

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur
Et de la Recherche Scientifique



Université Ibn Khaldoun – Tiaret



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
DEPARTEMENT DE SCIENCE ET DE LA VIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de
MASTER EN BIOLOGIE
Spécialité: écosystème steppique et saharien

Présenté par
M. YAHATENE MOHCENE

THEME

**Etude de l'occupation du sol et la
désertification des parcours steppique cas la
région de Rechaiga (wilaya de tiaret)**

Soutenu publiquement le : 14/07/2021

Devant le jury :

Président : RAHMOUNE billal, MCA, université de tiaret

Encadreur : BOUACHA Islem, MCB, université de tiaret

Examineur: LAOUISSAT, CRSTRA, taouiala, Laghouat

2020/2021

REMERCIEMENTS

*Nous remercions Dieu de nous avoir donné la connaissance et la
connaissance*

Pour aider à réaliser ce travail.

*Je remercie M. Bouacha Mohamed Islam, Maître de Conférences à
l'Université de Tiaret, pour sa suggestion et la direction de ce travail,
pour m'avoir encouragé et conseillé, et surtout pour l'intérêt qu'il m'a
porté.*

*Je remercie mon cher ami sidali de m'avoir aidé à m'encourager et me
conseiller*

Je remercie également les membres du jury pour leur temps

Pour commenter, discuter et juger mon travail.

Enfin, je tiens à remercier les personnes qui m'ont aidé à

Fournir des informations dans le développement de ce travail.

*Il me reste à penser à remercier les nombreuses personnes, que je ne
peux*

*Nom par peur d'être oublié. Faites savoir à tout le monde qu'ils
existent*

Dans mon esprit et mon cœur

Dédicas

Tous les mots ne peuvent pas exprimer la gratitude,

Amour, respect et reconnaissance

Je dédie ces notes...

A ma chère maman et mon cher papa

A mes chers frères et sœurs

Et tous mes amis

Et tous ceux qui me sont chers.

Liste des abréviations

FAO	:	Organisation de l'alimentation et de l'agriculture.
MADR	:	Ministère de l'agriculture et du développement rural
INSID	:	Institut National des Sols, de l'Irrigation et de Drainage
CFT	:	Conservation des forêts
Ha	:	Hectare
m	:	Mètre
mm/an	:	Millimètre / année
°C	:	Degré Celsius
ONM	:	Office National de la Météorologie
ANAT	:	Agence nationale de l'Aménagement du Territoire
P	:	Précipitation
ETP	:	Evapotranspiration
Km	:	kilomètre
UF	:	Unités Fourragères
MS	:	Matières sèches
BNEDER	:	Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural
GPS	:	Global Positioning System
h	:	Heure
SIG	:	Système d'Information Géographique
T	:	Temps
T	:	Température
%	:	Pourcent
MIR	:	Moyen infrarouge

Liste des figures

N° des figures	Désignation	N° des chapitres	N° des Pages
Figure 01	Délimitation de la région de la steppe Algérienne	1	5
Figure 02	Carte bioclimatique de l'Algérie	1	7
Figure 03	Steppe à Alfa (<i>Stipa tenacissima</i>), Mise en défens d'Ain F'kah, Djelfa	1	10
Figure 04	photo <i>Artémisia herba alba</i>	1	10
Figure 05	Carte synthèse de sensibilité à la désertification (2000-2005)	2	14
Figure 06	Diminution des précipitations (mm/an) sur les hautes plaines steppiques	2	17
Figure 07	Populations rurale et urbaine en Algérie	2	20
Figure 08	Couche logicielle d'un SIG	3	23
Figure 09	Principe général de la télédétection	3	24
Figure 10	Télédétection à l'aide des satellites	3	26
Figure 11	Carte de situation géographique & administrative de la région d'étude.	3	30
Figure 12	Carte des ensembles géomorphologiques de la région d'étude	4	32
Figure 13	Carte d'occupation des sols de la région de TIARET.	4	34
Figure 14	Carte Le couvert végétal de la région de TIARET	4	36
Figure 15	Carte de lithologie de la zone d'étude	4	38
Figure 16	Carte du réseau hydrographique de la région d'étude	4	40
Figure 17	Carte du climat de la région de Tiaret	4	42
Figure 18	Précipitation moyenne mensuelle de la région Rechīga (1990-2020)	4	43
Figure 19	Précipitation moyenne annuelle de la région Rechaiga (1990-2020)	4	44
Figure 20	Température moyenne mensuelle de la région Rechaiga (1990-2020)	4	45

Figure 21	Température moyenne annuelle de la région Rechaiga (1990-2020)	4	46
Figure 22	Diagramme ombrothermique de la région de Rechaiga	4	47
Figure 23	Climagramme d'Emberger	4	48
Figure 24	Carte Google earth engine	4	53
Figure 25	Carte d'occupation des sols de 1990	5	57
Figure 26	Répartition des superficies par pourcentage d'occupation des sols pour l'année 1990	6	58
Figure 27	Carte d'occupation des sols de l'année 2000	6	59
Figure 28	Répartition des superficies par classe d'occupation des sols pour l'année 2000	6	60
Figure 29	Carte d'occupation des sols pour l'année 2021	6	61
Figure 30	Répartition des superficies des classes d'occupation des sols de l'année 2021	6	62
Figure 31	Evolution des superficies des classes d'occupation des sols 1990, 2000,2021	6	63

Liste des tableaux

N° des tableaux	Désignation	N° des chapitres	N° des Pages
Tableau 01	Le climat de la steppe (Evolution des précipitations annuelles)	1	7
Tableau 02	Superficies des zones arides du nord de l'Afrique, en 10^3km^2	1	9
Tableau 03	L'état des parcours steppiques en 2005	2	16
Tableau 04	Effectif du cheptel en régions steppiques	2	19
Tableau 05	Domaines de la télédétection	3	25
Tableau 06	Occupation du sol de la région Rechaiga	4	35
Tableau 07	Bandes spectrales de l'instrument MSI a bord de Sentinel-2	5	50
Tableau 08	Caractéristique des satellites Landsat	5	52

Table de Matière

Introduction générale

Chapitre 01 : Présentation de la steppe algérienne

Introduction	1
1-1- Définition.....	3
1-2- Présentation de la steppe algérienne	4
1-2-1- Situation géographique	4
1-2-1-1- sur plan physique	4
1-2-1-2- Sur plan administratif	5
1-2-1-3- Localisation de la région de Tiaret	5
1-2-2- Caractéristiques climatiques	6
1-3- Classification de la steppe algérienne	8
1-3-1- Selon le Climat	8
1-3-2- Selon La végétation	9
1-3-2-1- Steppes à alfa (<i>Stipa tenacissima</i>)	9
1-3-2-2- Steppes à armoise blanche : Chih (<i>Artemisia herba alba</i>)	10
1-3-2-3- Steppes à spart (<i>Lygeum spartum</i>)	11
1-3-2-4- Steppes à halophytes	11
1-3-2-5- Les steppes à remth (<i>Arthrophytum scoparium</i>)	11
1-3-2-6- Steppes à psammophytes	11
1-4- Les caractères écologiques	12
1-4-1- Les caractères édaphiques	12

1-4-2- Les caractères socioéconomiques	12
--	----

Chapitre 02 : La désertification

Introduction	14
2-1- Définition	15
2-2- Principaux facteurs de la désertification dans la steppe	15
2-2-1- Les facteurs naturels	16
2-2-1-1- La sécheresse	16
2-2-1-2- L'érosion hydrique et éolienne	17
2-2-1-3- Les phénomènes de salinisation	18
2-2-2- Les facteurs anthropiques	18
2-2-2-1- Surpâturage	18
2-2-2-2- Evolution de la population steppique	20
2-2-2-3- Défrichement des parcours et pratiques culturales	21
2-2-2-4- Abaissement du niveau des nappes souterraines	21
2-3- Impact des facteurs de dégradation sur les ressources naturelles.....	21
2-4- Impact du changement d'occupation des sols sur la vulnérabilité à la désertification.....	22

Chapitre 03 : SIG et télédétection

3-1- Définition de SIG	23
3-2- Structure de l'information géographique	23
3-3- Définition de La télédétection	24
3-4- Domaines de la télédétection	25
3-5- Traitements en télédétection	26

3-5-1- La source d'énergie	27
3-5-2- Les interactions du rayonnement avec l'atmosphère	27
3-5-3- Les interactions du rayonnement avec la surface terrestre	27
3-5-4- L'enregistrement du signal par le capteur satellitaire	27
3-5-5- La transmission et la réception des données	27

Chapitre 04 : Présentation de la zone d'étude

4-1- Situation géographique et administrative	29
4-2- Relief.....	31
4-3- Occupation des sols	33
4-4- Le couvert végétal	35
4-5- Pédologie	37
4-6- Hydrologie	39
4-7- climat	41
4-7-1- Précipitations	43
4-7-2- Température	45

Chapitre 05 : Matériel et méthodes

5-1- Acquisition des données	49
5-2- Données de terrain	54
5-2-1- Parcours steppique	54
5-2-2- Agriculture	54
5-2-3- Sols nus	54
5-2-4- Végétation forestière	54

5-2-5- Urbain	54
5-3- Cartographie de l'occupation des sols	54
5-4- Validation des résultats	55

Chapitre 06 : Résultats et discussions

6-1- Carte d'occupation des sols de l'année 1990	57
6-2- Carte d'occupation des sols pour l'année 2000	59
6-3- Carte d'occupation des sols pour l'année 2021	62
6-4- Changement paysages et sensibilité a la désertification	64

Introduction général

Introduction

Introduction :

La steppe algérienne occupe une étendue de l'ordre de 20 millions d'hectares et supporte un cheptel de 20 millions de têtes ovines (**Badrani 1996**).

En Algérie, comme dans la plupart des pays en développement, la conjugaison de la pauvreté et de la croissance démographique dans les milieux naturels fragiles aboutit à une dégradation des ressources non-renouvelables, ou difficilement renouvelables, notamment les forêts, les sols et les eaux. Ces dernières années, ce processus s'est particulièrement accentué du fait d'une exploitation excessive des ressources naturelles (pâtures), du défrichement et de la mise en culture de terres fragiles (Bedrani, 1996 ; Ansar, 2002 ; Benbrahim *et al.*, 2004).

La dégradation de la steppe se manifeste avec acuité, notamment dans les zones steppiques. Ces zones, dont les ressources pastorales constituent la principale source de revenu pour 3,6 millions d'habitants, sont en effet depuis plus de vingt ans soumises à une dégradation croissante qui touche essentiellement la ressource, cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade le plus avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibre écologique et socio-économique (**le Houérou 1985**, **Aidoud 1996**, **Bedrani 1999**).

Les changements climatiques (faibles précipitations avec une irrégularité très marquée), les facteurs anthropozoïques (surpâturage, céréaliculture, défrichement, arrachage des ligneux...) ainsi que les conditions socio-économiques, contribuent fortement à cette dégradation.

Les politiques de lutte contre la désertification ont été nombreuses et diversifiées, en effet depuis 1962, des actions ont été entreprises par les autorités telles que « le Barrage vert » les mises en place de coopératives pastorales, la promulgation du code pastoral des programmes de mises en valeur des terres. Ces politiques n'ont donné que peu de résultats probants en raison de l'incapacité de l'administration à trouver des formules de participation des pasteurs et des agro-pasteurs à la gestion des parcours.

Il semblerait, Aujourd'hui, que les actions du Haut Commissariat de la steppe (HCDS) en charge de la mise en œuvre des programmes de développement de la steppe (intensification de l'offre fourragère par la mise en défens et les plantations pastorales, mobilisation des eaux

Introduction

superficielles, introduction d'énergie renouvelables), aient trouvé plus d'adhésion auprès de la population (**Kacimi, 1996, MADR, 2007**)

Comme on le sait, la télédétection spatiale est un outil performant de suivi diachronique de cette dégradation, par le nombre élevé de données mobilisables, par l'homogénéité synoptique des informations transmises et par la répétitivité de leur acquisition (Beaudin, 2007 ; Benhanif, 2003 ; Bensaid, 2006 ; Kalla *et al.*, 2007). Les images satellitaires sont également descriptives et apportent une information visuelle très importante à laquelle s'ajoute l'aspect multi-spectral des données, offrant un atout crucial pour caractériser les objets dans une large bande spectrale (Bonn, 1996). Nous nous attachons ici à montrer le potentiel de la télédétection pour caractériser l'occupation du sol de la zone d'étude et pour analyser son évolution spatio-temporelle à partir des traitements effectués sur trois images satellitaires de Landsat datant de 2000 , 2010 et 2021.

L'objectif visé à travers cette étude est de déterminer l'occupation des sols et désertification des parcoures steppique dans la commune Tiaret (région de Rechaiga) à partir d'une série temporelle d'images satellitaires (2000,2010, 2021).

Le présent mémoire est structuré en six (6) chapitres :

Le cadre théorique du travail :

- chapitre (I) Généralité sur la steppe algérienne
- chapitre (II) désertification
- chapitre (III) Sig et télédétection.

Le cadre expérimentale du travail :

- Le chapitre (IV) : présentation de la zone d'étude
- Le chapitre (V) : matériel et méthodes
- Le chapitre (VI) : résultats et discussion

PARTIE BIBLIOGRAPHIE

Chapitre I

Présentation de la steppe algérienne

Introduction :

Les Hautes Plaines steppiques algériennes sont des régions à vocation essentiellement pastorale. Elles connaissent aujourd'hui une forte tendance à la dégradation qui se traduit par la réduction du potentiel biologique et la rupture des équilibres écologiques et socioéconomiques (**NEDJRAOUI ,2004**).

En Algérie, les écosystèmes steppiques arides, sont marqués par une grande diversité paysagère en relation avec une grande variabilité des facteurs écologiques. Régions à tradition pastorale, la population est composée essentiellement de pasteurs-éleveurs, anciennement nomades pour la plupart, avec une forte tendance à la sédentarisation aujourd'hui.

La gestion irrationnelle des parcours, l'introduction de moyens et de techniques de développement inadaptés au milieu, le manque de concertations entre les différents acteurs du développement sont autant de facteurs qui ont contribué à la dégradation du milieu et des ressources naturelles et à la rupture des équilibres écologiques, et socioéconomiques. (**NEDJRAOUI D et BÉDRANI S 2008**)

1-1- Définitions :

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

Le terme steppe, comme le définit **Le houérou (1995)** évoque d'immenses étendues plus ou moins arides, à relief peu accusé, couvertes d'une végétation basse et clairsemée.

Ozenda (1954), définit et présente la steppe comme étant des formations végétales de graminées se développant sous un climat continental caractérisé par une période de forte chaleur et sécheresse, et une période de froid rigoureux, ce qui sous entends une faible densité du couvert végétal, mais aussi l'existence et l'alternance de deux périodes critiques, à savoir celle due à la sécheresse et celle due au froid de l'hiver.

