

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des ecologie et envirenement



*Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique*

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie (D04)

Filière: Ecologie et l'environnement

Spécialité: Ecosysteme stippique et sahrier

Présenté par :

- Louali Zahira Ahlem

-Laiche Naima

***Etude de la dynamique de végétation et changements et paysagers en milieu steppique, cas de la région de Tiaret***

**Jury:**

Président : RAHMOUN BILLAL

Encadreur: Mr BOUACHA MED ISLEM

Examineur: Mr OUISSAT

**Grade:**

MAA Faculté des SNV

MCA Faculté des SNV

MCA Faculté des SNV

Année universitaire 2020-2021

## REMERCIEMENTS

*Notre parcours de Master ne s'est pas réalisé sans défis et sans soulever de nombreuses questions pour lesquelles les réponses nécessitent de longues heures de travail.*

*Nous remercions avant tout mon DIEU tout puissant qui nous a comblé de ses bienfaits et nous a donné assez de force pour achever ce travail et de venir à bout de cette formation.*

*Nous tenons à exprimer ma reconnaissance à mon Professeur BOUACHA MED ISLEM, pour avoir accepté de diriger ce travail, ainsi que pour ses précieuses orientations.*

*Nous remercions aussi chaleureusement les membres du jury :*

*Dr AIBOUT, Dr RAHMOUNE pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de bien vouloir juger notre travail.*

*Nos sincères remerciements au conservateur des forêts de Tiaret et tout le personnel de la conservation. Pour les orientations et la documentation qu'ils ont mise à notre disposition. Qu'ils soient également remerciés pour les efforts fournis qu'ils nous ont divulgués pour me permettre d'effectuer des différentes sorties nécessaires sur terrain.*

*Merci à tous ceux qui, à un moment ou à un autre, nous ont prodigués des conseils Scientifiques, fourni une aide matérielle ou technique ou tout simplement humaine.*

*Enfin que toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

*Trouvez ici nos profonds et sincères remerciements.*

## ***Dédicaces***

*Avec beaucoup d'amour et de respect, je dédie Ce modeste travail*

*A mon père qui m'a continuellement encouragé et soutenu,*

*A ma mère, qui a veillée à ce que je devienne ce que je suis,*

*A mes adorables frères, Abd el Kader, Aicha, Tayeb, Nasr El Ddine, khalida*

*Avec toute ma tendresse, à me niècess Loujaine ,Mebarka meilleurs vœux de succès dans leurs études*

*A mes oncles, tantes, cousins et cousines, Je ne saurai terminer sans citer mes adorables amies*

*Ahlem, Fatima, Hadjira, Wahiba, Nadjat, Chahira , Halima et Nacira et houaria*

*A toutes les personnes chères à mon cœur, et à tous ceux qui luttent pour la sauvegarde de l'environnement*

*NAIMA*

## **Dédicaces**

*Je dédie ce travail à mes plus chers à ma vie :*

*Mon père **Abed** et Ma mère **Halima** pour leur  
éducation encouragement, et le soutien durant tous*

*les étapes de mes études.*

*A mon frères **Abedelghani***

*A Toute la famille **louali /Benmostefa***

*A tous mes ami(e)s,*

***Naima Brahim Hanan***

*Ont qui j'ai toujours trouvé le soutien le réconfort.*

*A tous les professeurs qu'ils m'ont renseigné au long*

*De ma carrière universitaire*

*A tous mes collègues de la promotion 2021*

**AHLEM**

## Résumé

La steppe algérienne est un écosystème aride caractérisé par des ressources naturelles limitées, un sol pauvre, des formations végétales basses et ouvertes et des conditions climatiques sévères. Ce travail est une contribution à l'analyse de la désertification dans la région AID DEHEB. Dans un but de préservation, une meilleure connaissance de la répartition et de la dynamique de végétation permet, grâce à l'interprétation des données de la télédétection et utilisation des SIG, de détecter les changements de L'état du couvert. Les méthodes mises en oeuvre se basent sur 03 images satellitaires de type Landsat, ainsi que climatiques sont acquises via la plate forme Google earth engine. Formant 03 scènes d'étude «1990, 2000 et 2021 », D'autre part, de mettre à la disposition des utilisateurs potentiels et des décideurs les informations sur l'état de l'environnement et les ressources naturelles de ces zones, via la mise en place d'un prototype intégré dans un système d'information géographique. Le prototype ainsi développé est basé sur le principe du double prototypage. Le système sera un outil d'aide à la décision, utile pour la gestion des phénomènes naturels, et plus particulièrement la dégradation des sols de la wilaya de Tiaret.

**Mots clés:** Steppe, desertification, SIG & télédétection, Google earth engine, TIARET.

## Abstract

The Algerian steppe is an arid ecosystem characterized by limited natural resources, poor soil, low and open plant formations and severe climatic conditions. This work is a contribution to the analysis of desertification in the AID DEHEB region. With a view to preservation, a better knowledge of the distribution and dynamics of vegetation makes it possible, thanks to the interpretation of remote sensing data and the use of GIS, to detect changes in the state of the cover. The methods implemented are based on 03 Landsat, type satellite images, as well as climate images are acquired via the Google earth engine platform. Forming 03 study stages "1990, 2000 and 2021", On the other hand, to make available to potential users and decision-makers information on the state of the environment and the natural resources of these areas, via the implementation of a prototype integrated into a geographic information system. The prototype thus developed is based on the principle of double prototyping. The system will be a decision support tool, useful for the management of natural phenomena, and more particularly the degradation of the soil in the wilaya of Tiaret.

**Keywords:** Steppe, desertification, GIS & remote sensing, Google earth engine, TIARET

## ملخص

السهوب الجزائرية هي نظام بيئي جاف يتميز بموارد طبيعية محدودة وتربة فقيرة وتكوينات نباتية منخفضة ومفتوحة وظروف مناخية قاسية. هذا العمل هو مساهمة في تحليل التصحر في منطقة عين ذهب. لغرض الحفظ، فإن المعرفة الأفضل بتوزيع وديناميكيات الغطاء النباتي تجعل من الممكن، بفضل تفسير بيانات الاستشعار عن بعد واستخدام نظم المعلومات الجغرافية، اكتشاف التغيرات في حالة الغطاء. تعتمد الأساليب التي تم تنفيذها على 03 صور أقمار صناعية من نوع Landsat، بالإضافة إلى الصور المناخية التي يتم الحصول عليها عبر منصة محرك جوجل الارض. تشكيل 03 مراحل دراسة "1990 و2000 و 2021"، من ناحية أخرى، لإتاحة المعلومات للمستخدمين المحتملين وصناع القرار حول حالة البيئة والموارد الطبيعية لهذه المناطق، من خلال تنفيذ نموذج أولي مدمج في نظام المعلومات الجغرافية. يعتمد النموذج الأولي الذي تم تطويره على مبدأ النماذج الأولية المزدوجة. سيكون النظام أداة لدعم القرار، ومفيدة لإدارة الظواهر الطبيعية وبشكل خاص تدهور التربة في ولاية تيارت.

**الكلمات المفتاحية:** السهوب، التصحر، نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد، محرك جوجل الارض، تيارت.

## Liste des abréviations

---

### Liste des abréviations

**CCT** : Centre canadienne de la télédétection.

**CFT**: Conservation des forêts de la willaya de TIARET.

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

**CPCS**: Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols.

**CTS**: Centre des Techniques Spatiales.

**DGF** : Direction générale des Forêts.

**FAO** : (Food and Agriculture Organisation) Organisation des Nations Unies pour L'alimentation et l'agriculture.

**HCDS**: Haut-commissariat pour le développement de la Steppe.

**ONS**: Office Nationale des Statistiques.

**PNUE**: Programme des Nations Unies pour l'Environnement.

**SIG** : Système d'information géographique.

**UF**: Unité Fourragère.

## Liste des tableaux

---

### Liste des tableaux

<b>Tableau n°01</b> : Evolution de l'occupation du sol dans la steppe .....	5
<b>Tableau n°02</b> : Situation bioclimatique de la région d'étude .....	34
<b>Tableau n°03</b> : Bandes spectrales de l'instrument MSI à bord de Sentinel-2.....	36
<b>Tableau n° 04</b> : Caractéristique des satellites Landsat .....	37

### Liste des figures

<b>Figure n°01:</b> Localisation des zones sèches dans le monde.....	3
<b>Figure n°02:</b> Délimitation de la steppe algérienne.....	4
<b>Figure n°03 :</b> Carte des groupements végétaux .....	5
<b>Figure n°04 :</b> La carte de sensibilité à la désertification dans la steppe algérienne.....	6
<b>Figure n°05 :</b> Schéma de l'érosion hydrique. ....	8
<b>Figure n°06:</b> Carte de sensibilité à la désertification de la wilaya de Tiaret. ....	10
<b>Figure n°07 :</b> Technique mécanique de fixation de dunes.....	13
<b>Figure N° 08:</b> Facteurs de dégradation avec techniques de lutte.....	14
<b>Figure n°09 :</b> Structure de l'information géographique. ....	17
<b>Figure n°10:</b> Carte de situation géographique de la zone d'étude .....	21
<b>Figure n°11 :</b> Carte géographique de la wilaya de Tiaret.....	23
<b>Figure n°12 :</b> Carte d'occupation de sol de la région de Tiaret.....	25
<b>Figure n°13 :</b> Carte de lithologie de la région de Tiaret.....	27
<b>Figure n°14 :</b> Carte du réseau hydrologique de la région de Tiaret.....	29
<b>Figure n°15 :</b> Carte climatique de la région de Tiaret . ....	31
<b>Figure n°16 :</b> évolution de la température moyenne annuelle pour la période allant de 1980 à 2021 .....	32
<b>Figure n°17 :</b> Température moyenne mensuelle pour la période allant de 1980 à 2021.....	32
<b>Figure n°18:</b> précipitation moyenne mensuelle pour la période allant de 1980 à 2021.....	33
<b>Figure n°19 :</b> précipitations moyenne annuelle de la période allant de 1980 à 2021.....	33
<b>Figure n°20 :</b> Diagramme ombrothermique pour la période allant de 1980 à 2021.....	34
<b>Figure n° 21:</b> Exploitation d'imagerie satellitaires sous google earth engine.....	39
<b>Figure n°22 :</b> Carte de situation des points d'échantillonnage.....	41
<b>Figure n°23:</b> Répartition de la végétation en 2021 .....	46
<b>Figure n°24 :</b> Carte de la végétation en 2021 . ....	47
<b>Figure n°25 :</b> Répartition de la végétation en 2000. ....	48
<b>Figure n°26 :</b> Carte de végétation pour l'année 2000.....	49
<b>Figure n°27 :</b> Répartition de la végétation en1990. ....	50
<b>Figure n°28 :</b> Carte de végétation pour l'année 1990.....	51
<b>Figure n°29 :</b> évolution des superficies des classes dynamique de végétaux 1990,2000 et 2021.....	52

## Liste des photos

---

### Liste Des Photos

<b>Photo n°01</b> : Peuplement d'Alfa dégradée .....	44
<b>Photo n°02</b> : Steppe de dégradation dépourvue de couverture végétale .....	44
<b>Photo n°03</b> : Remontée biologique et fixation de dunes de sables.....	45
<b>Photo n° 04</b> : Fixation biologique de dunes de sable .....	45
<b>Photo n°05</b> :Steppe d'Alfa en association avec le sparte. ....	45

# Table de Matière

## Table de Matière

### Remerciement

#### Dédicaces

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste Des Photos

Table de Matière

*Introduction générale* ..... 12

### *Chapitre I présentation de la steppe Algérienne*

I.1. Généralités sur La steppe ..... 3

I .1.1. Définition La steppe..... 3

I.1.2. Dans le monde..... 3

I.1.3. En Algérie ..... 3

I .2. Les caractéristiques de la steppe algérienne..... 4

I .2.1. Cadre physiographique ..... 4

I .2.2. Cadre climatiques..... 4

I.2.2.1. La pluviosité..... 4

I .2.3. Cadre biogéographique ..... 4

I.2 .3.1. Nature des sols ..... 5

I .2.3.2. Occupation du sol..... 5

I .2.4. Cadre socio-économique ..... 5

I.3 Problématique de la steppe algérienne ..... 6

I.4 Etat de la steppe Algérienne..... 6

### *Chapitre II : Dynamique de végétation en milieu steppique*

II. 1 La dégradation de la steppe algérienne..... 8

II.1.2 Les principaux facteurs de dégradation ..... 8

II.2.1 les facteurs naturels..... 8

II.2.1.1 Érosion hydrique et éolienne ..... 8

II.2.1.2 Sécheresse..... 8

II.2.1.3 Le phénomène de salinisation..... 8

II .2.2 facteurs anthropiques ..... 8

II .2.2.1 Le surpâturage ou la surcharge ..... 8

II .2.2.2 défrichage et extension de la céréaliculture ..... 9

II .2.2.3 Les feux pastoraux ..... 9

II .2.2.4 croissance démographique..... 9

II.2 L'évolution et dynamique de végétation ..... 9

II.3 La steppe algérienne vers la désertisation..... 9

II.3.1 Steppisation..... 9

II.3.2 La désertification ..... 10

II.3.3 La désertisation..... 10

II.4 Evolution progressive ..... 11

II.4 .1 La mise en défens de la végétation steppique..... 11

II.4 .1.1 Définition de la mise en défens..... 11

II.4 .1.2 Durée dans la mise en défens..... 11

II.4 .1.3 Mise en défens en Algérie ..... 11

II.4 .2 Restauration écologique..... 11

II.4 .2.1 Planification de la Restauration ..... 12

II.4 .2.2 Relation entre Pratique de la Restauration et Ecologie de la Restauration..... 12

II.4 .3 Technique de fixation des dunes..... 12

II.4 .3.1 Technique mécanique de fixation de dunes..... 12

II.4 .3.2 Technique biologique de fixation de dunes ..... 13

### Chapitre III : Les SIG & Télédétection

III. Systèmes d'information géographique.....	16
III.1 Présentation des SIG .....	16
III.1.1 Définition d'un SIG.....	16
III.1.2 L'information géographique.....	16
III.1.3 Domaine d'application des SIG.....	16
III.1.4 Structure de l'information géographique.....	17
III.2 La Télédétection.....	17
III.2.1 Qu'est Que la télédétection ? .....	17
III.2.2 Images Satellites.....	18
III.2.2.1 Données de télédétection appliquées à la gestion des steppes.....	18
III.2.2.2 Utilité des images satellites dans la steppe.....	18

### Chapitre IV. Présentation de la Zone d'étude

IV .1 Situation administrative et géographique : .....	20
IV .2 Cadre géomorphologie.....	22
IV .3 Occupation des sols : .....	24
IV .4 Lithologie.....	26
IV .5 hydrologie.....	28
IV .6 Le couvert végétal.....	30
IV .7Analyse climatique.....	30
IV .7.1 La temperature.....	32
IV .7.1.1Température moyenne annuelle.....	32
IV .7.1.2 Températures moyennes mensuelles : .....	32
IV .7.2 Les précipitations.....	33
IV .7.2.1 Précipitations moyennes mensuelles.....	33
IV .7.2.2 Irrégularité des précipitations.....	33
IV .7.3 Evolution températures-précipitations.....	33
IV .7.3.1Coefficient pluviométrique d'Emberger (Q2).....	34

### Chapitre V : Méthodologie de Travail

V .1. Acquisition des données.....	36
V .1.1Les images satellitaires.....	36
V .1.2Google earth engine.....	38
V .2 Données de terrain.....	40
V .2.1Réalisation des cartes de végétation.....	42
V .2.1.1Classification d'images satellitaires.....	42
V .2.1.2 Classification supervisée par la méthode du foret aléatoire.....	42
V .2.2 L'indice kappa.....	42

### Chapitre VI : Résultats & Discussions.

VI.1 Identification des formations végétales : .....	44
VI.2 Cartes de végétation.....	45
VI.2 .1 Carte de végétation 2021.....	46
VI.2 .2 Carte de végétation 2000.....	48
VI.2 .3 Carte de végétation 1990.....	50
VI.3 Dynamique de végétation.....	52
VI.4 Comparaison.....	53
Conclusion générale.....	55
Références bibliographiques.....	57

# *Introduction générale*

En Algérie, l'équilibre de l'écosystème steppique a été pour longtemps assuré par une harmonie entre l'homme et l'espace dans lequel il vit. Cet équilibre est assuré par des pratiques humaines ancestrales permettant la durabilité et la régénération des ressources naturelles.

Les nombreuses études réalisées depuis les années 1970 sur les steppes montrent toutes une importante régression du couvert végétal supérieure à 50 Pourcent et une diminution sérieuse de la production des écosystèmes steppique Passant de 120 à 150 UF/ an en 1978 à 30 UF/ha/an pour les parcours dégradés Et 60 à 100 UF/ha/an pour les parcours palatables (**Aidoud et Nedjraoui, 1992**).

De cette dynamique apparaît bien claire l'importance de la couverture végétale dans le maintien de l'équilibre des milieux. En Algérie, cet élément de Stabilisation est très menacé. Outre les facteurs géographiques dont le territoire Est constitué à 98% de steppe ou de désert (**DGF, 2004**) et climatique (Fluctuations intra et interannuelles des précipitations), il s'ajoute, comme facteur Aggravant, le facteur anthropozoogène, effet l'absence de politique claire et Efficace de pastoralisme a accentué le problème.

Aujourd'hui, les pratiques du pastoralisme ont changé. Ces changement sociaux, économiques, organisationnels ou même naturels, ont eu des effets non seulement sur la vie des pasteurs ; mais aussi et surtout sur le milieu naturel. Dans toutes les steppes du monde, on parle de dégradation des parcours et bien évidemment la steppe algérienne ne fait pas exception.

Dans ce sens ,il paraît important aujourd'hui de mettre en place des méthodologies d'investigation permettant une meilleure approche , et identification des facteurs de dégradation, des interactions entre les composantes du milieu steppique mais aussi de la chronologie évolutive des phénomènes a cet effet le couvert végétal steppique s'avère être un indicateur biologique important Pouvant permettre aux gestionnaires et aux décideurs une meilleure connaissance sur l'état actuel de l'écosystème steppique.

L'objectif général de cette étude est de Cartographier l'évolution du couvert végétale steppique et analyser comment le changement paysager affecte-t-il cette évolution.

La wilaya de **TIARET** se positionne aujourd'hui comme un pôle économique régional prometteur, en effet située dans la région Centre-Ouest du pays, et d'une superficie de 2millions d'hectares la géographie de la région de TIARET offre une diversité paysagère importante.

Région à vocation agro, la wilaya de **TIARET** est connue pour être une contrée agricole par excellence (céréaliculture, production de viande ...). Les parcours steppiques au niveau de la wilaya de TIARET occupent une superficie de près d'un million d'hectares (**CFT, 2018**), soit la moitié de sa superficie. Les zones de parcours se situe dans la partie Nord de la steppe Algérienne, ce sont des steppes supérieures de graminées, l'alfa (*StipaTenascicima*) forme les principales formations végétales steppiques.

Le choix de la région de TIARET dans le cadre de cette étude s'impose pour diverses considérations :

- L'absence de tout travaux d'analyse de l'occupation des sols et de dynamique de végétation dans la région, d'où une méconnaissance de l'état écologique des parcours steppiques dans la partie Nord de la steppe Algérienne.
- Région pastorale ayant connue une forte croissance démographique, pouvant permettre l'appréciation de la résilience de la végétation steppique à la surexploitation, particulièrement au défrichement des terres et au surpâturage.
- Permettre la continuité de la recherche entamée antérieurement (**Bouacha ,2013**) et apporter les réponses aux conclusions quant à la pertinence des résultats relatifs aux changements intervenus.

*Chapitre I présentation de la  
steppe Algérienne*

## Chapitre I : présentation de la steppe Algérienne

### I.1. Généralités sur La steppe

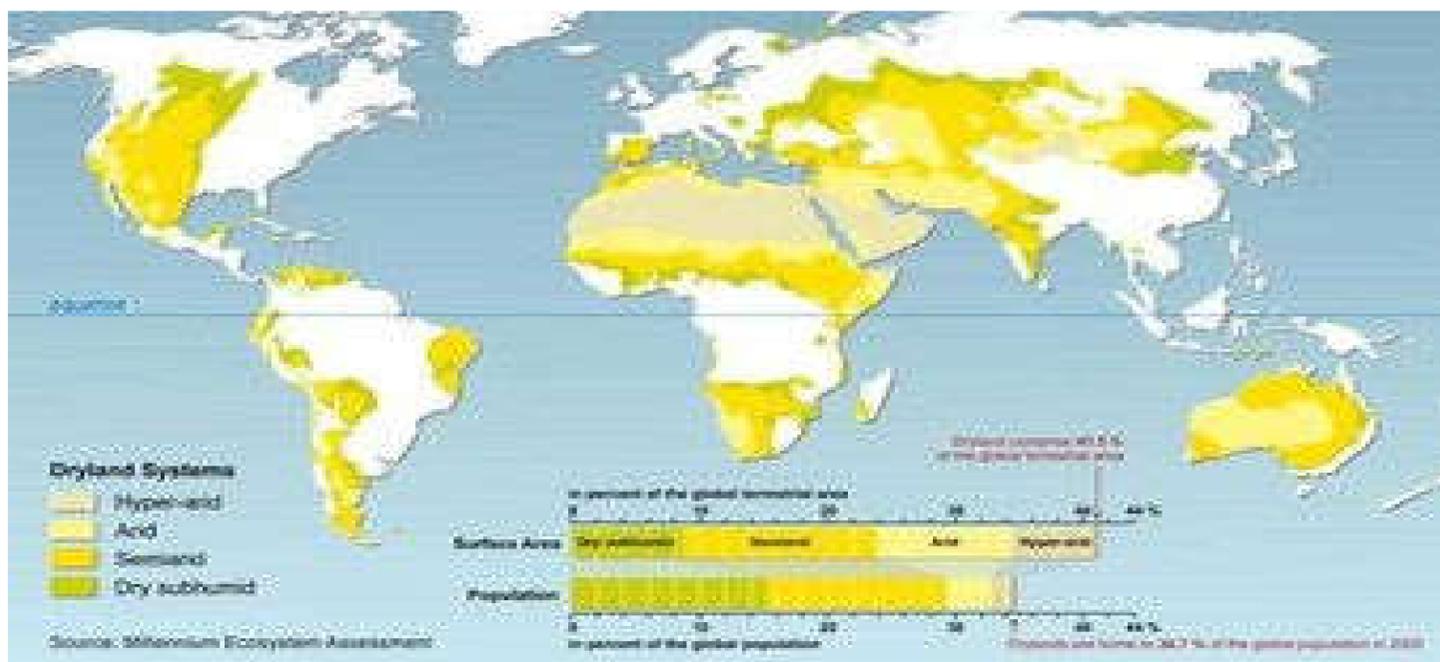
#### I.1.1. Définition La steppe

En Algérie, l'écosystème steppique jouit d'un intérêt et d'une importance particulière, du fait des différentes dimensions qui le définissent: d'un point de vue écologique, la steppe fait figure de zone tampon entre le Nord et le Sud d'un point de vue économique, c'est l'espace de prédilection pour la pratique de l'élevage et du pastoralisme Plusieurs auteurs se sont intéressés à la description de la steppe

(Aidoud, 1996), Définir la steppe comme étant La steppe aride est un milieu qui par définition, n'offre que des conditions extrêmes pour l'établissement et le maintien d'une végétation ; qui joue un rôle fondamental dans la structure et le fonctionnement de l'écosystème dont elle constitue une expression de potentiel biologique. Il existe plusieurs associations liées à des conditions d'aridité ou de nature du sol bien particulière est cet ensemble géographique dont les limites sont définies par le seul critère bioclimatique. Selon MANIERE et CHAMIGNON (1986), le terme « steppe » évoque d'immenses étendues arides couvertes d'une végétation **basse et clairsemée**.

#### I.1.2. Dans le monde

La dégradation des terres se produit partout dans le monde, mais elle s'avère d'autant plus dommageable dans les régions arides qui couvrent 41% de la surface terrestre et où habitent plus de deux milliards de personnes (34% de la population du monde) (PNUE, 2007). Ces terres arides ne sont pas réparties de façon égale entre les pays, 72% des secteurs arides se trouvent dans les pays en développement et seulement 28% se retrouvent dans les pays industrialisés (fig N°01) (SAFRIEL et al, 2005).



