoirs, au premier desquels il y avait le pouvoir économique par l'Etat. C'est là tout le sens de l'arsenal juridique mis en place durant les années 1960-1970 pour assurer le contrôle administratif des domaines autogérés.

Face à ce secteur étatique subsistait le secteur privé agricole dont on ne possédait pas de données précises ; mais il y a lieu de noter que ce secteur était très hétérogène, ce qui amena de nombreux universitaires et chercheurs qui se sont intéressés à la question à le distinguer en «secteur privé traditionnel» et «secteur privé moderne», en fonction des facteurs de production utilisés et de l'importance des superficies des exploitations. La structure des exploitations de ce secteur peut être présentée comme indiqué dans le tableau 09

Tableau 09 : Répartition des exploitations du secteur privé (Baci, 1999).

catégories	Totaux par classe	
	Nombre	superficie (ha)
Moins de 1 ha	134 780	59 180
1-5 ha	174 215	457 580
5-10 ha	114 275	802 865
10-20 ha	87 540	1 218 215
20-50 ha	59 505	1 749 330
50-100 ha	11 875	765 585
100-200 ha	3 770	501 725
+ de 200 ha	885	285 180
Total	586 845	5 839 660

Comprenant des structures d'exploitation très diverses, ce secteur opère dans des conditions très variables. Il est régi par des rapports de production très différents pouvant être aussi bien pré capitalistes (Cas du Khammassat, des modes de faire-valoir collectifs) que capitalistes dans le cas des grandes exploitations mécanisées et utilisant une main-d'œuvre salariée. Aussi, il convient de distinguer comme nous l'avons signalé plus haut, ce secteur en privé traditionnel et privé moderne. Le recensement général de l'agriculture de 1972 fait état d'une population active de 1,8 million de personnes.

Le secteur privé traditionnel inclut les exploitations qui soit n'utilisent pas de techniques modernes de production, soit les utilisent de façon réduite, non permanente et incohérente. Ce secteur fonctionne dans un régime d'autosubsistance et pratique des cultures vivrières pour l'autoconsommation (exploitations inférieures à 5 ha) et un surplus commercialisable pour les exploitations plus grandes. C'est le secteur le plus peuplé en raison des conditions historiques (refoulement des populations pendant la période coloniale). Il est par conséquent le cadre d'une grande pression sur la terre, ce qui a conduit souvent à des morcellements rendant l'exploitation difficile et incapable d'assurer la subsistance de la population ; il sera à l'origine d'un fort courant d'exode rural vers les villes et les autres secteurs de production. Le secteur privé moderne, constitué par de grandes exploitations atteignant ou dépassant 100 hectares se trouve situé généralement sur des terres fertiles et assez bien arrosées. Régies en général par des rapports de production capitalistes, les unités de ce secteur sont intégrées au marché et opèrent avec un objectif de profit.

Le secteur privé ne va bénéficier d'aucune aide significative de la part de l'Etat, au contraire il va se voir marginalisé et sera toujours perçu comme retardataire du processus de développement économique et social d'une part, et caractérisé par une forte inégalité dans la distribution qualitative et quantitative des terres, contraire à l'option socialiste choisie par l'Algérie d'autre part. Ce qui va justifier l'intervention de l'Etat «pour supprimer ces inégalités», par l'abolition des grandes propriétés foncières à travers une nouvelle réforme agraire : La révolution agraire (RA) de 1971.

La réforme agraire de 1971 ou le renforcement du secteur étatique se situe à une période charnière du développement économique du pays. Le lancement du

premier plan quadriennal 1970-1973 et la nationalisation des hydrocarbures constituent les prémices de la planification économique dont la base matérielle sera la rente pétrolière. C'est dans ce contexte que sera promulguée le 8 Novembre 1971 l'ordonnance portant révolution agraire (Ordonnance n° 71-73 du 8 Novembre 1971). L'action de cette nouvelle réforme s'étend à l'ensemble de la campagne algérienne où «elle doit se traduire non pas par une simple nationalisation des terres, mais par la création des conditions de leur mise en valeur au profit des masses rurales» (Charte de la révolution agraire, 1971)

« La Révolution agraire (1971-1979) est venue confirmer l'orientation socialiste imprimée à l'économie agricole avec la nationalisation des grandes propriétés privées appartenant à des nationaux et des terres non exploitées et l'adoption d'un mode de gestion collectif imposé aux exploitants bénéficiaires des redistributions, ainsi que l'organisation étatique des circuits d'approvisionnement en intrants, transformation et commercialisation de la production. Cette période a été également marquée par la création ou le renforcement d'un grand nombre de nouvelles institutions de recherche, d'information et de vulgarisation agricoles ainsi que par le développement d'infrastructures et d'équipement de base en milieu rural» (Ministère de l'agriculture, mai 2012).

Cette période de 1971-1978 était caractérisée par l'aisance financière de l'Etat due principalement à l'évolution des marchés pétroliers, ce qui a fait passer les problèmes de l'autogestion au second plan, au profit de la question de « La modernisation des exploitations agricoles ». La Révolution Agraire se voulait en ces temps un moyen d'intégrer le secteur agricole dans la stratégie globale de développement. Le tableau 6 ci-dessous retrace l'évolution des investissements dans l'agriculture et la part qu'ils représentent dans l'investissement total.

**Tableau 10 : Investissements planifiés en agriculture (En milliard de DA)
(Temmar, 1986)**

	Pré plan 1967-1970	Premier plan 1970-1973	Second plan 1974-1977
Investissement en agriculture	1,9	4,1	12
Programme total d'investissement	10, 3	30,6	109 ,4
Allocation de l'agriculture en %	17	14,5	15

Selon Benissad, (1982) « Lorsqu'on examine le volume des investissements agricoles inscrits dans les différents plans et leur part dans le total des investissements planifiés, il apparaît clairement que, durant ces périodes, les moyens accordés au secteur agricole étaient peu importants comparativement au secteur industriel. La création d'un tissu industriel relativement dense induisait un accroissement très important des possibilités de travail non agricole mieux rémunéré pour la population active. Par contre, cette position marginale de l'agriculture dans les priorités du planificateur n'enlève rien au poids de l'investissement étatique dans le secteur agricole qui reste dominant durant toute la période de la planification centralisée ».

La Révolution Agraire s'est appliquée chronologiquement depuis la délibération de l'ordonnance jusqu'à 1979 en trois phases :

-La première phase, lancée le 1er janvier 1972, avait pour but de constituer à partir des terres domaniales, des habous, et des terres des autres collectivités locales, le Fonds National de la révolution agraire (FNRA). Ne touchant pas les intérêts d'une catégorie sociale précise, cette phase s'est déroulée sans problèmes majeurs. Les terres versées au cours de cette opération portaient sur 1 446 390 hectares, dont 617 867 hectares (soit 42,7 %) ont été attribués dès la première année de cette réforme, ce qui a permis de créer 3 434 exploitations sous diverses formes 5 pour 43 784 bénéficiaires répartis comme suit (tableau 11)

Tableau 11 : Répartition des exploitations en 1^{ère} phase de la révolution agraire

Types d'exploitations	Nombre	Attributaires
GMV	258	6 650
CAEC	707	11 580
CAPRA	1 349	24 434
Attribution individuelle	1 120	1 120
Total	3 434	43 784

-La deuxième phase, lancée le 17 Juin 1973, avait pour objectif la nationalisation des propriétés des absentéistes et la limitation des grandes propriétés foncières ; les terres ainsi récupérées seraient versées au FNRA. Ces actions devaient toucher 50051 propriétaires recensés dont 34056 au titre d'absentéistes et 15995 concernés par la limitation. Cette phase rencontra une grande résistance de la part de la bourgeoisie foncière dont une grande frange intervenait directement ou indirectement dans les appareils de l'Etat. Cette résistance limita la portée de cette phase, seulement 26454 propriétaires ont pu être nationalisés pour une superficie de 479904 hectares.

-La troisième phase, qui devait concerner l'aménagement de la steppe et la limitation du cheptel dans cette zone, n'a pu être lancée réellement et connut dès ses débuts, comme pour la deuxième phase, une très forte résistance de la part des gros éleveurs. La réalisation de cette phase s'avéra très difficile vu la grande mobilité du cheptel.

Le dernier bilan officiel de la réforme agraire, établi au 31-12-1978 et qui ne devait pas connaître de changement jusqu'à l'avènement de la réforme suivante en 1982, dresse la situation suivante :

-Nombre de coopératives constituées : 6 000 dont

- GMV : 670

-CAPRA : 4 800

-CAEC : 530

-Nombre attributaires individuels : 7 500

-Nombre total d'attributaires : 95 000

-Superficie attribuée en hectares : 1 100 000

Les premières années de construction de cette économie agricole étatique ont été empreintes d'un vent d'optimisme quant aux chances de succès de cette politique. Cet enthousiasme s'est progressivement estompé au fur et à mesure qu'il devenait évident que les efforts consentis étaient loin de donner les résultats escomptés. La croissance moyenne annuelle de la production agricole était faible et la facture des importations alimentaires devenait de plus en plus lourde à supporter du fait de la hausse constante de la demande intérieure due à la forte croissance démographique de l'époque et à l'amélioration du pouvoir d'achat alimentaire des populations. Ce qui a contraignait les pouvoirs à rechercher plus de solutions à cette situation embrassante du secteur par l'introduction de réformes agraires.

-Premières réformes de l'économie agricole étatique (1979-1999)

Dès les premières années de crise (1980), le Ministre de la Planification et de l'Aménagement du Territoire, Brahim Abdelhamid a déclaré que «Confrontée à une demande massive et croissante de la consommation, notre agriculture continue fondamentalement de supporter les séquelles de l'héritage colonial et du sous-développement qui engendrent des contraintes et des difficultés dans la mise en œuvre des décisions politiques qui la concernent. Et que parmi les priorités de la prochaine décennie, le développement du secteur agricole doit revêtir une importance primordiale et retrouver la place qu'il mérite dans notre stratégie de développement économique et social. Les besoins de la population, les nécessités de l'indépendance alimentaire l'exigent tout autant que la recherche permanente de l'amélioration continue des conditions de vie des travailleurs de l'agriculture et du monde rural (INEAP, 1980).

Au cours de cette période, c'est donc devant la stagnation persistante de la production agricole, les difficultés de gestion des grandes exploitations autogérées et le déficit chronique de celles-ci, un certain nombre de réformes ont été progressivement introduites. C'est ainsi que furent mises en place les premières expériences de libéralisation des marchés, suivies peu après par une restructuration des domaines agricoles socialistes (DAS), transformées en Exploitations Agricoles Collectives (EAC) et en Exploitations Agricoles Individuelles (EAI) tandis qu'un droit de jouissance perpétuelle sur les terres fût introduit (loi 87-19) Au cours de la même période, une partie des terres nationalisées dans le cadre de la révolution agraire ont été restituées à leurs anciens propriétaires (loi d'orientation foncières de

1990) et le système coopératif issu de la révolution agraire, réorganisé.

Timides au début, ces réformes se sont amplifiées pendant les années 90 à la suite des crises pétrolières et financières qu'ont connues le pays et l'adoption des mesures d'ajustement structurel orientées vers l'économie de marché qui s'en est suivie. Ceci a entraîné la création des Chambres d'Agriculture et du Crédit Mutuel Agricole, mais suivi par le démantèlement de certaines entreprises publiques de valorisation et de transformation des produits agricoles ainsi que des offices d'approvisionnement et du système des coopératives de services (époque où l'ONAPSA et les coopératives de services ont été dissoutes) ainsi qu'un abandon quasi généralisé des subventions sur les intrants et une chute des investissements agricoles. L'insécurité qui s'est instaurée dans le pays à la même époque n'a fait qu'aggraver la situation des agriculteurs, en particulier les plus démunis d'entre eux, obligeant les pouvoirs publics à remettre de nouveau en place certains mécanismes de soutien et de régulation.

La portée de ces réformes et en particulier celle relative à l'introduction d'un droit de jouissance perpétuelle sur les terres des EAC et EAI est toutefois restée relativement limitée.

Ceci peut s'expliquer du fait que la plupart d'entre elles ont été adoptées en l'absence d'une consultation et d'une sensibilisation suffisantes des exploitants, d'un environnement institutionnel ébranlé et des structures de financement et d'appui au secteur remises en cause. Dans le même temps, les transactions informelles sur les terres se sont multipliées, sans que les investissements privés dans le secteur agricole ne soient relancés, aggravés ainsi par des dispositifs de cloisonnement entre la sphère agricole et celle de l'industrie agro-alimentaire.

De 1981 à 1987, deux politiques étaient proposées portant réformes du secteur agricole :

-La Réforme Agraire de 1981 : la restructuration

La troisième réforme que connut le secteur agricole sera en fait limitée dans le temps et dans l'espace car elle concernera essentiellement le secteur autogéré et sera caduque dès 1987.

Les objectifs visés à travers cette restructuration seront définis dans l'instruction présidentielle N° 14 du 17 mars 1981 à savoir :

- Assainissement et autonomie de gestion des exploitations agricoles autogérées et des coopératives des anciens moudjahidines ;
- Remembrement de ces exploitations ;
- Mise en valeur des ressources agricoles du secteur public ;
- Aménagement du milieu rural du secteur socialiste.

Cette action touchera dans une première phase les exploitations du secteur autogéré, dont la taille moyenne va passer de plus de 1 000 hectares à 350 hectares afin de les rendre plus homogènes et plus maîtrisables. Les 1 994 domaines autogérés vont donner naissance à 3 200 Domaines Agricoles Socialistes (DAS), suivant leur nouvelle dénomination.

Ces nouvelles unités seront orientées vers les spécialisations suivantes :

- Type 1 : Exploitations à dominance maraîchère : entre 50 et 100 hectares.
- Type 2 : Exploitations à dominance polyvalente ou élevage : entre 150 et 250 hectares.
- Type 3 : Exploitations à dominance arboricole ou viticole : entre 150 et 100 hectares.
- Type 4 : Exploitations à dominance céréalière : entre 800 et 1 500 hectares. Il convient de noter que ces fourchettes sont données à titre indicatif ; l'objectif également visé à travers cette réforme est de parvenir à la mise en valeur optimale de chaque partie de l'espace agricole par l'établissement d'unités de production viables économiquement et dont l'organisation et la gestion s'intègrent au mieux dans les mécanismes coopératifs.

Dans une seconde phase, cette réforme devait toucher les coopératives des anciens moudjahidines, les coopératives de la révolution agraire ayant connu un fort taux de désistement, ainsi que les terres du FNRA non encore attribuées.

Aucun bilan officiel n'a été établi pour connaître de façon précise le nombre exact de coopératives et les surfaces touchées par cette phase. Nous savons seulement que cette action a permis la création de 214 autres DAS, pour atteindre un chiffre total de 3 400, occupant une superficie de 2 481 446 hectares. Ainsi, le secteur privé et le secteur de la révolution agraire - à part les cas signalés - ne furent pas touchés par cette restructuration.

Parallèlement à la restructuration du secteur socialiste, l'année 1983 a vu la promulgation de la loi portant accession à la propriété foncière. Limitée au départ

aux régions sahariennes qui n'ont jusqu'à présent connu aucune réforme agraire, hormis les oasis touchées par la révolution agraire, la mise en œuvre de cette opération va s'étendre jusqu'aux zones steppiques.

Après avoir démarré timidement en 1984 avec la distribution d'un millier d'hectares, l'opération a enregistré des résultats qui ont dépassé les prévisions du plan prévoyant pour la fin 1989 la distribution de 187 000 hectares, objectif atteint au premier trimestre 1987. La situation a évolué comme suit : en 1985, il a été attribué 76 569 ha pour 18 559 bénéficiaires ; en 1986 la superficie attribuée a porté sur 143 928 ha pour 32 559 bénéficiaires. Au terme du 1er trimestre de 1987, 187178 hectares ont été attribués à 41 744 bénéficiaires.

En plus, des parcelles cédées aux bénéficiaires, l'Etat apporte son appui technique et financier sous forme de crédits d'investissements et de campagne ainsi qu'une dotation en matériel agricole et en facteurs de production divers.

Alors que la restructuration du secteur socialiste et l'accession à la propriété foncière, à peine entamées, commençaient à donner des résultats probants, grâce entre autre à la libre commercialisation des produits agricoles et une meilleure maîtrise de la gestion des exploitations, un projet de loi modifiant le mode d'exploitation de ce secteur est annoncé sans qu'aucun bilan ne fut dressé.

-La Réforme Agraire de 1987 : la réorganisation du secteur agricole, une réforme précipitée :

Cette réforme s'inscrit dans une logique de réforme globale des secteurs économiques, décidées par les pouvoirs publics. Elle fut lancée sur la base d'une simple circulaire interministérielle, en Août 1987, qui prendra la forme d'un projet de loi voté hâtivement en décembre 1987.

Cette précipitation était due en fait à l'illégalité de cette opération dans la mesure où les textes régissant le secteur agricole socialiste n'étaient pas encore abrogés. Avant la promulgation de la loi portant réorganisation de l'agriculture, on recensait déjà au mois de septembre 1987, 318 DAS réorganisés.

Cette réforme s'articulait autour de trois axes principaux :

- Redéfinition et renforcement des droits et obligations des collectifs des producteurs ;
- Redimensionnement des exploitations et des collectifs des travailleurs en vue de faciliter la gestion ;

-Réorganisation de l’environnement en vue d’éliminer certaines entraves et d’améliorer les performances au sein de l’agriculture.

Les formes d’organisation du travail et de gestion préconisées par la réorganisation reposent sur le système d’exploitation collectif, avec la création d’entreprises agricoles collectives (EAC) de 4 à 11 membres et d’entreprises agricoles individuelles (EAI), lorsque les conditions ne permettent pas la création d’EAC. Cette réforme devait être testée sur un échantillon de DAS déficitaires, mais très vite elle se généralisa et touchera la majorité des exploitations du secteur socialiste (DAS, coopératives des anciens combattants et de la révolution agraire). Le dernier bilan, établi en 1992 par le ministère de l’Agriculture, dresse la situation suivante (Tab.12)

Tableau 12 : Bilan de la réorganisation (superficie en ha).

EAC			EAI		Ensemble		
Nombre	Superficie	Attributaires	Nombre	Superficie	Nombre	Superficie	Attributaires
22 356	2232588	156 348	5 677	55 969	28 033	2288 557	162 225

La précipitation avec laquelle a été réalisée cette importante opération a engendré de nombreux problèmes, notamment le transfert du patrimoine. Ainsi, sur les 28033 entreprises créées, 9263 étaient dépourvues de tout équipement agricole ; certaines entreprises débutaient avec un endettement hérité des DAS dont elles sont issues...

Par ailleurs, il a été relevé certaines anomalies dans l’application de la loi ; certaines attributions de terres n’étaient pas conformes dans le sens où les bénéficiaires n’ouvraient pas droit, car disposant de revenus par ailleurs ou étant d’anciens cadres retraités.

Sous la forte pression des médias et de l’opinion publique, le ministère de l’Agriculture demanda une enquête qui releva que près de 10 % des attributions étaient contraires à la loi.

La publication des listes des attributions non conformes déclencha une série de protestations et de revendications des anciens propriétaires nationalisés, qui se sont d’ailleurs organisés en association en vue de récupérer leurs terres. Le contexte politique n’étant plus le même et si distribution de terres il y a, ils devraient en bénéficier en priorité car étant les légitimes propriétaires.

Intervenant dans une conjoncture économique assez difficile, l'Etat, en lançant cette quatrième réforme du secteur agricole, voulait avant tout se désengager d'un secteur devenu très lourd à gérer et non rentable. Les déficits et l'accumulation des dettes des entreprises agricoles du secteur socialiste devenaient une charge trop lourde que l'Etat ne pouvait plus supporter.

-La consultation nationale sur l'agriculture de 1992 : Tentative de relance

La conviction qu'une agriculture algérienne a toujours existé et qu'elle est de surcroît capable, si ce n'est de la "faute" des décideurs, de satisfaire l'ensemble des besoins alimentaires des Algériens et en réaction aux effets et aux chocs induits par les politiques et réformes successives engagées pendant la décennie précédente et celles annoncées, une large consultation nationale regroupant des représentants de très nombreux acteurs du secteur, experts et universitaires, a été organisée en 1992.

L'objectif de cette consultation consistait à établir un diagnostic sans complaisance de l'état de l'agriculture au terme de 30 années d'indépendance et de proposer une nouvelle approche du développement de l'économie agricole et un nouveau modèle de relations à établir entre l'administration et la profession et ce, dans un contexte de transition et d'ouverture au marché mondial. La consultation s'est attachée à établir son diagnostic sur la base d'un examen et d'une analyse systématiques de l'état de toutes les ressources naturelles et humaines qui concourent à l'activité agricole, y compris les aspects liés à la fonction de préservation des patrimoines naturels contre les effets de la désertification et des pollutions (Ministère de l'Agriculture, 2012).

Au terme de cette analyse, la consultation s'est soldée par les directives suivantes :

- La réaffirmation de la place centrale que devait conserver la sécurité alimentaire dans les préoccupations du secteur,
- La nécessité de maintenir la priorité absolue accordée à l'accroissement de la production nationale,
- La production nationale, seul moyen de réduire la dépendance du pays vis-à-vis des importations de produits alimentaires.

Dans cette optique, toutes les composantes des filières relatives aux principales cultures et à l'élevage ont été analysées, depuis l'étape de la production à celle de la transformation et de la commercialisation, y compris l'organisation de la profession, la politique foncière, la mobilisation des facteurs de production, la régulation économique, la politique des prix et celle du commerce extérieur. Les problématiques spécifiques à chacune des filières ont été prises en considération dans l'élaboration des recommandations émises par la Consultation.

La stratégie proposée en matière de relance de la production agricole soulignait, pour la première fois, la nécessité de recentrer le rôle de l'administration de l'agriculture sur ses missions régaliennes de réglementation, régulation, contrôle et appui aux opérateurs de terrain. Elle insistait en outre sur la nécessité de décentraliser et de déconcentrer les responsabilités et les moyens et sur le besoin d'encourager la participation des acteurs de terrain à l'identification et à la mise en œuvre des opérations qui leur étaient destinées.

Suite aux recommandations de cette consultation, certaines mesures de réorganisation ont été entreprises par l'État pour promouvoir le développement du secteur. Des conférences nationales thématiques ont été lancées, en particulier sur le foncier agricole (décret de création de l'ONTA, 1996) et sur l'agriculture (politique de filière, et statut d'exploitant agricole). Parallèlement, l'Etat a lancé des programmes spécifiques, comme par exemples les programmes de grands travaux, de reboisement, et d'emploi rural. De nombreuses recommandations avancées par la Consultation nationale ainsi que par les conférences thématiques n'ont malheureusement pu se matérialiser immédiatement compte tenu des contraintes liées à la crise financière que traversait le pays pendant les années 90 et aux mesures d'austérité imposées à l'époque par le Programme d'ajustement structurel (PAS), le tout aggravé par l'insécurité poussant nombre de familles rurales à désertir leurs villages et leurs champs.

Avec l'adhésion au GATT en 1995 et la signature des accords de l'OMC qui ont pour directive la libéralisation des échanges internationaux, l'avenir du secteur agricole devient incertain, et la durabilité des fonctions économiques, sociales, alimentaires et environnementales qu'il assure au niveau national surtout dans les zones où l'agriculture joue un rôle important dans l'économie se trouve compromis.

-Plan National de Développement Agricole et Rural (PNDAR, 2000-2008).

Les zones rurales ont subi en particulier les effets d'un terrorisme dévastateur sur le plan humain et matériel durant la décennie dite « rouge » de 1990 à 2000. Ce n'est qu'en juillet 2000 ; après la réconciliation et le retour au calme, qu'est adopté un programme national de développement agricole (PNDA) bénéficiant de ressources budgétaires considérables dans le cadre de la mise en place du Fonds National de Régulation et de Développement Agricole (FNRDA). Les objectifs par l'application de ce programme en première intention visaient la modernisation du secteur agricole et l'amélioration des conditions de vie, d'emploi et de revenus des agriculteurs. Outre la mise en valeur des terres agricoles, ce programme ciblait les territoires ruraux profonds et de leur rendre accessibles les prestations de service public de base tout en les impliquant dans les processus décisionnels.

Le cadre institutionnel du développement rural durable nécessitait l'adoption de plusieurs lois. L'on peut citer la création du secrétariat d'Etat au développement rural en mars 2002 et la loi du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire. Ce dispositif législatif s'est renforcé au printemps 2006 par la création de la Commission Nationale de Développement Rural (CNDR) qui traduit, par sa représentation interministérielle, l'approche intégrée et territoriale souhaitée aujourd'hui par les autorités. Bessaoud (2006) voyait que « la stratégie de développement rural et la politique de renouveau qui l'accompagne sont à la fois, l'aboutissement d'un cheminement intellectuel permanent et d'un capital d'expériences en matière de projets. » chronologiquement, L'élaboration de la stratégie a été progressive et le développement rural a d'abord été conçu comme un élargissement de l'agricole. Le Plan National de Développement Agricole (PNDA, 2000-2004) encourageait l'initiative privée, même si les principaux outils et procédures du plan sont restés alignés sur les règles administratives.

Le PNDA a été élargi en 2002 pour intégrer l'appui au monde rural et a par conséquent été renommé Programme national de développement agricole et rural (PNDAR). Dans ce cadre, le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche (MAP) est devenu celui de l'Agriculture et au Développement Rural (MADR) et un Ministre Délégué du Développement Rural (MDDR) a été nommé.

C'est la première fois qu'une autorité de ce niveau est instituée au sein du ministère chargé de l'agriculture, pour concevoir et mettre en œuvre une politique et des outils spécifiques au développement rural. La Stratégie de développement rural durable élaborée par le MDDR dès 2004 entendait atteindre les objectifs définis ci dessous:

- La consolidation de la contribution à la sécurité alimentaire ;
- La valorisation de toutes les ressources naturelles et humaines disponibles
- La protection de l'environnement.

Ce plan consistait de plus en la réduction des disparités à l'intérieur des régions rurale et entre ces dernières et les villes par la création des conditions de valorisation des infrastructures de base existantes, le rapprochement des populations rurales des dispositifs existants de promotion économique et sociale. Le coût de ce programme est évalué à 55,9 milliards de dinars. Les premiers résultats 2001-2003 sont encourageants sur le plan de la production, il reste à en évaluer l'impact sur le monde agricole. Sur le long terme, cela suppose de poursuivre les efforts d'investissements consentis pour la mise en œuvre de ce plan. les pouvoirs publics pourront ils tenir ce pari ? Le risque que cet élan, et optimisme affiché, n'apparaissent, faute d'actions, comme un simple effet d'annonce (tableau 13).

Tableau 13 : Indicateurs d'évaluation du Plan national de développement agricole et rurale

Années	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Taux de croissance de laproduction agricole (%)	-15,15	18,70	0,01	29,00	6,41	2,02	4,71
Taux de croissance de lavaleur ajoutée (%)	-	13,38	-1,30	17	3,10	2,44	4,48
Valeur ajoutée agricole(Milliards de dinars)	322,1	411	475	496	511	524,2	547,7
Part de la valeur ajoutéedans le PIB (%)	8,4	9,7	9,3	9,7	8,4	6,97	6,6
Valeur ajoutée agricole / Valeur ajoutée globale (%)	9,58	11,81	11,39	11,72	10,18	7,83	7,7
Nombre en équivalentemplois créés (EEP)	142287	171000	163499	179291	166203	132 428	104 323

A la lecture de ces chiffres, on peut affirmer que les premiers résultats augurent de perspectives prometteuses, si l'on considère le taux de croissance de la production agricole de 18,7% en 2001 et 29% en 2003, par contre la croissance chute brutalement à 2,02% en 2005 et 4,71% en 2006. Les efforts colossaux d'investissements consentis par l'Algérie pour financer un tel programme n'ont pas diminué la facture alimentaire qui a frôlé les 5 milliards de dollars (4,82 milliards de dollars en 2007) en hausse de 27% par rapport à 2006. Les crises successives de certains produits définis comme prioritaires : la pomme de terre, le lait, et les céréales ont mis en évidence le manque de maîtrise de leur production. Partant de ce constat, et malgré l'optimisme affiché par les officiels, les résultats du PNDRA sont très mitigés.

La suppression en Juin 2008 du poste de Ministre Délégué au Développement Rural et la fusion de ses missions, en juin 2008, au Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural a jeté les bases d'une mise en cohérence des politiques de développement agricole et rural, l'harmonisation de leurs modalités d'exécution, et la synergie dans leur mise en œuvre. Ceci a ensuite été conforté par :

- L'adoption de la loi d'orientation agricole 08-16, du 3 août 2008 qui trace les axes de développement durable de l'agriculture et du monde rural en général ;
- Le discours du chef de l'État de février 2009 à Biskra qui a posé les fondements de la Politique de renouveau agricole et rural (PRAR).

-Politique actuelle de renouveau agricole et rural (de 2009 à ce jour)

Au lancement de la politique, le Chef de l'Etat ; en 2009 à Biskra, a indiqué que «L'agriculture doit se transformer en véritable moteur de la croissance économique globale grâce à une intensification de la production dans les filières agroalimentaires stratégiques et grâce également à la promotion d'un développement intégré de tous les territoires ruraux». A cet effet un certain nombre d'engagements avaient été pris selon les axes suivants :

- Une agriculture au service de la croissance, de la sécurité alimentaire et de a sécurité nationale.
- Un cadre législatif et réglementaire plus adapté aux exigences du nouveau contexte
- Des acteurs mieux mobilisés et plus impliqués
- Une mise à niveau et un développement conséquents de l'agro-industrie en amont et en aval
- Une régulation économique efficace
- Un appareil d'encadrement et de recherche-développement plus performant
- Une commercialisation assurant une meilleure valorisation de la production
- Une mobilisation et une valorisation durables de la ressource hydrique
- Un renforcement nécessaire de la fonction de contrôle

La matrice du renouveau agricole et rural s'articule autour de 03 piliers complémentaires : le Renouveau rural, le Renouveau agricole, le Programme de Renforcement des Capacités Humaines et de l'Assistance Technique (PRCHAT) et d'un Cadre Incitatif (figure 13).

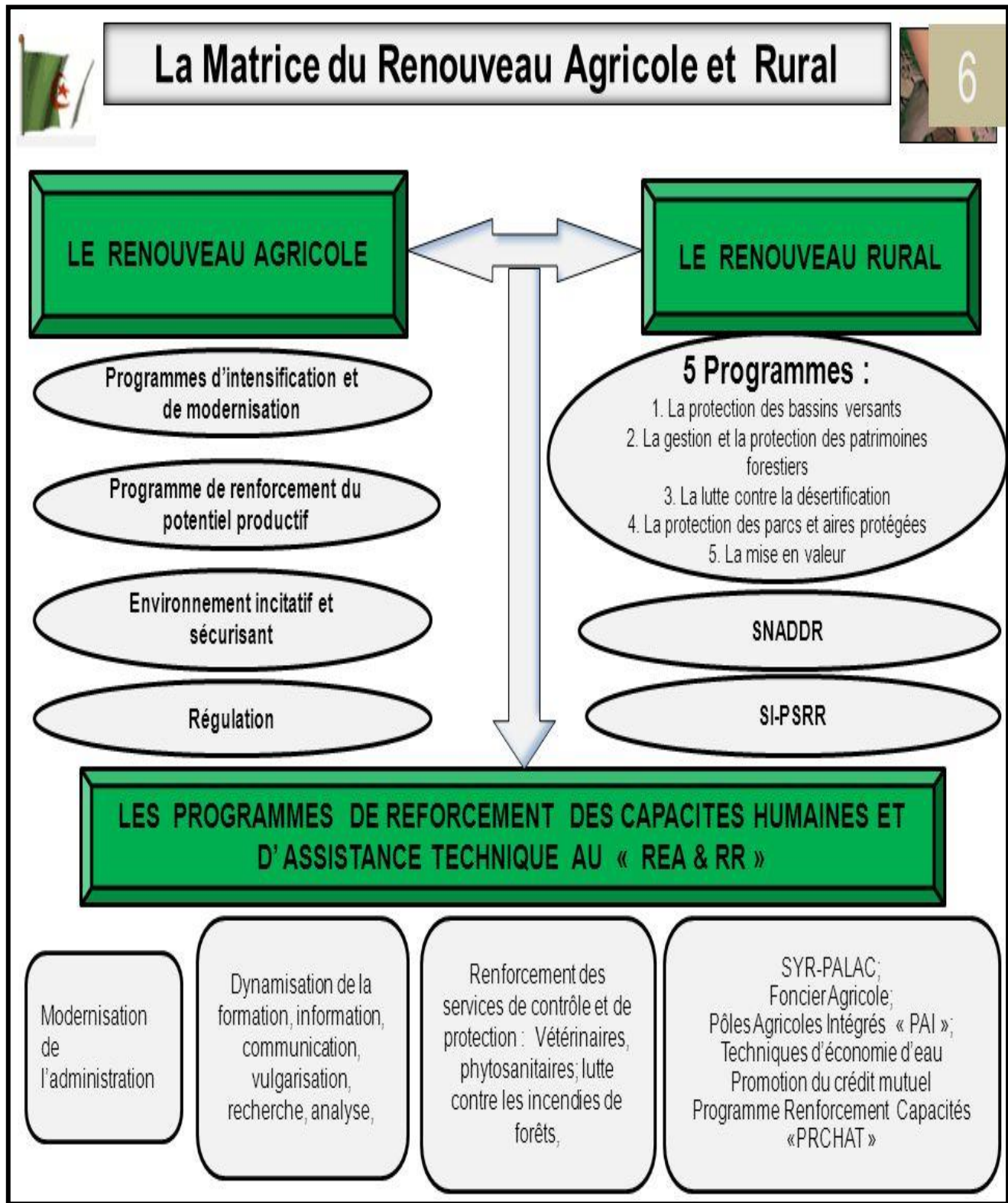


Figure 13 : La matrice du renouveau agricole et rural



PARTIE II

MATERIELS ET METHODES



CHAPITRE III

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I. Situation géographique

I.1. Milieux physiques

La zone d'étude (Figure14) est localisée dans la partie occidentale des hauts plateaux. Elle est encadrée par les deux Atlas, l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud. Elle est située entre l'atlas tellien et saharien dans sa partie occidentale, limitée au Nord par les wilayas de Tlemcen et Sidi bel Abbés, au Sud par la wilaya de Bechar, à l'Est par la wilaya d'El- Bayadh et à l'Ouest par le Royaume du Maroc L'altitude moyenne oscille entre 900 et 1200 m. Notre zone d'étude est une zone steppique qui regroupe dix communes de la région steppique sud de wilaya de tlemcend'une superficie total de 47949885 km². Elle est localisée entre 34°10' et 34°50' au Nord 1°40' et 0°50' à ouest. Les communes sont : Beni Boussaid, Beni Snous, Azails, Seb dou, Beni Smiel, Ain Tallout, El Ghor, El Aricha, Sidi Djillali, El Bouihi.

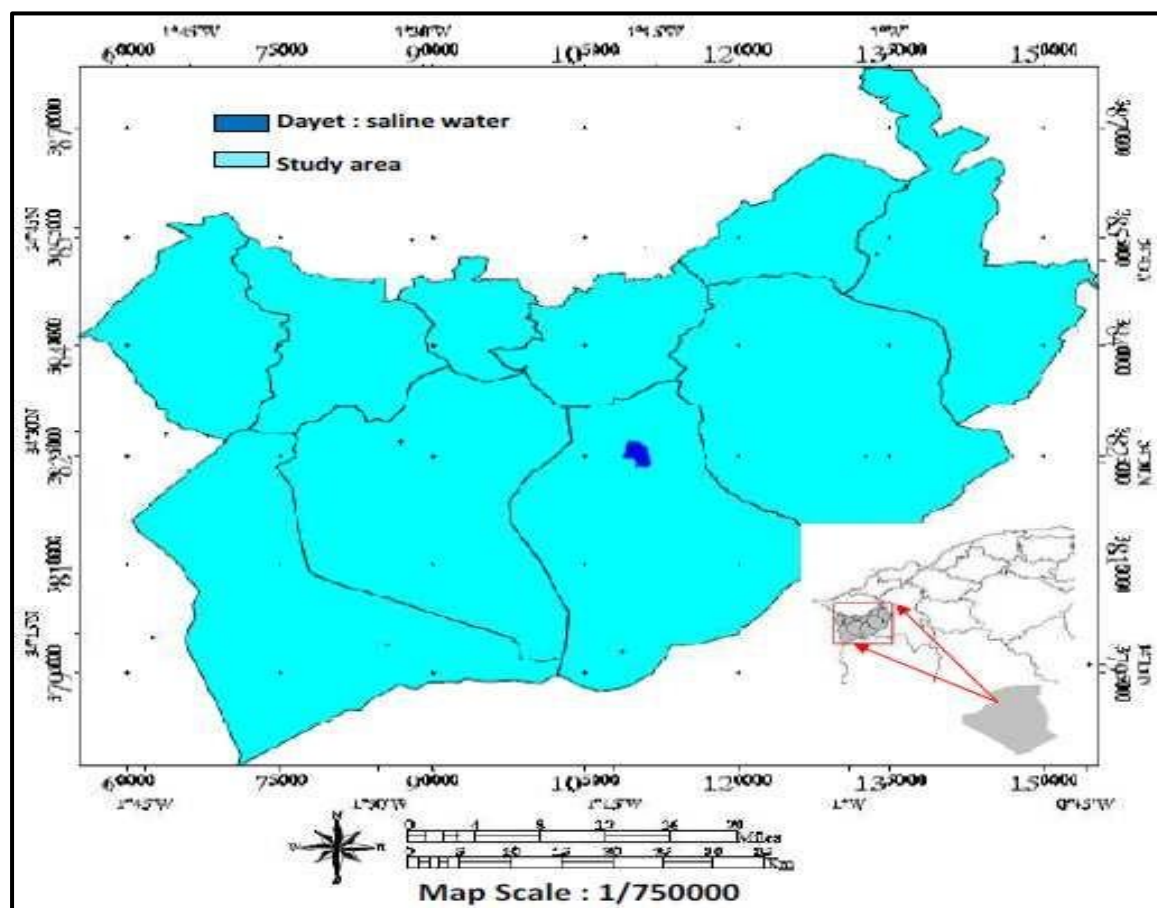


Figure 14 : localisation de la zone d'étude

I.2. Pédologie et géomorphologie

Les steppes du sud de Tlemcen apparaissent sous-forme de ceinture dans les bassins endoréiques ou en bordure des oueds sous forme de vastes étendues planes. L'unité morpho-pédologique est considérée comme une conséquence du déterminisme de l'environnement en fonction des caractères spécifiques du sol (texture, stabilité ou instabilité). Les sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire à faible profondeur de texture sablo-argileuse, la faible teneur en matière organique et une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation (Djebaili et *al.*, 1983). Ces sols appartiennent à la classe des sols calci-magnésiques, la sous-classe des sols carbonatés, le groupe des rendzines et des sols bruns calcaires. Selon leur degré d'évolution pédo-génétique, on observe des sols de transition entre les rendzines proprement dits et les sols bruns calcaires typiques (Bruns calcaires rendziniformes). On distingue quatre types de sols : Sol brun calcaire à encroûtement calcaire, Sol brun calcaire à croûte calcaire ou rendzine, Sol brun calcaire sur calcaire lacustre, Sol brun calcaire xérique occupant les glacis polygéniques du quaternaire ancien et moyen. Principalement, là où les précipitations annuelles varient entre 200 et 300 mm, ils sont colonisés par des groupements à base de *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* et *Artemisia herba-alba* avec tous leurs faciès de dégradation (Djebaili, 1984, C.P.C.S. France, 1967-1970).

I.3. Géologie

La géologie de cette zone est surtout comme à la suite des travaux de synthèse d'Auclair et Biehlert (1967), Benest (1985) et Bensalah (1989) in Oulhaci (2011). Les principales séries lithologiques reconnues dans la partie sud des monts de Tlemcen sont:

- Mésozoïque** (surtout jurassiques);
- Eocènes** (secteur El-Aricha) ;
- Post-éocènes** (Néogènes et quaternaires). Toutes les parties centrales de la dépression d'El- Aouedj.

A l'affleurement, les terrains mésozoïques les plus anciens (surtout le jurassique inférieur) se rencontrent vers l'Ouest à la périphérie du horst paléozoïque de Ghar Rouban.

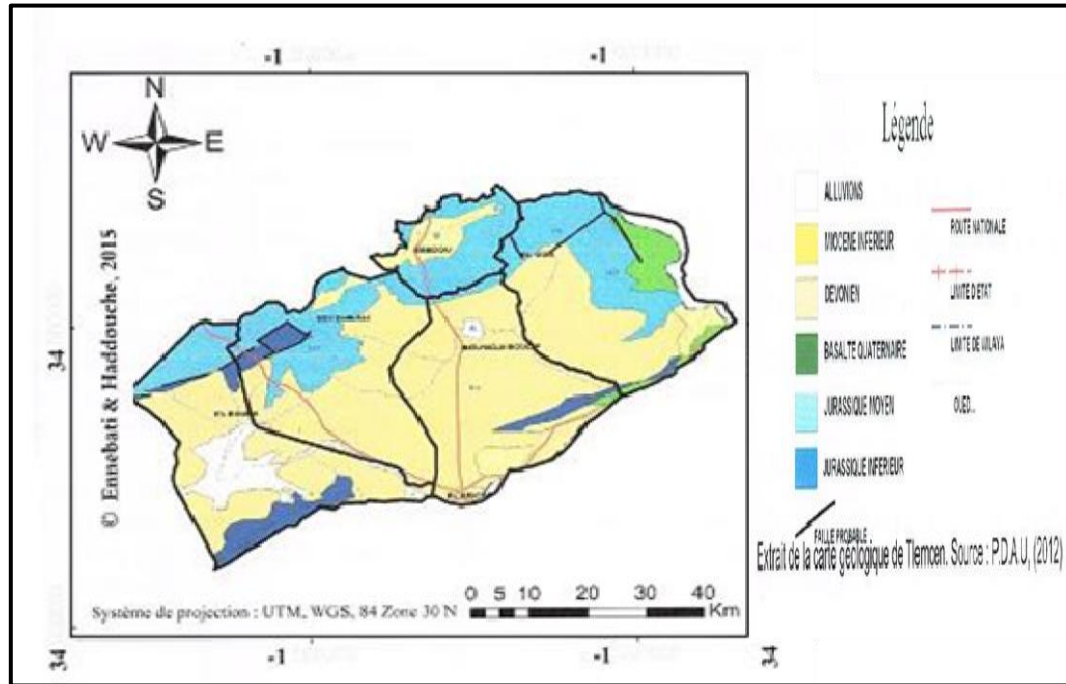


Figure 15 : Esquisse géologique de la zone d'étude (Source : Ennebati, 2015).

Selon Ghennou (2014), la région de Tlemcen dont le paysage steppique est un ensemble de plaines et dépressions, les sols reposent le plus souvent sur les formations marneuses et gréseuses parfois associées à des écoulements calcaires et gypseux. Les sols sont peu profonds, avec une assise de couches calcaires sensibles aux érosions hydriques et éoliennes (encroûtement calcaire).

I.4. Hydrologie

Selon la structuration des unités hydrologiques de l'Algérie, notre zone d'étude est alimentée par trois (03) grands bassins versants (Figure 16) :

Les bassins versants de la Tafna ;

Le bassin versant du Chott Ech-Chergui ;

Le bassin versant de la Macta.

La situation des cinq (05) communes dans le bassin versant est comme suit :

-Sebdou appartient au bassin versant de la Tafna du sous bassin N°4 (Oued Sebdou) ;

-Sidi El Djilali, El Bouihi et El Aricha appartiennent au bassin versant du Chott Echergui du sous bassin versant N°1 et 2

-El Gor appartient au deux (02) bassins versants : Bassin versant du Chott Ech Chergui et le Bassin versant de Ras El Ma (comprend 02 sous bassins : Oued Berbor et Oued El Hammam).

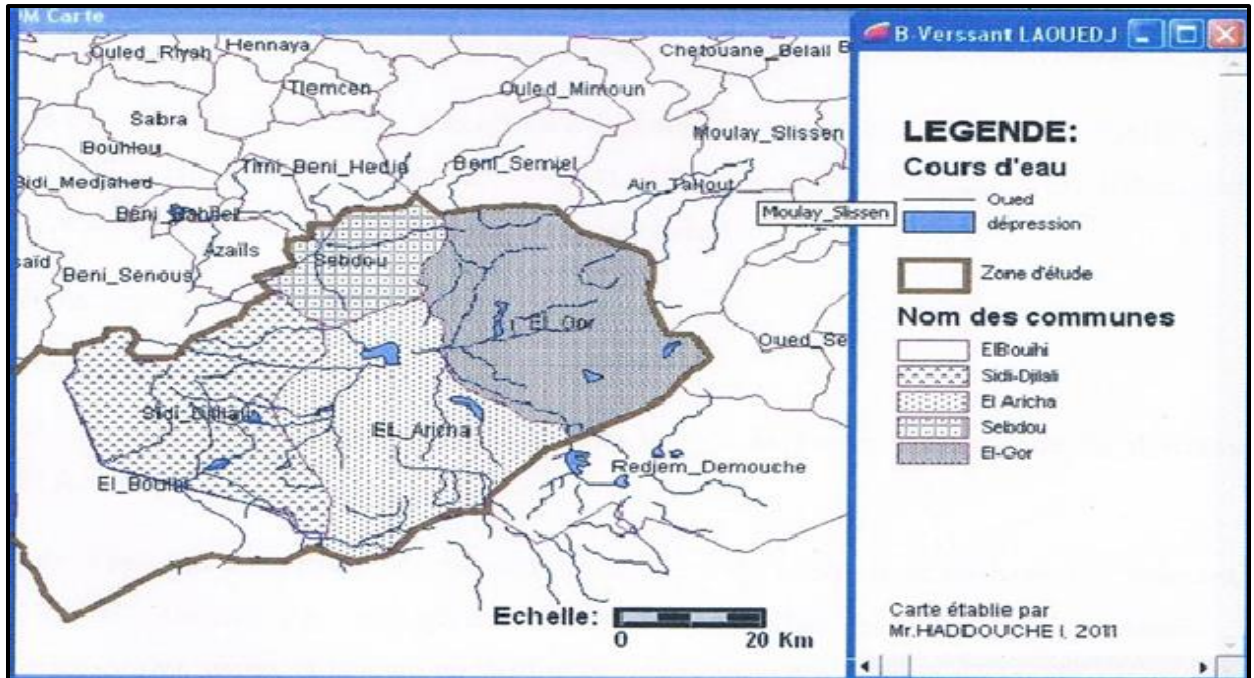


Figure 16: Réseaux hydrographiques et bassins versants Source: (Ennebati, 2015)

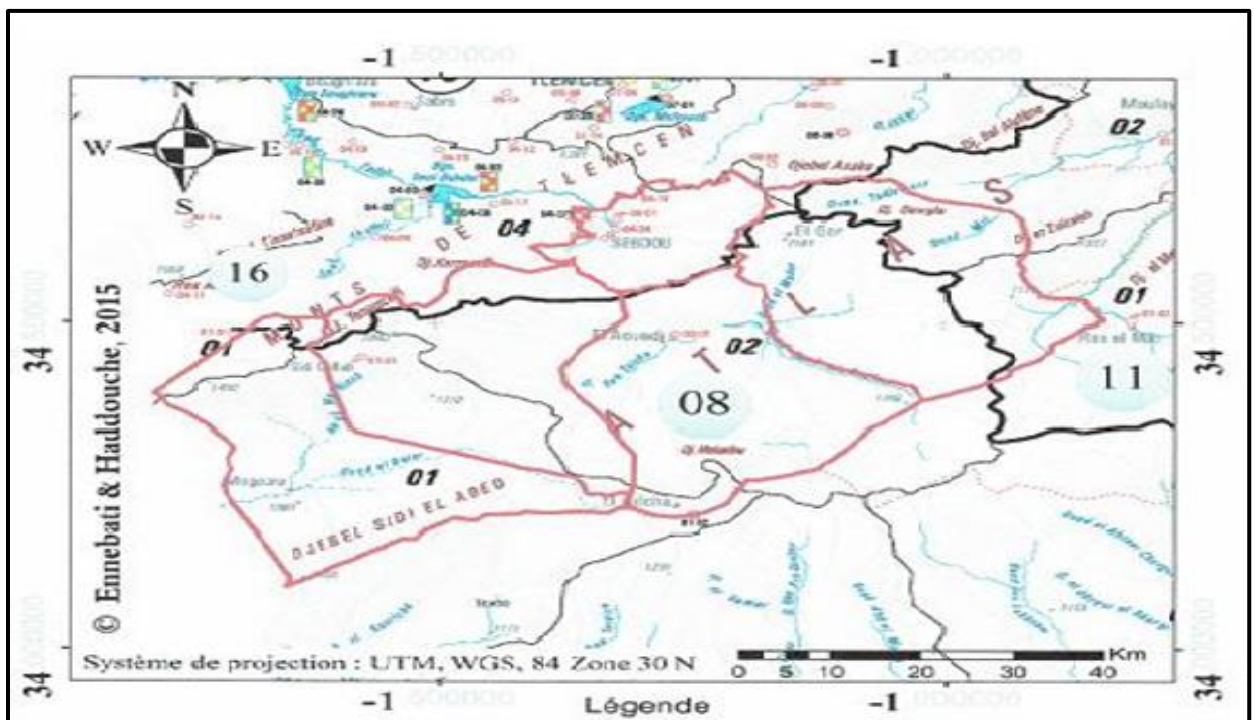


Figure 17 : Carte du réseau hydro-climatologique de la zone d'étude (Source : Ennebati, 2015)

I.5. Types de sol

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 (Haddouche, 1998).

Le sol est formé selon :

- La nature de la roche mère;
- La topographie du milieu;
- Les caractères du climat;
- L'homme;
- Le couvert végétal.

Les sols steppiques adaptés au régime climatique aride sont généralement peu évolués, moins profonds et parfois inexistantes. La répartition des sols steppique correspond à une mosaïque compliquée ou se meulent sols anciens et sol récents, sols dégradés et sols évolués (Haddouche, 2009).

Les sols steppiques ont deux caractères principaux :

- Pauvreté et fragilité des sols, prédominance des sols minces de couleur grise due à la raréfaction de l'humus. Ce sont les sols les plus exposés à la dégradation;
- Existence de bons sols dont la superficie est limitée et bienlocalisée.

-Les sols de dépressions

Ces dépressions qu'elles soient linéaires (lits l'oued) ou des dépressions fermées constituées par les chotts et les dayas sont les meilleurs sols. Ce sont des sols fermés. Par des éléments fins déposés par les eaux de ruissellement, constituant un horizon pédologique très fertile.

-Les sols des piedmonts

Ces sols sont beaucoup moins homogènes et moins épais. Leurs constituants sont plus grossiers et moins stables que ceux des sols des dépressions.

