

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

Université d'Oran 2
Faculté des sciences de la terre et de l'univers



MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de
Master 2
Géographie et aménagement du territoire
Option : Hydrologie, Climatologie et Territoires

THEME

**Impacts du changement climatique sur l'écosystème
alfatier de Stitten (Wilaya d'El-Bayadh) et approche
technique pour améliorer sa résilience**

Présenté par: **Mr Moussa Ahmed**

Devant le jury composé de :

Président / **Mme Gourine Farida**/ Maitre assistante / Université Oran2

Encadreur /**Mr Ouassini Dari** / Maitre de conférences / Université Oran2

Examineur /**Mr Zanoune Rafik**/ Maitre assistant / Université Oran2

Année 2017/2018

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à mon directeur de mémoire, M.Ouassini Dari, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

J'adresse mes remerciements à tous les membres du jury, pour avoir accepté d'en faire partie et pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce mémoire. Je remercie, Mme Gourine Farida, Maitre assistante à l'université Oran 2, d'avoir accepté de présider le jury, je lui en suis très reconnaissant. Mes vives gratitudes vont aussi à M. Zanoune Rafik, Maitre assistant à l'université Oran 2, qui a bien voulu examiner ce travail.

Mes remerciements vont également à tous les intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Je désire aussi remercier les responsables du HCDS, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes travaux de terrain.

Je tiens à remercier spécialement le professeur Tayeb Othmane, qui fut la première personne à m'encourager lors de mon inscription pour le Master II.

Je remercie ma très chère mère, ma femme et mes enfants, Melyna, Mayel et Massylia qui ont toujours été là pour moi. Je remercie mes sœurs et mes frères pour leurs encouragements.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues de travail, particulièrement Hadj Kada Rouissat, qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de ma démarche.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, mes sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont permis par leurs conseils et leurs compétences la réalisation de ce mémoire.

Dédicaces

A mon défunt père

A ma mère, que dieu lui prête longue vie

A ma femme, mes enfants : Melyna, Mayel et Massilya

A mes frères et sœurs

A tous mes amis et collègues de travail

Liste des tableaux

- Tableau N°1 : Répartition des terres dans la wilaya d'El Bayadh, MADR 2011
- Tableau N°2 : Effectif du cheptel de la wilaya d'El Bayadh(DSA, 2018)
- Tableau N°3 : Répartition des occupés par branche d'activité de Stitten
- Tableau N°4: Répartition par espèces végétales dominantes des parcours de Stitten
- Tableau N°5: Nature et qualité de services de l'alfa dans la commune de Stitten
- Tableau N°6 : Effectif du cheptel de Stitten
- Tableau N°7: Evaluation technique des parcours à alfa de Stitten
- Tableau N°8: Pluviométrie moyennes annuelle de la station d'El Bayadh (1986-2015)
- Tableau N°9 : Classement des années selon la pluviométrie
- Tableau N°10 : Précipitations moyennes mensuelles et annuelles d'El Bayadh (1986-2015)
- Tableau N°11: Régime saisonnier des pluies dans la station d'El Bayadh (1986-2015)
- Tableau N°12: Répartition saisonnière des pluies de la station d'El Bayadh (1986-2015)
- Tableau N°13 : classification des mois de pluies (1986-2015)
- Tableau N°14: Températures moyennes mensuelles de la station d'El Bayadh 1986-2015

Liste des figures

- Figure N°1: Organigramme méthodologique
- Figure N°2: Caractéristiques des différentes bandes des images utilisées
- Figure N°3: Variation de la densité des touffes d'alfa (2000-2018)
- Figure N°4: Variation du taux de recouvrement (2000-2018)
- Figure N°5: Variations interannuelles des précipitations d'El Bayadh (1986-2015)
- Figure N°6: Répartition des précipitations moyennes mensuelles d'El Bayadh (1986-2015)
- Figure N°7: répartition saisonnière des pluies de la station d'El Bayadh (1986-2015)
- Figure N°8: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens de la station d'EL Bayadh (Période 1986-2015)
- Figure N°9: Diagramme Ombrothermique d'Emberger de la zone d'étude (Année 2007)

Liste des photos

- Photo N°1 : Défrichage à l'intérieur d'un parcours à alfa
- Photo N°2 : Surpâturage à l'intérieur d'un parcours à l'alfa préservé
- Photo N°3 : Habitat illicite à l'intérieur d'un parcours à alfa préservé
- Photo N°4 : Incendie d'un parcours à alfa mis en défens
- Photo N°5 : Espèce indicatrice de dégradation, « Drin »
- Photo N°6 : Parcours à alfa préservé en dégradation
- Photo N°7: Parcours libre en début de dégradation au Sud-Ouest de Stitten, station 1
- Photo N°8 : Parcours mis en défens dégradé au Sud de Stitten, station 2
- Photo N°9 : Parcours libre au Sud-Est de Stitten, station 3
- Photo N°10 : Station 4 Parcours mis en défens au Sud-Est de Stitten, Station 4
- Photo N°11: Parcours libre à espèce végétale du milieu aride au Sud de Stitten, Station 5
- Photo N°12 : Parcours libre en dégradation avancée à l'Est de Stitten, station 6
- Photo N°13: Parcours libre ensablé à l'extrême Est de Stitten, Station 7
- Photo N°14: Parcours mis en défens dégradé au Nord-Est de Stitten, Station 8
- Photo N°15: Parcours libre dégradé au Nord-Ouest de Stitten, Station 9
- Photo N°16: Parcours mis en défens en bon état à l'Ouest Stitten, Station 10
- Photo N°17: Parcours libre en dégradation avancée à l'Ouest de Stitten, Station 11
- Photo N°18 : Parcours mis en défens en bon état au Nord de Stitten, Station 12
- Photo N°19: Parcours mis en défens dégradé au Nord de Stitten, Station 13
- Photo N°20: Parcours mis en défens en dégradation au Nord-Est de Stitten, station 14

Liste des cartes et abréviations

Liste des cartes

Carte N°1: Carte des limites administratives de la wilaya d'El-Bayadh

Carte N°2: Carte des étages bioclimatiques de la wilaya d'El Bayadh

Carte N°3: Carte de localisation de la zone d'étude

Carte N°4: Carte d'occupation des sols de Stitten

Carte N°5: Image satellite Landsat scène 2000 de Stitten

Carte N°6: Image satellite Landsat scène 2007 de Stitten

Carte N°7: Image satellite Landsat scène 2017 de Stitten

Carte N°8: Indice de végétation, Année 2000 de Stitten

Carte N°9: Indice de végétation, Année 2007 de Stitten

Carte N°10: Indice de végétation, Année 2017 de Stitten

Carte N°11: Carte de sensibilité à la désertification de Stitten

Carte N°12: Carte de changement de Stitten

Carte N°13: Carte de localisation des stations d'observation de la zone d'étude

Liste des abréviations

ANAT : Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire

ANRH : l'Agence Nationale des Ressources Hydrique

CAW : Chambre d'Agriculture de Wilaya

CRSTRA : Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides

CRBT : Centre de Recherche en Biotechnologie

CNTS : Centre National de Télédétection Spatiale

DGF : Direction Générale des Forêts

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

DSA : Direction des Services Agricoles

GPS : Global Positionnement Mondial

HCDS : Haut Commissariat au Développement de la Steppe

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

ONM : Office Nationale de la Météorologique

SIG : Système d'Information Géographique

URBT : Unité de Recherche sur les ressources Biologique Terrestres

USTHB : Université des Sciences et Technologie Houari Boumedienne

UICN : Union Internationale de la Conservation de la Nature

Résumé

Introduction

CHAPITRE 1 : CADRE THEORIQUE

1. Problématique.....	1
2. Cadre de recherche.....	2
3. Objectifs.....	3
4. Hypothèses.....	4

CHAPITRE 2 : CADRE EXPERIMENTAL

1. Présentation de la région d'étude.....	6
1.1. Milieu physique.....	6
1.1.1. Relief.....	7
1.1.2. Le cadre géologique.....	7
1.1.3. Cadre climatique et bioclimatique.....	8
a/ Le climat.....	8
b/ Le bioclimat.....	9
1.1.4. La pédologie.....	11
1.1.5. Les ressources hydriques.....	11
1.2. Agriculture et élevage.....	12
1.2.1. Répartition générale des terres agricoles et parcours.....	12
1.2.2. L'élevage.....	13
1.2.3. La végétation.....	14
2. Caractérisation de la zone d'étude.....	14
2.1. Localisation.....	14
2.2. Population.....	15
2.3. La végétation.....	15
2.4. Apport de l'alfa dans le développement socio-économique de la zone.....	17
2.5. Agriculture et élevage.....	17
2.6. Sol.....	20

CHAPITRE 3 : DONNEES ET METHODE

1. Données et méthode.....	22
1.1. Organigramme méthodologique.....	22
2. Méthodologie de traitement des données cartographiques.....	23
3. Traitement des données écologiques.....	23
4. Vérification sur terrain.....	24

β. Réalisation de la carte de changement.....	24
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION	
Introduction.....	25
1. Résultats de traitement des images satellitaires.....	25
1.1. La composition colorée des images Landsat.....	25
1.2. Résultats de l'indice de végétation normalisé (NDVI).....	27
1.3. Discussion des résultats du NDVI.....	29
1.4. Sensibilité à la désertification dans la commune de Stitten.....	31
1.5. Carte de changement.....	32
2. Résultats des données d'évaluation.....	34
2.1. Vérification et validation des résultats.....	35
2.2. Discussion sur l'évaluation.....	44
3. Analyse des données climatiques.....	45
3.1. Pluviométrie.....	46
3.1.1. Pluviométrie moyenne annuelle.....	46
3.1.2. Pluviométrie moyenne mensuelle.....	48
3.1.3. Le régime saisonnier.....	49
3.2. Variation de température.....	52
3.3. Autres variables climatique.....	52
3.3.1. Les vents.....	52
3.3.2. La gelée blanche.....	52
3.4. Synthèse climatique.....	53
3.4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson.....	53
3.4.2. Le quotient pluviothermique (Climagramme d'Emberger.....	54
β.4.3. Discussion sur les changements climatiques dans la région d'El Bayadh.....	55
Conclusion.....	55
CONCLUSION	57
Recommandations	58
Références bibliographiques	60

Résumé

L'objectif de ce travail consiste en l'étude des impacts du changement climatique sur l'écosystème alfatier de Stitten, dans la wilaya d'El Bayadh.

Sur ce, l'analyse d'une série de données statistiques sur la pluviométrie ainsi que les autres indices climatiques obtenus de la station météorologique d'El Bayadh, la plus proche de la zone d'étude, sur une période de 30 ans (1986-2015), à différents échelles: annuelles, saisonnières et mensuelles, ont permis de détecter des ruptures annuelles à la hausse pour la station et l'existence d'une période sèche moyenne qui s'étale sur 5 mois, d'Avril à Septembre.

L'étude cartographique, qui s'appuie sur les images Landast 2000, 2007 et 2017 et les cartes de l'indice de végétation (NDVI), témoigne de deux périodes d'évolution du couvert végétal, une évolution progressive entre 2000 et 2007 et une autre régressive entre 2007 et 2017.

L'analyse des paramètres écologiques découlant d'un suivi à long terme place, cependant, les influences du fait anthropique devant les influences du changement climatique.

Mots clés : EL Bayadh, Stitten, impacts, changement climatique, étude cartographique, écosystème alfatier, paramètres écologiques, fait anthropique.

الملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة التغييرات المناخية وتأثيرها على النظام البيئي لنبات الحلفاء ببلدية استيتين بولاية البيض.

على هذا الأساس ، تم تحليل معطيات إحصائية لنسبة التساقطات المطرية و كذلك مؤشرات أخرى متحصل عليها من محطة الأرصاد الجوية بالبيض الأقرب للمنطقة المدروسة، في مدة 30 سنة (1986 إلى 2015) في مختلف المراحل السنوية و الفصلية والشهرية، والكشف عن وجود متوسط فترة الجفاف التي تمتد على مدار 5 اشهر من أفريل إلى سبتمبر.

في هذه الدراسة تم الاعتماد على الخرائط من بينها: صور Landast 2000- 2007 و 2017 و بطاقات مؤشر النباتات (NDVI)

اختلاف فترتي زيادة الغطاء النباتي، زيادة منتظمة للغطاء النباتي بين 2000 و 2007 و نقصانه بين 2007 و 2017. تحليل المعطيات الايكولوجية على مدار فترة طويلة لنفس المنطقة، بينت وجود تعديلات بشرية أمام التغييرات المناخية .

Introduction

Les écosystèmes steppiques et alfatiers en particulier du Sud-Ouest oranais constituent un environnement fragile face aux changements climatiques et pratiques humaines dont les besoins se multiplient continuellement. Les reprises alternées, assurées tantôt par une pluviométrie clémente tantôt par des interventions ciblées, ne sont pas pour assurer un équilibre de ces écosystèmes, déjà très dégradés par des épisodes cycliques de sécheresse.

Cette situation constitue une menace réelle à l'encontre des espaces naturels, de leurs paysages, de la biodiversité qu'ils abritent et des ressources naturelles qu'ils prodiguent.

Des experts définissent la vulnérabilité climatique comme « le degré auquel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes des changements climatiques, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme des changements climatiques auxquels un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation ».

Ses impacts sur les différents écosystèmes sont extrêmement divers. Leurs effets se croisent et s'amplifient mutuellement, ils amplifient les effets des activités et des aménagements des espaces. Ces mutations liés aux changements climatiques (températures, précipitations, vents, ...), conjugués à ceux liés à l'homme (surexploitation des ressources naturelles, introductions d'espèces allogènes) impactent et impacteront de plus en plus tant les secteurs socio-économiques que les systèmes naturels.

L'exemple de la réduction des espaces de parcours constitue un enjeu majeur ; ce phénomène, déjà perceptible mais appelé à s'accélérer toucherait les écosystèmes entiers et principalement alfatiers qui constituent l'habitat privilégié de nombreuses espèces animales et végétales, et seront touchés par une érosion accélérée, comme il impactera également les activités humaines et les aménagements introduits.

L'effet thermique et la modification du régime des précipitations se feront ressentir davantage, il affectera les écosystèmes, les habitats et la biodiversité ainsi que les activités économiques.

A ce titre, les variations climatiques enregistrées ces trente dernières années ont non seulement affecté les espaces de parcours mais ont aussi influé sur le comportement quotidien des utilisateurs, à commencer par l'activité d'élevage qui demeure toujours une pratique traditionnelle, et ce au dépend d'un espace appelé à évoluer dans des conditions nouvelles, caractérisé par des pertes de ressources engendrées par des interventions souvent non réfléchies.

Introduction

Les périodes de sécheresse de plus en plus longues et fréquentes contribuent par conséquent à augmenter la vulnérabilité de ces écosystèmes. D'ailleurs, ces espaces ont fait l'objet de nombreuses études tant sur le plan socioéconomique Boukhobza (1982), Bedrani (1994), Khaldoun (2004)), que sur le plan écologique, on peut citer entre autres : Djebaili, (1978), Djellouli (1981), Le Houerou (1985), Aidoud (1989), Nedjraoui, 2002, Nedjraoui et Bedrani (2008)...

Plusieurs d'entre ces études ont servi de base à la mise en place de l'observatoire des Hautes Plaines Steppiques du Sud Ouest Oranais dans le cadre de programmes régionaux tels que le programme ROSELT/OSS1

Ce suivi sur le long terme a permis de montrer la vulnérabilité de ces écosystèmes en relation avec les changements globaux.

L'écosystème alfatier, au demeurant non représentatif dans l'espace global de la région d'étude, est en phase de dégradation graduelle dû principalement à l'absence de vision économique que représente cette ressource, accentuée par un surpâturage excessif et des défrichements quasi permanents. L'appropriation de terres dites « Aarch » en est un bel exemple de disparité de cet écosystème, puisque même les terres nouvellement affectées dans le cadre de plusieurs programmes de développement de l'activité agricole ne visent pas sa réhabilitation ou sa préservation, mais plutôt une nouvelle ère pour un espace programmé à évoluer vers d'autres vocations.

Plusieurs documents et études traitant de l'écosystème alfatier, HCDS, DGF et autres chercheurs universitaires, font savoir que les variations climatiques enregistrées à travers la région ces dernières années, notamment, n'ont pas beaucoup influé sur le rendement et la survie de cet écosystème au moment où se sont les interventions anthropiques qui ont paru les plus menaçantes, des preuves enregistrées à travers des exploitations privées où d'autres cultures ont dû remplacer d'une manière irréversible l'alfa.

Ces interventions qui engendrent généralement l'érosion hydrique et éolienne du sol soustrait à ce dernier son pouvoir d'absorption et de protection que lui confère la strate végétale, car, selon plusieurs chercheurs, le changement climatique n'est considéré que comme facteur aggravant d'une situation complexe engendrée par une évolution des comportements des usagers.

Ainsi, pour la gestion de cet écosystème, des objectifs doivent être fixés à long terme et par conséquent on doit admettre que le changement climatique est inévitable, il suffit juste de s'y adapter et chercher les équilibres les plus appropriés pour la conservation et l'utilisation de cette entité écologique et économique.

Introduction

A ce titre, le présent travail traitera des impacts du changement climatique sur l'écosystème alfatier de Stitten, un traitement qui touchera à tous les aspects relatifs au passé, au présent et à l'avenir de cet écosystème.

Et pour ce faire, on l'a organisé sur quatre grands chapitres, à savoir :

Chapitre 1: Le cadre théorique qui traite de la problématique, des objectifs et des hypothèses,

Chapitre 2 : Le cadre expérimental, avec la présentation de la région et la caractérisation de la zone d'étude,

Chapitre 3: les outils et méthode, ce chapitre explique les outils et les méthodes adoptés.

Chapitre 4: Ce chapitre portera sur les résultats et discussion,

Et en fin une conclusion, suivie de quelques recommandations techniques et organisationnelles qui feront office d'approche de gestion pour assurer la résilience de cet écosystème alfatier.

Cadre théorique

1. Problématique

Dans l'espace steppique et alfatier en particulier, la dégradation des milieux est le phénomène le plus singulier enregistré ces trois dernières décennies. La progression rapide de l'ensablement concerne la quasi-totalité du territoire steppique sud oranais menaçant tous les équilibres des écosystèmes.

Dans sa dernière étude, datant de 2010, le CNTS classe la steppe comme espace de très forte sensibilité à la désertification, à l'instar de la wilaya d'El Bayadh, avec un taux de sensibilité dépassant les 80%. Dans cette région, les terrains de parcours représentent plus de 70 % de la superficie totale, dont 80% sont soumis à une dégradation, alors que les 20% restant se répartissent entre agriculture, agglomérations et parcours mis en défens par l'Etat.

L'écosystème alfatier, qui constituait durant les années 1970 plus de 10% de la superficie des parcours, est aujourd'hui très affecté en se confinant dans des zones refuges.

Comment évaluer cette régression des parcours à alfa et par quel moyen doit-on y faire face ? Ont-ils atteint le seuil d'irréversibilité dans certaines zones de la région ?

Il est vrai que le changement climatique constitue une menace sans précédent pour les écosystèmes mais d'après des spécialistes, l'alfa est parmi les espèces végétales à pouvoir s'adapter aux effets qui en découlent et à participer par conséquent à la construction de sa résilience même dans des conditions extrêmes.

Il faut comprendre par résilience écologique, la capacité d'un écosystème, d'un habitat, d'une population ou d'une espèce à retrouver ou à ne pas quitter un fonctionnement et un développement normal après avoir subi une perturbation importante.

La sécheresse persistante depuis 1975, avec des extrêmes en 1984, 1989, 1990, 1998 et 1999, enregistrée à El Bayadh, a certes influé le rendement des écosystèmes alfatiers, seulement, peut-on considérer les effets du climat comme principale cause du déclin de l'écosystème alfatier et de la dégradation, en général ?

Dans plusieurs documents techniques du HCDS, le changement climatique a été rarement cité comme seul paramètre influent sur les parcours. Ainsi, en se basant sur la lecture de certains rapports d'évaluation des parcours aménagés et des autres dits libres, l'action de l'homme devient prépondérante. Ainsi, quel est l'apport de l'action anthropique dans le phénomène de la dégradation des parcours à alfa ?

Autant de questions qui nécessitent l'utilisation d'une large bibliographie afin de cerner la problématique de l'enjeu majeur que se disputent le changement climatique et l'action anthropique. Lequel des deux est responsable et à quel degré ?

Pour nombreux d'entre les chercheurs en la matière, face à l'accumulation de gestes encombrants de l'homme sur ces parcours, l'on dispose de divers moyens pour tenter d'accélérer les processus naturels de résilience, comme les techniques génie écologique ou de gestion restauratrice, qui invite à copier les processus naturels de résilience plutôt qu'à s'y substituer, une meilleure manière de freiner toute action de dégradation liée au changement climatique et assurer par là une adaptation aux besoins de survie. Des besoins qu'il faut soutenir par l'amélioration des techniques de préservation en vue d'augmenter la résilience de l'écosystème alfatier face aux risques du changement climatique.

2. Cadre de recherche

La wilaya d'El Bayadh fait partie de l'espace steppique du sud-ouest oranais. La zone d'étude appartient à cette région et se situe dans la partie de l'atlas saharien.

Pour LE HOUEROU(1995), la steppe désigne des immenses étendues plus ou moins arides à relief peu élevé, dépourvues d'arbres et recouvertes de formations végétales basses, ouvertes et clairsemées, dominées essentiellement par des espèces pérennes, dont l'alfa.

Les différents travaux réalisés dans les espaces steppiques notamment ceux de LEHOUEIROU, (1969), POUGET (1980), DJEBAILI (1984) et NEDJRAOUI (2004) montrent que les limites de la steppe s'appuient généralement sur le critère bioclimatique notamment la pluviométrie qui oscille entre 400 et 100 mm par an. Le climat est caractérisé dans son ensemble par l'alternance de deux saisons bien distinctes : l'une chaude et sèche caractérisant la période estivale et l'autre, pluvieuse et relativement froide durant les saisons Automne et Hiver.

De son côté, DJEBAILI(1984) a noté que pour la vitalité du végétal la répartition des pluies est plus importante que celle de la quantité annuelle des précipitations. Il s'agit de l'eau utile, soit celle disponible durant son cycle de développement.

Selon FLORET (1981), le couvert végétal naturel est soumis en permanence à un double impact, celui des sols (trop secs et légers) et du climat (faibles précipitations) d'une part et anthropogène (action de l'homme et de l'animal) d'autre part.