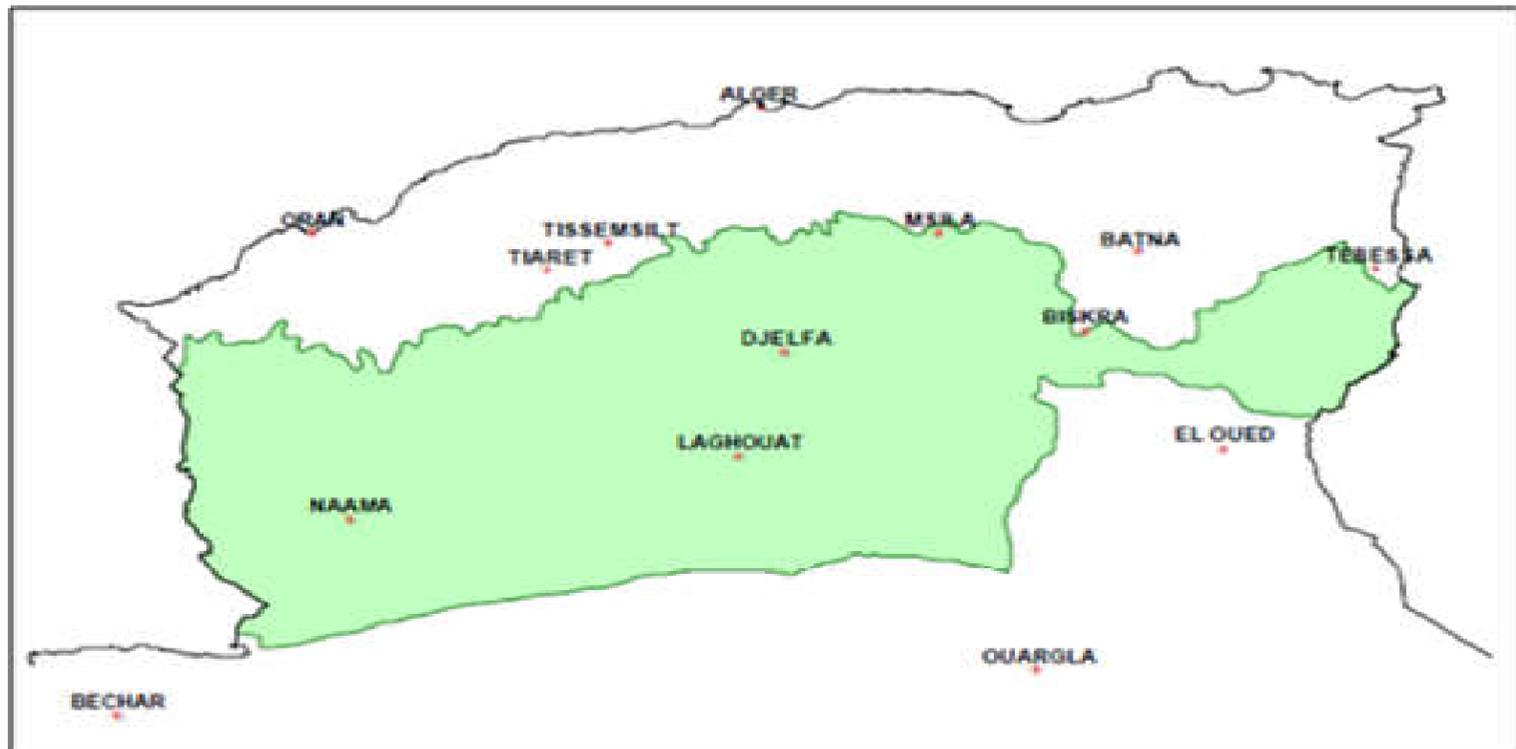
#### I.1.3. En Algérie

Le (HOUEROU ,1995), le auteur note en décrivant la steppe algérienne que ce sont d'immenses étendues plus au moins arides, à relief peu marqué (600-700 m d'altitude) couvertes d'une végétation steppique basse, clairsemée caractérisée par un quotient P/E.T.P entre 0,065 et 0,28 recevant des précipitations moyennes annuelles variant de 100 à 400 mm. Pour (AIDOUUD et TOUFFET ,1996), une steppe aride est un milieu qui n'offre que des conditions extrêmes pour l'établissement et le maintien d'une végétation pérenne.

## I.2. Les caractéristiques de la steppe algérienne

### I.2.1. Cadre physiographique

D'une superficie estimée à environ 20 millions d'hectares, la steppe algérienne constitue un ensemble géographique dont les limites sont définies par le seul critère bioclimatique. Elle est située entre les isohyètes 100 et 400 mm, et se localise entre deux chaînes montagneuses en l'occurrence, l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au sud (**fig N°2**). (**Nedjimi et Guit, 2012**).



**Figure n°02: Délimitation de la steppe algérienne (Nedjraoui, 2005)**

Dans le schéma classique de l'Algérie du nord, les zones steppiques se situent directement au sud des chaînes telliennes et au nord des chaînons les plus méridionaux de l'Atlas saharien. On peut distinguer dans un premier temps trois unités de relief bien distinctes :

- Les hautes-plaines sud-oranaises et sud-algéroises se prolongent à l'Est par le Bassin du Hodna et les Hautes-plaines sud – constantinoises.
- Au sud, faisant transition avec les vastes et monotones étendues Sahariennes et les monts des Aurès et Nememcha
- Les steppes orientales : à l'est du Hodna s'étendent les Hautes-plaines sud Constantinoises dont l'altitude est relativement stable (900 à 1200 m) avec au sud, l'imposant massif des Aurès et son prolongement oriental des Nememcha. (**LE HOUÉROU et al.1975**)

### I.2.2. Cadre climatiques

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

#### I.2.2.1. La pluviosité

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

### I.2.3. Cadre biogéographique

Les steppes nord-africaines en général et celle algérienne en particulier font du domaine floristique mauritano-steppique défini par **MAIRE(1926)**.

Ce domaine appartient à la région floristique méditerranéenne, donc à l'empire holarctique.

Les principales formations steppiques connues de l'Afrique du Nord sont :

#### A. Les steppes à alfa

L'alfa (*Stipa tenacissima L.*) est incontestablement une espèce ayant un double rôle que ce soit sur le plan écologique, en contribuant à la fixation du sol et à sa protection contre l'érosion (hydrique et éolienne), mais est d'un intérêt économique aussi (industrie du papier), elle sert aussi de fourrage aux cheptel par période de disette, les steppes d'alfa couvrait une surface de plus de 8 millions d'hectares au début de **20ème siècle**, aujourd'hui le taux a nettement régresser et diminuer pour diverses causes : surpâturage, désertification ...etc.(Nahal, 2004).

#### B. Les steppes à chamaephytes

La steppe à chamaephytes représentées par l'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) qui occupe les sols à texture fine.

#### C. Les steppes à graminées

À base d'Alfa (*stipa tenassima*) et/ou de sparte (*Lygeum spartum*) que nous trouvons dans les sols argileux à texture plus fine, Sur les sols sableux, nous trouvons la steppe à Drinn (*Aristada pungens*).

#### D. Les steppes crassuléscentes

Sont constituées majoritairement d'une végétation halophile, liée à des sols salins, de texture, de salinité et d'alcalinité variable, en fonction du degré de salinité croissant, on voit apparaître des espèces ou groupements végétaux telle que :

*Atriplex halimus*, *Salsola*

*Tetendra*, *Suada vermicula* ... etc. (kebir, 2007).

#### E. Les steppes arbustives

Comportant une strate arbustive, des espèces telles que *Retama retam*,

*Zizyphus lotus*; *Tamarix gallica*...etc.

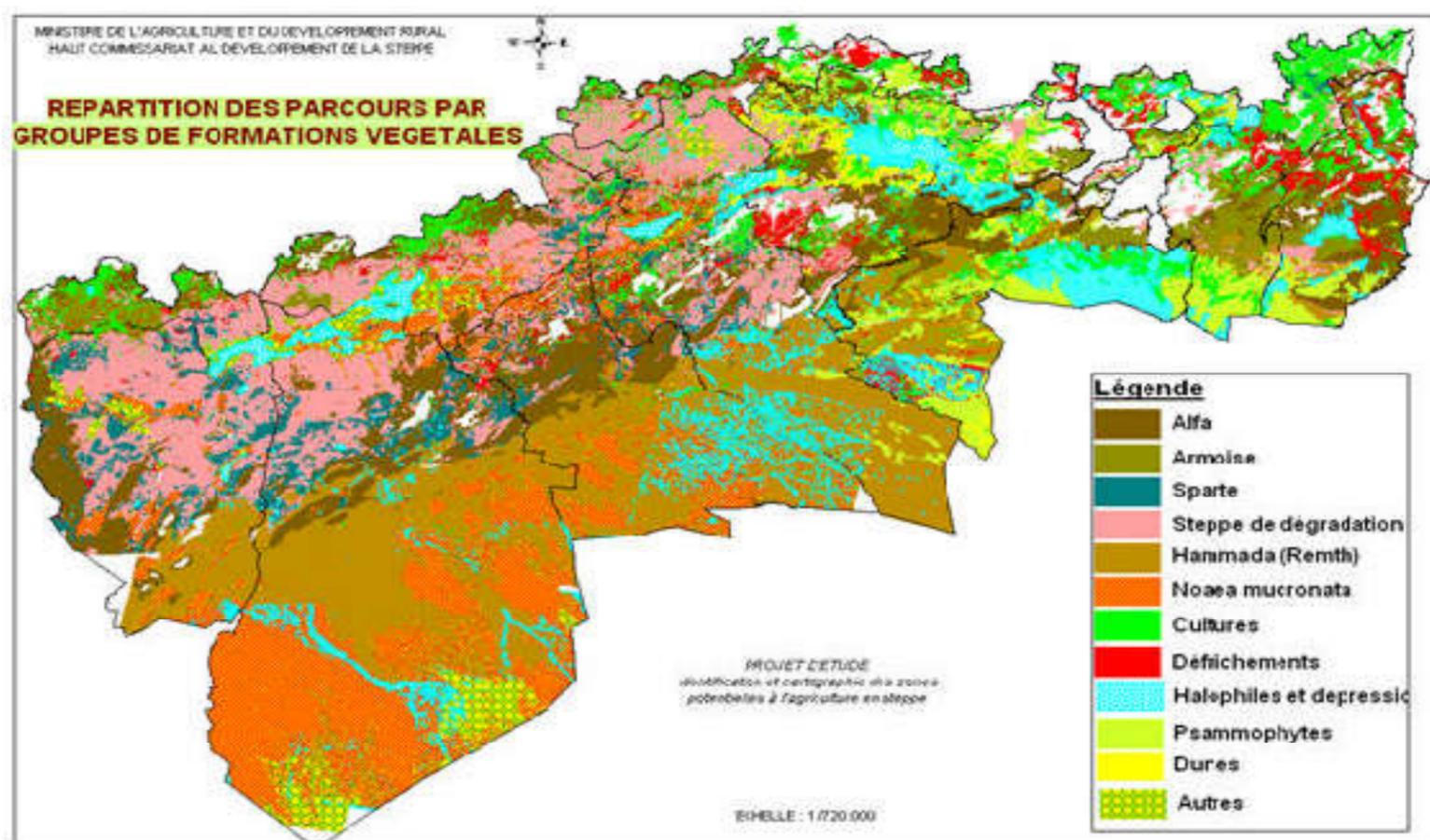


Figure n°03 : carte des groupements végétaux (BNEDER 2006).

### I.2 .3.1. Nature des sols

Les sols steppiques sont peu profonds et pauvres en matière organique, caractérisés par une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. Les bons sols sont destinés à une céréaliculture aléatoire et se localisent dans les dépressions, les lits d'oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur endroit permet une accumulation d'éléments fins et d'eau.

Les principaux types de sols selon la CPCS (1967) sont les suivants (Halitim, 1988)

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

### I .2.3.2. Occupation du sol

Les 20 millions d'hectares que compte les steppes se répartissent en parcours, terres improductives, maquis et cultures marginales.

L'importance que représente la part des parcours (soit plus de 80% de la superficie totale des steppes en 2000) est liée à la vocation de cet espace pastoral.

En termes d'évolution de l'occupation du sol, on constate une augmentation de la superficie des parcours dégradés et donc une régression de la superficie des parcours palatables

. D'autre part on constate une augmentation de la superficie des cultures marginales au détriment des superficies des parcours palatables (BENSOUILAH, 2006).

**Tableau 1** : Evolution de l'occupation du sol dans la steppe (BENSOUILAH, 2006).

Désignation	1985	1985	2000	2000
	Superficie (106 ha)	Part (%)	Superficie (106 ha)	Part (%)
<b>Parcours palatable</b>	10	50	8,7	43,5
<b>Parcours dégradés</b>	5	25	7,5	37,5
<b>Terres improductives</b>	2,5	12,5	0,1	0,5
<b>Forêts et maquis</b>	1,4	7	2,1	10,5
<b>Cultures marginales</b>	1,1	5,5	1,6	8
<b>Total</b>	20	100	20	100

### I .2.4. Cadre socio-économique

Le développement économique et social d'une région est subordonné à une gestion tant raisonnée que rationnelle de son environnement physique, biologique et socio-économique.

Il est généralement admis que traditionnellement l'activité dominante dans la steppe était le nomadisme. Ce mode de vie est basé sur la transhumance vers le nord et vers le sud. Cette transhumance était dictée par un besoin en fourrage dans des zones favorables (parcours présahariens en hiver, zone céréaliers en été), réglementée par des ententes tacites entre tribus. Les revenus étaient essentiellement de l'élevage.

#### A. La population

La population de la steppe qui était de 900 milles habitant en 1954, est estimée à plus de sept(07) millions d'habitants en 1999 (HCDS, 2005).

NEDJIMI B., HOUMID A M, (2006) notaient que la transhumance ou déplacement de grande amplitude (Azaba ; trashumance d'été vers les chaumes des zones telliennes ou Achaba ; transhumance d'hiver vers les piémonts Nord de l'Atlas saharien) qui permettait dans le passé une utilisation rationnelle des recours naturelles, ne concerne plus que cinq (5%) de la population steppique, le reste de la population est devenu semi-sédentaire.

Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant culture céréaliers, élevage et sédentarisation (KHALDOUN, 2000).

#### B. L'économie

L'économie de ces zones est basée sur l'élevage extensif des ovins, ainsi que la culture Sporadique de céréales en sec (LE HOUEROU, 2006).

L'effectif du cheptel pâturant en zones steppiques et dont la composante prédominante est l'espèce ovine, elle connu une évolution remarquable à partir de la fin des années 1960, l'augmentation des ovines est rapide passant, en 30 ans, de 5 millions à près de 18 millions de têtes alors que la steppe vivait la période sèche la plus longue à l'échelle du siècle (AIDOUDET al, 2004).

D'après BEDRANI (1994), Les causes de la forte croissance du cheptel steppique sont liées :

- ✓ d'une forte croissance démographique dans les zones steppiques.
- ✓ à la faiblesse de création d'emplois dans les zones steppiques.
- ✓ à la demande soutenue et croissante de la viande ovine.
- ✓ et à l'attrait des capitaux des zones steppiques par l'élevage Ovin concomitant aux facultés de ces capitaux à s'investir dans des activités non agricoles, particulièrement industrielles.

### I.3 Problématique de la steppe algérienne

Face à l'accroissement de la population humaine et animale sur un espace vital de plus en plus réduit, on assiste actuellement à une surexploitation de ce qui reste des parcours steppiques. La dégradation des parcours est issue de l'interaction de deux types de facteurs. Des facteurs naturels liés aux conditions du milieu physique en général, et des facteurs socio-économiques, anthropiques qui favorisent une action anarchique de l'homme sur l'écosystème. Les risques d'érosion éolienne et hydrique sont forts en steppes arides en raison de la violence des événements climatiques et de la faible protection du sol par la végétation. L'importance du recouvrement végétal est à la fois une conséquence de l'érosion et un indice de risque érosif, que l'on peut associer à des indices d'érodibilité pour faire des prédictions (Bensouiah, 2006).

Les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

### I.4 Etat de la steppe Algérienne

Les indicateurs de la dégradation des ressources végétales sont multiples. Le constat à faire c'est que la plus grande part des parcours steppiques se trouve soit dégradée, soit dans un état avancé de dégradation (fig. N°04).

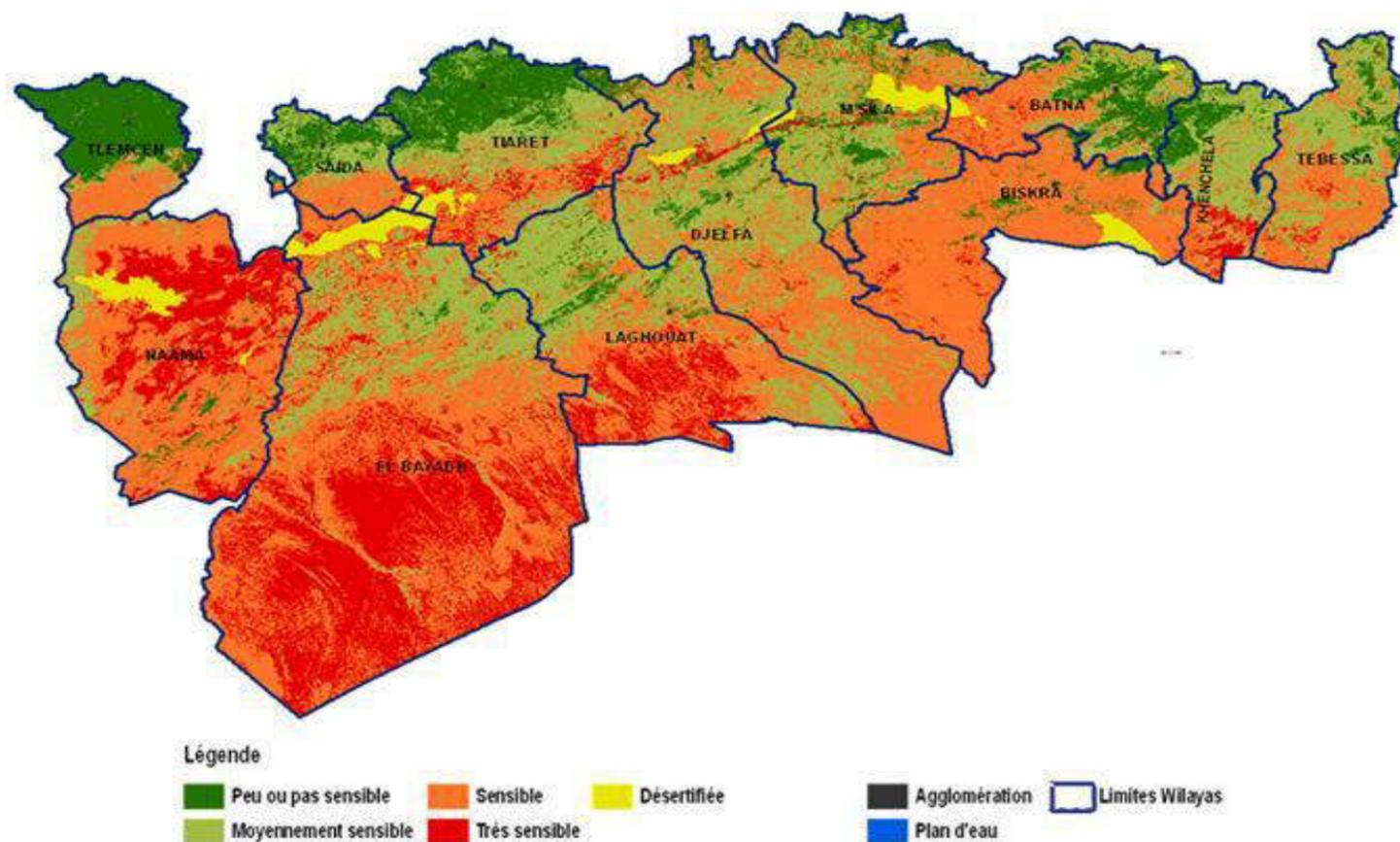


Figure n°04 : La carte de sensibilité à la désertification dans la steppe algérienne (CTS, 2010)

## *Chapitre II : Dynamique de végétation en milieu steppique*

On entend par " dynamise de la végétation " les modifications et transformations survenues ou pouvant encore se manifester au sens de la végétation, transformation soit naturelles, soit dues à L'homme, tant dans le sens progressif (évolution) que dans les sens régressif (dégradation) (**Guinochet, 1955 in Saidi ,1984**).

## II. 1 La dégradation de la steppe algérienne

Depuis une trentaine d'année, l'écosystème steppique a été complètement bouleversé, dans sa structure que dans son fonctionnement à travers sa productivité primaire.

La dégradation des parcours est issue de l'interaction de deux types de facteurs. Des facteurs naturels liés aux conditions du milieu physique en général, et des facteurs socio-économiques anthropiques qui favorisent une action souvent une intervention anarchique de l'homme sur l'écosystème.

La dégradation du milieu naturel s'inscrit dans un processus décrit généralement sous le Terme de désertification. L'irréversibilité de la dégradation conduit, en milieu aride et semi-aride, à la désertification (**Djaballah, 2008**).

### II.1.2 Les principaux facteurs de dégradation

#### II.2.1 les facteurs naturels

Nombreux sont les facteurs naturels qui sont responsables de la dégradation des parcours steppiques.

##### II.2.1.1 Érosion hydrique et éolienne

Les risques d'érosion éolienne et hydrique sont forts en steppes arides en raison de la violence des évènements climatiques et de la faible protection du sol par la végétation. L'importance du recouvrement végétal est à la fois une conséquence de l'érosion et un indice de risque érosif, que l'on peut associer à des indices d'érodibilité pour faire des prédictions (**Bensouiah, 2006**).

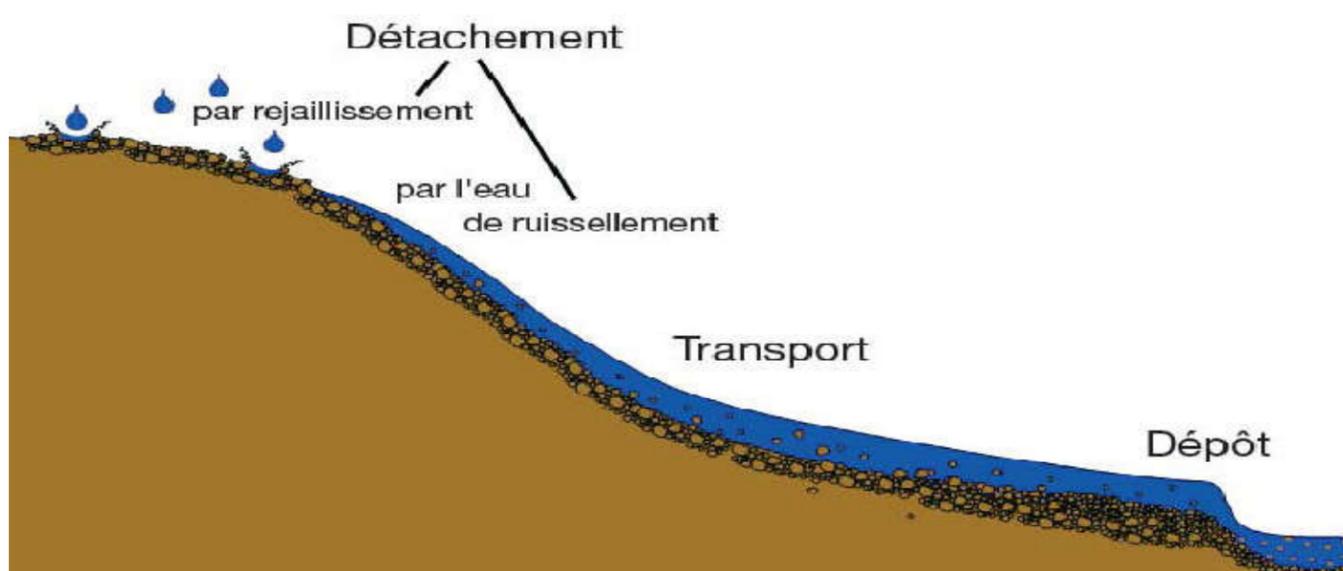


Figure n°05 : Schéma de l'érosion hydrique (**Dautrebande et al, 2006**).

##### II.2.1.2 Sécheresse

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

##### II.2.1.3 Le phénomène de salinisation

En plus de la dégradation causée par différent type d'érosion déjà évoquer le phénomène de la salinisation contribue fortement à rendre le sol peu rentable où dans certaines zones ce phénomène accentue la remontée des sels vers la surface du sol. Ce phénomène qui débute en saison humide, les eaux des nappes remontent vers la surface du sol, ces eaux sous l'effet des hautes températures, qui sévissent pendant une période de l'année (saison sèche), subissent une forte évaporation entraînant l'accumulation des sels à la surface du sol (**Halitim, 1988 in Djaballah, 2008**).

## II .2.2 facteurs anthropiques

### II .2.2.1 Le surpâturage ou la surcharge

C'est la cause principale de dégradation il ramène les pérennes au niveau du sol et empêche la floraison et la fructification des annuelles palatables. Celles-ci, sont progressivement remplacées par des commensales sans grande valeur nutritive. Il restreint les

surfaces couvertes par les meilleures espèces pastorales qui se trouvent cantonnées dans des sites refuges à l'état de reliques (Boussaid et al, 2004).

### II .2.2.2 défrichement et extension de la céréaliculture

superficie labourée en milieu steppique est estimée à plus de 02 millions d'hectares (le ministère d'agriculture(MADR) , 1998). Celle-ci est consacrée à la céréaliculture avec des rendements aléatoires. En outre, cette céréaliculture est pratiquée par des personnes peu expérimentées qui veulent s'accaparer des terres récemment acquises et qui n'hésitent pas à labourer des sols fragiles très érodables (Bencherif, 2011)

### II .2.2.3 Les feux pastoraux

Dans la littérature se rapportant à la connaissance des phénomènes de dégradation, le feu constitue l'un des facteurs le plus recensé dans la détérioration de l'écosystème. En effet les feux fréquents détruisent la biomasse. Ils peuvent être préjudiciables aux végétaux pérennes, qui ont des fonctions écologiques et pastorales importantes (Bourbouze et al, 2001).