Les sols qui peuvent former la zone d'El-Aricha seront classés comme suit :

- Les sols calcaires
- Les sols calciques
- les sols alluviaux

-Les Sols calcaires

Les roches de nature calcaire, ont une influence sur l'évolution des sols, l'étage bioclimatique permet une désagrégation avec un processus plus long et plus rapide, on a surtout : la dolomie calcaire qui est dominante dans notre zone d'étude. Ces roches correspondent à la formation du Jurassique surtout le Djebel Mekaidou. Ce dernier est composé de bancs conglomératiques d'épaisseur très irrégulière (de 0,50 m à plusieurs mètres) souvent riches en encroûtements calcaires (Auclair et Biehler, 1967), dolomitique et marneux, (Benabadji, 1996), alternants de manière rythmique avec des argiles de couleur beige à la base, deviennent rouges ocres. Les argiles beiges comportent des nodules calcaires de taille centimétrique (Auclair et Biehler, 1967).

Dans la partie méridionale du Djebel Mekaidou, les argiles deviennent plus siliceuses et comportent des passés gréseux et conglomératiques. Ces dépôts paraissent alors postérieurs à la formation du Djebel Mekaidou. Les niveaux conglomératiques à éléments homométriques (2 à 5cm de diamètre) sont appelés «Conglomérats des hauts plateaux» et souvent rapportés au pliocène (Auclair et Biehler, 1967). Les encroûtements sont caractérisés par le remplacement du sédiment original par du calcaire (Truc *et al.*, 1985).

-Les Sols calciques

Ils se répandent sur toute la zone sud de l'Atlas tellien. Ils se reconnaissent par leur teneur croissante en calcaire et une diminution du taux de matière organique. Ils ne représentent qu'un seul horizon bien différencié peu épais, plus ou moins riche en calcaire (3 à 10%) et un horizon d'accumulation de calcaire sous forme diffuse ou en concrétion. Les analyses chimiques indiquent que leur complexe absorbant est saturé et leur pH est toujours compris entre 7 et 8. Ils sont essentiellement recouverts par la steppe à alfa, armoise blanche et quelques formations végétales pérennes et annuelles (Hellal, 1991).

-Les Sols alluviaux

Ils sont localisés dans les dépressions occupées temporairement par une céréaliculture traditionnelle très souvent abandonnée en période de sécheresse. Ils présentent des profils du type (B) (A) (C) par suite d'accumulation de nouveaux matériaux arrachés des sommets des montagnes sous l'action des eaux de pluies torrentielles.

L'horizon humifère, entre les horizons d'accumulation, est peu épais, s'encastre et présente une charge caillouteuse très importante (Bensaid, 1990).

Notre site d'étude se caractérise par des sols de texture limono-sableuse dont le taux moyen de limon est légèrement plus élevé (Bensaid, 1990).

I.6. Bioclimat

La zone steppique occidentale appartient aux étages bioclimatiques semi-aride inférieur frais au per aride supérieur frais (Le Houérou et al. 1979 ; Djebaili, 1988).

Cet espace steppique connaît un régime thermique contrasté, de type continental avec une amplitude thermique annuelle comprise entre 20 et 22°C. La période sèche peut atteindre 09 mois sur les plateaux et moins, sur les monts. Les pluviosités annuelles n'ont pas dépassé les 25% de la moyenne.

Les effets de l'été exotherme sont atténués par l'humidité relative, notamment lorsqu'un couvert forestier ou pré-forestier existe (Benabadji et Bouazza, 2000).

La zone steppique occidentale appartient aux étages bioclimatiques semi-aride inférieur frais au per aride supérieur frais (Le Houérou et al. 1979 ; Djebaili, 1988). Située, dans son ensemble, à une distance sensiblement constante de la mer, la région est sujette à un régime pluviométrique du type AHPE. Le régime thermique est aussi fortement influencé par l'altitude ; la moyenne des minima du mois le plus froid : « m » varie de -2°C à $+6^{\circ}\text{C}$ (Moulay et Benabdeli, 2011). La moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » s'était passée de $0,3$ à $2,6^{\circ}\text{C}$ pour la période 1952-1975 à $0,8$ à 3°C pour la période 1975-1990 (Benabadji et Bouazza, 2000).

I.7. Aperçus climatique

Le climat, en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes sur les zones steppiques.

De nombreux travaux sur la climatologie ont été réalisés sur l'Algérie en général et particulièrement sur la zone steppique sud oranaise (Anglot, 1881 ; Bouazza, 1995). L'ensemble de ces auteurs s'accordent à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen.

Plusieurs climatologues ont parlé de la variabilité du climat en zone aride ; ils considèrent les paramètres: température et précipitation, comme significatifs, liés à la répartition des communautés végétales en zones arides.

Selon Seltzer (1946), l'augmentation des pluies d'Ouest doit être attribuée au passage fréquent au Nord de la Tunisie pendant la saison pluvieuse, de perturbations pluvieuses qui affectent davantage l'Est d'algérien. Par ailleurs, une partie de l'Espagne et l'Atlas marocain agissent comme écran et soustraient ainsi à l'influence atlantique l'Ouest du pays.

La steppe, limitée par la station d'étude est définie sur le plan climatique à partir de séries de données météorologiques fournies à partir de recueils de Seltzer en 1946 sur l'année (1913-1938) et par l'ONM sur la période (1987-1997).

L'étude séparée des principaux paramètres climatiques ne suffit pas pour décrire complètement le contexte climatique. Devant l'indisponibilité des données sur toute la zone, les données fiables disponibles agissant sur l'écosystème steppiques limitent aux deux paramètres dominants qui sont: la pluviométrie et la température (Benabadji et Bouazza, 1995).

Le climat de Tlemcen est de type méditerranéen tempéré, caractérisé par deux saisons. La saison humide s'étend du mois d'octobre jusqu'à mai, et la saison sèche de juin à septembre. Selon la classification de Köpen et Geiger des étages bioclimatiques, Tlemcen se trouve dans l'étage semi-aride. La complexité du terrain très accidenté participe à la création de plusieurs micro climat dans la région. Les diagrammes ombrothermique de Gaussen, tracé avec les données de pluies et de la température moyenne pour la période 1981-2010, montre une période sèche qui dure d'avril jusqu'au milieu du mois d'octobre, soit six mois et demi, avec les variations du climat d'une année à l'autre, et son changement, cette période tend à se prolonger d'avantage.

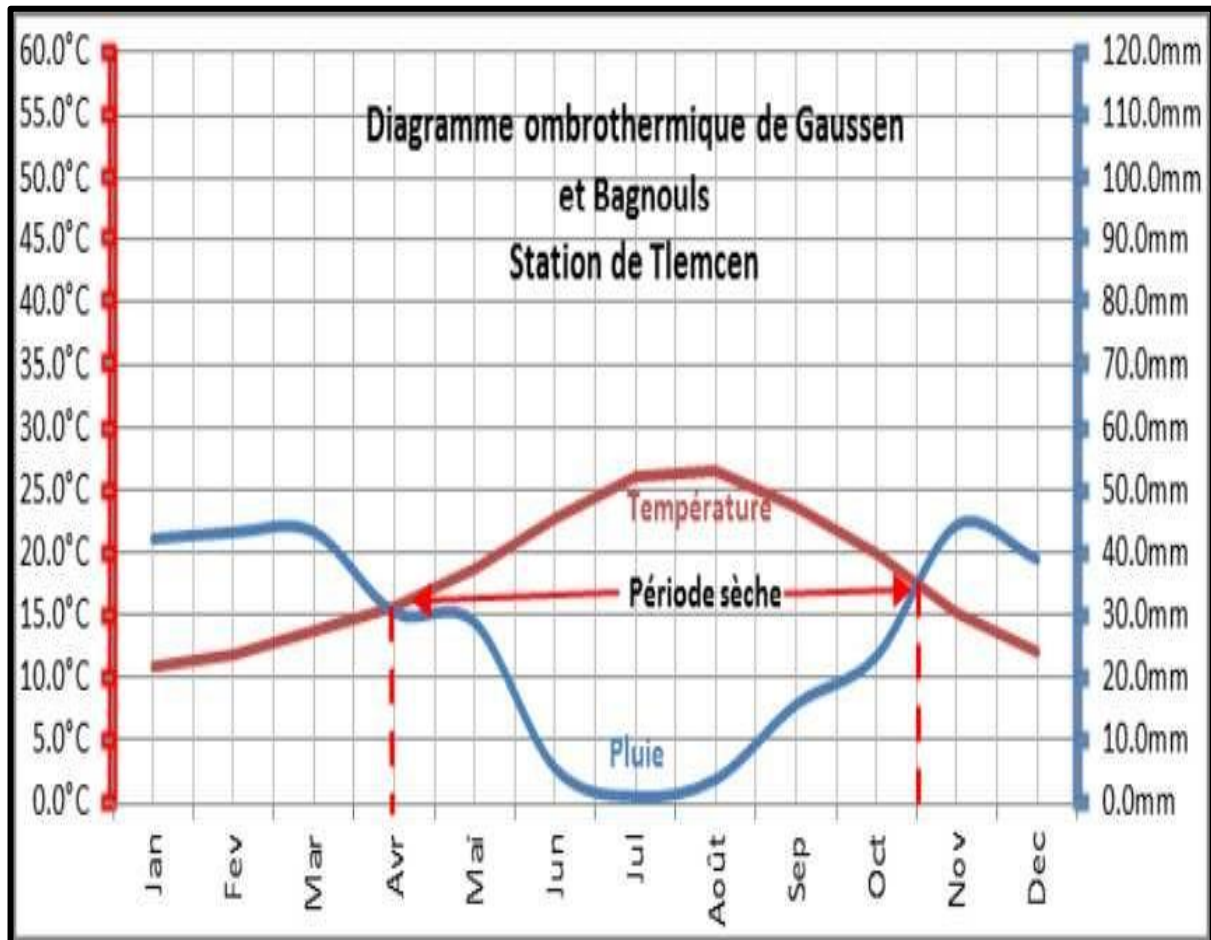


Figure 18 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls, station de Tlemcen 1981-2010

Les pluies augmentent généralement d'Ouest à l'Est, aussi en fonction de la latitude et l'altitude. Spatialement la région de Tlemcen reçoit annuellement entre 330 mm vers le Nord et 250 mm au Sud (Figure 18). La saison des pluies débute le mois d'octobre et s'étend jusqu'au mois de mai avec un régime très variable. Les mois les plus pluvieux sont : octobre (1,29, 89mm), novembre (0,49, 192 mm), décembre (0,35, 93 mm), janvier (0,41, 124 mm), février (0,39, 101 mm) et mars (0,35, 137 mm). Les valeurs dans les parenthèses indiquent respectivement le minimum, la moyenne et le maximum de la précipitation du mois.

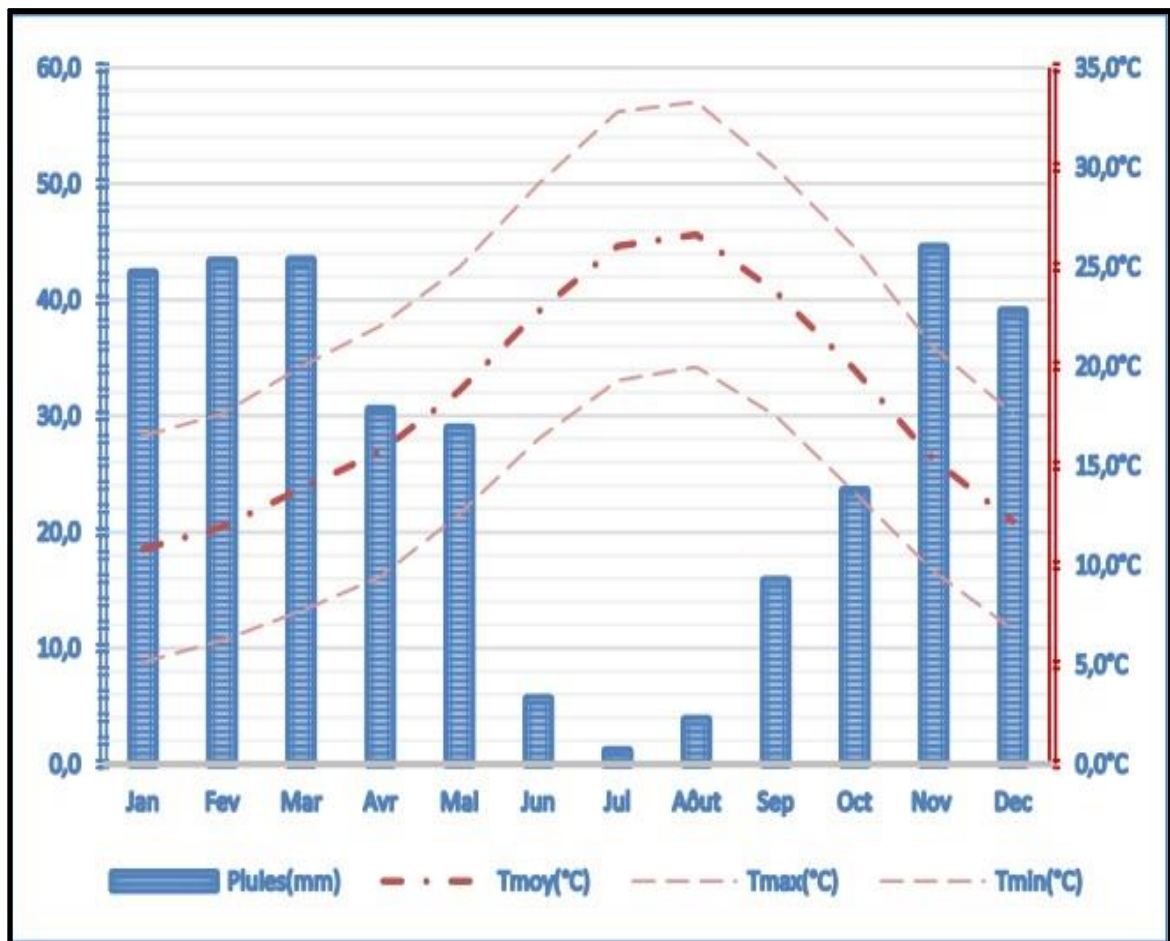


Figure 19 : La distribution des pluies et des températures (Station de Tlemcen) (1981-2010)

Deux entités géographiques influencent les températures sur la région. La mer de la Méditerranée joue le rôle de régulateur des températures, en particulier pour les régions côtière et proche côtière. Vers l'intérieur, le climat est contrôlé par la présence du grands Sahara au sud, de ce fait le climat devient chaud et sec l'été, frais et pluvieux l'hiver. La température moyenne varie de 12°C en hiver à 26.6°C en été. Les vents dominants dans la wilaya de Tlemcen (Figure 19) sont du secteur Nord, mais on note l'existence de vents secondaires du secteur Nord-Nord-Ouest, Ouest et Sud-ouest. Le régime se caractérise par des vitesses comprises entre 1 m s⁻¹ et 10 m s⁻¹ (c'est-à-dire faible à modéré). Les vents forts à très forts sont rares. Les vents qui dominent pour les saisons du printemps, été et automne sont du secteur Nord. L'hiver le vent change de direction et se renforce dans les secteurs Ouest et Sud-ouest.

II. Méthodologie de la synthèse bioclimatique

Les données climatiques qui permettent de caractériser notre synthèse bioclimatique sur la station d'étude ont été recueillies sur la période allant de : 1913-1938, 1968-1988 et 1986-2017

L'étude climatique de la zone d'étude a été faite sur la base des données de la station de Sidi Djilali dont les caractéristiques sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Caractéristique de la station météorologique de Sidi Djilali ;

Station	Longitude	Latitude	Altitude	Wilaya
Sidi Djilali	1°27'W	34°27'N	1280 m	Tlemcen

Source : ANRH-Tlemcen (2018)

II.1. Facteur climatique

II.1.1. Les précipitations

II.1.1.1. Le régime pluviométrique

C'est la répartition de la hauteur des précipitations annuelles entre les diverses périodes, le plus souvent entre les divers mois de l'année (Peguy, 1961). Le variable d'une pluviosité est un facteur primordial dans le conditionnement de la nature. Elle agit directement sur le sol et la végétation, elle favorise son maintien et son développement. Elle dépend toujours de l'altitude et elle est excessivement variable d'une année à l'autre.

Cependant, le réseau météorologique est loin d'être satisfaisant. Ceci peut être justifié par l'existence d'un nombre faible de station météorologiques (Bouabdellah, 2003).

II.1.1.2. Le régime pluviométrique annuel

La pluviométrie moyenne annuelle est généralement faible. Les hautes plaines d'El Aricha reçoivent des précipitations évaluées entre 200 et 400 mm en moyenne par an (Chaumont et Paquin, 1971). La saison la plus arrosée est le printemps en générale, mais l'automne est également la saison la plus pluvieuse. Les précipitations et la nébulosité décroissent du littoral à l'Atlas saharien selon un axe Nord-Sud. Elles varient aussi en Est (L'Ouest est moins pluvieux que l'Est).

Les moyennes annuelles des précipitations de la région d'étude durant trois périodes sont représentées dans le Tableau

Tableau 15 : Les moyennes annuelles des précipitations durant les 03 périodes de la station de Sidi Djillali

station	périodes	MOY annuelle
Sidi Djillali	(1913- 1938)	313.5
	(1968-1988)	238.99
	(1986-2017)	349.37

En observant le tableau et la figure ci-dessus, nous constatons que la période la plus humide c'est celle qui s'étale de **1986-2017** avec une moyenne annuelle de 349.37 mm ; alors que la période **1968-1988** a connus une moyenne annuelle de 238.99, Pour la ancienne période **1913- 1938**, nous remarquons qu'il y a une augmentation vers 313.5 mm.

II.1.1.3. Le régime pluviométrique mensuel

Les moyennes mensuelles et annuelles des précipitations de la région d'étude durant trois périodes sont représentées dans le Tableau 16

Tableau 16 : Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations durant les 03 périodes de la station de Sidi Djillali

Mois Périodes	j												MOY annuelles
		F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
(1913-1938)	29	26	35	23.5	35	23.5	8.5	9	24.5	22.5	35	42	313.5
(1968-1988)	21	44	57.47	20.05	23.29	3.92	0.94	5.69	2.1	12.32	29.38	18.83	238.99
(1986-2017)	44.45	41	36.97	35.69	24.80	9.29	7.56	13.28	22.52	29.89	46.92	37	349.37

Source : SELTZER, (1946) et ONM, (2017).

Les données du Tableau 16 sont représentées dans les Figures suivantes et nous constatons les résultats suivants :

-Pour la période (1913-1938) : un maximum de pluie de 42 mm est enregistré dans le mois de décembre, novembre (35 mm) et mai (35 mm) et un minimum de 8,5 mm dans le mois de Juillet.

-Pour la période (1968-1988) : les précipitations oscillent entre 57.47 mm dans le mois de Mars et 0.94 mm durant le mois de Juillet.

-Pour la période (1986-2017) : un maximum de pluie de 44.45 mm est enregistré dans le mois de janvier et un minimum de 7.56 mm durant le mois de juillet

II.1.1.4. Régimes saisonniers

Musset (1953) in Zaatout (2011) a défini la notion de régime saisonnier et il a calculé la somme des précipitations par saison et a effectué le classement des saisons par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par son initial :

H : Hiver, P : Printemps, A : Automne, E : Eté.

Le régime saisonnier des trois périodes étudiées est représenté par la figure 20 et le Tableau 17

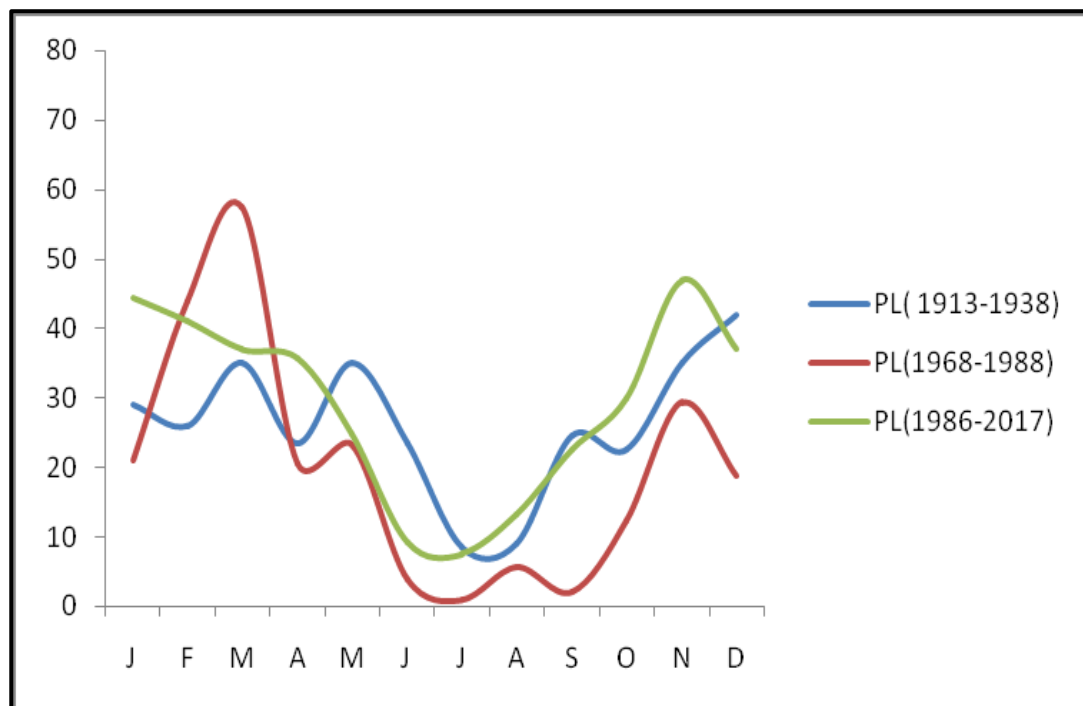


Fig 20 : Régime saisonnier des précipitations des 03 périodes de la station de Sidi Djilali

Tableau 17 : Précipitations mensuelles des 03 périodes de la station de Sidi Djilali des périodes

Saisons Sidi Djilali	A	H	P	E	MOY annuelles
(1913-1938)	99.5	90	82	42	313.5
(1968-1988)	60.53	122.47	47.26	8.73	238.99
(1986-2017)	113.81	122.42	69.78	43.36	349.37

Source : ANRH –Tlemcen

Pour la période 1913-1938, nous avons un régime saisonnier de type AHPE, tandis que durant la période allant de 1968 à 1988, nous avons un régime saisonnier de type HAPE, par contre, durant la période récente 1986-2017, on assiste à un régime saisonnier de type HAPE.

II.1.2. Diagrammes Ombrothermiques

Pour la détermination de la période sèche, on doit se référer à ces diagrammes Ombrothermiques, en considérant le mois sec lorsque $P \sim 2T$ Avec :

P : Précipitation moyenne du mois en mm

T : Température moyenne du même mois en °C

Pour visualiser ces diagrammes ; Bagnouls et Gaussen, 1953 proposent une méthode qui consiste à porter sur un même graphe la température et la pluviométrie de sorte que l'échelle des températures soit le double des précipitations ($1^\circ\text{C} = 2 \text{ mm}$); en considérant la période de sécheresse lorsque la courbe des précipitations passe en dessous de la courbe des températures.

Selon Greco (1966), la température est le second facteur constitutif du climat, elle influe sur le développement de la végétation. Ceux sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée.

D'après Emberger (1955) les valeurs prise en considération sont celles ayant une signification biologiques, et sont : Températures moyennes mensuelles (C°), moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) (C°) et la moyenne des minima du mois le plus froid (m) (C°)

Tableau 18 : Les températures et les précipitations moyennes et mensuelles de la station de Sidi Djilali de la période (1986-2017)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
M+m/2	13,8	14,4	13,9	17,2	20,3	23	29,5	32,7	29,3	21,2	9,9	9
PL	44.45	41	36.97	35.69	24.80	9.29	7.56	13.28	22.52	29.89	46.92	37

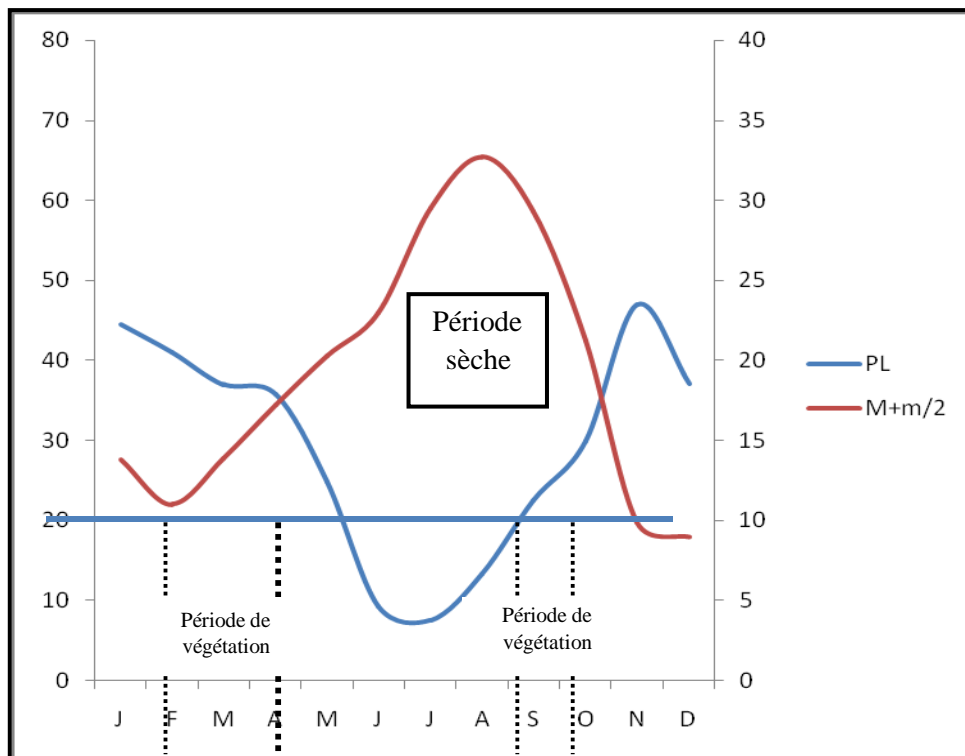


Figure 21 : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de Sidi Djilali de la période (1986-2017).

La période (1986-2017) présente une phase de sécheresse qui se prolonge sur une durée de presque 07 mois allant du mois du avril jusqu'à la mi-octobre avec un maximum de 44.45 mm de pluie pour le mois de janvier et un minimum pour le mois de juillet. La température atteste un maximum de 29,5 C° de température pour le mois de Juillet et un minimum pour le mois de décembre.

Après les calculs, Les données climatiques de la station de Sidi Djilali durant les 03 périodes ont été représentées dans le Tableau 19

Tableau 19 : la température des minimas et des maximas et le Q₂ des 03 périodes de la station de Sidi Djilali.

Station	M			m			Q ₂		
	TAP	AP	NP	TAP	AP	NP	TAP	AP	NP
Sidi Djilali	33.1	30.72	34.25	0.1	2.63	1.95	33.56	36.25	49.79

TAP : Très Ancienne Période (1913-1938)

AP : Ancienne Période (1968-1988)

NP : Nouvelle Période (1986-2017)

II.1.3. Quotient pluviométrique d'Emberger

Très utilisé et largement répandu maintenant dans tous les pays méditerranéens, Il est le plus utilisé en Afrique du Nord, le Quotient pluviométrique d'Emberger reste un outil nécessaire pour caractériser le bioclimat d'une région en zone méditerranéenne.

En utilisant un diagramme bidimensionnel dans lequel la valeur d'un « Quotient Pluviométrique » d'une localité déterminée est en ordonnée et la moyenne du mois le plus froid de l'année en abscisse.

Ce quotient permet de visualiser la position des stations Météorologiques et il est possible de délimiter l'aire bioclimatique d'une espèce voire d'un groupement végétal et de procéder à d'éventuelles comparaisons.

Ce quotient a été formulé de la façon suivante :

$$Q_2 = 2000P / (M - m)$$

Cette formule a été modifiée par Stewart en 1969 :

$$Q_3 = (P / (M - m)) \cdot 3.43$$

P : moyenne des précipitations annuelles (mm).

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud (c°). **m** : moyenne des minima du mois le plus froid (c°). **M** : Amplitude thermique extrême moyenne.

Tableau 20 : L'étage bioclimatique des 03 périodes.

Périodes	m(c°)	Q2	Bioclimat
1913-1938	0.1	33.56	Semi Aride Inférieur
1968-1988	2.63	36.25	Semi Aride Inférieur
1986-2017	1.95	49.79	Semi Aride Supérieur

Le calcul de Q_2 pour les trois périodes (1968-1988) et (1986-2017) a donné respectivement les valeurs : 33.56, 36.25 et 49.79 ce qui signifie que la région de Sidi Djillali durant les 1913-1938 et 1968-1988 trois périodes se situent dans l'étage Semi Aride Inférieur afin de se retrouver dans l'étage Semi Aride Supérieur durant la période 1986-2017.

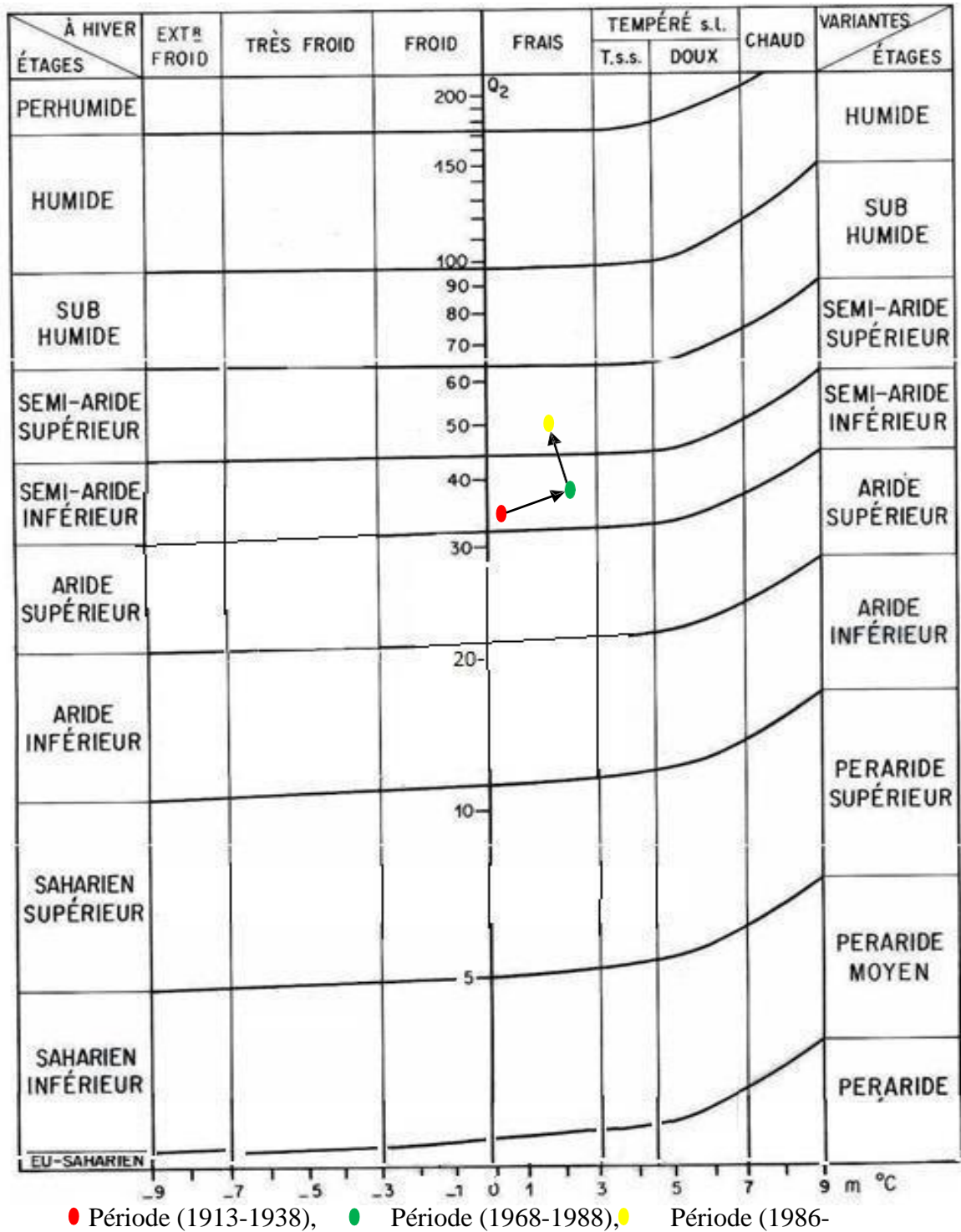


Figure 22 : Climagramme d’Emberger de la station de sidi djillali pendant les périodes (1913-1938), (1968-1988) et (1986-2017).

II.1.4. L'amplitude thermique.

La température est considérée comme le facteur climatique le plus important. C'est celui qu'il faut examiner en tout premier lieu par son action écologique sur les êtres vivants. Elle joue un rôle majeur dans la détermination du climat régional à partir des valeurs des moyennes annuelles « T » et mensuelles et les valeurs moyennes des minima du mois le plus froid « m » et des maxima du mois le plus chaud « M ». Cet indice est défini par rapport à l'amplitude thermique moyenne (M-m), Il permet à son tour de préciser l'influence maritime ou au contraire l'influence continentale d'une région donnée donc l'amplitude thermique étant le reflet de la continentalité.

Tableau 21 : L'amplitude thermique des 03 périodes de la station de Sidi Djillali.

Période	1913-1936			1968-1988			1986-2017		
Station	M°C	m°C	M-m	M°C	m°C	M-m	M°C	m°C	M-m
Sidi Djillali	33.1	0.1	33	30.72	2.63	28,09	34.25	1.95	32,3

L'observation du tableau 21 fait ressortir que durant :

-La période (1913-1936) : Les moyennes des minima du mois le plus froid est $m=0,1^{\circ}\text{C}$ tandis que les moyennes de maxima du mois le plus chaud est $M=33,1^{\circ}\text{C}$.

-La période (1968-1988) Les moyennes des minima du moi le plus froid est $m=2,63^{\circ}\text{C}$, tandis que les moyennes de maxima du mois le plus chaud est $M=30,72^{\circ}\text{C}$

-La période (1986-2017) : Les moyennes des minima du mois le plus froid est $m=1,95^{\circ}\text{C}$, tandis que les moyennes de maxima du mois le plus chaud est $M=34,25^{\circ}\text{C}$. Nous constatons aussi que l'amplitude thermique est très importante entre $28,09^{\circ}\text{C}$

Derbach (1953), dans sa classification thermique des climats a défini quatre types :

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

Nous remarquons que les 03 périodes de $M - m < 35^{\circ}\text{C}$ donc le climat de Sidi Djillali est : Semi Continental

-Température annuelle

C'est la moyenne des moyennes mensuelles qui peuvent être les moyennes des extrêmes ou les moyennes des moyennes vraies

La température moyenne annuelle ($T^{\circ}\text{C}$) est combinée avec la température moyenne des minima du mois le froid

- Thermo- méditerranéen** : $T > 16^{\circ}\text{C}$; $m > + 3^{\circ}\text{C}$ (variante tempéré)
- Méso-méditerranéen** : $12 < T < 16^{\circ}\text{C}$; $0 < m < + 3^{\circ}\text{C}$ (variante fraîche)
- Supra- méditerranéen** : $-3 < m < 0^{\circ}\text{C}$ (variante froide)

Notre station d'étude appartient à l'étage : Méso- méditerranéen

-L'échelle thermo pluviométrique de De Martonne

Cet indice caractérise d'aridité du climat d'une région donnée en combinant la température et les précipitations. Il s'exprime comme suit :

$$I = P / (T + 10)$$

P : Précipitation moyennes annuelles en (mm).

T : Température moyenne annuelle en ($^{\circ}\text{C}$).

Tableau 22 : Classification climatique selon l'indice de Martonne

E mart	Classification climatique
0 – 5	Désert
5 – 10	Semi désert
10 -20	Steppe et méditerranéen
20 -30	Zone d'olive et de céréales
30 -40	Zone humide prairies et bois
40	Zone très humide

Source : (Carretero Canado et al, 2014)

Tableau 23 : le type de climat selon l'indice de Martonne de la station de Sidi Djillali

Périodes	Echelle de Martonne	Type de climat
1988-2017	8,20	Semi désert

-L'indice de sécheresse estivale (ISE)

L'intensité et l'importance de la saison sèche en climat méditerranéen ont amené

Emberger (1942) in Emberger (1955) in Lakehal (2010) à proposer un nouvel indice nommé indice xérothermique.

L'auteur retient le total des précipitations estivales en (mm) et la moyenne des maxima de la même période (°C) en signalant que cet indice ne dépasse pas 7 pour les stations méditerranéennes.

$$ISE = P/M$$

P : total des moyennes des précipitations estivales.

M : moyenne des maxima de la période estivale(°C).

Tableau 24 : L'indice de sécheresse estivale (ISE) des périodes (1913-1938) et (1987-2010) de la station de Sidi Djillali

Station	PE (mm)	M(C°)	ISE	
Sidi Djillali	1913-1938	43.8	24.85	1.76
	1987-2010	16,60	13,36	1,24

II.1.5. Autres facteurs climatiques

Très souvent l'étude du climat se limite aux seuls éléments mesurés partout que sont surtout les précipitations et les températures.

Pour notre part, compte tenu de la documentation existante, nous étudions en plus d'une part la neige ; car elle peut par fusion constituer un apport d'eau appréciable pour la végétation notamment au début du printemps, aux gelées blanches surtout lorsqu'elles interviennent tardivement, au moment où la végétation est en pleine activité, d'autre part, au sirocco, ce vent sec et chaud qui accélère la dessiccation des végétaux (Djebaili, 1984).

II.1.5.1. Le vent

On ne peut pas apprécier directement les vents faute de données précises. Devant une pareille carence il nous paraît raisonnable en première approximation de nous borner à des constatations et à des observations pouvant expliquer certains faits.

Les vents qui soufflent sur la zone ont selon leur direction diverses origines :

a-Vents du Nord

En hiver, ces vents secs et froids pénètrent la zone d'étude par les monts de Tlemcen ; ils favorisent les chutes de neige à plus de 1 400 mètres d'altitude (Sidi-Djilali). De Mars-Avril à Octobre, ces vents sont chauds et parfois humides par suite de leur passage sur la mer ; ce phénomène réduit relativement la chaleur de l'été dans la zone de Sebdou.

b-Vents d'Ouest

Ce sont les vents dominants. Ils soufflent du sud-ouest au nord-ouest. Une grande partie des précipitations provient de l'ascendance forcée de ces masses d'air sur les monts de Tlemcen, ce qui permet à la zone de Sidi Djilali d'être relativement arrosée. Ils sont fréquents pendant les mois de novembre à février.

c-Vents du Sud

Secs et chauds, les vents du Sud qui soufflent surtout au printemps et en automne, quelque fois en été, ramènent avec eux une quantité appréciable de sable et de limon. Cette configuration indique les points cardinaux de la fréquence du vent (Djebail, 1984).

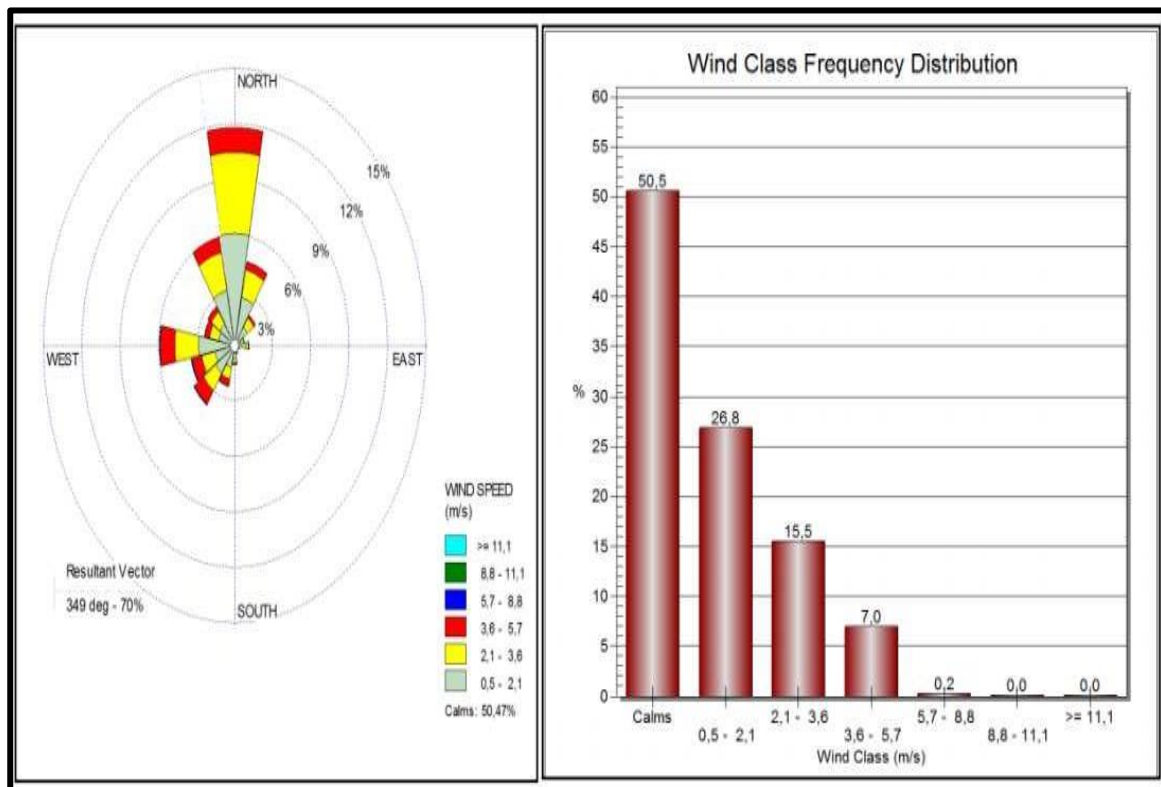


Figure 23 : Rose du vent annuelle (station météorologique de Tlemcen période 1981-2010)

Seltzer précise effectivement que les vents forts augmentent l'évaporation tout en éliminant l'humidité. Ce fait majeur nous permet d'avancer que ce sont surtout ces vents du Sud-ouest qui dominent dans la zone d'étude toute l'année (Bouazza, 1995). Le vent joue un rôle important, il accentue la sécheresse. Différents types de vents affectent notre région : les vents du Nord qui ramènent de l'humidité et les vents chauds du Sud appelés aussi Sirocco qui sont partout un danger pour les cultures.

La région d'El-Aricha est caractérisée par le passage du sirocco. Ce vent chaud souffle surtout en été, son maximum a eu lieu en juillet, c'est la période généralement du repos estival pour la végétation. Il provoque un dessèchement non seulement de la végétation mais aussi du sol où il entraîne une forte évaporation par capillarité. Ce vent ramène aussi avec lui une quantité appréciable de sable et de limon.

Ces sécheresses périodiques viennent régulièrement perturber le milieu. La zone steppique est la plus marquée

II.1.5.2. Gelées blanche

Selon, Couderc (1974) il y'a gelée blanche lorsque des cristaux de glace se forment sur une surface refroidie par rayonnement nocturne. La température moyenne du sol à 25 cm de profondeur pendant la période froide (Hiver) varie entre 7°C et 9°C. Pour les racines qui descendent à 1 mètre de profondeur la température dépasse les 11°C.

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

En générale, le risque de gelées commence lorsque le minimum de température tombe au-dessous de 10°C. Elles sont fréquentes lorsque la température minimale moyenne du mois le plus froid est inférieure à 3°C. El Aricha, se trouve dans les limites des zones à l'intérieur desquelles il gèle plus de 50 jours par an durant la période (1968- 1988) (Couderc, 1974).

II.1.5.3. La neige

La neige par fusion constitue un apport d'eau appréciable pour la végétation. La neige dans notre zone constitue une faible part des précipitationstotales.

Les chutes de neige ne sont pas rares sur les hauteurs, surtout sur la partie Nord montagneuse (Djbel Tenouchfi au Nord-Ouest de Sidi Djilali) ou elles peuvent persister deux semaines par an.

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

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

II.1.6. Synthèse bioclimatique

D'après les résultats et l'analyse des données climatiques de la zone d'étude durant les trois périodes ; on constate une tendance positive des moyennes des températures (M et m) et des quotients (Q₂) représentée comme suivant :

Tableau 25 : La moyenne des minimas et des maxima des 03 périodes de la station de Sidi Djilali

STATION	M				m				Q ₂			
	TAP	AP	NP	Moy	TAP	AP	NP	Moy	TAP	AP	NP	Moy
Sidi Djilali	33.1	30.72	34.25	32,69	0.1	2.63	1.95	1.56	33.56	36.25	49,79	39,86

Tableau 26 : Répartition des précipitations des 03 périodes en fonction des saisons de la station de Sidi Djilali

Saisons	A	H	P	E	MOY annuelles
Sidi Djilali					
(1913-1938)	99,5	90	82	42	313,5
(1968-1988)	60,53	122,47	47,26	8,73	238,99
(1986-2017)	113,81	122,42	69,78	43,36	349,37
moyenne	91,28	111,63	66,34	31,36	300.62

Les données des précipitations montrent une nette augmentation de la tranche pluviométrique moyenne annuelle durant la période récente de 1987 à 2017; mais cette augmentation concerne la saison du repos végétatif. Ceci nous amène à déduire que ces variations des principaux facteurs du climat dans cette zone peuvent provoquer des perturbations sur la dynamique et la succession naturelle de la végétation

III. La végétation

Dans les hautes plaines sud oranaises, l'aridité du climat ne permet pas le développement d'un couvert végétal capable de protéger la surface du sol. La plus part des espèces, en ce milieu aride, ont acquis des caractéristiques biologiques et morphologiques particulières leurs permettant de surmonter toutes les conditions défavorables du milieu (Aidoud, 1989; Le Houérou, 1995).

Malgré le faible taux de recouvrement, la végétation steppique constitue une ressource naturelle de grande importance notamment dans la protection du sol contre le phénomène de l'érosion éolienne et dans la structuration des horizons superficiels du sol. La formation steppique, aux multiples variétés végétales (graminées, alfa, épineux...) n'est en définitive qu'une réponse biologique à des conditions écologiques sévères (Aidoud, 1989; Le Houérou, 1995; Hellal et al., 2004 et 2007).

Toutes ces caractéristiques font que cet espace n'est pas en mesure de supporter un peuplement rural dense, en tout cas comparable à celui de la zone tellienne. Les peuples de la steppe avaient su s'adapter à ces conditions en optant pour un mode de vie fondé sur une mobilité généralisée ; en parallèle, il n'y avait pas d'appropriation privative individuelle de la terre. Le statut foncier était tribal ; la jouissance n'était donc pas individuelle, mais collective (Aidoud, 1989; Le Houérou, 1995; Hadeid, 2006). (Bouazza et al., 2004, Benabadji et al., Hellal et al., 2004 et 2007 ; Le Houérou, 1995 ; Kaabèche, 2000).

La végétation naturelle de la zone d'étude est caractérisée par une physionomie de steppe sauf dans les montagnes où subsistent les restes des forêts primitives abattues par l'homme à base de *Pinus halepensis* et *juniperus phoenicea*. Un matorral composé de genévrier de Phoenicie (*Juniperus phoenicea* et *Stipa tenacissima*) ou une végétation steppique à structure simplifiée, mono-strate et très ouverte, dominée par le remth (*Arthrophytum scoparium*) sur les reliefs. En dehors de ces espèces forestières, l'aspect de la steppe change avec le gradient pluviométrique et la nature du sol. La steppe sud Oranaise est dominée par des formations basses et claires avec des espèces

pérennes ligneuses et herbacées suivantes : Steppe à alfa (*Stipa tenacissima*) ; Steppe à armoise blanche (*Artemisia herba Alba* Asso) ; steppe aride ou saharienne, steppe psammophile colonisant les substrats sableux, ou steppe halophile à Salsolaceae colonisant les sols à forte teneur en sels; Steppe à sparte (*Lygeum spartum*) ; Steppe halophyte ; Steppe psammophyte (Bouazza et al., benabadji et al., Hellal et al., 2004 et 2007 ; Le Houérou, 1995 ; Kaabèche, 2000).

La végétation La wilaya de Tlemcen avec ses 210,000 ha de forêts était considérée comme l'une des régions les plus boisées de l'Ouest algérien. Boudy (1950) indique qu'elle était également plus homogène, tant au point de vue de sa structure physique que de la constitution de ses peuplements et recevait plus de pluie, 600 à 800 mm en moyenne pour les Monts de Tlemcen. Les forêts de la région de Tlemcen sont réparties essentiellement dans les Monts de Tlemcen et dans le littoral (Monts des Trara et Sebaa Chioukh). Les plaines (de Maghnia à Sidi Abdelli) sont vouées essentiellement à vocation agricole. Les principales essences sont : le chêne vert (*Quercus rotundifolia*), le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), le genévrier oxycèdre, le thuya de Berbérie, chêne zeen, chêne kermes et le chêne liège (*Quercus ilex*). Dont le pin et le chêne vert sont les deux espèces dominantes.

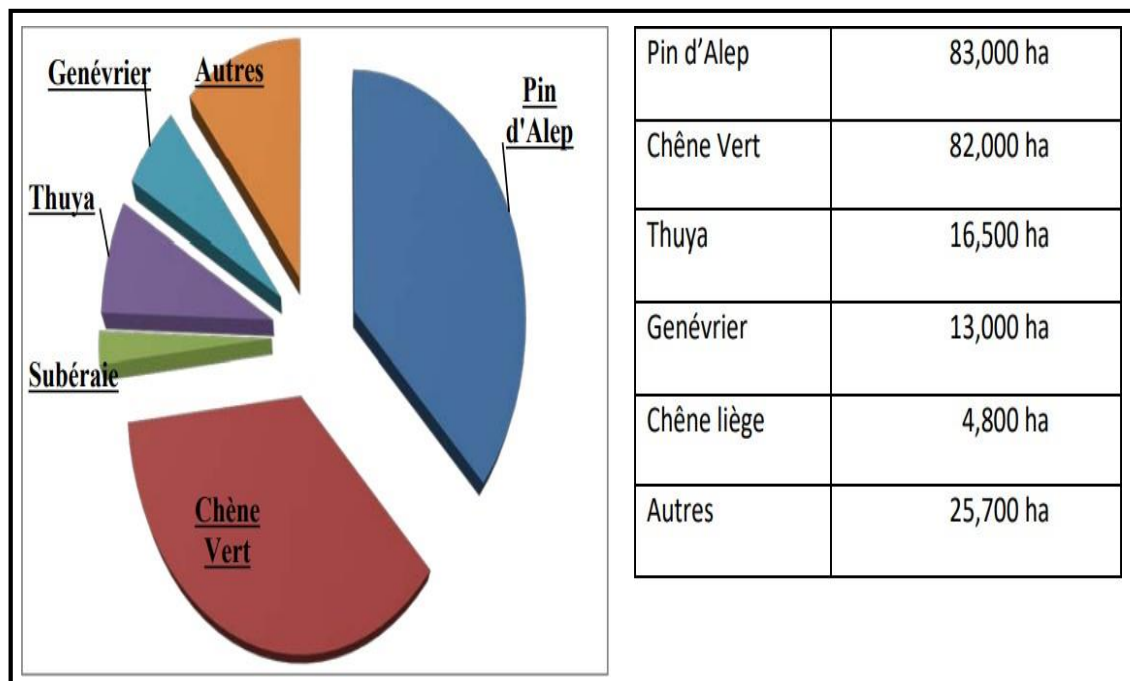


Figure 24 : Les principales essences forestières (DAS , 2017)

En ce qui concerne l'état de la couverture végétale forestière de la wilaya de Tlemcen, le 77%, soit 89,414 ha, du tapis végétal forestier est sous forme de matorral. Cette situation prouve la dynamique régressive de la végétation non seulement dans la wilaya mais aussi pour le nord du pays entier. Notamment ces dernières années où les incendies sont devenus très fréquents, ravageant de grandes surfaces. Les reboisements restent insuffisants pour pallier l'ampleur de cette régression. La zone steppique de la région de Tlemcen couvre cinq communes : Sebdou, El Gor, Sidi Djilali, El Aricha et El Bouihi. Elle est limitée au Nord par les Monts de Tlemcen, par la wilaya de Naama au Sud, la wilaya de Sidi Bel Abbas à l'Est et les frontières marocaines à l'Ouest.