Pour ACHOUR, 1983 et KADI, 1998, les steppes à alfa présentent une forte amplitude écologique. La productivité pastorale moyenne de ce type de steppe variait de 60 à 150 unités fourragères à l'hectare (UF/ha) selon le type de recouvrement et le cortège floristique (NEDJRAOUI, 1981, NEDJRAOUI, 1990 et AIDOUD, 1983).

Les sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire, une faible teneur en matière organique et une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation (DJEBAÏLI et al, 1983). Ils sont pauvres et fragiles, à couleur grise à cause de la rareté de l'humus favorable à la dégradation. Ils sont très variés, allant des sols peu évolués aux sols évolués (ACHOUR, 1983).

A ce titre, la dégradation des parcours est devenue par la force des choses, un facteur limitant au développement des zones steppiques, elle s'exprime comme prélude à la désertification par la diminution de la biomasse des espèces pérennes. Elle est suivie à plus ou moins longues échéances, par la baisse de la richesse spécifique, par un appauvrissement du sol et par la dominance d'espèces à capacité colonisatrice élevée et bien adapté aux milieux pauvres (AIDOUD, 1994).

3. Objectifs

Le présent travail a pour objectif l'étude des impacts du changement climatique sur l'écosystème alfatier de Stitten. Le choix de cette zone répond principalement à des considérations écologiques du fait qu'il s'agit de la seule zone, ou presque, où les parcours, à dominance alfatière, ont pu développer leur adaptation face au changement climatique, au moment où tous les parcours à alfa de la région ont subi une dégradation à la limite de l'irréversibilité.

Pour atteindre ces objectifs, l'étude de plusieurs paramètres sont utiles, dont les plus importants sont le climat et la végétation. De point de vue climatique, l'étude est basée sur l'utilisation de l'indice climatique d'Emberger (quotient pluviothermique), et ce pour permettre de mettre en évidence les grandes variations climatiques enregistrées durant les trois dernières décennies et qui ont engendré de grandes perturbations dans l'évolution de cet écosystème situé dans la zone bioclimatique semi-aride à aride. Ce paramètre sera traité dans les détails pour situer l'impact réel ou supposé du changement climatique sur l'écosystème alfatier de la zone d'étude.

Sur le plan écologique, l'étude est basée sur des données d'évaluation technique de cet écosystème et son évolution dans le temps. L'approche adoptée est le suivi de cet écosystème tant sur le plan densité des touffes d'alfa à l'hectare que son taux de recouvrement par rapport aux autres espèces composant les parcours.

4. Hypothèses

Dans le cadre du suivi et de l'évaluation ayant ciblé l'espace steppique, en général, dont la région d'étude fait partie, plusieurs programmes ont été mis en place pour déterminer, soit l'ampleur de la dégradation ou aussi l'évolution des écosystèmes steppiques, en général et alfatier en particulier. Ce suivi qui a débuté dès les années 1970, (CRBT/ URBT, 1974-1994), Projet CAMELEO 1998-2000), Projet ROSELT/OSS, 2001-2005), projet De Survey 2005-2009), se poursuit encore aujourd'hui à travers des programmes de développement ciblés.

Et pour assurer une meilleure couverture et représentativité du territoire steppique, plusieurs stations d'observations ont été installées à travers plusieurs régions steppiques du pays, dont la stratégie avait pour objectif principal le suivi à long terme de la vulnérabilité des écosystèmes face aux changements survenus, et ce dans un cadre de recherches pluridisciplinaire.

Dans la région d'El Bayadh, la première station a été installée en 1974 à l'intérieur d'un parcours à alfa par une équipe de chercheurs de l'USTHB, dans la région de Rogassa, à 50 kilomètres au nord-ouest du chef-lieu de la wilaya, avec une thématique de désertification et d'ensablement, et ayant comme objectif la surveillance des descripteurs des systèmes écologiques (variables climatiques, édaphiques) et l'élaboration d'indicateurs qui permettent d'évaluer l'évolution de ces paramètres par rapport à une situation originelle.

A la fin des années 1980, le HCDS, dans le cadre de ses travaux de recherche, a vu ses cadres sillonner tous les espaces steppiques pour l'établissement d'une carte de parcours, ponctuée par la mise en place d'une stratégie de découpage de la steppe en zones homogènes, décrites comme unités pastorales.

En 1997, le même établissement avait entrepris des opérations de plantation pastorale, à titre expérimentale, notamment dans les espaces les plus dégradés où le retour du couvert végétal était jugé presque impossible, du fait de sa disparition totale. Dans la même année, une action de préservation a touché une dizaine de périmètres de parcours référentiels à travers quelques communes d'El Bayadh, dont faisait partie notre zone d'étude.

En 2000, l'opération de préservation de parcours, comme moyen de lutte contre l'ensablement et son corollaire, la désertification, a été généralisée par le HCDS à travers les 22 communes que compte la wilaya d'El Bayadh.

En 2008, alors que la sécheresse s'est installée d'une manière quasi permanente, le HCDS a opté pour une stratégie de création de dix périmètres référentiels de superficies réduites, dans le sens de faciliter le suivi ainsi que l'évaluation de l'impact du changement

climatique sur les différents écosystèmes, dont un est composé essentiellement d'alfa au niveau de notre zone d'étude.

En 2012, d'après des rapports techniques du HCDS, il a été constaté une remontée biologique spectaculaire à travers tous les parcours référentiels mis en place, à l'instar même de ceux de la partie présaharienne de la région, alors que ceux à alfa situés au Nord et à l'Est de la zone d'étude avaient commencé leurs cycles progressifs.

Durant la même année, le HCDS, en collaboration avec le CRSTRA, a installé deux stations d'observation à l'intérieur de périmètres aménagés par la mise en défens, dans la zone de Stitten, une au versant sud et l'autre au versant nord. L'objectif de ces deux stations était d'évaluer l'influence du climat sur cette steppe de versant (par opposition à la steppe des plaines).

Un autre projet de partenariat a été élaboré entre le HCDS et l'UICN, portant sur la préservation de l'écosystème alfatier de Stitten. Les objectifs recherchés par ce projet étaient de mettre en place un mécanisme de gestion participative et de suivi de cet écosystème.

Par ailleurs, des statistiques sur les conséquences de la dégradation des parcours font cas de la réduction des nappes alfatières de 1.200.000 ha, durant les années 1970, à 240 000 ha (DGF 2002), et certainement moins aujourd'hui, une réduction des disponibilités fourragères des parcours ne couvrant que 40% des besoins du cheptel (HCDS 2018), et conséquemment une instabilité de l'activité d'élevage ovin illustrée par une difficulté d'entretien des cheptels existants (CAW 2018).

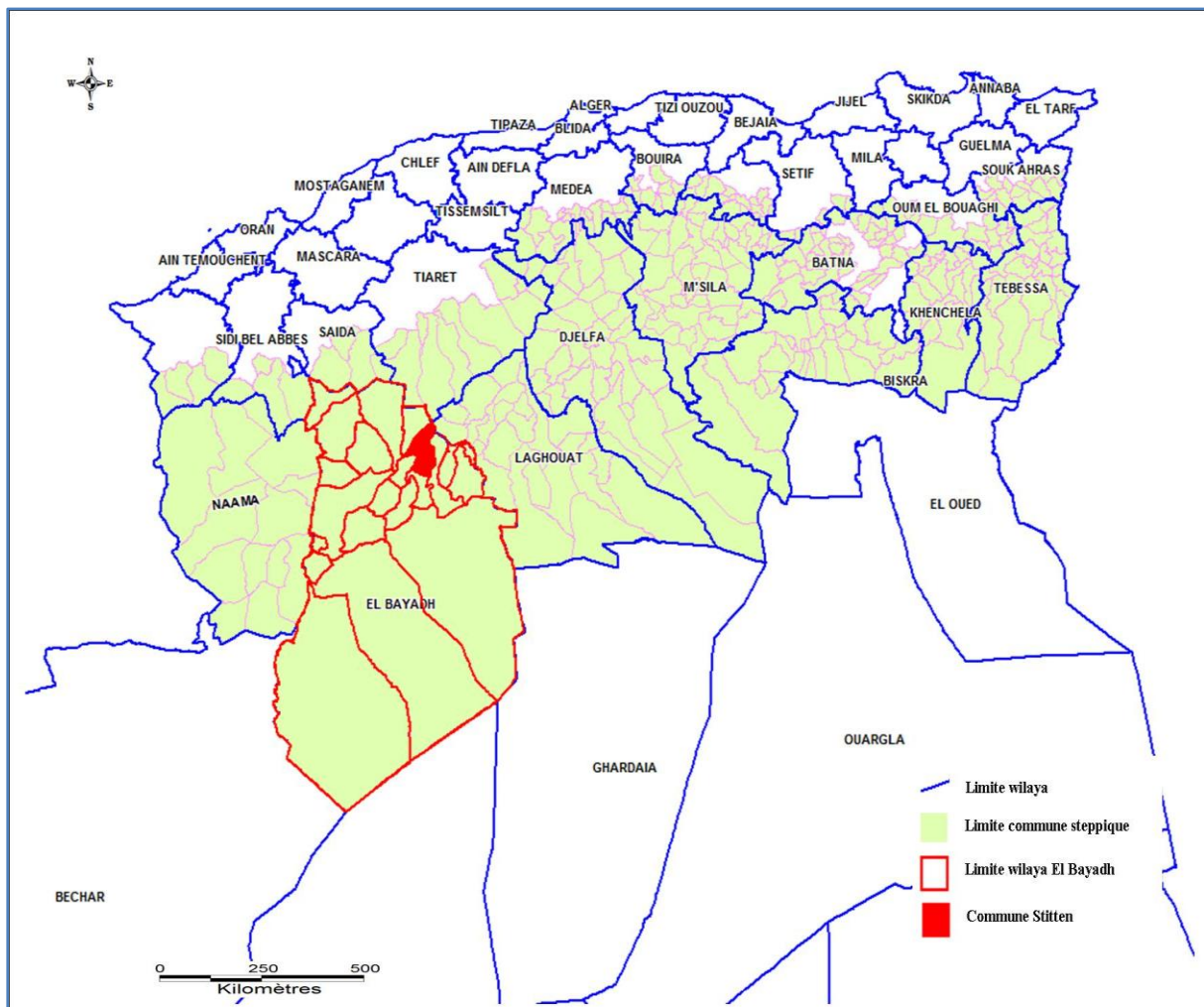
Dans l'ensemble, toutes ces étapes de la recherche scientifique et de suivi nous serviront d'outils de base pour nos objectifs consacrés dans la présente étude. Elles serviront aussi pour déterminer la part de l'influence de chacun des paramètres, climatique et anthropique, comme elles nous renseigneront aussi sur la dynamique d'évolution de cet écosystème alfatier.

Cadre expérimental

1. Présentation de la région d'étude

1.1. Milieu physique

Géographiquement, la Wilaya d'El Bayadh est comprise entre les parallèles 30° 42' et 34° 28' de l'altitude Nord et entre les méridiens de longitude 0° 24' à l'Ouest fuseau 30 et 2° 16' à l'Est fuseau 31. Située sur les hauts plateaux du sud-ouest oranais, elle s'étend sur une superficie de plus de 71 697 Km², soit 3 % de la superficie totale du territoire national. Elle regroupe 08 daïras et 22 communes. Encadrée au Nord par la grande dépression endoréique du Chott Chergui et l'Erg occidental au Sud, El Bayadh est délimitée au nord par les wilayas de Tiaret et Sidi Bel Abbés, au sud par les wilayas de Ghardaïa et Adrar, à l'est par la wilaya de Laghouat et à l'ouest par les wilayas de Naâma et Bechar (Carte N°1).



Carte N° 1 : Limites administratives de la wilaya d'El-Bayadh, DPAT 2013

1.1.1. Le relief

S'étendant sur plus de la moitié de la région hauts plateaux ouest (57%), la wilaya d'El Bayadh est composée de plusieurs entités physiques contrastées. Du Nord au Sud apparaissent les ensembles suivants :

- ✓ La vaste gouttière des hautes plaines occidentales steppiques où les altitudes varient de 800 m à 1000 m. Située entre les deux Atlas, cette aire est centrée sur la grande dépression endoréique de Chott Chergui. La pluviométrie moyenne annuelle est de 208mm. Cette zone est composée de six communes où l'activité dominante est l'élevage.
- ✓ Le grand ensemble de l'Atlas Saharien où les altitudes en moyenne de 1300 m, culminent à Djebel Ksel 2000 m. Cet ensemble prend la dénomination des monts des Ksours dans la partie occidentale et Djebel Amour à l'Est. Cette zone regroupe 13 communes. Elle présente une situation bioclimatique (semi-aride froid) relativement plus avantageuse par rapport à celle de la partie Saharienne de la Wilaya et la pluviométrie moyenne annuelle est de 281 mm.
- ✓ Le piedmont pré saharien qui donne sur l'erg, occidental est le domaine a dominante minérale ou les altitudes varient de 800 à 500 m. Cette zone est constituée uniquement de trois communes et la pluviométrie moyenne annuelle est de 129 mm.

1.1.2. Le cadre géologique

La région d'El Bayadh chevauche sur trois domaines géologiques structurellement dominants. Du nord au sud, on distingue :

- ✓ Le domaine des hautes plaines, de structure tabulaire, constitué essentiellement de formation continentales d'âge miocène, pliocène et quaternaire.
- ✓ Le domaine de l'atlas saharien, caractérisé par la structure plissée de direction NE-SW d'âge jurassique et créacé.
- ✓ Le domaine de la plate-forme saharienne, caractérisé par son assise détritique d'âge paléozoïque et la formation continentale " récentes" d'âge pliocène et miocène (ElZerey, 2012).

Les principales formations géologiques, roches mères des sols et sources des matériaux alluvionnaires, sont les suivantes :

- ✓ Le trias est formé d'argiles schistosités plus ou moins gypseuses et salé. Ces formations source de sels solubles, apparaissent en petits massif érodés surgissant au sein des formations jurassiques.
- ✓ Le jurassique constitue des faciès très variés mais à dominance de calcaire durs et dolomitiques, alternant avec des bancs de marnes multicolores.
- ✓ Le crétacé comprend des faciès très variés à dominance de roches calcaires tendres fréquemment encroutées.
- ✓ Le cénomanien les roches sont constituées de séries marneuses et marno-calcaire alternant avec des calcaires plus durs. Les marnes sont souvent salées et gypseuses.
- ✓ Le turonien représente la série calcaire compacte et dure formant les falaises et la bordure des synclinaux perchés.
- ✓ Le sénonien se caractérisé par une série à dominance marneuse et marno-calcaire.

1.1.3. Cadre climatique et bioclimatique

Les caractères physiques se trouvent particulièrement marqués par des conditions climatiques rudes. L'aridité est la caractéristique essentielle de cet immense espace qu'est El Bayadh.

a. Le climat

La région présente deux périodes de pluviosité ; deux maxima, l'un au printemps, l'autre en automne, séparés par deux minima, l'un en été (Juillet) et l'autre en hiver (Février).

Les précipitations d'hiver sont, souvent liées aux dépressions du front polaire, perdant rapidement de leur importance dès que l'on franchit la ligne des crêtes. Elles ont peu d'influence sur le versant Sud de l'Atlas Saharien, sauf cas exceptionnels.

La moyenne annuelle des précipitations est égale à 281,6 mm ; cette valeur est variable d'une source à une autre suivant l'effectif de la série pluviométrique traitée. Cette répartition fréquentielle de la pluie annuelle (281,6 mm) sur toute l'année admet un effet écologique bien particulier. On remarque que malgré une fréquence plus grande de jours de pluie en hiver, c'est surtout en automne qu'on en enregistre la plus grande fréquence. Les précipitations ajoutent par ailleurs, à leur insuffisance pour la quasi-totalité de la wilaya, de fortes variations interannuelles et une grande irrégularité de distribution sur l'année : un seul

mois peut recevoir la quasi-totalité de la pluviométrie annuelle ce qui engendre une érosion forte sur les piedmonts de l'Atlas.

Pour ce qui est des températures, l'amplitude annuelle moyenne est de 22,8°C (ONM). Les valeurs de la température moyenne mensuelle confirme, que le mois le plus froid est Janvier (0° C) et le mois le plus chaud est Juillet (33,9° C).

L'enneigement et la gelée blanche sont des événements importants. La neige a lieu, en moyenne 13,1 jours durant l'année, d'après les données de la station d'El Bayadh. Elle peut, par fusion constituer un apport en eau non négligeable pour la végétation, surtout au début du printemps. La neige aurait atteint, 186 cm en 1980 et 182 cm en 1982. Les gelées blanches, durent 17,8 jours l'année. Le sirocco, par contre, joue un rôle négatif sur les plantes en accélérant leur dessiccation (près de 20 jours/an).

Les facteurs climatiques ne se limitent pas seulement aux précipitations et aux températures, mesurées un peu partout dans les limites de la région, mais aussi le vent, facteur essentiel.

Sur ce, la vitesse moyenne du vent à El Bayadh est de l'ordre de 4,2 m/s. Son influence sur la végétation n'est pas négligeable, notamment sur les plantes jeunes. On remarque, une prédominance des vents de direction S et SW. Les mois de l'année à vents fréquents sont ceux d'avril et de mai (HCDS).

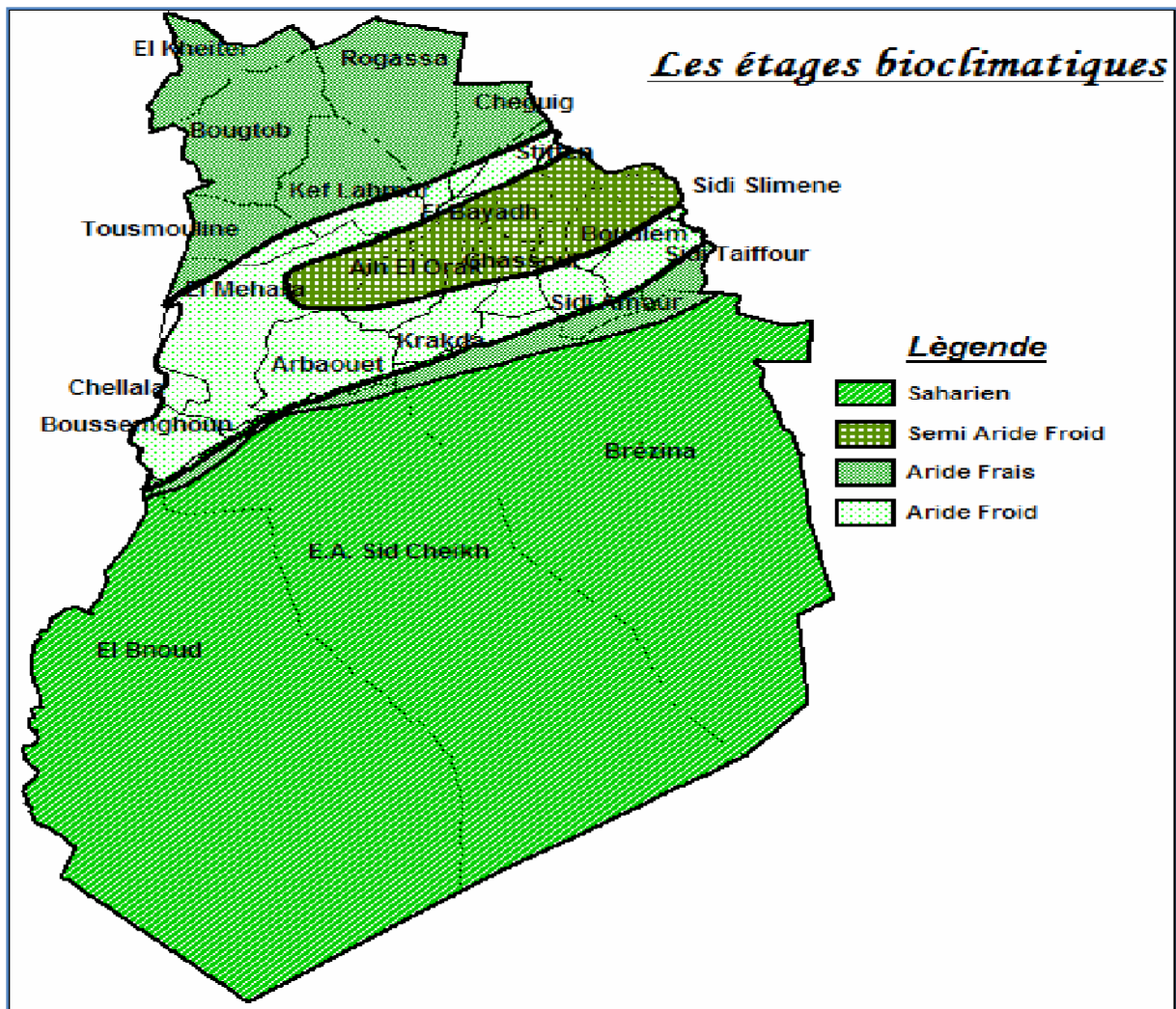
b. Le bioclimat

D'après les travaux menés par Djellouli (1981) portant sur l'étude climatique et bioclimatique des hauts plateaux du Sud oranais, la wilaya d'El Bayadh présente, de par sa grande étendue, une diversité d'étages bioclimatiques et de variantes thermiques.

Ainsi, nous pouvons rencontrer en allant du nord au Sud de la wilaya :

- ✓ L'étage bioclimatique semi aride supérieur, variante à hiver froid et très froid au sommet des djebels Ksel, Oustani, à tendance sub-humide.
- ✓ L'étage bioclimatique semi-aride supérieur, variante à hiver froid.
- ✓ L'étage bioclimatique aride supérieur, variante à hiver froid.
- ✓ L'étage bioclimatique saharien supérieur, variante à hiver froid et frais.

La carte suivante synthétise les caractères climatiques de la wilaya d'El Bayadh.



Carte N°2: Les étages bioclimatiques de la wilaya d'El Bayadh (Source, URBAT)

Sur le plan climatologique, la Wilaya est caractérisée par deux périodes principales qui expriment le contraste important durant l'année à savoir: Un hiver rigoureux avec de fréquentes chutes de neige et un Eté chaud et très sec. Ce qui favorise l'apparition des plantes résistantes à la sécheresse. La situation dont découle des écarts thermiques brusques est importante.

La pluviométrie est très irrégulière et varie de 200 à 300 mm durant l'année où on peut assister à plusieurs mois ou d'années de sècheresse de suite.

La température laisse apparaître des changements temporels (un hiver froid de température moyenne de 6° C et un Eté chaud dépassant les 36° C) (Source, ONM).