Cette situation de dynamique régressive de la végétation naturelle a poussé plusieurs auteurs à tirer la sonnette d'alarme sur le risque, de plus en plus élevé, de déperdition floristique (Acherkouk et al, 2011). D'où, la nécessité de protéger le couvert végétal naturel, surtout en zones arides, et d'évaluer l'impact environnemental, d'ailleurs, cette protection ou réhabilitation de la végétation dans les terrains de pâturage doit être effectuée dans le cadre d'une approche systémique et globale.

### II .2.2.4 croissance démographique

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

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

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

Selon, (MOULAI ,2008), la population steppique est passée de 1.255.000 habitants en 1968 à près de 4 millions en 1996. Durant la même période, la population nomade a régressé de 540.000 à 200.000 personnes. Cette régression est due au fait que la transhumance diminue au profit de déplacements de très courte durée. En effet, la forte concentration de population a conduit principalement au surpâturage et au défrichement.

## II.2 L'évolution et dynamique de végétation

Il ya deux types d'évolution du tapis végétal : l'évolution cyclique et l'évolution progressive ou régressive ou évolution linéaire. (Gounot, 1969 in Ammar khoudja, 1986). l'évolution linéaire, pendant son dynamisme peut ou non passer par les mêmes stades dans deux sens. (Lemee, 1978 in Ammar khoudja, 1986).

## II.3 La steppe algérienne vers la désertisation

### II.3.1 Steppisation

La steppisation est le processus d'apparition de la formation végétale steppique et son corollaire, l'aridité. D'après KENNETH HARE (1961), cette steppisation « résulte non pas de circonstances locales ou dues à l'influence humaine, mais bien à des causes impliquant des transformations considérables d'énergie et des transports de quantités de mouvement extrêmement important ». Elle se traduit par un changement de la nature du couvert végétal, une réduction du taux de la matière organique dans le sol et un changement de la composition floristique qui varie dans le sens de l'aridité (LE HOUEROU, 1985). En Algérie la steppisation est un processus qui affecte les formations forestières et maquis en milieu semi-aride, telle que la région de TIARET, où l'on observe le phénomène au niveau du massif du Nadhor à la limite Nord de la steppe ( Bouacha,2019).

II.3.2 La désertification

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

Cette dégradation des terres en zones sèches s'exprime par une détérioration du couvert Végétal, des sols et des ressources en eau, et aboutit à l'échelle humaine, à une Diminution du potentiel biologique des terres ou de leur capacité à supporter les populations qui y vivent.

II.3.3 La désertisation

La désertisation, en dépit des définitions que donnent les géographes, les phytosociologies, etc., est la poursuite du processus de la steppisation.

Elle se traduit par le non régénération des espèces végétales et l'extension du paysage désertique. Les causes sont les mêmes que celles de la steppisation. En somme, si la steppisation touche le couvert végétal, la désertisation s'attaque, par contre, au sol (SAÏDI et al, 2011).

Cependant, en Algérie la désertification représente le souci majeur auquel est confrontée la steppe. Différentes études ont été menées pour l'identification de la sensibilité des parcours à la désertification. (fig. . N°06)

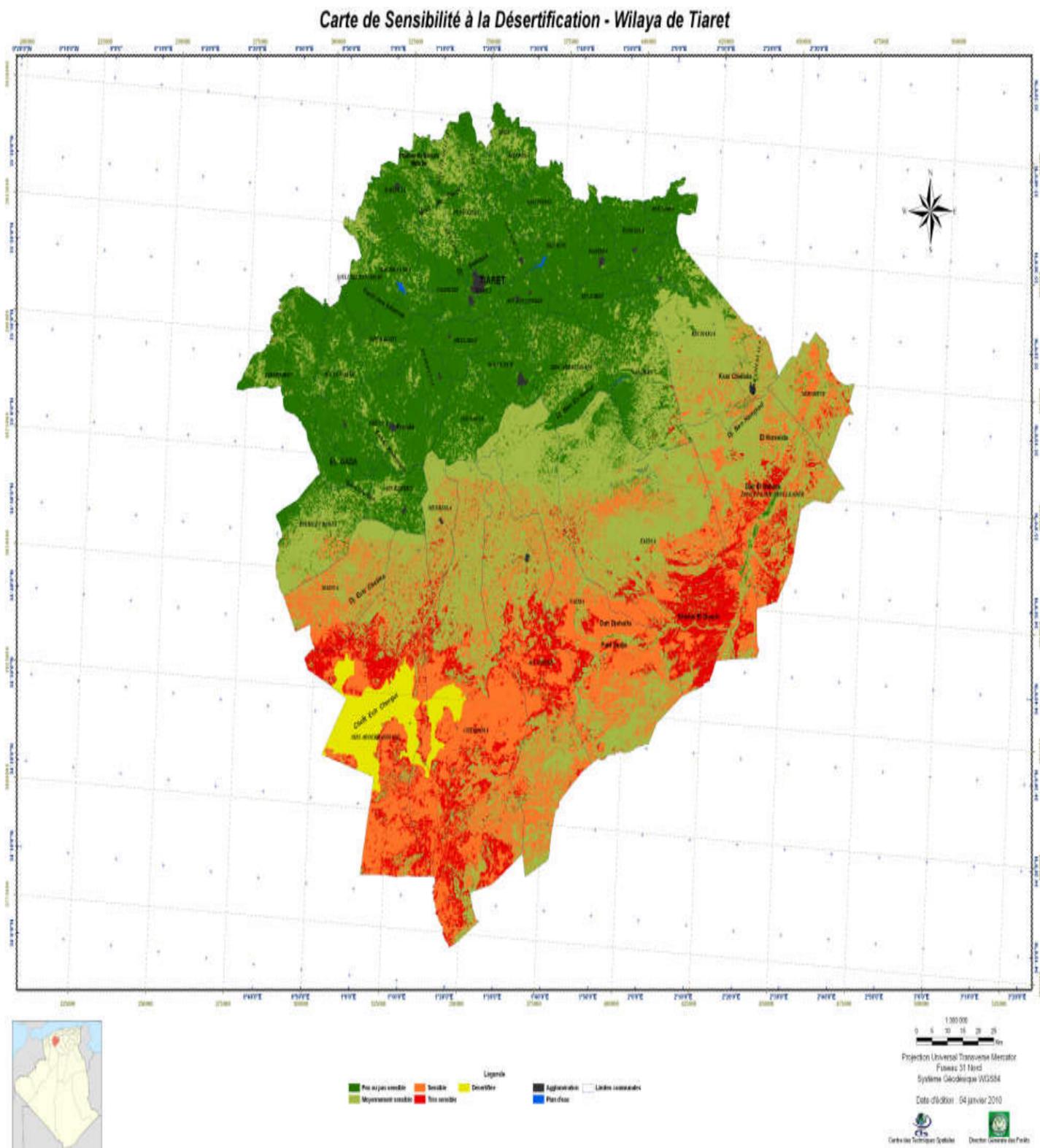


Figure n°06: Carte de sensibilité à la désertification de la wilaya de Tiaret (CTS, 2010).

## II.4 Evolution progressive

L'évolution progressive de la végétation a lieu chaque fois que la cause dégradante disparaît. Lorsque l'action humaine est absente ou moindre, la tendance évolution des communautés végétales s'explique par une meilleure exploitation des ressources trophiques de l'environnement (**ammara khaoudja, 1986**). aussi certaines actions et plan d'aménagement dans le cadre de la lutte contre la désertification favorisent l'évolution progressive

### II.4 .1 La mise en défens de la végétation steppique

Parmi les solutions proposées pour la réhabilitation des parcours dégradés, la technique de la mise en défens qui a enregistré dans pas mal de sites, des avantages écologiques certains. La diffusion de ces techniques auprès des populations rurales s'est heurtée à des obstacles liés au contexte social et économique des habitants. La mise en défens est l'une des actions menées dans le cadre de protection, réhabilitation et d'amélioration pastorales de la steppe, elle a permis la régénération de certaines formations végétales et l'on a même observé par endroits au retour de la faune. Cette forme de lutte mérite d'être renforcée. C'est la technique d'amélioration pastorale qui favorise la remontée biologique des espèces végétales dont laquelle protège la végétation steppique à disparaître par un retour à l'état d'équilibre. Au delà de l'objectif de mise en défens de sites hébergeant une diversité biologique d'importance nationale et mondiale, la technique est un cadre de promotion d'une nouvelle forme de protection et de gestion participative des sites à protégées comme les réserves naturelles ou les parcs nationaux (**Benaradj, 2009**).

#### II.4 .1.1 Définition de la mise en défens

Selon **Le Houerou (1995)**, La mise en défens est une technique naturelle qui permet de protéger un territoire ou une parcelle contre l'action anthropique.

Elle est toujours un instrument efficace de régénération des parcours steppiques, montagneux ou forestiers, et son efficacité est d'autant plus grande que le climat est moins aride et les sols plus profonds, perméables et fertiles (**Naggar, 2000 in Bousmaha, 2013**).

#### II.4 .1.2 Durée dans la mise en défens

La durée de la mise en défens dépend du degré de dégradation de la zone considérée et de la pluviométrie au cours de la période protection. Il n'y a pas de règle générale, elle peut varier de deux ans à dix ans et plus pour les zones steppiques (**Boukli, 2002; Le Houerou, 1985**).

Compte aux écosystèmes forestiers la durée est selon de l'âge de maturité de l'arbre en question ou de l'installation d'une couverture végétale qui abriteras la régénération et empêchera la pénétration.

#### II.4 .1.3 Mise en défens en Algérie

La mise en défens est un outil plus ou moins efficace de régénération de la végétation steppique, cette efficacité diminue avec l'aridité du climat et augmente avec la profondeur du sol, sa perméabilité et sa fertilité, elle dépend aussi de la vitalité de l'écosystème, de son état de dégradation, de sa résistance à la dégradation et de l'importance spatiale des zones dégradées et non ou peu dégradée présence(**Boukli, 2002**).

### II.4 .2 Restauration écologique

La restauration écologique est définie comme « le processus par lequel on accompagne le rétablissement d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit » (**Clewell et Aronson, 2010**).

Cette notion, développée aux Etats-Unis dans les années 1970, vise donc à assister ou initier le repositionnement d'un écosystème sur sa trajectoire écologique initiale. Un des enjeux de la restauration consiste à caractériser cette trajectoire, à choisir un écosystème de référence qui s'entend comme « une approximation de l'état souhaitable, une norme choisie parmi plusieurs états alternatifs possibles et accessibles par une succession %d'étapes appelée trajectoire»(**Le Floch & Aronson, 1995**).

### II.4 .2.1 Planification de la Restauration

Selon (**l'International Primer on Ecological Restoration, 2004**) les plans pour les projets de restauration comprennent, au minimum, les points suivants :

- un raisonnement clair sur pourquoi la restauration est nécessaire,
- une description écologique du site désigné pour la restauration,
- une énonciation des buts et objectifs du projet de restauration,
- une désignation et une description de la référence,
- une explication sur comment la restauration proposée va s'intégrer au paysage et à ses flux d'organismes et de matériaux,
- Elimination de la végétation brûlée par coupe et enlèvement ou par broyage. La préparation du sol varie selon le degré de destruction des peuplements et le risque d'érosion de la parcelle à reboiser (terrassements en banquettes, sur les pentes, si absence de rochers).
- Préparation du terrain, avec la réalisation de trous (**Grognou, 2004**).

Choix des espèces à planter : lors des interventions de restauration telles que les reboisements ou le remplacement des essences, il est souhaitable, si possible, d'utiliser des essences autochtones ou ayant une grande valeur écologique. Le choix des essences à planter résulte de l'analyse du milieu (conditions situationnelles et aspect paysager) et des objectifs à atteindre (**Grognou, 2004**).

### II.4 .2.2 Relation entre Pratique de la Restauration et Ecologie de la Restauration

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

Les écologues de la restauration peuvent avancer une théorie écologique en utilisant des sites de projets de restauration comme aires expérimentales. Par exemple, les informations provenant des sites de projet peuvent être utiles pour résoudre des questions se rapportant aux habitudes de rassemblement des communautés biotiques. De plus, les écosystèmes restaurés peuvent servir de références pour définir des aires désignées pour la conservation de la nature.

### II.4 .3 Technique de fixation des dunes

#### II.4 .3.1 Technique mécanique de fixation de dunes

En matière de protection mécanique, les méthodes utilisées sont :

##### a. fixation par palissades

La palissade est un obstacle linéaire opposé au vent dominant pour en diminuer la vitesse et provoquer à son niveau l'accumulation du sable en mouvement. Cette accumulation aboutit à la formation d'une dune artificielle qui constitue la première phase de la lutte contre l'ensablement.

- Suivant le positionnement de la palissade par rapport à la direction du vent dominant on distingue deux types de dunes artificielles:

- la dune "en arrêt", qui est destinée à arrêter la progression du sable aussi complètement que possible. Elle se forme à partir d'une palissade orientée perpendiculairement à la direction du vent le plus dangereux, ce qui est la pratique la plus courante.
- La dune "en défilement", utilisée pour dévier la progression du sable dans une autre direction que celle du vent dominant. Elle se forme à partir d'une palissade dont l'orientation fait un angle de 120 à 140° avec la direction moyenne de ce vent dominant.

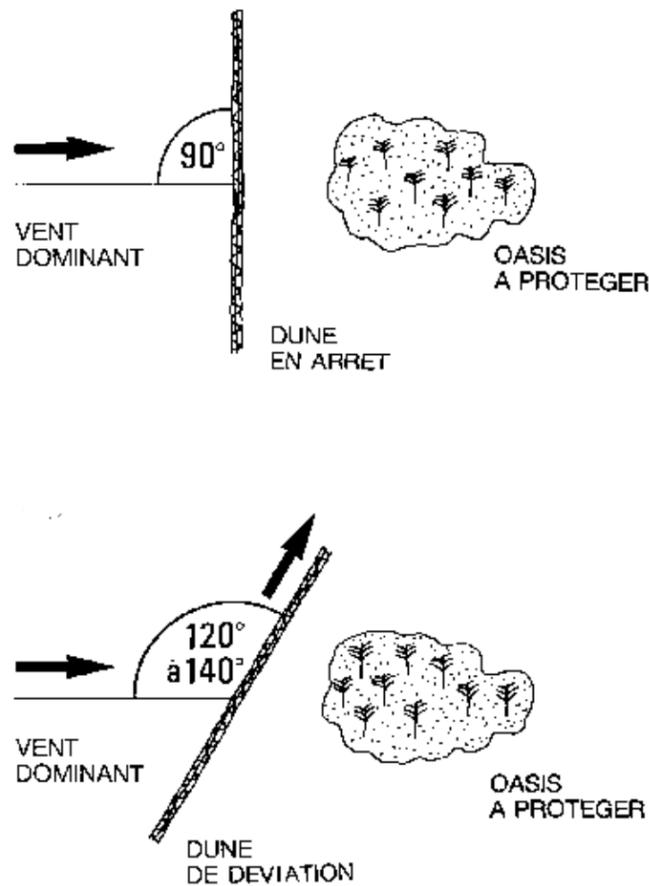


Figure n°07 : Technique mécanique de fixation de dunes (palissades), (FAO, 1988)

#### b. Protection en grille (fascine en mailles plastiques)

Les mailles en plastiques utilisées ont différentes dimensions :

- mailles plastiques 2x2 mm (couleur verte)
- mailles plastiques 3x3 mm (couleur noire)
- mailles plastiques 7x7 mm (couleur noire)

L'installation s'effectue en 4 phases essentielles

- Piquetage
- Pose des panneaux
- Attaches
- Installation des mailles.

#### c. La protection avec des fascines d'espèces végétales

Cette protection est faite au moyen de *branchage ou de touffes* d'espèces disponibles, telles que *l'Alfa et le Laurier rose* ou *l'Alfa et le roseau*.

La technique consiste en un clayonnage systématique de la dune. Si la hauteur de la dune est supérieure à 10m, la fixation porte sur 25% de la surface de la dune, par contre si elle est inférieure à 10m, la fixation porte sur 75% de la surface de la dune.

### II.4 .3.2 Technique biologique de fixation de dunes

#### a. Végétation psammophile :

La fixation mécanique a été suivie de plantation ainsi que l'installation d'une végétation naturelle adaptée souvent psammophile. Les matériaux utilisés pour la fixation mécanique jouent le rôle de brise-vent afin de permettre la croissance de la végétation naturelle et sa régénération, Comme *Aristida pungens* (Drinn) et *Pseudo-rucaria terretifolia* (El Hamia) au niveau des dunes.

#### b. Plantation des dunes:

Plusieurs espèces ligneuses ont été utilisées pour la fixation biologique des dunes et ayant les caractéristiques suivantes :

- Système racinaire très développé
- Croissance rapide
- Une résistance aux vents (dessèchement) et à la sécheresse.

On note principalement :

- Tamarix articulata*
  - Lycium arabicum*
- } Au niveau des dunes

Et :

- *Atriplex halimus*

- *Atriplex nummularia*

} Sur les dépressions inter-dunaires

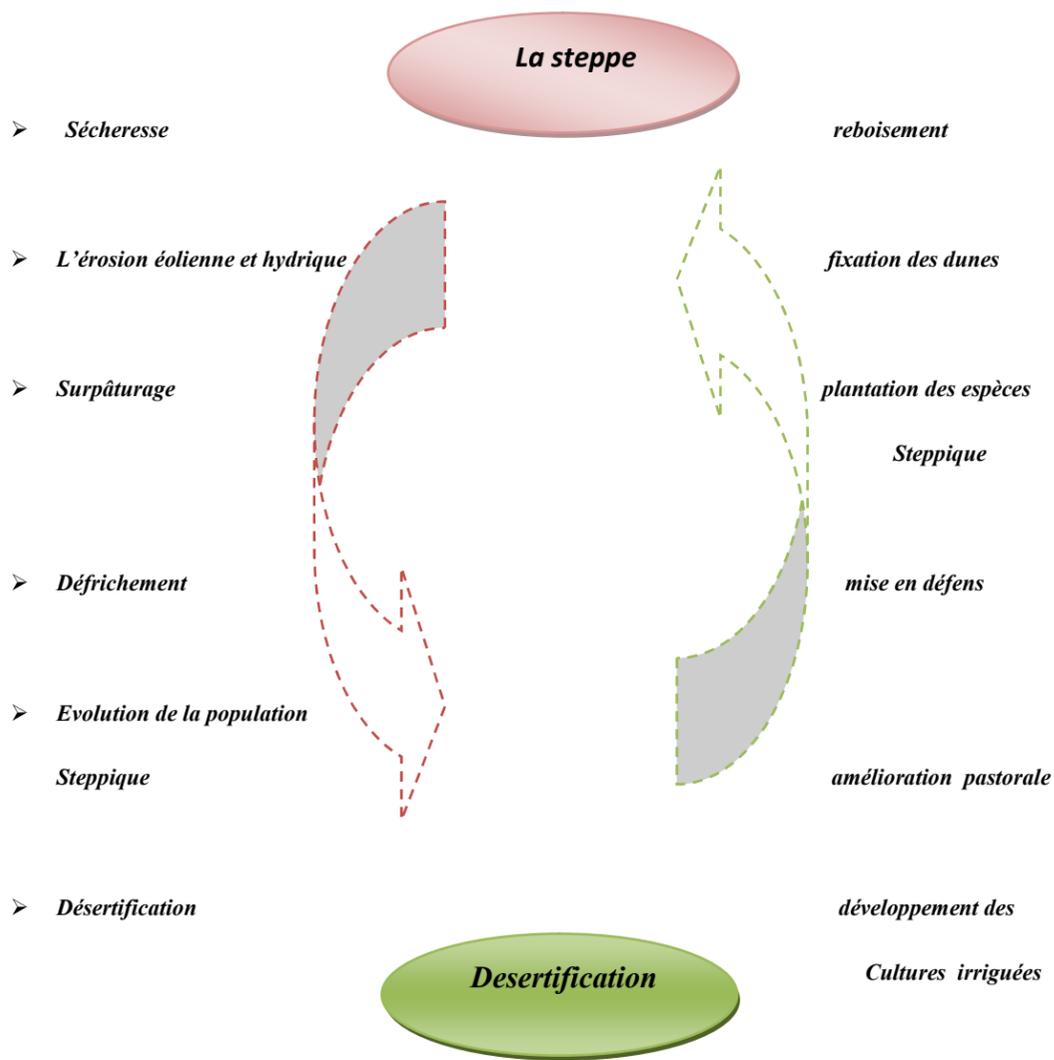


Figure N° 08: Facteurs de dégradation avec techniques de lutte

## ***Chapitre III : Les SIG & Télédétection***

Depuis les trente dernières années, une puissante technologie a rapidement changé la vie des gens et la façon de voir les steppes, écologies, écosystèmes, ressources naturelles.

Cette technologie se nomme Système d'Information Géographique (**SIG**), l'outil de base utilisé pour cartographier et analyser plusieurs phénomènes et événements.

Les systèmes d'informations géographiques sont présents dans la majorité des organismes gérant des données localisées (localités locales, administrations, etc.). Ils sont devenus des outils de gestion, de planification et d'aide à la décision indispensables auxquels on dédie de plus en plus de traitements. (**PANTAZIS D et DONNAY J, 1996**).

Les SIG permettent plusieurs opérations communes avec des bases de données. Tel que questionner, faire un rapport et analyser les données avec une visualisation unique et une approche géographique à l'aide de cartes. Les SIG changent la façon dont les organismes diligents l'information. D'une analyse de base vers une solution corporative et à travers internet. (**LBATH A, 1997**).

### III. Systèmes d'information géographique

#### III.1 Présentation des SIG

- **Un système** : Groupe d'entités et d'activités qui agissent pour un but commun.
- **Un système d'information** : Ensemble des processus agissant pour données Brutes pour produire l'information utile aux prises de décisions.
- **Un système d'information géographique** : c'est un système qui utilise des Informations référencées géographiquement (données localisées) et qui inclut des possibilités de traitement de l'information à des fins d'analyses spatiale.

##### III.1.1 Définition d'un SIG

Plusieurs définitions ont été proposées, mais elles s'orientent toutes vers le même ordre d'idée. Toutes reprennent les fonctionnalités que doit avoir tout **SIG**.

D'après l'**Union Géographique Internationale (I.G.R.)**, un système d'information géographique est «le terrain commun entre le traitement d'information et plusieurs domaines utilisant les techniques d'analyse spatiale» (**Tomlinso, 1972 in Anonyme, 2005**).

Un SIG est un ensemble organisé de matériels informatiques, de logiciels, de données géographiques et de personnel capable de saisir, stocker, mettre à jour, manipuler, analyser et présenter toutes formes d'informations géographiquement référencées. Il s'appuie donc sur certains nombre de bases de données, qu'il permet d'intégrer, de gérer, de traiter et de représenter sous forme de carte. Il est donc : un système d'informatique et aussi, un ensemble de données sous forme de base de données et d'informations géographiques (fonds cartographiques) (**Givaudan, 2009**).

##### III.1.2 L'information géographique

Une adresse, un lieu, un plan, une carte sont les exemples les plus significatifs. Mais l'information géographique n'est pas limitée à des lieux et à des cartes, des informations portant sur la population, les cultures, l'environnement sont de nature géographique aussi.

Cette définition générale, met en avant les notions d'observations, d'entité localisée et d'espace géographique qu'il est nécessaire de préciser pour définir avec précision l'information géographique (**LAURNI R, 1993**).

Les entités géographiques peuvent être de nature très différentes des objets tangibles (une habitation, un village, une route, ...) ou immatériels (la ligne aérienne, la limite administrative, une Zone d'influence économique, ...). L'association de l'entité géographique et de l'espace géographique qui la contient est essentielle. En effet hors de son contexte d'utilisation, il est difficile, voire impossible, de définir le rôle d'une entité géographique (**BOOCH G, 1998**).

##### III.1.3 Domaine d'application des SIG

Les domaines d'application des **SIG** sont aussi nombreux que variés ; tourisme, marketing, planification urbaine, protection civile, transport, hydrologie, forêt, géologie, biologie et télécoms. (**Habert, 2000**.)

Selon (**Steinberg, 2002**), il est possible de les regrouper en trois groupes non exclusifs :

**Le premier groupe** : intègre les projets de gestion des réseaux. Ce sont des projets de cartographie, de planification ou de gestion (énergie, télécommunication, voirie, distribution d'eau potable, transports, etc.).