1-2- Présentation de la steppe algérienne :

1-2-1-Situation géographique:

1-2-1-1- sur plan physique :

Les steppes algériennes, situées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud, couvrent une superficie globale de 20 millions d'hectares. Elles sont limitées au Nord par l'isohyète 400 mm qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec et au Sud par l'isohyète 100 mm qui représente la limite méridionale de l'extension de l'alfa (*Stipa tenacissima*). (**NEDJRAOUI et al 2008**)

Cet espace se compose de trois ensembles :

- ✚ Les hautes plaines algéro- oranaises (terminaison es hautes plaines Algéro- Oranaises et une partie des hautes plaines de Tébessa).
- ✚ Atlas saharien (Monts des Ksour, Djebel Amour ; Mont de Ouled Neil ; Mont de M'Zab et Nementcha).
- ✚ Le piémont Sud de l'Atlas saharien (au Sud des monts du M'Zab, de l'Aurès et des Nementcha) (**KADDOUR, 2014**).

D'une façon globale, la steppe présente un aspect dominant caractérisé par de grands espaces pastoraux à relief plat et à altitude élevée supérieure à 600 m, divisés par des lits des oueds parsemés de dépressions plus ou moins vastes et de quelques masses des chaînes montagneuses isolées ; la steppe englobe douze wilaya : Biskra, Khenchela, El Bayadh, Djelfa, Naâma, Tiaret, Tébessa, Laghouat, Saïda, M'sila, Souk-Ahras, et Batna (**HADBAOUI, 2013**) (figure N° 01).

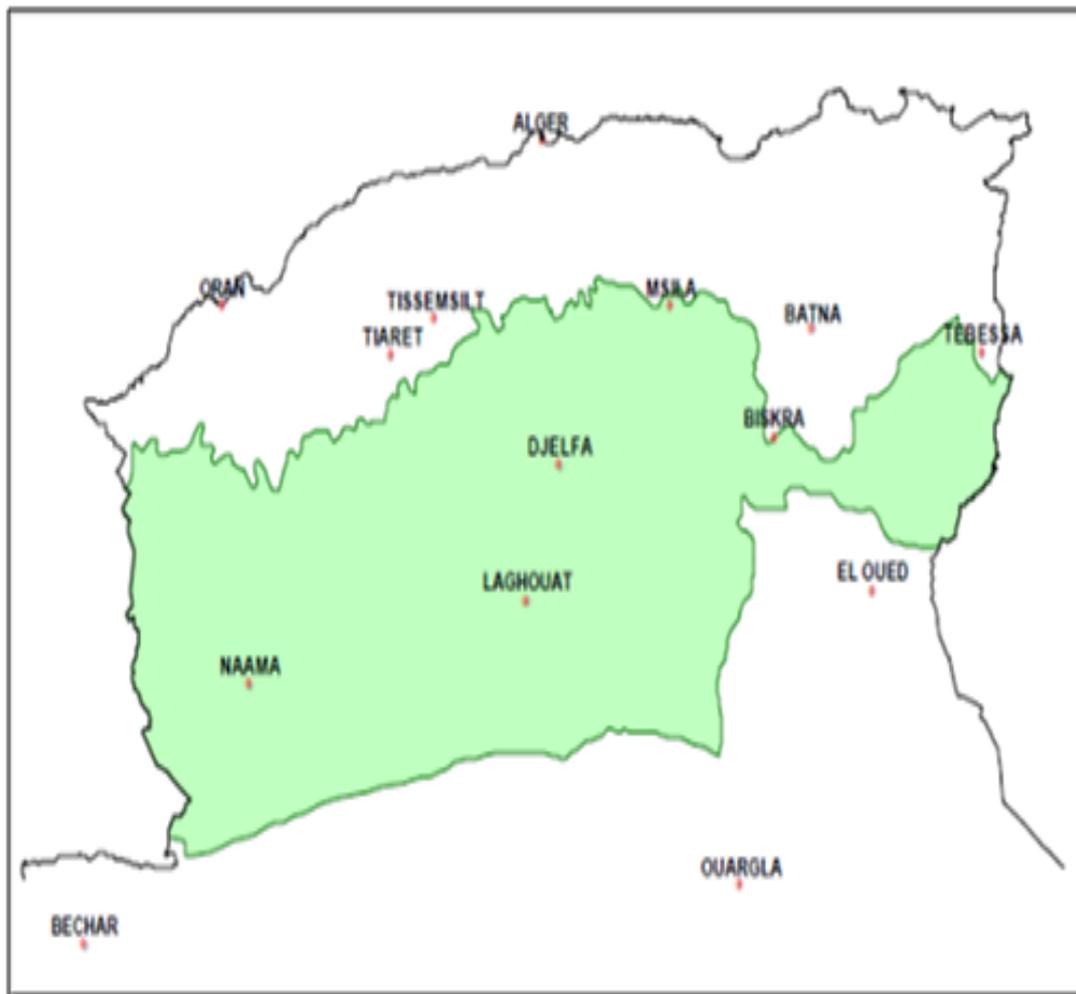


Figure N°01: Délimitation de la steppe algérienne (Nedjraoui, 2005)

1-2-1-2- Sur plan administratif :

La steppe englobe douze wilaya: Biskra, Khenchela, El Bayadh, Djelfa, Naâma, Tiaret, Tébessa, Laghouat, Saïda, M'sila, Souk-Ahras, et Batna (**HADBAOUI, 2013**)

1-2-1-3- Localisation de la région de Tiaret :

Les zones steppiques de la wilaya de Tiaret couvrent une superficie de 1.380.401ha, soit 68,44% de la superficie totale de la Wilaya. En majorité, elles sont localisées dans le sous étage bioclimatique aride moyen qui est caractérisé par une végétation purement steppique et une pluviométrie variant entre les isohyètes 200 et 300 mm/an. Excepté le massif du Nador se localise dans l'aride supérieur, où s'y trouvent des essences forestières vestigiales associées aux espèces steppiques. (**P.A.W.T, 2008 in NOUAR 2016**)

1-2-2- Caractéristiques climatiques :

Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur les zones steppiques. Dans le climat méditerranéen, la saison des pluies se situe en automne et en hiver. Les étés sont chauds et secs; les températures hivernales sont douces. De nombreux travaux ont traité du climat et du bioclimat (**Mohammedi et al, 2006**), Ces travaux ont été réalisés sur l'Algérie en général et la région sous considération en particulier. Ces auteurs s'accordent à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen. Le climat méditerranéen est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide. Ce climat est qualifié de xérothermique. Le climat méditerranéen est caractérisé par une concentration hivernale des précipitations, l'été étant sec La définition climatique de la région méditerranéenne est fort simple pour l'écologiste, le phyto-géographe ou le bioclimatologiste, c'est l'ensemble des zones qui se caractérisent par des pluies concentrées sur la saison fraîche à jours courts avec de longues sécheresses estivales. De même **Nedjraoui,(2011)**, reconnaît deux composantes essentielles au climat méditerranéen, l'été est la saison la moins arrosée et c'est la saison biologiquement sèche, avec un hiver très frais.

La steppe algérienne se caractérise donc par un climat semi aride sur sa partie Nord et un climat aride sur sa frange Sud. Les étages bioclimatiques s'étalent du semi aride inférieur frais au per aride supérieur frais. Avec des précipitations moyennes annuelles de 271 mm, une température moyenne minimale du mois le plus froid de $-0,5^{\circ}\text{C}$ et une température moyenne maximale du mois le plus chaud de $34,5^{\circ}\text{C}$ avec un coefficient pluviométrique entre 24,5 et 27,7. La période de sécheresse est généralement supérieure à 7 mois d'avril à octobre (**Benabdeli, 2000**)

Tableau N°01 : Le climat de la steppe (Evolution des précipitations annuelles) (BNEDER2006)

	SELTZER 1913 - 1938	DUBIEF 1926 - 1950	CHAUMONT- PAQUIN 1913 - 1963	E.N.E.M.A 1950 - 1975	O.N.M 1971- 2001	Moyenne (mm)
Saïda	430	-	424	419.8	326.14	400
Mécheria	293	260	264	311.5	231.8	272
El Bayadh	326	294.4	309	311.2	258.9	300
Aïn Sefra	191	168.1	-	195.1	155.5	177.55
Laghouat	167	171.4	184	174.5	143.7	168.12
Djelfa	308	329.2	284	298	328.6	309.56
Aïn Oussara	250	277	-	228.48	192.85	237
K'sar Chellala	291	-	-	-	214.4	252.7
Bou Saâda	-	-	-	-	161.4	161.4
M'sila	226	-	219	-	183.67	204
Tébessa	388	-	343	377	360.5	354.62
Biskra	156	144.8	134	-	125.3	140.02

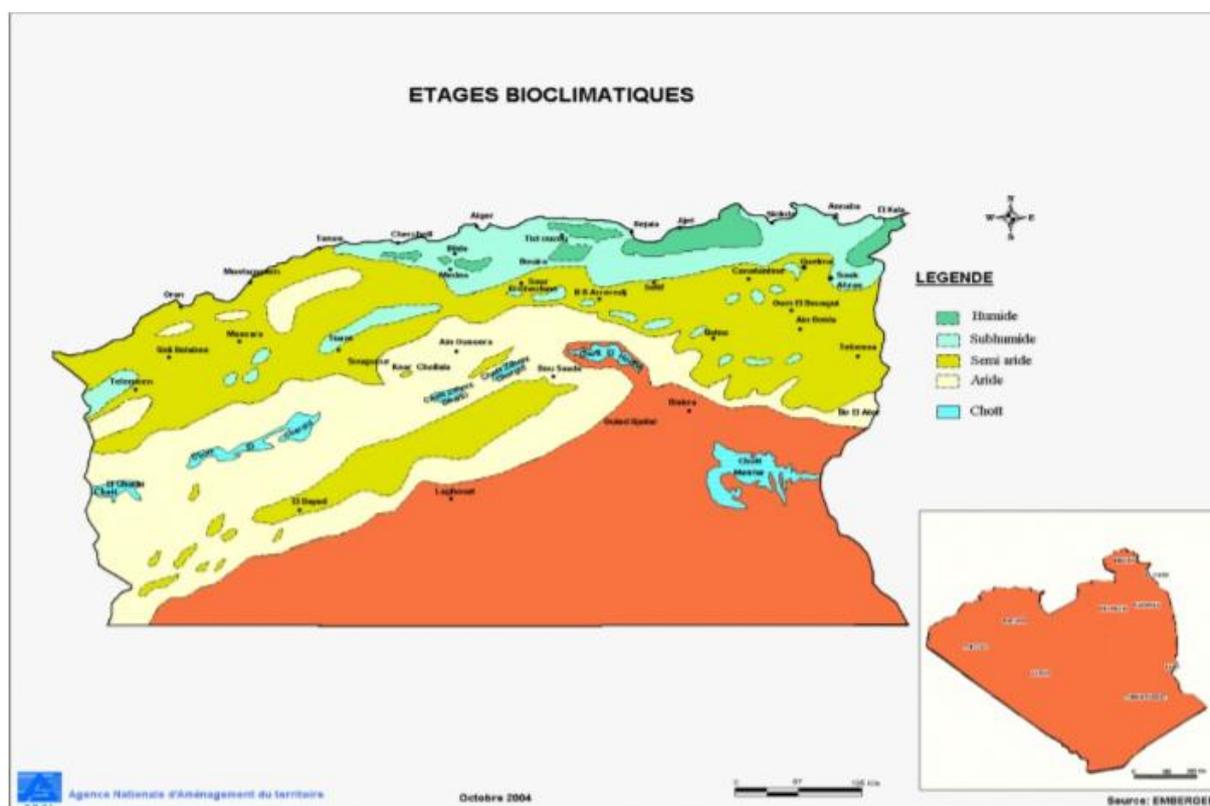


Figure N° 02 : Carte bioclimatique de l'Algérie (source ANAT, 2004)

1-3- Classification de la steppe algérienne :

1-3-1- Selon le Climat :

La steppe Algérienne est située entre les isohyètes 400mm au nord et 100mm au sud. Elle s'étend sur une superficie de 20 millions d'hectares, entre la limite sud de l'Atlas Tellien au nord et celle des piémonts sud de l'Atlas Saharien au Sud, répartie administrativement à travers 08 wilayas steppiques et 11 wilayas agro-pastorales totalisant 354 communes. Le climat varie du semi-aride inférieur frais au nord à l'aride inférieur tempéré au sud. **Bouziid Nedjimi** Elle est subdivisée en fonction d'aridité par 3 zones :

- **Zone aride supérieure**

Cette zone est délimitée par les isohyètes 300 à 400mm de pluviosité moyenne annuelle plus précisément par le quotient pluvio- évapo- transpiration (P/ETP) de 0,21 à 0,28. Par ailleurs, elle se caractérise par la présence de formations végétales forestières plus dégradées à pin d'Alep ou Thuya de barbarie et encore par des formations steppiques.

- **Zone aride moyenne**

Elle est délimitée par les isohyètes 200 à 300 mm /an et de façon plus précise par un quotient pluvio -évapo -transpiration (P/ETP) de 0,15 à 0,21. Elle se caractérise à la fois par l'absence des éléments forestiers et sahariens et la dominance d'éléments strictement steppiques.

- **Zone aride inférieure**

Appelée aussi prés saharienne ou sub-désertique, elle est délimitée par les isohyètes 100 à 200 mm/an ou mieux par le quotient (P/ETP) qui varie entre 0,065 et 0,15. Cependant, cette zone se caractérise par la présence et la dominance des espèces steppiques, l'infiltration d'espèces sahariennes et la quasi-inexistence des espèces d'affinité forestière. (**NEDJIMI B et al 2012**)

Tableau N°02 : superficies des zones arides du nord de l'Afrique, en 10³km² (Le Houerou 1995)

Pluviosité moyenne	Maroc	Algérie	Tunisie	Libye	Egypte	Totale
semi aride à humide p<400	197	181	37	5	0	420
aride supérieure 400<p<300	38	59	13	13	–	123
Aride moyenne 300<p<200	44	70	28	42	–	184
aride inférieur 200<p<100	38	87	28	138	30	321
Hyper aride supérieur 100<p<50	70	386	54	153	30	693

1-3-2- Selon La végétation:

La végétation de la steppe algérienne fait partie du domaine floristique mauritano-steppique caractérisé par une flore d'affinités à la fois méditerranéenne et saharo-sindienne (**Maire, 1926 in Ayache et al. 2011**). Actuellement, on trouve en Algérie plusieurs catégories de steppes dont les principales sont:

1-3-2-1- Steppes à alfa (*Stipa tenacissima*)

L'alfa est une plante pérenne qui est capable de résister aux aléas climatiques et aux conditions sévères de sécheresse, tout en maintenant une activité physiologique même au ralenti. Les steppes à Alfa investissent les espaces à bioclimat semi-aride. Elles peuvent être présentes à partir du niveau de la mer jusqu'à des altitudes de 200m et dans les zones dont les précipitations sont entre 400 et 200 mm (**Cortina et al, 2012**).