Le bassin versant qui couvre la zone steppique est le bassin d'El Aouedj, ce dernier est alimenté à partir d'un certain nombre d'Oueds venant de tous les sens et qui ne se connaissent que lors des crues. Dayet El Ferd située au centre de ce grand bassin versant, constitue par ailleurs un réservoir des eaux de pluie assurant la maîtrise des crues, la rétention des sédiments et des nutriments ainsi que la recharge de la nappe phréatique. Sur le plan pédologie, les sols steppiques adaptés au régime climatique aride sont généralement peu évolués, moins profonds et parfois inexistant. La répartition des sols steppique correspond à une mosaïque compliquée où se meulent sols anciens et sols récents, sols dégradés et sols évolués (Haddouche 2009). Ils ont deux caractères principaux :

-Dans la zone steppique, 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 dû à l'action combinée des facteurs climatiques et anthropiques.

-Le territoire steppique est caractérisé par des formations végétales basses, ouvertes et pérennes dominées par l'Alfa (*Stipa tenacissima*) et l'Armoise blanche (*Artemisia herba alba*) qui sont, dans l'ensemble, dans un état de dégradation très poussé.

La végétation primitive des steppes aride n'a pas été partout steppique. Ces zones ont connu une végétation forestière (Le Houerou, 1985)

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 due à l'action combinée des facteurs climatiques et anthropiques. Dans la zone d'étude la végétation obéit fortement au substrat lithologique, à la géomorphologie du terrain et au climat. De même façon la connaissance de la phytocénose d'une région donnée permet de déduire une foule de renseignements sur les animaux, micro-organisme, des conditions de climat et de sol (Ozenda, 1986). Les espèces végétales rencontrées peuvent être classées de la manière suivante :

- Les groupements forestiers
- Forêts claires à *Pinus halepensis* sur les sommets des djebels.
- Steppe arborée à base de *Juniperus oxycedrus* et *Stipa tenacissima* et *Stipa parviflora*.
- Les groupements steppiques
- Steppe à *Stipa tenacissima* ;
- Steppe à *Artemisia herba alba* ;
- Steppe à *Lygeum spartum*.

Les groupements à alfa dégradé sont peu exigeants du point de vue édaphique. Ils affectionnent les zones bien drainées, car ne supportent pas les terrains facilement inondables (Manière et Chamignon, 1986 in Haddouche, 2009).

La composition floristique de cette steppe est généralement bien venante durant les bonnes années pluvieuses. L'Alfa peut se trouver en association avec :

- Les graminées : représentées essentiellement par *Lygeum spartum* (Esennagh)
- Les chaméphytes : représentés par *Hammada scoparia* et *Hélianthemum hirtum*.
- Les psammophytes : représentés par *Thymelea microphylla* et *Noea microphylla* qui se trouvent dans des sols d'épaisseur variable et de texture sableuse.
- Les matorrals : distingués par des formations d'origine forestière, analogue à une garrigue ou à un maquis. Il y subsiste des reliques d'arbustes ou arbrisseaux forestiers tels que les chênes verts (*Quercus ilex*) et les genévriers (*Juniperus oxycedrus*).

IV. La faune

La faune de la région de Sud de Tlemcen est riche et variée, domestique et sauvage. La faune domestique est représentée surtout par les ovins, les bovins et les caprins.

Ces animaux constituent la principale source de vie pour la majorité des populations riveraines. La faune sauvage est assez variée ; ces animaux sont adaptés à la sécheresse et aux variations de température.

V. Etude socio-économique

V.1. La population

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

C'est pour cela et au même titre que Sidi Djilali et éventuellement El Gor, la commune d'El Aricha doit non seulement se préparer pour maintenir sa population sur place, mais également mettre en place toutes les commodités socio-économiques pour assurer un redéploiement des populations.

Tableau 27 : Evolution de la population pour les trois derniers R.G.P.H.

Communes	RGPH 1987	RGPH 1998	RGPH 2008
El Aricha	5820	51 00	7171
Sebdou	25203	35 83 6	40932
Sidi Djilali	7118	52 29	7155
El Gor	7268	77 54	8762
El Bouihi	7833	76 18	9021

Source : D.P.A.T, 2014

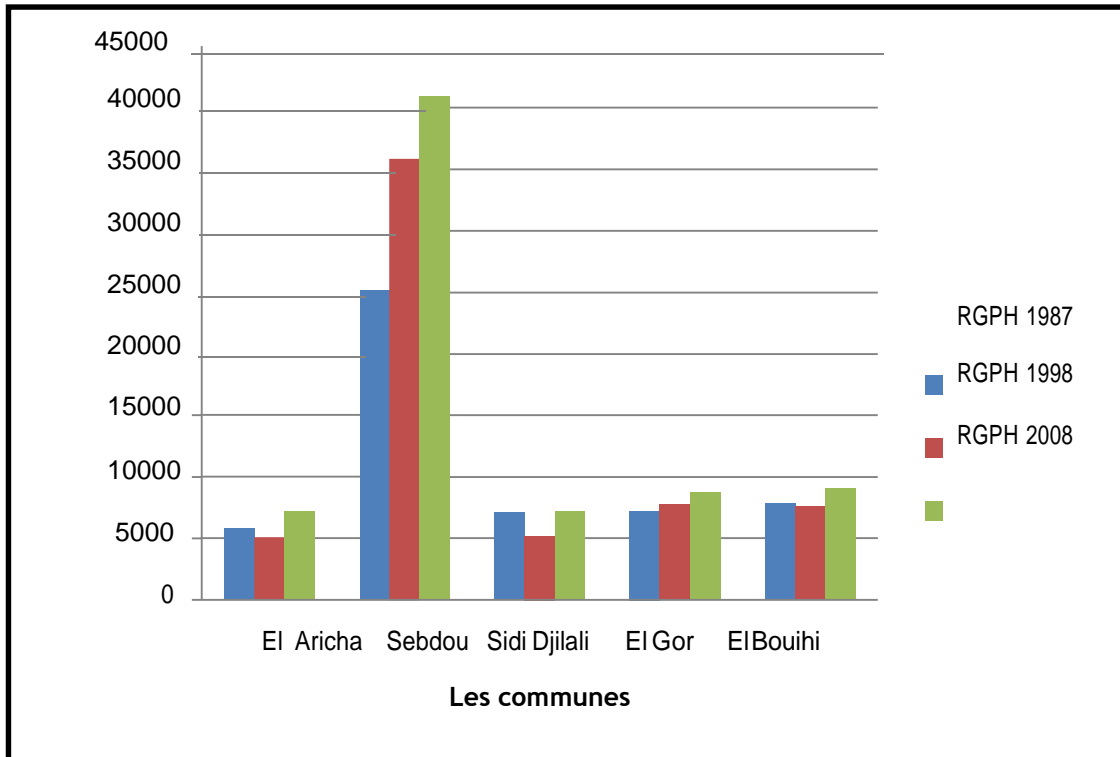


Figure 25 : Evolution de la population pour les trois derniers R.G.P.H.

V.2. Evolution de la population

Le recensement général de la population et de l'habitat de 2008 a déterminé une population de :

- El Aricha : 7171 personnes ;
- Sebdu : 40932 personnes ;
- Sidi Djilali : 7155 personnes ;
- El Gor : 8762 personnes ;
- El Bouihi : 9021 personnes.

On constate pour les trois derniers R.G.P.H. que l'évolution de la population pour les cinq (05) communes est beaucoup plus marquée pour la commune la plus peuplée (Sebdu) par rapport aux autres communes, ou il été remarqué une faible évolution. Ainsi, l'armature urbaine de la région steppique de la wilaya se distingue aujourd'hui par une répartition non équilibrée de la population sur l'ensemble de son territoire.

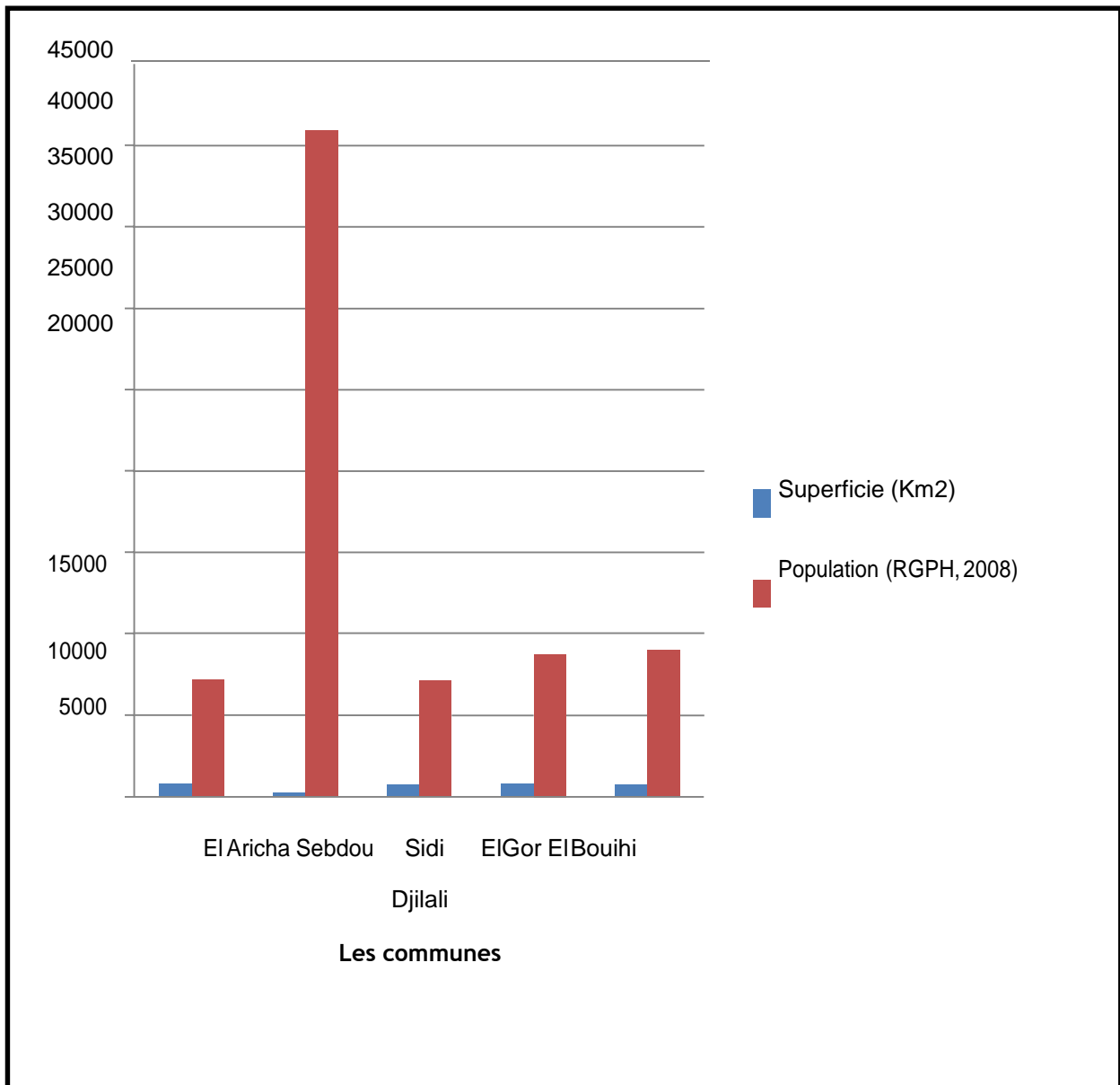


Figure 26 : Répartition de la superficie des communes de la Wilaya

V.3. Situation démographique

-Structure de la population par commune

La population de la zone d'étude est mal répartie d'une commune à l'autre. Elle est importante à la commune de Sebdou qui est respectivement de 40932 personnes en 2008 d'une part et faible à (El Aricha, Sidi Djilali, El Bouihi, El Gor) respectivement de 7171, 9021, 8762 et 7155 pour la même année. Cette hétérogénéité de la population des espaces rend les charges socio-économiques plus présentes sur la commune de Sebdou sur les autres communes.

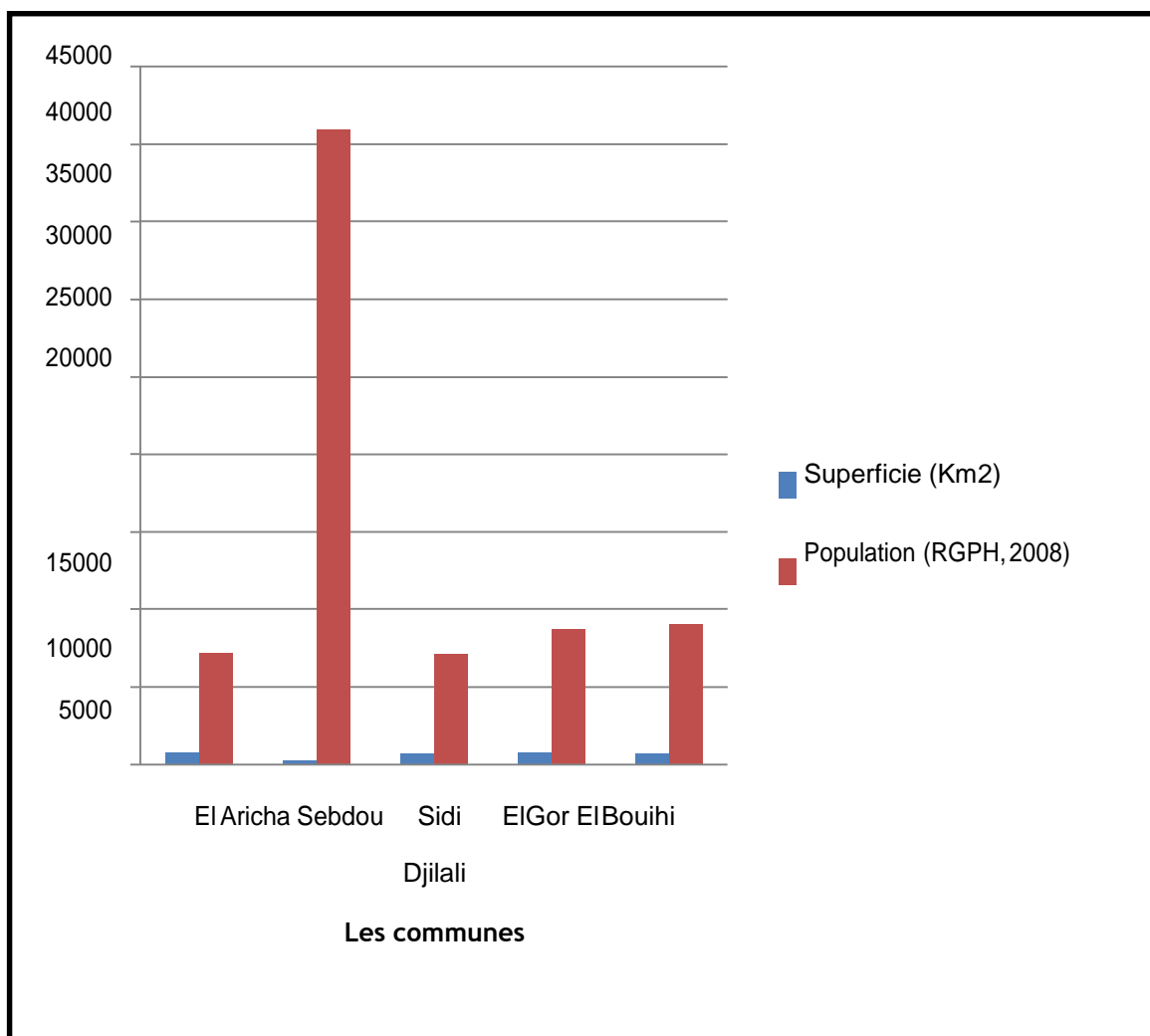


Figure 27 : Répartition de la superficie des 05 communes

Tableau 28 : Répartition de la population masculin par commune (année 2008).

Les communes	El Aricha	Sebdou	Sidi Djilali	El Gor	El Bouihi
0-4	363	1839	384	409	432
5-9	323	1554	239	302	371
10-14	379	183	316	397	388
15-19	324	1999	311	436	445
20-24	385	2118	333	527	483
25-29	351	2023	310	520	503
30-34	306	1692	309	470	403
35-39	220	1481	269	273	339
40-44	202	1300	210	207	253
45-49	131	885	141	113	184
50-54	105	903	139	166	173
55-59	78	685	94	156	126
60-64	67	471	82	96	92
65-69	73	393	57	116	64
70-74	47	289	39	62	46
75-79	33	224	33	30	42
80-84	17	118	17	24	26
85+	14	115	29	07	26

Source : D.P.A.T, 2014

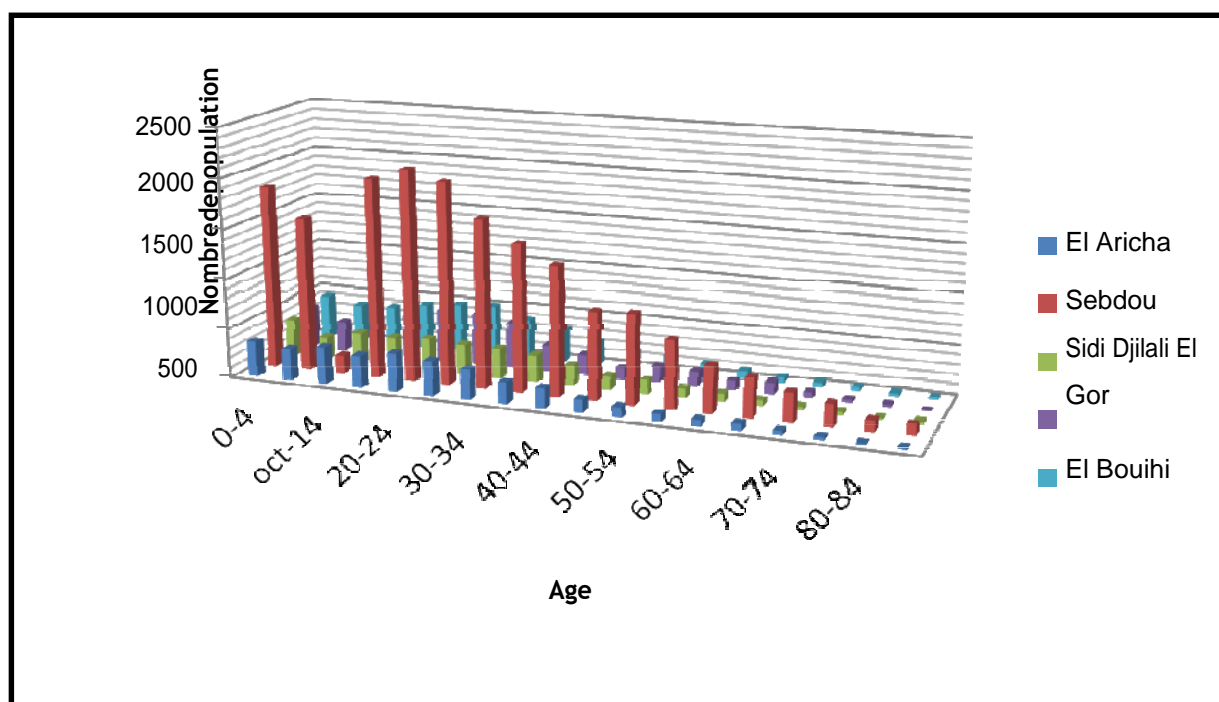


Figure 28 : Répartition de la population masculine par commune (année 2008).

Tableau 29 : Répartition de la population féminine par commune (année 2008).

Les communes	El-Aricha	Sebdou	Sidi Djilali	El-Gor	El-Bouihi
0-4	335	1900	304	388	414
5-9	297	1385	235	297	364
10-14	355	1718	325	389	406
15-19	325	1943	308	443	426
20-24	345	2162	367	477	448
25-29	351	2184	383	545	440
30-34	298	1749	303	400	389
35-39	214	1491	273	301	298
40-44	184	1266	253	213	280
45-49	126	900	128	141	206
50-54	111	907	159	174	180
55-59	79	627	101	113	126
60-64	58	486	66	95	81
65-69	67	428	75	101	95
70-74	51	293	54	63	69
75-79	23	213	50	43	47
80-84	18	142	20	27	25
85+	14	87	16	09	24

Source : D.P.A.T, 2014

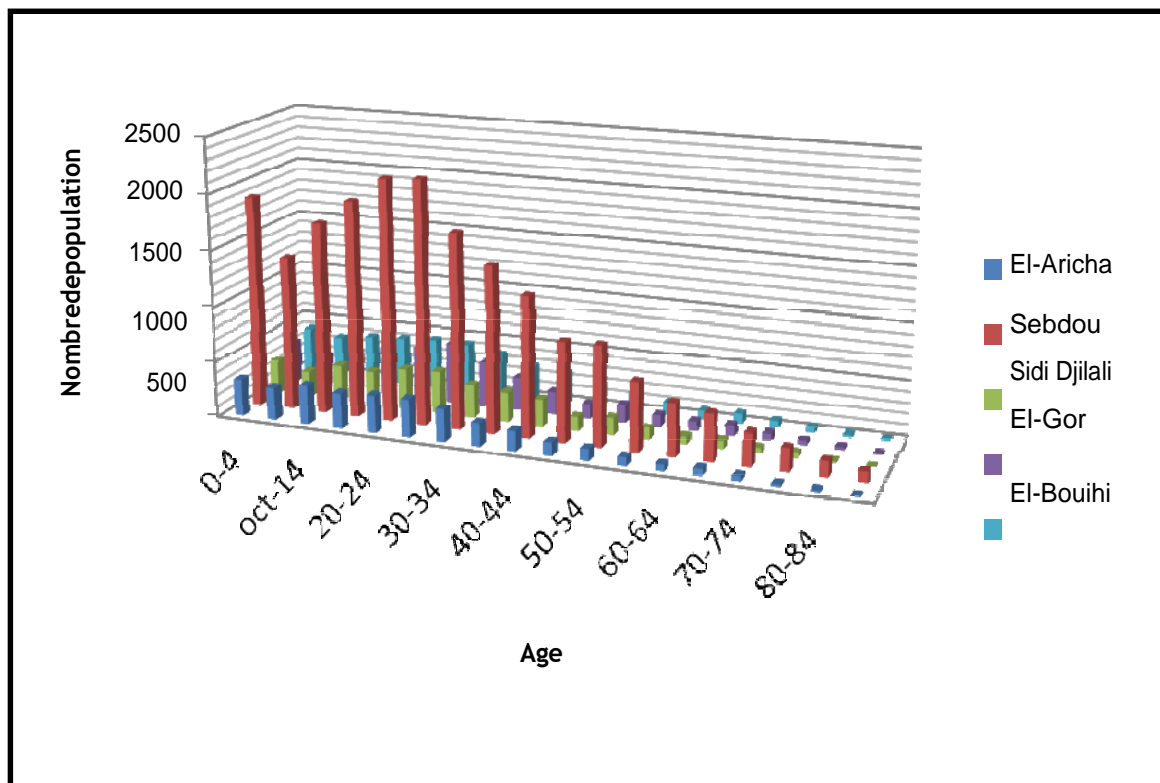


Figure 29 : Répartition de la population féminine par commune (année 2008).

La population infantile moins de 4 ans représente 9,72 % de la population totale des cinq (05) communes (El-Aricha, Sebdou, Sidi Djilali, El-Gor, El Bouihi). La tranche d'âge plus de 4 à 14 ans (approximativement la population en âge de scolarisation : primaire et moyenne), représente 17,39 % de l'ensemble des habitants de la zone d'étude. Les personnes du groupe d'âge de 15 ans à 64 ans qui sont sensés représenter la population active 67,17 % de la population totale. Les personnes âgés de 65 ans et plus, représentant la population retraitée, sont environ 5,07 % de l'ensemble de la zone d'étude. La population de moins de 14 ans et plus de 65 ans, appelée population dépendante, représente 32,34 % de la population totale. Elle est à la charge de la population active qui reste la plus importante dans cette région steppique (67,66%).

V.4. L'agriculture et l'agro pastoralisme

Selon Bourbouze et Gibon (1999) *in* Haddouche (2009), les années 1970-1980 ont été marquées, dans les pays du Maghreb, par les grandes politiques de sédentarisation des populations pastorales et de modernisation de l'agriculture dans les zones favorables. Selon Haddouche (2009), dans les zones arides et semi-arides, le passage du pastoralisme fondé sur la mobilité des troupeaux à l'agropastoralisme avec le développement progressif d'une agriculture intégrés est accéléré avec la mise en place des politiques de lutte contre les effets de la sécheresse qui ont permis le maintien d'un stock animal important durant les périodes de sécheresse grâce aux transferts de fourrages des zones favorables vers les zones arides.

V.4.1. La surface agricole utile

Pour l'agriculture, il est important de noter que le chiffre de la S.A.U déclaré par la Direction des Services Agricoles (D.S.A) de la wilaya de Tlemcen est sous estimé. A l'échelle de la wilaya, la S.A.U a connu une progression plus ou moins régulière.

L'homme prélève tout dans le milieu qui l'entoure pour ses besoins et ceux de son troupeau sans pour autant apporter en retour les actions qui permettent la préservation de la ressource naturelle. Le développement des activités agricoles exige à la fois l'amélioration des productions fourragères. Il ne peut être en aucun cas limité aux contours administratifs d'une commune, d'une wilaya et/ou d'une région donnée.

Cependant, certaines mesures peuvent être très efficaces si elles sont basées sur une connaissance effective du milieu et concrétisées progressivement dans le temps (Tableau 32).

Tableau 30 : Superficie des terres utilisées par l'agriculture (S.A.U)

Les communes	El-Aricha	Sebdou	Sidi Djilali	El-Gor	El-Bouihi
1989-1990	11000	8352	31500	29965	24400
1990-1991	11000	8362	31500	29965	24400
1991-1992	9000	8362	31000	28965	24400
1992-1993	9000	8152	31000	28965	24400
1993-1994	9000	8152	31000	28965	24400
1994-1995	9000	8152	31000	30100	24400
1995-1996	11000	8322	31200	30100	24400
1996-1997	15700	9102	10000	17000	19500
1997-1998	15700	9102	10000	17000	19500
1998-1999	15700	9102	10000	17000	19500
1999-2000	15700	9102	10000	17000	19500
2000-2001	15700	9102	10000	17000	19500
2001-2002	15700	9102	10000	17000	19500
2002-2003	15700	9102	10000	17000	19500
2003-2004	15700	9102	10000	17000	19500
2004-2005	15651	9102	10000	17000	19500
2005-2006	15700	8920	9885	16949	19500
2006-2007	15700	9102	10000	17000	19500
2007-2008	15700	9102	10000	17000	19500
2008-2009	15700	9102	10000	17000	19500
2009-2010	15700	9102	10000	17000	19500
2010-2011	25000	17437	41300	46000	44100
2011-2012	25000	17420	41300	46000	44100
2012-2013	25000	17437	41300	46000	44100

Source : D.S.A, 2014

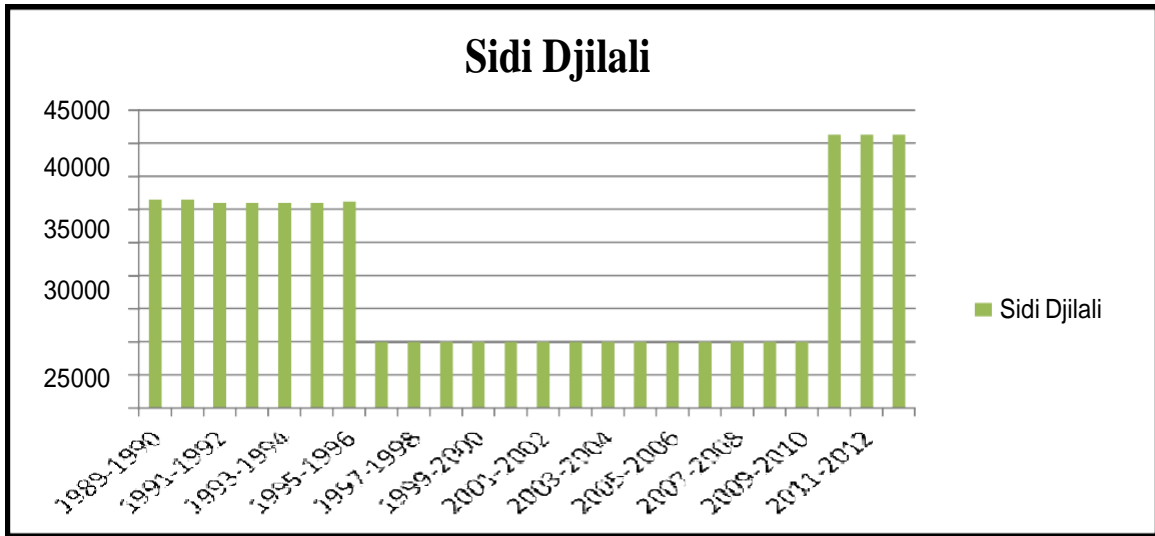


Figure 30 : Evolution de la S.A.U (en ha) de la commune de Sidi Djilali
(Source :D.S.A, 2014)

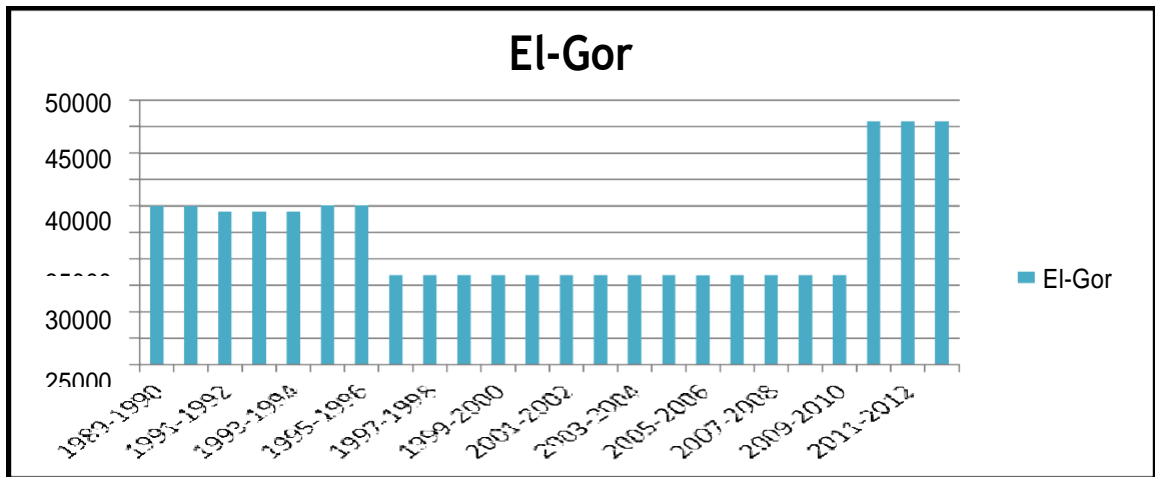


Figure 31: Evolution de la S.A.U. (en ha) de la commune de d'El Gor
(Source :D.S.A, 2014)

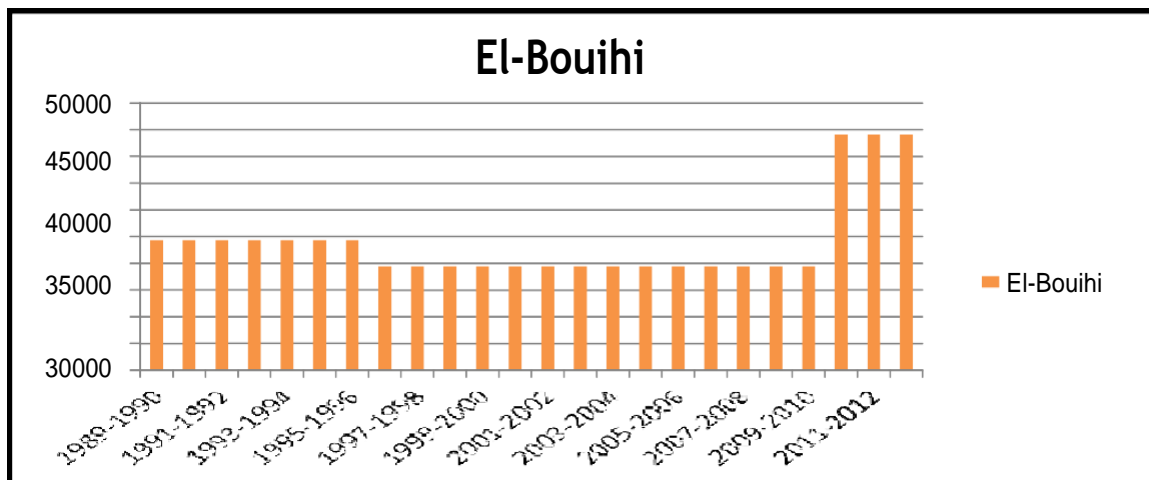


Figure 32 : Evolution de la S.A.U (en ha) de la commune de d'El Bouihi
(Source : D.S.A, 2014)

Durant la période (1989-1996) la surface agricole utile des trois communes Sidi Djilali, El Gor et El Bouihi est importante mais durant la période (1996-2010) on remarque que la S.A.U a diminué considérablement.

Les raisons de cette diminution se résument comme suit :

- Technologies non appropriés, recherche mal-conçue ou insuffisante ;
- Gestion inexistante ou mal adaptée ;
- Le maintien trop long de troupeaux sur une zone de parcours.

Les parcours en zones arides sont, par ailleurs, considérés comme des environnements non équilibrés. Le fonctionnement et la survie des systèmes pastoraux sous ces conditions sont dépendants de l'interaction complexe entre population, animaux, végétation et environnement physique.

V.4.2. La répartition générale des terres (ha) au 2013

Sur 172 961 ha des terres utilisées par l'agriculture 43 696 ha sont considérées comme improductives (terres non susceptibles d'être cultivée ou pacagées) ,48 152 ha sont utilisés comme parcours et pacages (D.S.A, 2014).

Les terres consacrées à l'agriculture (S.A.U) avec une superficie de 84 066 ha représentant 72,13 % de la superficie totale de la daïra. Le reste des terres comprenant les terres des exploitations forestières avec 29699 ha. Cette catégorie représente 16,59% de la superficie totale la daïra.

Tableau 31 : Répartition de la (S.A.T) de la zone d'étude

Communes	S.A.T	S.A.U	irriguée	Forêts et maquis	Parcours et pacages	Terres improductives	Terres-en repos
Sebdou	24269	17766	413	4999	8152	1504	3800
El Aricha	73692	25000	09	3700	9000	40492	5640
Sidi Djilali	75000	41300	49,5	21000	31000	1700	2902
Total	172961	84066	471,5	29699	48152	43696	12342

Source : D.S.A, 2014

V.4.3. Répartition de l'espace agraire

Sur 172961 ha des terres utilisées par l'agriculture 84066 ha constitue la superficie agricole utile (S.A.U) qui se ventilerait ainsi :

-Terres labourables qui comportent d'une part les terres au repos ou en jachère qui sont en régression mais demeurent importantes et couvrent en moyenne une superficie de 12342 ha et d'autres part les superficies des cultures herbacées qui représentent 17490 ha soit 36,39 % de la S.A.U.

-Cultures pérennes qui sont constituées par les plantations fruitières (en moyenne 972 ha, soit 1,15% de la SAU.

Tableau 32 : la répartition de la (S.A.U)

	Superficies (ha)	% S.A.U (réelle)	% S.A.T
Terres labourable	29832	35,49	17,27
Cultures herbacées	17490	36,39	10,11
Terres au repos	12342	14 ,68	7,14
Cultures pérennes	972	1,15	0,56
Plantations fruitières	972	1,15	0,56
Vignobles	-	-	-
Prairies naturelles	-	-	-
Total S.A.U	60636	72,13	35,06

Source: D.S.A, 2014

V.4.4. Les productions végétales

Tableau 33 : Les Superficies destinées aux productions végétales.

Commune	Sebd ou		El Aricha		Sidi djilali	
	Sup (ha)	Prod (qx)	Sup (ha)	Prod (qx)	Sup (ha)	Prod (qx)
Céréales	4200	53140	10000	136200	6950	96190
Légumes secs	10	100	–	–	–	–
Cultures Maraichères de primeur	–	–	–	–	–	–
Fourrages	400	18080	10	3300	20	800
Total herbacées	4610	71220	10010	139500	6970	96990
Pépins et noyaux	396	–	26	–	70	–
Viticulture	–	–	–	–	–	–
Agrumes	–	–	–	–	–	–
Total plantations	9616	142440	10036	139500	7040	96990

Source : D.S.A, 2014

La production végétale consiste essentiellement en céréales d'hivers qui occupent plus de 25,16 % de la S.A.U. Les céréales sont conduites en sec. La rotation céréales/jachère constitue la principale caractéristique du système de production.

Toutefois, la rotation biennale sur les mêmes parcelles céréales/ céréales reste importante et la sole céréalière est généralement partagée entre le blé dur, le blé tendre et l'orge.

La rotation triennale basée sur la succession céréales/fourrages où cultures maraichères est dominante.

Les cultures fourragères avec dominance d'avoine ne dépassent pas 0,5 % de la S.A.U. L'assolement biennal céréales/ jachère est le plus répandu et s'explique par l'importance de l'élevage surtout dans la commune d'El Aricha. La rareté d'eau a entraîné une diminution de l'arboriculture fruitière qui occupe environ 1,15 % de la S.A.U.

En ce qui concerne les productivités, il existe un écart important entre les rendements réalisés et les rendements potentiels. Ceci s'explique par un ensemble de problèmes et de contraintes spécifiques à la zone. En effet, la valorisation des potentialités de cette zone est limitée par les conditions climatiques, les techniques culturales pratiquées sur des terres en majorité en pente favorisant l'érosion, ainsi que les avaries tels que la gelée, et le Sirocco pouvant entraîner des dégâts allant jusqu'à la perte totale des récoltes. Cette valorisation aussi handicapée par la faible diversification des cultures.

V.4.5. Les systèmes d'élevage et répartition du cheptel

Des mutations profondes ont touché les systèmes d'élevage dans le milieu steppique de la zone d'étude, comme toute la steppe algérienne d'une manière générale. Avant, les déplacements des éleveurs se faisaient du Sud ou Nord en Été dit « ACHABA », et du Nord vers le Sud en hiver dit « AZABA » (Haddouche, 2009).

Comme l'Achaba a été presque détruite au cours de la colonisation et impossible après l'indépendance, il existe toujours du déplacement inégal relativement limité. Les semi-nomades pratiquant le pastoralisme non loin des agglomérations et à proximité des surfaces de cultures et des points d'eau aménagés par les pouvoirs locaux. Les déplacements saisonniers des troupeaux vers les pâturages sont réduits et obéissent à des règles et des considérations économiques (Haddouche, 2009).



Figure 33 : La Répartition du Cheptel par Communes en 2010

Tableau 34 : Répartition du cheptel par communes en 2013

Les communes	Ovins	Bovins	Caprins
El Aricha	38610	1130	1360
Sebdou	20100	1920	1360
Sidi Djilali	34280	870	1700
El Gor	33770	1335	1620
El Bouihi	53330	465	840

Source : D.S.A, 2014

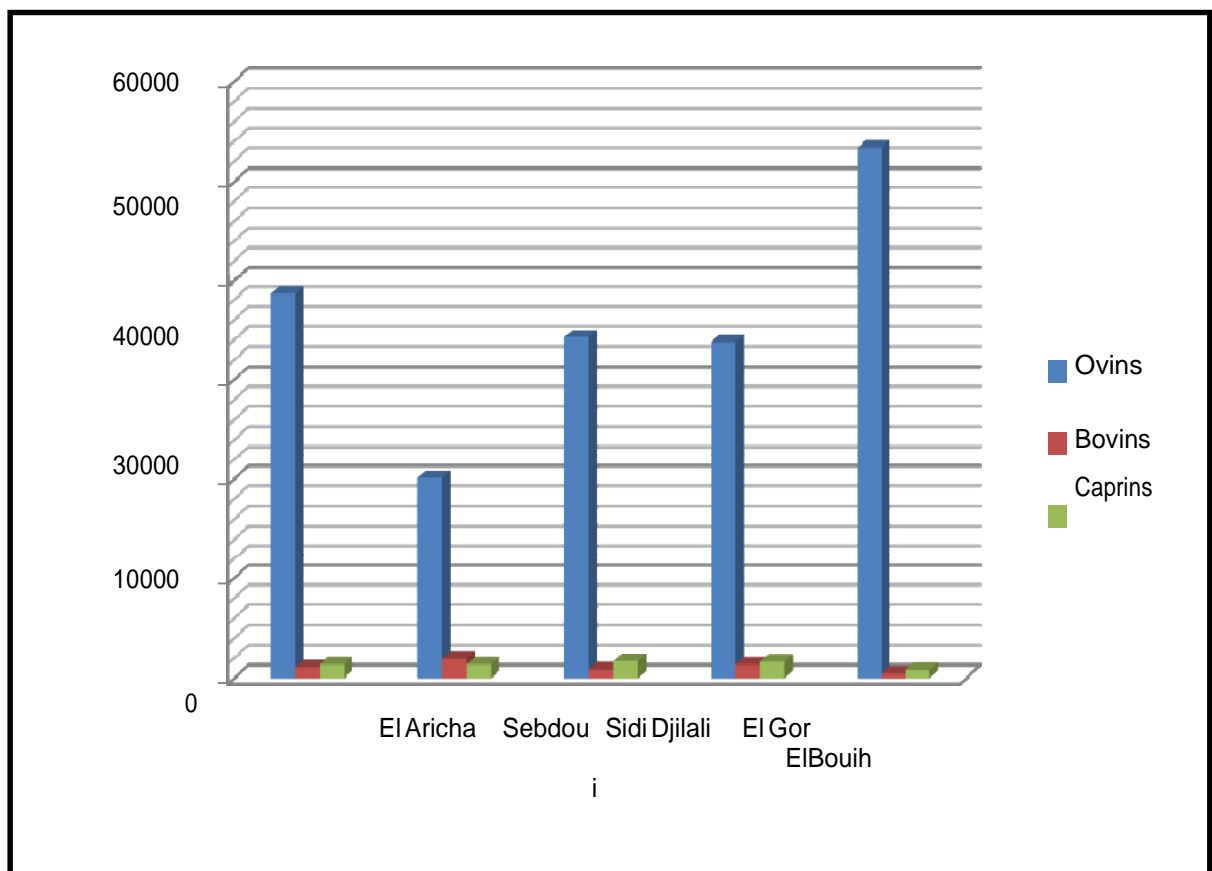


Figure 34 : La Répartition du cheptel par communes en 2013.

Le cheptel s’estime à 134207 têtes réparties par espèces des manières suivantes :

- Les Ovins.....121660 têtes ;
- Les Bovins..... 4792 têtes ;
- Les Caprins..... 7755 têtes.

A la répartition spatiale déséquilibrée et inégale de la population des communes s'ajoute le facteur « cheptel » qui est lui-même mal réparti sur les espaces géographiques, en particulier sur les terres de parcours.

V.4.6. L'indice de charge

La croissance du cheptel steppique a eu des conséquences néfastes sur les parcours. L'un des spécialistes qui a beaucoup travaillé sur ces territoires a affirmé que « la capacité de charge de la steppe algérienne n'est plus que $\frac{1}{4}$ » (Houérou, 1985 *in* Haddouche, 2009). « Dans une grande partie de la steppe, le surpâturage constitue l'action la plus dévastatrice sur la végétation pérenne et le principal facteur de désertification durant les deux dernières décennies » (Aidoud, 1994).

Selon Badrani (1994) *in* Haddouche (2009), les causes de la forte croissance du cheptel steppique sont liées à :

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

Après avoir calculé le « Shepp Equivalent cheptel » * en mouton de tout le cheptel existant dans les parcours de ce milieu steppique (tableau N°40), il ressort que la charge animale actuelle dans cette région est très loin de celle acceptable et suggère par Le Houérou en 1985 (01 mouton pour 4 ha) (Haddouche, 2009).

Alors, selon Couderc (1974), une étude de Yaardes (1974) *in* Oulhaci (2011) donnait pour 1970-1971 une charge moyenne annuelle de 1 ovin pour 2,34 ha dans la steppe algérienne (Haddouche, 2009).

Tableau 35 : Shepp-équivalent cheptel.

Les communes	Sebdou	El Gor	El Aricha	El Bouihi	Sidi Djilali
1989-1990	39698	42853	55543	46545	48954
1990-1991	38251	43226	55747	47575	50693
1991-1992	34504	65753	55534	58986	65669
1992-1993	30574	42011	52272	55039	42060
1993-1994	34978	61398	59963	52746	51142
1994-1995	38469	53854	54678	44696	56773
1995-1996	38008	53950	56997	49682	49168
1996-1997	19771	46236	42955	49841	49168
1997-1998	22997	39848	54529	58853	58912
1998-1999	23940	42786	53837	41687	34574
1999-2000	23440	31779	39752	32537	29580
2000-2001	18555	23372	29962	33172	23760
2001-2002	21838	24393	30616	32287	25347
2002-2003	19981	26223	31440	32882	25109
2003-2004	18747	26827	25767	25933	27866
2004-2005	17263	21054	17951	23864	25165
2005-2006	19817	20382	23239	26136	25264
2006-2007	20064	20357	18417	16236	24003
2007-2008	22275	26599	28489	22181	25984
2008-2009	24225	28842	29466	24019	26630
2009-2010	23504	29850	36234	22981	32177

Source : D.S.A, 2014

Une vache = 3,62 moutons ; une chèvre = 0,74 mouton. (Source : LABUSSERE et al, 2007 in HDDOUCHE, 2009).

* *Shepp Equivalent cheptel* : L'équivalent du cheptel en espèce mouton

A son tour le pastoralisme est considéré comme la principale activité économique de la région mais connaît aujourd'hui de graves problèmes en raison de la sécheresse des dernières années et de la dégradation des parcours causée par les effets de surpâturage. Les années de sécheresse qui ont sévi durant les deux dernières décennies ont entraîné un bouleversement dans la conduite du cheptel.

En effet on assiste à une intensification du mode de conduite. Le cheptel reste surplace et la majorité de l'alimentation est achetée. Cette intensification qui constitue l'ultime solution aux problèmes d'alimentation et de sauvegarde du cheptel nécessite des disponibilités financières assez importantes.

CHAPITRE IV

METHODOLOGIE ADOPTE



I. Approche de suivi la dynamique de la végétation

La description des changements de la structure des systèmes écologiques et des liens entre ces derniers permet d'évaluer l'évolution des paysages, ce qui constitue une nécessité pour définir des modes de gestion nouveaux ou de les améliorer dans une optique de durabilité à la fois environnementale et économique. La végétation constitue l'un des indicateurs fondamentaux des conditions écologiques (Godron, 1965 ; Long, 1974 ; Phipps *et al.*, 1986). La végétation est immédiatement perceptible ausol et fréquemment utilisée pour la description de la mosaïque des paysages (Loireau et d'Herbès, 1994).

Très utile dans la compréhension des changements observés dans les écosystèmes et les paysages, la dynamique de la végétation est souvent abordée par l'approche dite synchronique, basée sur les séries de végétation au sens de Cléments (1916) et celle basée sur les méthodes chrono-séquentielles utilisées depuis la fin du XIX siècle (Aidoud-Lounis, 1984, Johnson & Miyanishi, 2008). La végétation évoluerait par stades successifs, en passant de structures simples vers des structures plus complexes (Guinochet, 1973).

Selon cette approche et sur une base phytosociologique, la dynamique des communautés végétales steppiques en Algérie a été décrite par plusieurs auteurs (Le Houérou, 1969 ; Djebaili, 1978; Aidoud-Lounis, 1997 ; Kadi-Hanifi, 1998; Aidoud *et al.*, 2006). La mosaïque qui en découle forme le « complexe Alfa-Armoise-Sparte» (Aidoud-Lounis, 1984). Ce dernier auteur adressé dans le Sud-Oranais, un modèle dynamique prédictif définissant les stades de régression observés à partir de la steppe à *Stipa tenacissima* entant que stade dominant historique indigène (*sensu* Aronson *et al.*, 1995). La deuxième approche, dite par «surveillance continue», ne se fait en général qu'en sites permanents. Le suivi à long terme dans le Sud-Oranais a permis de vérifier une grande partie du modèle précédent (Aidoud et Touffet, 1996; Slimani *et al.*, 2010). Une approche intermédiaire, objet du présent travail, est dite diachronique et permet un suivi à la fois spatial et temporel des changements de la végétation à long terme à l'échelle du paysage (Finlayson et Mitchell, 1999).

A travers cette étude, nous avons essayé de montrer d'une part, le potentiel de l'utilisation de la télédétection et du système d'information géographique pour la caractérisation de l'état de couvert végétal et son évolution spatio-temporelle à partir des traitements effectués sur une série d'images satellitaires de :

LANDSAT TM5 et LANDSAT OLI8.

D'autre part, de mettre à la disposition des utilisateurs potentiels et des décideurs les informations sur l'état de l'environnement et les ressources naturelles de ces zones, via la mise en place d'un prototype intégré dans un système d'information géographique. Le prototype ainsi développé est basé sur le principe du double prototypage. Le système sera un outil d'aide à la décision, utile pour la gestion des phénomènes naturels, et plus particulièrement de suivre le dynamisme de dégradation du couvert végétal dans le sud de Tlemcen.