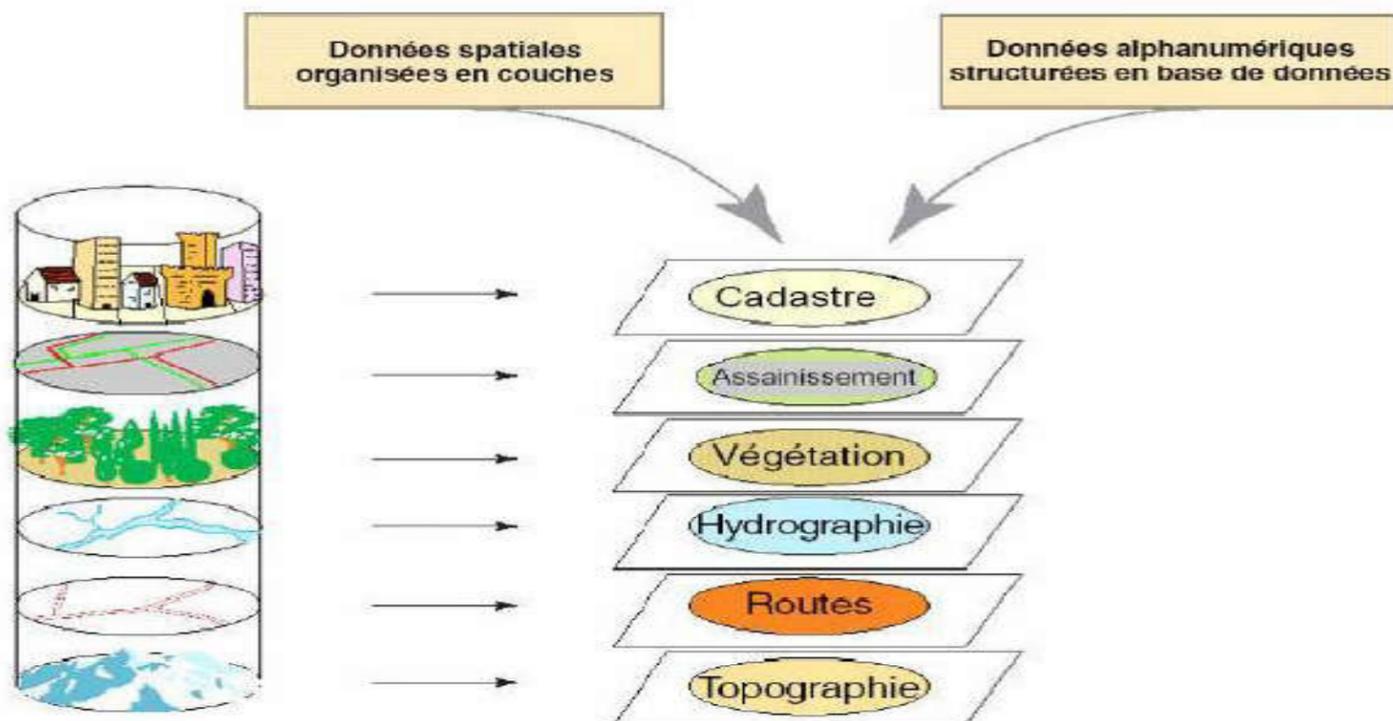
**Le second groupe** : est celui des projets d'informations territoriales. Ce sont les projets d'aménagement régional ou urbain du territoire, les systèmes d'informations territoriales pour les collectivités locales.

**Le troisième groupe :** concerne les projets pour la planification et la protection de l'environnement, les projets de gestion des ressources naturelles.

### III.1.4 Structure de l'information géographique

La structuration des données SIG se fait par couches, qui sont des ensembles d'éléments géo référenciés (données géomatiques et attributaires). Ainsi, une image raster, ou un ensemble d'objets vectoriels peuvent constituer une couche.

Généralement, on rassemblera dans une couche les objets faisant partie d'une même thématique. On rassemblera par exemple dans une couche nommée « voirie » les objets de type « ligne » correspondant aux routes, aux sentiers,... Alors que d'autres objets linéaires (fleuves, canaux,...) seront regroupés dans une couche distincte, dans ce cas, la couche « hydrologique ». Si l'affichage d'une couche permet déjà la réalisation d'analyses intra couches, la grande force des SIG est de permettre la visualisation simultanée de différentes données par superposition de couche. La superposition à volonté de couches de thèmes différents permet d'obtenir une représentation des données adaptée aux besoins d'analyse, complexe et riche en information, notamment au niveau des interactions spatiales et thématiques. A partir de là, tout ou presque est possible, grâce aux analyses multicritères et multicouches (Krafft et al, 2005).



**Base de données géographique = ensemble de couches superposables**

Figure n°09 : Structure de l'information géographique (Habert, 2000).

## III.2 La Télédétection

La Télédétection "Les hommes ont depuis toujours recherchés des points d'observation situés au-dessus du paysage pour avoir une vue sur les terrains alentour. Ces points panoramiques permettaient d'avoir une vision d'oiseau" des alentours, et les gens pouvaient examiner et interpréter ce qu'ils observaient (ARONOFF, 1989). Une modalité similaire de collecte d'informations est utilisée dans la technique appelée "télédétection" Ces techniques sont largement utilisées pour interpréter les traits de paysages aptes à changer avec le temps et comprenant souvent des zones inaccessibles. La technique s'étant avérée, dans ces conditions, être un moyen très rentable d'acquisition d'information.

### III.2.1 Qu'est Que la télédétection ?

Le mot télédétection (en anglais « Remote Sensing ») désigne l'ensemble des techniques qui permettent d'étudier à distance des objets ou des phénomènes. Le terme de télédétection a été inventé en 1958 par Evelyn Pruitt de l'Office of Naval Research des Etats-Unis dans le but de référer à l'intégration de données issues d'acquisitions aussi diverses que des photographies aériennes ou des images satellitaires (THIRION, 2003).

Une définition plus précise, et pour nous plus opérationnelle, de la télédétection est la suivante : « La télédétection est l'ensemble des techniques qui permettent, par l'acquisition d'images, d'obtenir de l'information sur la surface de la Terre (y compris l'atmosphère et les océans), sans contact direct avec celle-ci. La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et analyser l'information qu'il représente, pour ensuite mettre en application cette information. » (D'après CCT, 2008).

Quel que soit le domaine d'application considéré, une bonne interprétation des documents de télédétection ou une bonne utilisation des données numériques nécessite la compréhension des principes physiques sur lesquels sont fondés la technique de télédétection employée (**KERGOMARD, 2009**).

### III.2.2 Images Satellites

#### III.2.2.1 Données de télédétection appliquées à la gestion des steppes

Dans les régions arides et semi-arides algériennes, nous citerons les travaux réalisés par (**Callot et al, 1996**). Ces dernières années ont introduit une nouvelle approche basée sur le principe de la morphologie mathématique. (**Courel et al, 1999**) ont travaillé sur la contribution de la télédétection à l'étude de la désertification en Afrique de l'ouest tandis que (**Desjardins et al, 1999**) ont étudié l'apport de la télédétection sur l'ensablement de palmeraies dans un secteur menacé du sud-est du Maroc.

Nous évoquons aussi le travail de (**Desjardins et al, 2005**) qui a mis en évidence l'avancée des dunes dans plusieurs endroits du Sud-est du Maroc. Ces auteurs ont utilisé des images civiles et militaires de très haute résolution spatiale afin de comprendre la dynamique de l'ensablement ainsi que des mesures sur la progression des édifices dunaires sur une période de quarante ans.

En Algérie plusieurs études ont été établies, nous citons par exemple le travail de (**Bensaid, 2006**) qui a mis en évidence l'intérêt du SIG et la télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride (**Naama**), et le travail de (**Haddouche, 2009**) qui a traité la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride dans la région de **Naama**.

#### III.2.2.2 Utilité des images satellites dans la steppe

- de comparer dans l'espace et dans le temps les différentes mutations des unités constituant les différents paysages de la région d'étude.
- de localiser les zones où la régénération est possible et les zones où il faut intervenir en urgence pour limiter et atténuer les dégâts ;
- d'obtenir des informations concernant des zones isolées ou inaccessibles.
- d'évaluer l'impact des décisions de gestion des ressources.

Selon **BARDINET C., (1994)**, le choix d'un système de télédétection est crucial et dépend de :

- de la résolution au sol du pixel.
- du nombre et de l'intervalle des bandes spectrales.
- du cycle d'enregistrement de données disponibles diurnes, nocturnes, multi saisons.
- de la superficie couverte par une seule image.

## **Chapitre IV. Présentation de la Zone d'étude**

Dans le cadre de notre travail, une synthèse des caractéristiques du milieu physique, à savoir écologie du milieu est réalisée. La description des caractéristiques écologiques, climatiques et environnementales permet de comprendre l'évolution du couvert végétale au niveau de la zone d'étude.

#### **IV .1 Situation administrative et géographique :**

Une zone montagneuse au nord ; La wilaya de Tiaret est situé à l'ouest de pays, couvre une superficie de **20399,10 km<sup>2</sup>**, (**Fig10**).elle s'étend sur une partie de l'Atlas tellien au nord et sur les hauts plateaux au centre et au sud.Elle se situe entre le massif de l'Ouarsenis occidentale au nord et les hauts plateaux steppiques du sud à l'ouest, elle est délimitée par plusieurs wilayas à savoir :

- Tissemsilt et Relizane au nord ;
- Laghouat au sud ;
- Mascara et Saida à l'ouest ;
- Djelfa et Médéa à l'est ;

La région de Tiaret est caractérisée par un relief varié et une altitude comprise entre **800-1200m**. Dans ce sens on identifie une variabilité paysagère comme suit :

- Superficie agricole utile: **684851 ha** ;
- Forêts : **154200 ha** ;
- Terres incultes : **10000 ha** ;
- Steppe et alfa : **986000 ha**.

Toute la région des steppes; la zone d'étude se situe dans la partie centrale de la région steppique de la willaya de **Tiaret** sur le plateau de **Ain Deheb**, au Sud du massif du **Nadhor** . Où l'écosystème steppique de la région du **Tiaret** occupe la partie sud de l'État D'une superficie de **986000 Has (Bouacha, 2019)**,

Les communes limitrophes de **Ain Deheb** nord est Sougueur et de l'est Zmalet El Emir Abdelkader et de l'ouest la commune Medrissa et de sud Aflou.

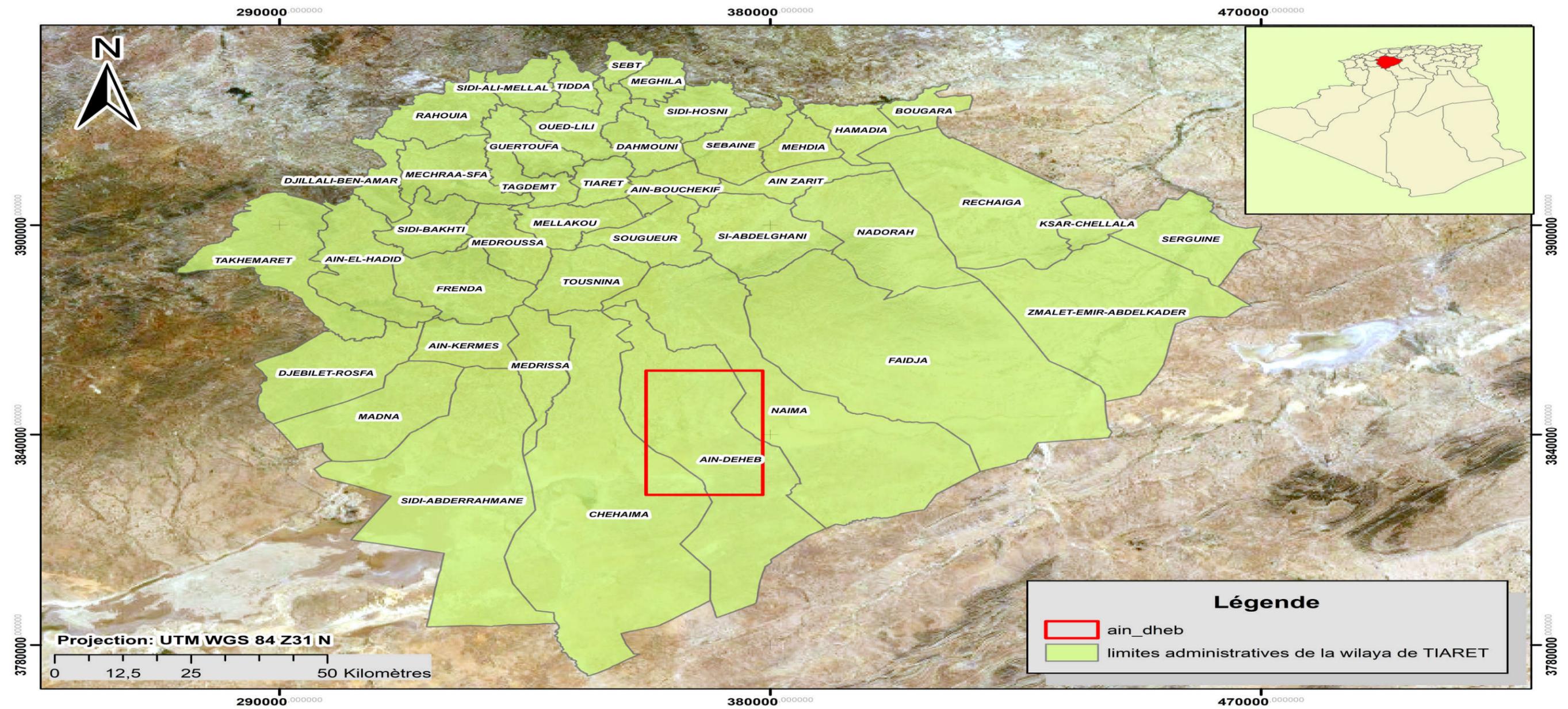


Figure n°10: carte de situation géographique de la zone d'étude

#### IV .2 Cadre géomorphologie

La région de Tiaret présente une diversité d'unités naturelles qui caractérisent les deux grands ensembles morphologiques l'Atlas tellien et les Hautes plaines. selon **(Duvignaud, 1992)** l'analyse géomorphologique, permet d'identifier quatre unités distinctes et plus au moins homogènes :

- **Collines de Tiaret**
- **Les monts de Frenda**
- **Plateau du Sersou**
- **Parcours Steppiques**

Constituants une vaste plaine regroupant la cuvette du **Chott Chergui** à l'Ouest et le chaînon du **Nadhor** (Dj. Nador, Dj N'sour, Dj. Es safah, Dj Chemer, Ras Sidi Atallah).

La région de notre étude, appartient aux hautes plaines steppiques de Ain dheb, occupant la partie centrale

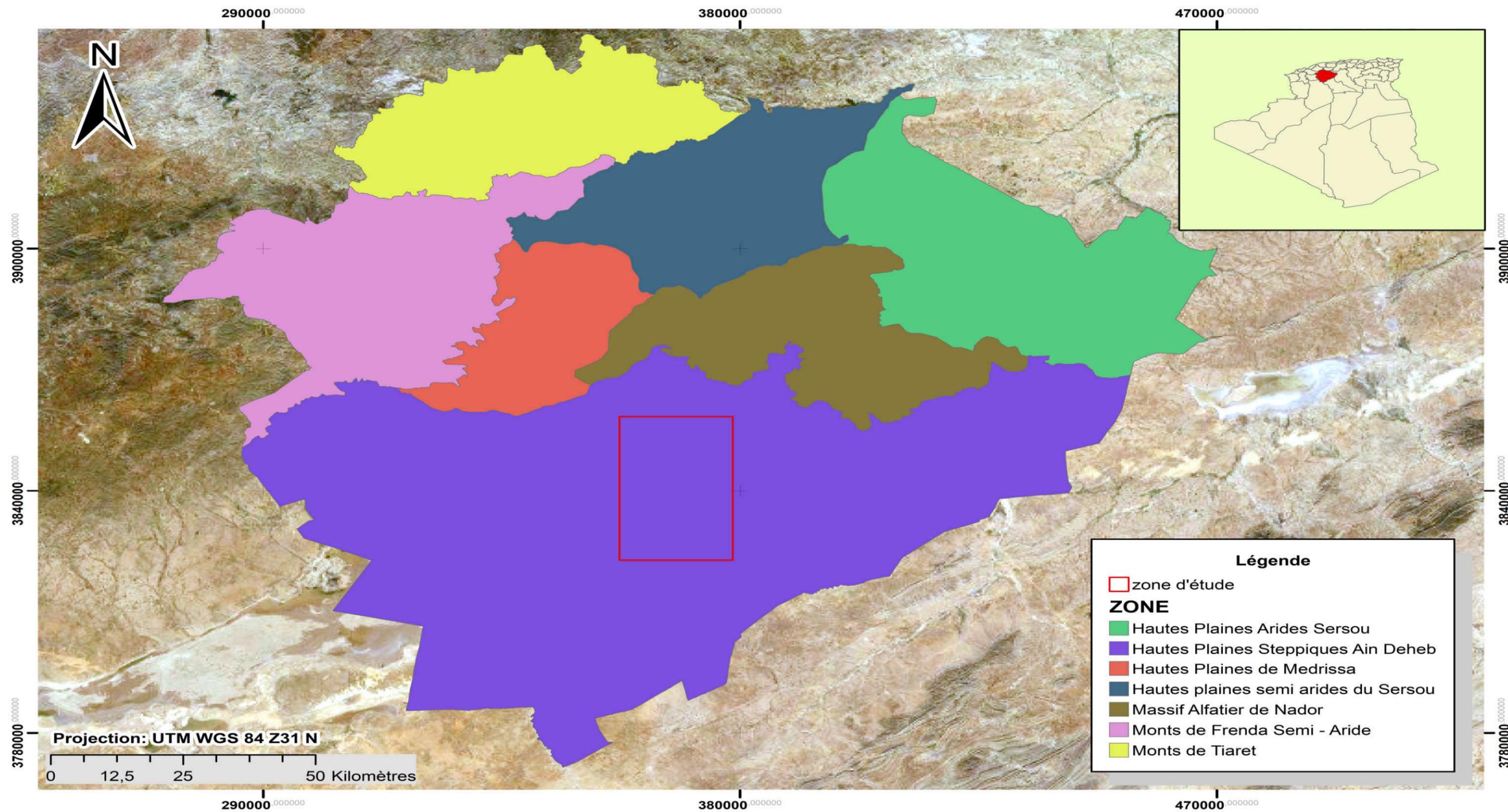


Figure n°11 : Carte géographique de la wilaya de Tiaret

**IV .3 Occupation des sols :**

La notion d'occupation et utilisation des sols, permet d'identifier les différentes unités paysagères ainsi que la nature de l'utilisation d'un écosystème par l'homme. Il est important d'avoir une idée générale sur les principales classes d'occupation des sols existants. Dans ce sens, la région d'étude est une région de parcours par excellence, ou l'activité agricole est dominée l'élevage ovin sur de vastes régions, qui sont dominées par une végétation à base d'alfa (nappes alfatières) pure ou en association (**figure n°12**).

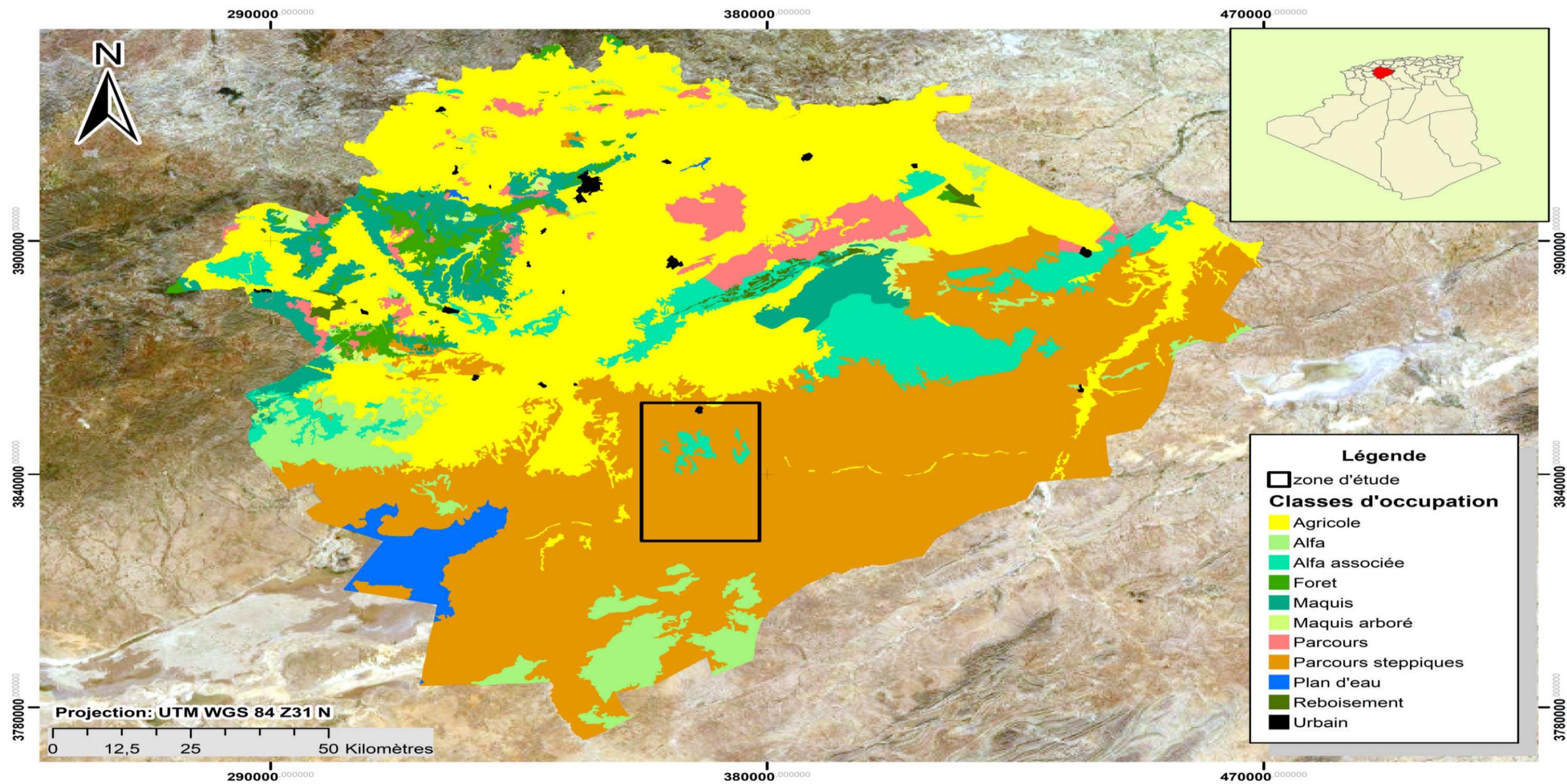


Figure n°12 : carte d'occupation de sol de la région de Tiaret

#### IV .4 Lithologie

Les sols sont appréciés selon leurs caractéristiques physico-chimiques liées aux contraintes dues à la dynamiques érosive, le climat, la nature géologique de la zone ainsi que l'influence du facteur anthropique.

Compte tenu l'identité écologique de la zone d'étude, les divers types de sols rencontrés manifestent certaines similitudes, dans ce sens ; la lithologie du terrain est caractérisée par des sols squelettiques pauvre en matière organique, entre autres ceux-ci sont de type calcaire (**BOUACHA ; 2019**).

- ✚ Calcaire friables
- ✚ Alluvions, sable et croute calcaire
- ✚ Croute calcaire
- ✚ Sebka

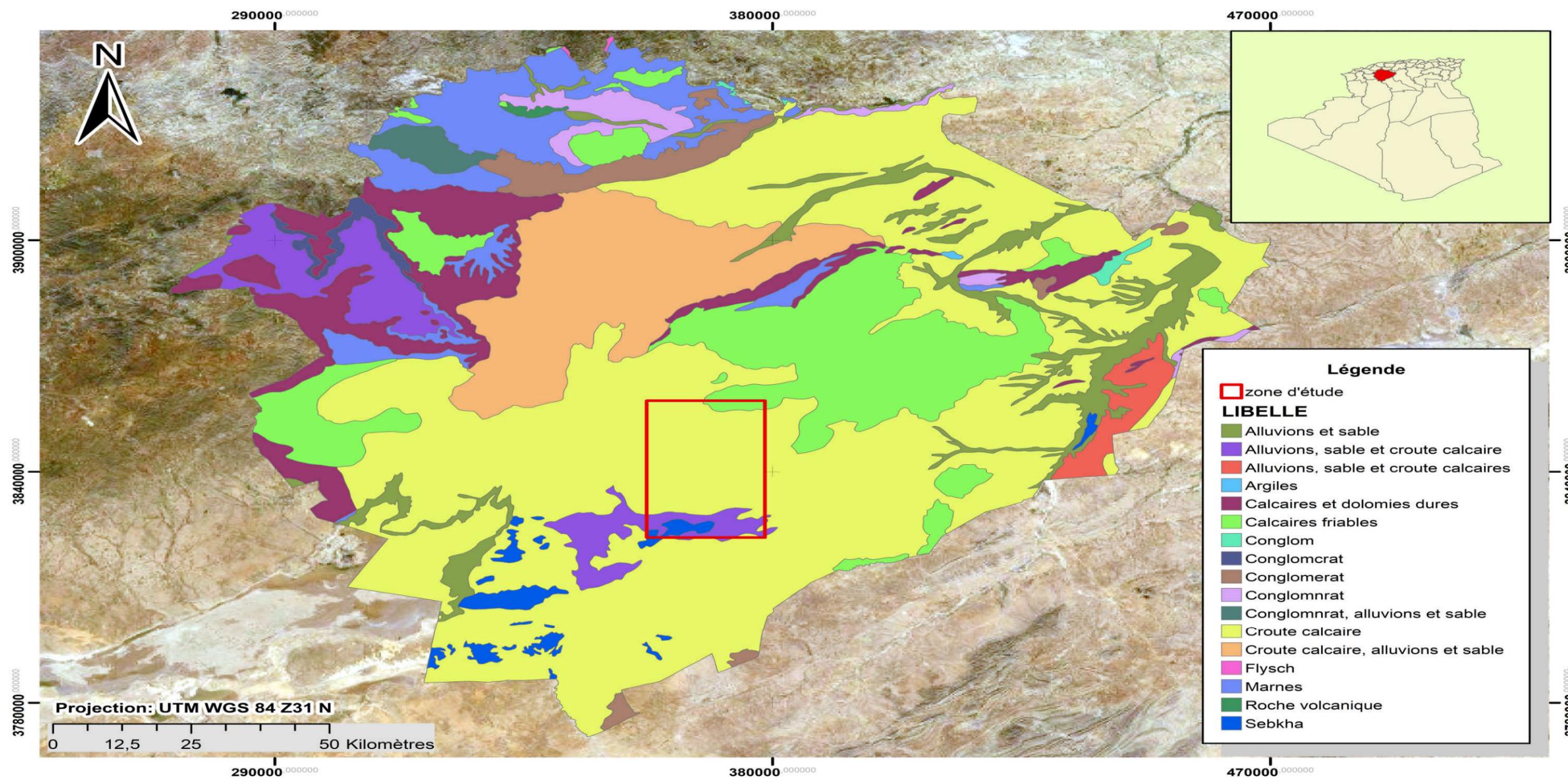


Figure n°1 3 : carte de lithologie de la région de Tiaret.