1.1.4. La pédologie

La wilaya se caractérise par divers types de sols liés aux zones pluviométriques et bioclimatiques. Ces sols ont la particularité d'être fragile. On distingue globalement les sols alluvionnaires au niveau des dayates, oasis de l'Atlas et quelques dépressions endoréiques qui présentent une certaine fertilité, très limitée par les effets de la salinité et l'érosion à laquelle sont soumis ces sols du fait de leur exploitation intensive.

Les sols squelettiques qui prédominent au Sud du Chott sont pauvres, constitués de formations gypseuses sur croûte calcaire. L'aspect lithologique est important dans la chaîne atlasique, une fois altérée, ils se transforment en sable et fournissent un matériel fin aux cours d'eau et au vent.

L'autre formation qui a une grande influence sur l'hydrologie, ce sont les couches évaporitiques du Trias qui influent sur la composition chimique des oueds et des nappes. Le problème de l'érosion éolienne fait perdre à la wilaya entre 40.000 hectares à 70.000 hectares de terres steppiques. Cette dégradation du couvert végétal a fait disparaître en 20 ans, les trois quarts (3/4) de la « mer d'alfa » qui caractérisait cette zone steppique. (ANAT). La dernière carte de sensibilité à la désertification élaborée par le centre national des techniques spatiales (CNTS, 2010) souligne que les sols des hautes plaines steppiques sont menacés car très sensible à la désertification.

1.1.5. Les ressources hydriques

La wilaya d'El Bayadh, est inscrite sur deux bassins versants, limités par la ligne de partage des eaux passant le long de l'Atlas saharien. La zone Nord de la wilaya, est drainée vers le Chott Chergui qui constitue l'exutoire de tout le bassin versant des hautes plaines oranaises. Les piémonts Sud de l'Atlas saharien déversent leurs eaux de précipitations dans le bassin versant du Sahara où s'inscrivent les trois quarts du territoire de la wilaya. L'état des connaissances actuelles sur l'hydrogéologie de la région des hautes plaines Sud oranaises d'une manière générale et la wilaya d'El Bayadh en particulier reste très insuffisant (absence d'études hydrogéologiques complètes).

A ce titre, les unités hydrogéologiques les plus importantes au niveau de la wilaya sont les suivantes :

- La nappe de chott-cherGUI, qui est la plus importante unité hydrogéologique des hautes plaines oranaises et l'Atlas saharien Ouest. La superficie de son bassin versant, est d'environ

40 000 km². Le débit exploitable à partir de la nappe, est évalué par l'ANRH à 60 mm³/an, soit 1700 l/s.

- Quant aux aquifères de l'Atlas saharien, il y a lieu de signaler que les connaissances actuelles des paramètres hydrologiques et hydrogéologiques sont insuffisantes en raison de nombreuses contraintes, à savoir l'inexistence d'une couverture hydro-climatique représentative ou encore la méconnaissance de l'inventaire détaillé des points d'eau, zones ou formations identifiés, exception faite pour la nappe albienne, sauf que sur le plan hydrographique, on note un réseau assez important qui draine la zone de l'Atlas saharien.

Les oueds qui prennent naissance dans les sommets et versants des reliefs montagneux traversent les vallées et dépressions, bifurquent vers le Nord ou le Sud et franchissent les plis en gorge pour se perdre, soit dans le bassin fermé (Chott Chergui), soit dans le Sahara, en empruntant pour une partie le barrage de Brezina dont la capacité est estimée à 123 millions de mètres cubes.

- Pour ce qui est de la partie présaharienne, on trouve le synclinal d'El Abiodh Sidi Cheikh qui est un grand synclinal, situé dans les piedmonts sud de l'Atlas saharien. La géomorphologie de cette région est caractérisée par une topographie plane avec des altitudes qui varient entre 800 m à 900 m.

1.2. Agriculture et élevage

1.2.1. Répartition générale des terres agricoles et parcours

A la lecture du tableau qui suit, l'on remarque que les parcours steppiques, avec 2 873 000 ha, représentent plus de 95 % de la surface agricole totale, ce qui dénote, si besoin est, du caractère pastoral de la wilaya (Tableau N°1).

Tableau N°1 : Répartition des terres dans la wilaya d'El Bayadh, MADR 2011

Occupation	Superficie (ha)	Taux (%)
Agriculture		
Grande culture en sec	36 170	0,503
Grande culture en irriguée	2 415	0,034
Culture maraichère	2 387	0,033
Culture arboricole	1 590	0,022
Viticulture	2,87	0,003
Oléiculture	511	0,007
Palmeraie	300,9	0,004
Superficie Agricole Utile (SAU)	43 376,77	0,606
zone de Parcours	2 873 000	39,944
Forêt-maquis-reboisement	78 680	1,094
Superficie Agricole Totale (SAT)	2 995 056,77	41,644
Sable	3 140 000	43,656
Zone à Sol nu- à affleurement rocheux	905 050	12,583
Plan d'eau	149 600	2,080
Espace Bâti	2 911	0,040
Superficie Totale (ST)	7 192 617,77	100

1.2.2. L'élevage

Comme la montre le tableau 2, l'élevage ovin représente la principale activité de la région, il occupe 6,94 % de l'effectif national. Avec un tel effectif et un mode d'élevage qui s'appuie généralement sur des méthodes traditionnelles, il apparait clairement que la charge sur les parcours dépasse de loin la norme pour que ses derniers puissent répondre aux besoins fourragers du cheptel de la région (Tableau 2).

Tableau 2 : Effectif du cheptel de la wilaya d'El Bayadh(DSA, 2018)

Années	Ovins (têtes)	Caprins (têtes)	Bovins (têtes)	Camelins (têtes)
2016/2017	2 230 600	208 400	24 439	15 700

1.2.3. La végétation

Le territoire de la wilaya d'El Bayadh se distingue par une diversité d'écosystèmes commandés par de microclimats locaux :

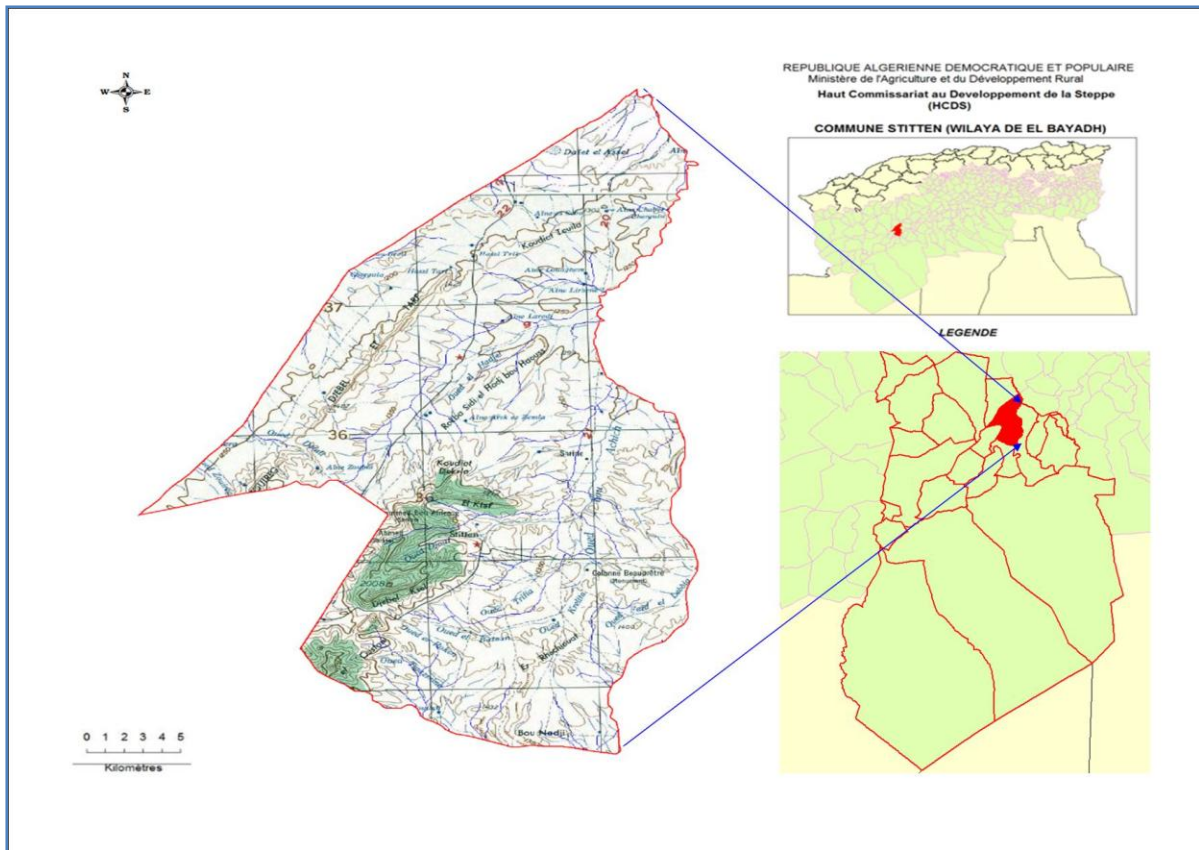
- ✓ L'écosystème forestier et montagneux : Les forêts couvrent une superficie de 78 680 ha dont 28.400 ha (MADR, 2011) issus de l'œuvre du barrage vert et des différents programmes de reboisements réalisés par le secteur des Forêts. Les forêts naturelles occupent la dorsale nord des monts de ksour de la chaîne de l'atlas saharien. Elles sont dans un état de relique, réduites à des maquis clairs dont le rôle est essentiellement écologique.
- ✓ L'écosystème steppique : Recouvrant une grande étendue et constitue le domaine du pastoralisme. Il est composé de 05 principaux types de parcours: les parcours à alfa, les parcours à armoise, les parcours à remt, les parcours hétérogènes, et les parcours à Senagh (Source, HCDS).
- ✓ L'écosystème saharien et oasien : Sur cette partie de la wilaya, les agriculteurs pratiquent l'agriculture Ksourienne, basée sur des cultures adaptées aux conditions édapho-climatiques à savoir : le grenadier, le figuier, la menthe, le palmier...etc (Source, DSA).

2. Caractérisation de la commune de Stitten

2.1. Localisation

La zone d'étude appartient à la région de l'atlas saharien, elle concerne la commune de Stitten. Le territoire de cette commune cadre dans un espace délimité en longitude par 1° (méridien de Greenwich) E et en latitude par 33° à 34°N. D'une superficie de 886,1 Km², Stitten est située à 10 km au nord-est du chef-lieu de wilaya d'El Bayadh (Figure N°3).

L'altitude moyenne est d'environ 1350, avec un point culminant de 2008 m (Djebel Ksel). La zone se distingue par un caractère steppique, à dominance alfatier, soumis à des dégradations liées à plusieurs causes, dont le changement climatique (HCDS).



Carte N° 3: Localisation de la zone d'étude (Commune de Stitten)

2.2. Population

La population de Stitten est estimée à 6368 habitant dont 2166 est active (DPAT, 2015). Le tableau qui suit montre la répartition de la population par branche d'activité, lequel dénote une forte activité de l'élevage.

Tableau N°3 : Répartition des occupés par branche d'activité de Stitten

Commune	Répartition des occupés par branche d'activité				Total des Occupées
	Agriculture et Elevage	B.T.P.H	Industrie	Autres Secteurs	
Stitten	45%	15%	1%	37%	2,166

2.3. La végétation

Du point de vue végétation, la zone se partage en trois principaux types: une steppe graminéenne à Alfa, une steppe à Armoise blanche devenue aujourd'hui très rare, et une

steppe à spart, autre espèce graminéenne. Ces deux dernières peuvent coloniser des sols aussi bien squelettiques, gypseux ou hydromorphes ; elles deviennent des formations envahissantes et colonisent les formations dégradées à *Stipa*.

Par ailleurs, deux autres espèces ligneuses, indicatrices de dégradation, sont venues ces dernières années coloniser des espaces dans le sud et le sud-est de la commune de Stitten : *Peganum harmalus* (Harmel) et *Aristida pungens* (Drin); Tableau N°4.

Tableau N°4: Répartition par espèces végétales dominantes des parcours de Stitten

Espèces dominantes	Taux de recouvrement (%)
<i>Stipa tenacissima</i>	70
<i>Lygeum spartum</i> (Spart, senaq)	20
<i>Artemisia herba alba</i> (Chih)	5
<i>Peganum harmalus</i> (Harmel)	2
<i>Aristida pungens</i> (Drin)	3

Source : HCDS

A travers les données obtenues du HCDS et reportées sur le tableau 3, il apparaît clairement que la domination du faciès alfatier est importante.

Sur un autre registre, en termes de densité et de taille, dans les parcours de la zone d'étude où l'alfa est bien préservé, les touffes sont en bon état et de grande taille pouvant atteindre parfois des hauteurs allant jusqu'à 1 m, avec une densité moyenne à forte. Il y constitue un écosystème steppique intramontagnard spontané, caractérisé par une bonne régénération qui témoigne de conditions topo-édapho-climatiques propices à sa croissance et à sa reproduction.

Par ailleurs, il se trouve que la commune de Stitten est la plus couverte en faciès alfatier (environ 45.000 ha), oscillant entre bon, moyen et dégradé à très dégradé, suivi par les régions de Rogassa (20.000 ha), Sidi Amar (15.000 ha) et Boualem (10.000 ha) (HCDS, 2017). Ces faciès se situent principalement sur les montagnes (35%), les plateaux caillouteux (16%), les glacis érodés (15%), les glacis non érodés (18%) et les plateaux limono-sableux (16%) (HCDS).

2.4. Apport de l'alfa dans le développement socio-économique de la zone

Les données sur la végétation classe l'alfa comme espèce dominante dans le paysage végétal de la zone d'étude. De par son importance écologique, cet écosystème contribue fortement au développement socio-économique de la zone d'étude où les opportunités de développement sont limitées, et ce en fournissant de nombreux services écosystémiques, résumés dans le tableau N°5.

Tableau N°5: Nature et qualité de services de l'alfa dans la commune de Stitten

Nature du service	Qualité du service
Service d'approvisionnement	utilisations artisanales, fourrage
Service de régulation	Conservation des sols et la régulation des eaux, protection contre la désertification des terres, protection contre l'ensablement...
Service de soutien	Habitat très favorable à la conservation et la multiplication de la faune cynégétique, lièvre et perdreau en particulier...
Service culturel et d'agrément	Qualité du paysage, contribue aux cultures et traditions.

Source : HCDS, 2018

2.5. Agriculture et élevage

Comme montre le tableau suivant, l'élevage ovin représente la principale activité de la zone, avec une superficie des parcours libres qui ne dépassent pas les 15 000 hectares (DSA).

Tableau N°6 : Effectif du cheptel de Stitten

Région	Ovins (têtes)	Caprins (têtes)	Bovins (têtes)	Total
Stitten	56 400	6 120	1 742	64 262

Source : DSA (2015)

Avec un tel potentiel animalier, les besoins en espaces de pâturage paraissent en deçà de la norme.

Cette situation de déséquilibre entre l'offre et le besoin a amené plusieurs éleveurs à opérer des transgressions répétées, entre autres défrichements et envahissements à l'intérieur même des parcours préservés. Le HCDS a estimé à 2000 hectares la moyenne de superficie

labourée chaque année, 200 à 500 hectares de parcours à alfa incendiés, en plus des envahissements répétés sur les parcours aménagés par la même institution publique.

A côté de ces infractions, d'autres viennent s'annexer, comme les habitats illicites ou encore le fonçage de puits sans autorisation (Photos 1, 2, 3 & 4).



Photo N° 1. Défrichement à l'intérieur d'un parcours à alfa



Photo N° 2. Surpâturage à l'intérieur d'un parcours à l'alfa préservé



Photo N° 3. Habitat illicite à l'intérieur d'un parcours à alfa préservé



Photo N° 4. Incendie d'un parcours à alfa mis en défens

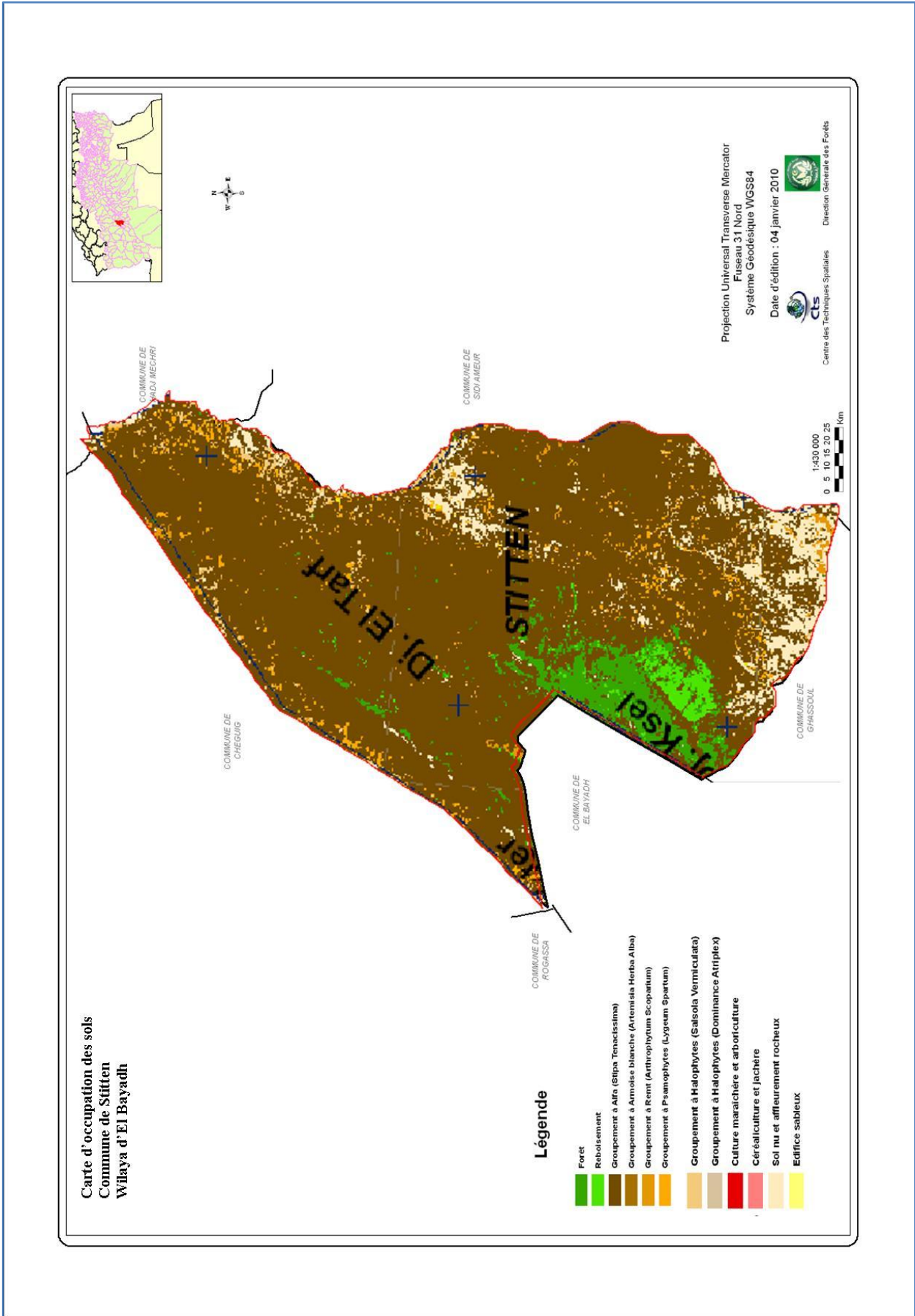
2.6. Sol

Les sols sont caractérisés pour la plupart par la présence de glakis, une faible teneur en matière organique et une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation (Djebaili et al. 1984).

Dans la carte suivante, on note une diversification dans l'occupation des sols, dont l'alfa apparaît comme espèce la plus dominante à travers tout le territoire de la commune de Stitten.

Seulement, il faudrait les prendre avec beaucoup de précaution puisque l'état réel d'aujourd'hui a évolué, notamment dans la partie Ouest de la zone où les parcours montrent un certain niveau de dégradation, au moment où le Sud et l'Est de la zone connaissent une situation de dégradation très élevée.

Au Sud, la bande forestière du barrage vert reste l'écosystème le plus résistant malgré la réduction de sa superficie. Les groupements à armoise blanche se voient cantonnés au Nord-Est et à l'extrême Est de la commune, jouxtant la frontière avec la commune de Sidi Amar relevant de la même wilaya. Quant aux édifices sableux, leur superficie est très réduite et se retrouve généralement du côté Ouest et au Nord-Est de la commune.



Carte N°4 : Carte d'occupation des sols de la commune de Stitten

Données et méthodes

1. Données et méthodes

Le travail est structuré en deux parties. Dans un premier temps, il a été fait appel aux images satellitaires et aux données écologiques, pour ensuite les suivre par des travaux de terrain en vue de valider l'état de changement de l'occupation du sol. Pour atteindre l'objectif ciblé, nous avons utilisé les données et matériel suivants :

- ✓ Carte de localisation de la zone d'étude.
- ✓ Trois images satellitaires LANDSAT ETM +, des années 2000, 2007 et 2017.
- ✓ Les logiciels de traitement des données satellitaires ARCGIS 10.2 et MAPINFO 8.0
- ✓ Bilan d'évaluation technique des parcours de la zone d'étude, de 2000 à 2018.
- ✓ Un GPS et un Appareil photo.

1.1. Organigramme méthodologique

Cet organigramme représente les données utilisées ainsi que la démarche suivie afin de réaliser notre projet.