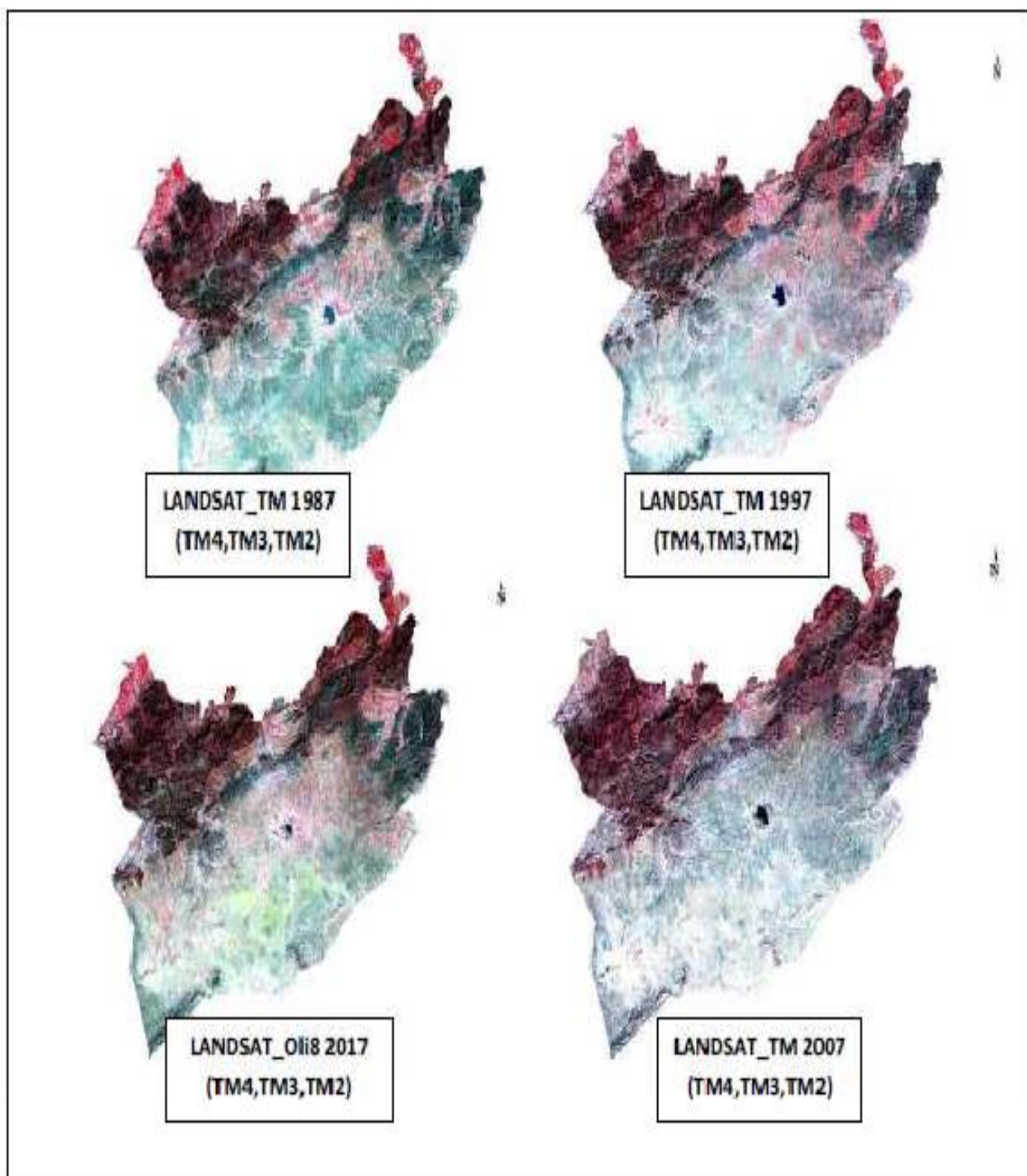


Figure 35 : Prototypé de la zone d'étude de la saison printanière

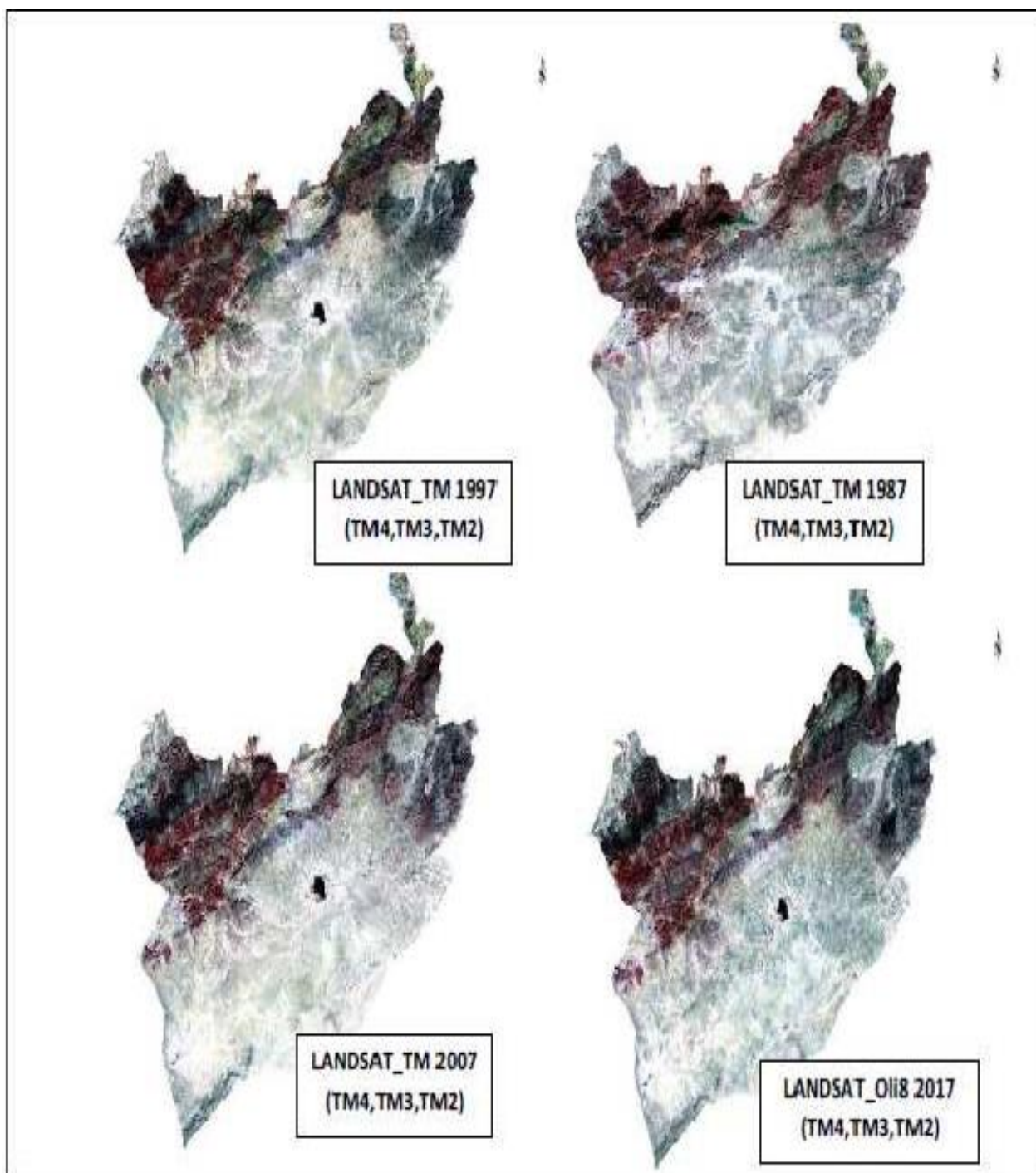


Figure 36 : Prototype de la zone d'étude de la saison estivale

II.1. Calcul du NDVI, du TSAVI et classification

Pour notre contribution ; nous avons calculé l'indice de végétation normalisé pour les quatre scènes sélectionnée couvrant la zone d'étude. L'indice de végétation par différence normalisé, appelé aussi NDVI est construit à partir des canaux : rouge (R) et proche infra-rouge (PIR). L'indice de végétation normalisé met en valeur la différence entre la bande visible du rouge et celle du proche infrarouge selon la formule suivante : $NDVI = (PIR - R) / (PIR + R)$. Cet indice est sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation. Les valeurs du NDVI sont comprises entre (-1 et +1), les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme la neige, l'eau ou les nuages pour lesquelles la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge. Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le NDVI présente des valeurs proches de 0. Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs de NDVI positives, généralement comprises entre 0,1 et 0,7. Les valeurs les plus élevées correspondant aux couverts les plus denses (Rouse and Haas, 1973 ; Tucker, 1979). L'Indice NDVI permettant de générer une image affichant la couverture végétale (biomasse relative). Il est utilisé dans le monde entier pour surveiller la sécheresse, contrôler et prévoir la production agricole, aider à la prévention des incendies et cartographier la désertification. L'indice NDVI est privilégié pour l'observation globale de la végétation car il permet de compenser les changements de conditions d'éclairage, de pente de surface, d'exposition et d'autres facteurs exogènes (Lillesand, 2004). La réflexion différentielle dans les canaux rouge et infrarouge (IR) permet de contrôler la densité et l'intensité de la croissance végétale à l'aide de la réflectivité spectrale du rayonnement solaire. Les feuilles vertes affichent fréquemment une meilleure réflexion dans la plage de longueur d'onde proche infrarouge que dans les plages de longueur d'onde visibles (Lillesand, 2004). Après génération des cartes NDVI pour l'ensemble de la zone d'étude, une classification supervisée de maximum de likelihood a été appliqué.

Le classificateur à maximum de vraisemblance est l'une des méthodes de classification les plus populaires en télédétection, dans laquelle un pixel ayant le maximum de vraisemblance est classé dans la classe correspondante.

La vraisemblance est définie comme la probabilité postérieure d'un pixel appartenant à la classe k. La méthode du maximum de vraisemblance présente un avantage du point de vue de la théorie des probabilités, mais il faut faire attention aux points suivants. Il faut échantillonner suffisamment de données de vérité terrain pour permettre l'estimation du vecteur moyen et de la matrice de variance-covariance de la population. La matrice inverse de la matrice de variance-covariance devient instable dans le cas où il existe une corrélation très élevée entre deux bandes ou si les données de vérité terrain sont très homogènes. Dans de tels cas, le nombre de bandes doit être réduit par une analyse en composantes principales. Lorsque la distribution de la population ne suit pas la loi normale, la méthode du maximum de vraisemblance ne peut être appliquée (Japan Association of Remote Sensing, 1996).

L'investigation sur le terrain est nécessaire pour réaliser une classification supervisée des images de télédétection. Pour cela, lors des sorties sur le terrain ; dix-neuf points de vérification ont été choisis pour la validation de notre classification. Ces points de vérification devaient être représentatifs d'une classe d'occupation du sol et avoir une surface suffisante pour être repéré sans ambiguïté sur l'image. Cette mission consiste à vérifier et à valider les résultats cartographiques avec la réalité du terrain. Ce qui nous permet d'estimer la précision des cartes réalisées et aussi de corriger les caractéristiques des différentes classes.

Le second indice utilisé dans notre interprétation est le TSAVI. Le SAVI est un indice hybride entre le NDVI et le PVI. Sa formule ressemble à la suivante :

$$\text{SAVI} = \left(\frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red} + L} \right) \cdot (1 + L)$$

"L" est un facteur de correction dont la valeur dépend du couvert végétal. Pour un couvert végétal totalement fermé, il vaut zéro et le SAVI est alors équivalent au NDVI. Pour un couvert végétal très faible, il vaut 1. Huete (1988) suggéra que la valeur de 0.5 soit utilisée quand le type de couvert végétal était inconnu, puisque 0.5 représente un couvert végétal moyen.

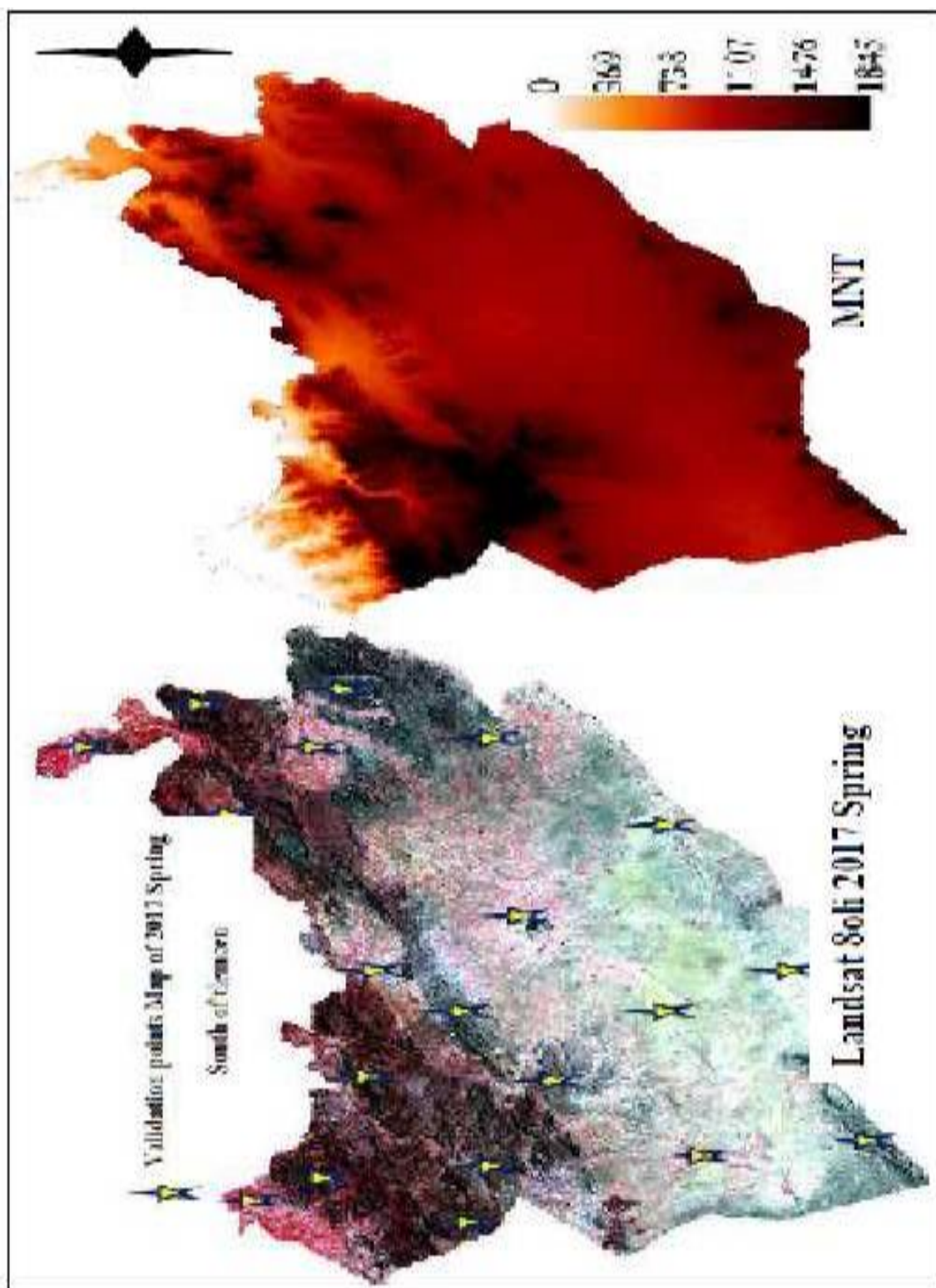


Figure 37 : points de vérification sur terrain de la zone d'étude

II.2. Approche méthodologique

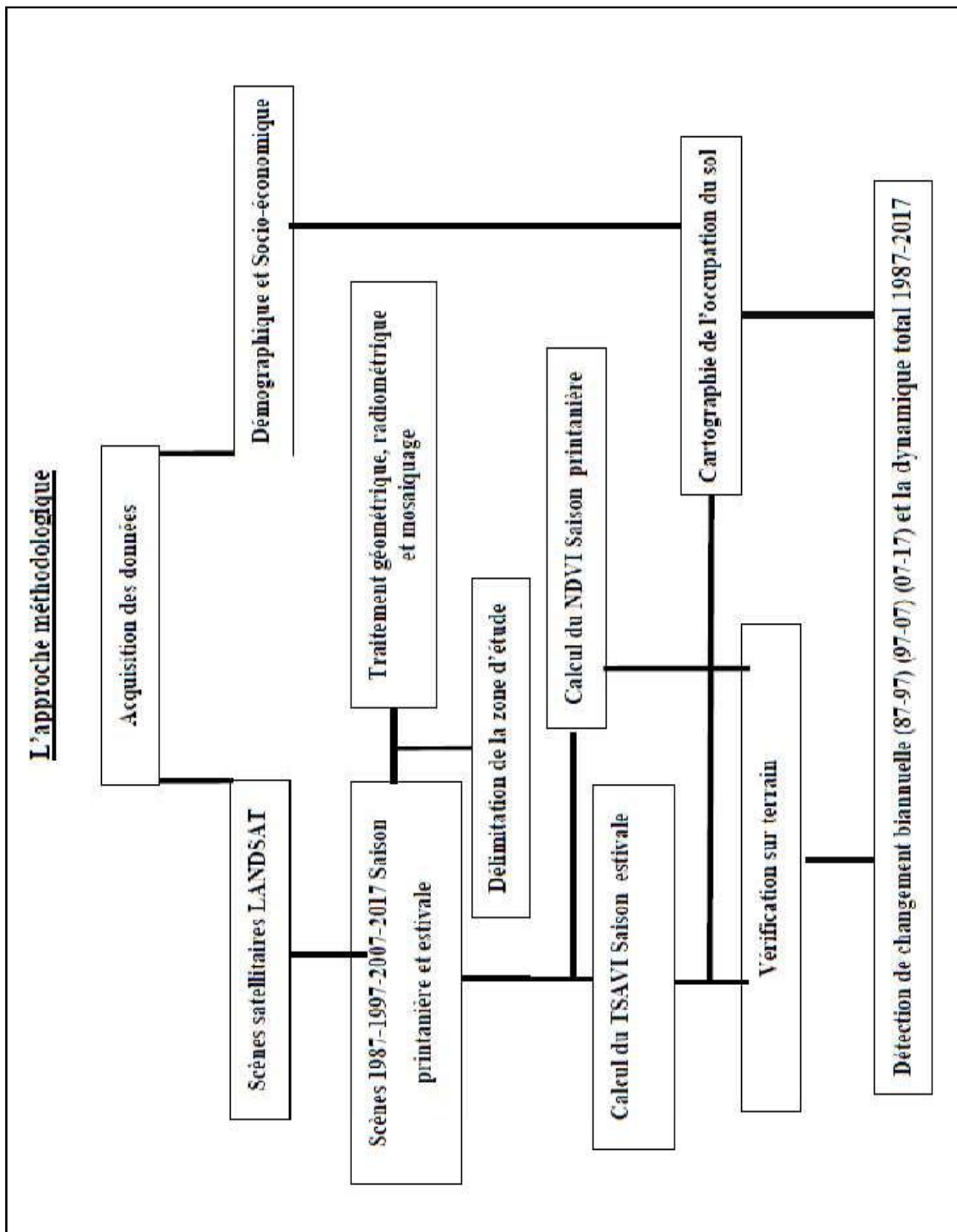


Figure 38 : Approche méthodologique

II.3. Caractéristiques des scènes utilisées

Tableau 36 : caractéristiques des scènes utilisées :
(b : Band.R : Rouge.V : Vert.B :Bleu.PIR : Proche Infrarouge)

	Scène 1	Scène 2	Scène 3	Scène 4
Capture	Landsat TM5			Landsat OLI8
Taille du Pixel (m)	30X30			
Bandes Spectrales	7	7	7	11
Surface (Km)	185X1 85			
Composition colorée en trichromie (RVB)	R : b4-PIRV : b3-RB : b2-B			R : b5-PIR V : b4-RB : b3-B
Date d'acquisition	1. 12/06/1987 2. 12/06/1987 3. 03/06/1987 4. 19/06/1987	1. 17/06/1997 2. 17/06/1997 3. 10/06/1997 4. 26/06/1997	1. 16/06/2007 2. 16/06/2007 3. 27/06/2007 4. 27/06/2007	1. 17/06/2017 2. 17/06/2017 3. 26/06/2017 4. 26/06/2017

PARTIE III

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE V

RESULTATS

I. Occupation du sol par exploitation des scènes satellitaires

I.1. Interprétation des valeurs d'indice de différence de végétation normalisée (NDVI).

Le résultat d'un NDVI prend la forme d'une nouvelle image, la valeur de chaque pixel étant comprise entre 0 (sol nu) et 1 (Couvert végétal maximal). C'est l'analyse de la palette de nuances s'étendant entre ces valeurs extrêmes (Très peu fréquentes) qui renseigne l'observateur sur la densité du couvert végétal et la quantité de biomasse verte.

Les quatre cartes obtenues à partir des scènes satellitaires de « 1987, 1997, 2007 et 2017 » prises en saison printanière soumises au traitement par l'indice de végétation par différence normalisé (NDVI) montrent un maximum et un minimum d'activité chlorophyllienne. Les valeurs du NDVI s'étendent entre « -0,5 à 0,89 » ; les fortes valeurs sont représentées par des nuances de la couleur verte qui est associée à une forte densité de feuillage des plantes et les faibles valeurs sont illustrées par des nuances de la couleur blanche ce qui est révélateur d'une régression de la couverture végétale entre les quatre dates recueillies. (Figure 46).

Le NDVI enregistré nous permet d'identifier facilement la couverture végétale à partir des valeurs supérieures à 0.05 qui se localisent dans le nord-est et le nord-ouest réunissant les communes : Beni Boussid, Beni Snous, Azail, Sebdou, Beni Smail et Ain Tellout, Elles contingentent généralement sur les massifs forestiers de la région d'étude dont leurs valeurs varient entre 0.33 et 0.89 (Figures). Elles nous indiquent la présence d'un couvert forestier dense composé essentiellement de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et de chêne vert (*Quercus ilex*).

On remarque que les scènes satellitaires 1997 et 2017 ont été marquées par un NDVI plus élevé dans les mêmes zones (Notamment les communes : Beni Bousid, Beni Snous, Azail et Sebdou, Beni Smail et Ain Tellout) par rapport aux valeurs des périodes 1987 et 2007 traduites une augmentation de l'activité chlorophyllienne indiquant la présence d'un couvert végétal dense.

Les bases altitudes montrent une forte diminution de cet indice qui s'étend entre 0,26 et 0.33 regroupant les communes situées au sud de la région (Bouihi, Sidi Djilali, El-Aricha et El Gour).

Leur massif forestier est dans un état de dégradation avancée ou figurait des matorrals de reliques de Pin d'Alep. Cette régression se distingue encore par des forêts et taillis sombres, des pelouses herbeuses et des prairies sèches. Il constitue une succession régressive due au passage récurrent du feu, correspondant généralement à un écosystème forestier dégradé, parfois à un ré-embroussaillage d'anciennes pâtures ou de terres cultivées laissées à l'abandon.

En revanche, les communes citées antérieurement ont montré une faible NDVI durant la scène 2007 par rapport aux valeurs enregistrées au cours des scènes satellitaires 1987,1997 et 2017. Ceci peut confirmer la dégradation de ce massif forestier par l'incendie qui a frappé son écosystème durant la décennie noire.

Les nappes alfatières dégradées qui sont localisées à proximité des massifs forestiers signalés précédemment ont procuré une valeur de l'ordre de 0.05 et 0.26. Ceci est dû aux effets antropozoogènes. Au centre de ce secteur, On observe en même temps une dégradation de la végétation, le long des couloirs des vents affectant les sols peu profonds et les couches sableuses. Toutes les valeurs négatives comprises entre (-0,1 et -0,5) de cet indice représentent les sols humides tels que la Sebka et indiquant l'existence de réseaux routiers et d'agglomérations.

A travers les 04 scènes satellitaires, les valeurs positives de NDVI représentent en premier lieu les cultures irriguées et la végétation dense telle que les mises en valeurs, les matorrals et enfin les parcours steppiques. Les valeurs nulles ou négatives représentent le sable, le sol nu et les dépressions fermées (Sebka).

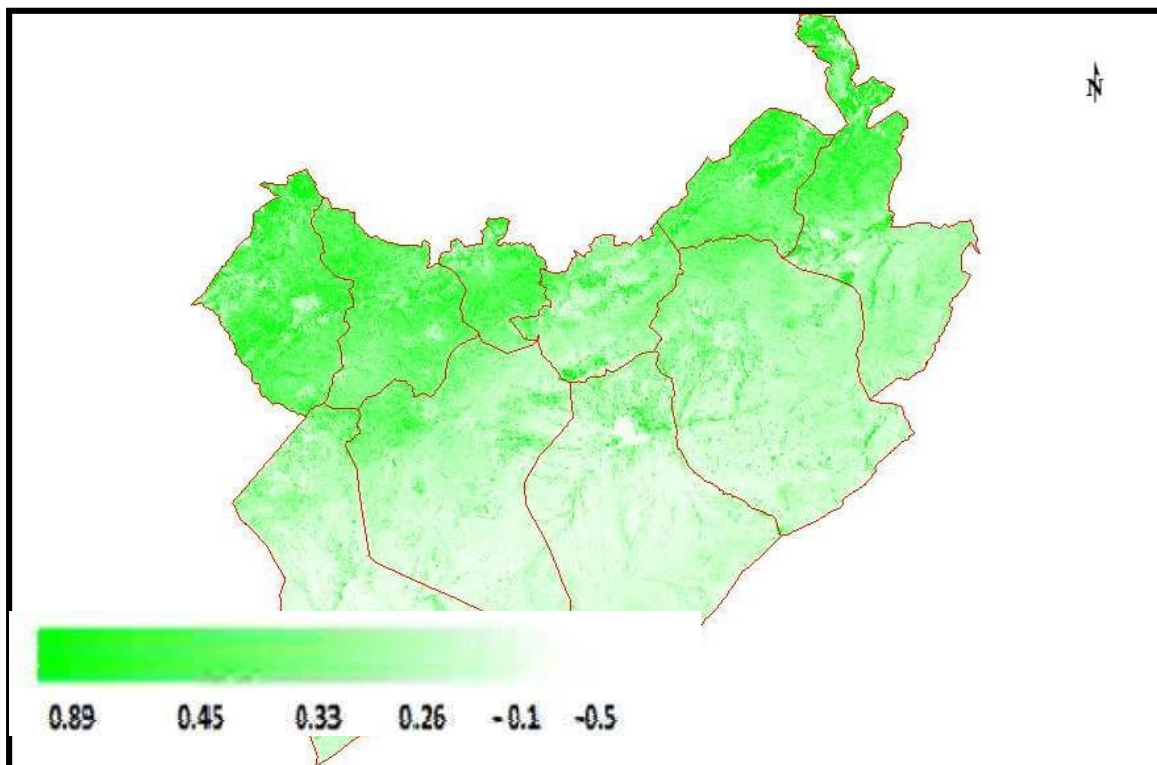


Figure 39 : Variation de l'indice de NDVI de 1987 de la zone d'étude

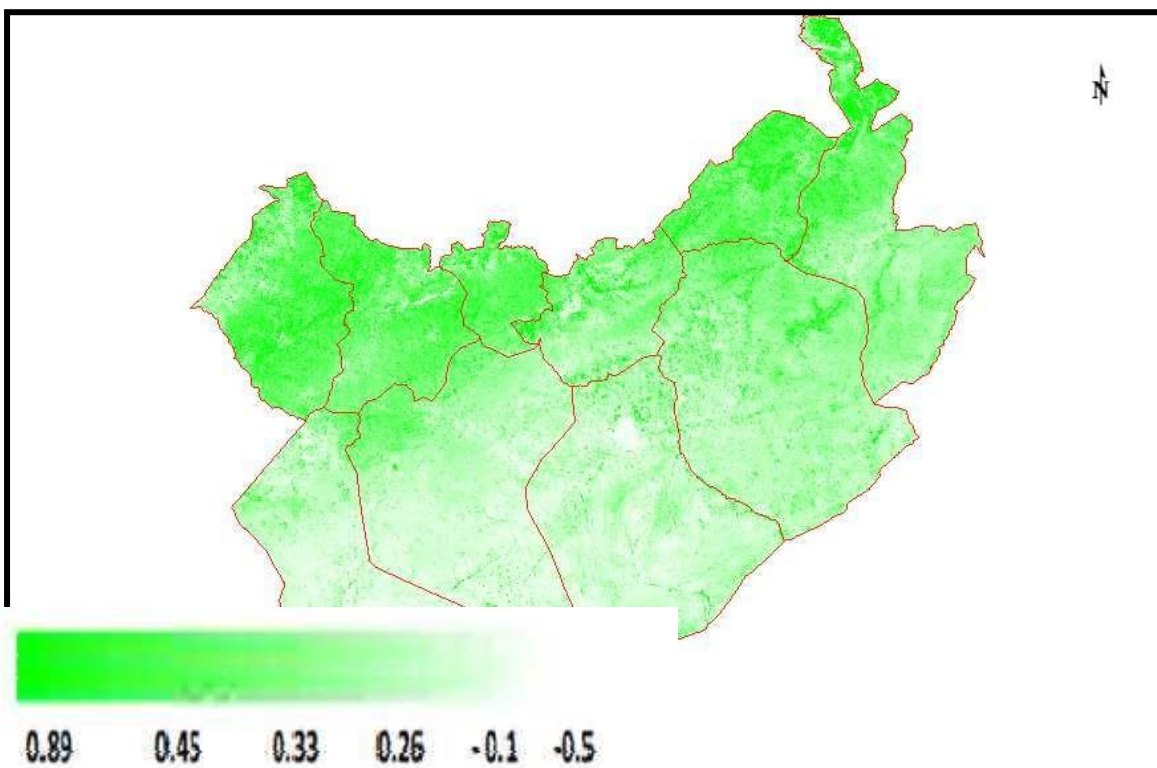


Figure 40 : Variation de l'indice de NDVI de 1997 de la zone d'étude

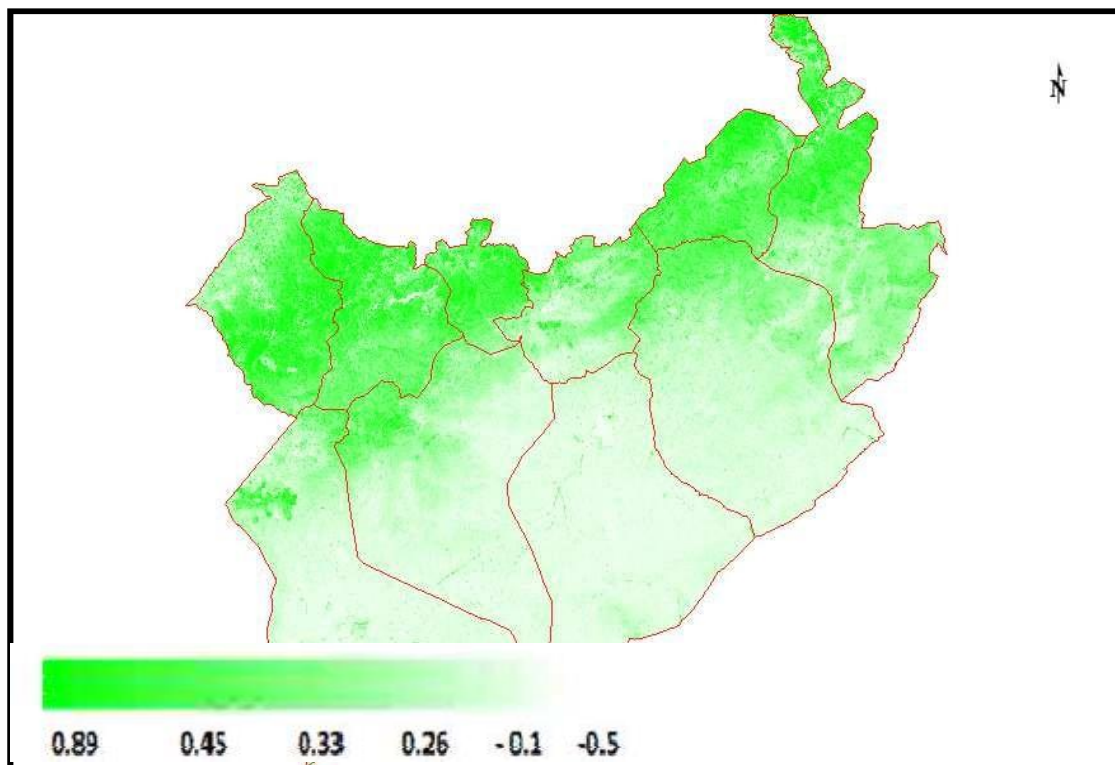


Figure 41 : Variation de l'indice de NDVI de 2007 de la zone d'étude

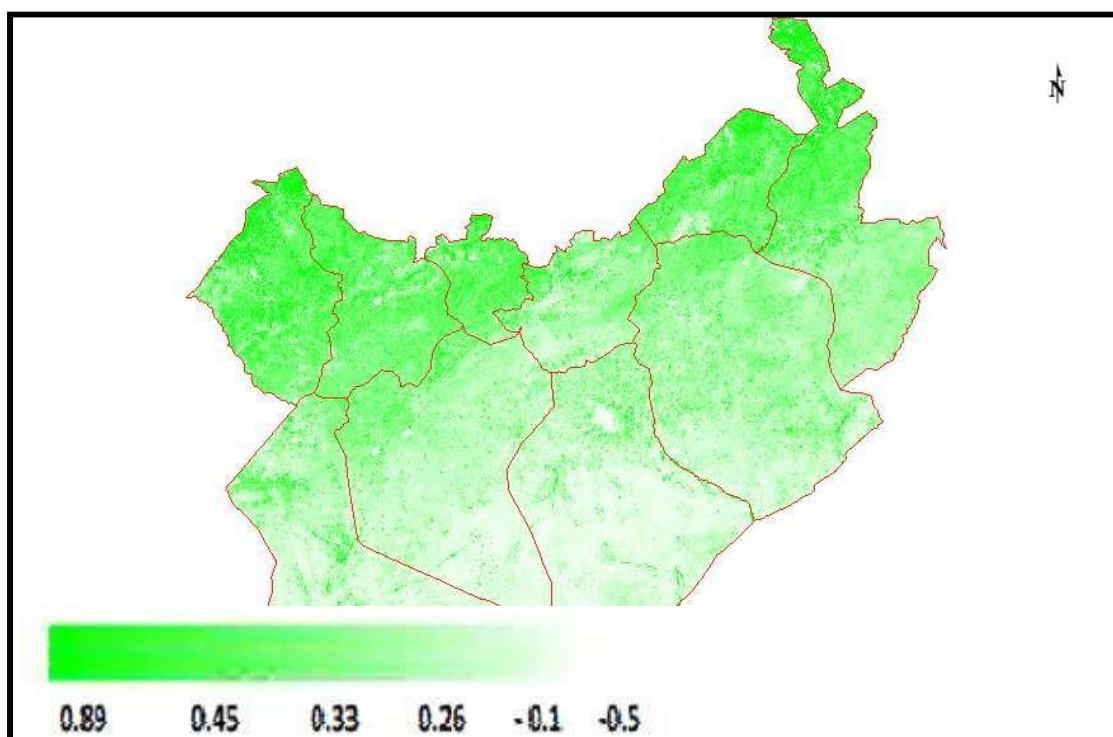


Figure 42 : Variation de l'indice de NDVI de 2017 de la zone d'étude

I.2. Interprétation par indice transformé de végétation ajusté pour le sol TSAVI

Les quatre cartes obtenues à partir des scènes satellitaires de « 1987, 1997, 2007 et 2017 » prises en saison estivale soumises au traitement par l'indice indice transformé de végétation ajusté pour le sol TSAVI montrent un maximum et un minimum taux de recouvrement des sols par la végétation. Les valeurs du TSAVI oscillent entre « -1,4 à 0,9 », les fortes valeurs sont configurées par des carnations de couleur verte claire associées à une forte densité du feuillage du couvert végétal, les faibles valeurs par des carnations de couleurs verte-noir requérant un faible ajustement du sol par le couvert végétal et des valeurs moyennes illustrées par des carnations de couleur verte foncée.

Le TSAVI enregistré nous a permis de classer les valeurs de l'image TSAVI en quatre classes, pour un résultat plus précis, avec des intervalles égaux (choix pouvant être redéfinis) et on reclasse avec des valeurs 1, 2, 3 et 4.

1 : Représente la valeur la plus faible du SAVI (valeur négative vers -1 dont la réponse de la végétation n'est pas existante).

2 : Les valeurs les plus fortes (valeur positive vers 0,25 dont la valeur de la végétation est élevée).

3 : Les valeurs moyennes (valeur positive vers 0,5 dont la valeur de la végétation est présentée mais de moins proportion).

4 : Les autres valeurs sont les nuances du SAVI.

Les valeurs les plus fortes du TSAVI attestent un taux positif vers 0,25 dont le taux de recouvrement de la végétation est élevée réunissant les communes de Beni Bousid excepté sa partie Nord ouest, Beni Snous, Beni Bousid, Azail, Sebdou, Beni Smail et Ain Tellout en excluant sa partie Nord et Nord ouest.

Les valeurs positives vers 0,5 dont le taux de la végétation est présentée mais de moins proportion recouvrant la partie mitoyenne des communes citées ultérieurement en notant la partie nord des communes de Sidi Djillali et El Gour.

La valeur la plus faible vers -1 (négative) dont la réponse de la végétation n'est pas existante regroupant les communes situant au sud (El Aricha, Sidi Djillali, El Gour et Sebdou).

A travers les 04 scènes satellitaires, on constate que le taux du TSAVI montre une progression ascendante de végétation en passant du nord vers le sud indiquant au nord la présence d'un couvert végétal propre dont son feuillage est dense composé essentiellement de Pin d'Alep et de Chêne vert requérant ainsi une corrélation de l'effet du sol sur les végétations peu couvrantes toutefois une végétation claire et parfois dispersé au sud marquée par le sous bois composé d'arbustes, arbrisseaux et de chamaéphytes variés, l'alfa est présente en particulier dans les clairières ; Les matorrals : distingués par des formations d'origine forestière, analogue à une garrigue ou à un maquis. Il y subsiste des reliques d'arbustes ou arbrisseaux forestiers tels que les chênes verts (*Quercus ilex*) et les genévriers (*Juniperus oxycedrus*)

Cependant, les périodes, 1987, 2007 et 2017 montrent une stabilité de leur TSAVI par rapport de la période 1997. Ceci peut définir tantôt la richesse floristique bienveillant du couvert végétal qui n'a subi aucun changement du couvert végétal tantôt il est dû aux facteurs écologiques qui influent le plus sur la végétation ; on trouve les conditions climatiques associées aux conditions anthropiques et édaphiques. Dans sa très grande majorité, il est menacé par les conditions biotiques, et notamment la pression du cheptel, les incendies et la mauvaise gestion des parcours steppiques.

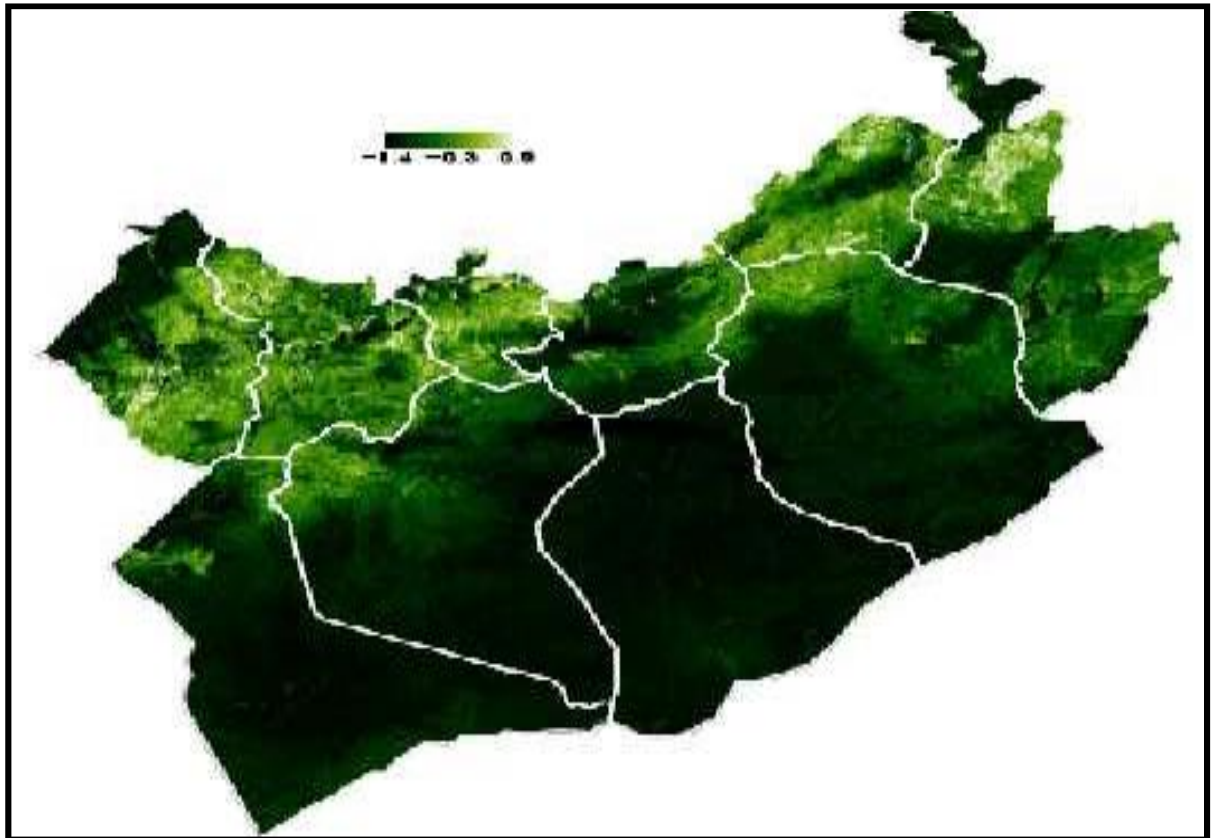


Figure 43 : Variation de l'indice de TSAVI de 1987 de la zone d'étude

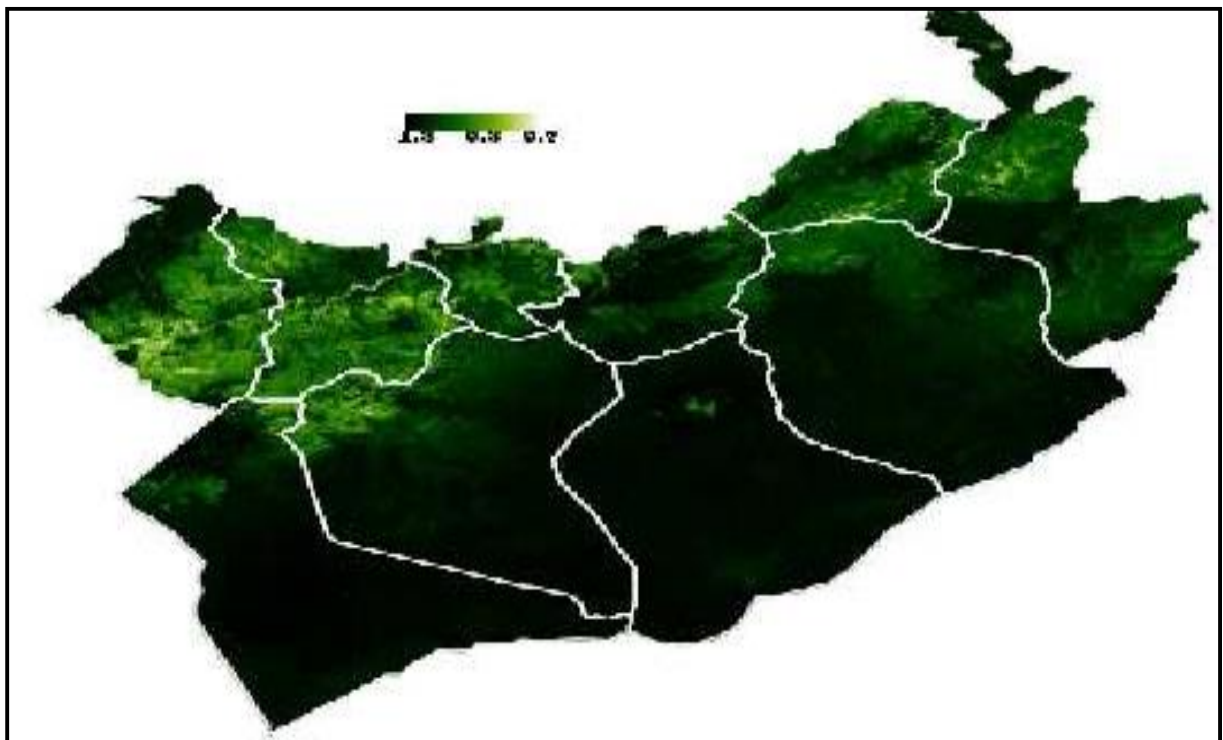


Figure 44 : Variation de l'indice de TSAVI de 1997 de la zone d'étude

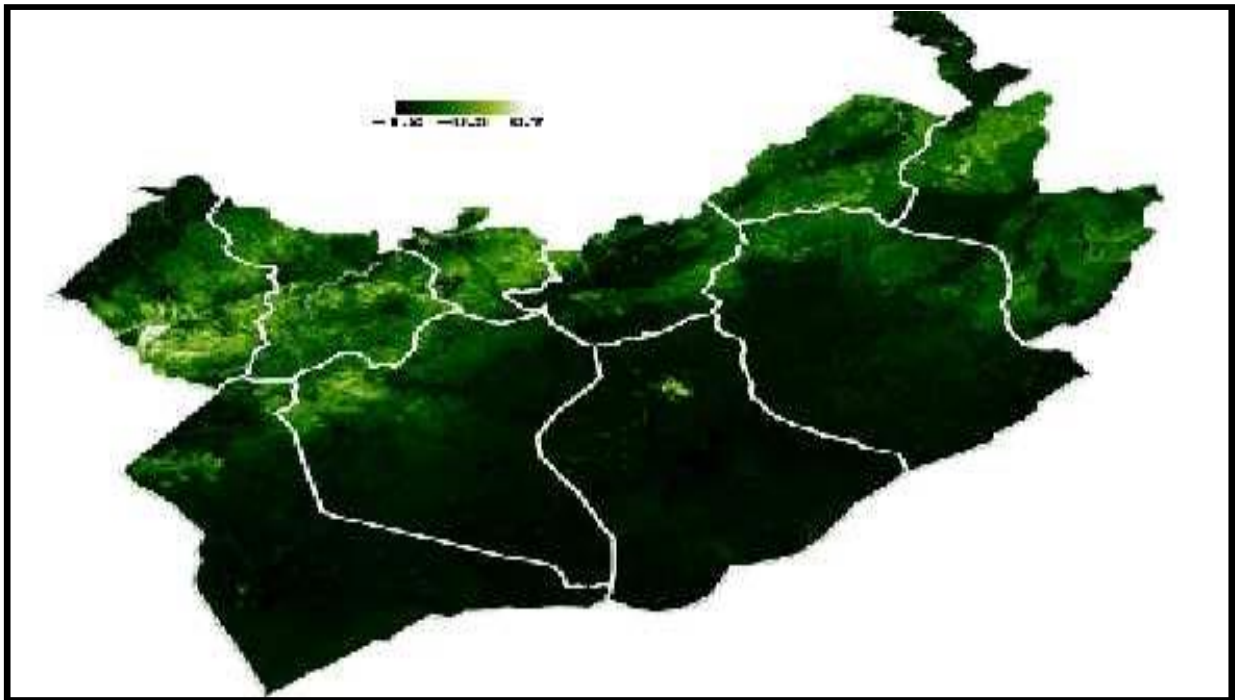


Figure 45 : Variation de l'indice de TSAVI de 2007 de la zone d'étude

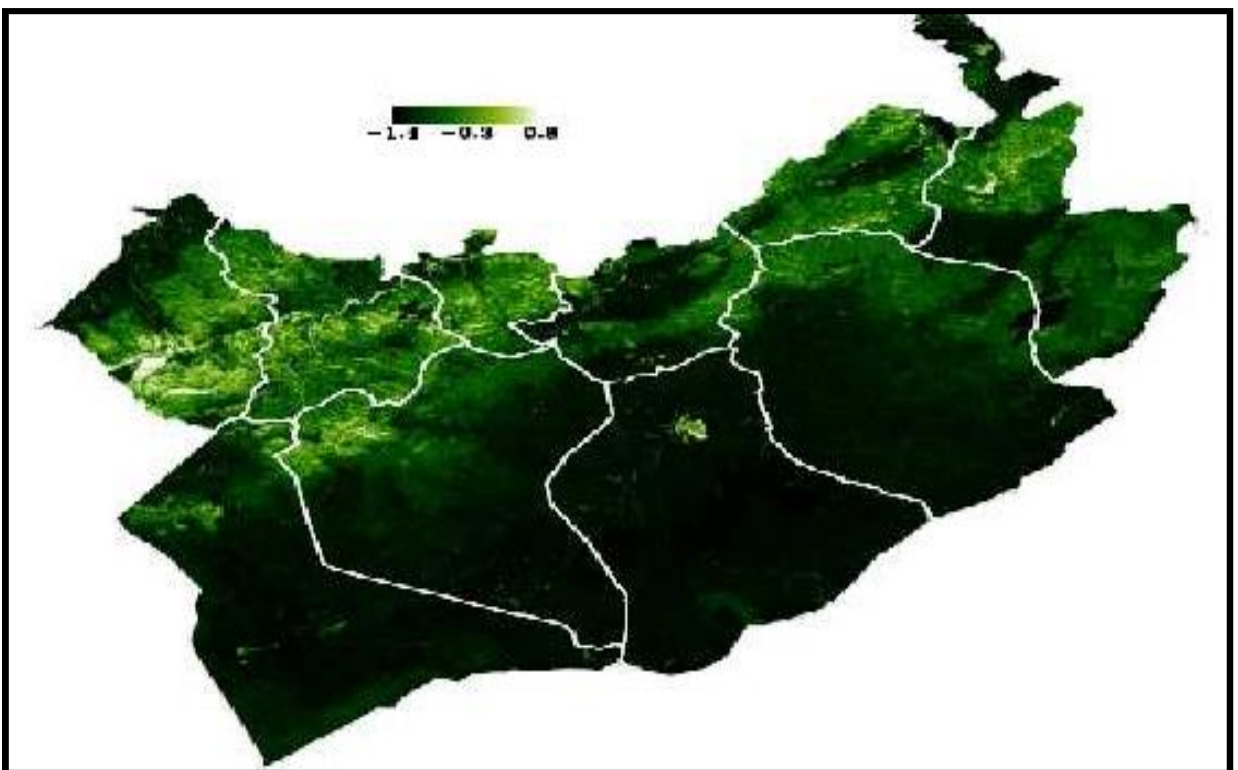


Figure 46 : Variation de l'indice de TSAVI de 2017 de la zone d'étude

II. Etats d'occupation du sol en 1987-1997-2007-2017 (saison printanière)

Le croisement entre les cartes thématiques en particuliers, la carte prétendue de l'occupation du sol d'une part, et les informations acquises lors de la prospection du terrain de la zone steppique du sud de Tlemcen d'autre part en plus des résultats issus de l'interprétation visuelle des scènes satellitaires, on a pu retenir 05 classes. Ces dernières sont illustrées dans les figures 47 ; 48 ; 49 et 50

Cartes d'occupation du sol.

Classe I :

Zone ou apparait les massifs forestiers.

Elles sont figurées par la couleur verte foncé. Son couvert végétal est composée essentiellement de pin d'Alep et de chêne vert. Il est très dense dans les parties nord-ouest et nord-est regroupant les communes : Beni Bousid, Beni Snous, Azail, Beni Smail et Ain Tellout et il est moins apparent dans les communes : El Aricha, Sidi Djillali, El Gour et Sebdou.