**IV .5 hydrologie**

La longueur du réseau hydrographique au sein de la région de Tiaret s'élève à 1938 Km, dont entres, **889Km** d'Oueds permanents tels que : Oued Mina, Oued Faidja. Oued Touil, Oued Taht, Oued Abd, Oued Tiguiguesst, Oued Rhiou principalement situés dans la partie Nord et 1049 Km d'Oueds temporaires principalement situés dans la région Sud (les parcours steppiques) ; (CFT, 2014).

L'eau est la principale préoccupation de l'éleveur en steppe, car le réseau hydrographique est de faible importance. La région de Ain dheb se caractérise par un climat semi aride avec de faibles apports en précipitations, ce qui fait que la région dispose de ressources hydriques de surface limitée (**figure n°14**) , en effet le réseau hydrographique est formé par un ensemble de cours d'eau temporaire dont les plus représentatifs sont oued headadba à l'Est et l'Oued milidi .

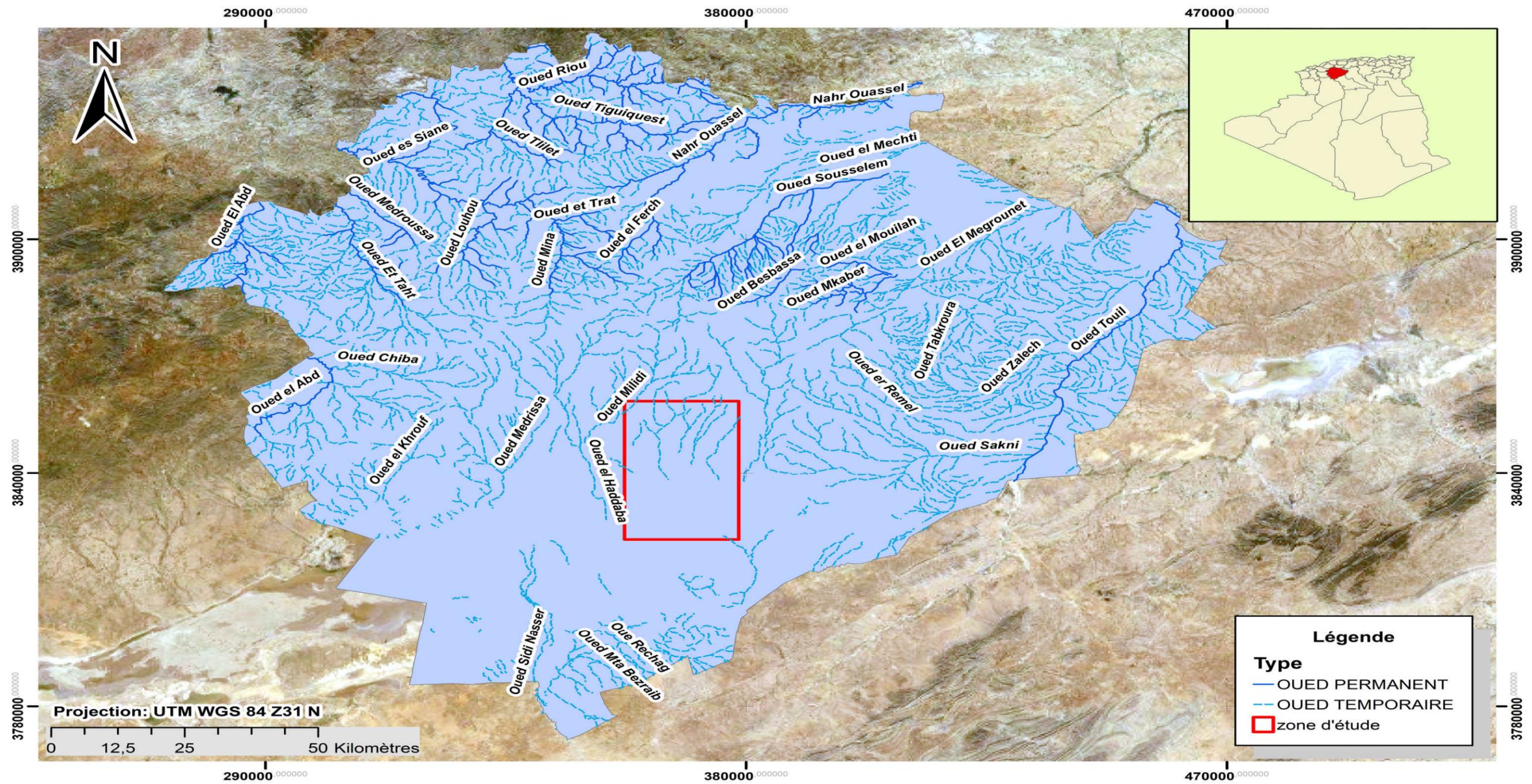


Figure n°14 : Carte du réseau hydrologique de la région de Tiaret.

#### IV .6 Le couvert végétal

La végétation rencontrée au niveau des zones steppiques dans la région de Tiaret est typique des écosystèmes semi-arides, en effet on y rencontre divers groupements végétaux, c'est ainsi que l'on identifie, au niveau des trois sous zones les steppes d'alfa (*Stipa tenacissima*), les steppes d'armoise blanche (*Artemisia herba alba*), une végétation psamophytes... etc.

La distribution spatiale de cette végétation répond à plusieurs variables notamment édaphiques, les sous arbustes tel que le **CHOBROG** (*Noa mucronata*) qui occupe les sols à croûte calcaire et d'une steppe rase à Sparte (*Lygeum spartum*), les halophiles composées de l'*Atriplex halimus*, situées sur les sols à forte salinité, les psamophiles tels que le *tamarix gallica* et le *retama retam* occupent les zones sableuses (**Bouacha, 2013**).

#### IV .7Analyse climatique

La végétation potentielle d'un endroit donné (ensemble des végétaux qui s'y développeraient en l'absence d'action humaine) est déterminée essentiellement par des facteurs abiotiques, notamment climatiques et édaphiques (liés au sol).

Les principaux facteurs du climat nous permettrons donc de mieux caractériser le milieu.

Pour assurer une bonne représentation climatique de la zone d'étude, on recommande de rechercher les données du régime des phénomènes météorologiques.

L'analyse climatique porte une hypothèse que les données climatiques disponibles pour la station météorologique de **TIARET** ne soient pas représentatives, le choix s'est porté sur l'exploitation des données issues de la télédétection susceptibles de répondre aux besoins de l'étude. Dans ce sens un ensemble de données relatives à la pluviométrie et à la température furent acquises à partir de la plate-forme en ligne de climate engine.

La région d'étude se caractérise par un climat semi aride à hivers frais, caractéristiques des régions de la steppe supérieure.(**figure n°15**). Une description de la variabilité des précipitations et des températures est réalisée.

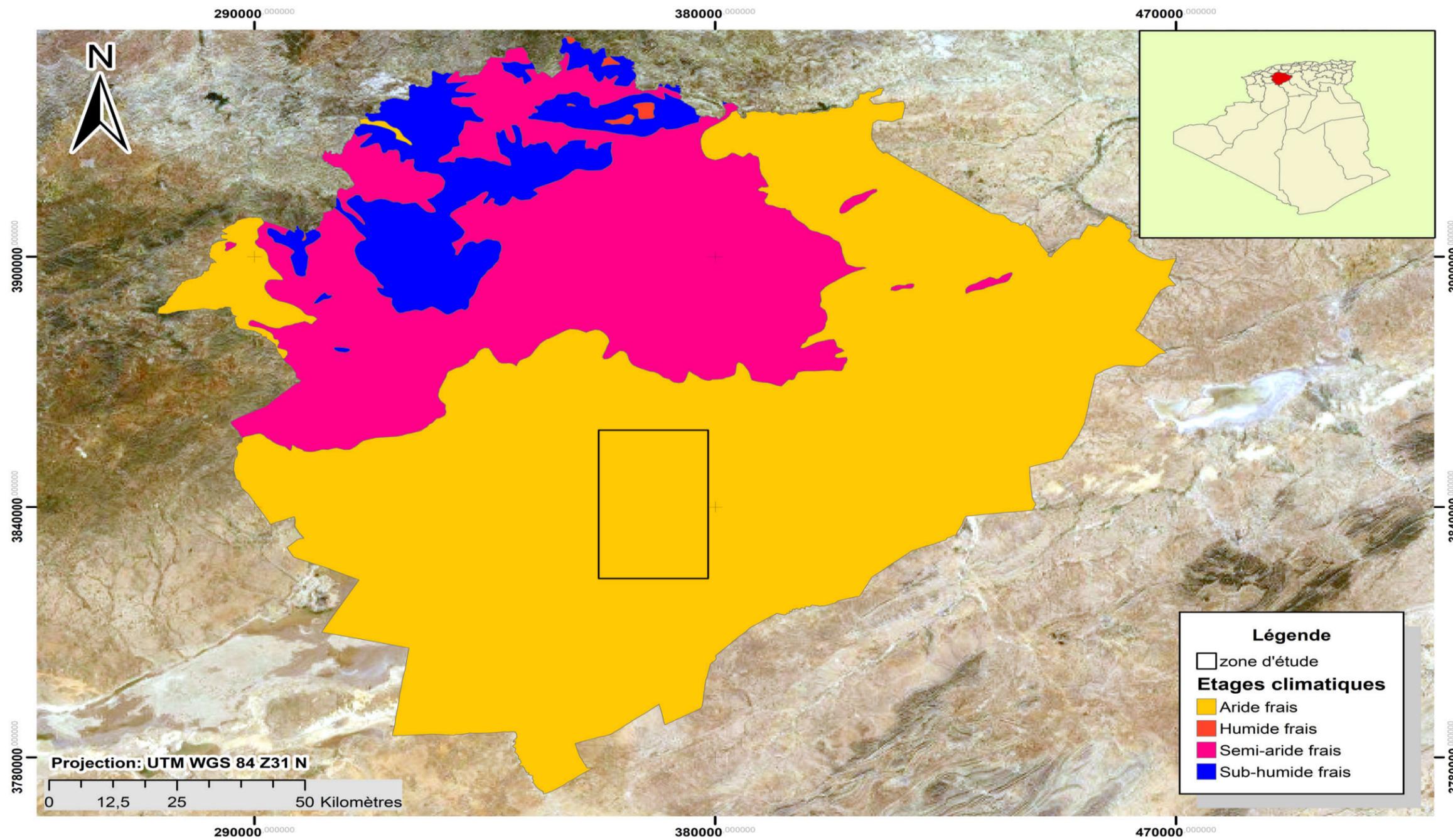


Figure n°15 : Carte climatique de la région de Tiaret .

Dans notre cas, la qualité des données climatiques dépend du nombre d'années enregistrées disponibles. Moins d'années signifient des résultats moins fiables. La période de référence pour des données climatiques fiables est de **41ans**. Nos données climatiques proviennent de données météorologiques de **41ans** entre **1980** et **2021**.

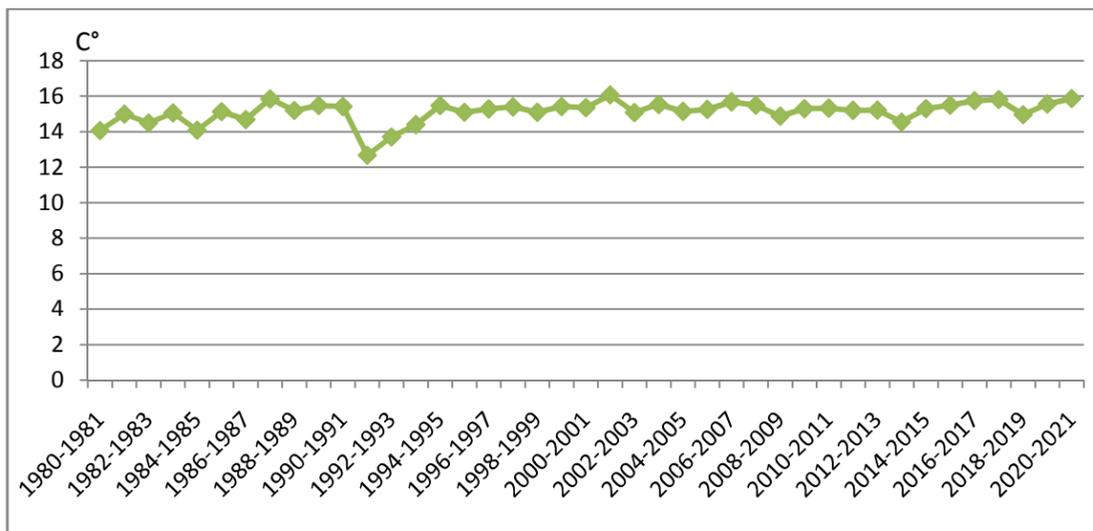
**IV .7.1 La température**

La température de la région steppique se caractérise par de grandes valeurs durant les saisons estivales et de très faibles valeurs durant la période hivernale.

L'étude des températures a été sur la région sur une période de 41 ans, entre 1980et 2021.

**IV .7.1.1Température moyenne annuelle**

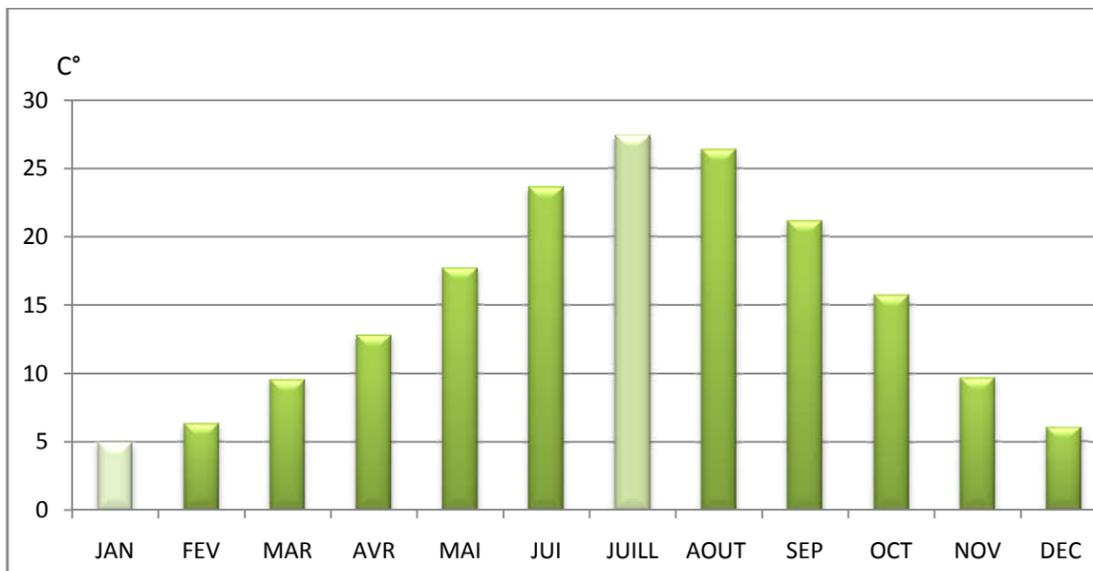
A L'échelle annuelle, (**figure n°16**) montre une faible valeur de la température moyenne annuelle (**14,4°C**) le graphe montre aussi quel' année **2001** est l'année la plus chaude dans cette période avec une température moyenne de **16,08C** et l'année **1991** est la plus froide avec une valeur de **12,67°C**.



**Figure n°16 : évolution de la température moyenne annuelle pour la période allant de 1980 à 2021**

**IV .7.1.2 Températures moyennes mensuelles :**

Sur l'ensemble de la période 1980-2021, le mois de **janvier** demeure le plus froid avec une moyenne de **4,96 °C** avec un minimal de **2,74°C**. Le mois le plus chaud est celui de **juillet** avec une moyenne de **27,46°C** atteignant un maximal de **29,32 °C**. (**Figure n°17**).



**Figure n°17 : température moyenne mensuelle pour la période allant de 1980 à 2021**

IV .7.2 Les précipitations

Les pluies ont une influence énorme sur le modèle climatique de la région Les précipitations caractérisent la balance climatique d'une région, par leurs intensités, leurs fréquences et leurs irrégularités.

IV. 7.2.1 Précipitations moyennes mensuelles

les précipitations moyennes mensuelles de la région durant la période s'étalant de 1980 à 2021 montre que le mois le plus humide est Mars avec une valeur de 29,86mm et le mois le plus sec est juillet avec une moyenne de 7,98mm. (Figure n°18).

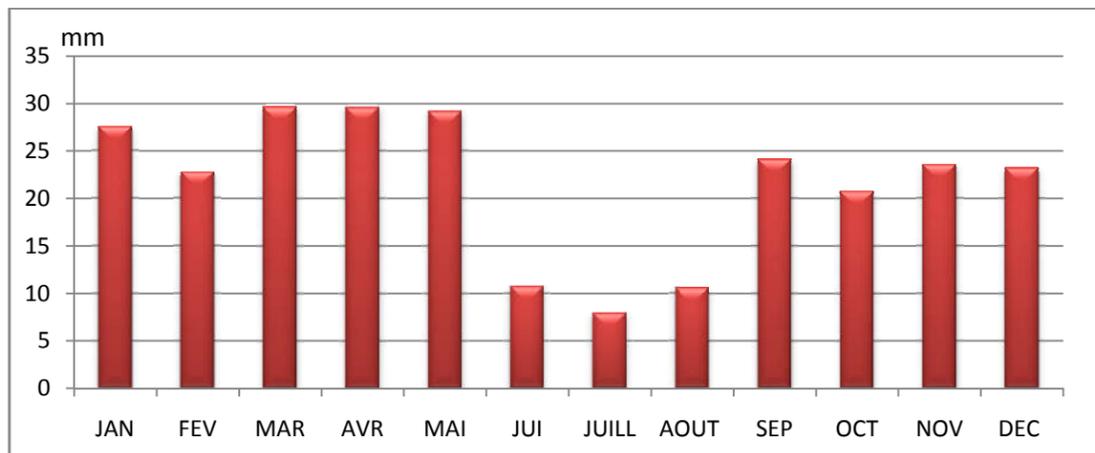


Figure n°18: précipitation moyenne mensuelle pour la période allant de 1980 à 2021.

IV. 7.2.2 Irrégularité des précipitations

D'après la figure n°19 présentant la variabilité des précipitations moyennes annuelles durant la période d'étude entre 1980 et 2021. Il apparait que les précipitations manifestent une certaine irrégularité durant toute la période, avec le maximum de précipitations enregistrées durant l'année 1983 avec une valeur de 40,34 mm. L'année ayant enregistré un minimum de précipitations est 2015 avec une valeur de 0,64mm.

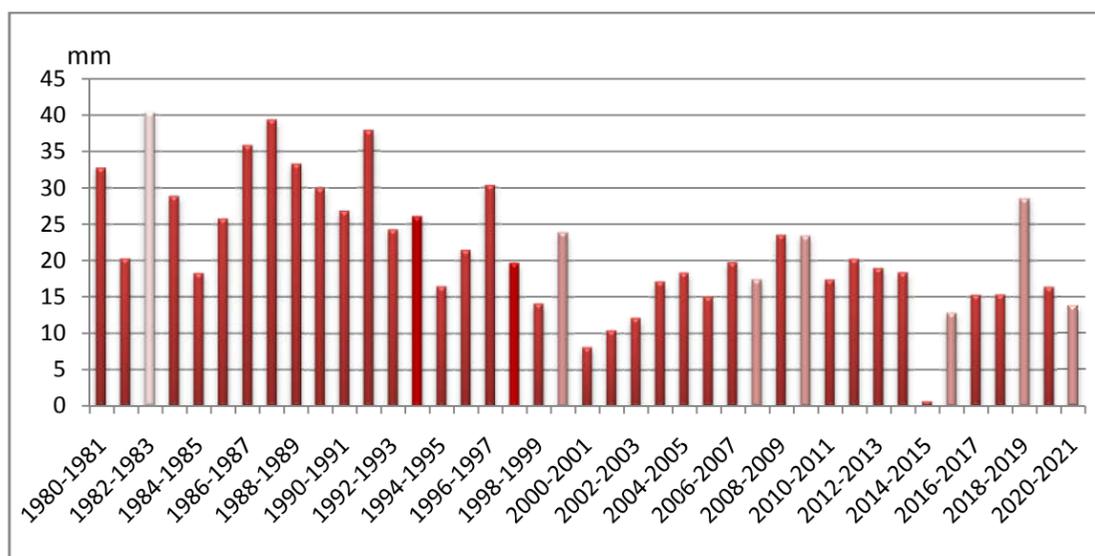


Figure n°19 : précipitations moyenne annuelle de la période allant de 1980 à 2021.

IV .7.3 Evolution températures-précipitations

Diagrammes Ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen Bagnouls et Gaussen en 1953, ont établi un diagramme qui permet de dégager la durée de la période sèche en s'appuyant sur la comparaison des moyennes mensuelles des températures en °C avec celles des précipitations en mm ; on admettant que le mois est sec lorsque « P est inférieur ou égal à 2T ».

La (figure n°20), illustre le diagramme xérothermique de la région d'étude pour la période 1980 à 2021 D'un point de vue globale, l'on remarque que la période sèche pour l'ensemble de la période d'observation s'étend sur 05 mois, à partir du mois de mai mois jusqu'au mois de septembre.

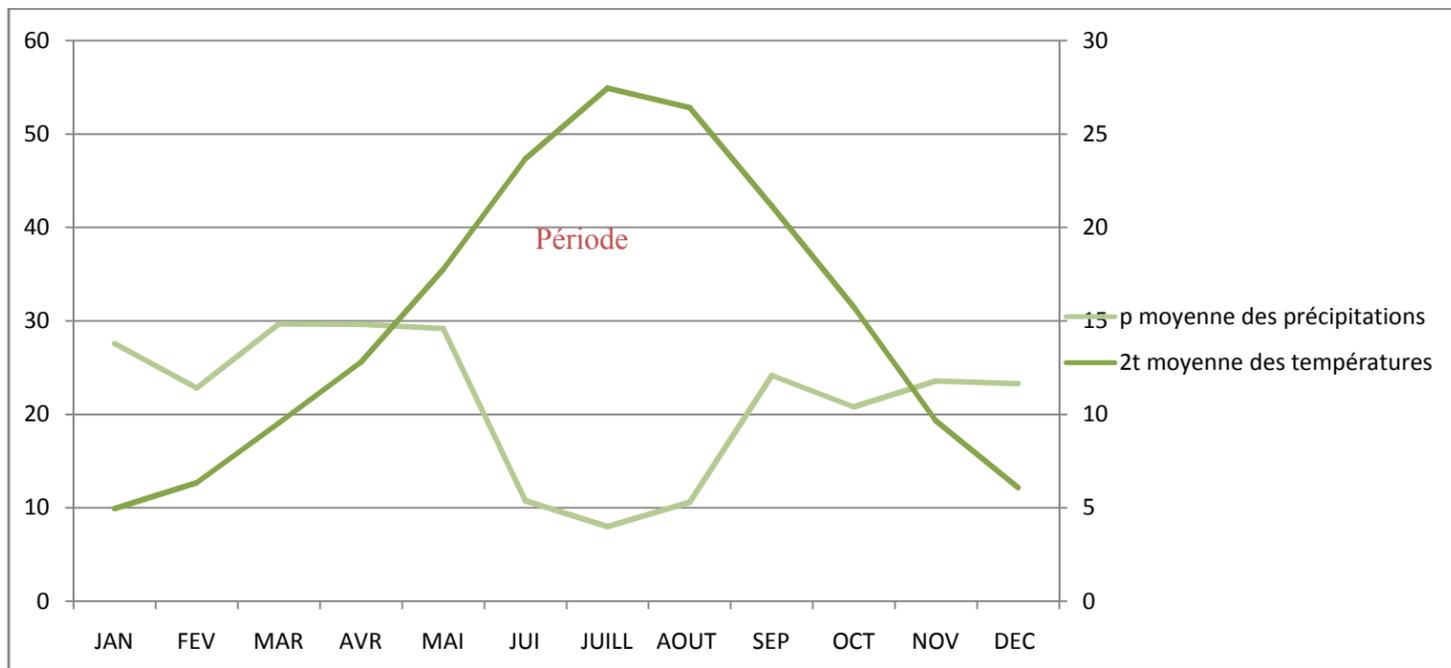


Figure n°20 : diagramme ombrothermique pour la période allant de 1980 à 2021.