Les steppes Alfa se trouvent dans de nombreux types de conditions édaphiques. Elles se développent sur des sols marneux. **Bensaid (2006)** rapporte l'appartenance des steppes Alfatières à l'étage bioclimatique semi-aride à hivers frais et froids et dans aride supérieur à hivers froids.



Figure N°3 : Steppe à Alfa (*Stipa tenacissima*), Mise en défens d'Ain F'kah, Djelfa (Photo NEDJIMI, 2007).

1-3-2-2- Steppes à armoise blanche : Chih (*Artemisia herba alba*) :

En Algérie, l'*Artemisia herba alba*, connue sous le nom de « Chih » ou encore appelé semen-contra de barbarie, couvre près de six millions d'hectares dans les steppes, elle se présente sous forme de buissons blancs, laineux et espacés (Boutekjenet.C, 1987). Le genre *Artemisia* (les armoises) regroupe des herbacées, des arbrisseaux et des arbustes, généralement aromatiques, densément tomenteux, pubescents ou glabres, de la famille des Astéracées.



Figure N°04: photo *Artémisia herba alba* (KHEDDOUM N L , 2018)

1-3-2-3- Steppes à spart (*Lygeum spartum*) :

Selon Nedjraoui (2004), Représentent 2 millions d'hectares, rarement homogènes, occupant les glacis d'érosion encroûtés recouverts d'un voile éolien sur sols bruns calcaires, halomorphes dans la zone des chotts. Ces formations sont soumises à des bioclimats arides, supérieurs et moyens à hivers froids et frais.

L'espèce *Lygeum spartum* ne présente qu'un faible intérêt pastoral (0,3 à 0,4 UF/kg MS). Les steppes à sparte sont peu productives avec une production moyenne annuelle variant de 300 à 500 kg MS/ha, mais elles constituent cependant des parcours d'assez bonne qualité. Leur intérêt vient de leur diversité floristique et de leur productivité relativement élevée en espèces annuelles et petites vivaces, elle est de 110 kg MS en moyenne. (Nedjraoui, 2004).

1-3-2-4- Steppes à halophytes :

Ces steppes couvrent environ 1 million d'hectares. La nature des sels, leur concentration et leur variation dans l'espace vont créer une zonation particulière de la végétation halophile très appréciée autour des dépressions salées. Les espèces les plus répandues dans ces formations sont : *Atriplex Halimus*, *Atriplex glauca*, *Suaeda fruticosa*, *Frankenia thymifolia*, *Salsola sieberi* et *Salsola vermiculata*. Ce type de steppe est très recherché par les pasteurs et sa valeur pastorale est d'environ 300 UF/ha (Nedjraoui, 2004).

1-3-2-5- Les steppes à remth (*Arthrophytum scoparium*) :

Forment des steppes buissonneuses chamaephytiques avec un recouvrement moyen inférieur à 12,5 %. Les mauvaises conditions de milieu, xérophilie (20-200 mm/an), thermophilie, variantes chaude à fraîche, des sols pauvres, bruns calcaires à dalles ou sierozems encroûtés font de ces steppes des parcours qui présentent un intérêt assez faible sur le plan pastoral. La valeur énergétique de l'espèce est de l'ordre de 0,2 UF/kg/MS. La production moyenne annuelle varie de 40 et 80 kg MS/ha et la productivité pastorale est comprise entre 25 et 50 UF/ha/an. Ce type de steppe est surtout exploité par les camelins.

1-3-2-6- Steppes à psammophytes :

Ces steppes sont liées à la texture sableuse des horizons de surface et aux apports d'origine éolienne. Ces formations sont inégalement réparties et occupent une surface estimée à 200.000 hectares. Elles suivent les couloirs d'ensablement et se répartissent également dans les dépressions constituées par les chotts.

Elles sont plus fréquentes en zones aride et présaharienne. Ces formations psammophytes sont généralement des steppes graminéennes à *Aristida pungens* et *Thymellaea microphyla* ou encore des steppes arbustives à *Retama raetam* et leurs valeurs pastorales varient de 200 à 250 UF/ha. (Nedjraoui, 2004).

Enfin, la typologie des parcours steppiques peut, valablement, être calquée sur les types physiologiques définis par des végétaux pérennes spontanés dominants qui demeurent des indicateurs écologiques et d'usages. (Aidoud et al. 1996)

Sont ainsi distinguées: Les steppes graminéennes ; arbrissélées ; crassuléscentes et succulentes. Une classification qui met l'accent sur les caractères et la situation des bourgeons qui abritent ces tissus, c'est celle des types biologiques. (Le Houérou, 1995).

1-4- Les caractères écologiques :

1-4-1- Les caractères édaphiques :

La plupart des sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire réduisant la profondeur de sol utile; ils sont généralement pauvres en matière organique et sensibles à la dégradation. Les bons sols dont la superficie est limitée, se situent au niveau des dépressions (sols d'apport alluvial) soit linéaire et constituées par les lits d'oueds soit fermées et appelées Dayas (Pouget, 1980).

Les sols calcaires et calciques dominant sont caractérisés par une faible profondeur, une croûte calcaire, une teneur en matière organique très faible (inférieure à 1%) et décroissante selon la profondeur alors que le taux de calcaire croît et constitue une entrave au développement des plantes (Nedjimi et Guit, 2012) et (Nedjimi et Homida, 2006). La texture est à dominance sableuse imposant une faible stabilité structurale et une faible capacité de rétention en eau ne permettant le développement que d'une végétation xérique adaptée aux conditions du milieu (Benabdeli, 2000).

Les sols carbonates sont les plus répandus en Algérie notamment dans les écosystèmes steppiques et présahariens où ils représentent des vastes étendus encroûtés. La steppe proprement dite; généralement impropre aux cultures et à l'arboriculture, servant de terrain de parcours.

1-4-2- Les caractères socioéconomiques :

Sur le plan humain, la croissance démographique des zones steppiques est plus forte que celle enregistrée dans le reste du pays. Cette croissance a concerné aussi bien la population agglomérée que la population éparse. Cependant on note une importante régression du nomadisme ; qui ne subsiste que de façon marginale, les déplacements de grandes amplitudes ne concernant plus qu'environ 5% de la population steppique. Les pasteurs ont modifié leur système de production, en associant quasi systématiquement culture céréalière et élevage (Boukhobza, 1982 in Bouacha M. I, 2019).

L'équilibre social et biologique s'est trouvé fortement perturbé par l'intensification des besoins, engendrés par la croissance démographique ; qui n'a pas été accompagnée par une création d'emplois suffisamment conséquente, pour absorber la main-d'oeuvre excédentaire par rapport aux besoins d'une exploitation raisonnable des parcours naturels (**Bédrani, 1998** in **Bouacha M. I, 2019**).

Chapitre II

La désertification

Introduction :

En Algérie, la dégradation de l'environnement se manifeste avec acuité, notamment dans les zones steppiques. Ces zones, dont les ressources pastorales constituent la principale source de revenu pour 3,6 millions d'habitants, sont en effet depuis plus de vingt ans soumises à une dégradation croissante qui touche essentiellement la ressource « parcours ». La superficie des parcours steppiques dégradés ou en voie de dégradation ne cesse d'augmenter, hypothéquant ainsi le revenu déjà faible des populations pastorales et encourageant une course effrénée pour la maîtrise de la ressource parcours en l'absence de règles juridiques claires et capables d'organiser la gestion et l'utilisation des parcours steppiques.

Plusieurs phénomènes sont en cours dans les territoires steppiques. Certains spécialistes parlent de dégradation réversible, d'autres de dégradation irréversible et de désertisation. Dans tous les cas, la désertification dans la steppe algérienne avance à pas lents mais certains. Le rythme d'évolution de ce phénomène est d'autant plus inquiétant lorsqu'on sait que l'évolution démographique dans ces zones est telle que les ressources disponibles n'arrivent d'ores et déjà plus à satisfaire les besoins de la population et des activités économiques développées par cette dernière. (**BENSOUIAH R ,2003**)

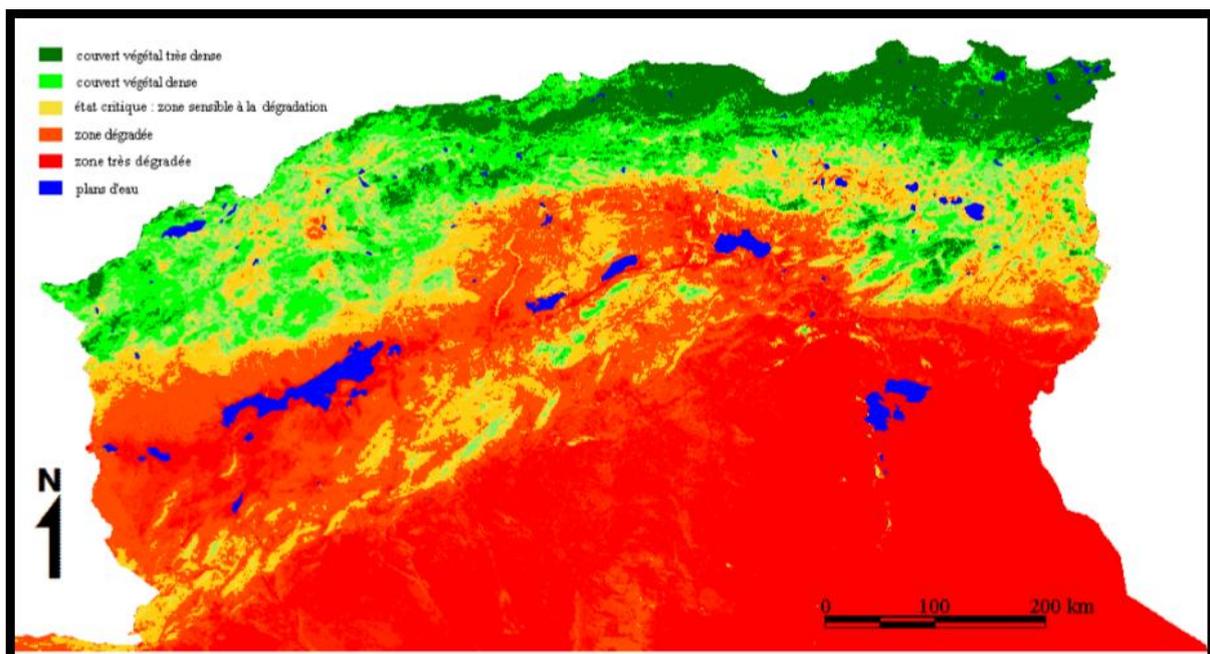


Figure N°05 : Carte synthèse de sensibilité à la désertification (2000-2005) (Source : Benslimane et al, 2008).

2-1- Définition :

La désertification a connu de nombreuses définitions qui ont fait l'objet de controverses intellectuelles. Au-delà des compromis politiques, une définition consensuelle du processus a été proposée par la Convention sur la lutte contre la désertification : « la désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». La désertification concerne donc un processus de dégradation des terres lié à des facteurs naturels exacerbés par l'action de l'homme. La manifestation apparente du phénomène se traduit par une diminution de la couverture végétale et des potentialités des systèmes écologiques et une détérioration des sols et des ressources hydriques. (Nedjraoui D et al 2008)

Selon la FAO (1992), la désertification est la dégradation des terres dans les écosystèmes secs, résultant d'activités humaines mal contrôlées. Elle englobe tous les processus de dégradation biologique quel que soit leurs causes ou l'endroit où ils apparaissent »

Le terme désigne « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines » (Réquier-Desjardins, 2004).

2-2- Principaux facteurs de la désertification dans la steppe :

Plusieurs auteurs ont identifié Les causes principales de la désertification dans la steppe Algérienne comme la sécheresse, le surpâturage, le défrichement, l'éradication des espèces ligneuses, la croissance démographique et autres causes qui relèvent des effets des politiques économiques d'ensemble (Aidoud, 1996 ; Nedjraoui et Bédrani, 2008 ; El Zarev Wael et al, 2009 ; Slimani, 2012).

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. La diminution des précipitations est de l'ordre de 18 à 27% et la saison sèche a augmenté de 2 mois durant le siècle dernier (Nedjraoui et al 2008) .

Les causes de la désertification peuvent être classées en deux catégories :

- Les causes liées à l'environnement aride.

- Les causes liées à la mauvaise exploitation de l'environnement par l'homme (causes liées à l'activité humaine). (NAHAL I ,1979).

Tableau N°03: L'état des parcours steppiques en 2005 Source :(HCDS, 2005)

Etat des parcours	Superficie (millions d'ha)	(%)	Production (UF/ha)
Dégradés	6.5	43.3	30
Moyen dégradés	5.5	26.7	70
Bons	3	20	120
Total	15	100	200

2-2-1- Les facteurs naturels :

Les facteurs naturels qui sont à l'origine de la dégradation des parcours steppiques sont intimement liés à la fragilité de l'écosystème de ces zones. L'action combinée des facteurs climatiques hostiles développement intensif qu'une végétation pérenne et les facteurs édaphiques liés à la structure et à la texture des sols font que les parcours sont soumis à une dégradation irréversible accentuée par le phénomène de l'érosion (LE HOUEROU, 1995).

Les écosystèmes steppiques sont marqués par une grande variabilité interannuelle des précipitations. Les années passées ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle ce qui a accéléré le phénomène de l'érosion éolienne suivant la densité du couvert végétal (LE HOUEROU, 1996).

2-2-1-1- La sécheresse :

Les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante. La diminution des précipitations est de l'ordre de 18 à 27% et la saison sèche a augmenté de 2 mois durant le siècle dernier. (NADJRAOUI *et al*, 2008).