Préalablement, on remarque que l'essence forestière des agglomérations citées antérieurement ont connu une stabilité de son couvert végétal durant la période 1987 puis il commence à diminuer progressivement en 1997 et 2007 afin d'éprouver un recul notamment la période 2017 constituant un matorral dont les valeurs du NDVI s'approchent presque du sol nu.

Cependant, on constate que les massifs forestiers de la période satellitaire 2017 par rapport aux années 1987, 1997 et 2007 a montré une régression au détriment des terres cultivées et les surfaces urbaines et minérales. On note que les massifs forestiers ont marqué une rupture ; son couvert végétal était transformé en surfaces urbaines et minérales. Ceci pourrait nous renseigner que l'espace forestier est depuis plusieurs décennies a subi une dégradation pour plusieurs raisons : le défrichage, le risque d'incendie, les coupes illicites, le pâturage, évolution possible de l'urbanisation illégale, les infrastructures routières sur le couvert forestier, changements climatiques et événements extrêmes etc. la régression au fil du temps du recouvrement des massifs forestiers est le résultat des actions de déboisement puis de défrichage, liées à l'extension des terres agricoles, à l'exploitation des ressources minières du sous-sol, à des travaux d'infrastructures tels que barrage hydroélectrique ou route, à l'urbanisation, voire à l'exploitation excessive ou anarchique de certaines essences forestières.

Classe II :

Terres cultivées:

Elles se sont figurées par la couleur verte claire. Elles circonscrivent en majeurs parties aux alentours des agglomérations ; Beni Bousid , Sebdou et Ain Tellout. Elles sont très répandues dans le sud des communes ; Sidi Djillali, El Aricha et El Gour. Les terres cultivées sont marquées principalement par la plantation des arbres fruitiers, les jachères, les oliviers, le blé et l'orge.

Toutefois, la superficie de ces parcours est moins restreinte et éparse dans les communes qui se localisent au sud des zones invoquées préalablement.

On distingue que la surface des zones cultivées des scènes satellitaires 1987, 1997, 2007 ont enregistrées une stabilité de son profil afin d'annoncer une progression considérable durant la période 2007. Sa surface s'est alors transférée en surfaces urbaines et minérales. Ceci exprime que ces zones sont vouées depuis longtemps à un processus de destruction massive liées essentiellement à l'urbanisation des meilleures terres ainsi que pour des projets d'exploitation minières.

De même, les surfaces des zones cultivées de la scène 2007 et 2017 se sont progressées au détriment des massifs forestiers suite aux facteurs anthropiques notamment le labour et le pastoralisme.

Classe III :

Dayats et les surfaces salines :

Elles se sont figurées par la couleur bleue foncée. Ces surfaces sont rares par rapport aux autres classes. Elles occupent surtout l'agglomération d'El-Aricha, et plus particulièrement là où les apports alluviaux sont importants.

Classe VI:

Les prairies et la steppe :

Elles se sont figurées par la couleur rose. Elles délimitent les zones situées au sud de la zone d'étude. Son couvert est bienveillant dans les agglomérations de Bouihi, Sidi Djillali, El Aricha et El Gor. Cependant il est malveillant dans l'agglomération d'Ain Tellout. Il est vrai dire que la superficie des prairies et la steppe des 05 zones ont connue au sein des 04 scènes satellitaires une réduction de son potentiel fourrager allant de la période 1987 jusqu'à la période 2017 surtout les plantes appétibles par le cheptel comme l'alfa, le sparte et l'armoïse blanche.

On constate que le couvert végétal des prairies et la steppe à un moment donné était remplacé par les terres cultivées. Ceci se traduit sur le plan écologique par un défrichement massif et une mise en culture des meilleurs sites pastoraux ainsi que le surpâturage et le non remise en défens des parcours steppiques. à la salinisation et à l'érosion.

Classe V :

Surfaces urbaines et minérales

Elles se sont figurées par la couleur bleue claire. Elle occupe une place importante dans le secteur urbain et dans le tissu forestier. La scène satellitaire 2017 a enregistré une forte influence de surfaces urbaines et minérales par rapport aux autres scènes satellitaire de 1987, 1997, 2007 qui atteste une stabilité de ces surfaces au cours du temps.

Les surfaces urbaines et minérales des scènes satellitaires de 1987, 1997, 2007 sont moins apparentes ; elles s'accroissent plus particulièrement dans les zones de Bouihi, Sebdou et le nord d'El Aricha afin d'enregistrer une grande envergure en 2017 via les agglomérations de Beni Bousid, Beni Snous, Azail, Sebdou, Beni Smail, Ain Tellout et El Gour.

On distingue que les surfaces du massif forestier et les surfaces cultivées de la scène satellitaire 2017 se sont transformés en surfaces urbaines et minérales. Ceci est dû essentiellement aux travaux menés pour exploiter les meilleurs parcours forestiers et cultivés pour des projets minéralogiques ou de projet de l'urbanisation.

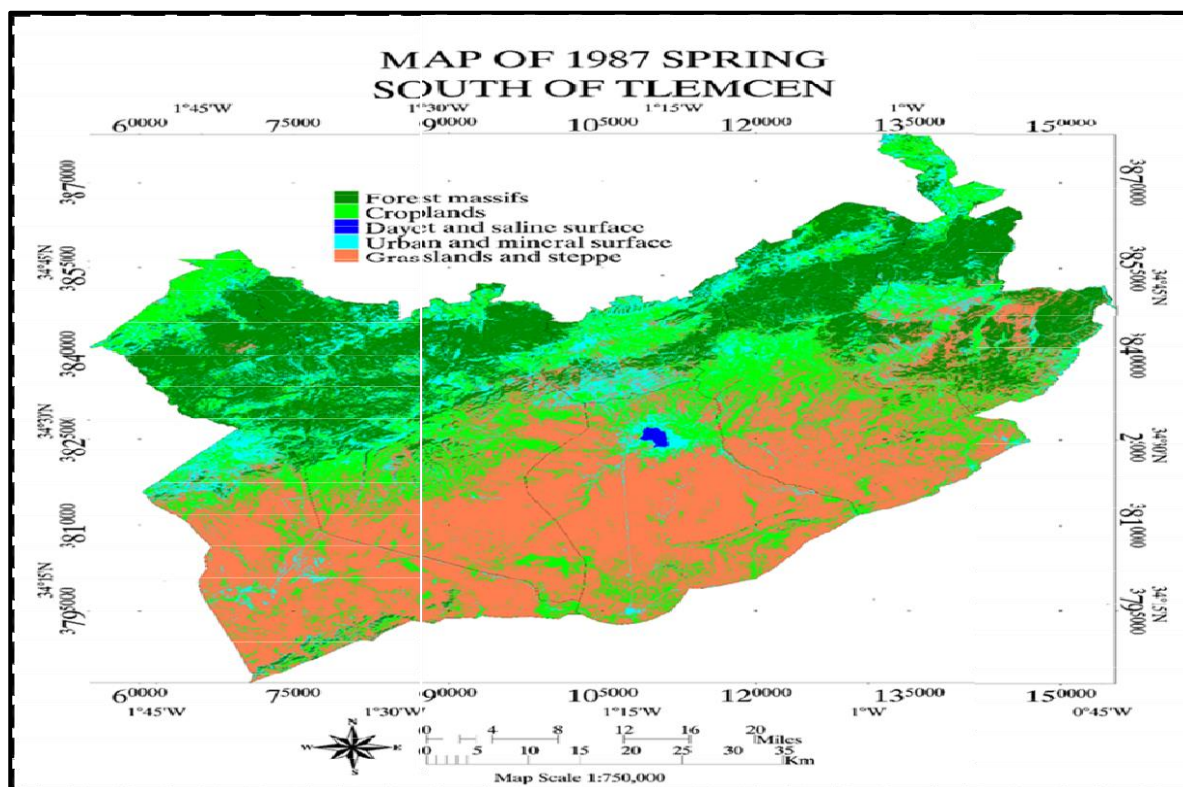


Figure 47 : Types d'occupation du sol 1987 obtenue par interprétation de l'indice Radiométrique

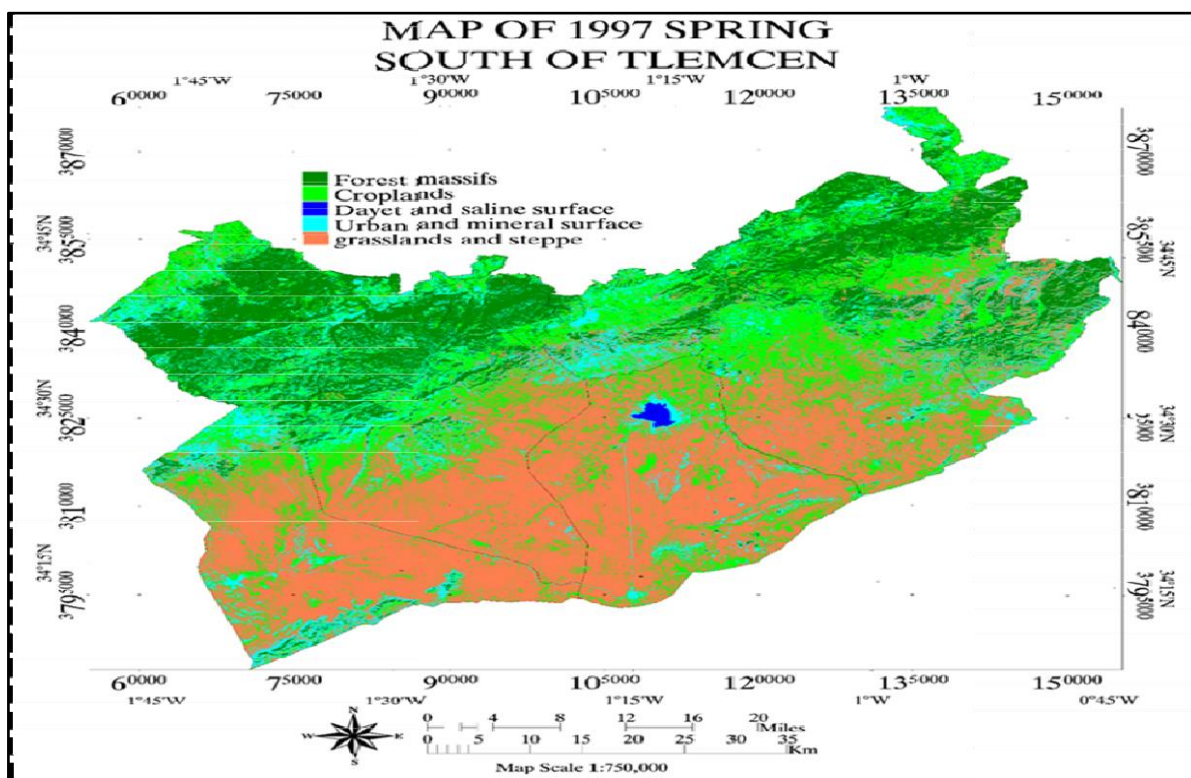


Figure 48 : Types d'occupation du sol 1997 obtenue par interprétation de l'indice Radiométrique

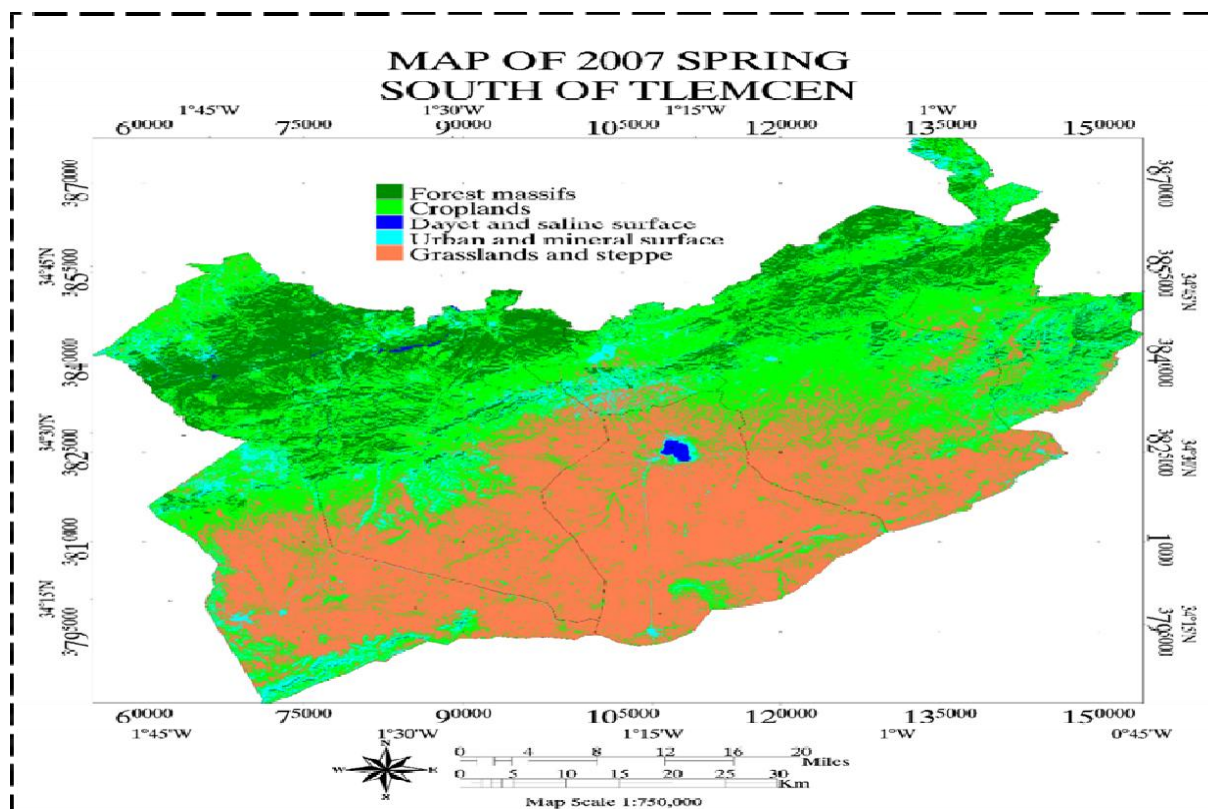


Figure 49 : Types d'occupation du sol 2007 obtenue par interprétation de l'indice Radiométrique

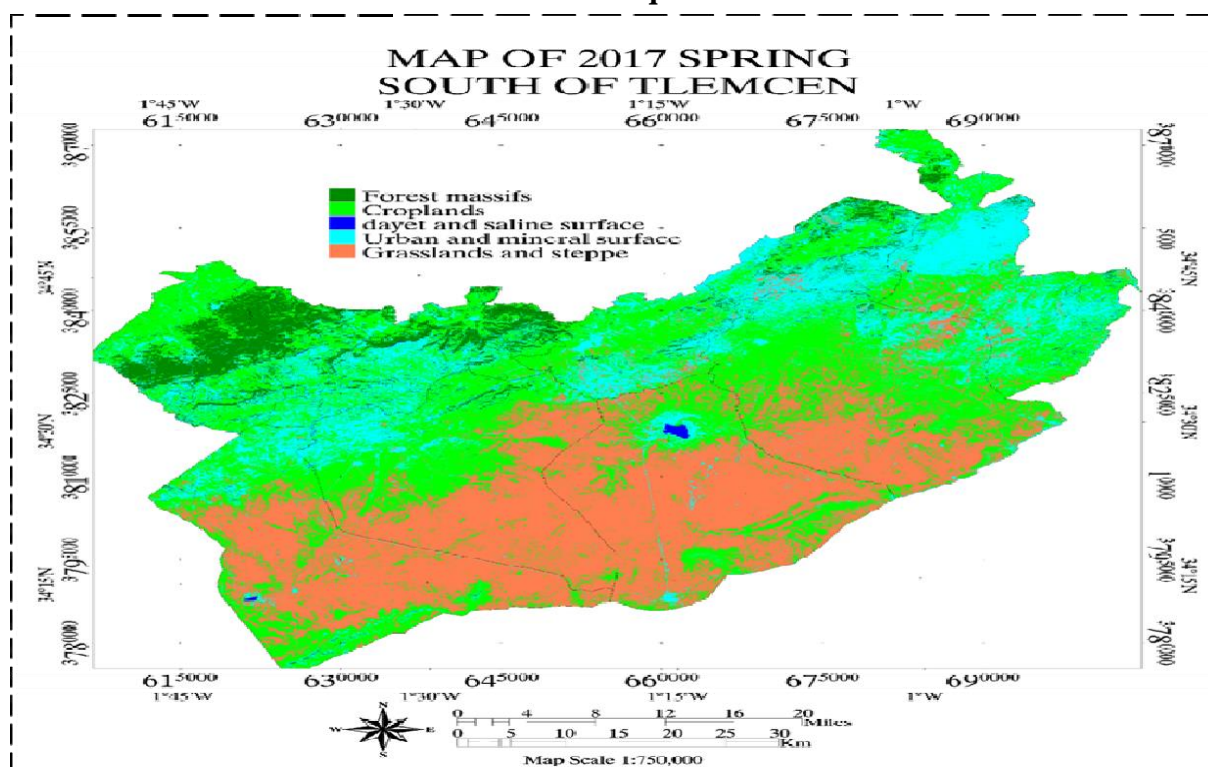


Figure 50 : Types d'occupation du sol 2017 obtenue par interprétation de l'indice Radiométrique

La carte d'occupation du sol des 04 scènes satellitaires de la saison printanières (1987, 1997, 2007 et 2017) nous fait ressortir que les surfaces en kms carrés exprimées en pourcentage (le tableau) ont été recouvertes en prépondérance par les steppes, les cultures et les massifs forestiers. La proportion de recouvrement des steppes a connu une régression. Le taux est passé de 40.65 %, 39.44 %, 38.65 % et 34.30 % respectivement. Par ailleurs, le taux de recouvrement des cultures et les massifs forestiers ont enregistré une réduction de leur potentiel. Le pourcentage des massifs forestiers est passé de 23.98 %, 21%, 15.36%, 6.64% alors que pour les cultures, il est passé de 23.34%, 26.36%, 37.83% et 39.50%.

Selon les données prédestinées au préalable, les bâties et les dayas sont très faiblement représentées sur l'ensemble des cartes citées ultérieurement. La proportion maximale du recouvrement des bâties est de l'ordre de 932,6691 km² soit (19.45 %) en 2017 celui de la proportion minimale est de 381,5262 km² soit (7.96%) en 2017 alors que les valeurs médianes sont variées entre 570,4407 soit (11.90 %) et 623,8305 km² soit (13.01) représentant ainsi les périodes 1987 et 1997. De même, les dayats ont marqué un taux de recouvrement qui varie entre 5,5 et 9.5 km² sur l'ensemble des cartes des 04 périodes.

La régression au fil du temps du recouvrement des massifs forestiers est le résultat des actions de déboisement puis de défrichage, liées à l'extension des terres agricoles, à l'incendie, à des travaux d'infrastructures, à l'urbanisation, voire à l'exploitation excessive ou anarchique de certaines essences forestières.

La régression des parcours steppiques est due à la sécheresse, au défrichage massif, au surpâturage, la mise en culture des meilleurs sites pastoraux ainsi que le surpâturage et le non remise en défens des parcours steppiques, la salinisation, à l'érosion.

En revanche, la tendance progressive de surfaces cultivées au cours des 04 scènes satellitaires constitue un souci majeur de défrichage de forêts ou de parcours steppiques par certains agriculteurs qui ensemencent de petites parcelles de terre, du surpâturage exercé de façon excessif sur les parcours d'armoise blanche et des cultures annuelles qui constituent l'activité principale de la population sédentaire.

Ce recul entre 1987 et 2017 est dû essentiellement au climat sec caractérisé par des précipitations faibles et irrégulières. Cette amplitude de potentiel steppique se traduit suite aux séquelles des hautes températures qui sévissent pendant une longue période de l'année. Les précipitations subissent après leur infiltration, une forte évaporation entraînant la remontée vers la surface du sol, des particules dissoutes qui se concentrent encroûtes et stérilisent le sol.

D'autre part, l'étude de l'activité chlorophyllienne des plantes à travers le NDVI montre aussi un changement de l'état florissant des plantes. Il existe aussi une grande différence entre les valeurs maximales et minimales, ce qui signifie qu'il y a une immense superficie qui est formée par des plantes très dégradées dont les valeurs NDVI s'approchent beaucoup de celles du sol nu.

Par ailleurs, les bâties et les dayas sont très faiblement représentées sur l'ensemble des cartes citées ultérieurement. La proportion maximale du recouvrement des bâties est de l'ordre de 932,6691 km² soit (19.45 %) en 2017, celui de la proportion minimale est de 381,5262 km² soit (7.96%) en 2017 alors que les valeurs médianes sont variées entre 570,4407 soit (11.90 %) et 623,8305 km² soit (13.01) représentant ainsi les périodes 1987 et 1997. De même, les dayats ont marqué un taux de recouvrement qui varie entre 5,5 et 9.5 km² sur l'ensemble des cartes des 04 périodes. L'accroissement des bâties surtout la période 2017 est le résultat de l'accroissement rapide de l'exode rural vers les villes. Cette urbanisation s'accroît principalement au détriment des terres de plaine à haut potentiel agricole. La construction des bâtiments et l'installation des infrastructures (route, eau et assainissement qui s'opère principalement le long des axes routiers et sur les terres agricoles planes à bon potentiel de production

Les résultats présentés porteront principalement sur les stratégies des agriculteurs confrontés à un marché foncier hautement spéculatif.

Tableau 37 : Taux et pourcentage de recouvrement des classes d’occupation du sol sur les dix communes la zone d’étude (1987- 1997-2007-2017) (Saison printanière)

	Surface EN KEM CARRE			
	87 PRINT	97	2007	2017
massifs forestiers	1149,6384	1006,7661	736,74	318,2661
Terres cultivées	1119,0906	1263,7575	1813,7934	1894,0977
Dayats et les surfaces salines	6,6294	9,477	9,4455	5,2875
Surfaces urbaines etminérales	570,4407	623,8305	381,5262	932,6691
prairies et la steppe	1949,1894	1891,1574	1853,4834	1644,6681
mètre carrée	4794988500	4794988500	4794988500	4794988500
km carrée	4794,9885	4794,9885	4794,989	4794,989



Figure 51 : Pourcentage de recouvrement des classes d’occupation du sol dans les communes étudiées (1987- 1997-2007-2017).

III. Etats d'occupation du sol en 1987-1997-2007-2017 (Saison estivale).

Les informations acquises lors de la prospection du terrain par la télédétection de la zone steppique de la saison estivale du sud de Tlemcen d'autre part et les résultats issus de l'interprétation visuelle des scènes satellitaires, on a pu retenir 05 classes. Ces dernières sont illustrées dans les figures 51, 52, 53 et 54

D'abord, **Les massifs forestiers** culminent les zone septentrionales de la zone d'étude ou apparait la végétation dense. Il est dominé par les résineux : le pin d'Alep, le chênevert, le thuya, le genévrier oxycèdre, le chêne-liège etc...

Les communes les plus boisées, avec une couverture forestière allant en bordure occidentale (Beni Boussaid, Beni Snous, Azail) et orientale (Beni Semiel, Aïn Tallout). Leur couvert végétal a connu une stabilité durant les périodes 1987 et 1997, il commence à diminuer progressivement en 2007 afin de connaitre une regression notamment en 2017 constituant ainsi un matorral dont leur couvert végétal est devenu de plus en plus épars et espacé. Les surfaces forestières de la période 2007 et 217 se sont transformées en terres cultivées composées essentiellement de céréalicultures. Les essences forestières ont subit donc une importante dégradation durant la période 2007 et 2017. Celle-ci est due à plusieurs facteurs dont le déboisement, les feux de foret, l'agriculture traditionnelle et aléatoire, le climat qui devient de plus en plus rigoureux et l'action anthropique.

Ensuite, on constate que **les terres cultivés** limitent les plaines ; Beni Bousid, Sebdou et Ain Tellout. Elles sont très conjointes dans le sud des communes ; Sidi Djillali, El Aricha et El Gour. Elles sont marquées principalement par la plantation des arbres fruitiers, les jachères, les oliviers, le blé et l'orge.

De plus, **Les surfaces urbaines et minérales** occupent plus particulièrement les zones de Bouihi, Sebdou. On distingue que les surfaces urbaines et minérales n'a subit aucun changement de leur superficie durant les quatre scènes satellitaire sauf la période 1987 qui présente un taux plus élevé entourant les agglomérations Sidi Djillali, El Gour, El Aricha et Sebdou.

Par ailleurs, **Les Dayats et les surfaces salines** sont rares par rapport aux autres classes excepté la période 1987 qui marque un taux élevé de leur superficie. Elles occupent en faibles proportions les massifs forestiers de Beni Boussaid, Beni Smail et Ain Tellout et en majeure partie toute zone steppique entourant les agglomérations : El Gour, El Aricha, Sidi Djillali et Bouihi.

Ceci peut définir que les sols steppiques ont subi depuis cette période une forte salinité due aux hautes températures qui sévissent pendant une longue période de l'année. Les précipitations subissent après leur infiltration, une forte évaporation entraînant la remontée vers la surface du sol, des particules dissoutes qui se concentrent en croûtes et stérilisent le sol.

Enfin, **Les prairies et la steppe** se contingencent en majeure partie la zone méridionale de notre site. Elle enseigne un changement de leur surface dans les zones : El Gour, Sidi Djillali, El Aricha et El Bouihi. En 1987, leur couvert végétal s'est transformé en dayats et surfaces salines, en 1997, ces parcours steppiques se sont transformés en terres cultivées. Les périodes 2007 et 2017 ne subissent aucun changement de leur potentiel fourrager. Ceci est dû tantôt en grande majorité de conditions biotiques, et notamment la pression qui s'exerce par le cheptel, le défrichage, sécheresses récurrentes, pression anthropique croissante et exploitation de terres impropres aux cultures, la salinisation et à l'érosion tantôt est due à la mise en défens et la plantation des espèces fourragères au niveau des parcours dégradés, la réglementation du pâturage, interdiction des activités agricoles non appropriées à la nature des sols steppiques, lutte contre l'extension des labours illicites et à la gestion plus rationnelle des parcours.

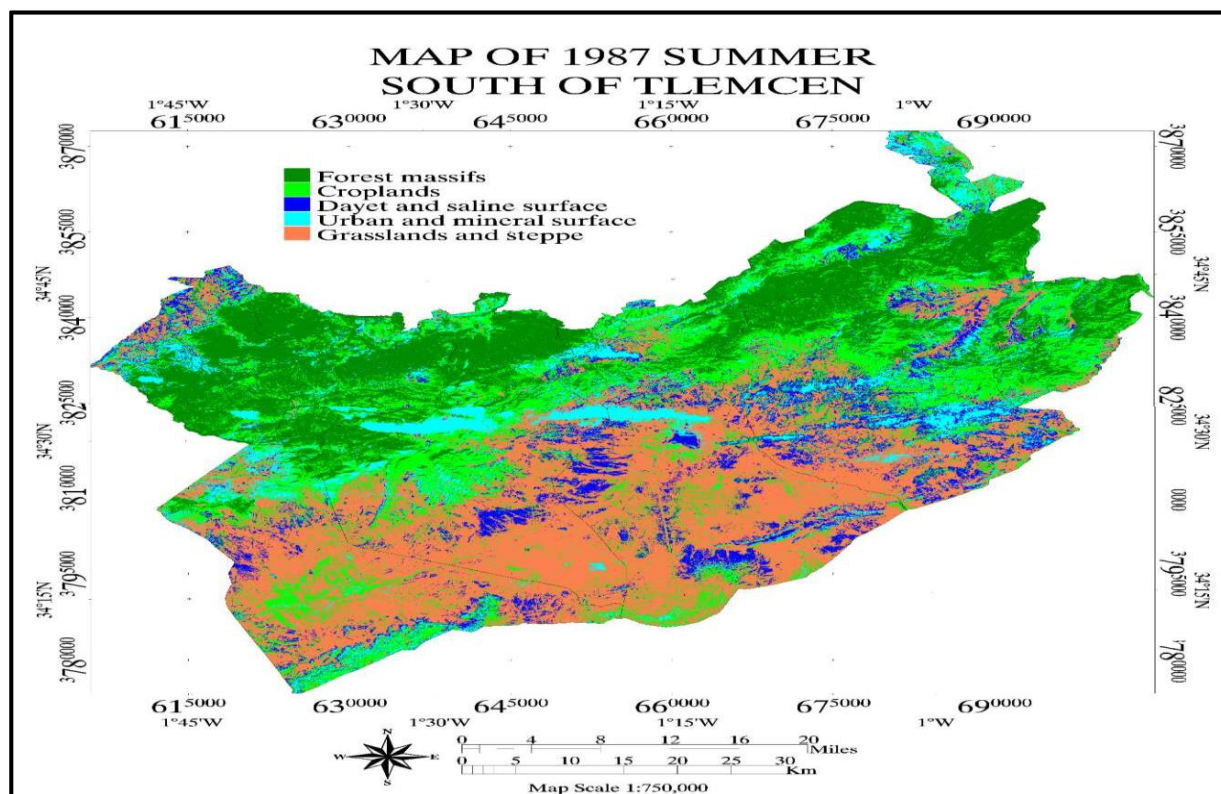


Figure 52 : Types d'occupation du sol 1987 obtenue par interprétation de l'indice radiométrique

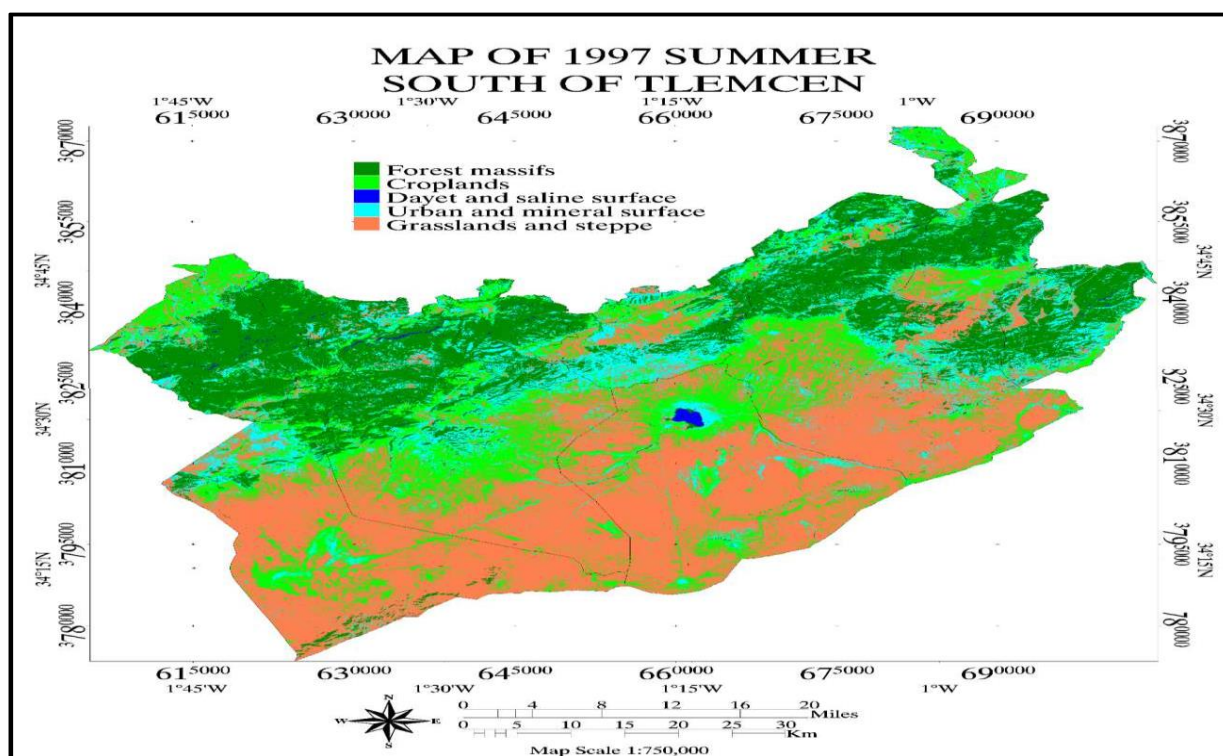


Figure 53 : Types d'occupation du sol 1997 obtenue par interprétation de l'indice radiométrique

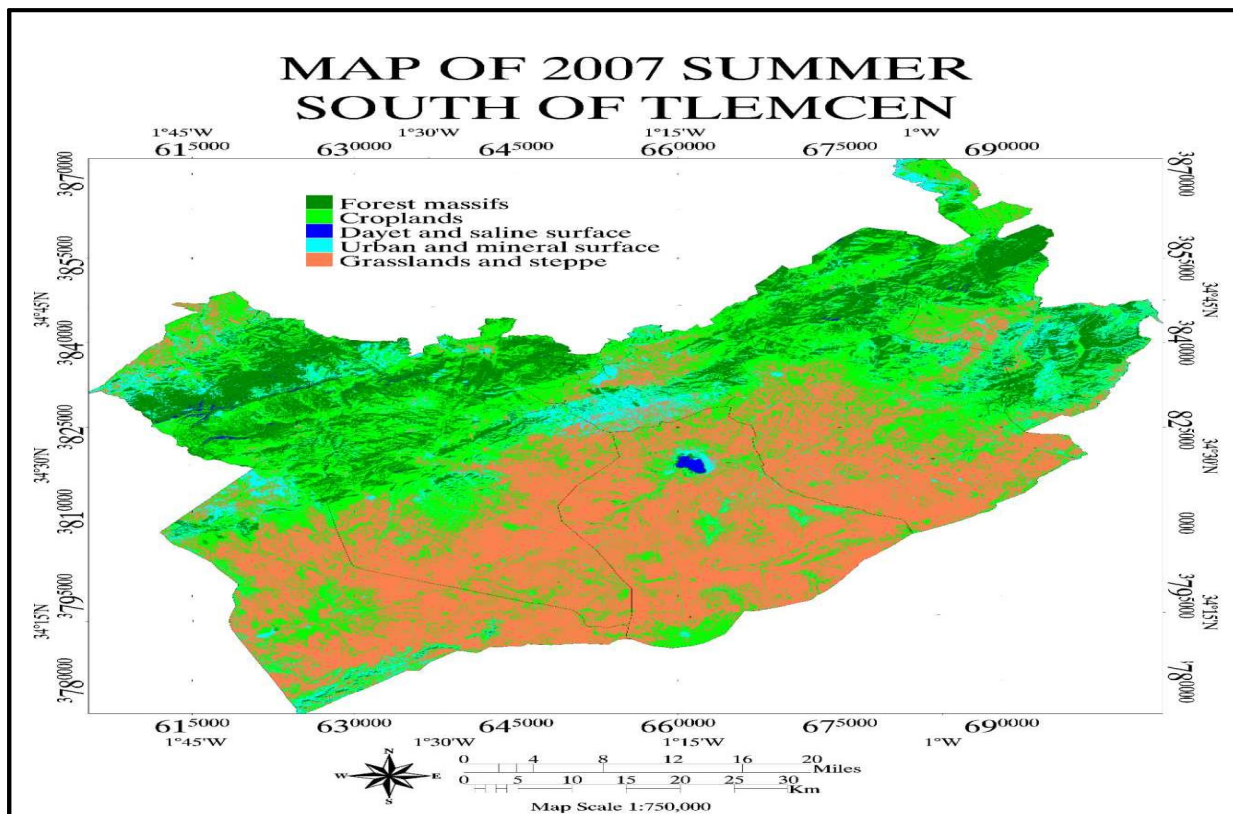


Figure 54 : Types d'occupation du sol 2007 obtenue par interprétation de l'indice radiométrique

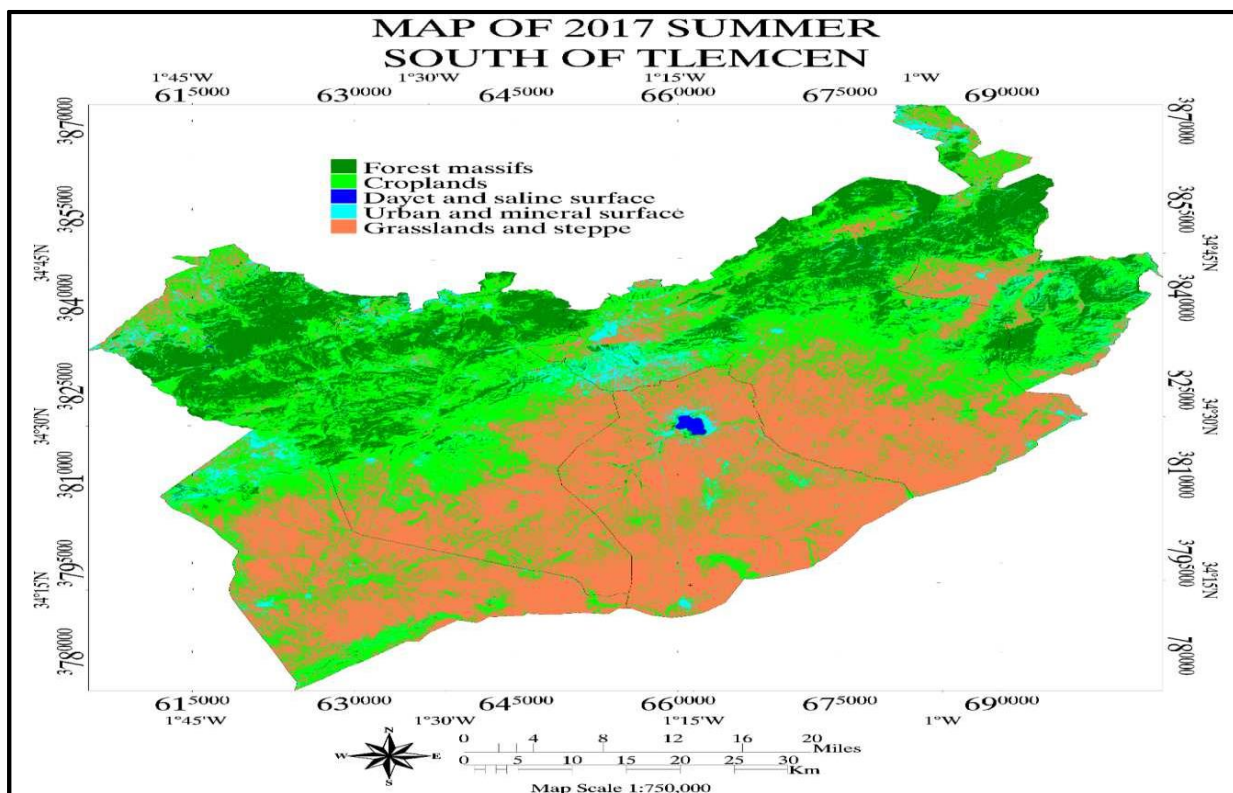


Figure 55 : Types d'occupation du sol 2017 obtenue par interprétation de l'indice radiométrique

IV. Etats du changement d'occupation du sol en 1987-1997-2007-2017

Les cartes de changements d'occupation du sol, dans leur ensemble, ont permis de mettre en évidence une régression de -29,21% du couvert végétal et une nette progression de +46,33% exprimée par l'accroissement des cultures céréalières, la diminution des surfaces des massifs forestiers au nord et des parcours steppiques au sud de la zone d'étude .

La première décennie (1987/1997) est marquée par une stabilité de l'ordre de 52,76% de façon homogène à travers la zone d'étude. La régression, de l'ordre de 20,7% a concerné les surfaces des reliques des massifs forestiers et les parcours steppiques. Les cultures céréalières sporadiques, les retenues d'eaux pluviales (Dayet), les surfaces urbaines et minérales ont par contre progressé de 26,54%. La seconde décennie (1997/2007) s'est caractérisé une légère augmentation de la stabilité (55,87%) des espaces de la zone d'étude. Les changements régressifs (20,21%) ont touché les reliques des massifs forestiers et de peu les parcours steppiques.

Les changements progressifs ont atteint les 23,92% où les surfaces défrichées pour les cultures céréalières ont doublé par rapport à la première décennie (1987/1997). Les surfaces urbaines et minérales ont cette fois-ci régressé aux profits des cultures céréalières. La carte de changements de la troisième décennie (2007/2017) a révélé que les changements progressifs ont couvert la moitié nord de la zone d'étude avec untaux de 46,33%. Durant cette troisième décennie le taux de stabilité (38,06%) des milieux de la zone d'étude a nettement diminué par rapport aux précédentes (52,76% et 55,87%). Les surfaces des cultures céréalières sont concernées par ces changements progressifs malgré une nette diminution entre la deuxième décennie (30,32%) et cette dernière (4,23%). Les surfaces urbaines et minérales ont passé de -38,84% à +59,09%. Les changements régressifs ont concerné 15,61% de la superficie de la zone d'étude. Les reliques des massifs forestiers, les parcours steppiques et les surfaces des eaux salines (dayats) sont sujette à une régression prononcée.

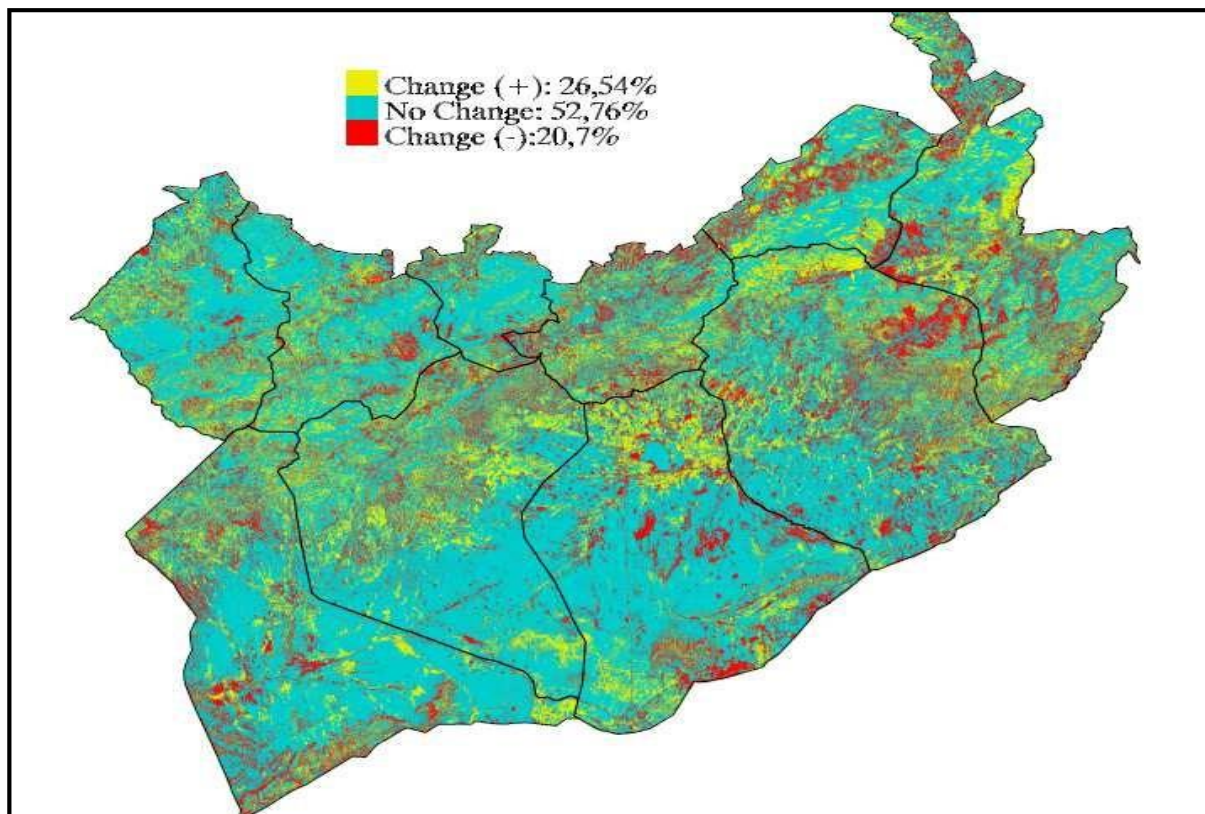


Figure 56 : Carte de changement d’occupation du sol 87/97 sur les dix communes la zone d’étude

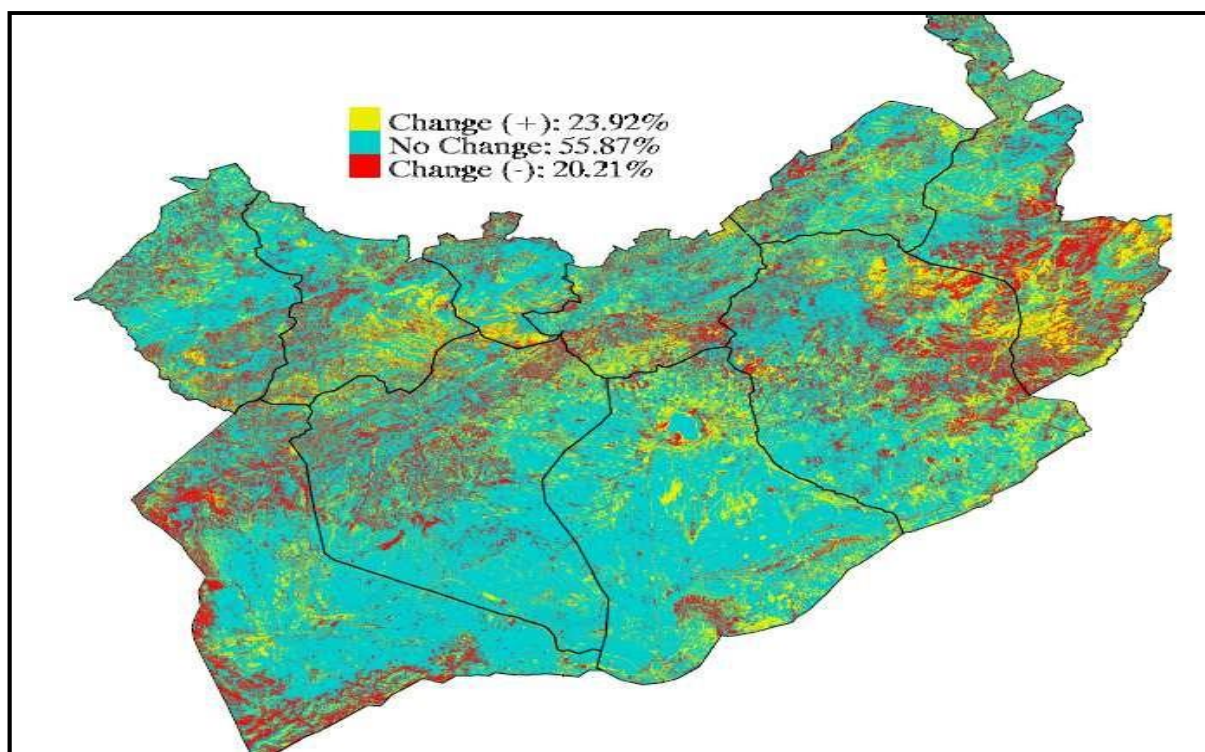


Figure 57 : Carte de changement d’occupation du sol 97/07 sur les dix communes la zone d’étude

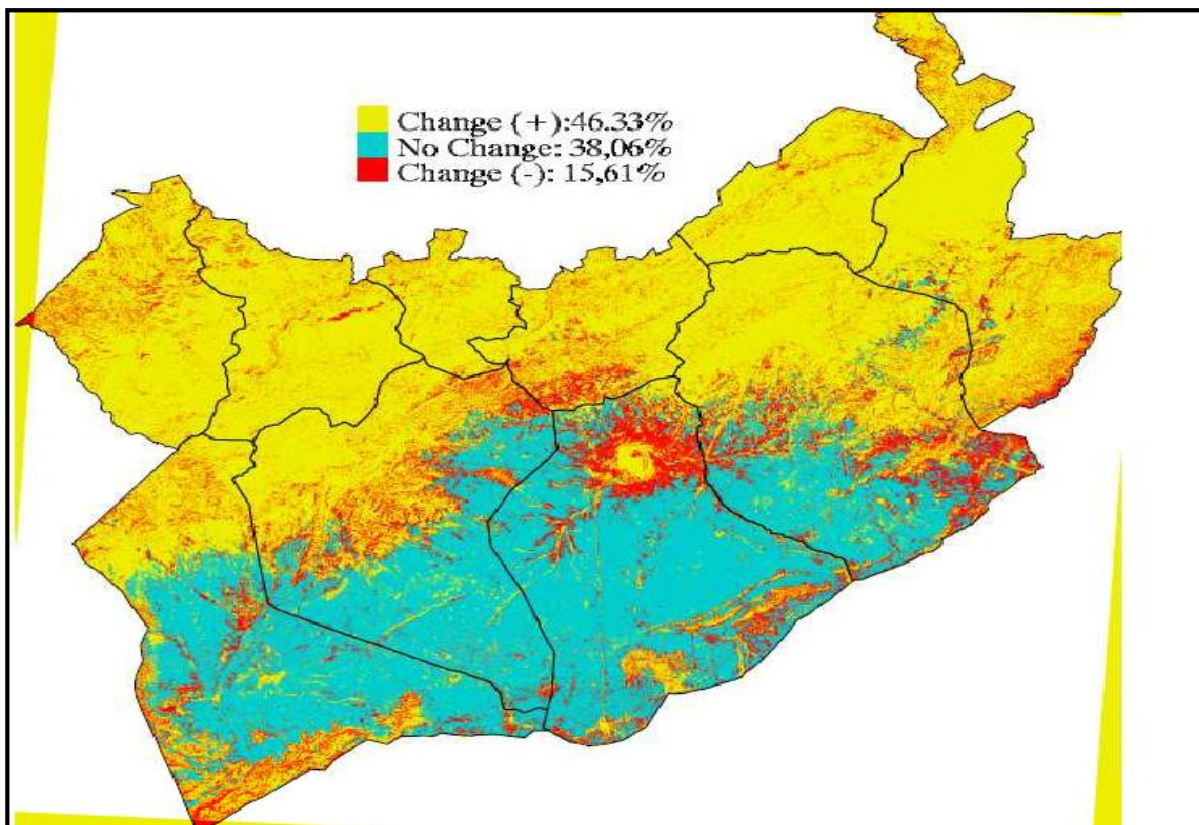


Figure 58 : Carte de changement d'occupation du sol 07/17 sur les dix communes la zone d'étude

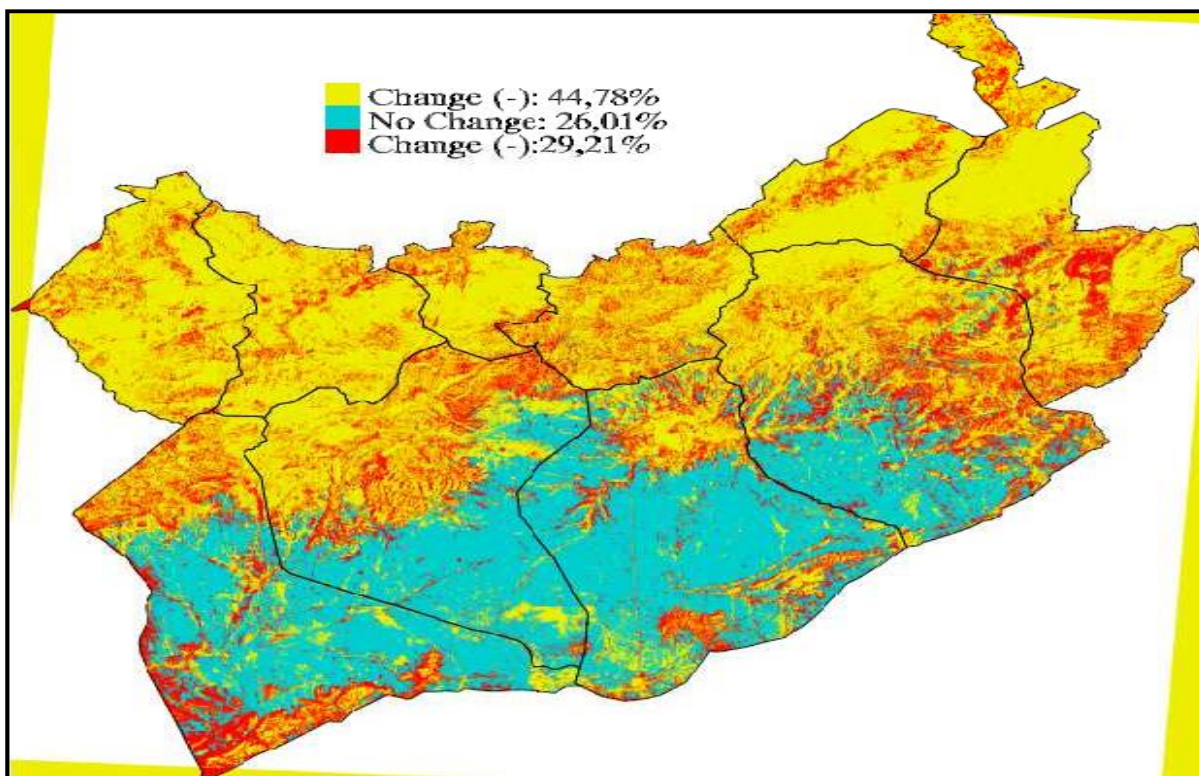


Figure 59 : Carte de changement d'occupation du sol 87/17 sur les dix communes la zone d'étude

Tableau 38 : Taux d'écart et de changements, par décennie et en 30 ans, de la zone d'étude (sud de la préfecture de Tlemcen (Algérie occidentale)).