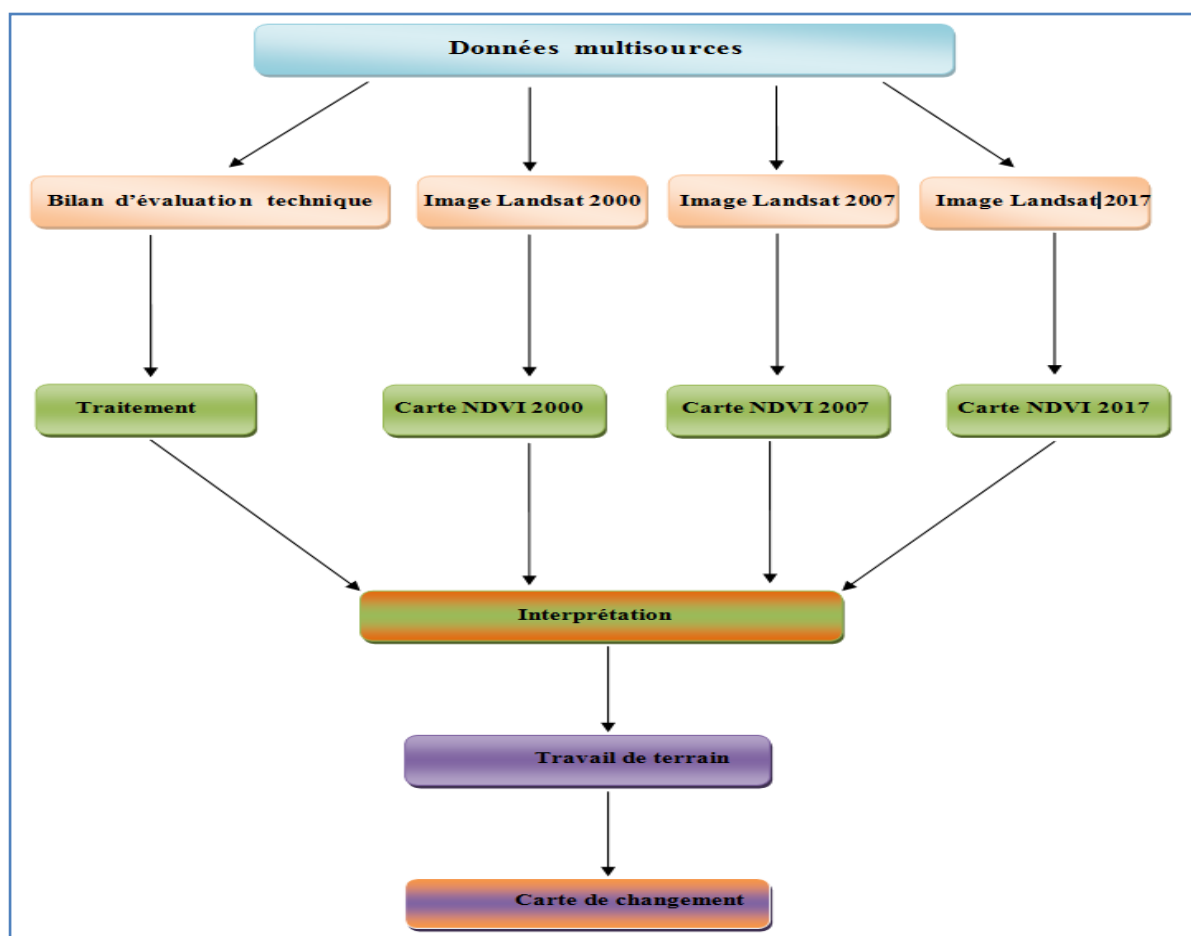


Figure N°1: Organigramme méthodologique

2. Méthodologie de traitement des données cartographiques

La méthodologie de traitement des images satellitaires s'est faite par une délimitation de la zone d'étude et l'élimination de toutes les parties de l'image hors de la zone.

Une correction géométrique comprenant la correction pour les distorsions géométriques dues aux variations de la géométrie Terre-capteur, et la transformation des données en vraies coordonnées (par exemple en latitude et longitude) a suivi. Les données satellitaires ont été géo référencées (système de la projection UTM du fuseau 31) afin de les rendre superposables aux autres couches d'informations, système de la projection UTM du fuseau 31.

Une fois ces étapes effectuées, une couleur de base additive (R.G. B) ou soustractive (cyan, jaune, magenta) a été attribué à chaque image des différents canaux une couleur. Elles ont été superposées afin d'obtenir un document qui se rapproche le plus possible de la réalité avec le maximum d'informations. La composition colorée a été obtenue à partir d'une superposition de trois canaux 5, 4 et 3. Le traitement de ces données s'est articulé autour d'une utilisation du logiciel ARC-GIS 10.22 et du logiciel MapInfo 8.0

3. Traitement des données écologiques

Dans le but de compléter les informations obtenues par les images satellitaires, il a été nécessaire de les associer à des données écologiques, dans le sens de comprendre la dynamique de la végétation et son évolution. Pour cela, nous nous sommes procurés les données d'évaluation interannuelle des parcours pour la période 2000-2018, réalisées par le HCDS.

A ce titre, il a été mis en évidence l'occupation du sol, le taux de recouvrement de l'alfa par rapport au reste du parcours, la densité des touffes d'alfa à l'hectare, l'apport fourrager, le nombre de têtes de cheptel autorisé à l'hectare lors des différentes campagnes de location de périmètres. Ce sont ces indicateurs qui permettent au technicien du HCDS de se prononcer sur la santé du parcours et la possibilité d'être proposé pour la campagne de location au profit des éleveurs. Il faut signaler que l'évaluation entreprise concerne aussi bien les parcours préservés par les techniques de mise en défens que ceux se trouvant hors mise en défens ou libres.

4. Vérification sur terrain

Cette étape est survenue une fois le traitement des données cartographiques et écologiques effectuées. Ainsi, l'utilisation et l'interprétation des différentes cartes nous ont permis de mettre en place un inventaire de sites à vérifier, avec la prise des repères SIG de chaque site à visiter. Des sorties sur terrain ont été effectuées afin de déterminer l'ampleur de l'évolution du couvert végétal pour ensuite établir un listing de la distribution, de la structure et de la composition floristique dans les différents sites ou stations observées. Cette méthode d'estimation systématique permet une étude exhaustive et démonstrative sur la relation d'ordre entre les espèces, les communautés végétales et les types de milieux.

5. Réalisation de la carte de changement

Pour la détection précise et quantitative des changements entre les trois images satellitaires, nous avons introduit les trois tables NDVI, 2000, 2007 et 2017, dans le logiciel MAPINFO, ce qui a permis d'obtenir une carte de changement, en rapport avec l'occupation du sol, entre les trois dates citées. Cette carte fera l'objet d'un outil de choix pour expliquer l'évolution de l'occupation du sol et les différents changements enregistrés entre les trois dates. Elle permettra ainsi d'enclencher des discussions par rapport aux éléments ayant aidé ou influé cette dynamique de changement.

Résultats et Discussion

Introduction

Les résultats obtenus sur la dégradation du couvert végétal steppique et alfatier, notamment, due au changement climatique et à la pression du cheptel sont très importants. Les stratégies adoptées par le HCDS par la création de périmètres mis en défens ont permis de sauver, en partie, ce couvert végétal.

1. Résultats de traitement des images satellitaires

L'utilisation des images Landsat de différentes dates (2000, 2007 et 2017) ont permis de détecter une évolution du couvert végétal steppique.

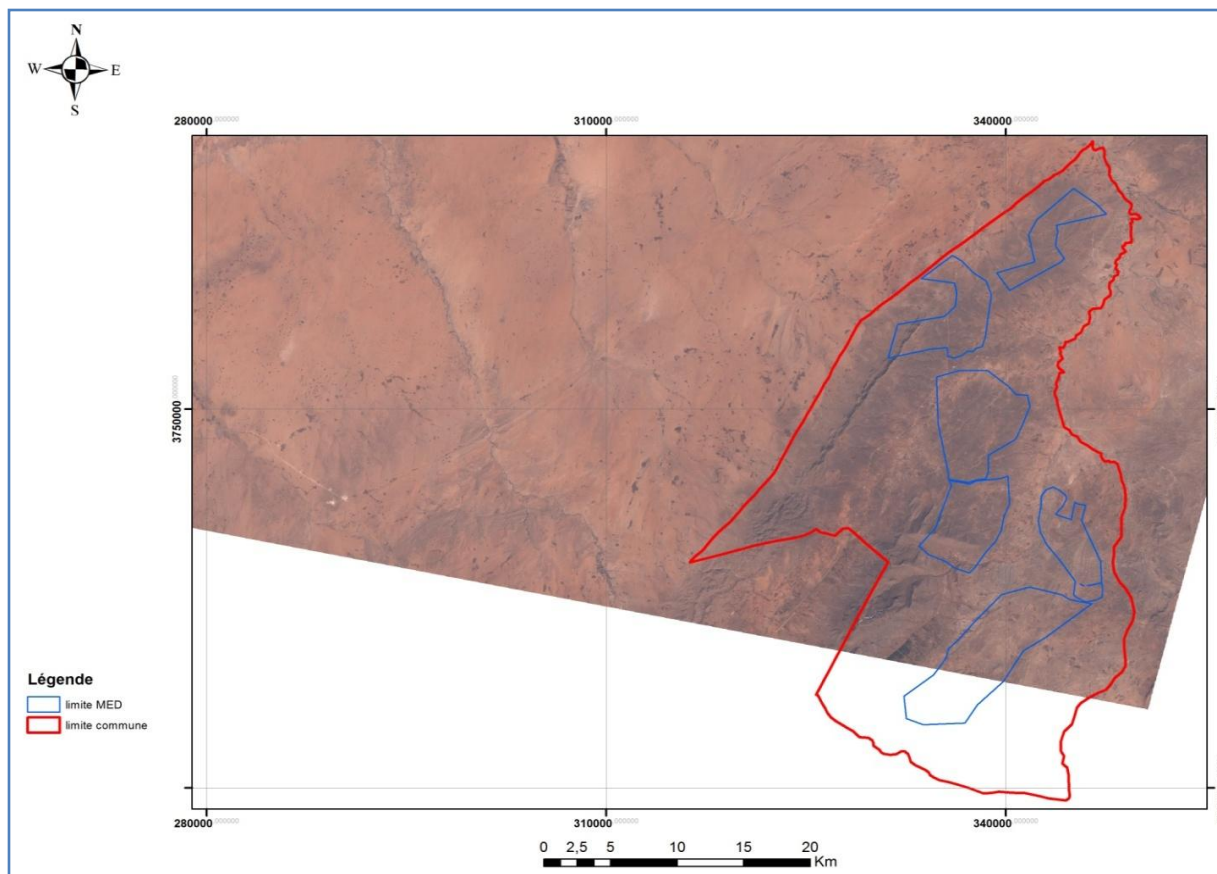
1.1. La composition colorée des images Landsat

Les images de très faible résolution jouent un rôle important dans le suivi de l'état du couvert végétal. Sur ce et pour les besoins de l'étude, nous nous sommes basés sur les images Landsat datées des années 2000, 2007 et 2017.

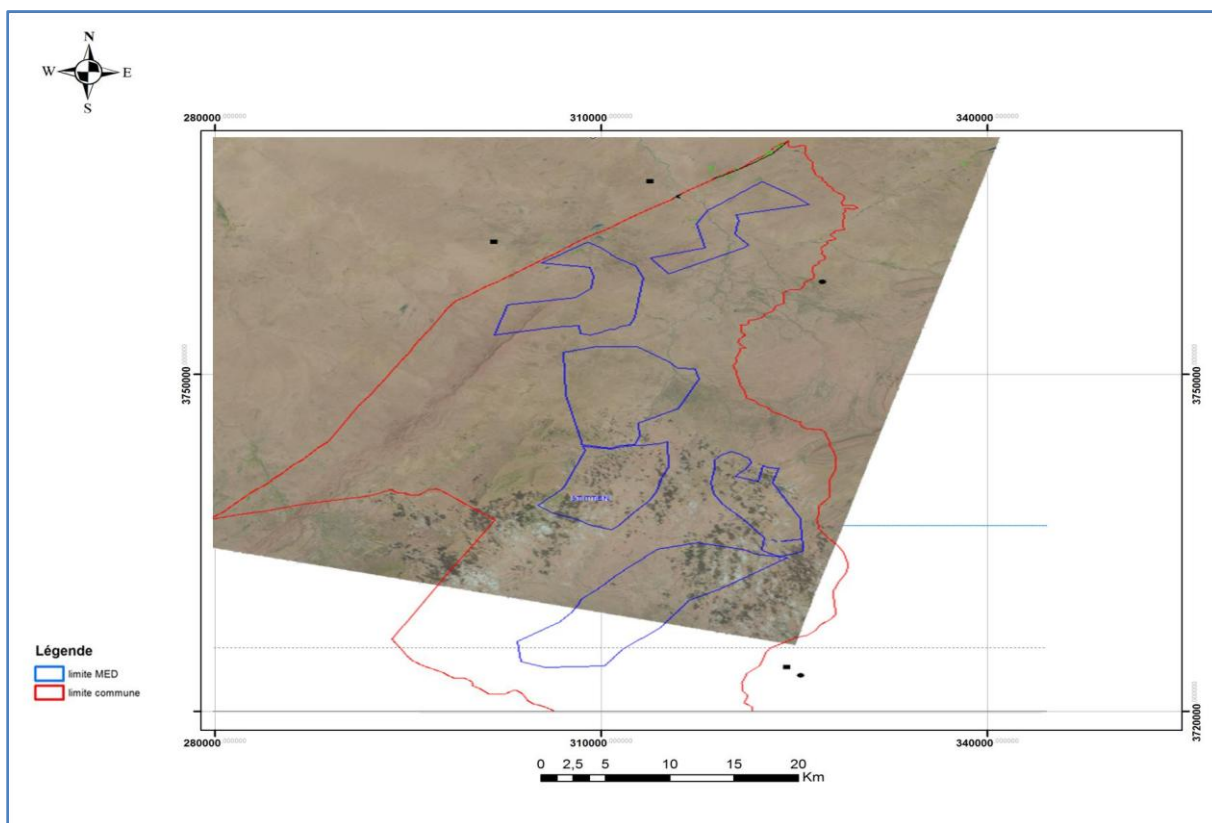
A cet effet, les caractéristiques des différentes bandes des images utilisées sont résumées dans la figure ci-dessous :

Bande	Bande spectrale	Résolution	Utilisation
1	0,45 - 0,52 μm	30 m x 30 m	Différenciation sol / végétaux, zones côtières
2	0,52 - 0,60 μm	30 m x 30 m	Végétation
3	0,63 - 0,69 μm	30 m x 30 m	Différenciation des espèces végétales
4	0,76 - 0,90	30 m x 30 m	Biomasse
5	1,55 - 1,75 μm	30 m x 30 m	Différenciation neige/nuage
6	10,4 - 12,5 μm	120 x 120 m	Thermique
7	2,08 - 2,35 μm	30 m x 30 m	Lithologie

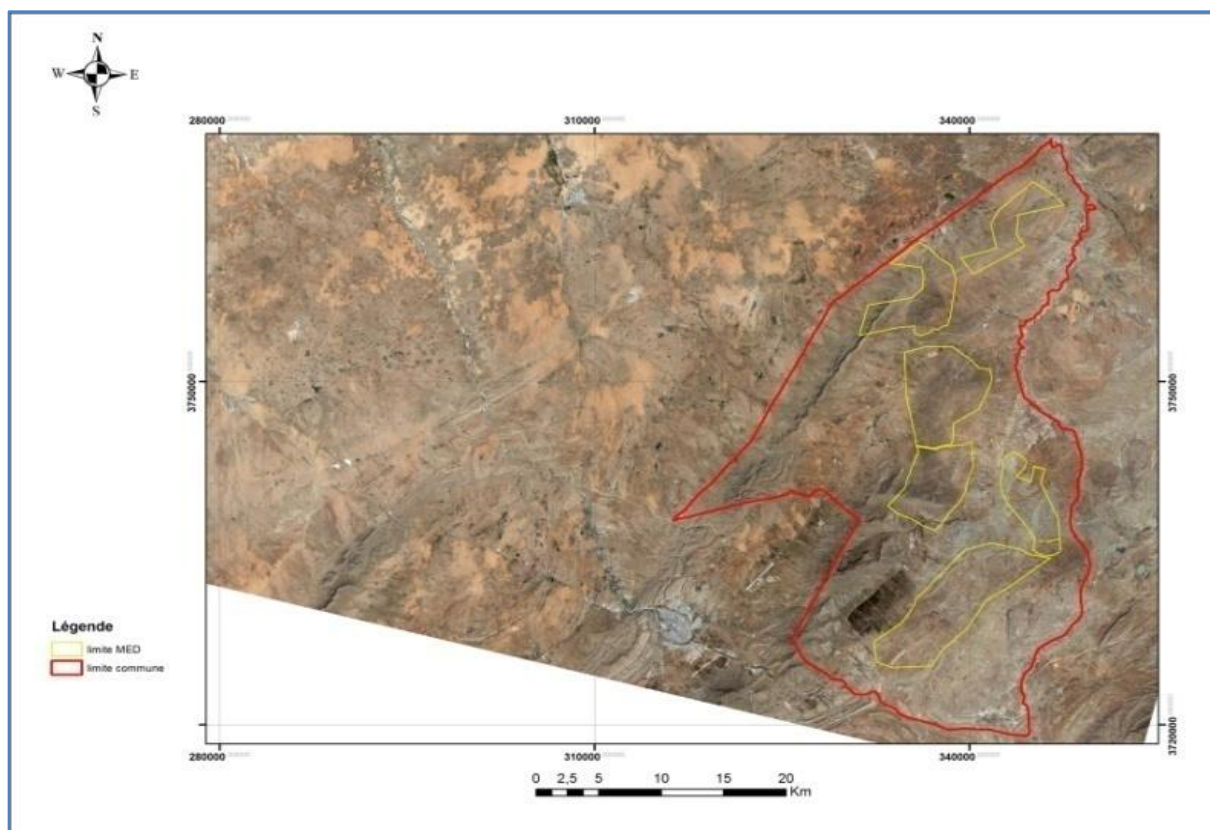
Figure N°2: Caractéristiques des différentes bandes des images utilisées



Carte N°5 : Image satellite Landsat scène 2000



Carte N°6 : Image satellite Landsat scène 2007



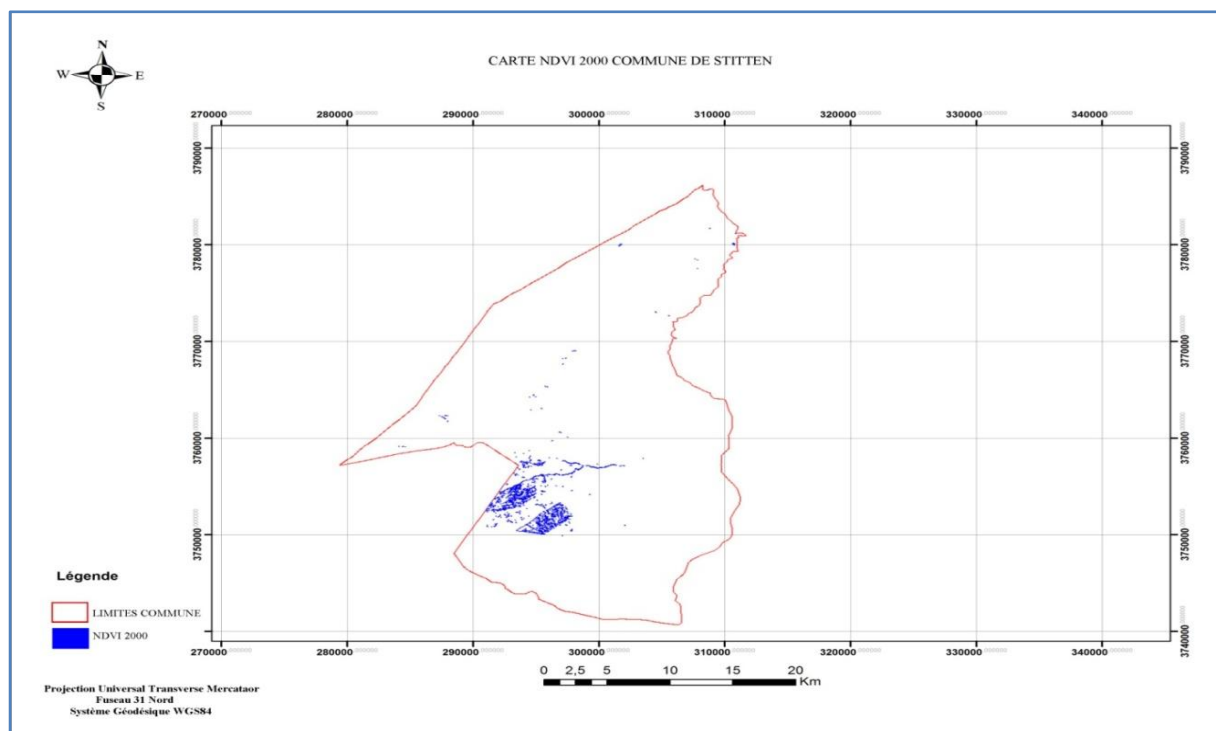
Carte N°7: Image satellite Landsat scène 2017

Ainsi, les observations faites sur les trois images Landsat de 2000, 2007 et 2017 (cartes N°5, 6 & 7) nous dévoilent une différence dans les colorations obtenues. Cette différence est un argument suffisant permettant d'affirmer qu'il y a eu un changement dans l'évolution de l'occupation du sol.

1.2. Résultats de l'indice de végétation normalisé (NDVI)

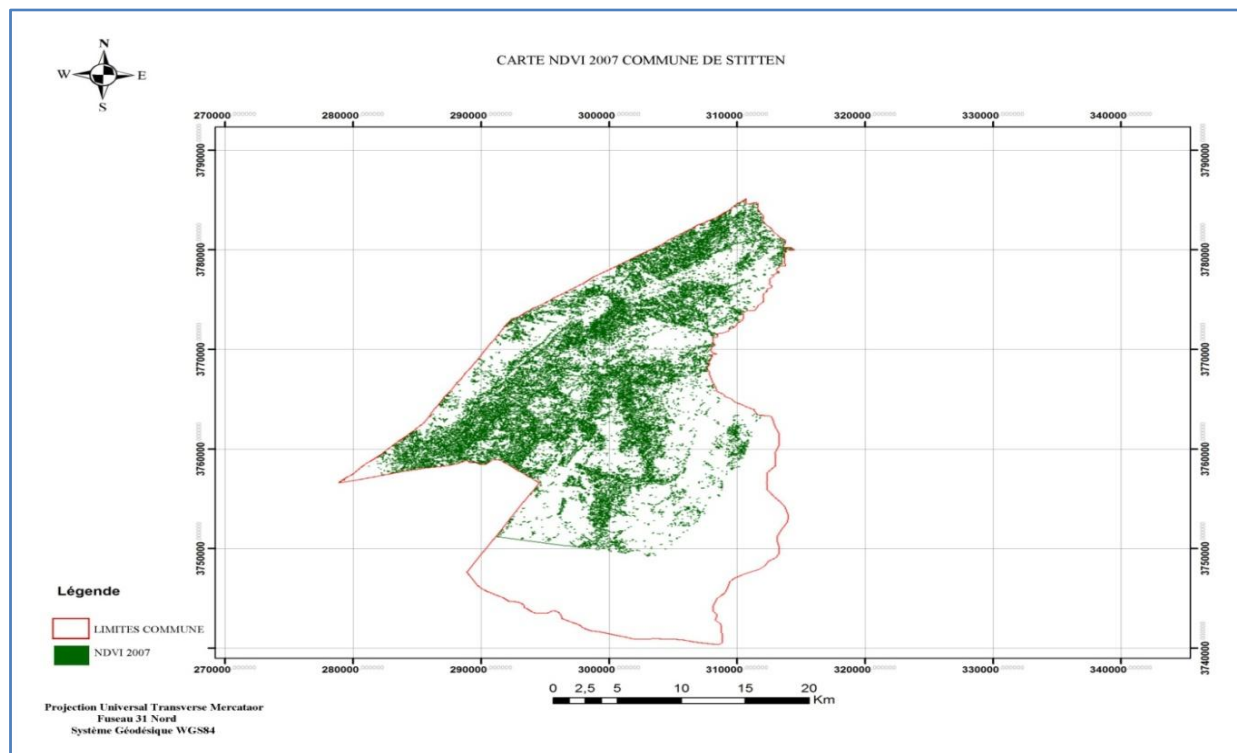
Après traitement sur ARCGIS, nous avons pu extraire l'indice de végétation NDVI pour les trois compositions colorées, en utilisant pour tout ce qui est végétation le chiffre 1 et 0 pour les espaces où la végétation est inexistante.