**IV .7.3.1 Coefficient pluviométrique d'Emberger (Q2)**

L'indice d'Emberger prend en compte les précipitations annuelles, la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (Emberger L, 1955).

$$Q_2 = 2000P / (M_2 - m_2)$$

Avec :

**Q<sub>2</sub>** : Quotient pluviométrique ;

**P** : Précipitation annuelle en (mm) ;

**M** : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en (°k) ;

**m** : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid exprimée en (°k).

$$Q_2 = 3.43 P / M - m$$

**Tableau n°02 : situation bioclimatique de la région d'étude**

Nom de la station	T max (K)	T min (K)	P (mm)	Q2	Etage bioclimatique
Zone d'étude	295,04	274 ,6	267,47	45,9434606	Semi-aride à hiver frais

## ***Chapitre V : Méthodologie de Travail***

L'objectif de notre étude est d'analyser la dynamique et évolution spatio-temporelle de la végétation au niveau des parcours steppique de la région d'étude, et ce à travers la mise en place d'une méthodologie basée sur l'utilisation des données de télédétection. Il s'agit d'établir un constat sur la fréquence des changements, s'ils ont lieu, de définir une échelle de sensibilité de la végétation steppique, mais aussi de définir les facteurs prépondérants et conditions les changements susceptibles d'intervenir.

Dans ce sens, la méthodologie adoptée vise à réaliser des cartes de végétation à différentes dates, et ce pour un objectif de comparaison et détection des changements (1990, 2010 et 2021) et de détection des changements à travers l'exploitation d'images satellitaires. Pour ce faire la méthodologie mise en place est organisée en deux parties.

**V.1. Acquisition des données**

**V.1.1 Les images satellitaires**

Les images satellitaires utilisées dans le cadre de cette étude sont les images issues des capteurs **Landsat TM** et **Sentinel-2**. C'est images sont fournissés gratuitement aux utilisateurs et sont adaptées à la thématique dans la mesure où leurs missions essentielles et d'observer la terre. Cependant, l'utilisation des images satellitaires requière un matériel informatique conséquent et performant, tant pour le stockage que pour le traitement. A cet effet, nous avons optés pour la plate-forme de Cloud computing **Google earth engine**, qui permet de visualiser, traiter et exploiter les images satellitaires des différents capteurs.

➤ **Sentinel-2**

Est une série de satellites d'observation de la Terre de l'Agence spatiale européenne développée dans le cadre du programme Copernicus dont les deux premiers exemplaires ont été mis en orbite en **2015** et **2017**. L'objectif du programme est de fournir aux pays européens des données complètes et actualisées leur permettant d'assurer le contrôle et la surveillance de l'environnement. Les satellites **Sentinel-2** constituent une des composantes spatiales de ce programme qui comprend également notamment les **Sentinel-1** (observation radar tout temps) et **Sentinel-3**. Ils doivent fournir l'imagerie optique haute résolution permettant l'observation des sols (utilisation des sols, végétation, zones côtières, fleuves, etc.) ainsi que le traitement des situations d'urgence (catastrophes naturelles).

**Tableau n°03 : Bandes spectrales de l'instrument MSI à bord de Sentinel-2**

Bandes Sentinel-2	Sentinel-2A		Sentinel-2B		Résolution spatiale (m)
	Longueur d'onde centrale (nm)	Largeur de bande (nm)	Longueur d'onde centrale (nm)	Largeur de bande (nm)	
Bande1 – Aérosol côtier	442.7	21	442.2	21	60
Bande 2 – Bleu	492.4	66	492.1	66	10
Bande 3 – Vert	559.8	36	559.0	36	10
Bande 4 – Rouge	664.6	31	664.9	31	10
Bande5 – Végétation "red edge"	704.1	15	703.8	16	20
Bande6 – Végétation "red edge"	740.5	15	739.1	15	20
Bande7 – Végétation "red edge"	782.8	20	779.7	20	20
Bande 8 – PIR	832.8	106	832.9	106	10
Bande8A – PIR "étroit"	864.7	21	864.0	22	20
Bande 9 – Vapeur d'eau	945.1	20	943.2	21	60
Bande10 – SWIR – Cirrus	1373.5	31	1376.9	30	60

Bande 11 – SWIR	1613.7	91	1610.4	94	20
Bande 12 – SWIR	2202.4	175	2185.7	185	20

➤ **Le satellite LANDSAT**

Le programme américain ERTS (Earth Ressources Technology Satellite) a démarré en **1972**. Il a été rebaptisé en **1975** par Landsat (Land Remote Sensing Satellite) et est probablement le programme d'imagerie satellitaire dont la pérennité est la plus grande puisque, malgré l'échec au lancement de **Landsat 6**, **Landsat 7** a été lancé en **15/04/1999**. Ce dernier type comprend des modifications du capteur **TM** remplacé par le nouveau capteur **ETM+** (Enhanced Thematic Mapper) (**TADJROUNI. 2000**).

Les satellites de Landsat sont équipés de différents capteurs les caméras RVB (Return Beam Vidicon). Qui prennent des clichés instantanés de grande taille (**186km x 185km**). Ces capteurs s'appliquent soit sur trois bandes simultanées d'environ **185 Km** de long et **79 Km** de large. Cinq bandes spectrales ont été employées. Les capteurs **TM** de **Landsat 6** et **ETM+** de **Landsat 7** (Enhanced Thematic Mapper) sont des évolutions dans la technologie du Thematic Mapper. **ETM+** est la dernière génération de ce type de capteur qui est doté en plus des sept canaux ordinaires d'un canal dans le domaine du panchromatique (**FIGUIGUI.2000**).

**Tableau n° 04 : caractéristique des satellites Landsat**

Caractéristiques	Landsat-1 à 3	Landsat-4 et 5	Landsat-6	Landsat-7	Landsat 8
Début et fin de mission	Landsat-1 : 1972-1978 Landsat-2 : 1975-1981 Landsat-3 : 1978-1983	Landsat-4 : 1982-1993 Landsat-5 : 1984-2013	1993 (Échec)	1999-	2013-
Statut satellite	Mission terminée	Mission terminée	Échec au lancement	Opérationnel	Opérationnel
Masse	816–960 kg	1 938– 1 961 kg	2 000 kg	2 200 kg	2 600 kg
Instruments	MSS : radiomètre RVB : caméra vidéo	MSS et TM : radiomètre	MSS et TM : radiomètre	ETM+ : radiomètre	OLI et TIRS : radiomètre
Bandes spectrales	0,5-0,6 µm 0,6-0,7 µm 0,7-0,8 µm 0,8-1,1 µm	0,45-0,52 µm 0,52-0,6 µm 0,63-0,69 µm 0,76-0,9 µm 1,55-1,75 µm 2,08-2,35 µm	-	0,45-0,52 µm 0,53-0,61 µm 0,63-0,69 µm 0,78-0,9 µm 1,55-1,75 µm 2,09-2,35 µm	0,433-0,453 µm 0,45-0,515 µm 0,525-0,6 µm 0,63-0,68 µm 0,845-0,885 µm 1,56-1,66 µm 1,36-1,39 µm 2,1-2,3 µm
infra-rouge thermique	-	10,4-12,5 µm	-	10,4-12,5 µm	10,3-11,3 µm 11,5-12,5 µm
Panchromatique	-	-	-	0,52-0,9 µm	0,5-0,68 µm
Résolution	Générale : 79 m	Générale : 30 m Infrarouge thermique : 120 m	-	Générale : 30 m Panchromatique : 15 m Infrarouge thermique : 60 m	Générale : 30 m Panchromatique : 15 m Infrarouge thermique : 100 m

Technique de prise d'image	Whiskbroom	Whiskbroom	-	Whiskbroom	Pushbroom
Orbite	Altitude : 907–915 km cycle : 18 jours heure : 9 h 45	Altitude : 705 km cycle : 16 jours heure : 9 h 30-10 h	-	Altitude : 705 km cycle : 16 jours heure : 10 h-10 h 15	Altitude : 705 km cycle : 16 jours heure : 10 h

### V.1.2 Google earth engine

Google earth engine est une plate-forme en ligne destinée à la communauté scientifique et professionnels, elle permet l'accès à grande chelle de données géospatiales (visualisation, analyse)

Google earth engine se positionne aujourd'hui comme étant une innovation d'avenir en termes de télédétection et géosciences : Libre accès à une grande quantité de données. Aucune nécessité de téléchargement. Aucune configuration nécessaire ou requise du matériel nformatique à utuier. Possibilité d'injecter des données (vecteur/ raster/ csv .etc.)

Temps de calcule réduit, grande quantité d'informations traitées simultanément. Nouveaux algorithmes de traitement numérique des images (Machine learning, deep learning). Aisance d'utilisation, caréation d'application et intégration webmap.

Il est à noter que les images mise à disposition sur la plate-forme Google earth engine sont corrigées et ne nécessitent aucun traitement numérique et prête à être utiliser.

The screenshot displays the Google Earth Engine web interface. At the top, the browser address bar shows the URL: `https://code.earthengine.google.com/?scriptPath=users%2Fislem%2989%2Fdefault%3Adownload+NDVI+time+serie`. The main interface is divided into several panels:

- Left Panel (Assets):** Lists various saved assets such as `barrage_bekhadda`, `cadreperu`, `djbel_mdjouness`, `filed_mattia`, `lac_el_mellah`, `limite_Tiaret`, `mahi_parccelle`, `mattia_area`, `plantations_tiaret`, `point`, `ppgbouroumane`, `tes`, `tiziouzou`, and `ville_tiaret`.
- Center Panel (Script Editor):** Contains a JavaScript script titled "download NDVI time serie". The script includes comments and code for loading Landsat imagery, defining color palettes for NDVI and EVI, and defining a region of interest (ROI) as a buffer around a point. The script lines are:
 

```

1 // Load LANDSAT/LC8_L1T_32DAY_NDVI input imagery.
2 var NDVI = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC8_L1T_8DAY_NDVI');
3 var vis = {min: 0, max: 1, palette: [
4   'FFFFFF', 'CE7E45', 'FCD163', '66A000', '207401',
5   '056201', '004C00', '023B01', '012E01', '011301']};
6 var EVI = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC8_L1T_8DAY_EVI');
7 var vis1 = {min: 0, max: 1, palette: [
8   'FFFFFF', 'CE7E45', 'FCD163', '66A000', '207401',
9   '056201', '004C00', '023B01', '012E01', '011301']};
10 var NDWI = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC8_L1T_8DAY_NDWI');
11 var vis2 = {min: 0, max: 1, palette: [
12   'FFFFFF', 'CE7E45', 'FCD163', '66A000', '207401',
13   '056201', '004C00', '023B01', '012E01', '011301']};
14 // Define a region of interest as a buffer around a point.
15 var geom1 = ee.Geometry.Point(1.31766393, 35.17313872);
16 var geom2 = ee.Geometry.Point(2.34342170, 34.960668910);
17 var geom3 = ee.Geometry.Point(2.01989201, 34.07712208);
18 var geom4 = ee.Geometry.Point(1.07689844, 34.30854009);
            
```
- Right Panel (Inspector/Console):** Shows the console output with the instruction "Use print(...) to write to this console." Below this, a line graph titled "Band mean across images" is displayed. The graph plots "Band mean" on the y-axis (ranging from -0.5 to 1.0) against "Image (labeled by system: time\_start)" on the x-axis (ranging from 2014 to 2016). The graph shows two data series: "EVI" (blue line) and "NDVI" (orange line), both exhibiting seasonal fluctuations.
- Bottom Panel (Map):** Shows a satellite view of a landscape with green vegetation and brownish-yellow areas. The map includes navigation controls (hand, pan, zoom) and a scale bar indicating 10 km. The bottom status bar shows "Données cartographiques ©2020" and "Conditions d'utilisation | Signaler une erreur cartographique".

Figure n° 21: exploitation d'imagerie satellitaires sous google earth engine.

## V.2 Données de terrain

Un travail de terrain a été effectué pour l'acquisition d'un maximum d'information sur les différentes formations végétales en place (**figure n°22**). Une placette de **100m<sup>2</sup>** est identifiée au niveau de chaque site, ce qui correspond à la résolution spatiale minimale des images utilisées (**sentinel-2**) à cet effet les principales classes retenues pour la réalisation des cartes sont

### ✓ **Végétation steppique dense**

Il s'agit de repérer au niveau de la zone d'étude une région où la végétation en place est dense. Celle-ci se situe le plus souvent dans les régions mises en défens. Une placette est délimitée pour décrire les principales espèces végétales présentes sur le site.

### ✓ **Végétation steppique éparse**

La végétation steppique hors mise en défens se caractérise par sa faible densité et son ouverture au pâturage fait que celle-ci représente une steppe de dégradation, il est important d'identifier sur la zone d'étude, une région caractéristique, permettant d'identifier lors de la comparaison des cartes, les situations de dégradation

### ✓ **Végétation steppique de moyenne densité**

Une classe intermédiaire est identifiée généralement située dans les dépressions et Dhayas où le sol favorise plus ou moins un meilleur développement du couvert végétal

### ✓ **Remontée biologique**

Il s'agit de définir la végétation ayant recouvert les régions où l'ensablement est intervenu antérieurement, sur les cordons dunaires formés, l'objectif est de définir les principales espèces ayant occupés les formations sableuses.

### ✓ **Sols nus**

La classe de sols nus correspond à la région dénudées et totalement dépourvues de couvert végétales, il s'agit aussi des régions ayant subi un ensablement récent, et où les dunes de sables formées sont dépourvues de toute couverture végétale.

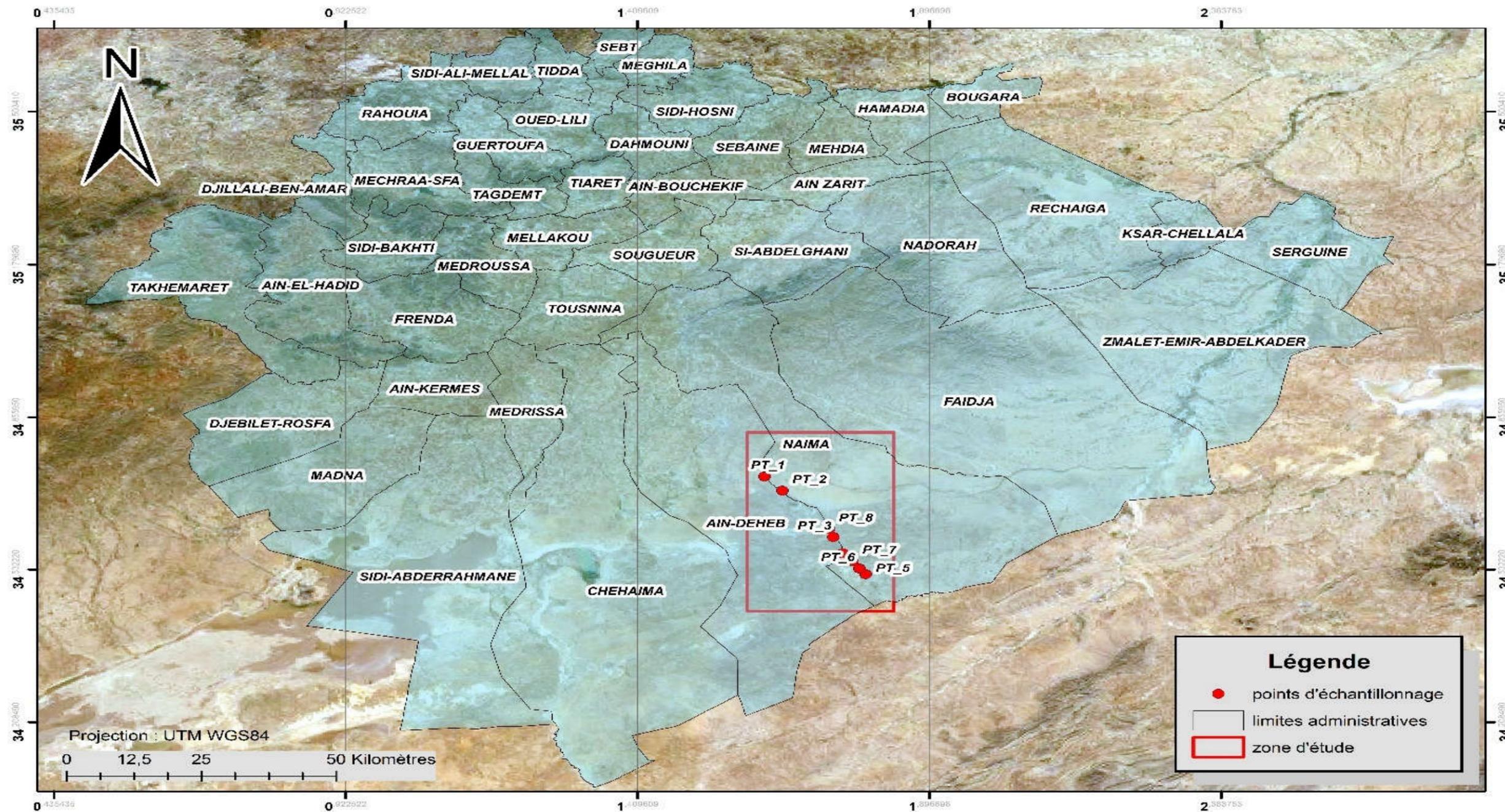


Figure n°22 : carte de situation des points d'échantillonnage

## V.2.1 Réalisation des cartes de végétation

Parmi les traitements numériques envisageables et à travers lesquels il est possible de réaliser des cartes à partir des images satellitaires : la classification supervisée.

### V.2.1.1 Classification d'images satellitaires

#### ❖ Supervisée :

En classification supervisée, vous ne laissez pas l'ordinateur créer les classes, vous les créez vous-mêmes et laissez à l'ordinateur l'étape suivante, c'est-à-dire l'assignation des pixels aux classes. Cela signifie que vous devez d'abord déterminer le nombre et la nature des classes que vous voulez utiliser.

#### ❖ non supervisée :

La classification non-supervisée consiste à laisser l'ordinateur calculer automatiquement les classes sur la base de plusieurs (en tout cas plus d'une) bandes de fréquences de votre image. Cela vous laisse la tâche d'identifier le bon nombre et la nature réelle des classes obtenues.

### V.2.1.2 Classification supervisée par la méthode du forêt aléatoire

La plate-forme **google earth engine** permet différentes possibilités de classer les images satellitaires suivant différents algorithmes. Dans le cadre de notre étude, nous avons optés pour une méthodologie basée sur l'utilisation de techniques nouvelles faisant appel au concept d'intelligence artificielle.

En effet la méthodologie de classification des images est basée sur la méthode du forêt aléatoire.

- ✓ **validation des résultats** : pour valider les cartes réalisées, l'indice kappa est calculé directement sur la plate-forme

## V.2.2 L'indice kappa

Le coefficient de Kappa a une valeur légèrement inférieure à la précision totale, (**Dos Santos ,2001**) ajoute que ce dernier exprime le taux d'erreurs à éviter et qui seraient obtenues lors de échantillonnage qui doit être complètement au hasard.

Les valeurs du coefficient de Kappa estimées dans notre cas sont: 93,41 %, 94,66 et 92,67 respectivement aux années 1987, 1999 et 2011. Sachant que la valeur critique de ce dernier au-delà de laquelle une classification est jugée acceptable est de 75 % (**Girard et Girard, 1999**). On peut donc dire qu'il y a une très bonne correspondance entre la cartographie issue de la classification de données de la télédétection et les observations de terrain.

# *Chapitre VI : Résultats & Discussions.*

### VI.1 Identification des formations végétales :

Pour les besoins de notre étude, des sorties de prospection et d'identification des formations végétales, ont été réalisées. Il s'agit d'identifier les principales classes de végétation à utiliser pour la réalisation des cartes de végétation. Dans ce sens la végétation steppique au niveau de la zone d'étude est principalement formée de :

❖ **Classe 01** : Représentée par une végétation dégradée et éparse d'un peuplement d'Alfa (*Stipa Tenacissima*) en association avec l'armoise champêtre (*Artemisia Compestris*) sur un sol sableux issu d'une situation d'ensablement antérieure. (**photo n°01**)



**Photo n°01: peuplement d'Alfa dégradée ( photo louali - laiche,2021)**

❖ **Classe 02**: la deuxième classe retenue pour la cartographie de la végétation dans la région d'étude correspond à un sol nu dépourvu de toute couverture végétale, et manifestement très sensible à l'action d'érosion, toutefois nous avons constatés la présence de quelques sujet reliques d'Alfa (*Stipa Tenacissima*) ce qui est pour indiquer une situation de forte dégradation au niveau de la zone d'étude. (**photo n°02**)



**Photo n°02 : steppe de dégradation dépourvue de couverture végétale ( photo louali - Laiche 2021)**

❖ **Classe 03** : représente une steppe de moyenne densité issue d'une remontée biologique d'Alfa (*Stipa Tenacissima*) et une plantation d'atriplexe canescence issue d'une intervention des services des forêts dans le cadre de la lutte contre la désertification. Il est à noter que la remontée biologique de la végétation s'est faite sur des formations sableuses, chose qui semble indiquer que la région de AIN DHEB a connu un ensablement massif durant les années passées. (**photo n°03**)



**Photo n°03 : remontée biologique et fixation de dunes de sables ( photo louali - laiche 2021 )**



**Photo n° 04 : fixation biologique de dunes de sable (photo louali - laiche 2021)**

❖ **Classe 04:** caractérisée par une steppe plus ou moins dense à travers une association Alfa ( *Stipa Tenacissima*) et Sparte ( *Legeum Spartum* ) avec une dominance du sparte qui semble prendre le dessus sur l'espèce principale qui l'Alfa.( **photo n°05**)



**Photo n°05 :steppe d'Alfa en association avec le sparte (photo louali - laiche 2021).**

## VI.2 Cartes de végétation

Les communautés steppiques à *Stipa tenacissima*, à *Lygeum spartum* et à *Artemisia herba-alba* constituent les principales formations végétales ayant marqué, durant plus d'un siècle, le paysage végétal des Hautes Plaines. Celles ci constituent un ensemble or topographique homogène, enserré entre les reliefs de l'Atlas Tellien et de l'Atlas Saharien. Dans sa partie élargie, dans le Sud-Oranais, la dynamique de ces trois steppes, couvrant 80 à 90% de cette région, a été suivie durant une vingtaine d'années (Aidoud, 1994 ; Aidoud et Touffet, 1996 ; Aidoud, 1997 ; Kadi-Hanifi-,1998). La clasification des images satellitaires a permit la réalisation des cartes de végétation pour la région de AIN DHEB.

## VI.2 .1 Carte de végétation 2021

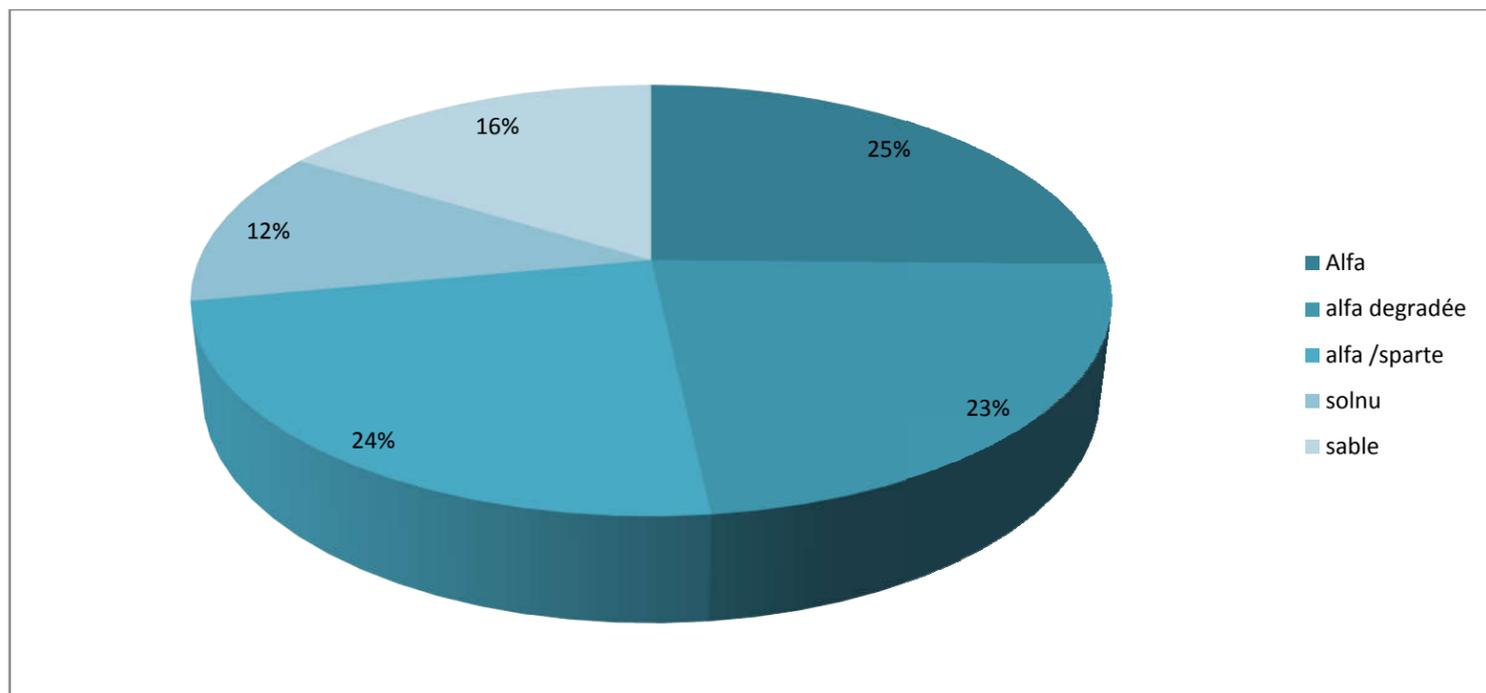


Figure n°23: Répartition de la végétation en 2021

La carte obtenue démontre que l'alfa est la végétation dominante avec une superficie de 2380ha de superficie ; l'alfa pure est la formation prédominante à 25%, contre 24% en association avec le *Lygum spartum*. L'association de l'alfa avec cette espèce qui est tolérante à la salinité des sols, est un indicateur de dégradation des nappes, ainsi que la carte établie laisse présager une dominance de la classe sol nu avec un totale de 12% par rapport à la superficie de la zone d'étude, indiquant une vulnérabilité de la zone à l'action de l'érosion éolienne ainsi qu'une présence d'une couverture végétale dégradée. Ce constat est confirmé par la superficie des formations sableuses instables dont la superficie est estimée à 15353 Ha soit 16 % de la superficie. On voit aussi la présence d'alfa dégradée comme classe végétative éparse qui consiste 23% de superficie de la région d'étude. Cette situation est due probablement au surpâturage.