Les travaux de **Hirche et al (2007)** portant sur une analyse statistique de l'évolution de la pluviosité de plusieurs stations steppiques, montrent que les steppes algériennes se caractérisent par une aridité croissante, cette tendance est plus prononcée pour les steppes occidentales que les steppes orientales (**Figure N° 06**) :

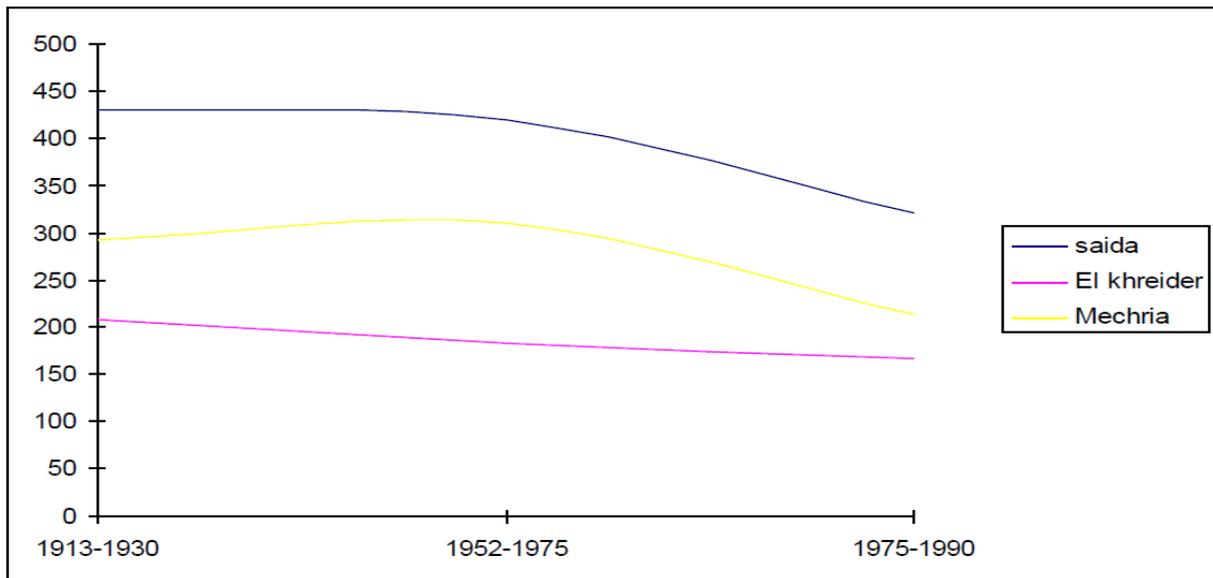


Figure N° 06 : Diminution des précipitations (mm/an) sur les hautes plaines steppiques
(Source : Nedjraoui ,2004)

2-2-1-2- L'érosion hydrique et éolienne :

- **L'érosion hydrique** a pour origine le ruissellement des eaux pluviales qui n'ont pu s'infiltrer. Elle est responsable de transport des matériaux et d'éléments fertilisants avec dépôt dans les parties basses ou entraînement dans les rivières. Le phénomène est d'autant plus redoutable que le climat représenté par des précipitations violentes quand le relief est plus accidenté.
- **L'érosion éolienne** : Dans un milieu où la végétation a un recouvrement inférieur à 30 %, l'action du vent engendre des sols grossiers et caillouteux peu propice à la recolonisation par la végétation. Elle se manifeste lorsque le climat est sec. Les particules les plus fines sont entraînées dans l'atmosphère, ce qui appauvrit le sol et réduit la transparence de l'air. Celles qui sont plus lourdes sont déplacées au ras du sol et se déposent au niveau d'obstacles ou d'aspérités du relief.

La conséquence de l'érosion est l'amenuisement ou la disparition des horizons superficiels fertiles. C'est en éclaircissant la végétation herbacée et en découvrant le sol que les animaux facilitent directement l'érosion. Les pistes de cheminement des animaux sont des points de départ d'érosion (Mouhous 2005).

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 R., 2006)**

2-2-1-3- Les phénomènes de salinisation :

Plus de 95% des sols des régions arides sont soit calcaires, soit gypseux, soit sals sodiques **(Halitim, 1988)**. Du fait des hautes températures qui sévissent pendant une longue période de l'année, les précipitations subissent, après leur infiltration, une forte évaporation entraînant la remontée, vers la surface du sol, des particules dissoutes qui se concentrent en croûtes et stérilisent le sol. L'ampleur de cette dégradation des sols causée par l'effet de la salinisation n'a pas encore été estimée à l'heure actuelle.

2-2-2- Les facteurs anthropiques :

2-2-2-1- Surpâturage :

Le pastoralisme est l'activité productive traditionnelle de la steppe. Cependant, il faut signaler qu'à côté de cet élevage traditionnel, il existe un autre plus moderne, dont la préoccupation principale est la commercialisation effective de la production animale. Ni le secteur traditionnel, ni le secteur plus moderne ne semblent être favorables, par leurs logiques économiques propres, à la conservation des paysages steppiques **(HADEID, 2008 in ENNEBATI M E A)**.

L'activité pastorale traditionnelle relève d'une logique économique basée sur l'utilisation optimale des potentialités végétales : le pasteur considère son cheptel comme un moyen de thésaurisation, une réserve de valeur. Alors que le pastoralisme pratiqué par les gros éleveurs, obéit à une logique de marché, dirigée par la recherche du profit seulement. Dans ce cas, l'éleveur se prête toujours à retirer le maximum de bénéfices de son exploitation, sans se préoccuper d'une utilisation optimale des ressources végétales, ni du couvert végétal de la steppe **(MONTCHAUSSE, 1977 in ENNEBATI M E A)** et **(HADEID, 2008 in ENNEBATI M E A)**

Ces deux logiques, traditionnelle et moderne, sont soutenues par des moyens logistiques différents. Les premiers, ne disposant pas de moyens de transport modernes, préfèrent réduire leurs aires de parcours et laisser ainsi, leur cheptel pâturer dans les environs, engendrant des auréoles de dégradation de plus en plus poussées. Alors que les seconds, équipés de moyens

de transport, se permettent ainsi de déplacer leurs troupeaux là où la végétation steppique est présente. Ainsi, malgré leur antagonisme, la logique traditionnelle et moderne de l'activité pastorale concourent à la fois au surpâturage, ce qui entraîne évidemment la réduction du tapis végétal, dans la mesure où la consommation végétale dépasse les possibilités de renouvellement de la végétation. (**HADEID, 2008 in ENNEBATI M E A**).

Le surpâturage s'explique par deux facteurs principaux :

1. Le manque de création d'emplois (agricoles et surtout non agricoles) pousse les ménages pauvres à défricher des lopins de terre pour produire un minimum de céréales et les pousse à posséder quelques têtes de caprins et d'ovins pour subvenir à un minimum de leurs besoins.
2. La gratuité des unités fourragères prélevées sur les parcours pousse les gros possédants à accroître la taille de leurs troupeaux et les conduits aussi à défricher les parcours pour se les approprier. (**Nedjraoui D et al 2008**)

L'impact du surpâturage sur la végétation est important aussi bien sur le plan qualitatif que Quantitatif.

- Sur le plan qualitatif, les bonnes espèces pastorales, celles dont l'indice d'appétibilité est Supérieur à 6 (Nedjraoui, 1981) sont consommées avant d'avoir eu le temps de fructifier ou de former des repousses pour les saisons à venir. Leur système racinaire dépérit et elles disparaissent totalement du faciès en laissant la place à des espèces inapétées telles que *Atractylis serratuloides* et *Peganum harmala*. Le résultat de cette transition régressive est la diminution de la richesse floristique et donc de la biodiversité (**Kadi - Hanifi, 1998**).

- Sur le plan quantitatif, le surpâturage provoque une diminution du couvert végétal pérenne et de la phytomasse. La phytomasse de l'alfa a diminué de 2100 Kg MS/ha en 1976 à 572 Kg MS/ha (**Aidoud et Nedjraoui, 1992 ; Slimani, 1998**)

Tableau N°04 : Effectif du cheptel en régions steppiques (103 têtes) (source : NEDJIMI et al ,2006)

Cheptel	1968	1999	2003
Ovins	5 600	15 000	18 738
Caprins	300	1 400	3 186
Bovins	120	240	1 464
Camelins	100	100	333
Equidés	250	750	-
Total	6 370	17 490	23 721

2-2-2-2- Evolution de la population steppique :

Le nomadisme et notamment la transhumance (Achaba-Azzaba) constitue la principale activité pastorale qui découle des facteurs historiques économiques et sociaux. C'est une forme d'adaptation à un milieu contraignant où l'offre fourragère est marquée par une discontinuité dans le temps et dans l'espace (HADDOUCHE, et *al*, 2008).

Ces déplacements, s'effectuant en été vers les zones telliennes (Achaba) et en hivers vers les parcours présahariens (Azzaba), allègent la charge sur les parcours steppiques leur permettant ainsi de se régénérer (NEDJIMI, et *al*, 2006).

La croissance démographique a concerné aussi bien la population sédentaire que la population éparse. Cependant, on note une importante régression du nomadisme qui ne subsiste que de façon sporadique. Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant culture céréalière et élevage. (KHALDOUN, 1995 in NEDJRAOUI, 2004)

Le reste de la population est devenu semi-sédentaire. Les pasteurs ont modifié leur système de production en associant culture céréalière, élevage et sédentarisation (KHALDOUNI, 2000).

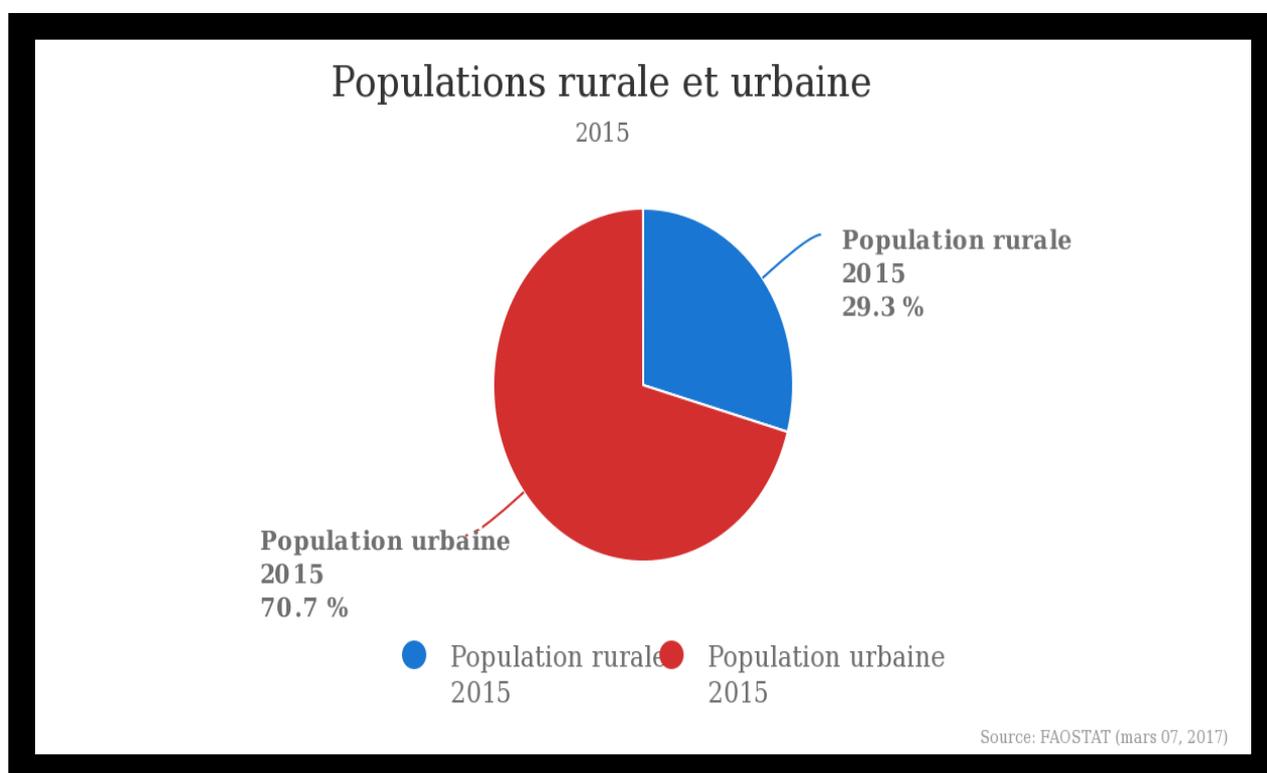


Figure N°07: Populations rurale et urbaine en Algérie. (Source : FAOSTAT, mars 07,2017)

Il ressort que, la croissance démographique et la sédentarisation de plus en plus importante ont eu comme conséquences l'augmentation de la pression sur les ressources et l'intervention anarchique de l'homme. La pression humaine continue est à l'origine de l'important déséquilibre écologique des zones steppiques. (NEDJIMI et al, 2006)

2-2-2-3- Défrichage des parcours et pratiques culturales :

Les cultures annuelles, dont la céréaliculture est la plus prépondérante dont le but de combler le déficit alimentaire du cheptel, causé par la sécheresse. Les conséquences du labour sur ces terres augmentent le risque de dégradation du sol par l'érosion éolienne et hydrique. (BENSOUIAH, 2002) ; (NEDJIMI, et al, 2008) et (HADDOUCHE, 1998).

2-2-2-4- Abaissement du niveau des nappes souterraines :

La surexploitation des nappes souterraines peut en faire baisser le niveau, surtout quand la région est faiblement alimentée par les eaux de pluie et, si le surpompage de l'eau continue, un assèchement total peut avoir lieu, d'où là une nécessité d'une réglementation de l'exploitation des eaux souterraines dans les zones affectées par l'aridité.

En outre, l'abaissement du niveau de la nappe souterraine risque de provoquer de graves affaissements de terrains comme cela s'est produit dans le delta du Sacramento en Californie et à Mexico. (FAO, 1994)

2-3- Impact des facteurs de dégradation sur les ressources naturelles :

La diminution du couvert végétal et le changement de la composition floristique sont les éléments qui caractérisent l'évolution régressive de la steppe. Les études diachroniques réalisées dans les régions steppiques du Sud Ouest oranais ont montré que des faciès ont complètement disparu et sont remplacés par d'autres qui sont indicateurs de stades de dégradation et d'ensablement. L'évolution régressive des steppes à armoise blanche et alfa se traduit par des stades où ces deux espèces climaciques sont remplacées par le sparte et par des espèces de dégradation telles que *Atractylis serratuloides*, *Peganum harmala* et *Noaea mucronata* traduisant le surpâturage. (NEDJRAOUI, 2004)

2-4- Impact du changement d'occupation des sols sur la vulnérabilité à la désertification :

La dégradation de la qualité des sols, indissociable de l'action de l'eau, a lieu suivant quatre étapes distinctes :

1. modification des états de surface du sol (pellicule de battance, ensablement...) : dégradation du fonctionnement hydrique (disponibilité en eau du sol et de son efficacité d'utilisation, réduction de l'infiltrabilité, augmentation du ruissellement...) ; érosion de la fertilité (taux de matière organique, taux d'azote, capacité d'échange cationique) ;
2. diminution de la stabilité structurale ;
3. érosion hydrique et /ou éolienne ;
4. salinisation d'origine anthropique, résultant d'une irrigation inadaptée entraînant la stérilisation des sols.