Aussi, pour distinguer les différentes indications colorées que reflètent les NDVI lors de leur superposition, en vu d'établir la carte de changement, il a été attribué des couleurs à chaque NDVI, à savoir le bleu pour 2000, le vert pour 2007 et le magenta pour 2017.



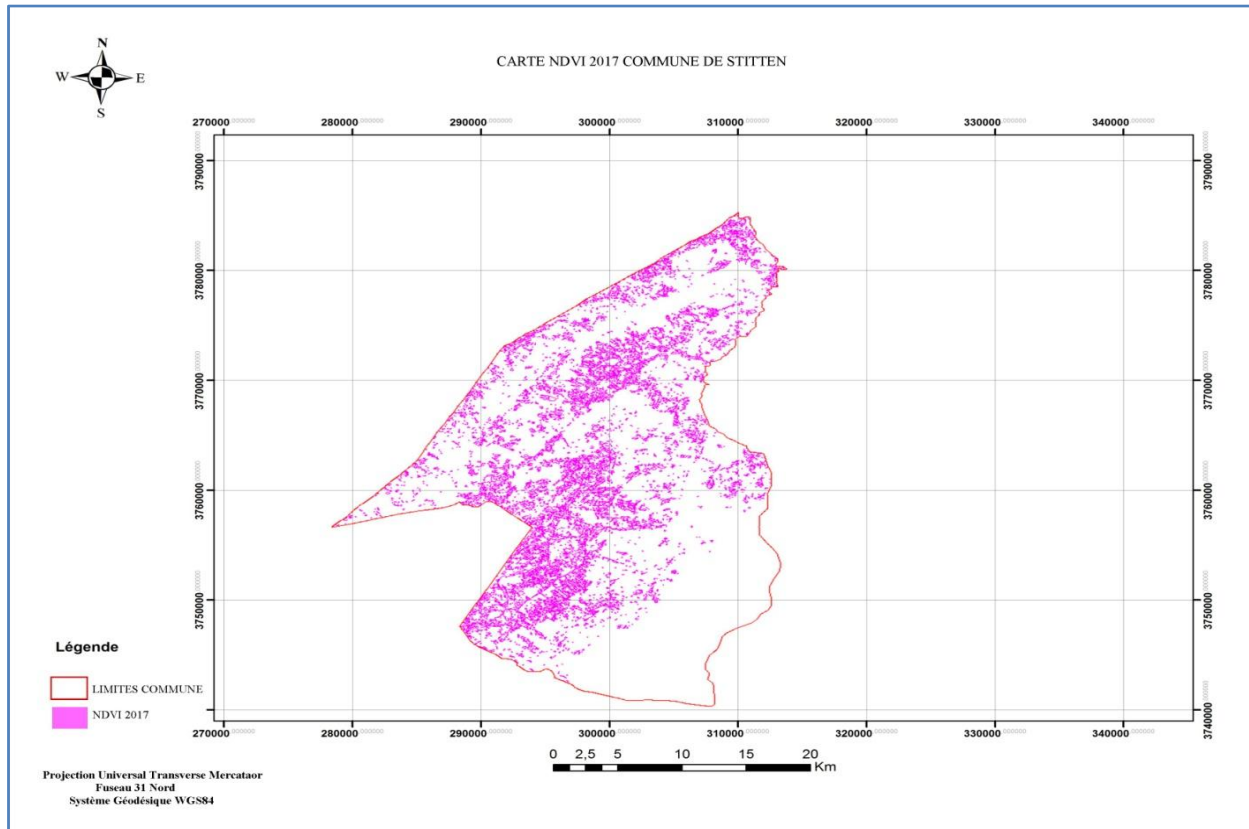
Carte N°8 : Indice de végétation normalisé, Année 2000

Le constat découlant de la carte NDVI (Indice de végétation normalisé) de l'année 2000 donne un paysage homogène, avec une exception d'une petite poche colorée en bleu qui représente la bande forestière du barrage vert, située au Sud-Ouest de Stitten. Cette homogénéité du paysage indique un sol nu, résultant d'une dégradation générale des parcours à l'échelle de toute la zone d'étude.



Carte N°9 : Indice de végétation normalisé, Année 2007

Pour ce qui est du NDVI 2007, elle dégage une forte coloration, synonyme de la bonne santé des parcours. Néanmoins, on remarque la diminution de cette coloration dans les parties Est, Sud-Est, Nord-Est et l'extrême ouest de Stitten



Carte N°10: Indice de végétation normalisé, Année 2017

Quant au constat découlant de la carte NDVI (Indice de végétation normalisé) de l'année 2017, la coloration présente des variations élevées d'une zone à une autre. Les zones Sud-Est, le Nord-Est et l'Ouest de Stitten, on remarque une diminution sensible de la coloration, une situation qui se prolonge d'ailleurs même dans les parcours mis en défens, indiqués dans la carte par des contours en bleu, un paysage qui nous renseigne sur l'enclenchement d'un processus de dégradation au niveau de ces zones.

1.3. Discussion des résultats du NDVI

D'après le traitement des données de l'indice de végétation normalisé des différentes dates choisies, il a été enregistré un changement important à travers presque tout le territoire de la zone d'étude.

Le taux de recouvrement du tapis végétal a connu des variations distinctes entre les trois dates prises comme références. En l'an 2000, le sol était presque nu pour connaître une remontée spectaculaire en 2007, au moment où les données de 2017 témoignent d'une

régression significative comparativement à son état de l'année 2007. Ainsi donc, le couvert végétal a connu deux périodes opposées, une progressive et une autre régressive.

A travers les sorties effectuées sur le terrain, il a été noté que le sparte (*Lygeumspartum*) est devenu une espèce concurrente de l'alfa, en colonisant des espaces considérables, notamment en dehors des mises en défens, du côté Nord-Est de Stitten, au moment où d'autres espèces du milieu aride, tel que « Rtem », « harmal », et « drin » ont fait leur apparition et en nette augmentation, ce qui témoigne du début de dégradation de ces milieux, comme d'ailleurs le montre la photo N°5 prise à l'Est de Stitten, où l'espèce domine des espaces considérables.

Par ailleurs, la photo N°6, prise au Nord-Est de Stitten, nous montre l'importance de la dégradation qui touche même de grands espaces mis en défens. En effet, la dégradation n'a pas seulement touché les parcours libres mais aussi les espaces préservés où l'on a noté une régression du tapis végétal et parfois même une extinction totale de celui-ci. L'origine de cette dégradation a fait l'unanimité au sein des chercheurs, à l'instar de Moulay et al., 1984, qui imputent la perte de la capacité de régénération naturelle des steppes à alfa aux conséquences de pratiques humaines irrationnelles (défrichement abusif, surpâturage, sur-collecte de l'alfa).



Photo N° 5. Espèce végétale du milieu aride, « Rtem » à l'est de Stitten

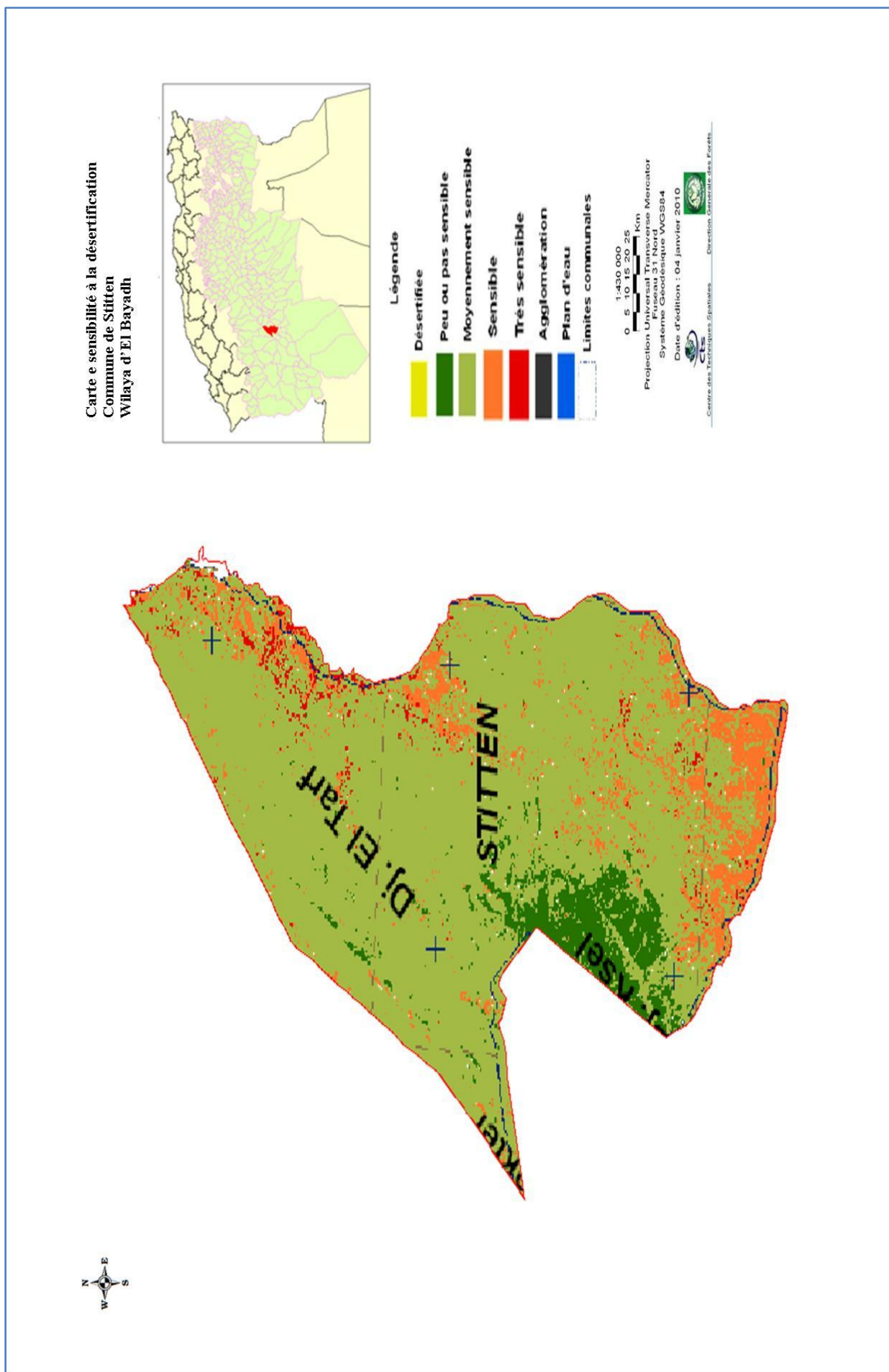


Photo N°6. Parcours à alfa préservé en dégradation

1.4. Sensibilité à la désertification dans la commune de Stitten

La carte N°11 qui suit montre les différentes classes de terres, du sensible à très sensible à la désertification dans la commune de Stitten. L'analyse et l'interprétation faites sur cette carte fait ressortir quatre classes de terres.

- ✓ Les terres peu ou pas sensibles à la désertification : C'est le cas d'une partie du Sud de la commune représentée par la ceinture verte du barrage vert, reposant sur des sols minéraux bruts d'érosion.
- ✓ Les terres moyennement sensibles à la désertification : Les sols reposent sur des calcaires (sols calcimagnésiques), occupés par un couvert végétal moyen à dense (groupement à alfa). Ce cas de sensibilité se présente dans la zone Nord et Est de Stitten.
- ✓ Les terres sensibles à la désertification : Les zones colonisées par un couvert végétal dégradé à très dégradé (groupement à psamophytes, sols nus) reposant sur des sols de type évolué (calcimagnésiques), de type peu évolué (évolués d'érosion sur affleurement de grès ou de calcaires) et des sols peu évolué d'apport alluvial. Ces terres se rencontrent à l'Ouest et Nord-Ouest de Stitten,
- ✓ Les terres très sensibles à la désertification : Il s'agit d'une végétation psamophyte très dégradée en association avec des groupements d'alfa, surmontés par des voiles sableux, reposant sur un support édaphique de types différents doté d'une texture sableuse. Elles correspondent aux régions Sud-Est et Nord-Est de Stitten, où les terres sont très exposées à la désertification.



Carte N°11 : Carte de sensibilité à la désertification de Stitten

1.5. Carte de changement

En superposant les trois cartes NDVI (Indice de végétation normalisé, 2000, 2007 et 2017), nous constatons la différence entre les trois dates (Carte N°12). Le fond en jaune indique un terrain nu, le bleu représente l'état de l'an 2000, le vert montre l'état de 2007 et le magenta montre la situation des parcours en 2017.

L'interprétation des résultats obtenus des trois NDVI nous montre deux périodes distinctes, une progressive et une autre régressive. La progression a eu lieu pour la période 2007 où on remarque la domination de la coloration verte pour connaître ensuite une phase régressive du couvert végétal en 2017. Ce double changement touche toutes les zones de Stitten, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des mises en défens.

Ainsi, l'évolution progressive est totale par rapport à la période 2000, alors que la régression du couvert végétal est significative entre les deux périodes 2007 et 2017.

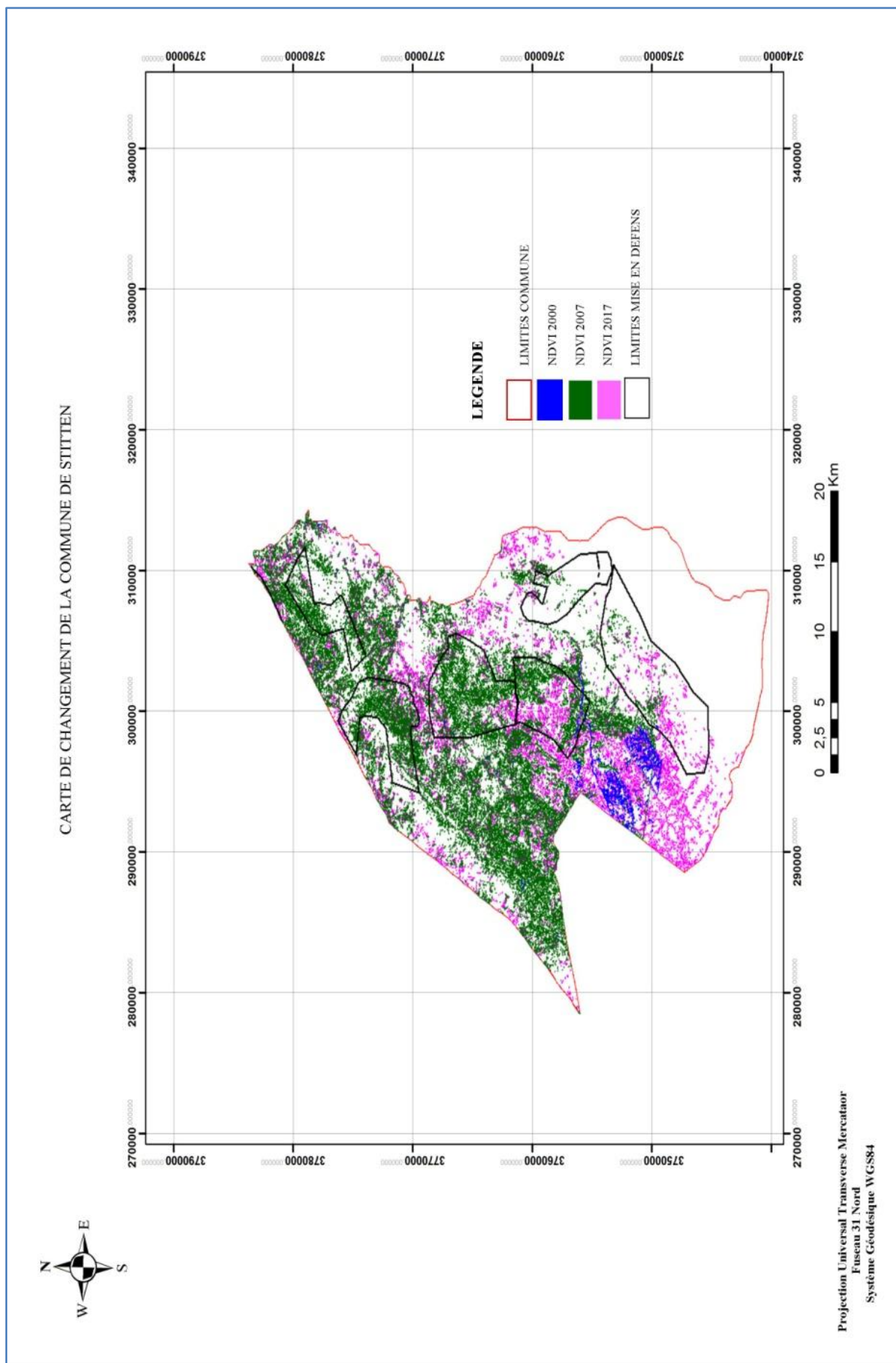
L'interprétation du NDVI 2000 montre des sols nus à travers tout le territoire de Stitten, excepté la bande forestière du barrage vert. En 2007, les données montrent des sols carrément couverts de végétation, au moment où les données de 2017 montrent une régression, notamment au Sud-Est et à l'extrême Ouest où le couvert végétal a subi une régression significative.

Les travaux menés sur le terrain afin de vérifier et de valider toutes les données utilisées ont permis de confirmer les résultats du NDVI 2017, avec l'enregistrement d'une variété de faciès distincts d'une zone à une autre.

L'occupation du sol au Nord et à l'Est de la zone d'étude est caractérisée en grande partie (Plus de 90%) par les unités à alfa, tandis que la partie sud, où se situe le géosynclinal de Stitten, est constituée en grande partie, par une bande forestière du barrage vert, avec des espaces réduits des unités à alfa dégradées.

Quant à la partie ouest de la zone d'étude, elle est très affectée par la dégradation, avec des sols nus et des exploitations agricoles privées où dominent des cultures saisonnières, avec parfois une arboriculture très limitée.

Cette régression du couvert végétal a touché même les périmètres mis en défens où l'on a noté des sols nus à travers presque tous ces espaces, dont certains sont pourtant très enclavés.



Carte N°12 : Carte de changement de la commune de Stitten

2. Résultats des données d'évaluation

Le tableau ci-dessous met en évidence l'espèce de flore dominante des parcours de Stitten, son taux de recouvrement (%), sa densité (Nombre de touffes) à l'hectare, le nombre d'unités fourragères à l'hectare (UF) ainsi que la charge animale à respecter. Ceci concerne aussi bien les parcours mis en défens (MED) que les parcours hors mise en défens (HMED).

Tableau N°7: Evaluation technique interannuelle des parcours de Stitten (HCDS)

Année	Espèce dominante	Taux de recouvrement (%)		Densité (Touffes/Hectare)		UF/Ha		Charge animale (Ha)	
		MED	HMED	MED	HMED	MED	HMED	MED	HMED
2000	Alfa	5	5	10	10	/	/	/	/
2002	Alfa	10	10	60	20	20	/	/	/
2004	Alfa	20	10	300	100	40	/	/	/
2006	Alfa	50	30	1500	800	80	40	/	/
2008	Alfa	60	30	2500	1000	120	60	1	/
2010	Alfa	70	30	3000	800	140	50	1	/
2012	Alfa	70	10	3000	100	160	/	1	/
2014	Alfa	70	10	3000	40	160	/	1	/
2016	Alfa	60	/	2500	20	150	/	1	/
2018	Alfa	50	/	2000	/	140	/	1	/

Les résultats liés aux données d'évaluation technique interannuelle réalisée par le HCDS (Tableau N°7), montrent que l'alfa est l'espèce la plus dominante à travers tous les parcours de la zone d'étude. Seulement, le taux de recouvrement ainsi que la densité de l'alfa montre deux périodes distinctes d'évolution. Une progressive, allant de 2000 à 2014, suivie d'une autre régressive, allant de 2014 à nos jours.

Nous remarquons que pour l'année 2000, les données considérées montrent que les sols étaient totalement nus, avec un taux de recouvrement et une densité significatifs d'une dégradation généralisée.

L'évolution de ces deux indicateurs montre une différence entre les parcours mis en défens et les parcours libres. La progression est plus rapide à l'intérieur des mises en défens alors que dans les parcours libres, celle-ci est lente.

De 2006 à 2012, les données témoignent d'une période faste pour tous les parcours (mis en défens et libres), avec un petit avantage enregistré dans les mises en défens.

A partir de 2014, la dégradation se réinstalle, avec l'enregistrement d'une régression rapide dans les parcours libres, au moment où le même phénomène touche les mises en défens.

En 2018, la régression est presque totale dans les parcours libres, tandis qu'à l'intérieur des mises en défens, le processus est sérieusement enclenché.

2.1. Vérification et validation des résultats

Afin d'avoir une meilleure lecture et interprétation des résultats obtenus à travers les NDVI et l'évaluation technique des parcours, il a été procédé à l'installation de plusieurs stations réparties d'une manière équitable à travers tout le territoire de la commune de Stitten, comme le montre la carte N° 13 qui suit.