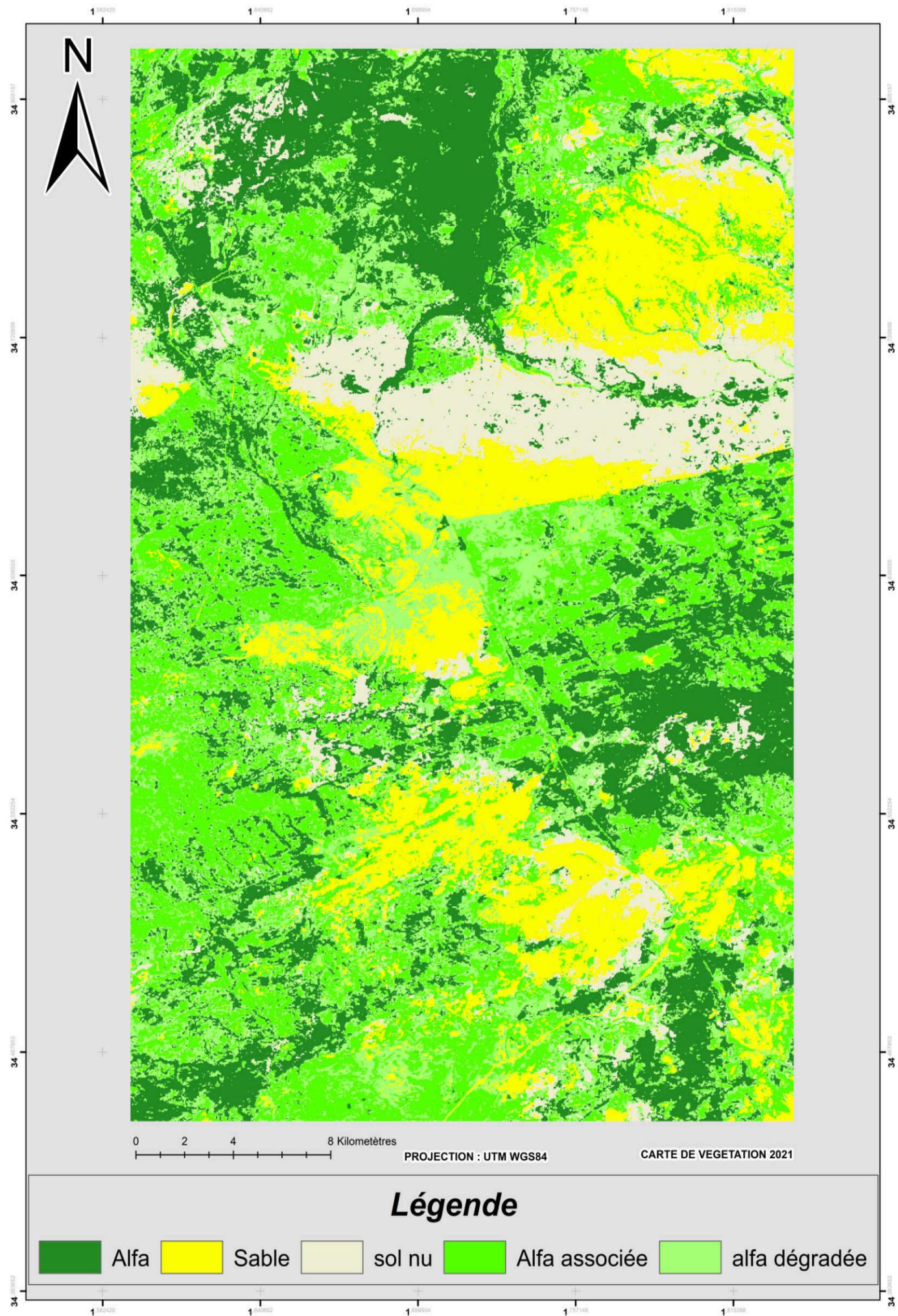


Figure n°24 : Carte de la végétation en 2021 .

## VI.2 .2 Carte de végétation 2000

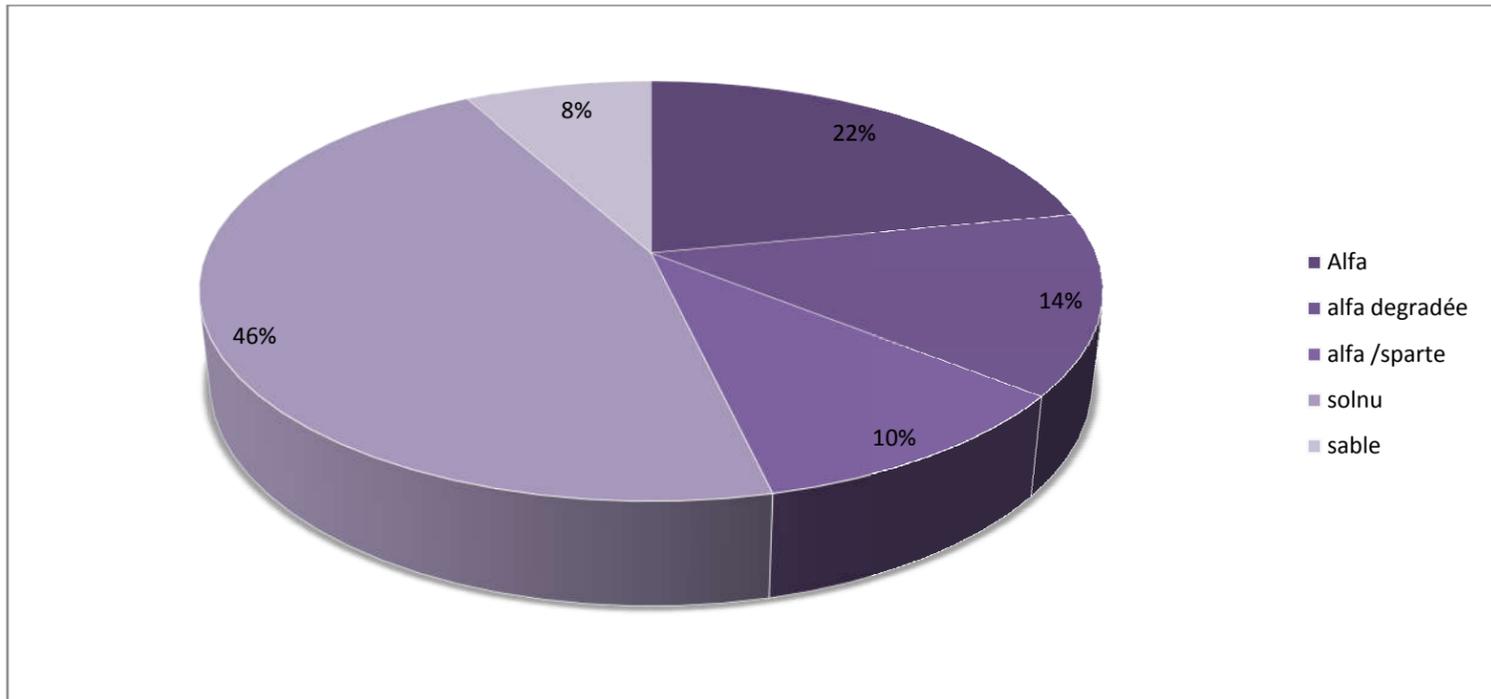


Figure n°25 : Répartition de la végétation en 2000.

Les résultats de la carte de végétation obtenue démontrent que Les nappes alfatières sont réparties en plusieurs classes dans le Sud de la région de Tiaret. Les nappes *stipa tenacissima* les plus dominantes couvrent 22% de la surface. et on estime que La classe de la végétation steppique épars (alfa dégradée) enregistre de 14% et pourcentage de 10% d'association entre alfa et sparte comme végétation moyennes. On remarque que la grande superficie est un sol nu estime par 43041 ha et de 8% d'elle de formation sableuse.(figure n°26)

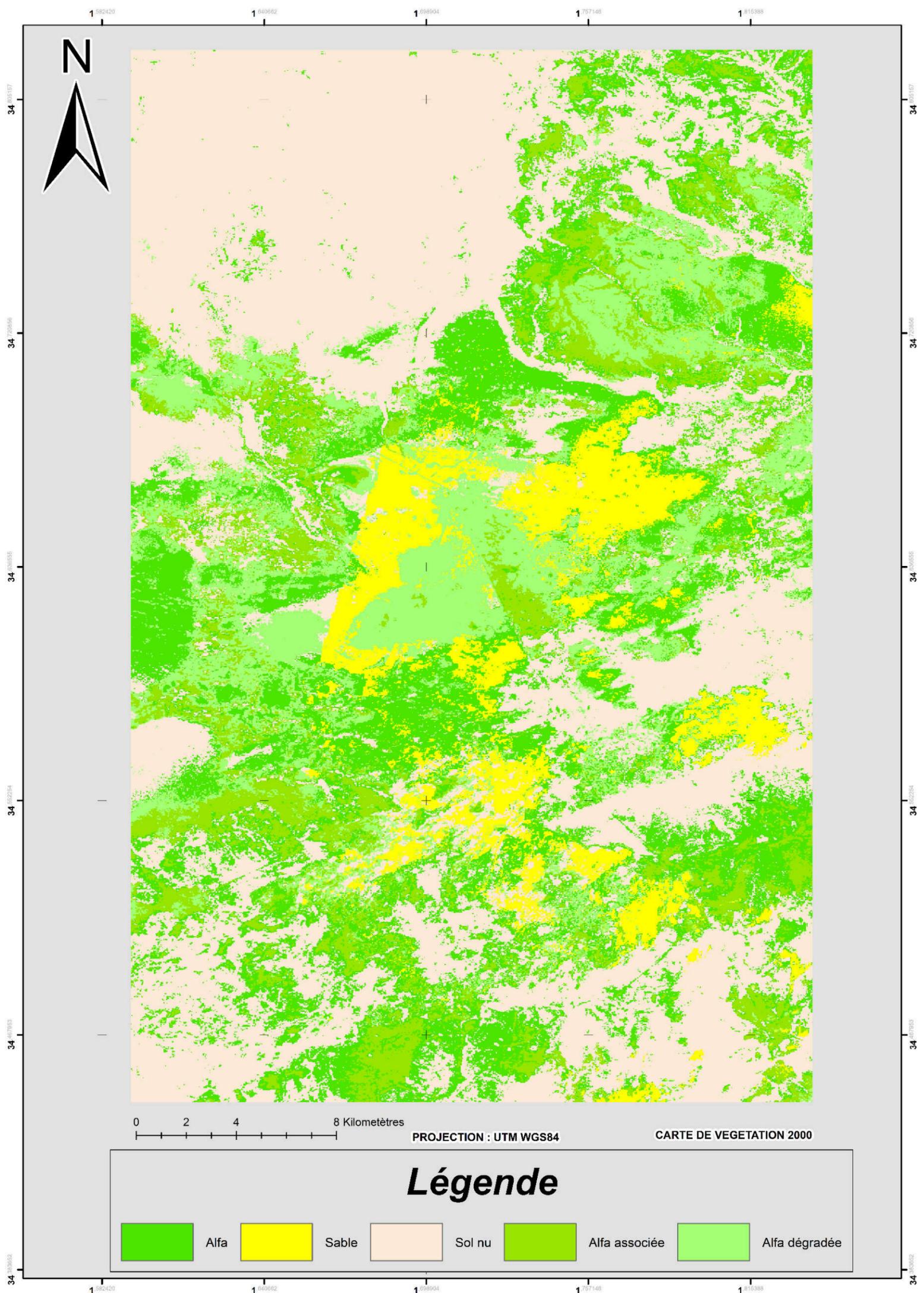
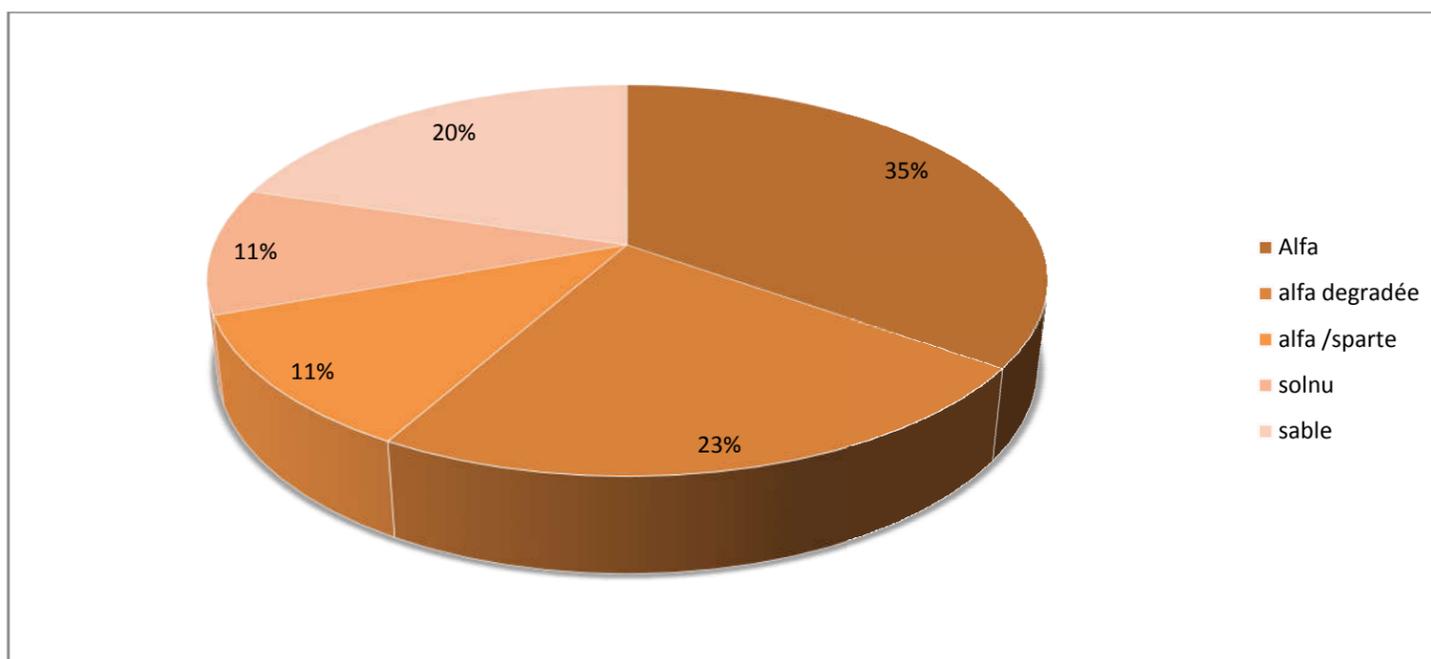


Figure n°26 : carte de végétation pour l'année 2000

VI.2 .3 Carte de végétation 1990



**Figure n°27 : Répartition de la végétation en1990.**

La carte de végétation permet de conclure une densité d’alfa par 35% de pourcentage total et 23% comme nappe alfatière dégradée et de 10571ha de superficie. D’une autre part L’effet continue de l’érosion éolienne, illustré par la classe des formations sableuses instables avec un pourcentage de 20%. aussi, la carte illustre que le reste de 11% est un sol nu.( **figure n°28**)

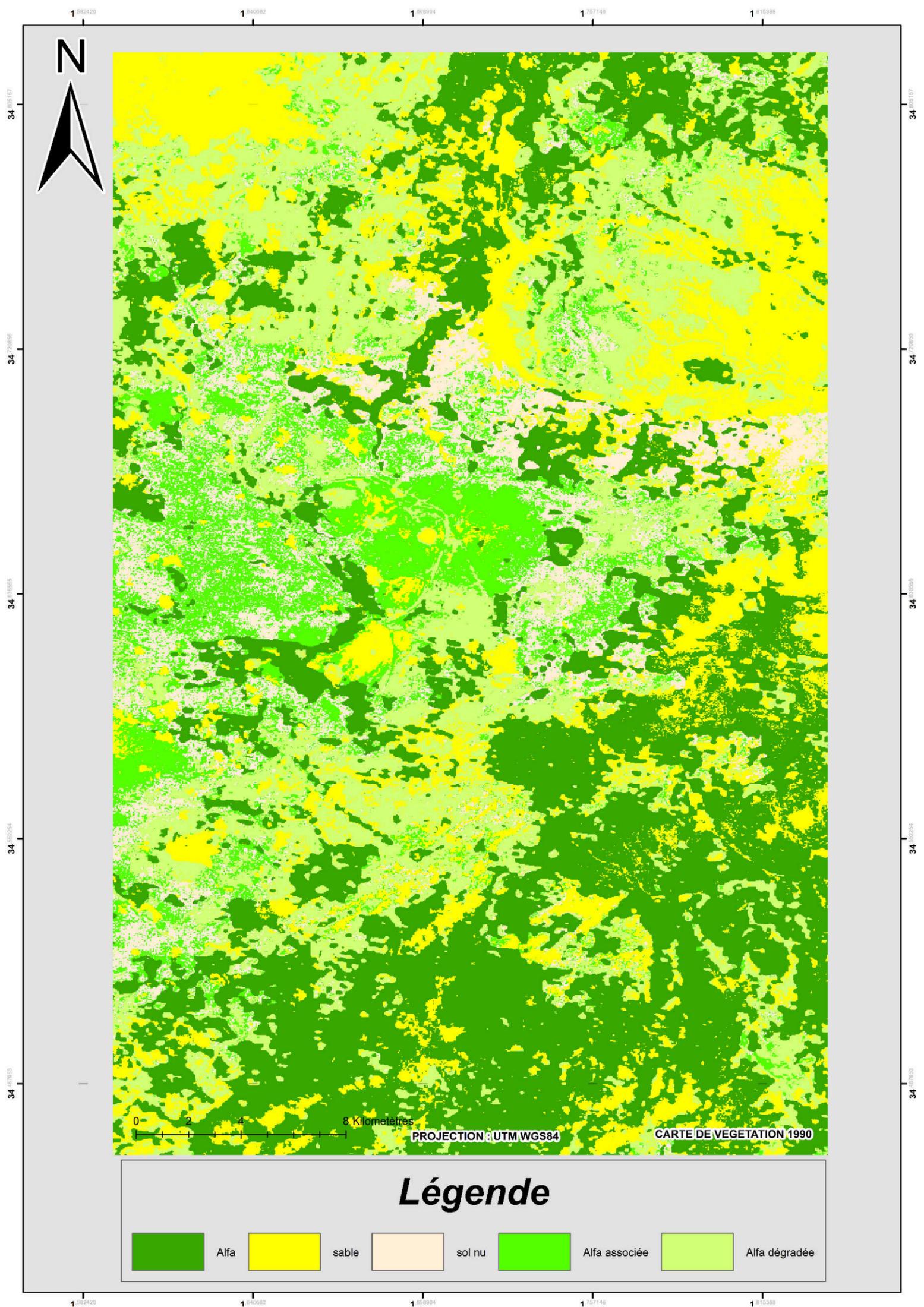


Figure n°28 : carte de végétation pour l'année 1990.

## VI.3 Dynamique de végétation

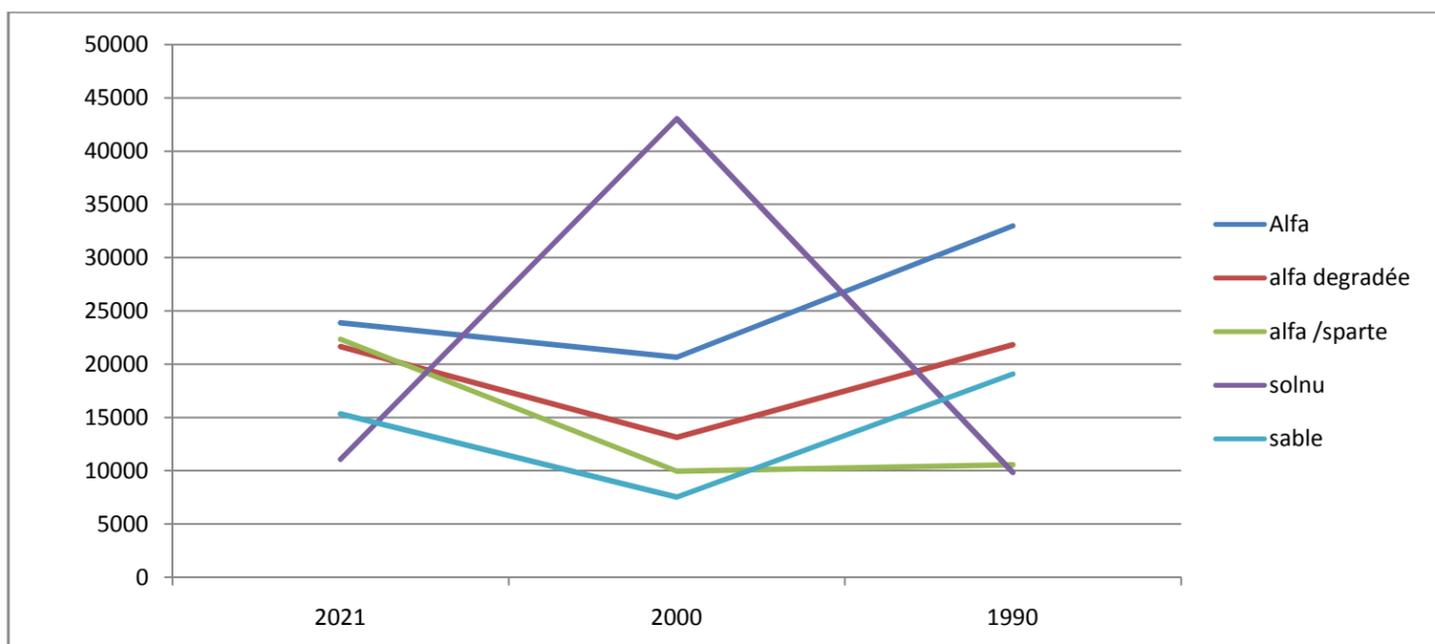


Figure n°29 : évolution des superficies des classes dynamique de végétaux 1990,2000 et 2021.

Les données d'évolution présentées indiquent une irrégularité de la dynamique des classes de végétations. En effet la classe des sols nus présente une tendance à la progression, indiquant une situation d'évolution régressive de la zone d'étude. Durant la période allant de 2000 une superficie de 43041 ha, ainsi que les résultats obtenus font état d'une période D'ensablement massif de grande superficie estimé à 19099 ha durant l'année 1990 .informant ainsi sur un processus d'érosion éolienne conséquent ayant intervenu au niveau de la région. La végétation steppique manifeste une irrégularité d'évolution, ainsi qu'une passivité par rapport aux autres classes d'occupation. Donc il en ressort que le couvert végétal steppique a connu trois phases évolutives distinctes :

➤ **Classe de végétation dense**

En effet la classe de la végétation steppique dense qui manifestement présente une grande superficie de notre zone d'étude pour l'année 1990 par rapport l'année 2000 qui connu une évolution régressive par rapport à l'année 2021

➤ **Classe de végétation épars**

D'une part la couverture végétale a connu une phase évolutive régressive appartient dans la diminution de cette classe durant l'année 1990 à 2000 d'une autre part ya une augmentation d'épars steppique de l'année 2000 à 2021 de superficie égal 8541 ha

➤ **Classe de végétation moyenne**

La classe de végétation moyenne manifeste de fortes corrélations négatives avec la classes de sol nu, ce constat d'évolution régressive interviennent essentiellement lorsque la végétation est de type moyenne et épars permet d'identifier des Régressions écologiques passant de végétation moyenne et épars, à formations sableuses, en conséquence à l'érosion éolienne que connaît la région.