Ainsi, la désertification est un processus continu, progressif qui peut mener à une transformation irréversible du milieu naturel. Pour chaque étape, il existe des seuils liés aux contextes climatiques et géo-socio-économiques. Elle résulte à la fois de phénomènes naturels et de processus déclenchés par des mésusages des espaces et de leurs ressources par l'homme. Ce n'est que par l'intervention de l'homme qu'elle peut être ralentie et stoppée. (**Réquier-Desjardins, M et al ,2009**)

Chapitre 03

SIG et télédétection

3-1- Définition de SIG :

Les systèmes d'information géographique sont nés de la rencontre entre :

- la gestion de l'information graphique et notamment le dessin assisté par ordinateur (DAO) sous Autocad qui a fourni un standard de format de données graphiques (format DXF) que de nombreux SIG intègrent dans les modules d'importation de données pratiques.
- la gestion des bases de données par des systèmes informatiques selon des tables et des relations entre elles (ORACLE, ACCESS, DBASE...).

Les premiers SIG ont fait leur apparition au Canada et aux USA vers les années 1964-1965, dès qu'il fut possible d'établir un lien entre géométrie des objets (lignes, points et surface) et les informations qui leur sont associées (**Pornon, 1990**).

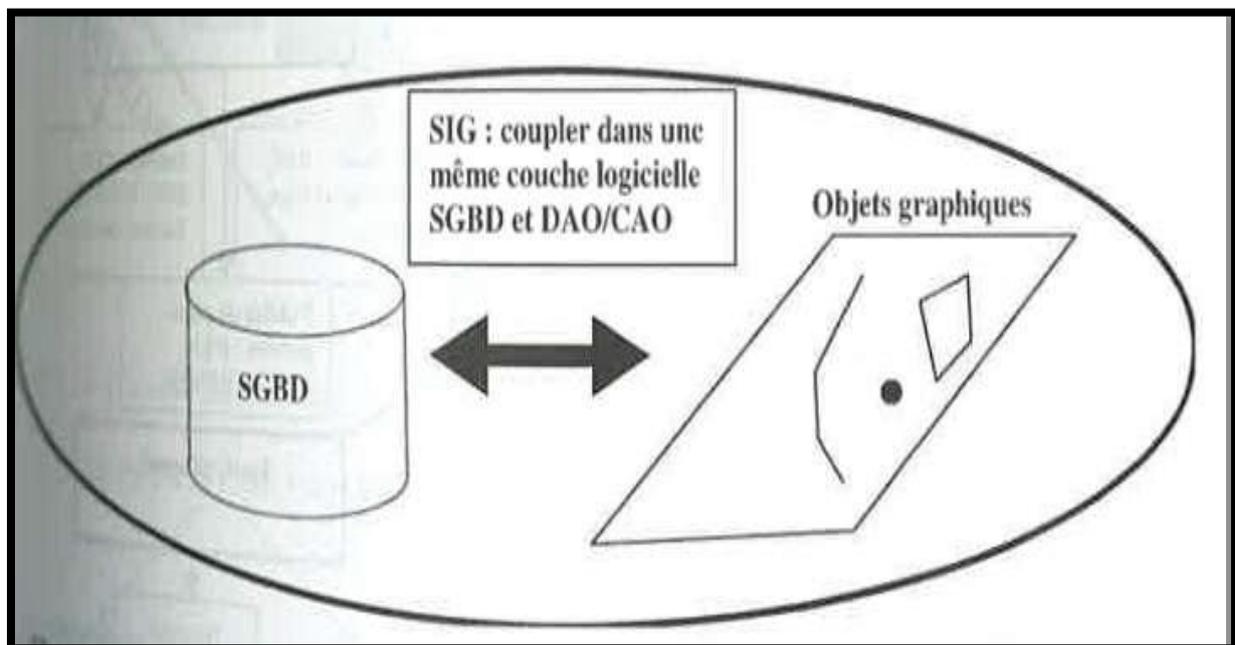


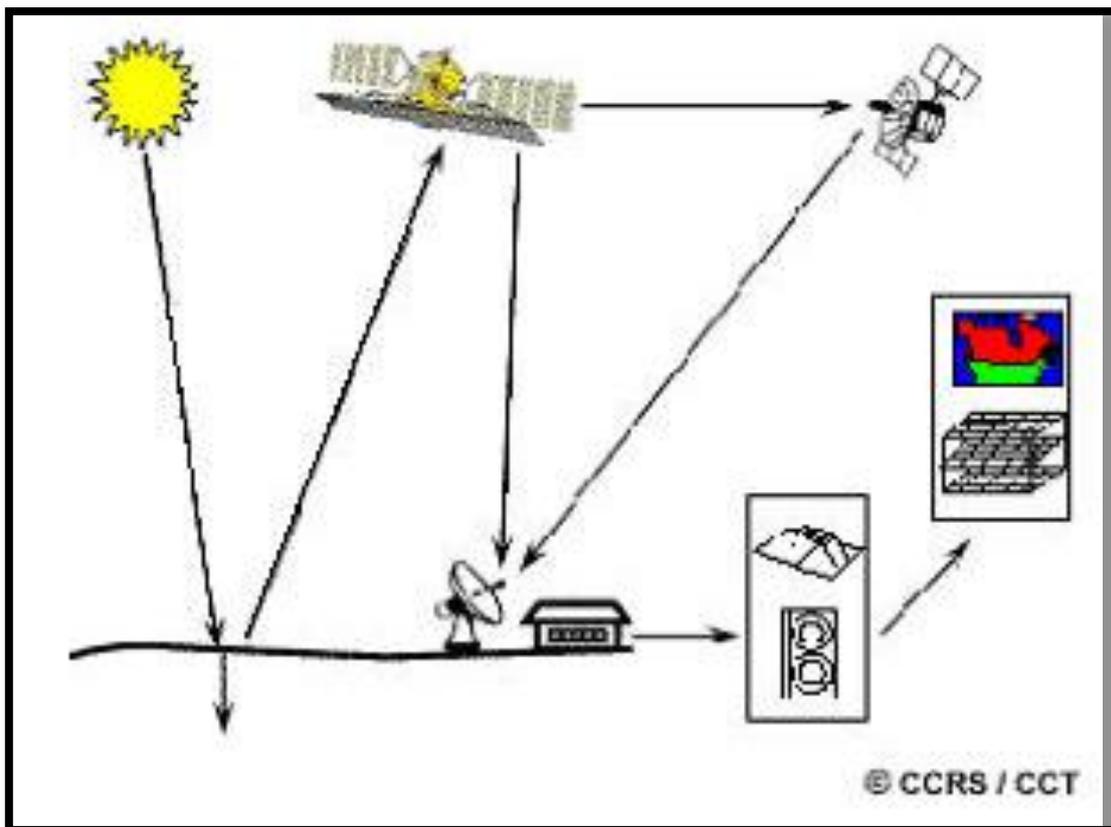
Figure N°08: Couche logicielle d'un SIG (source : H. Pornon, 1990).

3-2- Structure de l'information géographique :

Pour transformer un objet réel en une donnée à référence spatiale, on décompose le territoire en couches thématiques (relief, routes, bâtiments...) structurées dans des bases de données numériques. Les bases de données qui alimentent les SIG doivent être géoréférencées, c'est-à-dire partager un cadre commun de repérage appelé système de projection (**Hammoum et al, 2010**)

3-3- Définition de La télédétection:

La télédétection est la discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à partir de mesures et d'images obtenues à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritimes. Elle suppose l'acquisition d'informations (caractéristiques physiques et biologiques) à distance, sans contact direct avec l'objet étudié (Bonn *et al*, 1992). Le principe général en est présenté à la figure N°10.



(Source : <http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/ccrs/homepg.pl?f>)

Figure N°09 : Principe général de la télédétection

3-4- Domaines de la télédétection :

Si à la base les applications étaient plutôt militaires, de nombreuses disciplines utilisent les images satellites (**Tableau N°05**).

Tableau N°05 : Domaines de la télédétection (Source : UNIGE 2004, Peduzzi 2009).

Domaines	Exemples d'applications
Géosciences	Géologie, pédologie, géomorphologie...
Météorologie	Vitesses des vents, précipitations, températures, détection des cyclones, orages...
Océanographie	Couleur de l'eau, turbidité, hauteur des vagues, courant marin, phytoplancton, pollution marine...
Foresterie	Couverture forestière, santé des forêts, impacts après ouragans...
Cadastré Urbanisme	Couverture du sol, urbanisation, contrôle des autorisations (piscines, zones bâties...)
Agriculture	Identification des plantations, évaluation de la production...
Environnement	Etudes d'impact, détection des changements...
Biologie / Ecologie	Classification des types de végétaux, étude du corail, cartographie des habitats...
Télécommunication	Carte de répartition des antennes de téléphonie mobile...
Hydrologie	Comportements de l'eau à la surface du sol et dans le sol, cycle de l'eau...
Archéologie	Cartographie des sites archéologiques
Santé	Prévision des épidémies, relations avec les changements globaux...
Humanitaire	Pré-alerte de famines : réfugiés (camps)...
Catastrophes environnementales	Feux de forêts, éruptions volcaniques, sécheresses, marées noires...
Changements globaux	Désertification, variation climatiques, compositions de l'atmosphère...

3-5- Traitements en télédétection :

D'après **UVED (2008)**, l'observation de la Terre par les satellites peut être décomposée en cinq étapes ou processus, depuis la source d'énergie qui éclaire la surface terrestre jusqu'à la réception des données par la station satellite au sol (**figure N°10**).

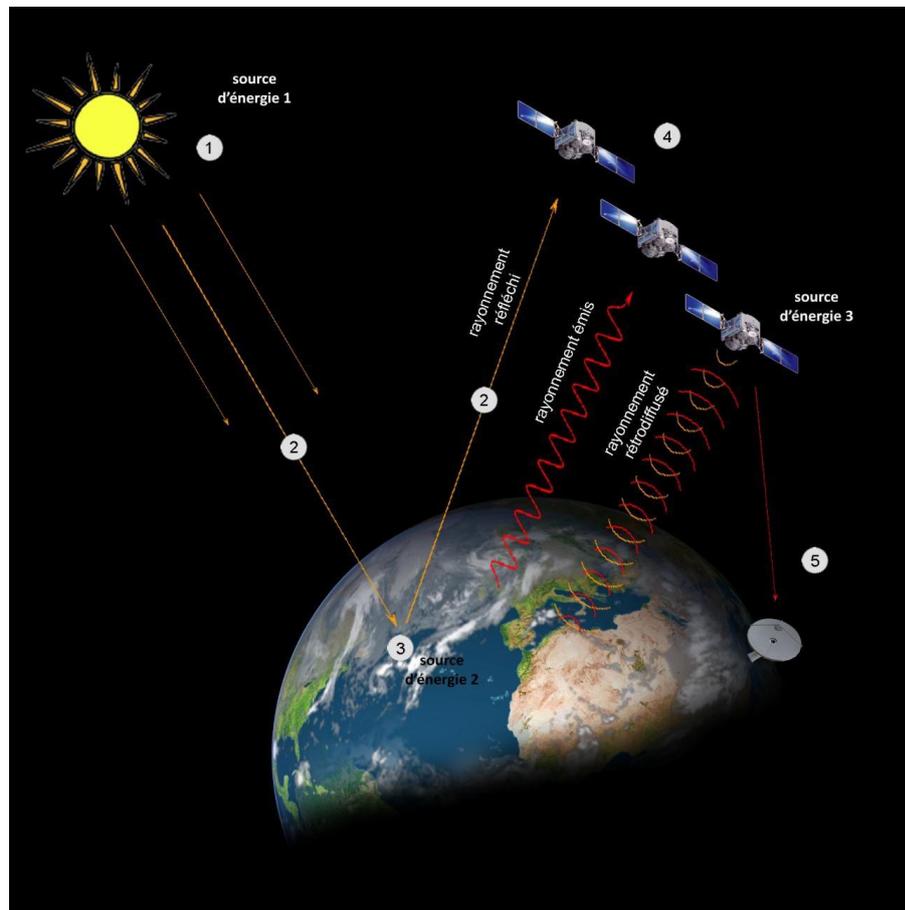


Figure N°10 : Télédétection à l'aide des satellites (UVED, 2008).

3-5-1- La source d'énergie :

Trois sources d'énergie sont utilisées en télédétection à savoir le soleil, la surface terrestre (domaine thermique ou celui des micro-ondes passives) et le capteur satellite (domaine des hyperfréquences).

3-5-2- Les interactions du rayonnement avec l'atmosphère :

Lors de son trajet de la source d'énergie vers la surface terrestre, puis de la surface vers le capteur satellitaire, le rayonnement interagit avec l'atmosphère.

3-5-3- Les interactions du rayonnement avec la surface terrestre :

Lorsque le rayonnement parvient à la surface de la Terre, il va interagir avec celle-ci. La nature des interactions est fonction à la fois du rayonnement et des propriétés spectrales des surfaces.

3-5-4- L'enregistrement du signal par le capteur satellitaire :

L'énergie réfléchi, émise ou rétrodiffusée par la surface de la Terre est captée puis enregistrée et discrétisée au niveau du capteur satellitaire.

3-5-5- La transmission et la réception des données :

Une fois l'énergie reçue par le capteur, elle est transmise vers une station de réception et de traitement où elle est convertie en données numériques (CPS, 2011).

PARTIE EXPERIMENTALE

Presentation de la zone d'etude

Présentation de la zone d'étude :

4-1- Situation géographique et administrative :

La wilaya de Tiaret, d'une superficie de 20050.05 Km², est localisée au Nord-Ouest de l'Algérie, sur les hauts plateaux Ouest entre la chaîne Tellienne au Nord et la chaîne Atlasique au Sud. Le territoire de la wilaya est constitué de zones montagneuses au Nord, de hautes plaines au centre et des espaces steppiques au Sud. Elle s'étend sur un espace délimité entre 0°.34' à 2°.5' de longitude Est et 34°.05' à 35°.30' de latitude Nord. Administrativement, la wilaya dispose de 14 Daïras et 42 Communes dont 24 communes rurales. Elle est délimitée par les wilayas de Tissemsilt et Relizane au Nord, les wilayas d'El-Bayad et Laghouat au Sud, les wilayas de Mascara et Saida à l'Ouest et par la wilaya de Djelfa à l'Est.

Notre travail consiste à étudier La région de Rechaiga qui s'étend sur 960 km², soit 96000 ha de superficie. Elle se situe à environ 69 km au Sud-est du chef-lieu de wilaya, sur les coordonnées géographiques 35°24' 9" Nord et 1°58'24" Est. Elle est délimitée :

- Au Nord par Hamadia et Bougara.
- A l'Est par Hassi Fedoul.
- A l'Ouest par Ain Dzarit et Nadourah.
- Au Sud par Ksar Chellala et Zemalet Amir Abdelkader.