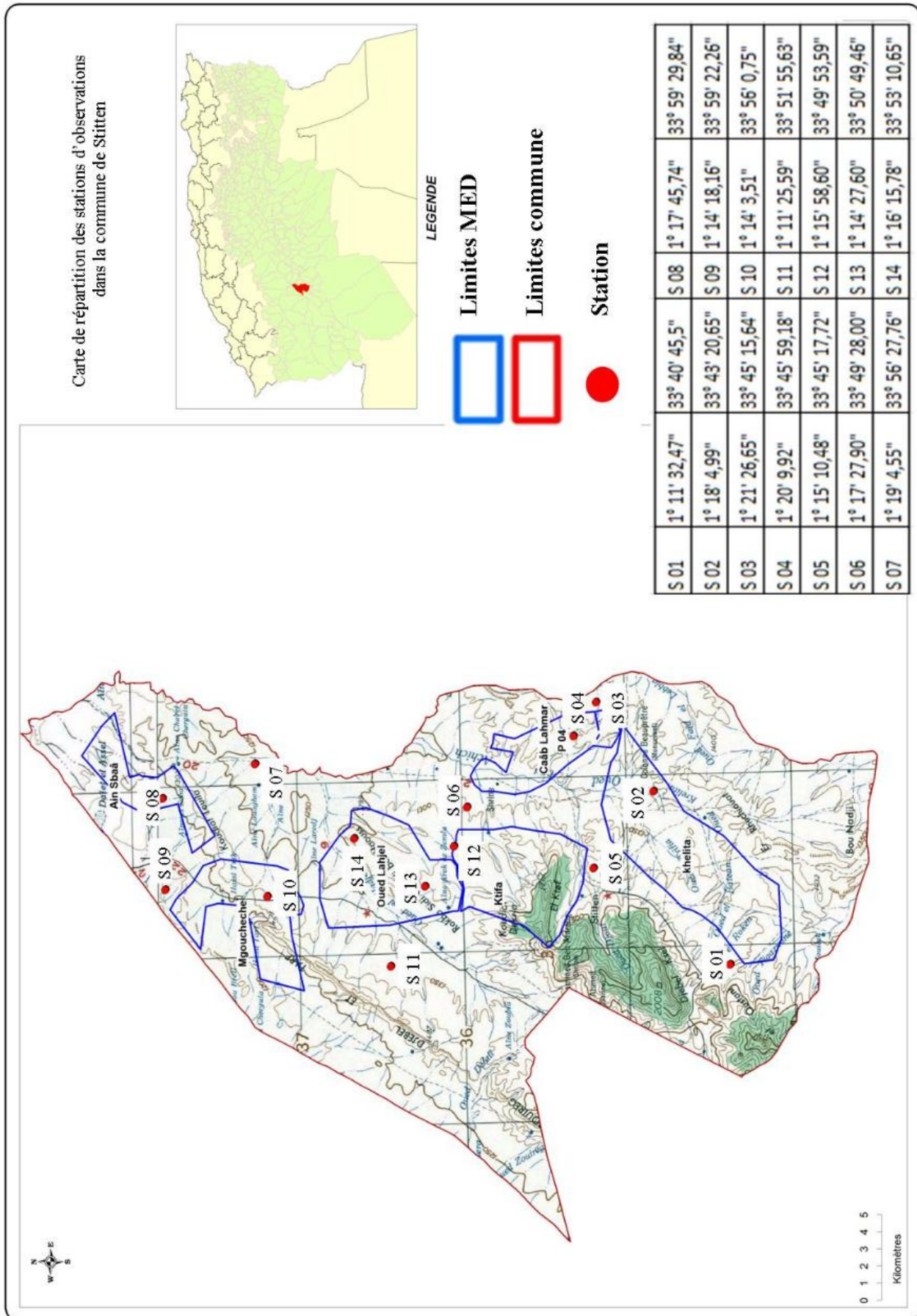
Ces stations sont en nombre de 14, réparties d'une manière à couvrir un maximum de zones de tout le territoire d'étude, dont 7 stations situées à l'intérieur de périmètres mis en défens (MED) et 7 autres en dehors de ces périmètres (HMED).

Cette répartition, considérée comme représentative de tout le territoire, a permis d'avoir une idée précise sur l'évolution du couvert végétal.

Ainsi, les résultats obtenus font ressortir que la dégradation est presque totale dans toutes les stations hors mis en défens, alors que dans celles situées à l'intérieur des mises en défens, les résultats sont variables d'une zone à une autre.

Les meilleurs parcours à alfa se situent au nord (S10, S12, S13 & S14), avec une densité totale de 2 à 3 touffes d'alfa au mètre carré, alors qu'au Nord-Est et Sud-Est (S2, S4 & S8) le processus de dégradation est déjà enclenché. Au niveau des stations S1 et S5, des espèces végétales de l'étage bioclimatique aride, à l'instar de « Drin », « Harmel » et surtout « Rtem », ont fait leur apparition.

Pour les stations S3, S6, S7, S9 et S11, la dégradation du couvert végétal est presque totale. A cet effet, la vérification au niveau des stations confirme que l'écosystème alfatier a subi une très forte dégradation à travers tous les parcours libres, alors qu'au niveau des parcours préservés, le processus est déjà engagé.



Carte N°13 : Localisation des stations d'observations de la zone d'étude (S1 à S14)

Les photos suivantes (De 7 à 20), prises en septembre 2018, représentent les différentes situations observées à travers les parcours de Stitten lors des sorties effectuées sur le terrain. Sur ce, il est estimé que chaque photo prise reflète une certaine réalité de l'état des parcours rencontrés à travers les 14 stations énumérées.



Photo N°7: Parcours libre en début de dégradation au Sud de Stitten

Au niveau de cette première station, le couvert végétal est dans l'ensemble constitué uniquement de plantes annuelles, ce qui provoque un surpâturage et engendre une dégradation du milieu.



Photo N°8 : Parcours mis en défens dégradé au Sud de Stitten

Le Sud de Stitten est fortement marqué par la dégradation de ses parcours, y compris même à l'intérieur des mises en défens.



Photo N°9 : Parcours libre au Sud-Est de Stitten

Au niveau de cette 3^{ème} station, située non loin de la station 2, montre l'ampleur de la dégradation, avec des touffes d'alfa en dormance.



Photo N°10 : Station 4 Parcours mis en défens au Sud-Est de Stitten

Le bon développement des touffes d'alfa témoigne d'une meilleure préservation du parcours.



Photo N°11: Parcours libre à espèce végétale du milieu aride au Sud de Stitten

Dans cette station, on a remarqué une large extension d'une espèce de flore (Rtem) très répandue dans l'étage bioclimatique aride, ce qui témoigne de la variation du climat au niveau de la zone de Stitten.



Photo N°12 : Parcours libre en dégradation avancée à l'Est de Stitten

Cette photo est explicite d'un état de dégradation presque généralisé à l'Est de Stitten.



Photo N°13: Parcours libre ensablé à l'extrême Est de Stitten

Des édifices sableux commencent à coloniser des espaces de parcours, synonyme d'une dégradation avancée à l'Est de Stitten. Les touffes d'alfa sont remplacées par du sparte, ce qui témoigne d'une évolution du milieu.



Photo N°14: Parcours mis en défens dégradé au Nord-Est de Stitten

Pourtant mis en défens, ce parcours, situé à proximité d'un parcours libre dégradé, montre des difficultés à se régénérer.



Photo N°15: Parcours libre dégradé au Nord-Ouest de Stitten

Dans cette station, les touffes d'alfa se trouvent toujours en état de dormance, résultat d'un surpâturage excessif très répandu dans cette partie de Stitten.



Photo N°16: Parcours mis en défens en bon état à l'Ouest Stitten

Un parcours bien préservé mais avec une densité très limitée des touffes d'alfa, résultat d'une influence édapho-climatique.



Photo N°17: Parcours libre en dégradation avancée à l’Ouest de Stitten

Dans cette partie de Stitten, le surpâturage ainsi que la nature du sol sont les facteurs qui influent sur le développement du couvert végétal, constitué principalement de plants annuels.



Photo N°18 : Parcours mis en défens en bon état au Nord de Stitten

Ce parcours situé au centre nord de Stitten montre un meilleur développement du couvert végétal, avantagé par son enclavement et sa situation géographique.



Photo N°19: Parcours mis en défens dégradé au Nord de Stitten

On note à travers cette station, la disparité du couvert alfatier ainsi que l'installation d'édifices sableux, résultats d'un surpâturage.



Photo N°20: Parcours mis en défens en dégradation au Nord-Est de Stitten

On remarque que des touffes d'alfa sont remplacées par une autre espèce de plante (Sparte), une situation aidée par l'installation d'édifices sableux.

2.2. Discussion sur l'évaluation

A travers les données traitées, on constate que l'état des parcours de Stitten a connu deux périodes distinctes. Une progression allant de 2000 à 2014 suivie d'une phase de régression, confirmée par une densité variable des touffes d'alfa. Pour la dernière étape d'évaluation, effectuée en 2018, le taux de recouvrement ainsi que la densité des touffes d'alfa montrent une certaine stabilité.

Ainsi, ces deux paramètres suffisent pour conclure que l'écosystème alfatier de Stitten a connu deux étapes distinctes, une étape progressive suivie d'une autre régressive, un phénomène qui a touché même les périmètres mis en défens, alors que dans les parcours libres la dégradation est totale.

Cette évolution progressive/regressive est d'ailleurs plus explicite à travers la lecture et l'interprétation des Figures N°3 et N°4 où l'on détecte l'évolution de la densité et le taux de recouvrement de l'alfa à travers les parcours protégés (Mise en défens) et les parcours libres (Hors mis en défens).

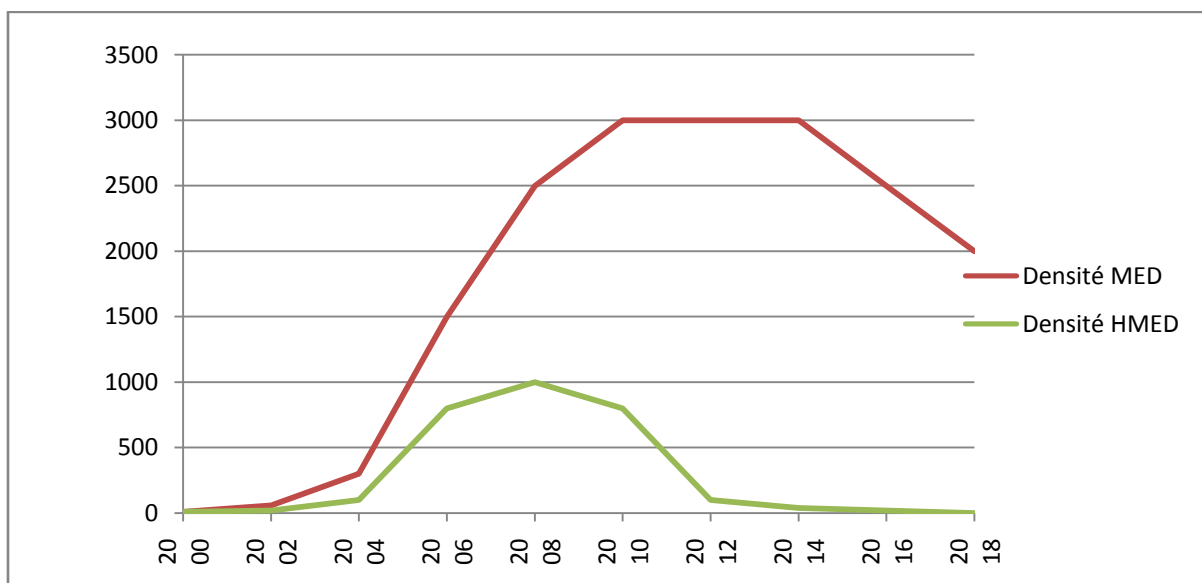


Figure N°3: Variation de la densité des touffes d'alfa (2000-2018)

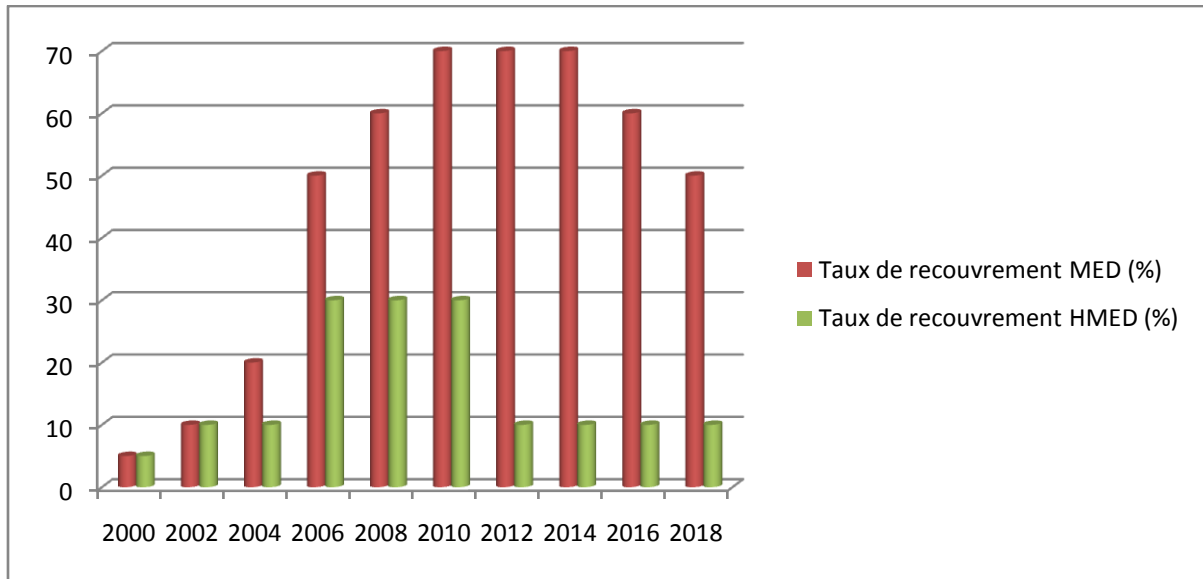


Figure N°4: Variation du taux de recouvrement (2000-2018)

(MED: Mise en défens; HMED: Hors mise en défens)

Les différentes sorties effectuées sur le terrain dans le but de valider les données d'évaluation viennent confirmer cet état des lieux, avec l'enregistrement de plusieurs infractions commises par l'homme, à savoir des défrichements très répandus et un surpâturage excessif. En résumé, l'analyse des données sur l'évaluation technique, appuyées par des sorties sur terrain, montre que la dégradation de l'écosystème alfatier de Stitten subi une dégradation continue due à plusieurs facteurs, dont le plus important est liée à l'action anthropique. Quant au changement climatique, il apparait clairement qu'il s'agit d'un facteur aggravant, étant donné que dans les parcours mis en défens le couvert végétal continue de développer sa résilience, au moment où son déclin est perceptible à travers tous les parcours libres, alors que les paramètres climatiques sont similaires à travers tout le territoire de la zone d'étude.

3. Analyse des données climatiques

L'approche climatique utilisée pour caractériser la zone d'étude est fondée sur deux critères climatiques : la pluviométrie et la température. Chacun de ces deux paramètres a été analysé sous différents angles en ayant recours à différents indicateurs. Ces critères ne sont pas les seuls facteurs climatiques agissant sur les conditions de vie de l'alfa mais ils sont prédominants. En effet, ces facteurs présentent d'étroites corrélations avec d'autres paramètres climatiques, tels que le vent et la neige.

Et pour caractériser le climat de la zone d'étude, nous avons utilisé les données climatiques sur une période de 30 ans, soit de 1986 à 2015. Les données ont été recueillies au niveau de l'Office National de la Météorologie (O.N.M).

La station retenue est celle d'El Bayadh (33°40' N, 01°00'E, altitude 1310 m), la plus proche de la zone d'étude, située à environ 10 Km, dont les données nous permettront d'avoir une idée précise sur les différents paramètres et synthèses climatiques.

3.1. La pluviométrie

En zone aride et semi-aride, l'eau est un paramètre indispensable pour la distribution et la richesse floristique. Ce sont essentiellement les précipitations qui conditionnent la disponibilité en eau agissant autant par leur quantité que par le mode de leur répartition.

3.1.1. Pluviométrie moyenne annuelle

La pluviométrie moyenne annuelle est la variable la plus utilisée pour caractériser la quantité de pluie en un lieu. De plus cette quantité reçue annuellement est un indicateur important pour l'appréciation de la qualité et le potentiel végétal dans une région donnée.

L'analyse du tableau 8, montre que l'année la plus arrosée dans la zone d'étude est 2011 avec une quantité annuelle de 508,4 mm, alors que l'année 1998 se trouve la plus sèche avec seulement 114,9 mm, pour une moyenne annuelle de 281,6 mm.

Tableau N° 8: Pluviométrie moyenne annuelle de la station d'El Bayadh (1986-2015)

Année	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999		
P (mm)	331	248,7	193,3	295,6	284	270	408,8	244,8	121,4	264,5	387,6	328,3	114,9	274,5		
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	142,1	128,1	219,4	305,9	269,3	319,3	331,7	165,7	436	351	331	508,4	327,9	277,4	335	224,6

Moyenne annuelle : 281,6 mm

Source ONM El Bayadh

Le tableau N°9 qui suit montre le classement des années selon la pluviométrie, de la plus arrosée à la plus sèche.

Tableau N°9 : Classement des années selon la pluviométrie

Année	P(mm)	Observation	Année	P(mm)	Observation	Année	P(mm)	Observation
1986	330,7	Année arrosée	1996	387,6	Année arrosée	2006	339,7	Année arrosée
1987	248,7	Moyennement arrosée	1997	328,3	Année arrosée	2007	165,7	Moyennement sèche
1988	193,3	Moyennement sèche	1998	114,9	Moyennement sèche	2008	436	Année très arrosée
1989	295,6	Moyennement arrosée	1999	274,5	Moyennement arrosée	2009	351	Année arrosée
1990	284	Moyennement arrosée	2000	142,1	Moyennement sèche	2010	331,9	Année arrosée
1991	270,1	Moyennement arrosée	2001	128,1	Moyennement sèche	2011	508,4	Année très arrosée
1992	408,8	Année très arrosée	2002	219,4	Moyennement arrosée	2012	327,9	Année arrosée
1993	244,8	Moyennement arrosée	2003	305,9	Année arrosée	2013	277,4	Moyennement arrosée
1994	121,4	Moyennement sèche	2004	269,3	Moyennement arrosée	2014	335	Année arrosée
1995	264,5	Moyennement arrosée	2005	319,3	Année arrosée	2015	224,6	Moyennement arrosée

Source ONM El Bayadh

Dans ce tableau, la répartition des pluies annuelles est très variable, du très sèche à très pluvieuse. Sur 30 années complètes d'observation, Stitten a connu trois années très arrosées ($P. > 400$ mm), dix années arrosées ($400 > P. > 300$ mm), onze années moyennement arrosées ($300 > P. > 200$ mm), six années moyennement sèches ($200 > P. > 100$ mm). Dans 90 % des cas (27 années sur 30), la pluviométrie a été comprise entre 100 et 400 mm. Elle n'est tombée en dessous de 140 mm qu'à trois reprises : 121,4 mm en 1994 ; 114,9 mm en 1998 ; 128,1 mm en 2001. Trois années sont considérées les plus arrosées, 1992 avec 408,8 mm, 2008 avec 436 mm et 2011 avec 508,4 mm, dépassant ainsi la norme pour les régions steppiques qui est comprise entre 100 et 400 mm.

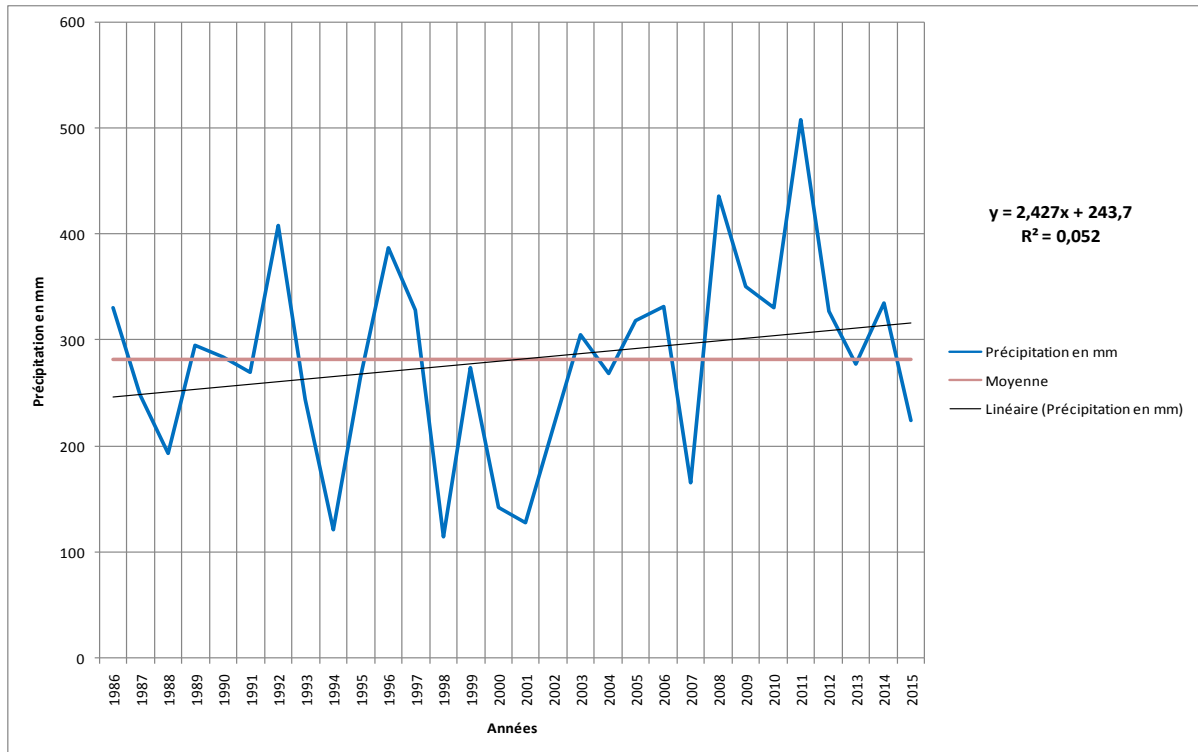


Figure N°5: Variations interannuelles des précipitations d’El Bayadh (1986-2015)

L’analyse de la figure montre des fluctuations interannuelles avec des périodes sèches et d’autres humides par rapport à la pluviométrie moyenne annuelle. Nous remarquons qu’il y a moins d’années déficitaires que d’années excédentaires pour une moyenne annuelle de 281,6mm.

3.1.2. Pluviométrie moyenne mensuelle

L’analyse de la pluviométrie moyenne mensuelle donne la répartition des pluies tout au long de l’année.

Le tableau 10 montre, pour la période (1986-2015), que le mois le plus arrosé est le mois d’Octobre avec une moyenne de 33,5 mm. Le mois le plus sec est le mois de Juillet avec une moyenne de 8,8 mm.