Occupation du sol	Ecart (%) 1987/97	Rate of Change (%) 1987/97	Ecart (%) 1997/07	Rate of Change (%) 1997/07	Ecart (%) 2007/17	Rate of Change (%) 2007/17	Ecart (%) 1987/17	Rate of Change (%) 1987/17
massifs forestiers	-2,97	-12,42	-5,63	-26,82	-8,72	-56,80	-17,33	-72,31
Terres cultivées:	+3,01	+11,44	+11,47	+30,32	+1,67	+4,23	+16,16	+40,91
Dayats et les surfaces salines	+0,006	+30,04	-0,001	-0,33	-0,086	-44,02	-0,03	-20,24
Surfaces urbaines et minérales	+1,11	+8,55	-5,053	-38,84	+11,49	+59,09	+7,55	+38,83
Les prairies et lasteppe	-1,21	-2,97	-0,78	-1,99	-4,35	-11,26	-6,35	-15,62

La carte de changements, établie sur 30 ans (1987/2017), résume la dynamique de la composante physique de la zone d'étude (figure 2). Les changements progressifs et régressifs du milieu naturel ont atteint respectivement les taux de 44,78% et -29,21%. Les surfaces les plus réduites sont les massifs forestiers, les parcours steppiques et à moindre degré les surfaces des eaux salines (dayet). Les autres composantes comme les cultures céréalières, les zones urbaines et minérales ont par contre augmenté de surface au détriment du couvert végétal naturel. La stabilité de la zone d'étude n'a enregistré qu'un taux de 26,01%. Ce taux ne représentait que le ¼ de la superficie du sud de la préfecture de Tlemcen.

CHAPITRE VI

DISCUSSION

Discussion

A l'issue de notre contribution menée sur les parcours steppiques du Sud de la wilaya de tlemcen (Algérie occidentale), il ressort que malgré les conditions environnementales très rudes et très contraignantes, il existe toujours des zones steppiques offrant des conditions plus ou moins favorables pour la survie de la flore caractéristique et adaptée aux aléas climatiques de ce milieu steppique.

Selon Barbéro *et al.*, 1990 ; les facteurs anthropiques jouent un rôle majeur dans l'organisation des structures de végétation. En effet, un accroissement extrêmement rapide des populations, surtout rurales, a déterminé une transformation radicale de l'utilisation du milieu par l'homme et ses troupeaux. déforestation, démotorisation, coupes anarchiques, mises en cultures incontrôlées, surpâturage excessif généralisé, ont profondément perturbé les équilibres écologiques qui existaient encore il y a une vingtaine d'années.

De nombreux travaux traitant le problème de la désertification, de l'évolution de la végétation, des espaces steppiques ainsi que de la sécheresse dans les zones arides et semi-arides ont été publiés ces dernières années. Nous citerons le travail de Marius (1995) qui traite le problème évolutif du phénomène d'ensablement et ses impacts négatifs sur les mangroves du Sénégal. L'étude scientifique sur la sécheresse et l'aridité et leur impact sur la désertification (Rognon, 1996). De même, le travail de recherche sur le développement de l'agriculture dans les régions semi-arides marocaines de Yacoubi *et al.* (1998). Dans les régions arides et semi-arides algériennes, nous citerons les travaux réalisés par Callot *et al.* (1996). Ces dernières années ont introduit une nouvelle approche basée sur le principe de la morphologie mathématique. Courel *et al.* (1999) ont travaillé sur la contribution de la télédétection à l'étude de la désertification en Afrique de l'ouest tandis que Desjardins *et al.* (1999) ont étudié l'apport de la télédétection sur l'ensablement de palmeraies dans un secteur menacé du sud-est du Maroc. Quant à Haboudane *et al.* (1999). Ils ont utilisé des indices pour l'évaluation de la dégradation des sols d'un milieu semi-aride au sud-est de l'Espagne. Escadafal, 1996 a étudié les Caractérisation de la surface des sols arides par observation de terrain et par télédétection. Bildgen *et al.*, 1999 ont travaillé sur l'utilisation des données spectrales MSS, TM et Spot exprimées en valeur de réflectance exo-atmosphérique pour l'étude diachronique de l'évolution des sols des milieux

terrestres en régions arides tropicales. De même, l'étude pour le suivi de la désertification au Maroc à partir d'images AVHRR de NOAA (Lemsanni *et al.*, 1999). L'équipe de Benmohammadi *et al.* (2000) a étudié l'analyse des interrelations anthropiques et naturels et leur impact sur la recrudescence des phénomènes d'ensablement et de désertification au sud-est du Maroc. Nous citons également les travaux de (Escadafal et Pouget, 1986 ; Escadafal et Pouget 1987 ; Escadafal, Pontanier et Belghith, 1993 ; Escadafal et Bacha, 1996) qui traitaient le problème de dégradation des terres dans les pays de l'Afrique du Nord.

On note aussi les travaux réalisés par Debaine Françoise et Jaubert Ronald sur La dégradation de la steppe : hypothèses et évolution du couvert végétal ; Les marges arides du Croissant fertile. Peuplements, exploitation et contrôle des ressources en Syrie du Nord. L'étude a pris en compte deux périodes. Les images utilisées pour l'analyse sont des scènes Landsat MSS pour la première période (1973-1976) et Landsat Thematic Mapper pour la seconde (1988-1991).

Nous évoquons le travail de Desjardins *et al.* (2005) qui a mis en évidence l'avancée des dunes dans plusieurs endroits du Sud-est du Maroc. Ces auteurs ont utilisé des images civiles et militaires de très haute résolution spatiale afin de comprendre la dynamique de l'ensablement ainsi que des mesures sur la progression des édifices dunaires sur une période de quarante ans. Il est à signaler que les travaux cités ci-dessus ont utilisé les données de télédétection pour la caractérisation du phénomène de désertification. Grâce à ces études l'outil de télédétection s'est révélé incontournable dans ce genre de recherche et d'investigation. Pour le suivi d'une manière judicieuse de la dynamique de l'écosystème steppique, il est recommandé d'utiliser des nouvelles approches et des outils performants en occurrence la télédétection, les SIRS et les ressources informationnelles. L'identification des unités constituant le paysage, en fonction de la résolution et de la fréquence temporelle des observations spatiales. Les capteurs à haute résolution spatiale (type Landsat, Spot) permettent de caractériser la composition de l'occupation du sol. Mais la surveillance ne peut être envisagée en temps réel, en raison de la répétitivité peu élevée de ces satellites. 1998). Le travail de Sbai *et al.* en 2016 a bien supervisé l'apport de la télédétection dans l'étude et l'évolution spatio-temporelle du couvert végétal : cas du couloir de Taourirt-El Aioun et ses bordures montagneuses (Maroc Oriental).

On ajoutant aussi les travaux, utilisant pour la plupart la télédétection tout autour du Sahara (Herrmann et Tappan, 2013; Hellden, 1984,1991 ; Hellden et Tottrup, 2008; Rasmussen et *al.*, 2001; Eklundh et Olsson, 2003). Ces auteurs ont conclu à un «reverdissement» qui semble remettre en question la dégradation des terres et la désertification.

Finalemt, En Algérie, plusieurs auteurs comme Mderbal, Nadjraoui, Haddouche, Rgagba, Benabadji, Bensaid, Benguera, Ezzery, Hellal et Ayache qui sont inspirés par cette approche satellitaire. Grâce aux images Landsat TM, Ses travaux ont bien contribué à la compréhension de la dégradation de la végétation steppique à l'aide de la télédétection.

La cartographie de la dynamique des changements d'occupation du sol réalisé sur notre zone d'étude a fait ressortir l'augmentation des superficies des surfaces cultivées entre 1987 et 2017. Cette augmentation provient du défrichement des pâturages naturels et leurs conversions en céréalicultures en absence des activités de protection de ces zones steppiues, elles sont essentiellement peuplées par l'armoïse blanche et l'alfa. Cette dynamique de dégradation de la végétation steppique est également à mettre en relation avec la nature géomorphologique et pédologique de la zone d'étude qui accentue les risques de la désertification Hellal et *al.*, 2004 et 2007, Ayache et *al.*, 2011, Ayache et *al.*, 2015 et 2016).

Selon les auteurs, l'introduction de l'agriculture sur les terrains de parcours a causé des préjudices irréparables à la steppe et a favorisé la désertification dans le sens où on a autorisé le défrichement anarchique de la steppe tout en sachant pertinemment que ces terres deviendraient incultes et viendraient s'ajouter aux terres dégradées (Boukhobza, 1982 ; Kacemi, 1992). D'autre part l'exploitation irrationnelle des nappes alfatières qui constituent la seule richesse de la région, constitue un autre aspect encore plus grave de la situation. Par contre l'agriculture pastorale sur des sites convenables tel que les dayas et les terrasses des oueds est la plus favorisée (Bedrani, 1996,2001 ; Benrebiha et *al.*, 1992). Plus particulièrement, l'effet du surpâturage conduit à la régression des terrains de parcours et donc à l'évolution progressive des peuplements steppique dans la zone d'étude, vers les steppes secondaires à chamaéphytes. Cette succession est devenue irréversible vu la dégradation très poussée des nappes alfatières et la forte colonisation du milieu par l'armoïse blanche, il en résulte la dégradation des sols

créant un déséquilibre entre les besoins des bêtes et les possibilités de la steppe et qui entraîne automatiquement une régression des zones de parcours (Berbero et al., 1990(a), Ayad et al., 2007 et 2008, Hellal et al., 2004 et 2007, ayache et al., 2011). Le constat sur la régression des formations forestières entre 1987 et 2017 peut s'expliquer par l'impact des feux et de la forte pression anthropique. L'impact des feux tout particulièrement au cours de la décennie « 1986-1996 » sur la zone d'étude, auquel s'ajoute l'utilisation anarchique des écosystèmes forestiers et prés-forestiers par l'homme favorisent la dégradation du couvert végétal (Berbero et al., 1990 (b) ; Bouazza et al., 2004 ; Bouazza, 1999 ; Ayache et al., 2016). De façon globale, le processus de changement du couvert végétal steppique dans les régions semi-arides est variable selon le type d'occupation du sol, du type de la formation végétale existante et le mode d'exploitation adoptée (Hellal et al., 2007 ; Ayad et al., 2007). En bref, Les exigences écologiques des espèces pérennes (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Artemisia herba-alba*, et *Noaea mucronata*) présentes dans la zone d'étude en compétition interspécifique, sont responsables des motifs structuraux observés (Friedman et Orshan, 1975 ; Friedman et al., 1977 ; Phillips et Mc Mahon, 1981 ; Weins, 1989 ; Aguiar et Sala, 1994). Cette hétérogénéité peut être expliquée par les conditions climatiques et édaphiques locales qui sévissent dans la région (Bensid et Debouzie, 1996 ; Ayad et al., 2007 ; Ayache et al., 2011). L'augmentation de la pression pastorale entraîne le remplacement progressif des espèces de meilleure valeur fourragère par d'autres, de moindre importance. Ainsi *Artemisia herba-alba* et *Stipa tenacissima* sont remplacées, selon les cas, par *Noae amucronata*, *Carthamu spectinatus*, *Attractylis humilis* et *Attractylis serratuloides* (Kadi-Hanifi, 2003 ; Bouazza et al., 2004 ; Benabadji et al., 2009).

La faiblesse du taux d'occupation du milieu est due essentiellement à la rigueur du climat et l'étendue de l'espace (Hadeid, 2006). Le mode de vie autrefois nomade a connu des changements profonds. La population est devenue sédentaire et ses besoins se voient constamment en crescendo : habitats, nourriture, transport, emploi, scolarisation

La majorité des habitations dans la région pouvaient être considérées comme précaires. Les occupants ne disposaient pas d'actes de propriété et ne pouvaient plus bénéficier des aides étatiques pour le remaniement de leurs maisons. Le

problème a été résolu par les instances concernées.

De plus la réfection des habitations existantes, les différentes communes ont bénéficié de larges programmes de logement sous ses différentes coupes : OPGI, Social, FONAL, LSP et LPA. Les agglomérations connaissent des extensions et un changement des styles architecturaux avec la construction de petits logements (100 m²) dallés et des bâtiments à plusieurs étages contrairement aux anciennes bâtis de grandes superficies aux toits en briques. Elles sont munies d'eau potable, d'électricité et de gaz de ville. La demande de logements est beaucoup plus importante à Ras Elma qui bénéficie du gros lot des programmes de logements du fait de la différence d'effectifs entre les différentes localités de la région d'étude (Hellal et al., 2011).

La population de la zone d'étude est relativement jeune où le taux des moins de 30 ans avoisine les 69 % ; la tranche d'âge 30-59 ans ne représente que 26,33 % et les vieux de plus de 60 ans les 4,75 % de l'effectif. Le taux de natalité moyen avoisine les 3,70% ; celui de la mortalité atteint à peine les 0,41 %. Ainsi le taux de croissance de la population en 2009 est en moyenne de 3,28 %. Ces taux connaissent des différences entre les communes en fonction de la densité de la population par chaque municipalité. Elles demeurent comparables au reste des régions steppiennes de l'Algérie occidentale (Haddouche et al., 2008). L'accroissement démographique est probablement lié à l'enclavement des communes des marges steppiennes et la faiblesse de leurs structures économiques (Hadeid, 2006).

La population active de la zone d'étude représente 56,40 % de la population globale dont 72,76 % font la masse productive. Le taux de chômage reste très élevé en frôlant les 28 % de la population active. L'agriculture absorbe 13,46 % de la population active. Quant à l'élevage ; le taux des éleveurs recensés par les services des communes est de 7,55 % de la population active. Les activités saisonnières dominent le tableau du travail, les postes permanents restent trop insuffisants. La population de la région d'étude cherche à diversifier ses ressources budgétaires. Dans ce sens, les habitants de ladite région optent pour des fonctions libérales ou s'attachent aux services publics. Plusieurs familles se livrent à l'agriculture et surtout au pastoralisme, et la plupart de ses membres ne connaissent que ces deux activités ancestrales (Hellal, 2009). Démunis de toute

autre formation, ils ne cherchent pas à opter pour d'autres activités.

Les services publics abritent un nombre considérable de travailleurs dans les communes, l'Office National des Travaux Forestiers, l'éducation nationale, la santé, la sécurité nationale et les travaux publics. Les fonctions libérales absorbent aussi une proportion importante de la population active. Il s'agit des commerces, des métiers tel la menuiserie, la plomberie, la soudure, la maçonnerie, le transport et bien d'autres. Ainsi la formation professionnelle semble contribuer dans l'absorption du chômage.

L'enclavement de la région d'étude vécu avant a été épongé par la réalisation d'un réseau routier satisfaisant. La région par sa position stratégique reliant cinq wilayas est devenue un carrefour incontournable. Les différentes localités de la région d'étude sont actuellement rattachées les unes aux autres et le nouveau réseau routier permet à Le mouton représente la pièce essentielle de l'économie de la région autour de laquelle toute une civilisation s'est tissée : agropastoralisme, souk hebdomadaire, boucheries, moulins, vente de laines et tissages.

Les races rencontrées sont variées et ressortent de types de populations ovine, caprine et bovine divers. Ainsi, la population ovine est faite des HAMRA, REMBI et OULEDDJELLAL. La population caprine est constituée par les races MAKATIYA, AARABIA et la Montagnarde des Aurès récemment introduite (Hellal, 2009). Le cheptel bovin tire sa diversité de deux types de races : la race autochtone et les races améliorées importées. La cohabitation des différentes races au sein du même troupeau a conduit à la formation de cheptel fait de populations animales hybridées dites croisées très appréciées par les éleveurs et répondant favorablement aux conditions bioclimatiques difficiles.

Les territoires steppiques étaient exploités sur un mode extensif par des communautés d'éleveurs nomades, vivant sous la tente et se déplaçant au sein de vastes territoires pastoraux exploités en commun. L'évolution démographique a basculé en profondeur les modes d'occupation de ces espaces (Hellal et al., 2010). De ce fait trois grands types d'élevages se sont développés à savoir l'élevage nomade ou semi-nomade, l'élevage transhumant et l'élevage sédentaire.

Le qualificatif de « semi » vise à préciser que le véritable nomadisme est très peu représenté et que dans la plupart des cas, une partie de la famille se déplace avec

le troupeau, l'autre se fixait sur des sites occupés une grande partie de l'année à proximité des puits, des territoires cultivés ou près des villages. Quand à l'élevage sédentaire, les troupeaux se déplacent sur de longues distances, mais reviennent chaque soir au village.

Les systèmes pastoraux sont en pleine transformation : on constate qu'il existe une régression des organisations coutumières et l'installation de déséquilibres sociaux avec le passage du groupe à l'individu et d'un système d'exploitation peu égalitaire : aucune limitation d'effectif n'est appliquée, la prise d'animaux en association et la pratique d'achat spéculatif d'animaux engraisés rapidement se font sans réel contrôle au seul profit de gros éleveurs (Hellal et *al.*, 2010). Dans ces conditions, « le principe de gestion n'est pas la mise en valeur en commun des ressources mais le contrôle de la concurrence pour leur usage individuel » (Chiche, 1992).

Du fait des profondes modifications portant sur les statuts des parcours, les modes d'occupation de l'espace et les déplacements des éleveurs ont changé de nature. Chez les semi-nomades, la motorisation a fait son apparition. Le camion, la camionnette (le "pick-up"), la charrette (la "carossa") et le tracteur rendent des services inestimables et modifient profondément les façons de faire (Bourbouze, 1999 et 2000). Ainsi l'eau et les concentrés viennent maintenant vers les troupeaux et non l'inverse, les ventes s'organisent plus souplement, les déplacements se décident plus vite et l'on va éventuellement plus loin. Mais ce sont les gros troupeaux individuels, amenés par camions, qui conquièrent l'espace au détriment des élevages moyens. «Les steppes, plus lourdement et plus complètement exploitées que par le passé, marquent des signes évidents de surpâturage» (Lamary, 1988 ; Le Houérou, 1995). Dans l'ensemble les déplacements se simplifient et l'on démonte moins souvent la grande tente.

Compte-tenu de ce qui a été constaté, les nouveaux modes d'élevage et la taille du cheptel ont contribué lourdement dans la dégradation des parcours dont le potentiel fourrager se voit très aminci ne répondant que faiblement aux besoins de l'animal et hypothéquant l'avenir de la région et du pastoralisme. Face à cette situation l'*Atriplex canescens* est préconisé pour repeupler les parcours steppiques en forte dégradation (Hellal, 2009). Sa valeur fourragère située entre 0,25 et 0,68 UF/Kg de matière sèche fait de lui un excellent complément d'aliment pour les

rations pauvres en protéine (FAO, 1971 ; Ernest, 1987 ; HCDS, 2002). Il représente le modèle de plante fourragère choisi par les experts du HCDS pour répondre aux exigences bioclimatiques et pédologiques.

Les éleveurs louent, auprès des communes et l'HCDS, des parcelles de steppes cultivées (*Atriplex canescens*) ou mises en défens (g'za) pour l'alimentation de leurs troupeaux à un prix de 1000 DA/Ha sur une période de deux mois pouvant être étalée jusqu'à 3 mois en période de disette.

La céréaliculture était pratiquée depuis toujours dans la steppe. Elle se limitait « aux cultures de décrue dans les bas-fonds inondables produisant des rendements acceptables sans grands dommages pour les parcours » (Le Houérou, 1968). Cette pratique ne cesse de s'élargir et de s'étendre partout dans l'espace steppique. Les superficies défrichées, bien que le défrichement soit interdit depuis 1971 dans les hautes plaines steppiques occidentales, augmentent chaque année et la culture des céréales tend à devenir l'activité productive principale de la steppe. Ceci est lié au souci de l'éleveur d'assurer un complément de nourriture pour son cheptel vu que les parcours ne suffisent plus seuls à répondre aux besoins du bétail (sécheresse, sédentarisation et semi sédentarisation et taille des troupeaux, surpâturage). La zone d'étude ne sort pas de cette règle constatée dans pratiquement toute la steppe.

La culture des céréales en milieu steppique est pratiquée sur les parcours steppiques appropriés individuellement par les agropasteurs (Badrani, 1993). Elle s'est imposée pour subvenir aux besoins de la population locale et au cheptel constitué essentiellement par les ovins. La majeure partie des emblavures de céréales sont annuellement labourées et exploitées malgré les hivers froids et le régime hydrique irrégulier qui influent considérablement sur le rendement.

Les études réalisées dans le domaine de l'agriculture imputent le plus souvent l'insuffisance de la production des céréales au facteur pluviométrique (Zaoui et Bensaid, 2007). C'est ainsi que Baldy (1986) fait observer que les zones potentiellement céréalières sont celles qui reçoivent annuellement plus de 350 mm de pluie, ce qui correspond au minimum des besoins en eau des céréales. La pluviométrie annuelle de la zone d'étude évolue en dents de scie autour d'une moyenne de 227 mm. L'alternance de périodes sèches et humides semble donc caractériser la pluviométrie moyenne des zones steppiques (Daoudi et *al.*, 2013).

Il faut néanmoins signaler que les surfaces moissonnées sont le plus souvent inférieures à celles labourées. Cette différence, rarement répertoriée dans les données statistiques, est attribuée aux conditions abiotiques et biotiques.

La réduction des rendements des céréales est attribuée aux conditions climatiques très contraignantes en milieu steppique. En effet le déficit hydrique, comme dans la région sud-ouest de l'Algérie occidentale, s'est traduit par une réduction de la croissance de la plante et / ou de sa production en nombre d'épis par m² (Engleddow et Wadham, 1923). Au cours du remplissage des grains et dans des conditions de températures élevées, le manque d'eau a eu pour conséquence une réduction de la taille des grains (échaudage), réduisant par conséquent le rendement (Debaeke et al. 1996).

Le rendement céréalier a évolué de manière irrégulière durant toute la période d'étude. Les courbes de rendement et de pluie semblent de nouveau évoluer en étroite concordance ; la variation des rendements et de la production tire son origine en grande partie des effets des contraintes biotiques et abiotiques (Hellal et al. 2014). Boeuf (1932) signalait déjà les dommages causés par le froid tardif de printemps sur les blés des hauts plateaux. Les effets de cette contrainte climatique sont rapportés par Bouzerzour et Benmahammed (1994) sur l'orge. L'agropasteur, face aux effets pénalisant les contraintes climatiques, laboure dès les premières pluies de décembre et utilise les variétés précoces et à cycle de développement très court. La précocité d'épiaison permet l'esquive des stress de fin de cycle (Ceccarelli et Grando, 1991 ; Monneveux et This, 1997 ; Richards et al. 1997). Cette caractéristique est le plus souvent associée à une amélioration du rendement et de l'adaptation aux stress conduisant à la régularité de la production (Pfeiffer, 1993). Le calage du cycle vis-à-vis des événements climatiques où il est possible d'éviter la coïncidence des phases critiques du cycle avec les dates d'occurrence maximales des accidents climatiques, comme le gel tardif (Mouret et al., 1988, Mekhlouf et al., 2006), les hautes températures (Ceccarelli et al., 1992, Reynolds et al., 1994) et le déficit hydrique (Wardlaw et Moncor, 1995), permet d'obtenir un meilleur rendement. Benghalid et al. (1990) rapportent que les blés sahariens se caractérisent par un cycle de développement très court et une résistance inégalée à l'élévation de la température.

Srivastava et *al.* (1988), étudiant une collection de plus de 2500 génotypes de blé dur, rapportent que pour les milieux méditerranéens la tardiveté à l'épiaison et la précocité à maturité sont des caractéristiques importantes à cumuler chez un cultivar. Selon Dakheel et *al.* (1993) le génotype tardif à l'épiaison et précoce à maturité procure la meilleure adaptation aux conditions semi-arides.

Le secteur de l'agriculture dans la zone d'étude a connu différents bouleversements et réformes qui ont contribué à la dégradation des parcours steppiques. La première extension remonte à la période coloniale, quand les populations agricoles ont été refoulées vers les zones steppiques, les agriculteurs se sont mis à cultiver des céréales sur les terrains de parcours en défrichant et en exposant le sol aux érosions hydriques et éoliennes (Bencherif, 2011).

La région a connu une deuxième extension de la céréaliculture en utilisant des moyens modernes tels que le tracteur et la charrue à disques. Les nouvelles techniques agricoles ont contribué aussi à la dégradation par le piétinement de la couche superficielle du sol. Les autorités permettaient l'emblavage plusieurs hectares chaque année. Les autorisations étaient établies aux agriculteurs pour cultiver surtout de l'orge pour l'alimentation du cheptel. Malheureusement, les rendements étaient très faibles. Les pratiques d'exploitation se sont modernisées. Elles permettent de labourer davantage de terres et de détenir des effectifs excessivement importants du cheptel. Le tracteur défriche et laboure en une journée ce que l'attelage animal exécute en 10 jours. L'ensemble de ces facteurs concoure à une augmentation vertigineuse du nombre d'animaux ; et à leur concentration dans des zones sévèrement sur-pâturées. Si l'emblavage suit le défrichement, la récolte est suivie par l'érosion. « Le sol dénudé devient rapidement la proie du vent » (Montchaussé, 1977). Ceci s'est manifesté dans la région steppique où plusieurs hectares ont fini par se désertifier suite à un usage inapproprié par les agropasteurs. L'extension de la céréaliculture se faisait au détriment des terres de parcours. Le rendement aléatoire poussait les agropasteurs à étendre les superficies agricoles.

La substitution de l'État à la communauté a été l'un des enjeux politiques majeurs pour le contrôle et la domestication des sociétés pastorales en temps colonial et en post indépendance. L'objectif étant d'amenuiser le pouvoir des autorités traditionnelles et de désolidariser la communauté.

Il s'agit donc d'un enracinement relativement récent dans un genre de vie sédentaire dont la première vague datait des années 1950-1960 avec le regroupement des familles dans des camps militairement surveillés, un processus poursuivi par l'état Algérien indépendant. « Bien que les projets de développement menés dans ces zones à travers les programmes de restructuration du foncier et d'orientation des activités d'élevage aient eu pour but de rentabiliser ces espaces et de préserver les ressources pastorales, la conséquence a été la mutation des systèmes de production et l'émergence de la sédentarisation » (Benabdelli, 2000).

La paupérisation de la population a forcé les nomades à accepter un nouveau mode de vie sédentaire avec tous ses conflits. Selon Côte (1983) « La ruine de la steppe a été de pair avec la ruine de nombreux habitants de la steppe. Trop nombreux, ne possédant que quelques têtes, ils ont été obligés de vendre leur force de travail et de se sédentariser sur place ou aux portes des agglomérations de la steppe. La sédentarisation qui, on l'oublie trop, n'est généralement que la traduction d'une paupérisation des pasteurs ». Cette sédentarisation se traduit par un habitat relativement regroupé et des pratiques culturelles très extensives. Le passage du communautarisme à l'individualisme a créé, ravivé, ou maintenu, de fortes tensions entre les fractions dominantes et les fractions dominées dans la régulation de la gestion du territoire qui incombait jadis à la communauté. En outre, les individus se sont vus forcés d'appartenir à plusieurs configurations socio-culturelles, qu'il s'agisse du parti politique, de l'administration ou de la fraction d'origine. Le résultat est à la fois un renforcement des réseaux sociaux plus restreints mais aussi l'émergence de comportements individuels au détriment d'une gestion coordonnée. La sédentarisation des habitants de la région est pour beaucoup d'entre eux volontaire attirés par le standard de « vie moderne » et se sont d'eux-mêmes sédentarisés. La scolarisation des enfants explique et justifie pour beaucoup cette tendance à la sédentarisation.

Depuis quelques années, on assiste à une restriction de l'activité d'élevage dans les zones steppiques basée sur un mode nomadique ou agropastoral avec une transhumance saisonnière des zones pastorales vers des zones agricoles, notamment durant les périodes de post récoltes.

Ces systèmes traditionnels se caractérisaient par une forte dépendance aux conditions climatiques et donc aux ressources pastorales disponibles qui « assuraient près de 65 % des besoins alimentaires du cheptel jusqu'au début du XXème siècle » (Nefzaoui, 2002).

Actuellement, on assiste à une fermeture des espaces pastoraux mais les éleveurs sont contraints de couvrir les besoins de leurs cheptels. Une situation qui a entraîné une forte dépendance des éleveurs envers les ressources produites sur l'exploitation ou achetées sur le marché. La céréaliculture s'est inscrite progressivement dans la gestion quotidienne de l'alimentation du troupeau alors que le stock céréalier s'est amoindri durant les longues périodes de la sécheresse. Le risque de perdre l'activité d'élevage ovin est réel à l'image de l'élevage caprin qui a été manifestement abandonné dans d'autres zones d'élevage pour cause qu'il était considéré comme trop difficile à maîtriser dans un espace qui se ferme et dont une partie est occupée par les cultures. En outre, cet élevage demande du temps de surveillance alors que la main d'œuvre familiale s'amenuise avec la diversification des activités en dehors de la sphère familiale et villageoise. Devant ces faits, certains éleveurs de la région ont recouru à l'engraissement en bergerie sans brebis, un modèle qui a connu un succès important et tend à s'étendre de plus en plus, bien que d'autres gardent l'ancien système traditionnel en répartissant les agnelages sur toute l'année pour éviter les périodes de pointes de travail et en réduisant l'âge de réforme.

En conclusion, la région Sud de la wilaya de Tlemcen à l'instar de l'ensemble du territoire steppique algérien a connu de profonds changements dans sa texture sociale, économique et surtout naturelle. Le diagnostic écologique de cette partie des hautes plaines steppiques occidentales est inquiétant. La désertification gagne inexorablement plus d'espace. Outre les facteurs naturels climatiques et édaphiques et la fragilité de l'écosystème steppique, l'action anthropozoologique en est pour une cote importante dans cette situation sinistre. Le passage de la gestion collective des parcours à l'individualisme égocentrique, la pratique démesurée d'une céréaliculture aux rendements aléatoires, le recours à un défrichement destructeur longtemps adjugé par l'état, l'accroissement des effectifs animaliers devant la fermeture de l'espace pastoral, la sédentarisation des agropasteurs et de leurs bétails, l'entrée de la mécanisation dans le quotidien des

usagers des parcours ; ont contribué tragiquement à la forte dégradation des parcours steppiques.

La paupérisation de la population de la région Sud de la wilaya trouve une explication justifiée dans ce contexte. Mais elle ne peut qu'aggraver une situation déjà précarisée. Tout l'intérêt est de revoir la politique de réaménagement du territoire suivie et de faire contribuer l'homme de la steppe dans toutes les formules d'un nouveau mode de gestion de la région avec un apport solide et contrôlé d'aides étatiques pour pouvoir redresser cette situation qui pourra si négligemment faire perdre à la région sa vocation pastorale par excellence.

Ces différentes zones géomorphologiques représentent les quatre différents types de parcours steppiques étudiées (parcours dégradés, parcours des zones sèches, parcours des zones humides, parcours des dépressions) qu'on a pu recenser à niveau de notre zone d'étude et qui offrent la seule ressource alimentaire disponible pour le cheptel.

L'analyse de la dynamique des changements d'occupation du sol a fait ressortir un processus de création de nouvelles situations des zones avec ou sans végétation conduisant à l'augmentation de leurs superficies entre 1987 et 2017. Cette augmentation provient du défrichement des pâturages naturels en absence des activités de protection de ces zones steppiques, elles sont essentiellement peuplées par l'armoise blanche. Cette dynamique de dégradation de la végétation steppique est également à mettre en relation avec la nature géomorphologique et pédologique de la zone d'étude qui accentue les risques de la désertification. Selon les auteurs, l'introduction de l'agriculture sur les terrains de parcours a causé des préjudices irréparables à la steppe et a favorisé la désertification dans le sens où on a autorisé le défrichement anarchique de la steppe tout en sachant pertinemment que ces terres deviendraient incultes et viendraient s'ajouter aux terres dégradées (Boukhobza, 1982 ; Kacemi, 1992). D'autre part l'exploitation irrationnelle des nappes alfatières qui constituent la seule richesse de la région, constitue un autre aspect encore plus grave de la situation. Par contre l'agriculture pastorale sur des sites convenables tels que les dayas et les terrasses des oueds est la plus favorisée (Bedrani, 1996, 2001 ; Benrebiha et *al.*, 1992).

Plus particulièrement, l'effet du surpâturage conduit à la régression des terrains de parcours et donc à l'évolution progressive des peuplements d'armoise blanche dans la zone d'étude, vers les steppes secondaires à chamaéphytes. Cette succession est devenue irréversible vu la dégradation très poussée des nappes alfatières et la forte colonisation du milieu par l'armoise blanche, il en résulte la dégradation des sols créant un déséquilibre entre les besoins des bêtes et les possibilités de la steppe ce qui entraîne automatiquement une régression des zones de parcours (Berbero et *al.*, 1990(a), Ayad et *al.*, 2007 et 2008, Hellal et *al.*, 2004 et 2007).

Le constat sur la régression des formations forestières entre les deux dates peut s'expliquer par l'impact des feux et de la forte pression anthropique. L'impact des feux tout particulièrement au cours de la décennie « 1986-1996 » sur la zone d'étude, auquel s'ajoute l'utilisation anarchique des écosystèmes forestiers et pré-forestiers par l'homme favorisent la dégradation du couvert végétal (Berbero et *al.*, 1990 (b) ; Bouazza et *al.*, 2004 ; Bouazza, 1999). De façon globale, le processus de changement du couvert végétal steppique dans les régions semi-arides est variable selon le type d'occupation du sol, du type de la formation végétale existante et le mode d'exploitation adoptée.

L'étude de la densité et du recouvrement de ces parcours, nous a donné des valeurs plaçant les dépressions en tête, et cela grâce à leur dominance absolue par cette espèce steppique à signaler très adaptée aux conditions arides, et possédantes une puissance de prolifération extraordinaire puisqu'elle peut former à elle seule des vastes steppes homogènes dans ces types de parcours.

Du point de vue spatial, la répartition de l'espèce étudiée est différente suivant les types de parcours. Les variations enregistrées pour les paramètres quantitatifs de densité et de recouvrement sont conditionnées par la nature du sol, et plus spécialement par sa capacité de rétention d'eau. C'est dans ce sens que les zones humides et les dépressions constituent le milieu le plus favorable et présentent ainsi des taux de densité et de recouvrement plus marquants ; Cela est dû au fait qu'ils sont relativement pourvus en eau et en alluviaux ramenés par des crues même irrégulières qui traversent ces zones (Hellal et *al.*, 2007 ; Ayad et *al.*, 2007).

Pour les autres parcours dits pauvres ou dégradés, le recouvrement et la densité sont relativement faibles à cause des sols squelettiques peu calcaires et l'apport alluvial est réduit du fait de la pente importante, d'une part et la nature des substrats défavorables, d'autre part. En bref, les stations les plus peuplées en armoise blanche occupent les zones d'épandage de l'oued et les moins fournies sont désavantagées par la nature des sols, la pente, le défrichement et la surexploitation par le cheptel (Chessel et Donadieu, 1977 ; Le Houérou, 1985 ; Ayad et *al.*, 2007 ; Ayache et *al.*, 2011). En fait, les peuplements d'armoise blanche étudiés présentent une densité aux variations pseudopériodiques intenses, faisant observer un emboîtement presque parfait des motifs structuraux. Les exigences écologiques des espèces pérennes (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Artemisia herba-alba*, et *Noaea mucronata*) présentes dans la zone d'étude en compétition interspécifique, sont responsables des motifs structuraux observés (Friedman et Orshan, 1975 ; Friedman et *al.*, 1977 ; Phillips et Mc Mahon, 1981 ; Weins, 1989 ; Aguiar et Sala, 1994).

La densité de l'armoise se situe entre 4000 et 56000 pieds à l'hectare. Elle présente une forte variation entre les stations échantillonnées. Cette hétérogénéité peut être expliquée par les conditions climatiques et édaphiques locales qui sévissent dans la région (Bensid et Debouzie, 1996 ; Ayad et *al.*, 2007 ; Ayache et *al.*, 2011). L'augmentation de la pression pastorale entraîne le remplacement progressif des espèces de meilleure valeur fourragère par d'autres, de moindre importance. Ainsi *Artemisia herba-alba* et *Stipa tenacissima* sont remplacées, selon les cas, par *Noaea mucronata*, *Carthamus pectinatus*, *Attractylis humilis* et *Attractylis serratuloides* (Kadi-Hanifi, 2003 ; Bouazza et *al.*, 2004 ; Benabadji et *al.*, 2009). Dans les stations au sol plus profond, l'armoise blanche est de densité plus forte et les individus y sont plus grands. Les croupes à faible pente (3%), à sol peu profond et à croûte calcaire correspondent à une densité plus faible et les individus y sont plus petits.

Les taux de recouvrement par unité de surface apportent des éléments d'information sur la densité et le mode d'implantation de l'armoise blanche. Les faibles taux peuvent être expliqués par le phénomène d'allélopathie et la sécheresse qui sévit dans la steppe occidentale d'Algérie (Waisel, 1971 ; Friedman et *al.*, 1977 ; Aguiar et Sala, 1994 ; Aidoud et *al.*, 2006).

Les taux les plus élevés sont enregistrés dans les peuplements d'armoise blanche, favorisés par la stagnation des eaux pluviales véhiculées par les oueds et la sédentarisation du cheptel. La forte qualité bromatologique de l'espèce étudiée incite le cheptel à effectif raisonnable à l'exploitation et par conséquent, à l'entretien des peuplements de l'armoise blanche et sa propagation dans le milieu qui lui est favorable (Kilian, 1954 ; Mooney et *al.*, 1974). La consommation, en été et en automne, du feuillage et des parties florales contenant les graines, revitalise les pieds d'armoise blanche et assure la propagation de l'espèce dans le milieu qui lui est favorable (Aguilar et Sala, 1994 ; Ayad, 2008).

Les régions steppiques au Maghreb sont marquées par une augmentation des effectif ovins surtout et une diminution des superficies des parcoures qui se traduit en général par une dégradation des ressources pastorales collectives (Nasr et *al.*, 2000). L'accroissement des populations et du cheptel a créé des besoins qui ont pu durant un certain temps être couvert par une augmentation des prélèvements de terres et des tentatives de culture.

L'action anthropique est principal facteur de dégradation et ses actions sont multiples et connues (Le Houérou, 1981) et (Bouabdellah, 1992). L'homme façonne le paysage naturel et continue d'exercer son action sur les piémonts de Sebdou, EL-Gor, Sidi Djilali, et les hautes plaines steppiques d'EL-Aouedj, EL-Aricha, par l'intermédiaire du pastoralisme et de l'agriculture. Cela se traduit partout par une évolution régressive continue des écosystèmes steppiques, menant le plus souvent à la répartition d'une végétation apparemment uniforme dans l'ensemble. Par ailleurs, la répartition des espèces, exprimée par des stratégies adaptatives face à des contraintes environnementales, fait ressortir que les chamaephytes et les thérophytes tendent à envahir le tapis végétal des steppes du Sud d'El-Aricha.

En outre, un facteur important, c'est celui du poids de l'influence du troupeau qui ne fait que grandir et qui exerce une action réductrice sur certaines espèces vivaces appétantes (*Helianthemum virgatum*, *Helianthemum hirtum*, *Thymus algeriensis*, *Thymus munbyanus*, *subsp. Ciliatus*, etc.) et favoriser d'autres épineuses (*Atractylis humilis*, *Atractylis carduus*, *Astragalus armatus*) ou toxique (*Peganum harmala*) (Bouazza et *al.*, 1994).

Les travaux réalisés par nos soins en phyto-écologie dans la région montrent une diminution des surfaces occupées par l'Armoise et l'Alfa entre 1973 et 1990. Nous avons aussi remarqué une nette progression des superficies en culture peu performantes de l'ordre de 1% par an. Sur une superficie totale de terrain de parcoures autorisée pour le pâturage de 90.000 tête soit béliers et 81.000 brebis, soit en moyen ovin pour 02 hectares.

Par ailleurs, la forte présence d'*Erucaria uncata* dans la majorité des relevés effectués sur les zones planes (El-Aouedj) montre le lien étroit existant entre la steppe à armoise et les défrichements réalisés pour les cultures (Benabadji, 1995). Dans les secteurs très fortement perturbés par les animaux, en particulier entre agglomérations d'El-Aouedj et d'El-Aricha, *Artemisia herba-alba* est progressivement remplacée par des espèces peu appelantes comme *Atractylis serratuloides* et *Peganum harmala* qui peuvent, selon les stations dominer. Les nappes mixtes à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba* occupant 1,28 % en 1973, ces bonnes nappes régressent à une superficie de 0,38 % en 1990 ; ceci n'est pas le cas pour les nappes dégradées qui gagnent en surface, passant de 0,57 % en 1973 à 2,11 % en 1990.

Les surfaces cultivées progressent nettement en trente ans (30) (17,77 % en 1973 ; 31,90 % en 1990 et 27 % en 2003). Une agriculture traditionnelle et aléatoire est pratiquée dans des régions où régent des conditions climatiques et édaphiques assez sévères. Il a été possible de relever une extension importante de la céréaliculture (27 % de la surface totale, soit 14339 ha), y compris dans les plaines de texture sablo-limoneuses, lesquelles sont extrêmement sensibles à l'érosion éolienne. L'extension des superficies cultivées est particulièrement visible de part et d'autre de la RN 22. Ces terres de parcours à l'origine n'ont pas la faculté de production durable, ce qui pousse les agropasteurs à les abandonner au fil des ans ; c'est ainsi que celles-ci sont remplacées par l'armoise et les pelouses (formant 49 % de surface en 2003). Ces dernières sont constituées de graminées (*Brachypodium distachyum*, *Hordeum murinum*), de crucifères (*Muricaria prostrata*, *Matthiola longipetala*) et de cistacées (*Helianthemum virgatum*) (Bouazza et al., 2004).

Actuellement, si les touffes d'alfa arrivent à se maintenir sur les versants montagneux matorralisés à l'Ouest de la zone, elles ne figurent dans notre territoire cartographié en 2003. Par ailleurs, les peuplements à *Artemisia herba-alba* accusent une sensible augmentation en surface au détriment des formations végétales de plus grande qualité pastorale. Les modifications floristiques des écosystèmes pastoraux des régions arides et désertiques, sous l'effet de la pression animale et du déficit hydrique, affectent en premier lieu les graminées (*stipa tenacissima*) et les chamaephytes palatables (*Artemisia herba-alba*). Dominés par le semi-nomadisme, les terrains de parcours sont dans une phase de déperdition qui trouve son origine dans deux (02) pratiques humaines irrationnelles : le défrichement qui affectait 17,77 % de la surface en 1973, puis 27 % en 2003 (soit 1% de surface défrichée tous les trois ans) et le surpâturage.

De plus, la xéricité croissante depuis une vingtaine d'années a contribué au délabement des nappes alfatières. L'aridité du climat de la région est essentiellement marquée par une pluviosité faible et des mois d'été très chauds (Benabadji et Bouazza, 2000). Cette région du Sud-ouest de l'Oranais a d'ailleurs, par le passé, été victime d'une sécheresse spectaculairement longue qui aurait eu lieu vers 1880 et qui aurait duré onze années.

La plupart des formations steppiques sont appauvries sur le plan floristique et actuellement leurs richesses dépendent essentiellement du nombre d'espèces annuelles qui peuvent varier très largement d'une station à l'autre et d'une année à l'autre en fonction du niveau des précipitations hivernales et printanières (Djbaili, 1982)

La région nord de la zone est riche sur le plan floristique, présente une diversité de paysages contrairement à la partie Sud dans laquelle on note une monotonie de ces derniers et une diversité floristique réduite (Bouazza et al., 2015).

L'état actuel de la zone steppique de Sebdou résulte principalement de l'action conjuguée de l'homme et du climat. Pour évaluer l'importance isolée ou concomitante de ces facteurs sur l'éco-complexe et mettre en place un mode de gestion raisonnée, il importe de retenir la végétation comme indicateur le plus facilement interprétable et le plus sensible (Bouazza et al., 2015).

Les espèces indicatrices de la dynamique de la végétation sont peu nombreuses mais généralement très informatives ; c'est le cas de *Noaea mucronata* qui, selon les travaux de Bouazza et *al.* (2004) occupe les zones de contact présahariennes. Ces mêmes auteurs ajoutent que certaines espèces post-culturelles telles que *Hordeum murinum*, *Muricaria prostrata* et *Brachypodium distachyum* révèlent la progression des défrichements dans les espaces steppiques.

Parmi les facteurs écologiques qui influent le plus sur la végétation, on trouve les conditions climatiques associées aux conditions anthropiques et édaphiques.

L'hétérogénéité structurale et texturale du sol joue un rôle déterminant dans les variations du taux d'humidité, de carbonates et de la matière organique ce qui exerce une action sur la répartition spatiale des espèces (Bouazza et *al.*, 2004) et (Hasnaoui et *al.*, 2010 in Bouazza et *al.*, 2015).

Pour cette typologie, les caractères lithologiques et la moyenne des pluies enregistrées ces dernières décades (moins 33,5 %) ont exercé une influence prépondérante sur les conditions de vie de la végétation steppique.

Il est indubitable que cette végétation steppique du Sud-Ouest de Tlemcen, dans sa très grande majorité, est menacée si les conditions biotiques, et notamment la pression, qui s'exercent sur elle ; ne seront pas modifiées.

Enfin, il ne semble pas que les conditions climatiques actuelles, franchement plus arides que celles qui régnaient sur la zone au début du siècle, soient favorables à la régénération de cette végétation steppique et perturbe la typologie actuelle de la zone d'étude.

CONCLUSION

Conclusion

La présente étude sur la dynamique de la végétation en zone steppique dans le sud de Tlemcen, a une grande importance avec l'utilisation des images satellitaires, pour en faire un suivi diachronique. La cartographie réalisée, constitue un outil permettant non seulement une étude de la dynamique d'occupation du sol mais aussi de mener les changements affectés. Notre zone d'étude présente un paysage très contraignant aux conditions climatiques et anthropiques constitue les facteurs déterminant concernant l'évolution de cette dernière. La rareté des pluies et les fortes températures conjuguées avec l'action anthropique constituent des barrières empêchant le bon développement du couvert végétal. La sédentarisation des nomades très élevée, exerce pression sur les ressources naturelles, transforme le milieu et dégrade l'écosystème steppique. En outre, les résultats obtenus issus de la cartographie de l'occupation du sol depuis 1987 au 2017, montrent une dégradation très avancées du couvert végétal, conversion des terres steppiques très importantes, abondances des cultures annuelles et disparition du paysage steppique proprement dite ; ce qui favorisent l'installation du phénomène de la désertisation.

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base de la population algérienne en entier. La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /hab/an. Elle fournit plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire. Les terres agricoles utiles assurant un bon rendement se situent dans la steppique est devenue sous la pression de certaines contraintes une terre de labour alors qu'elle représente un terrain de parcours par excellence. Cette transformation trouve son origine par le brassage de multiples facteurs : la croissance démographique, le mode de vie sédentaire de la population, l'accroissement du cheptel et le souci d'assurer son alimentation, la mécanisation, l'autorisation des défrichements. Le nomade et le pasteur étaient contraints de changer leur mode de vie pour devenir des agropasteurs usant plus des ressources naturelles dans un écosystème déjà fragile.

La région steppique du sud de la wilaya de Tlemcen pas fait exception du changement dans le mode de vie de la population autochtone.

Le pastoralisme et La céréaliculture représentent la charnière centrale de l'économie de la région. Les terres emblavées ne sont pas toutes récoltées mais plutôt destinées en partie à l'alimentation du cheptel surtout en période de disette.

La qualité du sol, la limite des terres agricoles utiles, le manque d'une main d'œuvre qualifiée, le climat défavorable, le manque en ressources hydriques ne permettent qu'un rendement aléatoire.

La pratique extensive de la céréaliculture a contribué de façon dramatique à la dégradation des parcours. Les terres défrichées sont exposées à l'érosion puis à la désertification. Les jachères sont susceptibles d'une exploitation permanente par le bétail ce qui entrave la réinstallation des graminées vivaces et la reconstitution de la matière organique du sol déjà éprouver par les cycles cultureux. Le niveau de production reste faible, la fertilité ne se reconstitue plus. La formation en reste perpétuellement au stade de jeune jachère, que le broutage permanent continue à épuiser.

L'agropastoralisme est à l'origine de la dégradation des parcours. La dégradation au sens pastoral est inéluctable : C'est une question de charge, mais aussi une question de gestion. En revanche, il faut veiller à ce que ces dégradations ne soient pas irréversibles. Il existe des seuils au-delà desquels les ressources naturelles (sol et végétation) s'épuisent irrémédiablement : plages de sol nu, embroussaillage, apparition d'un adventice dangereux. Il est crucial de reconnaître ces seuils sur le terrain et de les signaler aux exploitants. Ce volet ressorte de la responsabilité des instances étatiques : Ministère de l'agriculture, Haut Commissariat du Développement de la Steppe, les Universités, et de l'administration locale. Aucune réhabilitation des parcours n'est possible sans faire participer l'agropasteur de la région.