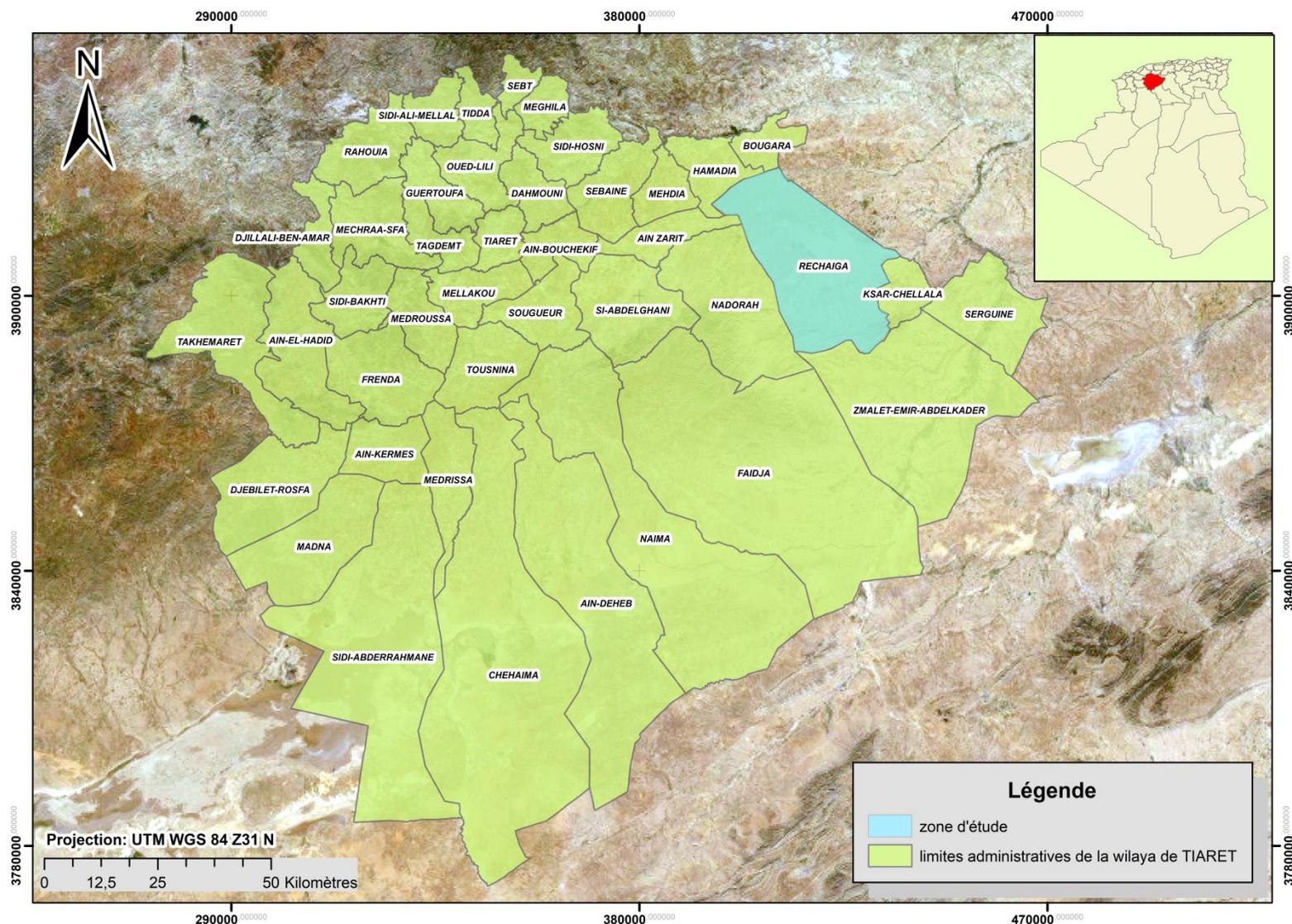


Figure N°11: carte de situation géographique & administrative de la région d'étude.

La population résidant sur ce territoire est estimée à environ 15881 habitants dont 4567 habitants en zone éparses avec une densité de 16 hab. /km² (**Sayadi et al, 2004**)

4-2- Relief:

Le relief se caractérise par les djebels de Rechaiga de Nador au Nord-Ouest et djebels Zerga Métalés et de Ksar Chellala qui forme sa limite Sud-Ouest-Est.

Les surfaces plus ou moins plaines se localisent au pied des reliefs regroupant les glacis d'âge et les épandages alluviaux.

Les dépressions où se concentrent les eaux de ruissellement (dayas) sont traversés par l'Oued Smir qui rejoint plus loin Oued Touil (**Benkhettou, 2003**)

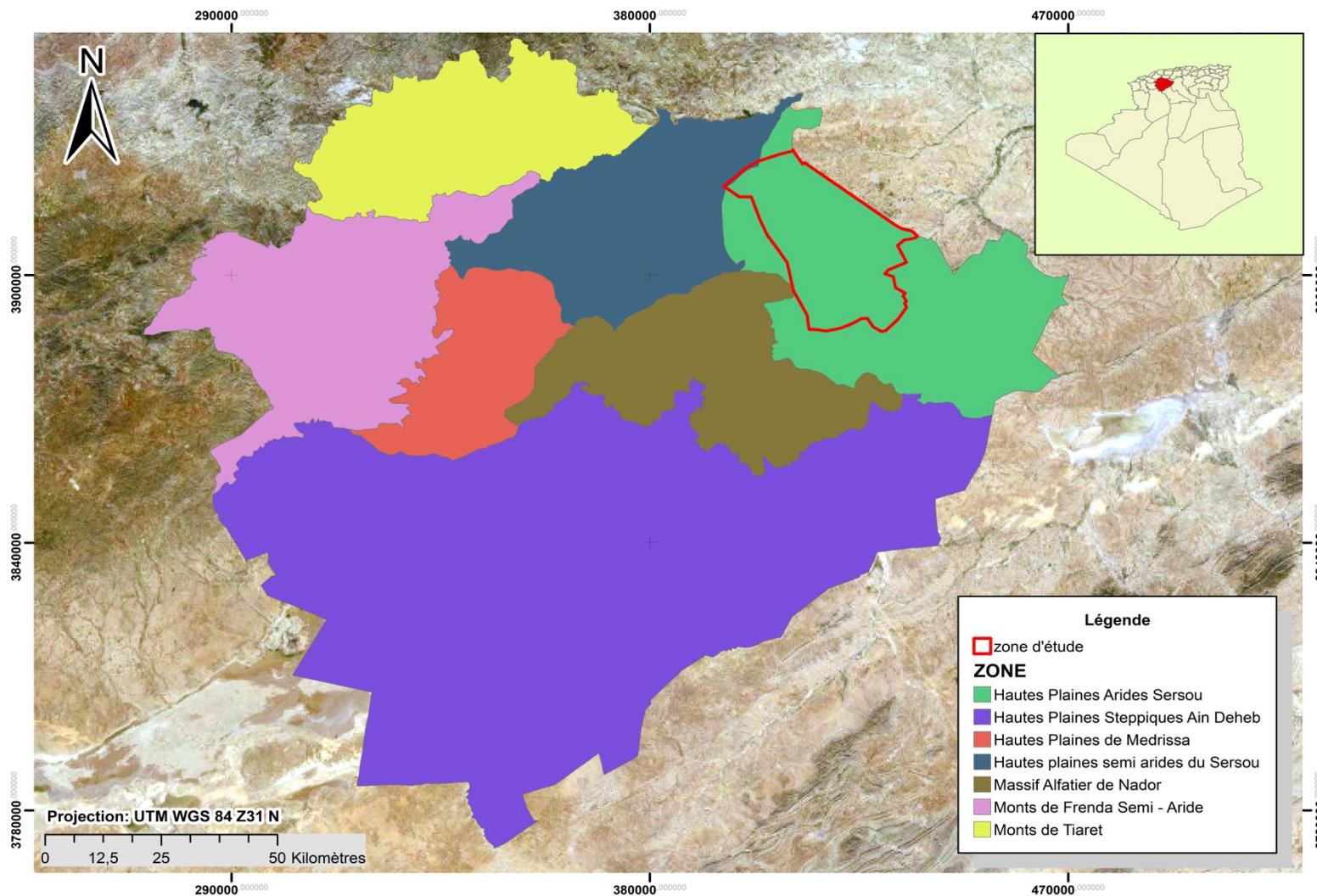


Figure N°12 : carte des ensembles géomorphologiques de la région d'étude

4-3- Occupation des sols :

La région de TIARET est une région à vocation agro sylvo pastorale, une lecture de la carte d'occupation des sols (**figure N°13**) fait ressortir une dominance de la classe agriculture, notamment dans la partie Nord de la wilaya, les formations forestières sont constituées essentiellement de maquis dégradés, la présence de quelques peuplements constitués de vieilles futaies de chêne liège et de pistachier de l'Atlas est à noter.

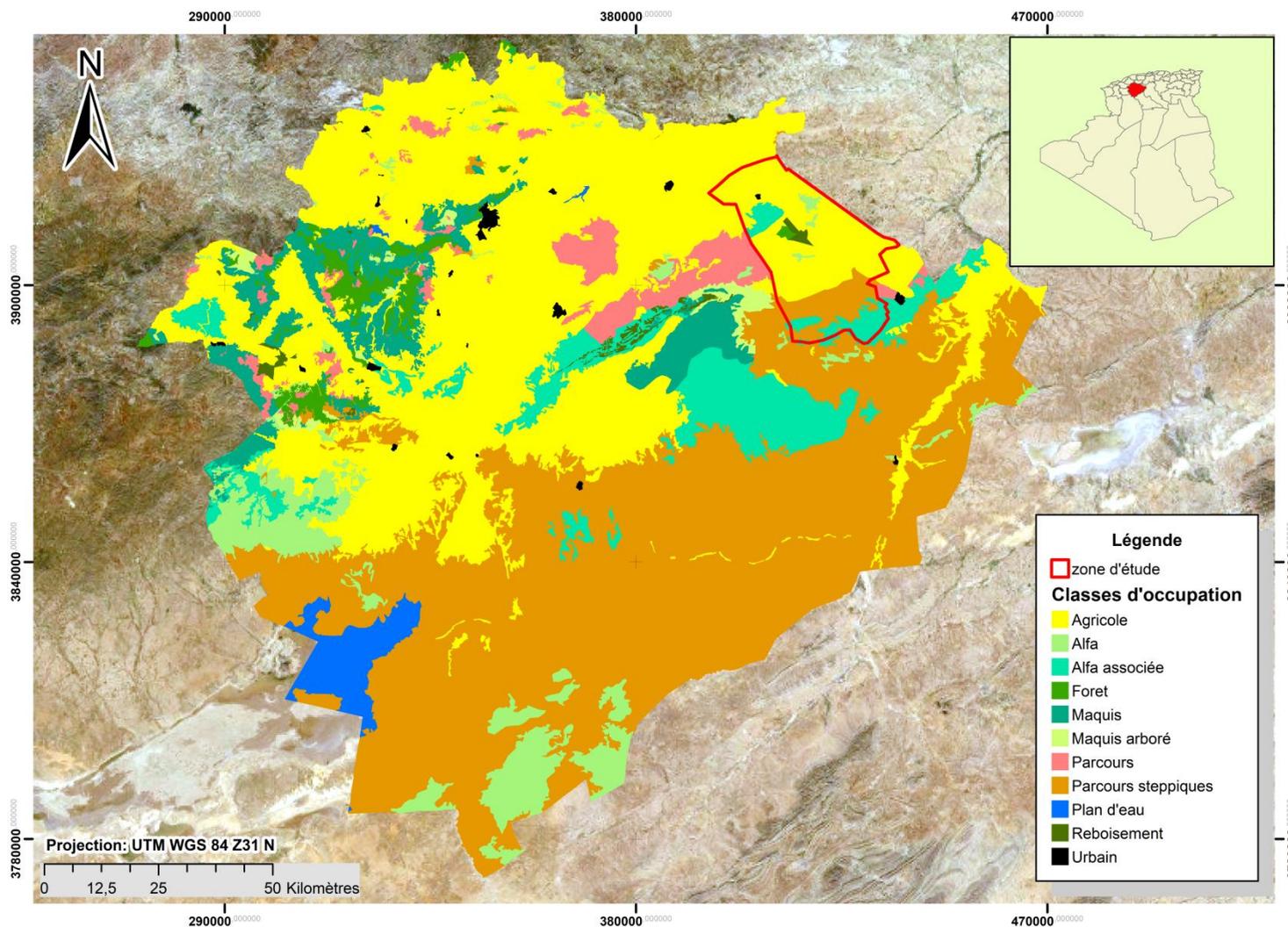


Figure N°13 : carte d'occupation des sols de la région de TIARET.

Tableau N °06 : occupation du sol de la région Rechaiga (S. D .A de Rechaiga)

Commune	superficie	superficie	S.A.T				
	Sup. Total	Urbain	SAU	Irrigué	Parcours	Foret	T .Inculte
Rechaiga	88.396HA	2.276HA	44.092HA	2.142HA	41.528HA	2.275HA	500HA

On remarque que :

L'agriculture et l'élevage constituent dans cette région la principale source de revenue des ménages. L'occupation totale des terres S.A.T est de 88.396 HA, et les formations forestières occupent 2.275 HA dominées principalement par le cyprès et pin d'Alep.