Tableau N°10: Précipitations moyennes mensuelles et annuelles d’El Bayadh (1986-2015)

	Janv	Févr	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil	Aôut	Sept	Octo	Nov	Déce	Année
P(mm)	24,2	24,5	29,0	27,5	22,9	16,9	8,8	13,1	27,0	33,5	30,4	23,8	281,6

Source ONM El Bayadh

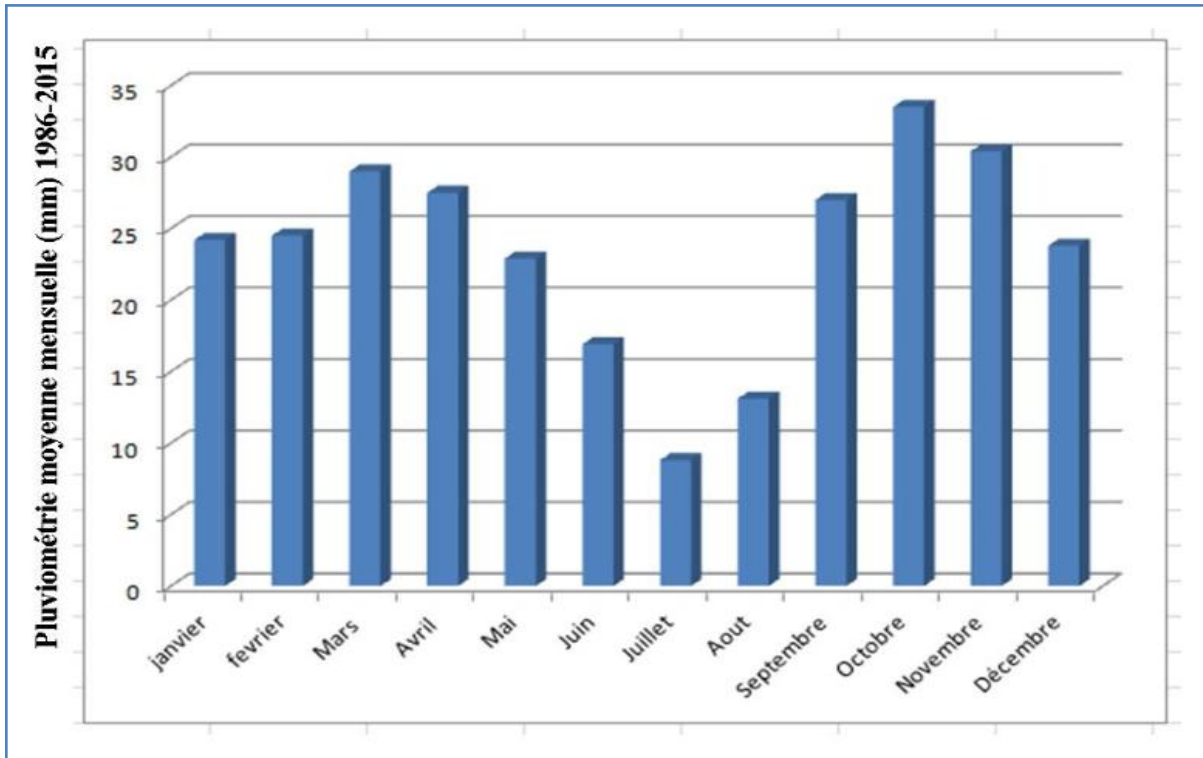


Figure N°6: Répartition des précipitations moyennes mensuelles d'El Bayadh (1986-2015)

En moyenne, octobre et novembre reçoivent les précipitations les plus abondantes : 33,5 et 30,4 mm respectivement. Mars vient en troisième position, avec 29 mm seulement. À l'opposé, juillet (8,8 mm) et août (13,1mm) sont très secs.

3.1.3. Le régime saisonnier

L'étude du régime saisonnier des précipitations donne une indication sur la répartition des pluies suivant les quatre saisons de l'année. Ceci est en rapport direct avec le cycle saisonnier de développement des végétaux.

D'après le tableau N° 11, la station d'El Bayadh est caractérisée par un régime saisonnier APHE, où l'automne et le printemps sont les plus humides avec 54% des précipitations annuelles, l'été est la saison la plus sèche avec 14% des précipitations annuelles.

Tableau N°11: Régime saisonnier des pluies dans la station d'El Bayadh (1986-2015)

Station	H	P	E	A	Régime saisonnier
El Bayadh	72.5	79.5	38.8	90.9	AHPE

Source ONM El Bayadh

H : Hiver : décembre, janvier et février ; **P :** Printemps : mars, avril et mai ; **E :** Eté : juin, juillet et août ; **A :** Automne : septembre, octobre et novembre.

Si l'on fait la somme des rangs occupés annuellement par chacune des saisons (de 1 à 4 par ordre de précipitations décroissantes), on obtient un total de 90,9 pour l'automne, de 79,5 pour le printemps, de 72,46 pour l'hiver et de 38,75 pour l'été

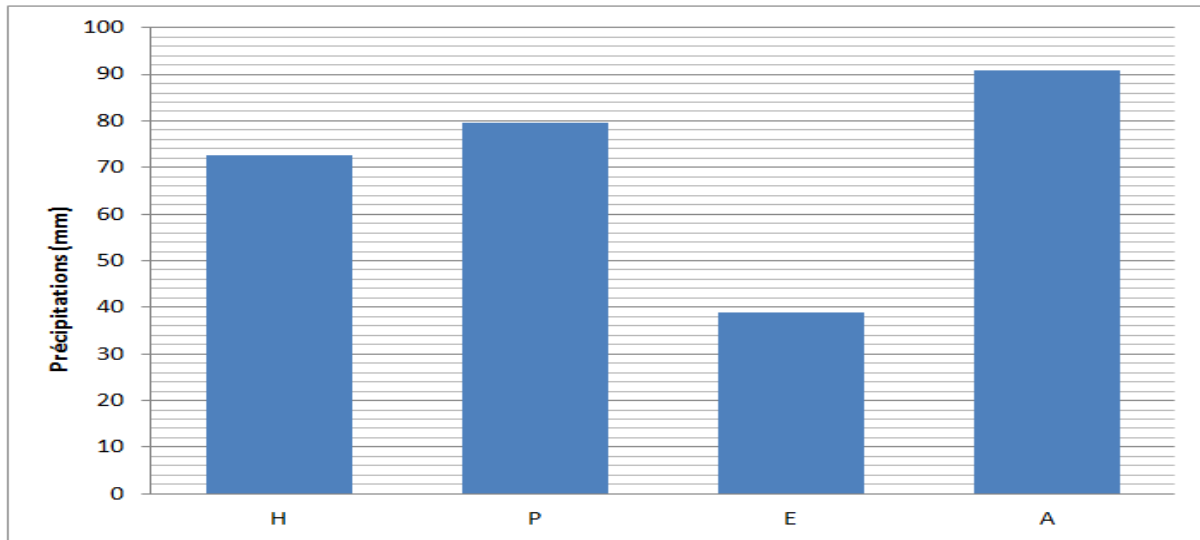


Figure N°7: répartition saisonnière des pluies de la station d'El Bayadh (1986-2015)

Dans le tableau suivant, la répartition saisonnière des précipitations montrent l'importance d'une saison sur une autre pour la période 1986-2015.

Tableau N°12: Répartition saisonnière des pluies de la station d'El Bayadh (1986-2015)

Année	printemps	été	Automne	Hiver	Année	printemps	été	Automne	Hiver
1986	124,21	24,64	124,46	57,42	2001	19,3	33,5	20,9	54,4
1987	33	40,13	61,22	114,3	2002	71,3	30,7	89,3	28,1
1988	43,94	41,14	61,95	46,23	2003	36,5	26,6	152,9	89,9
1989	94,3	54,07	14,3	132,9	2004	150,7	30,7	38,2	49,7
1990	125,4	54,7	52,5	51,4	2005	19,8	60,6	194,6	44,3
1991	138,9	9,8	66,3	55,1	2006	98,4	30,9	56	154,4
1992	141,2	79,6	99,4	88,6	2007	63,3	38,2	42,8	21,4
1993	62,5	23,8	86,3	72,2	2008	61,5	55,2	241,1	78,2
1994	52,4	1,1	32,3	35,6	2009	137,14	28,69	100,07	85,11
1995	42,9	29,4	99,5	92,7	2010	92,96	57,56	90,18	91,18
1996	127,3	93,2	59,7	107,4	2011	169,39	64,11	221,75	53,11
1997	67,9	47,7	114	98,7	2012	83,82	6,36	203,98	33,76
1998	60,3	17,3	13,5	23,8	2013	90,44	50,04	54,84	82,04
1999	40,6	15	50,2	168,7	2014	76,2	51,25	104,38	103,14
2000	19,2	29,2	84,7	9	2015	39,13	37,6	96,77	51,06
					Moyenne	79,46	38,75	90,93	72,46

Sur les 30 années considérées, l'automne occupe le premier rang 15 fois, alors que le printemps occupe le deuxième rang avec 10 fois et l'hiver se classe au troisième rang avec 5 fois. La saison d'été est la seule à ne pas se placer au moins une fois au premier rang, sauf que cette saison a pu occuper à quatre reprises la deuxième meilleure moyenne et à sept reprises la 3^{ème} position en moyenne annuelle de précipitation.

Dans le tableau N°13 qui suit, il est montré l'importance des mois de pluies réparties sur les 30 ans.

Les précipitations moyennes de mars et d'avril sont tout particulièrement marquées par les quelques années où ces mois ont reçu des pluies très abondantes : pour mars, 84,7 mm en 1996, 84,59 en 1986; pour avril, 109,21 mm en 2011, 74,2 mm en 1990, 54,8 mm en 1997.

Pour le mois de mai, avec des moyennes appréciables, 71,8 mm en 1992, 46,8 mm en 1997, 71,5 mm en 2006 parait parmi les mois les plus secs, au coté du mois de décembre, avec une moyenne de 23 mm. Les deux années où ce mois a reçu des précipitations supérieures à 50 mm (61,5 mm en 1989; 60 mm en 1999) pèsent lourd dans la moyenne.

La somme des précipitations reçues en juillet - août a été inférieure à 10 mm trente cinq fois, mais elle a atteint 43,2 mm en 1997 pour août et 36,58 mm en 2013 pour juillet.

Tableau N°13 : classification des mois de pluies (1986-2015)

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Annuel
1986	18,54	17,8	84,59	13,97	25,65	5,33	6,35	12,96	46,74	47,5	30,22	21,08	330,7
1987	17,78	86,36	24,38	4,31	4,31	19,3	16,51	4,32	2,54	21,34	37,34	10,16	248,7
1988	30,48	5,58	21,08	8,13	14,73	27,43	2,28	11,43	6,09	40,89	14,97	10,17	193,3
1989	31,3	40,1	81,6	11,8	0,9	33,3	0,2	20,57	2,9	0	11,4	61,5	295,6
1990	1	46,8	48,5	74,2	2,7	46,4	4,5	3,8	14,3	27,5	10,7	3,6	284
1991	16,7	20,4	49	52,5	37,4	4,5	1,2	4,1	21,1	4,3	40,9	18	270,1
1992	9,1	43,5	47,3	22,1	71,8	34,8	25,3	19,5	72,5	13,8	13,1	36	408,8
1993	50,9	14,5	9,1	15	38,4	5,7	2,4	15,7	6,3	22,6	57,4	6,8	244,8
1994	24,3	7,8	16,7	17,8	17,9	1	0	0,1	0	25,7	6,6	3,5	121,4
1995	25,7	42	14,4	14,3	14,2	25,9	1,3	2,2	48,7	28,3	22,5	25	264,5
1996	33,9	38,7	84,7	40,3	2,3	86,2	3,9	3,1	50,7	9	0	34,8	387,6
1997	61,3	8	2,8	54,8	10,3	0	4,5	43,2	50	36,7	27,3	29,4	328,3
1998	10,5	6,9	5,8	7,7	46,8	5,2	9	3,1	4,7	5,7	3,1	6,4	114,9
1999	86,9	21,8	31,7	3,9	5	2,7	5	7,3	24	7,3	18,9	60	274,5
2000	0	0	3,9	7,3	8	4,9	8,4	15,9	33,8	23,3	27,6	9	142,1
2001	22,4	11,5	2,1	10,7	6,5	9	9	15,5	4,6	10,7	5,6	20,5	128,1
2002	1	6,6	19,5	47,1	4,7	1,6	1,1	28	9,9	26,3	53,1	20,5	219,4
2003	32,5	21,2	4,3	19,7	12,5	5,3	4,4	16,9	5,9	75,3	71,7	36,2	305,9
2004	7,4	19,7	42	46,7	62	13,7	9,4	7,6	4,4	9,9	23,9	22,6	269,3
2005	17,2	8,1	15,2	1,3	3,3	33,7	20,9	6	82	66,3	46,3	19	319,3
2006	49,7	64	2,9	24	71,5	23,2	4,2	3,5	14,8	3	38,2	40,7	339,7
2007	2,6	13,3	11,3	39,3	12,7	0	20,1	18,1	13,7	18,4	10,7	5,5	165,7
2008	9,6	17,8	23,5	8	30	36,9	5,8	12,5	40,4	176,3	24,4	50,8	436
2009	43,69	24,14	75,18	29,46	32,5	7,11	6,35	15,23	81,79	2,03	16,25	17,28	351
2010	24,38	48,77	19,31	27,18	46,47	8,89	24,8	23,87	38,35	40,14	11,69	18,03	331,9
2011	10,67	9,16	20,31	109,2	39,87	36,06	3,05	25	32,51	115,82	73,42	33,28	508,4
2012	6,09	17,26	47,24	36,07	0,51	3,81	0,51	2,04	27,69	59,18	117,11	10,41	327,9
2013	33,02	11,69	17,03	69,6	3,81	7,11	36,58	6,35	15,74	33,78	5,32	37,33	277,4
2014	26,94	30,74	32,26	8,13	35,81	11,68	26,1	13,47	15,24	6,09	83,05	45,46	335
2015	19,56	31,25	13,47	1,02	24,64	6,61	0,25	30,74	38,86	49,28	8,63	0,25	224,6

On notera enfin que, pour tous les mois, la plus faible valeur enregistrée avoisine ou égale 0 : 2,1 mm pour mars, 1,02 mm pour avril, 0,51 mm pour mai ; 0,1 mm pour août; 0,25 mm pour décembre et 0 mm pour les autres mois.

En définitive, avec les moyennes annuelles, le régime pluviométrique montre un maximum en automne (septembre, Octobre et Novembre) et au printemps (mars-avril) qui encadrent un minimum en été (juin, juillet et août) et un minimum en hiver (décembre).

3.2. Variation de température

Les températures révèlent un grand intérêt pour la végétation, elles agissent notamment par les maximums et surtout par les minimums, les températures peuvent être un facteur limitant.

Dans le tableau N°14, il est constaté que la température moyenne annuelle est de 14,7°C. Janvier est le mois le plus froid avec des températures minimales moyennes de 0,2°C et Juillet est le mois le plus chaud avec des températures maximales mensuelles de 32,9°C.

Tableau 14: Températures moyennes mensuelles de la station d'El Bayadh 1986-2015

T(°C)	Sept	Octo	Nove	Déce	Janv	Févr	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil	Aôut	Annuelle
T max	27,1	21	14,1	10,7	9,2	11,3	14,6	18,5	23,7	29,2	32,9	32,6	20,4
T min	14,9	10,2	4,6	1,3	0,2	1,4	3,8	6,4	11	15,6	19,5	19	9
T moy	21,0	15,6	9,3	6,0	4,7	6,3	9,2	12,4	17,3	22,4	26,2	25,8	14,7

Source ONM El Bayadh

T moy. : Température moyenne.

T min. : Moyenne des minimums.

T max. : Moyenne des maximums.

3.3. Autres variables climatiques

3.3.1. Les vents

Les vents sont l'un des paramètres climatiques importants dans l'étude des régions arides et semi-arides par leurs actions d'érosion et de déplacement de sable. Les vents les plus fréquents sont ceux de l'été et du printemps qui sont à l'origine de tempêtes de sable assez fréquentes dans la région d'étude (données de l'O.N.M).

Il faut signaler que notre région d'étude est située dans un espace géographique à haute énergie éolienne.

3.3.2. La gelée blanche

La gelée blanche (ou simplement gelée) est un dépôt de glace qui provient de la vapeur d'eau contenue dans l'air par passage direct de la phase gazeuse à la phase solide, le plus souvent par rayonnement nocturne, au point de givrage. Selon le HCDS, la durée moyenne de

gelée blanche par ans dans la commune de Stitten serait entre 20 jours au minimum et de 60 jours au maximum, répartie entre les mois de décembre, janvier et février.

3.4. Synthèse climatique

L'expression synthétique du climat se base sur deux variables essentielles, la pluviométrie et la température.

3.4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Bagnouls et Gaussen (1953) considèrent qu'un mois est sec lorsque le total mensuel des précipitations est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle ($P \leq 2T$).

L'intersection des deux courbes thermique et pluviométrique détermine la durée de la saison sèche (figure 8) qui est de 5 mois pour la période 1986-2015 (Mai, Juin, Juillet, Aout et Septembre).

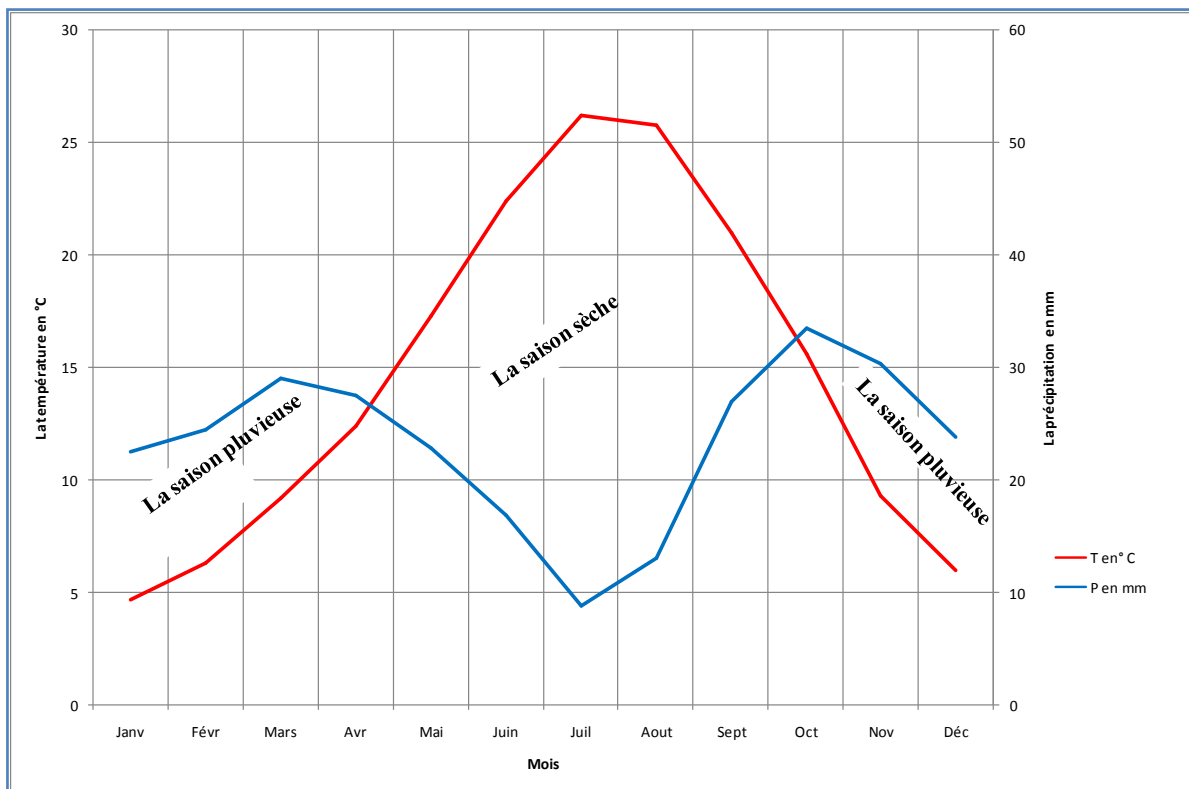


Figure N°8: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station d'El Bayadh (Période 1986-2015)

3.4.2. Le quotient pluviothermique (Climagramme d’Emberger)

Ce quotient tient compte à la fois de la pluviométrie moyenne annuelle (mm), de la moyenne des températures maximales, de la moyenne des températures minimales et de l’amplitude thermique.

La formule qui permet de calculer ce quotient est la suivante :

$$Q_2 = 1000 P / (M + m) (M - m) / 2 = 2000 P / (M^2 - m^2)$$

Q₂ : Quotient pluviométrique.

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm).

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (° Kelvin).

m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (° Kelvin).

M-m : Amplitude thermique assimilée à l’évaporation (° Kelvin)

Le quotient pluviométrique calculé pour la station d’El Bayadh est de **29,74**.

Le climagramme d’Emberger permet de déterminer les différents étages bioclimatiques. Il se base sur deux paramètres : le quotient pluviothermique (Q₂) et la moyenne des températures minimales du mois le plus froid.

La station d’El Bayadh se trouve dans l’étage bioclimatique semi-aride inférieur. La région d’El Bayadh est caractérisée en générale par un hiver frais (Fig. N° 9).