La préservation des ressources naturelles végétales et hydriques que procure ce milieu steppique est l'objectif capital et initial de toute approche de développement envisageable et pourra être réalisé par une quantification appropriée et une utilisation rationnelle de ces ressources. L'amélioration des ressources végétales en apportant des essences peu exigeantes en matière de sol et résistantes aux aléas climatiques ne peut qu'améliorer les capacités des parcours.

La lutte contre les incendies, la déforestation et les défrichements ira de paire.

L'encouragement de varier les modalités d'élevages dans ces zones en recourant à d'autres systèmes pastoraux plus modernes peut constituer une mesure intelligente de sauvegarde du statut de cet espace et de ses ressources au profit de la population, de la promotion du patrimoine animal et de la conservation des spécificités de ces espaces. L'amélioration des parcours steppiques en général doit être incluse dans une stratégie nationale de promotion des parcours, multidisciplinaire prenant en compte les spécificités géographiques, édaphiques, climatiques, botanique et surtout socio-économique de chaque espace. L'espace des hautes plaines steppiques Sud-Ouest d'Algérie occidentale semble donner deux impressions très diversifiées lors de l'étude de son milieu physique.

En effet, l'étude climatique, topographique, géomorphologique, pédologique et biogéographique nous indique que ce milieu est contraignant pour toute activité humaine. Les espaces ouverts et immenses, la chaleur caniculaire durant l'été et le froid rigoureux durant l'hiver, les vents violents, les sols squelettiques et peu favorables à la végétation et à la mise en valeur, la végétation naturelle discontinue et avec un faible taux de recouvrement, résumant en quelque sorte cette inclémence de ce milieu steppique. La steppe n'est en fait qu'une réponse biologique aux conditions écologiques citées ci-dessus. Toutes ces caractéristiques font que cet espace n'est pas en mesure de supporter un peuplement dense comme celui de la zone tellienne, montagnaise en particulier. L'homme de la steppe a su s'adapter à ces conditions en optant pour un mode de vie basé sur le non fixation, autrement dit, basé sur la mobilité. La rupture de ce mode de vie a brisé cet équilibre fragile de l'écosystème steppique et engendré des catastrophes naturelles loin d'être surmontées.

Il est convenu que le nomadisme, synonyme du pastoralisme traditionnel, tire sa raison d'être dans le milieu steppique. La fragilité du couvert végétal disparate, l'éparpillement des points d'eau, et la faible valeur nutritive de la flore entraînent le déplacement des troupeaux, afin de renouveler sans cesse la pâture. Mais quand cet équilibre se rompt, le paysage devient le témoin ou l'informateur reflétant la réalité écologique résultante de ce déséquilibre. Ce phénomène écologique menaçant doit être perçu dans un ensemble constituant la problématique du développement de tous une région aussi fragile.

Cependant, en dehors de ce problème, il faut souligner que l'espace des hautes plaines steppiques Sud-Ouest d'Algérie occidentale n'est pas isolé ; cela nous conduit à nous interroger sur la place qu'occupe cette région au sein de l'espace steppique algérien et même dans celui de l'espace national.

A l'issue de cette étude, nous avons pu avoir une connaissance sur les variations spatiotemporelles d'occupation du sol, et de la structure des parcours d'armoise blanche du Sud-Ouest de l'Algérie occidentale. IL apparaît que cet écosystème, malgré toutes les conditions défavorables et contraignantes à sa productivité, offre une ressource fourragère appréciable sur laquelle se base le cheptel (seule espèce capable de valoriser ses parcours) pour sa survie, son entretien et même ses productions.

A travers ce travail, nous avons essayé en utilisant des données de télédétection, des enquêtes sur terrain et les données recueillis aux prés des institutions locales, d'étudier et d'analyser la dynamique spatiotemporelle d'occupation du sol dans la plaine du Sud-Ouest d'Oranais.

La cartographie des états des changements d'occupation du sols dans la steppe Sud-Ouest d'Oranais d'Algérie occidental par interprétation d'une classification supervisée des valeurs d'NDVI et TSAVI entre « 1987 et 2017 », révéle de divers variations significatives dans le temps du couvert végétale de la zone d'étude liée aux conditions naturelles, et à la dynamique des activités agricoles. Il ressort que les différentes classes d'occupation du sol ont enregistré des dynamiques variables d'une classe thématique à une autre pendant cette période.

En effet deux types de changement ont été identifiés : l'extension et la réduction. Ces changements principalement sont dus à des perturbations liées aux travaux des défrichements au profit du secteur agricole, et les surpâturages soutenus par la sédentarisation des cheptels sur la zone d'étude. Cet espace est confronté en matière d'exploitation et de préservation à divers problèmes. Le climat, l'élevage, l'agriculture auxquels s'ajoutent d'autres facteurs d'ordre sociaux et politiques constituent des paramètres déterminants dans l'utilisation durable des terres et agissant sur les types d'occupation du sol.

D'autre part, les indicateurs écologiques de l'espèce étudiée (densité et recouvrement) ont pu surmonter la rudesse des conditions édapho-climatiques très contraignantes à leur survie, elle présente des formes d'adaptations différentes. Le seul pâturage permanent et relativement disponible pour l'élevage est constitué de cet espèce vivace qui, quelque soient les conditions très fluctuantes de l'environnement, peut toujours fournir une partie aérienne plus ou moins productive et utilisable par ces animaux. C'est pour cela, suivant leur degré d'appétibilité appréciable, cette espèce est considérée comme pâturage de base pour les cheptels.

EN GUISE DE PERSPECTIVES

Actuellement, dans la région steppique de Tlemcen les formations végétales steppiques sont dégradées suite à des contraintes climato-anthropiques.

L'état actuel de la dégradation du tapis végétal a été établi grâce aux multiples données bibliographiques et aux observations sur le terrain.

La multiplication de la population du cheptel et un changement dans les pratiques traditionnelles ont induit à une dégradation significative du tapis végétal pérennes au profit des espèces annuelles.

Pour subvenir aux besoins de la population actuelle et du cheptel en ressources fourragères, il faut gérer ces espaces steppiques à travers de nouveaux concepts de réhabilitation (plantation pastorales) bien étudié en conditions édaphologique et nature de l'espèce a implanté. Ceci permettra une production raisonnable en ressource, c'est-à-dire en fonction des potentialités du milieu (eau et sol).

La réussite de cette réhabilitation à travers ces nouveaux concepts doit associer les communautés des éleveurs et les accompagner par une sensibilisation permanente pour la conservation potentielle en vue d'un développement durable.

Nous s'imposons donc comme préalable où il va falloir envisager une politique rationnelle pour l'utilisation de l'espace steppique. Cela peut être effectué par les actions suivantes :

- Recorriger les lacunes des anciennes stratégies de lutte ;
 - Mise en défens et plantation des espèces fourragères au niveau des parcours dégradés ;
 - La réglementation du pâturage, il faut fixer le nombre de bétails à introduire dans un parcours ainsi que la rotation à suivre pour parcourir le terrain ;
 - Le scarifiage qui consiste à cassé les pellicules de battance dure qui couvrent certains surfaces pour faciliter l'infiltration de l'eau de pluie et permettre le démarrage de la remontée biologique ;
 - Eviter les activités agricoles non appropriées à la nature des sols steppiques ;
 - Extension et aménagement des points d'eau de type local.
 - Utiliser le système géographique à l'échelle locale pour
- Enfin, L'apport de la géomatique pour l'éco-aménagement des systèmes écologiques fragilisés est de :
- Créer une base de données cartographique adaptée à des actions concertées de développement en intégrant dans le processus cartographique les visions des scientifiques, des praticiens et des agro-pasteurs.
 - Mettre en évidence les relations entre dynamique socio-économique et dynamique écologique à travers les rapports ressources- systèmes de production ; les espaces steppiques, afin d'atténuer sa propagation dans



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A.N.A.T., 1990. Agence Nationale D'aménagement De Territoire. (185) : 26-29.

Abdelgherfi A et Louar M., 1998. Conséquence Des Changements Sur Les Ressources Génétiques De Maghreb : Sém Inter. Réseau Parcours. El Djadida (Maroc), 16-18avril 1998. 77-87.

Abdelguerfi A et Louar M., 1996. La Privatisation Du Foncier : Impact Sur L'environnement Et Sur Les Ressources Génétiques En Algérie Options Méditerranéennes, N° 32. 203-207.

Achard F., 1989. Étude des rythmes saisonniers de la végétation en Afrique de l'Ouest par télédétection spatiale. Thèse de doctorat de l'Université Paul-Sabatier de Toulouse, 246 p

Aguiar M R et Sala O.E., 1994. Competition facilitation. Seed Distribution and the origin of patches in a Patagonian steppe - Oikos 70 : 26-34

Aidoud A., Le Floc'H E et Le Houérou H.N., 2006. Les steppes arides du nord de l'Afrique.. Science et changements planétaires / Sécheresse, John Libbey Eurotext, 2006, 17(1-2), pp.19-30. hal-00101783

Aidoud A et Nedjraoui D., 1992. The Steppes Of Alfa (*Stipa Tenacissima* L), Graminée Pérenne, And Their Utilisation By Sheeps. In Plant Animal Interactions In Mediterrean-Type Ecosystems. Medecos Vi, Grèce. 62-67.

Aidoud A et Touffet J., 1996. La Régression De L'alfa (*Stipa Tenacissima* L) Graminée Pérenne, un Indicateur de Désertification des Steppes Algériennes. Sécheresse, 1996 ; 7 :187-93.

Aidoud A., 1983. Contribution à L'étude des Ecosystèmes Steppiques de Sud Oranais : Phytomasse, Productivité Primaire et Application Pastorale. Doct 3ème Cycle.U.S.T.H.B. Univ. Sci. Technol., H. Boumediene Alger. 232 P.

Aidoud A., 1989. Contribution à L'étude des Ecosystèmes Steppiques Pâturés des Hautes Plaines Algéro-Oranaises. Fonctionnement, Evaluation Et Evolution Des Ressources Végétales. Sci. Alger, 240 P

Aidoud A., 1994. Les Changements Ecologiques dans L'espace Steppique : Causes et Implications Pastorales In Stratégie de mise en

Aidoud A., 1994. Pâturage et Désertification des Steppes Arides d'Algérie, Cas Des Steppes D'alfa (*Stipa Tenacissima* L.) . Paralelo 37°, 16 : 33-

Aidoud-Lounis F., 1997. Le complexe A alfa-armoise-sparte (*Stipa tenacissima* L., *Artemisia herba-alba* asso, *Lygeum spartum* L.) des steppes arides d'Algérie : structure et dynamique des communautés végétales. Lille thèses. 263 p

Aidoud-Lounis F., 1984. Contribution à la Connaissance des groupements à Sparte (*Lygeum Spartum* L.) des Hautes Plateaux Sud-Oranaise; Etude Phyto-Ecologique et Syntaxonomique. Thèse 3ème Cycle, Univ. Sci. Technol., H. Boumediène, Alger, 253p + Ann.

Aimé S., 1991. Etude Ecologique De La Transition Entre Les Bioclimats Subhumides, Semi Arides Et Arides Dans L'étage Thermoméditerranéen Du Tell Oranais (Algérie Nord Occidentale).Thèse D'état. Univ. Aix-Marseille Iii, 190 p

Amrani M., 2001. Evaluation de l'impact de la diffusion d'une innovation technique agricole sur les systèmes de production et sur la durabilité de l'agriculture : cas de la motopompe à eau dans la zone semi-aride de Saïis au Maroc. (Thèse de doctorat). Gembloux (Belgique), Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, 221p.

Anglot A., 1881. Etude Sur Le Bioclimat De L'algérie (Température, Pression Barométrique Et Pluie. Ann ; Bur. Cent. Meteorol. Fr., Paris 1, Pp. B7-B36.

Anyamba A., Small J.L., Tucker C.J et Pak E.W., 2014. Thirty-two years of sahelian zone growing season non-stationary NDVI3g Patterns and Trends. Remote Sensing, vol. 6, n° 4, p. 3101-3122.

Aubreville P., 1949. Climats, forêts et désertification de l'Afrique Tropicale, 351 p., Paris 1949.

Auclair D et Biehler J., 1967. Etude Géologique Des Hautes Plaines Oranaïses Entre Tlemcen Et Saida. Pub. Serv. Géog. Alger. Bull. 34.

Ayache A., 2009. Etude De La Biomasse Et De La Productivité De L'armoise Blanche Le Long D'un Transect Nord-Sud De La Steppe Occidentale D'algérie. Thèse De Magister. 98 P.

Ayache A., Hellal B., Ayad N et Maatoug M., 2011. Densité Et Taux De Recouvrement De L'armoise Blanche (*Artemisia Herba-Alba* Asso.) De La Steppe Occidentale D'algérie. Sécheresse ; 22 (3) : 192- 196p. Doi : 10.1684/Sec.2011.0308

Ayache A., Hellal B., Ayad N., Benhanifia K et Gacemi M.A., 2015. Diachronic Analysis Of The Steppe Land Cover Of The Department Of Sidibel-Abbes Using The Remote Sensing (Western Algeria).International Journal Of Geomatics And Geosciences Volume 6, No 2, 2015.Issn : 0976-4380.

Ayad N., 2008. Etude Eco-Phytochimique Et Apport Nutritionnel De L'armoise Blanche (*Artemisia Herba-Alba* Asso.) Du Sud Oranais, Dans L'alimentation Du Cheptel. Thèse De Doctorat (Algérie). 98 P.

Baci L., 1999. Les Réformes Agraires En Algérie. Annexe 2ème Partie. Cahiers Options Méditerranéennes, N° 36, 1999, Pp. 285-291.

Badrani S., 1995. Une Stratégie Pour Le Développement Des Parcours Steppiques En Zones Arides Et Semi-Aride, Document De La Banque Mondiale, 61 P + Anne

Badrani S., 1993. Les Aspects Socio-Economiques Et Juridiques De La Gestion Des Terres Arides Dans Les Pays Méditerranéens. Cahiers Du Cread, N°31-32, 1992, Alger Et Cahiers Options Méditerranéennes, Vol. 1, 1993, Montpellier

Badrani S., 1996. Une Stratégie Pour Le Développement Des Parcours En Zones Arides Et Semi-Arides. Rapp. Techn. Algérie, Doc. Banque Mondiale, 61p. + Annexe.

Badrani S., 1999. Situation de l'agriculture, de l'alimentation et de l'économie algérienne. CIHEAM. Paris.

Badrani S., 2003. L'Algérie Et L'exception Agricole. Cahiers Du Cread, N° 51.

Bagnouls F et Gausse H., 1953. Saison Sèche Et Indice Xéothermique. Bull. Soc. Hist.Nat. Toulouse (88) : Pp 3-4 Et 193-239.

Bajocco et al., 2012. The impact of land use/land cover changes on land degradation dynamics: a Mediterranean case study. Environ Manage. 2012 May; 49(5): 980-989. Epub 15 Mar 2012.

Baldy C., 1986. Comportement Des Blés Sous Climats Méditerranéens. Ecologie Méditerranéa. 3, 73-88.

Barbero M et Quezel P., 1995. Désertification, Désertisation, Aridification In The Mediterranean Region And « Global Changes In Functioning And Dynamics Of Perturbed Ecosystems ; Bellan, Bonin Et Emig». Edit., Lavoisier Pub, Paris, 549-569.

Barbero M et Quezel P., 2000. Réflexion Sur L'évolution de La Flore et de la végétation au Magreb Méditerranéen. Edt Ibis Presse, Paris 117 P.

Barbero M., Bonin G., Loisel R et Quezel P., 1990. Changes And Disturbances Of Forest Ecosystems Caused By Human Activities In The Western Part The Mediterranean Basin Vegetation. Vol 87.151-173.

Bariou R., 1979. Manuel de Télédétection. Norois. . 101 pp. 151-153

Bartoli A., 2011. Le management dans les organisations publiques, Dunod, collection Management public, 2ème édition, 48p

Ben Rebiha F., Pourrat Y et Dutuit P., 1992. Induction de la callogenèse chez l'Atriplex halimus sur des milieux de culture dépourvus d'hormones de croissance. Rôle des éléments minéraux. Bull. Soc.Bot. Fr, 139, Lettres Bot., (3) : 219-222.

Benabadji et al., 2009. La régression des steppes méditerranéennes : le cas d'un faciès à *Lygeum spartum* L. d'Oranie (Algérie). Ecologia Mediterranea 35(1):75-90

Benabadji N et Bouazza M., 2000. Contribution A Une Etude Bioclimatique De La Steppe A Artemisia Herba-Alba Asso Dans L'Oranie, Séch (Algérie Occidentale), Vol 11, N°2, 117-23

Benabadji N., 1995. Etude phyto-écologique des steppes à Artemisia herba-alba Asso. et Salsola vermiculata L. au sud ouest de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse doct. Es-Sci. Univ. Tlemcen. 225 p

Benabadji N., Bouazza M., Metge G Et Loisel R., 1996. Description Et Aspect Des Sols En Région Semi Aride Et Aride Au Sud De Sebdou (Oranie-Algerie), Bull, Inst, Sci., Rabat, N° 20, 77-86.

Bencherif S., 2010. L'élevage agropastoral de la steppe algérienne dans la tourmente : enquêtes et perspectives de développement Dans Mondes en développement 2013/1 (n°161), pages 93 à 106.

Bencherif S., 2011. L'élevage et la céréaliculture dans la steppe algérienne. Évolution et possibilités de développement, thèse, AgroParisTech, 269 p. +annexes, disponible en ligne sur le site <http://tel.archives-ouvertes.fr/>

Bendjilali B et Richard H., 1980. Etude De Quelques Peuplements D'armoise Blanche Du Maroc (Artemisia Herba- Alba Asso) ; Rivista Italiana Eppos 62, 69-74

Benest M., 1985. Evolution de la plate-forme de l'Ouest Algérien et du Nord-Est Marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé: Stratigraphie, milieux de dépôts et dynamique sédimentaire. Thèse de doctorat, Documents. Laboratoire Géologique Lyon, 381 p.

Benguerai A., 2006. Utilisation de l'approche systémique et de la géomatique pour la caractérisation du fonctionnement de l'écosystème steppique. Cas de la région de Naâma. Mémoire de Magister, Université de Mascara. 117 p.

Benissad H., 1982. Economie De Développement De L'Algérie. Edition O.P.U,

Benlaghli M., Bouattoura N., Monneveux P et Borries C., 1990. Les Blés Des Oasis : Etude De La Diversité Génétique Et De La Physiologie De L'adaptation Au Milieu. Options Méditerranéennes 11:171-195

Benmohammadi A., Benmohammadi L., Balais J.L et Reser j., 2000. Analyse des inter-relations anthropiques et naturelles : Leur impact sur la recrudescence des phénomènes d'ensablement et de désertification au sud-est du Maroc (vallée de Drâa et vallée de Ziz). Secheresse, 11 : 297-309

Bensaid T., 1990. Structures Spatiales Et Interférences Entre Individus Dans Deux Populations D'alfa (Stipa Tenacissima) Et D'armoise Blanche (Artemisia Herba-Alba) Vivant Dans Les Hautes Plaines Steppiques De Tlemcen (Algérie). Thèse De Magister, 140 P.

Bensalah M., 1989. L'éocène Continental De L'Algérie, Importance De La Tectogénèse Dans La Mise En Place Des Sédiments Et Des Processus D'épigénie Dans Leur Transfor- Mation. Thèse. Doct. Univ. Claude Bernard. Lyon. 140 P.

Bensalah M., Benest M., Gaouar A., Morel G.L et Truc G., 1987. Découverte De L'eocène Continental A Bétimes Dans Les Hautes Plaines Oraïses (Algérie) : Conséquences Paléo-Géographiques Et Structurales. C.R. Acad. Sc. Paris. Serv. Ii. 304. 1.35-38.

Bensid T et Debouzie D., 1996. Ségrégation spatiale dans l'implantation de l'alfa, *Stipa tenacissima*, et de l'armoïse, *Artemisia herba-alba*, dans les hautes plaines steppiques d'Algérie. In : *Ecologia mediterranea*, tome 22 n°3-4, 1996. pp. 9-17.

Bensouïah R., 2003. Pasteurs et agro-pasteurs du semi aride algérien : entre tradition et modernité. Le cas de Djebel Amour, thèse de Doctorat, Université de Paris X-Nanterre, 344 p + annexes.

Bensouïah R., 2006. Vue D'ensemble De La Steppe Algérienne. Doc En Ligne : ([Http://Desertification.Voila.Net/Steppealgerienne.Htm](http://Desertification.Voila.Net/Steppealgerienne.Htm)).

Bildgen P., Gilg J.P et Tate G., 2000. Étude dynamique de l'environnement des villages romano-byzantins de Syrie du Nord ; localisation des structures parcellaires et cadastrales qui leurs sont liées, *Cybergeo* (édition européenne de Géographie)

Boer M.M et Puig de fabregas J., 2005. Assessment of dryland condition using spatial anomalies of vegetation index values. *International Journal of Remote Sensing*, 26: 4045-4065.

Boer M.M et Puig de fabregas J., 2003. Predicting potential vegetation index values as a reference for the assessment and monitoring of dryland condition. *International Journal of Remote Sensing*, 24: 1135-1141.

Boeuf F., 1932. Le Blé En Tunisie. *Annales du Service Botanique et Agronomique de Tunisie*, T.Viii, 456 Pages.

Bonn F et Rochon G., 1996. Précis de télédétection Volume 2 : Applications, Presses de l'Université du Québec/AUPELF, 1995

Bonn F et Rochon G., 1992. Précis de télédétection volume 1: Principes et méthodes. Sainte- Foy: Presse de l'université du Québec/AUPELF, 485 p.

Bouabdellah H., 1991. Dégradation du Couvert Végétal Steppique de La zone Sud- Oranaïse : Le Cas d'El Aricha. Thèse De Magister, Géographie, Université D'oran, 219 P + Annexes.

Bouazza et al., 2004. Évolution de la végétation steppique dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie). *Ecologia Mediterranea* 30(2):219-231

Bouazza et al., 2015. Caractérisation écologique de l'habitat naturel du Trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum* L., Fabaceae) dans le Nord-Est de l'Algérie. Revue D'écologie N°2 - 2015 vol. 70 >

Bouazza M et Benabadji N., 2010. Changements Climatiques Et Menaces Sur La Végétation En Algérie Occidentale. Changements Climatiques Et Biodiversité. Edit. Vuibert-Afas, Paris., P. 101-110.

Bouazza M et Benabadji N., 1998. Composition floristique et pression anthropozoïque au Sud-Ouest de Tlemcen Rev. Sci. Techn,

Bouazza M., 1991. Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L au Sud de sebdou (Oranie-Algérie). Thèse de doctorat en science, Université Aix-Marseille III, 119 p+annexes.

Bouazza M., 1995. Etude phyto-écologique des steppe à *Stipa tenacissima* L et à *Legeum spartum* L au sud de Sebdu (Oranie-Algérie).Thèse Doct.es.Sci. Univ, Tlemcen.153 p+Annexes

Bouchemal S., 1997. Mutations agraires en Algérie, THÈSE/Collection Alternatives rurales Paris, L'Harmattan. 1 vol. 267 p.

Bouchemal S., 2001. Séminaire nationale sur les valorisations intégrées du milieu semi- aride, steppe algérienne : désertification et aménagement. 28-29 mai, Centre Univ Labri Ben M'hidi, Oum Bouaghi. 12

Bouchetata T., 2001. Analyse et intégration des données écologiques dans une base de données ; cas de la zone steppique de la wilaya de Nâama. Mémoire de Magister, centre universitaire de Mascara, 102 p + annexe.

Bouchetata T., 2002. Diagnostic Ecologique – Désertification Et Analyse Des Stratégies En Milieu Steppique Algérien », Revue Des Sciences De La Nature Et De L'environnement « Ecosystems », Vol 2 Sidi Bel Abbès, P. 43- 51.

Boudy P., 1950. Economie forestière nord-africaine. Tome 2, fasc 2, (11) Edi. Larouse, Paris, 777-818.

Boughani A., 1995. Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au Sud des monts du Zab (Ouled Djellal, wilaya de Biskra). Thèse magister, USTHB, Alger, 226p.

Boukhobza M., 1982. L'agro-Pastoralisme Algérien, De L'ordre Tribal Au Désordre Colonial, O.P.U, Alger, 458 Pages.

Boumezbeur A et Benhadj M., 2003. Fiche Descriptive sur les Zones Humides RAMSAR, Chott Zahrez chergui (Algérie). Direction Générale des Forêts, 2003, 10 p.

Bourbouze A et al., 2000. Pastoralisme Au Maghreb : La Révolution Silencieuse. Revue Fourrages, 2000 : 3-21.

Bourbouze A., 1999. Gestion De La Mobilité Et Résistance Des Organisations Pastorales Des Eleveurs Du Haut Atlas Marocain Face Aux Transformations Du Contexte Pastoral Maghrébin. In “Managing Mobility In African Rangeland: The Legitimization Of Transhumant Pastoralism”, Niamir-Fuller M. And Turner M. D. (Eds), 28 P.

Bousmaha., 2012. Contribution à l'étude de l'évolution de la nappe alfatière dans la mise en défens de Nofikha. (Naâma). Thesis. Magister en foresterie. Université Aboubekr Belkaïd – Tlemcen. 87 p

Bouzerzour H et Benmahammed A., 1994. Environmental Factors Limiting Barley Grain Yield In The High Plateau Of Eastern Algeria. *Rachis* 12 : 11- 14.

Burel F et Baudry J., 2003. Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications, Paris, TEC & DOC, 1999, 362 p.

C.P.C.S., 1967-1970. La commission de pédologie et de la cartographie des sols. France Géologie. Inst d'Alger. 2. 71-88.

Callot G., Jaillard B., Braye J P et Jalade M., 1996. Incidence des caractéristiques structurales du sous-sol sur l'entrée en production de *Tuber melanosporum* et d'autres champignons mycorrhiziens. *Agronomie*, EDP Sciences, 1996, 16 (7), pp.405-419.

Caloz R et Collet C., 2001. Précis de télédétection ; vol. 3 : Traitements numériques d'images de télédétection. Presses de l'Université de Québec et Agence universitaire de la Francophonie, Sainte-Foy (Québec), xvi + 386 p.

Caloz R et Puech C., 1996. Hydrologie et imagerie satellitaire. Précis de Télédétection. Vol. 2. UREF/AUPELF éd.

Carlson et Ripley., 1997. On the Relation between NDVI, Fractional Vegetation Cover, and Leaf Area Index. *Remote Sensing of Environment* 62(3):241-252

Carretero C et al., 2003. Technician en agriculture I II° Edit Cultural S.A 506 P

Ceccarelli S et Grando S., 1991. Environment of selection and type of germplasm in barlebreeding for low-yielding conditions. *Euphytica* 57(3):207-219

Ceccarelli S et Grando S., 1991. Selection Environment And Environmental Sensivity In Barley. *Euphytica* 57 : 157-67.

Ceccarelli S., Acevedo E et Grando S., 1992. Breeding For Yield Sability In Unpredictable Environments: Single Traits, Interaction Between Traits, And Architecture Of Genotypes. *Euphytica* 56: 169 - 85.

Chellig R., 1969. La steppe, le pays du mouton. Rapport MARA, production animale, 9 p

Chellig R., 1985. La désertification et les blocages socio-économiques du pastoralisme. Comm. Sem.Nat sur la recherche et le développement des zones steppiques 9 p.

Chessel D et Donadieu P., 1977. Introduction to the study of the horizontal structure in the steppe environment. iII. local dispersion, density and level of implantation

Chessel D., 1978. Description non paramétrique de la dispersion spatiale des individus d'une espèce, In : biométrie et écologie. Legay et Tomassone. Ed. Soc. Française de biométrie, 45-135.

Chiche J., 1992. Pratiques D'utilisation Des Terres Collectives Au Maroc. In Terres Collectives En Méditerranée, Coordonné Par A. Bourbouze Et R. Rubino, Ars Grafica. Fao, P. 41-56.

Cléments F E., 1916. Plant Succession: Analysis of the Development of Vegetation. Carnegie Institution of Washington Publication Sciences, 242, 1-512

Cote M., 1982. Méthodologie D'approche. Rhumel, N° 2, Publications De L'institut Des Sciences De La Terre, Université De Constantine, Pp : 13-25.

Couderc R., 1974. Le climat dans l'économie de l'Algérie, Méditerranée. pp. 79-80

Couderc R., 1978. Géographie Et Développement : Les Hautes Steppes Sud-Oranaises. Thèse De Doctorat D'état, Géographie, Université De Montpellier Iii, 655 Pages, 61 Cartes, 17 Tableaux Et 80 Figures. Courel, et al. (1999)

CYR L., Bonn F et Pesant A. 1995. Vegetation indices derived from remote sensing for an estimation of soil protection against waler erosion, Ecological Modelling, T9: 277-285.

Daget J., 1977. Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification, Végétatio, 34, 1 : 1- 20.

Daget J., 1979. Les modèles mathématiques en écologie. Collection d'écologie 8. Ed Masson., paris, 168 p.

Daget P et Poissonet J., 1971. Une méthode d'analyse phytologique des prairies, critères d'application. Ann. Agro., 22, 1 : 5-41.

Daget P., 1977. Le bioclimat méditerranéen, Analyse des formes par le système d'Emberger, Vegetatio, 34, 2 :87- 124.

Daget P., 1980. Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégies adaptatives (Cas des thérophytes). Actes du Colloque d'Ecologie théorique, E.N.S, Paris, mai 1978 : 89-114.

Dakheel A.J., Nadji I., Mahalazkshmi V et Peacock J.M., 1993. Morphophysiological Traits Associated With Adaptation Of Durum Wheat To Harsh Mediterranean Environments. Aspects Of Applied Biology 34 :297-307.

Daoudi A., Terrani S., R F et Bedrani S., 2013. Adaptation A La Sécheresse En Steppe Algérienne : Le Cas Des Stratégies Productives Des Agropasteurs De Hadj Mechri. Cahiers Agricultures 22 : 303-10. Doi : 10.1684/Agr.2013.0629

De Martonne E., 1926. Aréisme Et Indice D'aridité. Compt. Rend. Séances Acad. Sci. 181 : 1395-1398.

Debaeke P., Cabelguenne M., Casals M L et Puech J., 1996. Elaboration Du Rendement Du Blé D'hiver En Conditions De Déficit Hydrique. Ii. Mise Au Point Et Test D'un Modèle De Simulation De La Culture De Blé D'hiver En Conditions D'alimentation Hydrique Et Azotée Variées : Epicphase-Blé. Agronomie 16 : 25-46.

Debaine F et Jaubert R., 2006. La dégradation de la steppe : hypothèses et évolution du couvert végétal, MOM Éditions, 43 pp, 149-166

Derbach John C., 1953. A practical guide to legal writing and legal method, 2nd ed, Littleton, Colo. : F.B. Rothman, 399 pages

Desjardins R., Rognon P., Benalla M et Alem E.M., 2005. Progrès important des études sur l'évolution des dunes grâce à l'utilisation combinée des satellites civils et militaires : l'exemple du Tafilate (Maroc). Sécheresse ; vol. 16, n° 3, p. 64-153.

DGF., 2004. Direction Générale des Forêts. Rapport national de l'Algérie sur la mise en œuvre de la Convention de Lutte contre la Désertification. DGF, Alger, septembre 2004. <http://www.unccd.int/cop/reports/africa/national/2004/algeria-fre.pdf>.

DGF., 2007. L'expérience algérienne dans la lutte contre la désertification. Comm. Atelier International du Parlement Panafricain sur « La Lutte Contre la Désertification », Alger du 02 au 04 Avril 2007.

Direction Services Agricoles., 2013. Bilan De Campagne Agricole De La Direction Des Services Agricoles De Sidi Bel abbés, 25 Pages.

Djebaili S et al., 1983. Carte de l'occupation des terres, carte pastorale de l'Algérie, notice. Biocénoses, 2, 1-2, 132p.

Djebaili S., 1978. Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse de Doct., Montpellier, 229 p

Djebaili S., 1982. Diagnose phytosociologique de la végétation naturelle des hautes plaines et l'atlas saharien algérien. Biocénose. Bull. d'Ecole. Terr.Tome1, 2, 5-20

Djebaili S., 1984. Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie. Alger, Ed office des publications universitaires (OPU) édi n° 167406/84.140 p

Djebaili S., 1984. Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Alger: Edition O.P.U. 1984, pp 177.

Djebaili S., 1988. Connaissances sur l'alfa (*Stipa tenacissima*). Biocénoses n° 3 : 43-52.

Djellouli Y et Nedjraoui D., 1995. Evolution des parcours méditerranéens. In Pastoralisme, troupeau, espaces et société. Hatier éd. 440-454.

D.P.A.T 1998., Recensement Global De La Population Et De L'habitat De Sidi-Bel-Abbès. Rapport De La Direction De La Planification Et De L'aménagement Du Territoire, Alger, 257 P.

Edwards-Jones G., 2006. Invasive species policy and climate change: social perceptions of environmental change in the Mediterranean, *Environmental Science et Policy*, 10(3):230-242DOI:10.1016/j.envsci.2006.12.002

Eklundh L et Olsson L., 2003. Vegetation index trends for the African Sahel 1982–1999. *Geophysical Research Letters* 30: doi: 10.1029/2002GL016772. issn: 0094-8276.

Eklundh L et Olsson L., 2003. Vegetation index trends for the African Sahel 1982-1999, *Geophysical Research Letters*, 30, doi10.1029/2002GL016772. DOI : 10.1029/2002GL016772

Emberger L., 1942. Un projet de classification des climats du point de vue phytogéo- graphique. *Bull. Sci. Hist. Nat. Toulouse*, 77 : 97-124.

Emberger L., 1955. Une classification biogéographique des climats. Recueil, travaux de laboratoire géolo-zoologique, Faculté des sciences. Service botanique. Montpellier, 7, 3-43.

Emberger, L., 1952. Sur Le Quotient Pluviothermique. *C.R. Ac. Sci.*, 234 :2508-2511.

Engleddow F.L et Wadham S.M., 1923. Investigation on yield in the cereals. Part. I. *J Agric Sci* 13 : 390-439.

Ennebati M.A., 2015. Potentialites hydrologiques de l'écosystème steppique de Tlemcen et intégration des données dans un système a référence spatiale. Thèse de magistère. 124 p

Ernest S., 1987. Arbres, Arbustes Et Arbrisseaux En Algérie. N° D'édition586. Opu. Alger. 143 Pages.

Escadafal R et Bacha S., 1996. Strategy for the dynamic study of desertification. In : Escadafal R., Mulders M.A. & Thiombiano L. (Eds). Actes du symposium international AISS, Ouagadougou, Burkina Faso, 6-10 février 1995. Surveillance des sols dans l'environnement par télédétection et systèmes d'information géographiques, Editions ORSTOM : 19-34.

Escadafal R et Pontanier., 1993. Propriétés spectrales des surfaces et télédétection de variations spatiales et temporelles de l'infiltrabilité de sols arides (Menzel Habib, Tunisie)

Escadafal R et Pouget M. 1987. Cartographie des formations superficielles en zone aride (Tunisie méridionale) avec Landsat TM. Photo-interprétation, 4(2) : 9-12

Escadafal R et Pouget M., 1986. Luminance spectrale et caractères de la surface des sols en région aride méditerranéenne (sud Tunisien). ITC Journal, 1 : 19-23.

Escadafal R., Bacha S et Delaître E., 1997. Desertification watch in Tunisia: land surface changes during the last 20 years and onwards. In Spiteri A. (ed.) Remote sensing' 96: integrated applications for risk assessment and disaster prevention for the Mediterranean. Rotterdam : A.A. Balkema. p. 35-40. 16.

Escadafal R., Pontanier R et Belghith A., 1993. Propriétés spectrales des surfaces et télédétection de variations spatiales et temporelles de l'infiltrabilité de sols arides (Menzel Habib, Tunisie). In : Dubois J.M.M. (ed.) : Presses de l'Université du Québec, p. 263-272.

F.A.O., 1971. Technique De Développement Pastoral. Volume 3 : Plantations D'arbustes Fourragers. Projet Fao Tun. 71/540, Ariana-Tunisie. 17 Pages.

Floret C.H., Le Floc'h E et Pontanier K., 1992. Influence de l'évolution de l'occupation de l'espace sur le bilan d'eau régional (Tunisie). In : "L'aridité, une contrainte au développement", E. Le Floc'h, M. @rouais, A. Cornet, J.C. Bille, &S., Editions ORSTOM, Paris Collection Didactiques (2 paraître).

Floret C.H et Pontanier R., 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne, climat, sol et végétation et problématique d'aménagement. Travaux et document de l'Orstom n°150. Paris, Orstom édition.1982. 544 p.

Friedman J et Orshan G., 1975. The distribution, emergence and survival of seedlings of artemisia herba-alba asso in the negev desert of Israel in relation to distance from the adult plants j. ecol.; vol. 63; NO 2; PP. 627-632.

Friedman J., Orshan G et Ziger-Cfir Y., 1977. Suppression of annual by Artemisia herba-alba in the Negev desert of Israel. J. Ecol; 65 : 413-26.

Ghennou S., 2014. contribution à une étude dynamique de stipa tenacissima L dans le sud ouest de la région de Tlemcen

Ghezlaoui B.E., 2011. Biomorphologie et polymorphisme des appareils aériens de quelques espèces halophytes en oranie : cas de l'Artiplex halimus L et Tamarix gallica L. thèse en biologie. Univ Tlemcen. 388 p + annexe.

Gilabert G Ch., 2002. Optimisation différentielle. Théorie et algorithme.

Gilabert MA., gonzalez-piqueras J., garcia haro F.J et melia J.A., 2002. Généralized soil-adjusted vegetation index. remote sensing of environment, n° 82, 303-310.

Girard C et Girard C.M., 1999. Traitement des données de télédétection. DUNOD Ed. Paris, 529 pages.

Guillermou Y., 1990. Le développement pastoral en Algérie : dirigisme ou laisser-faire ? In : Bernus Edmond (ed.), Pouillon F. (ed.). Sociétés pastorales et développement : 2. Les aléas de l'application. Cahiers des Sciences Humaines, 26 (1-2), p. 155-171. ISSN 0768-9829.

Guinochet M., 1973. La phytosociologie. Collection d'écologie I. Masson éd., Paris, 227 p.

Guyot G., 1996. Agriculture et statistiques agricoles, in Précis de télédétection: Tome 2, Applications thématiques, edited by F. Bonn (Sainte Foy (Québec)) : Presses de l'université de Québec), 269-316 p

Haddouche D., 1998. Cartographie pédopaysagique de synthèse par télédétection « image LANDSAT TM » cas de la région de Ghassoul (El Bayad). Thèse Mag. INA, Alger, 149p.

Haddouche D ., 2009. La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie : cas de la région de Naâma Thèse de doctorat. Université de Tlemcen, 238 p.

Haddouche I., Benhanifia K et Gacemi M., 2011. Analyse spatiale de la régénération forestière post-incendie de la forêt de Fergoug à Mascara, Algérie. Bois et Forêts des Tropiques, 2011, 65 (307): 23-31.

Haddouche I., Mederbal K et Saidi S., 2007. Space analysis and the detection of the changes for the follow-up of the components sand-vegetation in the area of

Hadeid M., 2008. Approche Anthropique Du Phénomène De Désertification Dans Un Espace Steppique : Le Cas Des Hautes Plaines Occidentales Algériennes. Vertigo – La Revue Electronique En Sciences De L'environnement, Vol. 8, No 1.

Hadeid M., 1996. Croissance Et Développement De Petites Agglomérations Et Leur Rôle Dans L'organisation De L'espace De La Steppe Sud Oranaise Algérie. Université D'es-Senia Oran, Thèse De Magister, 159 P.

Hadeid M., 1998. Effets De La Sédentarisation Des Nomades En Zone Eparsée, Dans Le Renforcement De La Désertification De La Steppe Sud-Oranaise. In Actes Du Séminaire « Les Zones Arides : Rétrospectives, Enjeux Et Stratégies », Adrar Le 25, 26 Et 27 Avril, Edition Crstra, Alger.

Hadeid M., 2002. Difficultés D'intégration D'une Région A L'espace National, Le Cas Des Hautes Plaines Sud-Oranaises (L'ouest Algérien). In Bulletin Des Sciences Géographiques, N° 10, Inct, Alger, Pp : 07-15.

Hadeid M., 2006. Les Mutations Spatiales Et Sociales D'un Espace A Caractère Steppique, Le Cas Des Hautes Plaines Sud-Oranaises (Algérie), Thèse De Doctorat D'état En Géographie. Université D'oran Es-Sénia. 506 P.

Hadeid M., 2009. Politiques De Développement Régional Dans Les Hautes Plaines Occidentales Algériennes : Un Bilan Mitigé. Varia.

Hadeid M., Bendjelid A., Fontaine, J et Ormaux S., 2015. Dynamique Spatiale D'un Espace A Caractère Steppique : Le Cas Des Hautes Plaines Sud- Oranaises (Algérie). Cahiers De Géographie Du Québec, 59 (168), 469–496.

Halitim A., 1988. Sols des régions arides, office des publications universitaires. 384 p

Hasnaoui O., 1998. Etude des groupements à Chamaérops humilis subsp. Argentea, dans la région de Tlemcen. Thèse de Magistère. Univ. Abou baker BelkaidTlemcen.176 p +annexes. 124.

Hasnaoui O., 2008. Contribution à l'étude des Chamaeropaies dans la région de Tlemcen, Aspects botanique et cartographiques. Thèse doct. Univ. Aboubekr BelkaidTlemcen. 210p.

Haut Commissariat au développement de la Steppe., 2002. Notice bibliographique sur quelques plantes fourragères et pastorales. 18 Pages.

H.C.D.S., 2005. Problématique des zones steppiques et perspectives de développement. Rap. Synth., haut-commissariat au développement de la steppe, 10 p.

H.C.D.S., 2008. Haut-Commissariat au Développement de la Steppe. In.

Hellal B., Ayache A., Ayad N et Hellal T., 2016. Diachronic Analysis Of The Occupation Of The Steppe Area Of The Department Of Sidi Bel Abbes (Western Algeria). Iop Conf. Series : Earth And Environmental Science 37 012079.

Hellal B., Ayad N., Maatoug M et Hellal T., 2011. Conséquences De L'urbanisation De La Steppe Occidentale D'algerie. The 3rd International Symposium Of Geography. Landscapes: Perception, Understanding, Awareness And Action. 8 – 10 April 2011, Bucharest, Rasnov (Roumanie).

Hellal B., Bensmira Z., Hellal T et Ayad N., 2010. L'élevage Ovin En Milieu Steppique De L'algérie Occidentale : Cas De Ras Elma. Revue Des Régions Arides – Numéro Spécial – 24 (2/2010).

Hellal T., 2009. Analyse et compréhension de la problématique d'utilisation des parcours steppiques Du Sud De Ras El ma-Wilaya De Sidi Bel Abbès- Algérie. Thèse De Magister. Université De Sidi Bel abbés. 110 Pages.

Hellal T., Hellal B., Bardadi A., Ayad N et Bensmira Z., 2014. Incidences De La Pluviométrie Sur La Culture Des Céréales Dans La Steppe Du Sud De La Préfecture De Sidi Bel'abbes (Algérie Occidentale). European Scientific Journal. Vol. 10 N° 17. 11 Pages.

Hellden U et Tottrup C., 2008. Regional desertification: a global synthesis. Global Planetary Change 64, 169–176.

Helldén U., 1984. Drought impact monitoring: A remote sensing study of desertification in Kordofan, Sudan. Rapportet och Notiser-Lunds Universitets Naturgeografiska Institution, Sweden

Helldén U., 1991. Desertification Time for an assessment ? *Ambio*, 20: 372-383.

Hellden., 1991. Desertification. Time for an assessment ? *Ambio*, 20: 372-383.

Helldén., U. 1984. Drought impact monitoring: A remote sensing study of desertification in Kordofan, Sudan. Rapportet och Notiser-Lunds Universitets Nature geografiska Institution, Sweden.

Herrmann S et al., 2013. Vegetation impoverishment despite greening: A case study from central Senegal *Journal of Arid Environments* 90:55–66

Herrmann S et Met Tappan G.G., 2013. Vegetation impoverishment despite greening: A case study from central Senegal. *J. Arid Environ.*, 90: 55-66.

Hofmann P, Blaschke T et Strobl J., 2011. Quantifying the robustness of fuzzy rule sets in object-based image analysis , *International Journal of Remote Sensing*, vol. 32, No. 22, 7359-7381. DOI : 10.1080/01431161.2010.523727

Holm A.M., Cridland S.W et Roderick M.L., 2003. The use of time-integrated NOAA NDVI data and rainfall to assess landscape degradation in the arid shrubland of Western Australia. *Remote Sensing of Environment*, 85: 145-158 <https://developpementdurable.revues.org/pdf/292>

I.N.E.A.P., 1980. « Débats Et Critiques », Economie-Sociologie- Démographie. Questions Sur L'agriculture, N°3/4.

I.N.E.S.G., 2004. Le domaine steppique : Enjeux et devenir. Institut National d'études stratégiques globales. 55 p.

Jagdish K et al., 2009. Quantifying and mapping biodiversity and ecosystem services: Utility of a multi-season NDVI based Mahalanobis distance surrogate. *Remote Sensing of Environment* 113 (2009) 857–867. Received in revised form 24 December 2008.

Johnson E A et Miyanishi K., 2008. Testing the assumptions of chronosequences in succession. *Ecol Lett.* May; 11(5):419-31.

Kaabèche A., 2000. Guide des habitats arides et sahariens : Typologie phytosociologique de la végétation d'Algérie, 59p.

Kacemi M., 1992. Water conservation, crop rotations and tillage systems in semi-arid Morocco. Ph.D. Dissertation. Colorado State Univ. Fort Collins, CO. USA. 200 p

Kacimi B., 1996. La problématique du développement des parcours des zones steppiques. Approche et perspectives. Doc. HCDS, ministère de l'agriculture. 27 p

Kadi-Hanifi A., 1998. L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relations milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doct., USTHB., Alger, 270 p.

Kadi-Hanifi H., 2003. Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. *Revue sécheresse*, 14, 169-179.

Kadi-Hanifi H A et Loisel R., 1997. Caractéristiques édaphiques des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie en relation avec la dynamique de la végétation. *Ecologia Mediterranea*. 23-3-4.pp. 33-43

Kanoun M., 1997. Structure des revenus des agro-pasteurs et effets des techniques de production sur la formation des revenus : cas de la Wilaya de Djelfa, communes de Deldoul et El-guedid. INRA. Magister. INA El- Harrach. 158 p.

Khaldi et al., 2011. Elevage et processus de désertification de la steppe algérienne, *Revue de l'écologie-environnement*, N°7, septembre 2011, Laboratoire de Recherche en Agro- biotechnologie et Nutrition en Zones semi-arides, Université Ibn Khaldoun de Tiaret (Algérie), pp.101-112.

Khaldoun A., 1995. Les mutations récentes de la région steppique d'El-Aricha. Réseau parcours, 59-54.

Khaldoun A., 1997. La Création De Périmètres De Mise En Valeur Et Ses Conséquences Sur L'espace Et La Société Pastorale Dans La Région Des Hautes Plaines Occidentales : Diversité, Fonctionnement Et Contraintes. In *Options Méditerranéennes, Série. A / N°39*, Ciheam, Montpellier, Pp: 45-49.

Khaldoune A., 2000. Évolution technologique et pastoralisme dans la steppe algérienne : le cas du camion Gak en hautes-plaines occidentales. *Options Méditerranéennes (CIHEAM., Montpellier), série A, 39* : 121-127

Killian C., 1954. Plantes fourragères types des hautes plaines algériennes : leur rôle particulier en période sèche. *Ann Amelior Plant* ; 4 : 505-27.

Kindlmann P et Burel F., 2008. Connectivity measures: A review. *Landscape Ecology*, 23, 879-890. «Télédétection et désertification ». 13-24 nov. 1989, Tunis, Tunisie.

Köpen W et Geiger R., 2014. World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification Updated *Meteorologische Zeitschrift* 15(3):259-263

Labrousse G et Godron E., 1965. Mécanisation de la culture de l'Arachide : Notamment dans les pays francophones d'Afrique Tropicale et à Madagascar. *Machinisme Agricole Tropical Information* (11 bis) : 3-109.

Lakehal S., 2010. Essais d'amélioration édaphique des sols pour une occupation optimale (cas de la région de Tlemcen). *Mém. Mag., Dép.Agro., Fac.Sciens., Univ., Tlemcen.* P 61

Lamary M., 1988. Crise Du Pastoralisme Et Projets De Développement De L'élevage En Milieu Steppique Dans Le Sud Tunisien. *Master Of Sciences. Ciheam-Iam Montpellier*, 228p.

Lavauden L., 1927. Les forêts du Sahara. *Rev. Des Eaux et Forêts.* LXV (6) : 265-277 ;(7):329-341.

Le Houérou H.N., 1969. La végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations analogues d'Algérie, de la Lybie et du Maroc). *Annales inst. Nat.* 42, 5, Tunis, 624 p.

Le Houérou H.N., 1995. Considération biogéographique sur les les stappes arides du nord de l'Afrique, sécheresse., 6 :167-82.

Le Houérou H.N., 2002. Cacti (*Opuntia* spp.) as a fodder crop for marginal lands in the Mediterranean basin, *Acta Horticulturae*, 581(581):21-46

Le Houérou H.N et Claudin J., 1975. Etude phyto-écologique du Hodna (Algérie). *FAO. Rome.* 154 p

Le Houérou H.N et Hoste C.H., 1977. Rangeland production and annual rainfall relations in the mediterranean basin and in the African Sahelo-Sudanian zone. *J. Range Management.*, 30, (3): 181-189.

Le Houérou H.N et Popov G.F., 1981. An ecoclimatic classification of intertropical Africa. 40 p., 8 fig., 3 maps, *Plant Production and Protection Paper n° 31*, *FAO, Rome*

Le Houérou H.N., (1995). Dégradation, Régénération Et Mise En Valeur Des Terres Sèches D'Afrique Du Nord. Coll. « L'homme Peut-Il Faire Ce Qu'il A Défait ? » *Orstom, Tunis*, 65-102

Le Houérou H.N., 1968. La Sédentarisation Du Sahara Septentrional Et Des Steppes Limitrophes (Libye, Tunisie, Algérie). In Annales Algériennes De Géographie, N° : 6, Décembre, Alger.

Le Houérou H.N., 1985. La régénération des steppes algériennes, rapport de mission de consultation et d'évaluation, 18nov-02déc, 1995, Ministère de l'agriculture, Alger, 19 p.

Le Houérou H.N., 1996. A probabilistic approach to assessing arid rangelands productivity carrying capacity and stocking rates. In : International Workshop on Sustainable Use of Rangelands and Desertification Control. Jeddah, 3-6 novembre 1996. pp : 1-19

Le Houérou H.N., 2004. An Agro-Bioclimatic Classification of Arid and Semiarid Lands in the Isoclimatic Mediterranean Zones, Arid Land Research and Management, 18(4):301-346

Le Houérou H.N., Claudin J et Pouget M., 1979. Etude bioclimatologique des steppes Algériennes. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr Nord (3-4), 33-74+ carte 1/1000 000ème

Lemsanni et al., 1999. « Suivi de la désertification au Maroc à partir d'images AVHRR de NOAA » : La télédétection en 297 francophonie : analyse critique et perspectives, actualité scientifique, Lausanne, Agence Universitaire de la Francophonie, 2000, pp. 171-176

Lillesand T.M., Kiefer R.W et Chipman J.W., 2004. Remote Sensing and Image Interpretation. 5th Edition, John Wiley, New York. Geographical Journal 146(3)

Loireau M et d'Herbès J.M., 1994. Cartographie des unités d'occupation des terres du super-site central est (Banizoumbou) du programme Hapex-Sahel. Orstom, Xèmes journées hydrologiques, 307-319.