Sur les 44.092 HA de SAU il y à que 2.148 HA en irrigué dont 98% (culture maraichères) et 2% plantation fruitière, le reste étant des parcours exploités en grandes cultures associées à la pratique de la jachère et de l'élevage des cheptels. Les terres incultes sont de l'ordre de 500 HA. (Benaissa.S 2004)

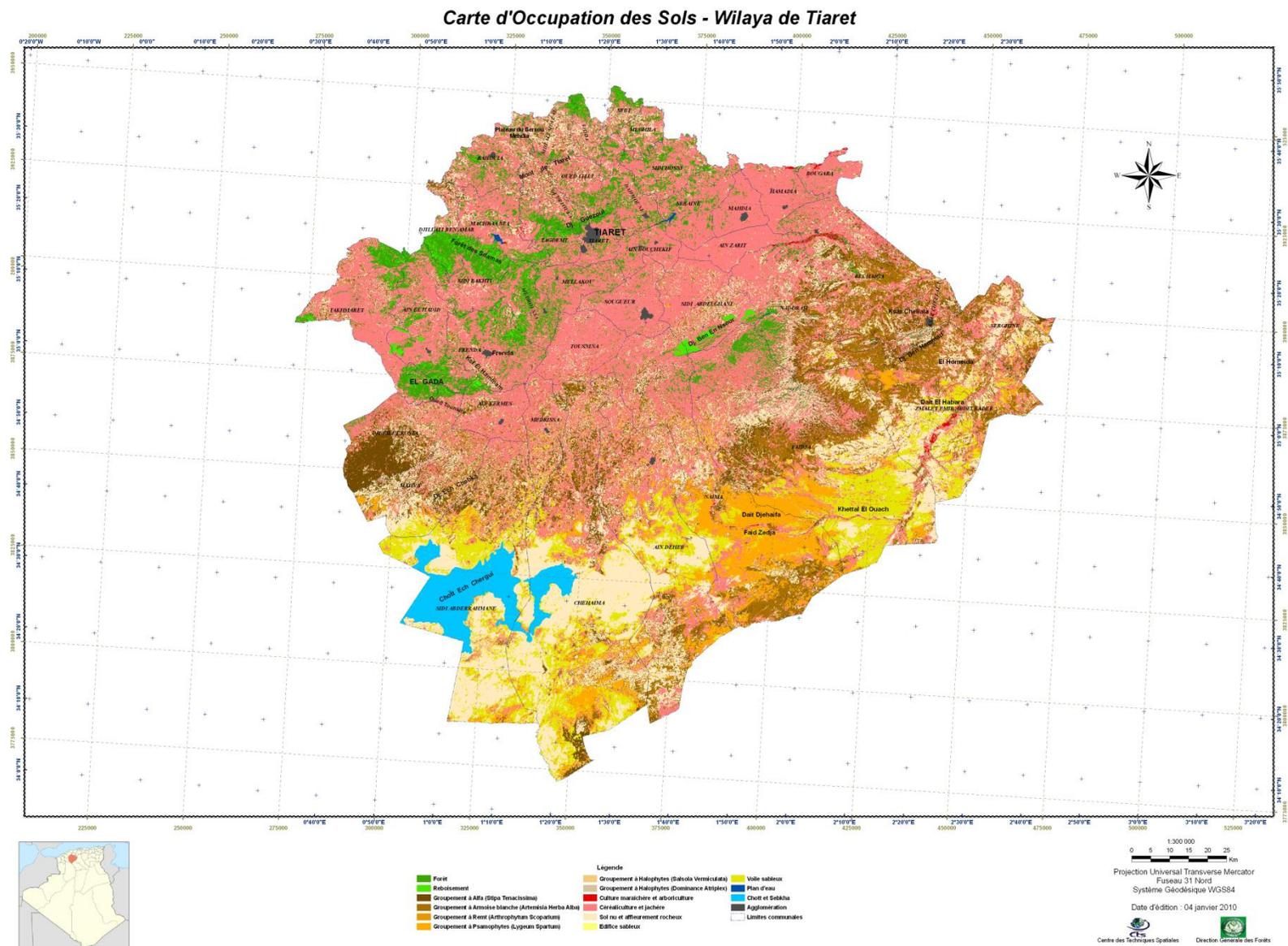
4-4- Le couvert végétal :

La végétation rencontrée au niveau des parcours 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, les steppes d'alfa, les steppes d'armoise, une végétation psamophytes.

La végétation de la région de Rechaiga recensée dénote d'une présence adaptative vis- à-vis du relief et des sols. La croute calcaire au niveau des piedmonts est de faible profondeur. Comme type de végétation on trouve : espèces arborées, arbustives et herbacées.

- **Espèces arborées** : Pin d'Alep, Pistachier de l'Atlas, Genévrier oxycèdre, Genévrier de Phénicie.
- **Sous-arbrisseaux** : Armoise blanche, Salsola, Atriplex.
- **Espèces vivaces** : Alfa, Sparte, Peganum hermala.

Comme la région se trouve localisée sur l'un des principaux couloirs de transhumance, la végétation naturelle demeure dès lors très dégradée. (Meziou. R et al. 2017)



4-5- Pédologie :

Les sols les plus répandus sur les monts de Tiaret sont : (CFT, 2014)

- Les sols marneux.
- Les sols calcaires et dolomites dures.
- Les sols calcaires friables.
- Conglomérat, alluvions et sables.
- Conglomérat. (NOUAR, 2016)

La région de Rechaiga est une région qui se caractérise par des sols steppiques plus ou moins pauvres et squelettiques à dominance calcaire. Ils font partie de la sous-classe de sols à pédoclimat frais pendant la saison froide, appartenant au groupe siérozème comportant trois sous-groupes :

- 1) **Modaux** : composés de sables siliceux, d'alluvions calcaires à texture grossière à moyenne, d'alluvions anciennes plus ou moins noircies et de sables siliceux sur marne.
- 2) **A nodule ou granulés calcaire** : constitués d'alluvions calcaire à texture moyenne à fine, d'argile sableuse rouge , alluvions plus ou moins noircie, de sables siliceux sur marne et enfin d'alluvions, colluvion de piedmont plus ou moins caillouteur .
- 3) **Encroutés (à encroutement calcaire)** : en plus des éléments qui se retrouvent dans le sous group précédant, il existe des alluvions et colluvions sue dalle calcaire. (Benaissa.S 2004).

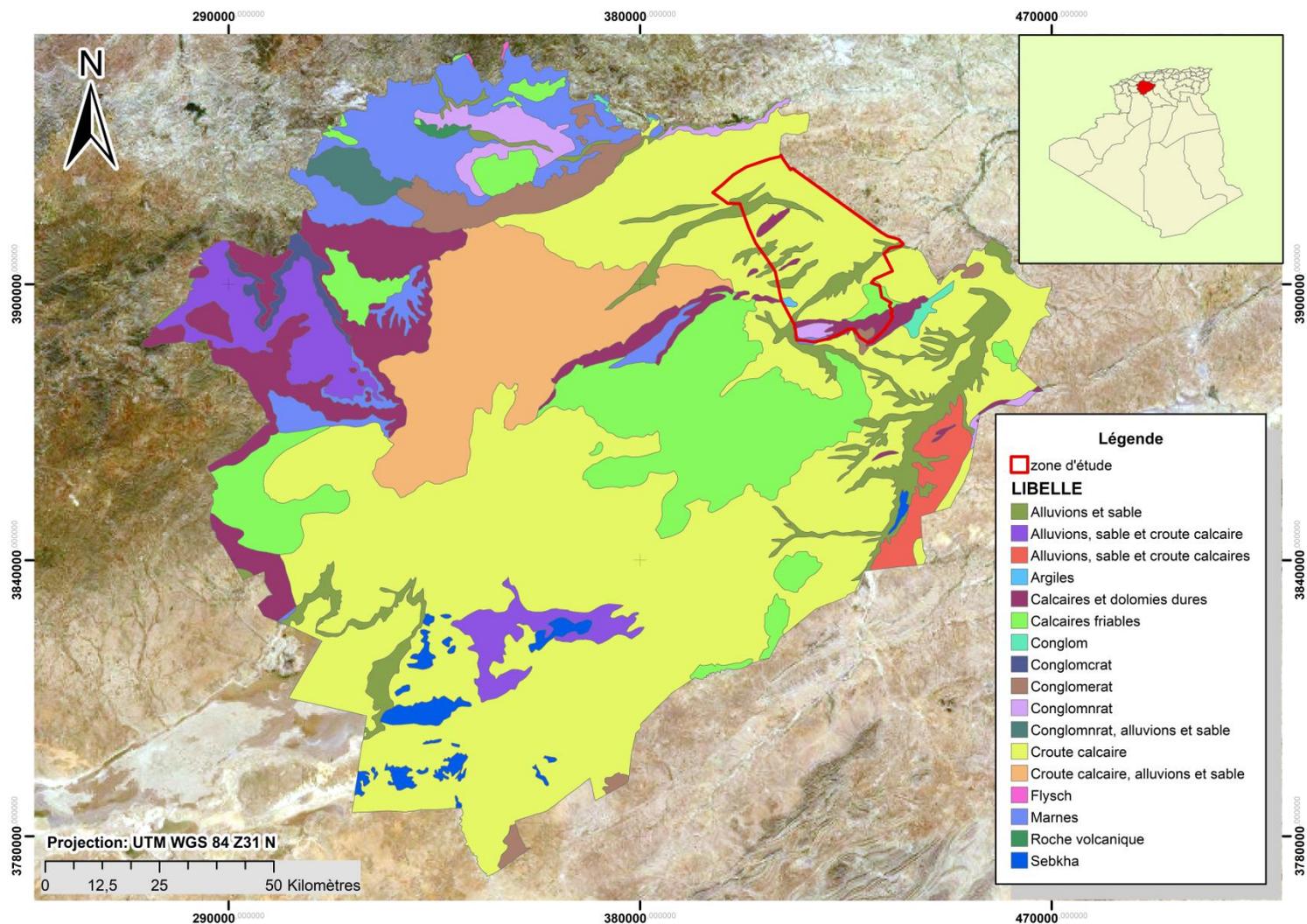


Figure N°15 : carte de lithologie de la zone d'étude.

4-6- Hydrologie:

La nappe phréatique du Sersou qui s'étend jusqu'au niveau de l'ouest Soussalem et oued magrounet, constitue une réserve hydrique importante. Elle est située à quelques mètres de profondeur, favorise l'exploitation à partir de puits de surface. Toutefois, Dix ans après le lancement de l'opération de l'accession à propriété foncière agricole, 1200 puits ont été recensés. On compte actuellement environ 2500 puits (**Benkhattou, 2003**).

L'eau de surface est caractérisée par les crues d'oued Soussalem qui sont très rares et généralement se perdent dans les zones d'épandages et plus loin au niveau de l'Oued Touil.

4-7- Le climat :

Le climat de la région de Tiaret est de type Semi aride à hivers froid, les précipitations annuelles moyennes, qui s'élèvent à 350 mm se produisent essentiellement en hivers et au printemps. Durant ces saisons, les écoulements sont permanents; cependant, l'été et l'automne sont secs. Ce déficit en eau est aggravé par une forte évaporation durant la période de l'été ou la température moyenne est de l'ordre de 15°C en hivers et de 27°C en été. Les températures connaissent de grandes fluctuations dans la région (en descend à de 0°C jusqu'à 40°C), cette influence de la température freine quelque peu le processus d'alimentation des nappes souterraines qui en fait ne s'opère que sur une période assez courte (janvier à Avril). **(LAIDANI et al 2009).**

Le climat de la zone d'étude est de type aride frais avec une pluviométrie qui peut atteindre 300 mm/an.

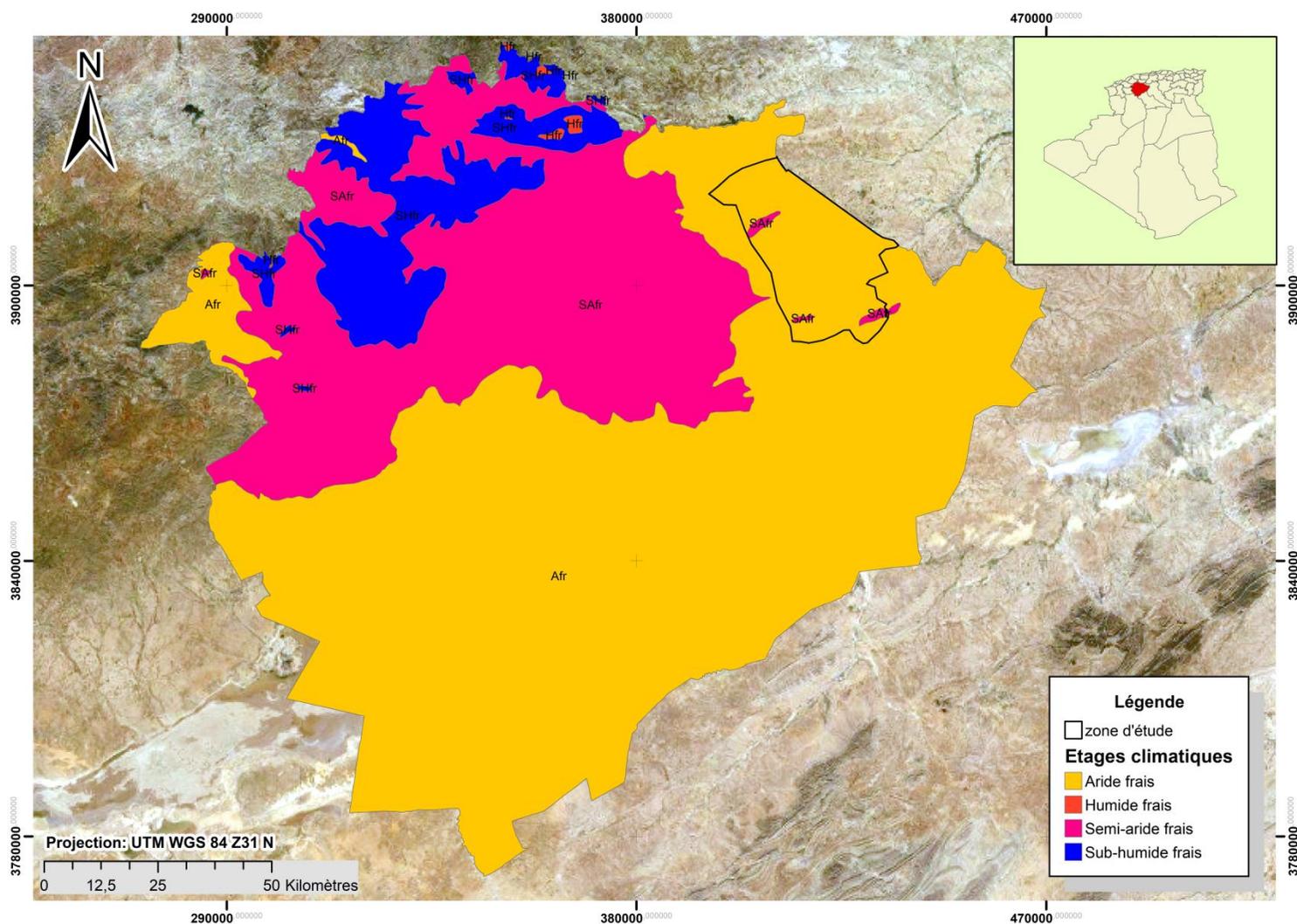


Figure N°17 : carte du climat de la région de Tiaret.

4-7-1- précipitation

Précipitation moyenne mensuelle :

La figure n° représente l'évolution des précipitation mensuelle durant la période 1990-2020 dans la région de Rechīga a travers le graphe on observe le mois MARS est le mois le plus pluvieux avec une pluviométrie moyenne 58.38mm ,par contre le mois JUIELLET est le plus moïn pluvieux avec moyenne 10.99mm .