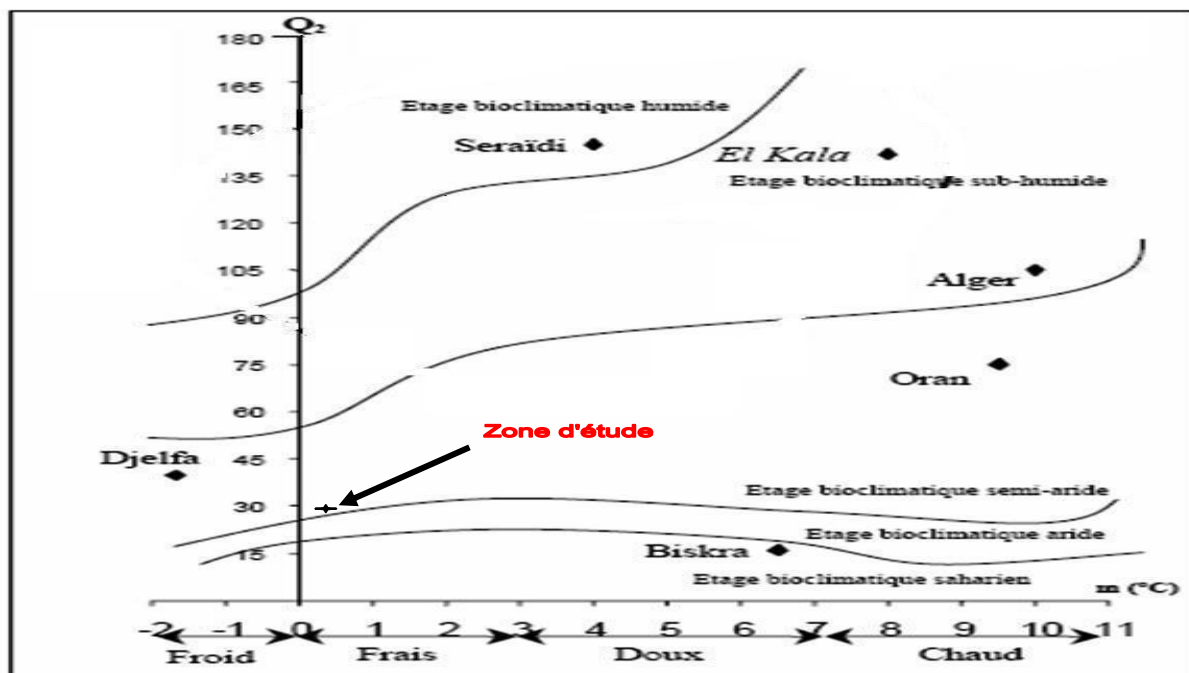


Figure N°9: Diagramme Ombrothermique d’Emberger de la zone d’étude (Année 2007)

3.4.3. Discussion sur les changements climatiques dans la région d'El Bayadh

Les résultats et l'analyse climatique obtenus à travers la période qui s'étale sur 30 ans, de 1986 à 2015, montrent que la zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride inférieur, à hiver frais. En termes de précipitation, on remarque des fluctuations d'une année à une autre et d'une saison à une autre. L'année la plus arrosée dans notre zone d'étude est 2011 avec une quantité annuelle de 508,4 mm et la plus sèche est l'année 1998 avec seulement 114.9 mm.

Concernant le régime saisonnier, l'automne et le printemps se classent presque à une position similaire, avec un petit avantage à l'automne. Cet avantage est relatif puisqu'on retrouve le mois d'octobre comme le mois le plus arrosé, suivi du mois d'avril. Les mois secs coïncident avec la saison d'été qui ne reçoit que 14% des précipitations annuelles.

Ainsi, cette période prise en considération (1986-2015) rappelle celle comprise entre 1913 à 1938, qui est du même type (données de SELTZER, 1946), avec une moyenne des précipitations similaires.

Enfin, la longue période de sécheresse découlant de l'intersection des deux courbes thermique et pluviométrique détermine la durée de la saison sèche de 5 mois, allant du mois de mai à septembre, une période qui influe négativement sur le couvert végétal.

Conclusion

Dans la région steppique, en général, la pluviométrie moyenne annuelle est faible oscillant autour de 100 à 400 mm et sa répartition est irrégulière dans le temps et dans l'espace. Les pluies se caractérisent par leur brutalité (averse) et leurs aspects orageux (Nedjimi et Homida, 2006). Notre zone d'étude, a reçu une moyenne annuelle de 281,6 mm/an, sur une période de 30 années d'observations (1986- 2015), avec des épisodes secs répétitifs.

Mederbal, en 1992, note que la flore et la faune des zones arides sont adaptées à ces cycles de sécheresse et sont dotées de facultés nécessaires pour les surmonter. Il ajoute que dans les zones protégées et mises en défens, on s'aperçoit que la sécheresse ne laisse pas de trace sur le milieu (ex frontière algéro-marocaine).

Ainsi, nous pouvons alors supposer que la cause profonde de la dégradation se trouve certainement au niveau de la relation de l'homme avec le milieu naturel. Comme il a été remarqué l'augmentation des actions des défrichements et le surpâturage dans la zone d'étude.

C'est à travers un surpâturage permanent que cette pression s'exerce comme le note l'ensemble des auteurs ayant étudié ce facteur dans la région steppique, LE Houerou (1968) LE Houerou (1996); Kacimi (1996); Benabdeli(2000); Nedjraoui (2004)).

Dans les parties Sud, Est et l'Ouest de la zone d'étude, les parcours alfatiers subissent une dégradation intense, ce qui témoigne de la pression qui s'exerce sur cet écosystème. Les reboisements initiés par la direction des forêts ainsi que la préservation que mène le HCDS n'ont pas encore atteint leurs objectifs escomptés puisque les pratiques générant la dégradation ne font que s'empirer.

De ce fait, l'action anthropique n'a pas seulement affecté l'écosystème alfatier de Stitten, dont la superficie se retrouve réduite de plus en plus, mais elle a eu aussi comme impacts l'amorce d'un processus de dégradation des écosystèmes en général, dont les conséquences se résument en une réduction significative des ressources naturelles (eau, sols et végétation), la disparition des espèces d'intérêt pastorales, l'érosion hydrique et éolienne des sols, le tout aggravé par le changement climatique de ces trois dernières décennies, qui se distingue par l'intensification des cycles de sécheresses à l'échelle mensuelle.

D'autre part, et malgré un apport pluviométrique annuel important, les ressources en eaux superficielles ne sont pas mobilisées et seules les ressources souterraines couvrent actuellement les besoins de la population locale et de son cheptel. Et devant cette absence de mobilisation des eaux des bassins versants, le réseau hydrographique est peu profitable pour l'écosystème alfatier de la zone d'étude, dont les écoulements endoréiques contribuent à l'alimentation des nappes du présaharien situées au sud de la région et au Nord-Ouest le remplissage de la nappe du Chott Echergui.

A travers les données sur l'évaluation de l'écosystème alfatier de notre zone d'étude, nous pouvons déduire qu'il y a une dynamique régressive très importante dans les différents faciès de la zone, notamment à travers les parcours libres. Cependant, dans les parcours mis en défens, l'alfa garde sa dominance, mais elle existe toujours dans un état de dépérissement.

Les résultats obtenus à travers le traitement des données climatiques montrent que les moyennes de précipitations annuelles enregistrées sur la période de 30 ans se situent dans l'intervalle allant de 100 à 400 mm. Les cartes NDVI montrent une importante progression du couvert végétal à l'intérieur des parcours préservés, essentiellement par rapport à l'état de l'an 2000, au même titre que l'évaluation technique réalisée par le HCDS qui note aussi cette progression. Sur ce, on peut dire que le changement climatique sur l'écosystème alfatier de notre zone d'étude n'a pas eu plus d'influence que celles liées aux pratiques de l'homme.

Conclusion et Recommandations

Conclusion

Il ne fait aucun doute que les changements climatiques ont commencé à affecter les écosystèmes de la wilaya d'El Bayadh depuis plus de deux décennies.

Cependant, en raison des caractères même de la flore et de la végétation steppiques dont les capacités de résilience ont souvent été soulignées, les modifications relatives aux bilans floristiques et aux paysages végétaux des parcours de la région ne devraient pas être, dans l'ensemble, dramatiques.

Paradoxalement, l'avancée des lignées thermophiles au nord de la wilaya, pourrait déterminer un enrichissement notable de la diversité végétale, puisque les espèces en place persisteront encore pendant au moins un certain laps de temps dans des biotopes refuges, à l'instar de l'écosystème alfatier de la commune de Stitten.

Cette éventuelle colonisation sera sans doute la plus importante sur les marges Ouest et Sud de la commune de Stitten, avec une progression de la dégradation des sols. Les relations de prédation et dispersion des faciès sont en cours de modification, mais il est probable que ces changements se manifesteront avec plus d'acuité dans les paysages homogènes, alors que la multiplicité des niches écologiques possibles dans les régions aux reliefs contrastés offrira davantage d'échappatoires aux végétaux, comme cela se produit dans cette zone refuge qu'est le nord de Stitten.

Mais l'importance de tous ces changements reste encore difficile à établir en raison de la difficulté à séparer les effets des modifications de climat au sens strict de ceux imputables aux multiples impacts anthropiques, et du nombre très restreint d'études spécifiques concernant la réaction de l'alfa face à ces changements.

A travers le présent travail, et malgré le peu de moyens existants, il est prouvé que tous les indicateurs montrent que les écosystèmes alfatiers de Stitten n'ont pas encore atteint le seuil d'irréversibilité, comme ça a été signalé pour certaines zones de la wilaya, à l'instar de Rogassa (Aidoud). Les changements quantitatifs (superficies, taux de recouvrements, la densité, ...) et qualitatifs (physionomie, structure ...) ayant eu lieu sous l'effet combiné du climat et de la pression anthropique, ne semblent pas profondément toucher la capacité de résilience de cet écosystème ce qui pourra lui permettre à revenir à un état antérieur proche à celui initialement existant en cas où une gestion plus rationnelle des ressources pastorales sera pratiquée, à l'instar de certains sites mis en défens où l'alfa s'est complètement régénérée.

Enfin, l'analyse des différentes stratégies et projets en relation avec l'amélioration et la gestion des parcours à alfa montre l'absence d'une stratégie claire d'adaptation de ces parcours au changement climatique et ce malgré les grands efforts déployés par le HCDS et la

DGF en matière de restauration et réhabilitation des parcours et la mise en place d'une infrastructure pastorale (points d'eau, aires d'ombrage, voies d'accès, ...).

Recommandations et/ou approche de gestion technique pour améliorer la résilience de l'écosystème alfatier

Afin de déterminer une quelconque nouvelle approche de gestion technique pour l'amélioration de la résilience de l'écosystème alfatier face au changement climatique, il faudra au préalable déterminer la capacité d'adaptation et situer les points de basculement ou seuil écologique de cet écosystème face au changement climatique, et ce après avoir diagnostiquer la situation ainsi que la détermination de l'ensemble des causes de la dégradation de cet écosystème, sachant que les facteurs de rupture de l'équilibre de l'écosystème sont très nombreux.

Les conditions climatiques, lorsqu'elles varient significativement par rapport à la moyenne, peuvent entraîner la régression du couvert végétal qui se trouve affaibli et soumis à l'influence d'autres facteurs de dégradation (Aidoud).

Seulement, ces conditions ne constituent pas le principal facteur de dégradation du couvert végétal puisque c'est l'utilisation irrationnelle des ressources naturelles qui a fortement influencé la dynamique de la végétation dans notre région d'étude (HCDS).

D'ailleurs, les méfaits d'une telle mauvaise utilisation continuent à se généraliser et vont en s'aggravant avec la régression des sols les plus vulnérables sous l'effet de l'extension des cultures, la réduction des meilleures terres à pâturage et l'accroissement de l'effectif du cheptel.

Comme diagnostic, on peut dire que la dynamique de la végétation des écosystèmes alfatiers de Stitten est caractérisée par les traits suivant:

- Régression rapide du couvert végétal, si la pression humaine est très forte, l'Ouest de Stitten ;
- Evolution progressive et lente liée aux conditions bioclimatiques (évolution d'autant plus lente que le milieu est plus aride), versant Sud et l'Est de Stitten;
- Faible résilience des systèmes écologiques qui dépassent le seuil d'irréversibilité en raison des fluctuations climatiques; la faible biomasse, l'absence de report des réserves hydriques d'une année sur l'autre, versant Sud et Est de Stitten;
- Forte stabilité ou résilience à moyen terme des espaces peu dégradés due à des adaptations propres à cet écosystème (Préservation et restauration), Nord et centre Nord de Stitten.

Face à ce diagnostic, les différents programmes injectés par l'Etat durant ces dernières années ont concerné plusieurs techniques qui se sont, en effet, avérées efficaces pour la réhabilitation/restauration des parcours puisqu'elles peuvent souvent faire progresser la production pastorale dans des proportions considérables et permettre aux parcours à alfa de développer leur propre résilience, loin de toute pression (HCDS, 2018).

Cependant, cette évolution provoquée de la végétation doit être améliorée par d'autres techniques de gestion, particulièrement pour l'écosystème alfatier, et ce de par ses rôles écologique et socio-économique. Ainsi, à travers ce modeste travail, quelques mesures concrètes à prendre ont été identifiées pour réduire les impacts dus à l'homme et augmenter, par conséquent, sa résilience face au changement climatique, à savoir:

Mesures organisationnelles

- Redonner à l'alfa son rôle économique pour qu'elle puisse bénéficier d'un programme d'entretien et de réhabilitation ;
- Rationaliser le savoir faire local, notamment l'artisanat, pour éviter sa surexploitation ;
- Intégrer l'alfa dans le circuit du tourisme écologique pour assurer une large sensibilisation ;
- Inciter les éleveurs à la production fourragère et la promotion d'un élevage intensif afin de réduire la charge pastorale sur les écosystèmes alfatiers ;
- Inciter les instituts de recherche et autres universités spécialisées à mettre en place des programmes de recherche sur la régénération de l'alfa ;
- Promouvoir l'approche participative dans la gestion de cette ressource ;
- Limiter progressivement l'extension des cultures dans les zones des parcours ;
- Opérer le pâturage différé de longue période, une technique qui repose sur le principe de faire admettre aux usagers de retarder le pâturage ou le différer en cas de sécheresse.

Mesures techniques

- Installation d'ouvrages antiérosifs pour faire profiter les plantes des eaux de ruissellement et à protéger les sols contre l'érosion hydrique grâce à la construction de petits ouvrages pour arrêter les ravinements ;
- Opter pour le scarifiage, une technique destinée à pallier les inconvénients liés à la présence d'un horizon compact ou battant à la surface du sol. Selon la nature du sol, on peut choisir les sillons à l'amont, tout en opérant à la dérivation de certains cours d'eau ;
- Promouvoir les techniques d'amélioration d'un stockage plus efficace de l'eau dans le sol dans le cadre de l'ensemble des opérations d'aménagement et d'entretien de l'alfa.

Références bibliographiques

- AIDOU, A. 1992-** Les parcours à alfa (*Stipa tenacissima*L.) des Hautes Plaines algériennes : Variations interannuelles et productivité. In : Actes de l'IVe Congrès International des Terres de parcours (Montpellier, France, 1991), 198-199.
- AIDOU, A., Touffet, J., 1996-** La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima*L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes Sécheresse n° 7 : 187-93.
- AIDOU A., 1983.** - Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud- Oranais : Phytomasse, productivité et applications pastorales. Thèse Doct. 3ème Cycle. USTHB. Alger. 254 p.
- AIDOU A., 1989.** – Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des Hautes Plaines Algéro-Oranaises. Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Thèse Doct.; USTHB. Alger, 253 p.
- AIDOU, A. 1994.** L'avenir de la steppe algérienne est-il compromis?
- ANAT 2004.**- Carte bioclimatique de l'Algérie.
- ATLAS du MADR,** carte d'occupation du sol par wilaya 2011
- ANAT, 2003 :** Etude prospective et de développement de la wilaya d'El Bayadh.
- ANRH, 2007** Agence Nationale des Ressources Hydrauliques Agence nationale
- ACHOUR, H., 1983** - Etude phytosociologique des formations a alfa (*stipa tenacissima*) du sud oranais, wilaya de Saida. Thèse 3eme cycle univ. Sc. Bio. Tech. Houari Boumediene Alger, 216p d'aménagement du territoire, Tlemcen, 35 p.
- BENABDELI, K., BENGUERAI, A. YEROU, H., 2008-** L'utilisation de l'espace steppique comme terrain de parcours entre identification, potentialités, utilisation et contraintes socio-écologiques en Algérie. Revue de l'écologie-environnement n°04-novembre2008 p : 54-67
- BENABDELI K., 2000:** Évaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement Steppique Commune de Ras El Ma (Sidi Bel Abbes Algérie) Options Méditerranéennes, Sér. A / n°39
- BEDRANI (1995) :** une stratégie pour le développement des parcours en zones arides et semi-arides. Rapport technique Algérie, doc. banque mondiale, 61p.+ann.
- B.N.E.D.E.R. ,2007-**Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural (B.N.E.D.E.R.). Communication sur «Les risques climatiques et agriculture algérienne». 12 p.
- BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1957.** – les climats biologiques et leurs classifications. Ann. George. Fr., 355: 133-220.
- BAGNOULS F. & GAUSSEN H., 1953.** – saison sèche et indice xérothermique docum. Carte Product. Végét. ser : généralités, 3(1), art. 8 :1-47.

BOUKHOBZA M. , 1982.- l'agro-pastoralisme traditionnel en Algérie. de l'ordre tribale ou désordre colonial O.P.U. 167-227.

BOURAHLA A & GUITTONEAUG. G., 1979.- nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte contre la désertification. Bull. inst. Evol. Appl. Orléan, (I), 19-40.

BEDRANI S., (1994) : *Algérie, développement des zones de parcours*, Etude Banque mondiale. **C.N.T.S., 1989**, Cartographie et inventaire des nappes alfatières sur l'ensemble des Wilayas.

C.R.B.T., 1978, Rapport phytoécologique et pastoral sur les hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. CRBT, Alger, 256 p. + ann + cartes.

CNTS. 1989- Inventaire des nappes alfatières des wilayates. Rapp CNTS, 15p. + cartes.

CNTS ,2010 : Inventaire national des nappes alfatières. Rapport de la 1ère, 2è, 3è et 4è phases, Arzew, Algérie.

DJELLOULI et DAGETP. (1987) : "Climat et flore dans les steppes du sud-ouest algérien", Bull.Soc. Bot. Fr., 134, 4-5, 373-384.

DJELLOUL Y. (1988) : "Organisation et répartition des bioclimats méditerranéens en Algérie", Comm. I« Coll. Ass. Int. Climatologie, 12 p.

DJELLOULI. (1981) : "Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux du sud oranais (wilaya de Saïda). Comportement des espèces vis-à-vis des éléments du climat, thèse 3^e cycle, I.S.N.,Univ. Sei. Tech. H. Boumediene, Alger, 178 p. et annexes.

DJELLOULI et DJEBAILS. (1984) : "Synthèse sur les relations flore - climat en zone aride: cas de la wilaya de Saïda", Bull. Soc. Bot. Fr. Actual. Bot., 131, 2-3-4, 249-264

DJEBAILI, S. 1984). « Steppe algérienne, phytosociologie et écologie ». O.P.U. Alger, 171 p

DJEBAILI S., 1978. – Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien Algériens. Thèse Doc. Etat – Unis Sci, Techn. Langue doc. Montpellier 1-239 et annexes.

DJEBAILI S et NEDJRAOUI D, 1983 - Carte de l'occupation des terres, carte pastorale de l'Algérie, notice .biocénoses, 2, 1-2, 132p.

DJEBAILI S. et al., 1983.- Carte de l'occupation des terres de l'Algérie. Carte pastorale. Notice. Biocénoses 132 p.

DPAT., 2010 : Monographie de la wilaya d'El BAYADH.

DSA., 2018: (Répartition des superficies agricoles de la wilaya d'El- Bayadh)

DGF. 2004, Rapport national de l'Algérie sur la mise en œuvre de la Convention de Lutte contre la Désertification. DGF, Alger, septembre 2004

- DGF 2011.** Plan d'Action National sur la Lutte Contre la Désertification, , Novembre 2003
- EMBERGER L. , 1955 .** – Une classification biogéographique des Climats. Trav. Inst Bot.,Montpellier, 7 : 3-43.
- H.C.D.S., 2001.** Problématique des zones steppiques et perspectives de développement Rap. Synth. 10 p.
- KHALDOUN A., 1995.-** Les mutations récentes de la région steppique d'El Aricha. Réseau Parcours, 59-54.
- LE HOUEROU, H.N., 1996-** La régression de *Stipa tenacissima* L. graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. Revue Sécheresse, 7 : 87-93.
- LE HOUEROU, H.N., 1990-** Recherches éco climatiques et biogéographiques sur les zones arides de l'Afrique du Nord. Thèse de Doctorat d'État, Université Paul Valéry, Montpellier, 2 tomes (184 p. et 189 p.) +annexes (182 p.).
- LE HOUEROU, H.N., 1995-** Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse, vol. 6, n° 2, p. 167-182.
- Le HOUEROU, HN., 1985-** La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission, de consultation et d'évaluation. Alger : ministère de l'Agriculture, 19 p.
- LE HOUEROU H.N., 1968:** La désertisation du Sahara septentrional et des steppes limitrophes. Annales algérienne de géographie 6 :2-27.
- LE HOUEROU H.N, 1995 b -** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique
- Le HOUEROU H, N., 1973,** Contribution à une bibliographie des phénomènes de désertisation. Coll. Inst. Desert Nouakchott, Rome, F.A.O 120p.ronéo.
- LE HOUEROU H.N. (1975 a).** - Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbages Méditerranéens. I Géogofili, 21, Ser. 7 : 57-67.
- MOULAY, A., BENABDELI, K., 2011-** Considérations sur la dynamique de la steppe à alfa dans le sud-ouest oranais. Journées scientifiques de l'INRF, Ain Skhouna7 p.
- M.A.D.R., 2008.** Note sur la steppe 27p
- MEDARBAL K., 1992 :** Compréhension des mécanismes de transformation du tapis végétal : Approche phytoécologique par télédétection aérospatiale et dendroécologique de *Pinushalepensis* Mill. Dans l'Ouest algérien. Thèse Doctorat en Sciences en Ecologie. Université de droit, d'économie et des sciences d'Aix-Marseille, France, 229 p.
- NEDJRAOUI, D., 1990-** Adaptation de l'alfa (*Stipa tenacissima*L) aux conditions situationnelles. Thèse Doct.USTHB, Alger, 256 p.

NEDJRAOUI D., (2002) : Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. Options Méditerranéennes: 239-243.

NEDJRAOUI D., 2004 : la désertification (dégradation de la steppe)

NEDJRAOUI D. BEDRANI S., 2008: La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, vol. 8, n 1.

NEDJRAOUI D, 1981 - Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux facies de végétation dans les hautes plaines steppique de la wilaya de Saida. Thèse doct. 3^ocycle, USTHB, Alger, 156p.

NEDJRAOUI D. 2002. Désertification. (Dégradation de la steppe).

NEDJRAOUI D., 2004 : la désertification (dégradation de la steppe)

NEDJIMI B., HOMIDA M., 2006: Problématique des zones steppiques algériennes et perspectives d'avenir. Revue du Chercheur 04, p. 13-19.

O.N.M., 2016-Les changements climatiques. Ce qui se passe et ce à quoi nous pouvons nous attendre. Rapport technique, El Bayadh.

POUGET M., 1980 – Les relations sols végétation dans les steppes sud algéroises, Travaux et document n°116.Paris. O.R.S.T.O.M, 555 p.

ROSELTL/ OSS, 2004: Réseau d'observatoire de Suivi Ecologique à Long Terme. Le programme Algérie a concerné : « l'Observatoire des Hautes Plaines Steppiques du Sud Oranais »

SELTZER, P. (1946) Le climat de l'Algérie. Éditions Carbonel, Alger, 219 p.