➤ **Évolutions progressives et régressives**

**Evolution progressive**

Les situations d'évolution régressive interviennent dans les régions, ou les classes sols nus connaissent des régressions, indiquant une remontée biologique de la couverture végétale steppique. Évolutions progressives de la couverture végétale steppique s'opèrent dans les régions ou les formations sableuses des classes sable fixe et sable instable régressent, on parle

Dès lors d'une remontée biologique du couvert végétale.

**Evolution régressives**

L'évolution régressive de la steppe à alfa (*Stipa tenacissima*) se traduit par des stades où cette espèce est remplacée par le sparte (*Lygeum spartum*) et par d'autres espèces de dégradation telles que *Peganum harmala* et *Noaea mucronata* traduisant la

Régression de l'Alfa par le surpâturage. d'évolutions régressives interviennent essentiellement lorsque la végétation est

De type moyen et épars. En permet d'identifier des régressions écologiques passant de végétation moyenne et épars, à formations sableuses, en conséquence à l'érosion éolienne que connaît la région.

#### VI.4 Comparaison

D'après **Maniere et Chamignon (1996)**, le mot steppe évoque d'immenses Etendues arides couvertes d'une végétation basse et clairsemée. Les résultats obtenus démontrent que la région steppique de Tiaret connaitre des types végétatifs se forme des classes présentant par steppe *stipa tenacissima* ; Les steppes à *chamaephytes* (armoïse blanche) ; Les steppes à graminées (sparte) qui Sont des steppes moins diversifiées Selon le **Houerou (1968)**, en région méditerranéenne ; la végétation steppique se développe à partir d'une végétation forestière, par dégradation, il s'agit-là donc d'une évolution régressive de la forêt.

Les résultats de la cartographie démontrent La végétation steppique de la région de Tiaret est souvent en état de déséquilibre avec les conditions du milieu. Ces déséquilibres peuvent être d'origine naturelle mais, aujourd'hui, au sein du site, la plupart des successions végétales sont perturbées par les activités humaines On trouve qu'il y a évolution une régression de la couverture végétale steppique par rapport à les année 1990 a cause des plusieurs facteurs naturel comme la sécheresse qui a conduit a l'émergence des espèces xérophyte et des causes atrophiques qu'apparition des espèces de *Peganum harmala*, *Salsola vermiculata* Est le signe d'une dégradation très importante du couvert végétal par Le surpâturage . Les écosystèmes en bon état dynamique, correspondant à des végétations peu dégradées, Réhabilitées ou restaurées, nesses un système d'aménagement et stratégie bien étude comme la mis en défauts, restauration écologique, fixation de dune ...etc.

L'objectif étant d'arriver à mettre en place une base de données géographique devant faciliter l'identification de l'évolution du couvert végétal durant un intervalle de temps définie.et précisée le type de changement.

# *Conclusion générale*

**Conclusion générale**

La steppe algérienne encourt beaucoup de dangers ces trois dernières décennies. De ce fait, depuis quelques temps, elle fait l'objet de certaines études pluridisciplinaires concernant son milieu physique et biologique en vue de voir comment lutter contre la désertification et de lui adapter un aménagement adéquat. Ainsi, on peut dire que c'est un déficit stratégique pour notre pays.

Nous avons essayé de démontrer tout au long de ce travail, l'intérêt que porte l'étude de l'occupation des sols pour faire l'évaluation et le suivi de la dynamique de végétation dans les milieux steppiques, qui restent la zone la plus affectée par les processus de dégradation. En effet, l'analyse de la série chronologique des images satellitaires utilisées pour la période allant de 1987 à 2016 a permis de connaître l'évolution de l'occupation de sol dans la région de TIARET, et par la donc de connaître les impacts et les facteurs influençant la tenue et l'évolution de la végétation dans la région.

A travers ce travail, nous nous sommes concentrés sur les possibilités de mise à jour continue des documents cartographiques relatifs aux ressources biologiques naturelles. A cet effet, la télédétection représente aujourd'hui une alternative de gestion et de diagnostic qui peut permettre aux différents acteurs, notamment ceux impliqués dans la conservation des forêts, de mieux connaître et de bien planifier les actions à prévoir. Les résultats obtenus montrent la sensibilité de la zone à la désertification, qu'elle augmente dans les régions où l'activité humaine est à son maximum. En effet, l'agriculture steppique peut être un obstacle majeur au maintien des ressources biologiques en place. De ce fait il paraît primordial de mettre en place une stratégie de lutte, à travers un ensemble d'actions pouvant concilier entre le besoin des populations locales en matière de pastoralisme, et l'urgence que représente aujourd'hui la protection des parcours steppiques de la région de TIARET .

Cette étude a permis d'étudier, par SIG et télédétection, la dynamique du couvert végétal, à travers une classification dirigée des trois images satellites Landsat , une analyse multi date (1990,2000 et Lulle 2021) il couplée aux données cartographiques et aux données de terrain a été faite pour mettre en évidence les états successifs du couvert végétal afin de discriminer son évolution entre 1990 et 2021.

Ces analyses (dégradation ou évolution du milieu naturel) ont été menées essentiellement à partir d'interprétations visuelles et confirmés par des traitements numériques appropriés.

Le suivi diachronique du couvert végétal à partir d'une série d'images satellites multi spectrales et multi dates sur une période de 31 ans a montré des localisations préférentielles de dégradation du couvert végétal.

Aujourd'hui, et malgré l'importance des moyens humains et matériels important mis en place pour essayer de contrer le phénomène de désertification en Algérie , les résultats escomptés ne seront guère atteint du moment que la désertification continue toujours de progresser dans le temps et dans l'espace. L'échec de la politique de lutte menée jusqu'à aujourd'hui reflète l'incohérence des planifications de lutte et les données réelles de la steppe Algérienne, néanmoins l'étude que nous avons menés sur la région de AIN DHEB à démontrer une évolution plus ou moins encourageante a la régression de la désertification. la régénération des parcours steppiques démontre l'efficacité des actions de protection menées jusqu'à maintenant , toutefois beaucoup reste à faire , car l'action anthropique ne cesse de s'accroître et risque de porter de plus grave préjudice à la steppe de la région de AIN DHEB, c'est pourquoi les actions de lutte et planification prochaine visant à faire face à la désertification doivent être faites sur la base d'une coopération et de la participation de l'élément humain , la société steppique et du milieu rural pour faire face à une dégradation qui menace son environnement et la menace directement , pour une perspective de développement durable, pour une sensibilisation de la société quant à la menace qu'est à la désertification , pour une prise de conscience et une efficacité de la lutte sur le moyen et le long terme.

## *Références bibliographiques*

Références bibliographiques

*A*

- A.N.R.H. Agence Nationale Des Ressources Hydrauliques., 2014.** Rapport d'inventaire Des Ressources Hydrique De La Wilaya De Tiaret .
- Acherkouk M., Maatougui A. Et El Houmaiz M.A., 2011.** Communautés végétales Et Faciès Pastoraux Dans La Zone De Taourirt-Tafoughalt Du Maroc Oriental: Ecologie Et Inventaire Floristique. *Acta Botanica Malacitana*36. Malaga, 2011.125-136 P.P.
- AIDOU A., JAUFFRET S. & D'HERBES JM. 2004** – Réseau D'observatoires de Surveillance Ecologique A Long Terme /Observatoire Du Sahara Et Du Sahel (ROSELT/O.S.S.). *Surveillance Environnementale Dans Les Observatoires ROSELT/OSS DU Nord De l'Afrique.*
- AIDOU A., NEDJRAOUI D., 1992** – The Steppe Of Alfa (*Stipa Tenacissima* L) and Their Utilization By Sheeps. In *Plant Animal Interaction In Mediterrean-Type Ecosystems. MEDECOS VI, Grèce.* PP. 62 – 67.
- Aidoud A., TOUFFET 1996-** La Régression De L'alfa (*Stipa Tenacissima* L.), graminée Pérenne, Un Indicateur. De Désertification Des Steppes Algériennes. *Sécheresse*, 7 : 187-93.
- Aidoud, A., 1994.** Pâturage Et Désertification Des Steppes Arides d'Algérie, Cas Des steppes D'alfa (*Stipa Tenacissima* L). *Paralelo 37°*, 16: 33-42.
- Ammar Khoudja M., 1986.** Etude De La Dynamique De La Végétation Du Maquis dans La Région De MECHTRAS(Grande Kabylie), Mémoire Ingénieur ENSA, El Harrach, Algérie, 71p.
- Anonyme., 2005.** 8/IGN MAGAZINE-Janvier /Février 2005 (Le Monde De l'institut Géographique National [Www.Eng.Ign.Fr](http://www.Eng.Ign.Fr) ,16p.
- ARONOFF S. 1989.** Geographic Information System: A Managemen perspective. Ottawa Canada: WDC Publications.

*B*

- BAGNOULS F. Et GAUSSEN H., 1953** – Saison Sèche Et Indice Xérothermique. *bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* (88). P : 3-4 Et 193-239.
- BARDINET C. 1994** : “Télétection De L'aridité Et De L'environnement En Afrique Du Sahara Au Sahel”. *Revue De Géomorphologie Dynamique*, Paris, T. XLIII, No 1, Pp. 09-22.
- BEDRANI S., 1994** – Une Recherche D'action En Zone Steppique (Objectif- méthode Et Premiers Résultats). *Les Cahiers Du C.R.E.A.D. (Centre De Recherche En Economie Appliquée Pour Le Développement) N°31/32, 3ème Et 4ème Trimestres ; 23 P.*
- BENALLA M. 1999** : “Sur L'ensablement Des Palmeraies : Apport De La télédétection Numérique Dans Un Secteur Menacé Du Sud-Est Du Maroc”. In : *La Télédétection En Francophonie : Analyse Critique Et Perspectives, Actualité Scientifique (Actes Des Journées Scientifiques De Lausanne, AUF, Lausanne, 1999)*, Lausanne, Agence Universitaire De La Francophonie, 2000, Pp. 127-139.
- Benaradj A., 2009.** Mise En Défens Et Remontée Biologique Des Parcours steppique Dans La Région De Naâma : Dissémination Et Multiplication De Quelques Espèces Steppique. Mémoire De Magistère, Fac. Sci. Nat. Et De La Vie, Univ. Mascara, 229p.
- Bencherif S., 2011.** L'élevage Pastoral Et La Céréaliculture Dans A Steppe Algérienne Evolution Et Possibilités De Développement. Thèse Doctorat, Agroparistech, Paris, 257p.
- BENSAID ABDELKRIM ; 2006-** SIG Et Télédétection Pour L'étude De l'ensablement Dans Une Zone Semi-Aride : (Le Cas De La Wilaya De NAAMA- Algérie). Thèse De Doctorat.Université JOSEPH FOURIER-GRENOBLE 1.P175-209.
- BENSOUIAH R., 2006.** Vue D'ensemble De La Steppe Algérienne. Doc En Ligne : ([Http://Desertification.Voila.Net/Steppealgerienne.Ht](http://Desertification.Voila.Net/Steppealgerienne.Ht)).
- BENSOUIAH R., 2006.** Vue D'ensemble De La Steppe Algérienne. Doc En Ligne : ([Http://Desertification.Voila.Net/Steppealgerienne.Ht](http://Desertification.Voila.Net/Steppealgerienne.Ht)).
- BOOCH G, RUMBAUGH J Et Jacobson I 1998.** The Unified Modelling language,User Guide, Baltimore. USA Addison-Wesley.
- BOUACHA M., 2013.** Etude De La Dynamique Des Parcours Steppiques De La région De Tiaret A L'aide Des SIG Et De La Télédétection. Thèse De Magister, Université Ibn Khaldoun (Tiaret).
- BOUACHA M., 2019** Application Des SIG & De La Télédétection A L'étude De La dynamique De Végétation Des Parcours Steppiques Algériens. Cas De La Région De TIARET These De Doctorat, Université Ibn Khaldoun (Tiaret).
- BOUKLI H.M., 2002** – Gestion Des Nappes Alfatières. OPU. Alger, 60p.

**Bourbouze A., Lhoste P., Marty A., Toutain B., 2001.** Problématique des Zone Pastorales. Phénomènes De Désertification Et Formes De Dégradation. Etude Sur La Lutte Contre La Désertification Dans Les Projets De Développement-CSFD/AFD, 2001. 12p.

**BOUSMAHA T., 2013** - Contribution A L'étude De L'évolution De La Nappe Alfatière Dans La Mise En Défens De Nofikha.(Naàma). Mém.Mag.Dép. For, Fac.Scién, Univ. Tlemcen, 84p.

**Boussaid M., Ben Fadhel N., Zaouali Y., Ben Salah A. Et Abdelkefi A., 2004.** plantes Pastorales En Milieux Arides De l'Afrique Du Nord. In : Ferchichi A. (Comp.), Ferchichi A. (Collab.). Réhabilitation Des Pâturages Et Des Parcours En Milieux Méditerranéens. Zaragoza : CIHEAM, 2004. Cahiers Options Méditerranéennes; N. 62. 55-59pp.

**BRAHMI. D (2014)** : Analyse Spatio-Temporelle Des Pluies En Algérie. Mémoire bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse (88). P : 3-4 Et 193-239

**BENALLA M. 1999** : “Sur L'ensablement Des Palmeraies : Apport De La Télédétection Numérique Dans Un Secteur Menacé Du Sud-Est Du Maroc”. In : La Télédétection En Francophonie : Analyse Critique Et Perspectives, Actualité Scientifique (Actes Des Journées Scientifiques De Lausanne, AUF, Lausanne, 1999), Lausanne, Agence Universitaire De La Francophonie, 2000, Pp. 127-139.

### C

**C.F.T., Conservation Des Forêts De La Wilaya De Tiaret., 2014.** Rapport Annuel sur L'état Des Forets De La Wilaya De Tiaret.

**Callot Y, Oulehry T. (1996):** Géodynamique Des Sables Eoliens Dans Le Nord Ouest Sahariennes. Etudes De Photo Interprétation N° 04, Institut De Géographie National, Pars P66.

**CENTRE CANADIEN DE TÉLÉDÉTECTION (CCT), (2008).** Tutoriel : Notions Fondamentales De Télédétection. Plates-Formes Et Capteurs. [En Ligne.] [Www.Ccrs.Rncan.Gc.Ca](http://www.ccrs.rncan.gc.ca).

**CNUED (United Nations Conference On Environment And Development) (1992).** Agenda 21. (New York: United Nations).

**COUREL M.F.; BICHERON P.; MOUGIN E. Et JARLON L. 1999** : “Contribution De La Télédétection A L'étude De La Désertification : Exemple Choisis En Afrique De L'ouest”. In : La Télédétection En Francophonie : Analyse Critique Et Perspectives, Actualité Scientifique (Actes Des Journées Scientifiques De Lausanne, AUF, Lausanne, 1999), Lausanne, Agence Universitaire De La Francophonie, 2000, Pp. 113-118.

### D

**DESJARDINS R.; ALEM E.; ROGNON P.; MAUPIN P.; NDIAYE I. Et**

**DESJARDINS R.; ROGNON P.; BENALLA M. Et ALEM E. 2005** : Progrès importants Des Etudes Sur L'évolution Des Dunes Grâce A L'utilisation Combinée Des Satellites Civils Et Militaires : L'exemple Du Tafilalet (Maroc . Sécheresse (Paris , Vol. 16, No 3, Pp.153-164.

**DGF. Direction Générale Des Forêts, 2004,** Rapport National De l'Algérie Sur La mise En Oeuvre De La Convention De Lutte Contre La Désertification. DGF, Alger, Septembre 2004,[En Ligne]

[Http://Www.Unccd.Int/Cop/Reports/Africa/National/2004/Algeria-Fre.Pdf](http://www.unccd.int/cop/reports/africa/national/2004/Algeria-Fre.Pdf).

**Djaballah F., 2008.** Effet De Deux Méthodes D'aménagement « Mise En Défens Et plantation » Sur Les Caractéristiques Floristiques Et Nutritives Des Parcours Steppiques De La Région De Djelfa. Thèse De Magistère. Université Kasdimerbah-Ouargla. 120p.

**Dos Santos G., 2001.** Rapport De Stage: Classification Automatique, Carte D'occupation Des Sols Dans La Vallée De Biriadou Télédétection Internet.

**DUVIGNAUD P., 1992.** Aménagement Et Gestion Du Territoire. Application En Algérie (Région De Tiaret Et Alger). Université De Nice-Sophia Antipolis. 253 P.

### E

**EMBERGER L., 1955** – Une Classification Biogéographique Des Climats. recueil. Trav. Labo. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. 48 P.

**FIGUIGUI M. 2000.** Apport De l'imagerie Satellitaire Multidate Pour La cartographie Thematique De La Région D Oran. Mémoire D'ingénieur D Etat. Centre National Des Techniques Spatiales, 74 P.

### G

**Girard M.C. Et Girard C.M., 1999.** Traitement des Données De Télédétection Dunod, Paris, 529 P. +CD-ROM.

**Givaudan P., 2009.** Le Systèmes D'information Géographique, Véritable Aide De Discision.

**Gounot, M. 1969-** Méthodes D'étude Quantitatives De La Végétation. 1 Vol. Ed. Masson, Paris, 314 P.

**GROGNOU, A. (2004).**—Que Faire Dans Les Zones Incendrées ? Présentation, Dans Guezoul (Tiaret). Thèse De Magister, Université Senia Oran (Algérie), 167 P.

**H**

**H.C.D.S, 2005** - Problématique Des Zones Steppiques Et Perspectives De Développement.

**Habert E., 2000.** Qu'est Ce Qu'un Système D'information Géographique ?, Laboratoire De Cartographie Appliquée, Institut De Recherche Pour Le Développement, 13p.

**HADOUCHE I ; 2009.** La Télédétection Et La Dynamique Des Paysage En Milieu Aride Et Semiaride En Algérie : Cas De La Région De NAAMA. Thèse De Doctorat, Université De TLEMCEM, 259p.

**Halitim A., 1988.** Sols Des Régions Arides D'Algérie. OPU, Alger, 384 P.

**K**

**Kadi-Hanifi, H., 1998.** L'alfa En Algérie : Syntaxonomie, Relation Milieu- Végétation,

**KERGOMARD, 2000.** « La Télédétection Aéro-Spatiale : Une Introduction » Document De Cours, Ecole Normale Supérieure De Paris, [En Ligne] Consulté Le 06 Janvier 2009, Disponible A [Http://Www.Geographie.Ens.Fr/ Kergomard/ Teledetection/ Cteledetection.Pdf](http://www.Geographie.Ens.Fr/Kergomard/Teledetection/Cteledetection.Pdf).

**KHALDOUN A., 2000** - Evolution Technologique Et Pastoralisme Dans La Steppe Algérienne. Le Cas Du Camion Gak En Hautes Plaines Occidentales. Options Méditerranéennes. CIHEAM, Sér. A/39, 2000. Pp .121 – 127.

**Krafft C. Et Minne B., 2005.** Association Royale Des Ingénieurs Issus De La FUSAGX.

**L**

**LAURINI 1993.** Real Time Spatio-Temporal Databases. In "Transactions On Geographic Information Systems", Guest Editorial. Vol 52) Pp. S7-98.

**LBATHA. AIGLE. 1997.** Un Environnement Visuel Pour La Conception Et La Génération Automatique D Applications Géomatiques. Thèse De Doctorat En Informatique. INSA Lyon.

**LE FLOC'H, E & ARONSON, J. (1995)** . Ecologie De La Restauration : Définition De Quelques Concepts De Base. Natures, Sciences Et Sociétés., 3, 29-35.

**Le Houérou H. N., 1996.** Climate Change, Drought And Desertification. J. Arid Environm, (34):Pp 133-185.

**Le Houérou H. N., 2004.** An Agro-Bioclimatic Classification Of Arid And Semiarid Lands In The Isoclimatic Mediterranean Zones. Arid Land Res. Manag, (18):Pp 301-346.

**LE HOUEROU H. N., 2006.** Environmental Constraints And Limits To Livestock Husbandry In Arid Lands. Sécheresse, 17 (1-2): 10-18.

**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 H.N., CLAUDIN I. Et HAYWOOD M. (1975).** – Etude Phytoécologique Du Hodna. FAO, UNIP/SF ALG. 9. Ivoi. Multigr. 154 P. 2 Cartes.

**M**

**MADR, 1998.** Statistiques Agricoles, Superficies Et Production. Ministère De L'agriculture Et Du Développement Rural. Série B.

**MAIRE R ; 1926.**—Carte Phytoécologique De L'Algérie Et De La Tunisie. Alger, Baconnier. 78 P.

**MANIERE R. & CHAMIGNON C., 1986** - Cartographie De L'occupation Des Terres En Zones Arides Méditerranéennes Par Télédétection Spatiale. Exemple D'application Sur Les Hautes Plaines Sud Oranaises ; Mécheria Au 1/200.000 Eme. Ecologia Méditerranéenne ; Tome XII .FAX 1-2. PP .159-185.

**MIARA M.D., 2011.** Contribution A L'étude De La Végétation Du Massif De Guezoul (Tiaret). Thèse De Magister, Université Senia Oran (Algérie), 167 P.

**MOULAI, 2008** - Développement Agricole Et Rural Etude Nationale Algérie, Vol. 1, Institut Agronomique Méditerranéen De Montpellier, 44P.

**N**

**Nahal, I. 2004.** LA Désertification Dans Le Monde Causes-Processus-Conséquences- Lutte. Paris : L'harattan, 2004. P. 11. 2-7475-6367-7.

**NEDJIMI B Et HOMIDA M., 2006** - Problématique Des Zones Steppiques Algériennes Et Perspectives D'avenir ; Centre Universitaire De Djelfa. Algérie. Revue De Chercheur, 4 : 13/19.

**Nedjimi B., 2012b.** Seasonal Variation In Productivity, Water Relations And Ion Contents Of *Atriplex Halimus* Spp .  
*Schweinfurthii* Grown In Chott Zehrez Wetland, Algeria. *J. Saudi Soc. Agri. Sci*, 11: 43-49.

**NEDJRAOUI D., BEDRANI S., 2008.** La Désertification Dans Les Steppes Algériennes : Causes, Impacts Et Actions De Lutte. *Vertigo*, 8 : 1-15.

**Nedjraoui Dalila Et Bédrani Slimane, 2008** « La Désertification Dans Les Steppes Algériennes : Causes, Impacts Et Actions De Lutte », *Vertigo - La Revue Electronique En Sciences De L'environnement*, Volume 8 Numéro 1 | Avril 2008, [En Ligne], Mis En Ligne Le 01 Avril 2008. URL : [Http://Vertigo.Revues.Org/Index5375.Html](http://Vertigo.Revues.Org/Index5375.Html). Consulté Le 22 Mai 2009.

**O**

**O.N.S, 2008** - Recensement Général De La Population Et Habitat Par Wilaya Et Par Communes.

**P**

**PANTAZIS D, DONNAY J.(1996)**- La Conception De SIG, Méthode Et Formalisme, Collection Géomatique.- Paris.

**P UE Programme Des Ations Unies Pour L'environnement 2007** . Convention On Biological Diversity: Dry And Sub-Humid Lands Biodiversity. <https://Www.Cbd.Int/Drylands/Default.Shtml>. 27 Avril 2009.

**S**

**Safriel U., Adeel Z., Niemeijer D., Puigdefabregas J., White R., Lal R.,**

**Saidi N., 1984.** Dynamique De La Végétation Du Maquis Dans Les Chaines De Di Zerouela Et De Dj Bou-Zegra (Atlas Tellien), Mémoire Ingenieur ENSA, El Harrach, Algérie, 131 P.

**SAÏDI S., HADDOUCHE I., GINTZBURGER G. Et LE HOUEROU H. N., 2011** -Désertisation: Méthodes D'études Quantitatives. Mise En Oeuvre D'un Indice Spatio-Quantitatif Basé Sur Le Concept De L'efficacité Pluviale (Un Cas D'étude En Algérie).DOC.[Www.Google.Dz/Search?Um=1&HI=Fr&Q=SAÏDI%20S&Bav=On.2,Or.R\\_Cp.R\\_Qf.&Bvm](http://Www.Google.Dz/Search?Um=1&HI=Fr&Q=SAÏDI%20S&Bav=On.2,Or.R_Cp.R_Qf.&Bvm)

**SER. (2004).** The SER (Society For Ecological Restoration International Science & Policy Working Group) International Primer On Ecological Restoration. [Http://Www.Ser.Org/Content/Ecological\\_Restoration\\_Primer.Asp,12/03/2013](http://Www.Ser.Org/Content/Ecological_Restoration_Primer.Asp,12/03/2013)

**Steinberge J, 2002.** Cartographie Systèmes D'information Géographique Et Télédétection. Edit: ARMAND COLIN (155 P).

**W**

**Winslowm., Ziedler J., Prince S., Archer E., King C., Shapiro B., Wessels K., Nielsen T., Portnov B., Reshef I., Thonell J., Lachman E., McNab D., El-Kassas M. Et Ezcurra E., 2005** - Chapitre 22: Dryland Systems. Dans *Ecosystems And Human*

**T**

**TADJROUNI K. 2000.** Cours De Télédétection. Cycle Ingénieu d'Etat 5eme Année. Centre National Des Techniques Spatiales. 42 P.

**THIRION, 2003.** Modélisation De L'interaction Cohérente Des Ondes Électromagnétiques Avec Des Couverts Forestiers. Thèse Doctorat En Science, Spécialité Electronique Micro-Ondes, Université PAUL SABATIER, Toulouse III, France. 183 P.