Loireau M et d'Herbès J.M., 1994. Fluctuations piézométriques et évolution du couvert végétal en zone sahélienne (sud-ouest du Niger)

Long G., 1975. Diagnostique phyto-écologique et aménagement du territoire : principes généraux et méthodes. Masson et Cie. Paris, tome, pages.

Ludwig J.A et Tongway D.J., 2000. Viewing rangelands as landscape systems. In Arnalds O & Archer S (Eds.), Rangeland Desertification. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 39-52.

M.A.D.R., 2000. L'Agriculture par les chiffres. 15p

M.A.D.R., 2008. Note steppe 2. 7p.

M.A.D.R., 2011. Rapport du Ministère de l'Agriculture et du Développement rural. 85p.

Maignuet M., 1990. La désertification : une crise autant socio-économique que climatique. *Science et changements planétaires / Sécheresse*. 1990;1(3):187-195.

Maire R., 1926. Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie (notice). Alger, 78 p

Manière R et 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 méditerranée; Tome XII.Fax 1-2. PP.159 - 185.

Manière R., 1987. Télédétection spatiale et aéroportée et systèmes d'informations géocodées sur l'environnement. principes généraux et étude de quelques domaines d'applications. Thèse doct. d'État, univ. Aix-Marseille III.

Manière R., 1989. Comparative performance results between LANDSAT Thematic Mapper and spot 1 high resolution visible imagery for Mediterranean forest inventory *Advances in Space Research*. Volume 9, Issue 1, 1989, Pages 125-134

Manière R., Courboules J., Celles J.C., Chamignon C., Bouzenoune A., Melzi S., Djebaili S et Kermad M., 1989. Inventaire des ressources naturelles renouvelables en zone aride méditerranéenne . Évaluation de l'apport des données à moyenne résolution spatiale (Landsat MSS). Photo-Interprétation. Images aériennes et Spatiales, 89-3 et 4-3 : 17-30.

Marius C., 1995. Effet de la sécheresse sur l'évolution des mangroves du Sénégal et de Gambie », *Revue Sécheresse*, No.1, vol. 6, 123-125.

Martin M P et Chuvieco E., 1995. Cartographie Et Evaluation Des Terres Brûlées A Partir De L'analyse Multi Temporelle Des Images Avhrr Ndvi, *Earsel Adv. Sens A Distance*, 4 (3).

Mate., 2002. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement RAPPORT NATIONAL DE L'ALGERIE 19ème session de la Commission du Développement Durable des Nations Unies (CDD-19). 42

Mbow C.H et al., 2014. *Advances in Monitoring vegetation and land use dynamics in the Sahel*. Danish Journal of Geography; 1-8.

Mc Garigal K et Cushman S A., 2002. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps. Project : Landscape pattern analysis Mecheria, Algeria. *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*

Médail F et Myers N., 2004. Mediterranean Basin. In: Hotspots revisited Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. R.A. Mittermeier, G. Robles, P.

Mederbal K., 1992. Compréhension des mécanismes de transformation du tapis végétal: approches phyto-écologiques par télédétection aérospatiale et analyse dendroécologique de *Pinus halepensis* Mill., dans l'ouest Algérien. Thèse d'Etat Es Sciences, Université d'Aix Marseille III, 229.

Ministère de L'agriculture., 2012. Plan National De Développement Rural Ministère De L'agriculture (1998). Plan National D'action Pour L'environnement. Rapport De Synthèse. 15p.

Mitchell D.L, d'Entremont R.P et Lawson R.P., 2000. Inferring Cirrus Size Distributions through Satellite Remote Sensing and Microphysical Databases. Print Publication: Article History.1106–1125 pp

Mittermeier C.G., Lamoureux J et Da Fonseca G.A.B., Monterrey Conservation International (Washington) & Agrupacion Sierra Madre. Eds. CEMEX (Mexico), 144-147.

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 varia.

Monneveux P et This D., 1997. La Génétique Face Au Problème De La Tolérance Des Plantes Cultivées A La Sécheresse : Espoirs Et Difficultés. Sécheresse ; N° 1, Vol 8 : 29-37.

Montchaussé G., 1972. La Steppe Algérienne, Cadre D'interactions Entre L'homme Et Son Milieu. In Options Méditerranéennes, N° : 13, Juin, Montpellier, Pp : 55-60.

Montchaussé G., 1977. La Steppe Algérienne : Causes Et Effets D'une Désertisation. In Peuples Méditerranéens N° : 1 (Oct-Déc), Editions Anthropos, Paris, Pp : 123-151.

Mooney H.A., Ehleringer J et Bjorkman O., 1974. The energy balance of leaves of the evergreen desert shrub *artiplex hymenelytra*. Oecologia (Berl) 29. 301 - 301.

Musset R., 1935. Les calculs relatifs aux régimes pluviométriques: Fraction pluviométrique, écart pluviométrique relatif, coefficient pluviométrique relatif, Géo-carrefour, vol. 11, n° 1, p 75-85.

Musset R., 1953. Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie : Typologie, Syntaxonomie et éléments d'aménagements. Thèse Doc. Sc. Univ ; Aix Marseille, 205 p

Myers N., Mittermeier R.A., Da Fonseca G.A.B., Russell A et Kent J., 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature volume 403, p 853–858.

Nasr N., Ben Belem M., Rachid Lalaoui Y., Benissad J et Mediouni Y., 2000. Mutation des systèmes élevages et de gestion des parcours. Colloque en zone aride : El Ouara de Tataouine (Tunisie) Rev. Sech. Sci et chang Planet. vol 11, n°29. 93-100

Nedjimi B et Guit B., 2008. Les steppes Algériennes: Causes de Déséquilibre, Algerian journal of arid environment. vol. 2, n° 2, Décembre 2012: 50-61

Nedjimi B et Guit B., 2012. Rangeland improvement and management options in the arid steppes of Algeria. In: Germano, M. Denise (Ed.) Steppe ecosystems: Dynamics, land use and conservation. Nova Science Publishers, Inc. New York : 157-170.

Nedjimi B., Daoud Y et Touati M, 2006. Growth, water relations, proline and ion content of in vitro cultured *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* as affected by CaCl₂. Comm. Biom. Crop Sci., 1 (2), 79-89.

Nedjimi N et Homida M., 2006. Problématique des zones steppiques Algériennes et perspectives d'avenir, El-Bahith Review 1(4):13-19

Nedjraoui D., 1990. Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima* L) aux conditions stationnelles. Thèse de Doct. USTHB, Alger, 256 p.

Nedjraoui D., 2002. Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. Unité de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres URBT, Algérie. 239-243.

Nedjraoui D., 2004. Les steppes Algériennes : zones sensibles à la désertification. MEDRAP: Concerted Action to Support the Elaboration of the Northern Mediterranean Regional Action Programme Co-ordinated by Nucleo Ricerca Desertificazione (NRD)- University of Sassari Second Workshop: Identification of sensitive Areas in the Northern Mediterranean. 14 p.

Nedjraoui D et Bedrani S., 2008. La Désertification Dans Les Steppes Algériennes : Causes, Impacts Et Actions De Lutte. Vertigo - La Revue Electronique En Sciences De L'environnement, Volume 8 Numéro 1. [Http://Vertigo.Revues.Org/537508](http://Vertigo.Revues.Org/537508)

Nedjraoui D et Bedrani S., 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 8 Numéro 1, avril 2008.

Nedjraoui D., 1981. Teneur en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les hautes plaines steppiques de la Wilaya de Saida. Thèse Doct.USTHB., Alger, 256 p.

Nedjraoui D., 2003. Les mécanismes de suivi de la désertification en Algérie proposition d'un dispositif national de surveillance écologique à long terme. Doc. OSS, 37 P.

Nedjraoui D., 2004. Evaluation Des Ressources Pastorales Des Régions Steppiques Algériennes Et Définition Des Indicateurs De Dégradation. Options, Méditerranéennes 62 : P 239-244.

Nedjraoui D., 2006. La recherche scientifique, un moyen de lutte contre la désertification. Com. Conf. Intern. Université des Nations Unies ; Alger, Déc. 2006.

Nedjraoui D., 2006. La recherche scientifique, un moyen de lutte contre la désertification. Com. Conf. Intern. Université des Nations Unies ; Alger, Déc. 2006.

Nefzaoui A., 2002. Rangeland Management Options And Individual And Community Strategies Of Agropastoralists In Central And Southern Tunisia. International Conference On Policy And Institutional Options For The Management Of Rangelands In Dry Areas. Capri Working Paper N° 23, P.14-16.

Nouad A., 1995. Contribution à la définition d'une stratégie de développement de l'élevage ovin en Algérie. Thèse Institut National Agronomique, Paris Grignon, 221 p

Office National de Météorologie., 2013. Données Climatiques Pour La Période 2000-2012.

Office National des Statistiques., 1970. Wilaya De Saida, Série 1, Volume 11, 1970.

Office National des Statistiques., 1996. Annuaire Statistique De L'algerie. Résultats 1993/1994, N° 17, Alger, 429 P..

Office National des Statistiques., 1998. Quelques Statistiques Et Indicateurs Sociaux. Données 1997-1998

Oulhaci S., 2001. Contribution à l'étude Phytoécologique de l'écosystème steppique de la Wilaya de Tlemcen. Mém. Ing., Dép.Agro., Fac.Sci., Univ.,Tlemcen. 35 P

Ozenda P., 1954. Observation sur la végétation d'une région semi aride : les hauts plateaux du sud-Algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 45(3-4). 189-223.

Ozenda P., 1958. Flore du Sahara septentrional et central. Ed. CNRS, Paris. 486 p.

Ozenda P., 1977. Flore du Sahara. 2ème Edition (2000). Paris : CNRS éditions. 680 p

Ozenda P., 1982. Les végétaux dans la biosphère, , édit Doin éditeur, paris. 219-321

Ozenda., 1986. La cartographie écologique et ses applications/Ecological Mapping and Its Applications. Paris, Masson (Coll. Écologie appliquée et sciences de l'environnement, 7). 160 p.

P.D.A.U., 2000. Plan de Développement d'Aménagement et d'Urbanisme du groupement de Tlemcen, DPAT, monographie de la wilaya de Tlemcen, 2000.

Paruelo JM et al., 2000. Estimating aboveground plant biomass using a photographic technique. Vol 53, No 2 (March 2000)

Péguy CH.P., 1961. Précis de climatologie, Norois Année 1961 30 pp. 247-251

Pettorelli N et al., 2005. using the satellite-derived NDVI to assessecological responses to environmental change Trends in Ecology & Evolution 20 (2005) 503–510. Trends in Ecology & Evolution, Volume 21, Issue 1, January 2006, Pages 11

Pfeiffer W.H., 1993. Drought Tolerance In Bread Wheat. Analysis Of Yield Improvement Over Years In Cimmyt Germplasm. In : Klatt, Eds. Proceedings Of The International Conference On Wheat Production Constraints In Tropical Environments. Mexico (Df) : Centre International Pour L'amélioration Du Maïs Et Du Blé (Cimmyt).

Phillips D L et Mac Mahon J.A., 1981. Competition and spacing patterns in desert shrubs. Journal of Ecology, 69: 97–115.

Pouget M et Boettgenbach Y., (ill.). 1973. Etude agro-pédologique de la région d'Ouzera (Medea). Alger: Direction des Etudes de Milieu et de la Recherche Hydraulique, 74 p. multigr.

Pouget M., 1976. Les plages de salure sur les glacis quaternaires à croûtes calcaires (Steppes algériennes). Réu. Sci. de la terre. Paris. 340 p.

Pouget M., 1980. Les relations sols-végétation dans les steppes Sud-Algéroises .Trav . Doc. ORSTOM., 555 p.

Puig de F., 2003. Cartographie de l'occupation des sols en relation avec les mouvements gravitaires et le ravinement dans le Rif nord-occidental (Maroc) vol. 19 - n° 3 | 2013 : Varia. p. 335-352

Quezel P et Barbero M., 1993. Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le pliocène : enseignement de la flore et de la végétation annuelle. Bull. Ecol, 24 :191-202

Quezel P., 2000. Réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation au maghreb méditerranéen. Edi Ibis, Paris. 117 p.

R.N.D.B., 1992. Sommet de la Terre. Rio de Janeiro, 103 p

Ram B et al., 2009. Predicting Enhanced Vegetation Index (EVI) curves for ecosystem modeling applications. *Remote Sensing of Environment* 113, 2186-2193.

Rasmussen S et al., 2001. A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: Refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quaternary Science Reviews*, 106 p

Rasmussen K., Fog B et Madsen J.E., 2001. Desertification in reverse? Observations from northern Burkina Faso, *Global Environmental Change*, 11, pp. 271-282. DOI: 10.1016/S0959-3780(01)00005-X

Reynolds M.P., Balota M., Delgado M.I B., Amani I et Fischer R.A., 1994. Physiological And Morphological Traits Associated With Spring Wheat Yield Under Hot, Irrigated Conditions. *Aust. J. Plant. Physiology*. 21 : 717- 730

Richard-Molard J., 1949. *Afrique Occidentale Française*, Editions Berger-Levrault, Paris.

Richards R.A., Rebtzke G.J., Van Herwaardlen A.F., Dugganb B.L et Condon A., 1997. Improving Yield In Rainfed Environments Through Physiological Plant Breeding. *Dryland Agriculture*; 36: 254-66.

Robin M.A., 1998. La télédétection. Des satellites aux systèmes d'information géographiques. In: *Norois*, n°177, Janvier-Mars 1998. p. 109.

Rognon., 1996. Rognon P., 1996. Sécheresse et aridité : leur impact sur la désertification au Maghreb. *Sécheresse*, 7 (4) : 287-297.

Rouse J.W et Haas R.H., 1973. Monitoring vegetation systems in the great plain with ERTS. *Third ERTS Symposium*, 1, 309-317. - Washington DC: NASA.

Sbai A et al., 2016. Contribution de la télédétection dans l'étude et l'évolution spatiotemporelle du couvert végétal : cas du couloir de Taourirt – El Aioun et ses bordures montagneuses (Maroc oriental), La 3ème Edition du Colloque International des utilisateurs du SIG, Maroc, Oujda les 22 et 23 novembre 2016

Scanvic J.Y., 1993. Télédétection aérospatiale et informations géologique, Orléans : Ed. BRGM, 1 vol. 284 p.

Seltzer P., 1946. Le climat de l'Algérie. Institut de la météorologie et de physique du globe. Univ d'Alger. 219 p

Slimani H., Louwye S et Toufiq A., 2010. Dinoflagellate cysts from the Cretaceous-Paleogene boundary at Ouled Haddou, southeastern Rif, Morocco: biostratigraphy, paleoenvironments and paleobiogeography. *Palynology*, v. 34, no.1, p.90-124, pl.1-10.

Srivastava R.K., Srivastava J.B et Joshi S.C., 1988. Spectrophotometric Observations of Delta-Capricorni, *Astrophysics and Space Science*, Volume 143, Issue 1, pp.107-112

Steven J., Phillip A., Robert P., Anderson B.C., Robert E et Schapire D., 1986. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190 (2006) 231–259

Stewart P., 1969. Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique, quelques réflexions. *Bull. Soc. Hist. Afr. du Nord*, pp 24-25.

Temmar A., 1986. La Stratégie algérienne de développement, Enal Alger.

Tucker C.J et Anyamba A., 2012. Historical Perspectives on AVHRR NDVI and Vegetation Drought Monitoring. NASA Publications. 217

Tucker C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. *Remote Sens. Environ*, 8, 1979, pp 127–150.

U.R.B.T., 2002. Siuvi de diachronique des processus de désertification "in situ" et par télédétection des hautes plaines steppiques du sud- ouest du sud oranais. 123 p

Véla E et Benhouhou S., 2007. Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *Comptes Rendus Biologies*, 330(8), 589-605. Véla, E., & de Bélair, G. (2013). Découverte de *Galium verrucosum* subsp. *halophilum* (

Waisel Y., 1972. Biology of halophytes. Academic Press, New York.

Wardlaw I.F et Moncur L., 1995. The Response of Wheat to High Temperature Following Anthesis. I. The Rate and Duration of Kernel Filling, *Australian Journal of Plant Physiology*, 22(3), 391-397.

Weins J.A., 1989. Spatial scalling in ecology. *Functional Ecology* ; 3 : 385-97.

Westoby M., Walker B.H et Noy-Meir I., 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *J. Range Manag.* 42: 266–274

Yacoubi M., El Mourid M., Chbouki N et Stockle C., 1998. Typologie de la sécheresse et recherche d'indicateur d'alerte en climat semi-aride marocain. *Sécheresse* 9 : 269-276.

Yerou H., 2013. Rôle des types d'élevage dans la dégradation des formations steppiques dans la région de Naâma (Algérie sud-occidentale). *Revue d'Écologie* - 2013 N°2 > vol. 68 >

Yerou, H., 1998. Essai de caractérisation des systèmes d'élevage ovins en zone steppique, cas de la commune de MAAMORA.

Zaatout., 2011. Cartographie pédopaysagique de synthèse Par télédétection ; cas de l'écosystème steppique du Sud de la Wilaya de Tlemcen. Mém.Ing ., Dép.Agro.,Fac.Scién.,Univ.,Tlemcen. 46 P.

Zaoui A et Bensaid R., 2007. Détermination des exigences climatiques du blé dur (*Triticum durum* Desf. var. Mohamed Ben Bachir) en zone semiaride. Cahiers Agricultures volume. 16, n° 6, 469-476. 10.1684/agr.2007.0143

Ziad A., 2006. La steppe algérienne : un espace de nomades et d'élevage ovin. La Tribune, Alger, 13 Mars 2006.



PUBLICATION

DIACHRONIC ANALYSIS OF SOIL OCCUPANCY USING REMOTE DETECTION TOOLS IN TLEMCCEN PROVINCE SOUTHERN (WESTERN ALGERIA)

M. Addoun¹, A. Ayache^{1*}, B. Hellal² and N. Ayad³

¹Biodiversity Vegetal conservation and valorisation Laboratory, Djillali Liabes University, BP89 Tlemcen street 22000, Sidi Bel-Abbes, Algeria

²Geomatics and sustainable development laboratory, Ibn Khaldoun Tiarat University, BP 78 Zaaroura , 14000 Tiarat, Algeria

³Djillali Liabes university, BP 89 Tlemcen street 22000, Sidi Bel-Abbes, Algeria

Received: 23 July 2020 / Accepted: 14 September 2020 / Published online: 01 January 2021

ABSTRACT

The diachronic land use analysis, performed by processing the sensor data, is based on the 10- and 30-year change maps. The dynamics of the vegetation is followed by the application of the NDVI. The gradual and regressive changes in the components of land use reached the rates of 44.78% and -29.21% respectively. The most reduced surfaces are the forest massifs, the steppe area and to a lesser extent the waters of the saline surfaces (dayet). Cereal crops, urban and mineral areas, on the other hand, have increased in area to the detriment of the natural plant cover. The stability of the studied area recorded only a rate of 26.01%. This rate represented only ¼ of the area of the south of Tlemcen region.

Keywords: forest; steppe; NDVI; sensor data; changement; Tlemcen.

Author Correspondence, e-mail: aya_ayache@yahoo.com

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v13i1.5>

1. INTRODUCTION

The forest environment and the western steppe of Algeria have undergone very significant spatial transformations in recent decades. These transformations are mainly ecological and



climatic (drought), resulting from inappropriate agro-pastoral activities [1,2]. This situation has greatly contributed to the instability of the soil very often eroded by strong winds and to the rise of steppe flora towards forest environments. The phenomenon of desertification and the silting up in the south has greatly reduced the vegetation cover and prevented all measures to combat the advance of the desert [2]. In other words, the semi-arid and arid zones undergone important modifications by the intensification of agriculture, the regression of the surface of forest and steppe and the aggressiveness of means leading to soil degradation and desertification [3]. Availability of digital data archive since 1987 makes it possible to quantitatively and qualitatively assess land use patterns. Dynamics of degradation is followed by application of normalized difference vegetation index, also called NDVI. Data used for design of land cover change maps are « Landsat 5-TM and 8-OLI » sensor data obtained in the spring season of 1987, 1997, 2007 and 2017. They will thus make it possible to establish a more complete diagnosis of the evolution of the area in the south of the Tlemcen region for a period of 30 years spread over three decades.

2. STUDY AREA

Studied area (Figure 1) is located between the two Atlas including the Tellian in the North and the Saharian in the South of Western Algeria. It is located between 34°10' and 34°50' in the North 1°40' and 0°50' in the West. It is limited to the east by the province of Sidi bel Abbes, to the south by Naama region and to the west by Morocco. It covers an area of 4,794.9885 km² or 50.16% of the area of the province of Tlemcen [4].

The western steppe zone belongs to the cool lower semi-arid bioclimatic stage to the cool upper per-arid. This steppe area experiences a contrasting thermal regime, continental type with annual thermal amplitude between 20 and 22 ° C [5,6]. The dry period can reach 09 months on the plateau, and less, on the mountains. Annual rainfall did not exceed 25% of the average. The effects of exothermic summer are mitigated by the relative humidity, especially when a forest or pre-forest cover exists [7].

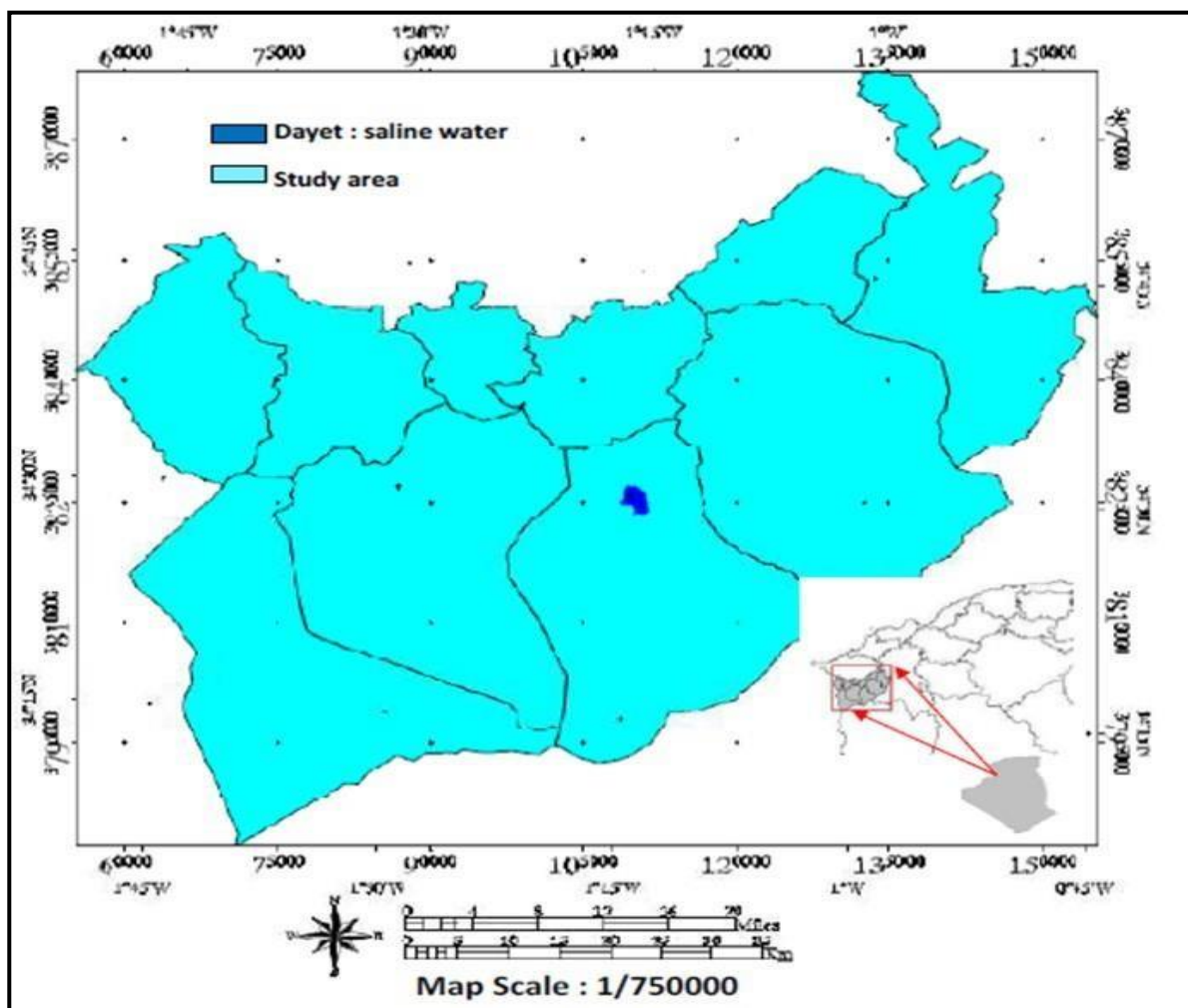


Fig.1. Location of the studied area

The geomorphology of the steppes of southern Tlemcen appears as a belt in the endorheic basins or on the edge of the ouadis in the form of large flat areas. The morpho-pedological unity is considered as a consequence of the determinism of the environment according to the specific characteristics of the soil (texture, stability or instability). The steppe soils are characterized by the presence of limestone accumulation at a shallow sandy-clay texture, the low organic matter content and a high sensitivity to erosion and degradation [8].

The natural vegetation of the study area is characterized by a steppe physiognomy except in the mountains where the remains of the primitive forests felled by man made from *Pinus halepensis* and *juniperus phoenicea*. A scrub composed of Phoenicie juniper and alfa (*Stipa tenacissima*) or steppe vegetation with a simplified structure, mono-stratum and very open, dominated by remth (*Arthrophytum scoparium*) on the reliefs [9-13]. The south-west steppe of

Oranaise is dominated by low and clear formations with woody and herbaceous perennial species following: Steppe with alfa; White sagebrush steppe (*Artemisia herba alba* Asso); arid or Saharan steppe, psammophilic steppe colonizing sandy substrates, or halophilic steppe with Salsolaceae colonizing soils with high salt content; Sparte steppe (*Lygeum spartum*); Steppe halophytic; Steppe psammophytic [14-17].

3. METHODOLOGY

Data of remote sensing

The study was based on four sensor data, in digital format, acquired by the multi-spectral sensor Landsat 5-TM and Landsat 8-OLI. They are geo-referenced and projected in the system WGS84. The size of the pixels in these photographs is 30 m. The sensor data underwent digital preprocessing and processing using software « *Environment for Visualizing Images ENVI, version 5.1* ». The radiometric (*atmospheric*) corrections, based on the physical model of radiative transfer, made it possible to correct the wavelengths in the visible through the near infrared and the short waves of the infrared up to 3 μm [18]. They made sensor data of different dates directly comparable. The geo-referencing of data, thus carried out, made mapping operations possible [19].

Generation of NDVI index and change detection

The normalized difference vegetation index, also called NDVI, is constructed from the channels: red (R) and near infrared (PIR). It highlights the difference between the visible band of red and that of the near infrared according to the following formula:

$$NDVI = \frac{PIR - R}{PIR + R}$$

Legend: PIR: near infrared channel, R: red channel [20].

The NDVI values are between (-1) and (+1) where the negatives correspond to areas other than the plant cover. The plant formations have positive values in the range of 0.1 to 0.7. The normalized vegetation index (NDVI) is linked to the activity of the plant cover where the leaf pigments, depending on the phases of the plant cycle, strongly absorb the radiation in red (R) while the lacunous parenchyma reflects a large part of radiation near infrared (PIR) [20,21].

The highest values of the NDVI correspond to the densest covers. This index used to generate an image displaying the plant cover (relative biomass). It is designed to monitor drought, control and forecast agricultural production, help prevent fires and map desertification [20,21]. In more particular; The NDVI index is preferred for the overall observation of vegetation because it compensates for changes in lighting conditions, surface slope, exposure and other exogenous factors [22]. The differential reflection in the red and infrared (IR) channels makes it possible to control the density and intensity of plant growth using the spectral reflectivity of solar radiation. Green leaves frequently display better reflection in the near infrared wavelength range than in visible wavelength ranges [22]. The NDVI maps generated for the entire study area are the basic information for *pixel-to-pixel comparison*. This pixel change detection method allows in particular discerning the changes that have occurred in the shaded areas and provides interesting results in the areas of significant change [23,24]. The principal component analysis on the data produced and the investigation in the field is necessary to produce the data of changes. For this, during field trips; nineteen verification points were chosen for the validation of our classification of changement. These check points had to be representative of a land use class and have a sufficient area to be clearly identified in the data. This mission consists in verifying and validating the cartographic results with the reality on the ground (figure 2).

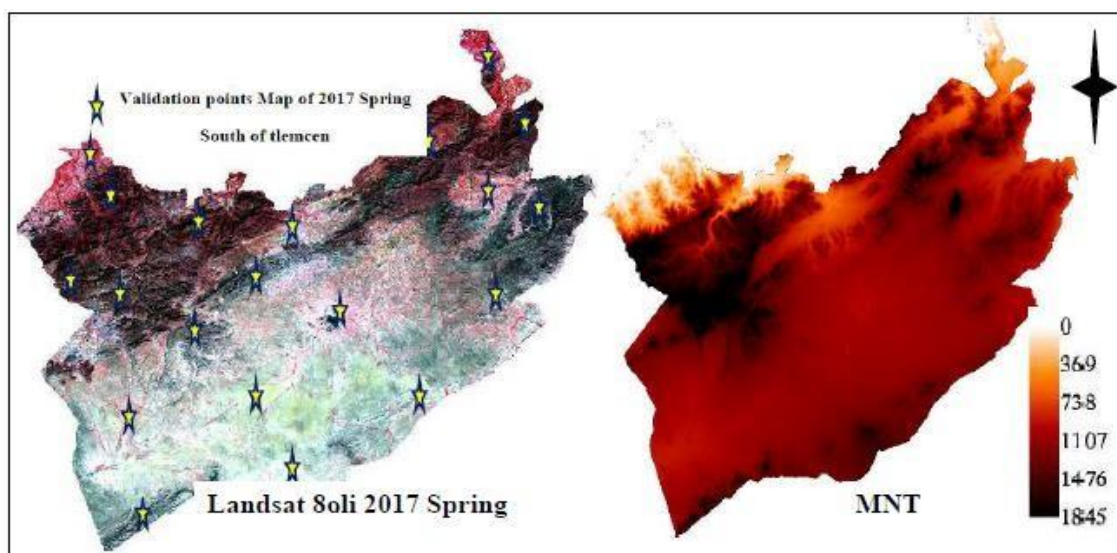


Fig.2. Checking points and numerical model of the terrain of the study area

This allows us to estimate the accuracy of the maps produced and also to correct the characteristics of the different classes. The changement method adopted made it possible to produce four change maps of the study area. The first three change cards have a ten-year step, while the fourth spans 30 years.

4. RESULTS

4. 1. NDVI maps

The results of the change in the normalized vegetation index (NDVI); calculated for the four years 1987, 1997, 2007 and 2017 on our study area are organized in Figure 3. The NDVI maps established show strong values of this index which are located in the northern part, it indicates the presence of forested areas at significant altitudes while the presence of market gardening on the outskirts of built-up areas. The maximum value of NDVI is around 0.89. The more we head towards the southern party; there is a gradual decrease in NDVI, hence the presence of the steppe plant cover. The latter is marked by the existence of steppe species with low recovery. Note here that the NDVI values range between 0.45 and -0.5.

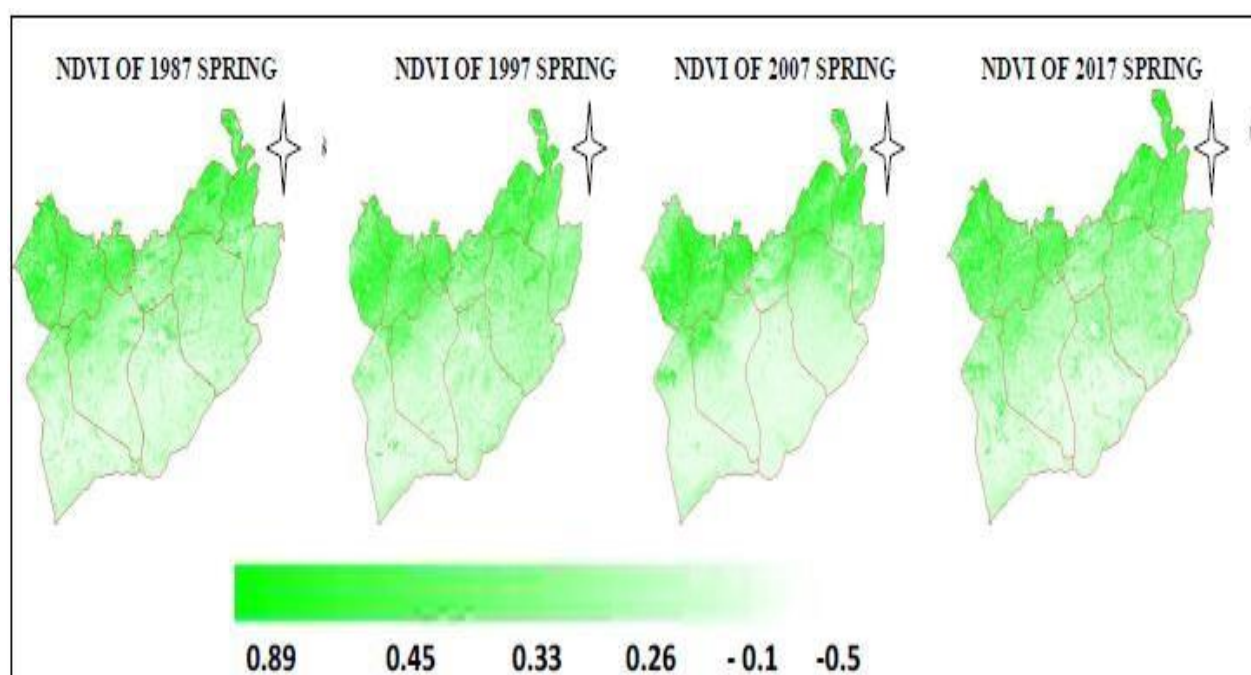


Fig.3. NDVI maps of southern Tlemcen province (western Algeria)

4.2. Changements maps

The land use change maps, as a whole, made it possible to highlight a regression of -29.21% in plant cover and a clear increase of + 46.33% expressed by the increase in cereal crops, the decrease in the area of the forest massifs to the north and the steppe rangeland to the south of the study area (figure 4).

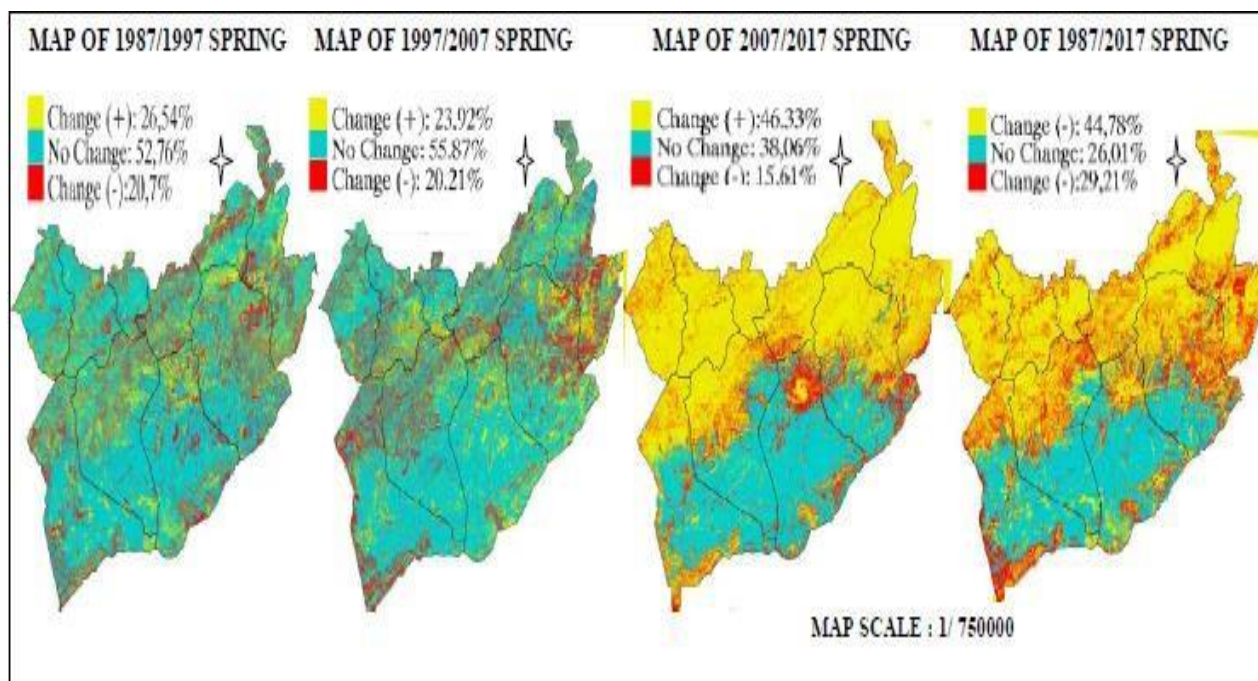


Fig.4. Changement maps of the south of Tlemcen province (western Algeria)

The first decade (1987/1997) was marked by a stability of around 52.76% homogeneously across the study area. The regression, of the order of 20.7% concerned the surfaces of the relics of the forest massifs and the steppe rangelands. Sporadic cereal crops, reservoirs of rainwater (dayet), urban and mineral areas on the other hand increased by 26.54%. The second decade (1997/2007) saw a slight increase in the stability (55.87%) of the spaces in the study area. The regressive changes (20.21%) affected the relics of the forest massifs and barely the steppe rangelands. The gradual changes reached 23.92% where the area cleared for cereal crops doubled compared to the first decade (1987/1997). The urban and mineral surfaces have this time decreased in favor of cereal crops. The third decade change map (2007/2017) revealed that the gradual changes covered the northern half of the studied area with a rate of 46.33%. During this third decade, the stability rate (38.06%) of the

environments in the study area decreased significantly compared to the previous ones (52.76% and 55.87%). The areas of cereal crops are affected by these gradual changes despite a clear decrease between the second decade (30.32%) and the latter (4.23%).

Table 1. Rate of deviations and changes; by decade and over 30 years; of the study area south of the Tlemcen province (western Algeria)

Land Cover	Ecart (%)	Rate of Cha nge (%)	Ecart s (%)	Rate of Cha nge (%)	Ecart s (%)	Rate of Cha nge (%)	Ecart s (%)	Rate of Cha nge (%)
	1987/ 97	1987/ 97	1997 /07	1997/ 07	2007 /17	2007/ 17	1987 /17	1987/ 17
Forest Massif	-2,97	-12,42	- 5,63	- 26,82	- 8,72	-56,80	-17,33	-72,31
Croplands	+3,01	+11,4 4	+11, 47	+30,3 2	+1,6 7	+4,23	+16,1 6	+40,91

The urban and mineral surfaces increased from -38.84% to + 59.09%. The regressive changes affected 15.61% of the area of the study area. The relics of the forest massifs, the steppe area and the surfaces of saline waters (dayet) are subject to a marked decline.

The 30-year changement map (1987/2017) summarizes the dynamics of the physical component of the study area (Figure 4). The gradual and regressive changes in the natural environment reached the rates of 44.78% and -29.21% respectively. The most reduced surfaces are the forest massifs, the steppe rangelands and to a lesser extent the surfaces of saline waters (dayet). The other components such as cereal crops, urban and mineral areas, on the other hand, have increased in area to the detriment of the natural plant cover. The stability of the study area recorded only a rate of 26.01%. This rate represented only ¼ of the area of the south of Tlemcen region.

5. DISCUSSION

The use of data from sensor data, obtained in the spring season of 1987, 1997, 2007 and 2017, made it possible to monitor the spatio-temporal evolution of the dynamics of land use in the south of Tlemcen province. The pixel-to-pixel comparison of the variation of the Normalized Vegetation Difference Index (NDVI) highlighted changes in the composition of the physical environment in the study area. The changes are imposed among others by climate change, land clearing for agricultural purposes, overgrazing and fires [25]. The forest formations consist mainly of holm oak groups (*Quercus ilex* L.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.). The undergrowth is formed in lentisk (*Pistacia lentiscus* L.), the rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and the calycotome (*Calycotome villosa* LINK.). The forest vegetation is in the form of clear scrub where holm oak (*Quercus ilex* L.) dominates over the juniper oxycedre (*Juniperus oxycedrus* L.) [13].

The forest formations, still in place, have greatly diminished given the impact of anthropozoogenic action and the climatic conditions characterized by successive droughts. They are exploited by a rural population whose lifestyle is based on mountain agriculture and animal husbandry (arboriculture, cereal farming and sheep, cattle and goat livestock). The commensal plant species, spared from forest fires, have not escaped of domestic ruminants. The samples are taken by the livestock from perennial leafy species as well as woody herbaceous plants, palatable therophytes colonizing the clearings and whose production is estimated at 140 UF/ha [26]. The area of cereal crops has increased significantly at the expense of the decline in forest formations (-72.31%) and steppe rangelands (-15.62%). This situation is mainly due to the high demand for livestock for feed supplement. The steppe areas, long devoted to pastoralism, are subject to cereal cultivation which has spread at the expense of the steppe. The establishment of private property in the steppe areas has resulted in the emergence of various agricultural production systems and the loss of natural resources very often aggravated by successive droughts. The high use of steppe soils in crops, during periods of drought, has resulted in a decrease in the rate of organic matter in the surface horizon, thus offering a particulate structure favorable to the processes of water and wind erosion [27]. The western steppe of Algeria is the area most affected by the phenomenon of desertification (40%

of its surface) [28]. The degradation of the steppe with alfa (*Stipa tenacissima* L.) and sagebrush (*Artemisia herba-alba* Asso.) is favored by the permanent frequentation of the herd [29]. The latter, by its increasing number, has not stopped accentuating overgrazing and consequently desertification. This situation has become irreversible in the face of an imbalance between supply and demand on the steppe routes. Certain facies of alfa and sagebrush are replaced by others based on *Salsola vermiculata*, *Noaea mucronata*, *Peganum harmala*, *Stipa parviflora*, *Atractylis serratuloïdes* and *Circium syriacum* [30]. The species *Atriplex halimus*, sought after by the herd, is present in the surfaces of salt water. Other facies, badly degraded, are cleared for the installation of cereal crops. Climate change, in the south of Tlemcen prefecture, has been well manifested by a marked decrease in precipitation and an increase in temperatures [31]. These climatic conditions directly influenced the dynamics of the vegetation in a regressive direction. The maintenance of cereal crops, in steppe areas on fragile soils, has attracted a lot of attention from decision-makers and management researchers [32].

Thus, intervention of the State and private owners in this steppe area is undoubtedly conditioned by its specificities to ensure the success of development operations. Climate change, characterized by a marked decrease in precipitation and an increase in temperatures, has only increased the areas strongly affected by desertification and the delignification of forest areas still in place.

6. CONCLUSION

The mapping of change in the states of land use in the south of the Tlemcen province (western Algeria), from sensor data, revealed various modifications of the plant cover. It appears that the different land use classes recorded cases of progression and regression during this period. Indeed, the changes are mainly due to land clearing for the benefit of the agricultural sector and overgrazing supported by the sedentarization of livestock. The steppe area is confronted in terms of exploitation and preservation, with various desertification problems. Arid climate, extensive livestock farming and cereal crops, along with other social factors, are all determining factors in the evolution of land use. The deforestation of existing

forest, by illegal logging and fires caused, by local residents, contributed to their decline.

7. ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are thankful to *J Fundam Appl Sci.* Journal for the support to develop this document and for reviewing and publishing this article.

The authors are also thankful to *USGS global visualization viewer glovis* for providing all the sensor data requested by the author on their timeline.

8. REFERENCES

- [1] Hadeid M. Effets de la sédentarisation des nomades en zone éparsée, dans le renforcement de la désertification de la steppe sud-oranaise. In Actes du Séminaire « Les zones arides : rétrospectives, enjeux et stratégies », Adrar le 25, 26 et 27 avril, Edition CRSTRA, 1998, Alger.
- [2] Hadeid M. Approche anthropique du phénomène de désertification dans un espace steppique : le cas des Hautes Plaines occidentales algériennes. *VertigO – la revue électronique en sciences de l’environnement*, 2008, vol. 8, no 1.
- [3] Bouabdellah H. Dégradation du couvert végétal steppique de la zone Sud- Oranaise : le cas d’El Aricha. Thèse de Magister, Géographie, Université d’Oran, 1991, 2-219.
- [4] P.D.A.U. Plan de Développement d’Aménagement et d’Urbanisme du groupement de Tlemcen, DPAT, monographie de la wilaya de Tlemcen, 2000.
- [5] LE Houerou H.N, Claudin J, Pouget M. Etude bioclimatique des steppes algériennes. In *Bull. Soc. Hist. Nat de l’Afrique du Nord*, 1977, 68, fasc. 3 et 4, Alger.
- [6] Djebaili S. Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Alger: Edition O.P.U. 1984, pp 177.
- [7] Benabadji, N., et Bouazza, M., 2000. Contribution à l’étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso dans l’Oranie (Algérie occidentale). *Sécheresse* ; 11, 117-123.
- [8] Bensalah M, Benest M, Gaouar A, Truc G, Morel JL. Découverte de l’Eocène continental à Bétimes dans les hautes plaines oranaises (Algérie): Conséquences paléo-géographiques et structurales. *Comptes Rendus Académie. Sciences.* Paris. Serv. II, 1987, 305 (1), 35-38.

-
- [9] Aidoud, A., Le Floc'h, E. et Le Houérou H.N. 2006. Les steppes arides du nord de l'Afrique. *Sécheresse* 16: 275-85.
- [10] Le Houérou H.N (a). Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Sécheresse* ; 1995, (6), 167-82.
- [11] Hadeid M. Les mutations spatiales et sociales d'un espace à caractère steppique, le cas des Hautes Plaines sud-oranaises (Algérie), Thèse de Doctorat d'Etat en Géographie, Université d'Oran Es-Sénia, 2006, 6-506.
- [12] Bouazza M, Benabadji N. Changements climatiques et menaces sur la végétation en Algérie occidentale. Changements climatiques et biodiversité. Édit. Vuibert–AFAS, Paris., 2010, 101-110.
- [13] Benabadji N, Bouazza M, Mahboubi A. L'impact de l'homme sur la forêt dans la région de Tlemcen (Oranie-Algérie). *Forêt médit.*, 2001, 22 (3) : 269–274.
- [14] Hellal, B., Benseddik, B., Ayad, N. et Benhassaini, H., 2004. La régénération dans la steppe du Sud Oranais en Algérie occidentale. *Sécheresse* ; 15 : 173-9.
- [15] Hellal, B., Ayad, N., Maatoug, M. et Boularas, M., 2007. Influence du « fatras » sur la biomasse foliaire de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) de la steppe du Sud Oranais (Algérie occidentale). *Sécheresse* 18 : 65-71.
- [16] Le Houérou HN (b). Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Options Méditerranéennes Ser B Études et Recherches, 1995, 10 : 1-396.
- [17] Khaldoun A. Évolution technologique et pastoralisme dans la steppe algérienne : le cas du camion Gak en Hautes-Plaines occidentales. *Options Méditerranéennes Série A Séminaires Méditerranéens* ; 2000, 39 : 121-7.
- [18] Haddouche I, Benhanifia K, Gacemi M. Analyse spatiale de la régénération forestière post-incendie de la forêt de Fergoug à Mascara, Algérie. *Bois et Forêts des Tropiques*, 2011, 65 (307): 23-31.
- [19] Ayache A, Hellal B, Ayad N, Benhanifia K, Gacemi M.A. Study of the temporal evolution of land use in the steppe south of Tlemcen province for the period 1987 and 2010 using remote sensing and GIS technique (Western Algeria). *International Journal of Remote Sensing & Geoscience (IJRSG)*, 2015. 4 (4), 28-34.

-
- [20] Rouse J.W, Haas R.H, Schell J.A, Deering D.W, Harlan J.C. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation. NASA/GSFC Type III Final Re-port, Grennbelt, Maryland, 1974, pp 50.
- [21] Tucker C.J. Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sens. Environ, 8, 1979, pp 127–150.
- [22] Lillesand T.M, Kiefer R.W, Chipman, J.W. Remote Sensing and Image Interpretation. 5th Edition, John Wiley, New York, 2004.
- [23] Smith A. J, Wright R. K, Jantz C, Tringe J. Application of multitemporal Landsat data to map and monitor land cover and land use change in the Chesapeake Bay watershed. Ispra, Italy, (in press): 2003, Multitemp03.
- [24] Fournier A. détection et classification de changements sur des scènes urbaines en télédétection. Interface home-machine, instituts supérieur de l'aéronautique et de l'espace, thèse Hal archives-ouverts, 2010, tel-00463593.
- [25] Bouazza M, Benabadji N. Changements climatiques et menaces sur la végétation en Algérie occidentale. Changements climatiques et biodiversité. Édit. Vuibert–AFAS, Paris., 2010, 101-110.
- [26] Benaïssa H, Benabdeli Kh. Evaluation de l'impact du parcours sur la végétation du Parc national de Tlemcen (Algérie nord-occidentale). Geo-Eco-Trop, 2019, 43(1), 129-136.
- [27] Armand R. Étude des états de surface et de leur dynamique pour différentes pratiques du sol. Mise au point d'un indicateur de ruissellement. Thèse de l'Université de Strasbourg, 2009, pp 6-197.
- [28] Hadeid M. Approche anthropique du phénomène de désertification dans un espace steppique : le cas des Hautes Plaines occidentales algériennes. VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement, 2008, (8) 1.
- [29] Ayad N, Addoun M, Hellal T, Hellal B. Densité et Biomasse de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.) dans la steppe du sud de la wilaya de Tlemcen ». Revue Ecologie-Environnement, 2015, (11), 80-84.
- [30] Hellal B, Ayache A, Ayad N, Hellal T. Diachronic analysis of the occupation of the steppe area of the department of Sidi Bel Abbes (Western Algeria). IOP Conf. Series: Earth and

Environmental Science, 2016, (37) 012079.

[31] Babali B, Bouazza M. Contribution à l'étude de la flore de la région de Tlemcen (Algérie occidentale) Découvertes, redécouvertes et nouvelles localités Note 1. Bull. Soc. Linn. Provence, 2018, 69-09.

[32] Hadeid M, Bendjelid A, Fontaine J, Ormaux S. Dynamique spatiale d'un espace à caractère steppique : le cas des Hautes Plaines sud-oranaises (Algérie). Cahiers de géographie du Québec, 2015, 59 (168), 469–496.

How to cite this article:

Addoun M, Ayache A, Hellal B, Ayad N. Diachronic analysis of soil occupancy using remote detection tools in tlemcen province southern (western Algeria). *J. Fundam. Appl. Sci.*, 2021, *13(1)*, 75-88.