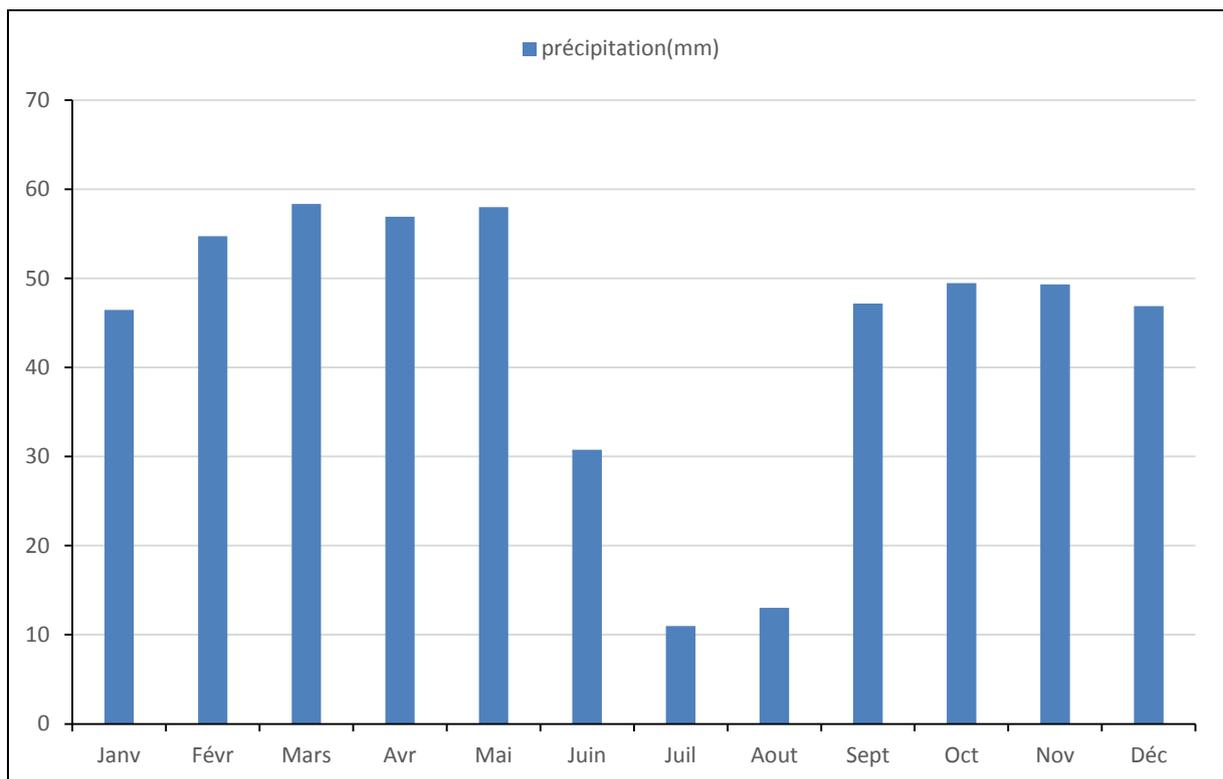


Figure N°18 : précipitation moyenne mensuelle de la région Rechīga (1990-2020)

Précipitation moyenne annuelle :

La figure n° presente le régime pluviométrique annuelle de la région d Rechiga durent la période 1990-2020 on remarque l'année 1996 est la plus pluvieux avec une moyenne de précipitation 27.44mm et l'année 2016 c'est la plus sèche avec une moyenne 9.04mm .

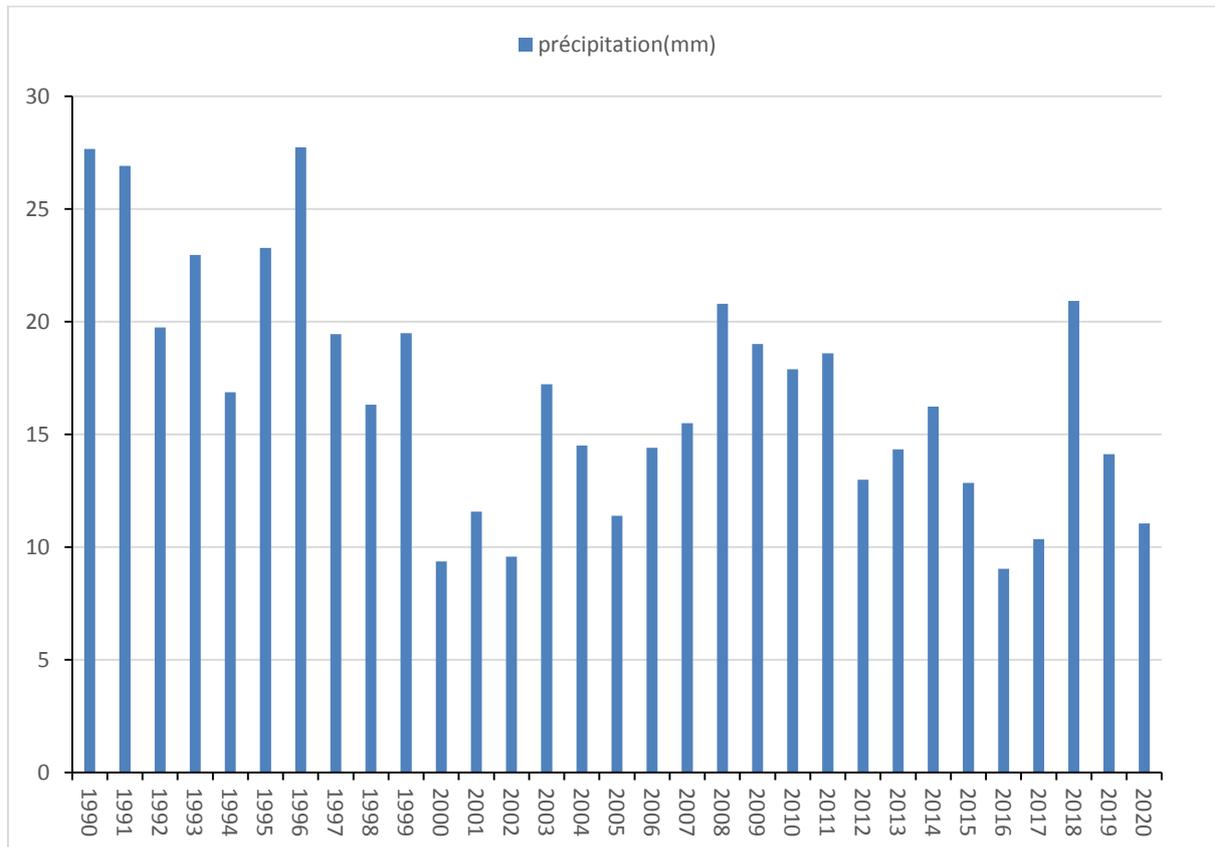


Figure N°19 : précipitation moyenne annuelle de la région Rechaiga (1990-2020)

Température :

La température joue un rôle de facteur limitant dans la répartition et la survie des êtres vivants.

Température moyenne mensuelle :

Le graphe dans la figure n° présente que le mois le plus chaud c'est le mois de JUILETT avec une température moyenne 27.9 °c et le mois le plus froid c'est le mois de JANVIER avec une température moyenne de 5.24 °c.

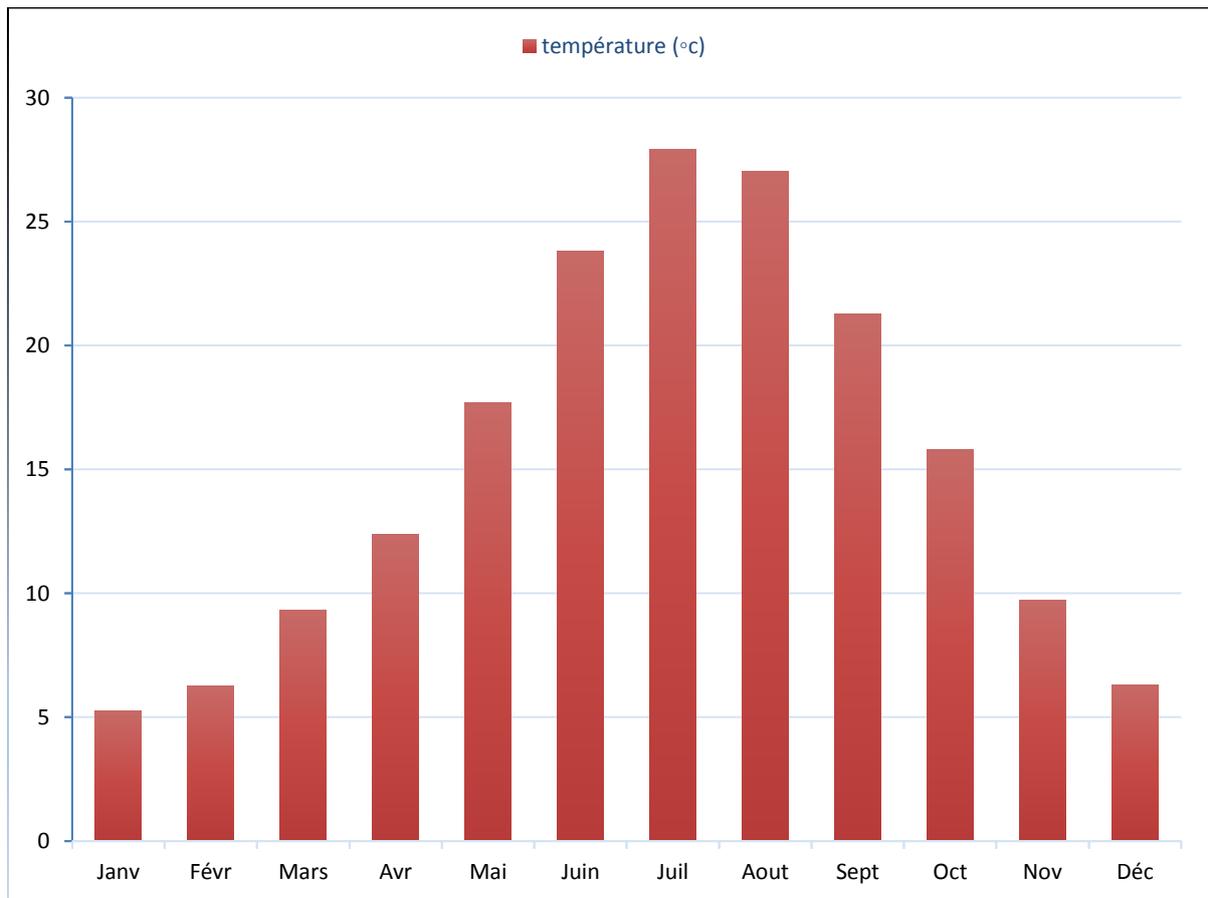


Figure N°20 : Température moyenne mensuelle de la région Rechaiga (1990-2020)

Température moyenne annuelle :

La figure n° présente que l'année 2001 c'est la plus chaude avec une température moyenne de 16.12 °c et l'année la plus froid c'est l'année 1992 avec une température moyenne 13.9 °c.

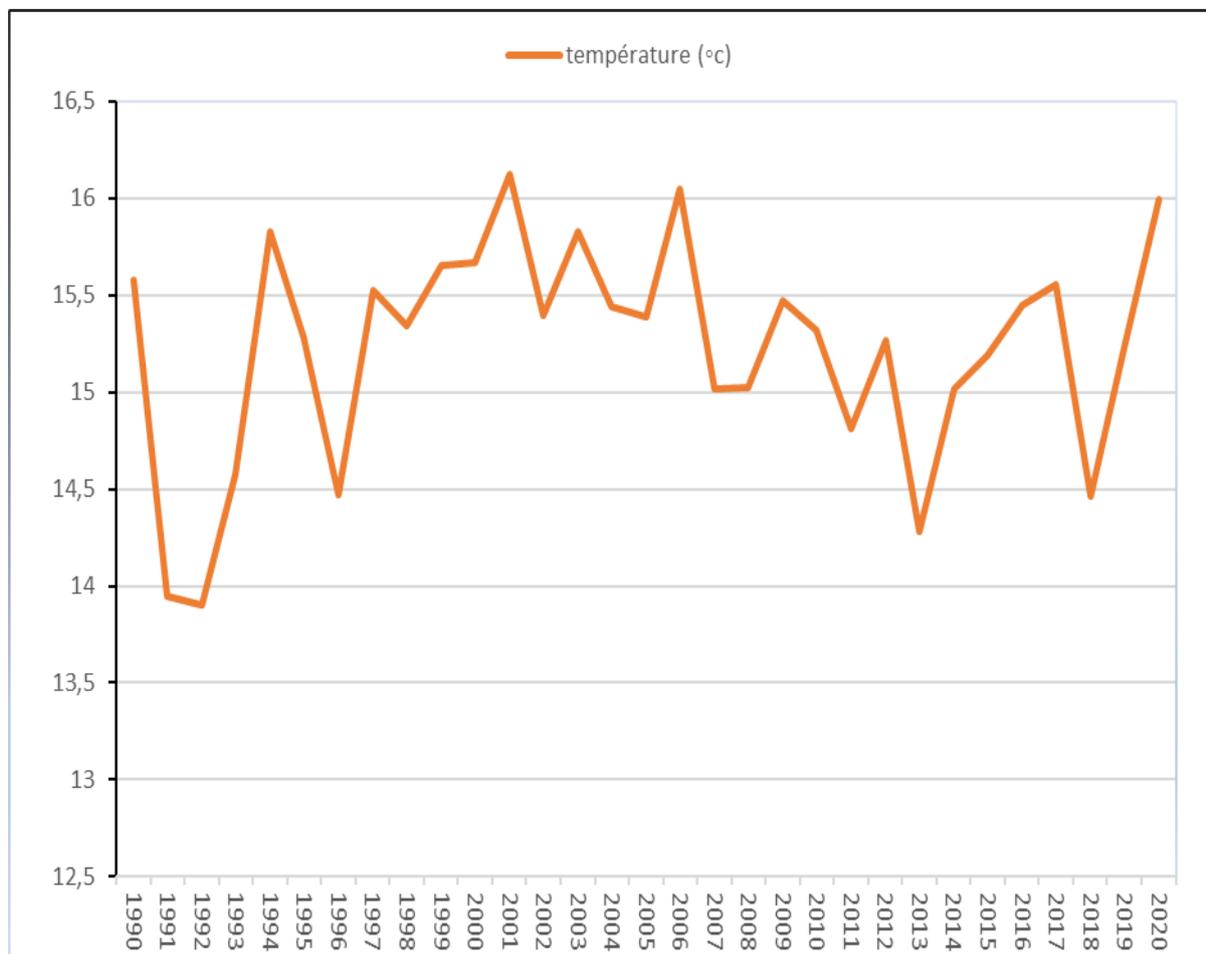


Figure N°21 : Température moyenne annuelle de la région Rechaiga (1990-2020)

Diagramme ombrothermique :

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен permet de déterminer la durée de la saison sèche. En établissant une relation entre les précipitations moyennes mensuelles et la température moyenne des mois.

La figure n° représente la période sèche ; on observe 5 mois de sécheresse période sèche durent l'année (juin jusqu'à septembre).

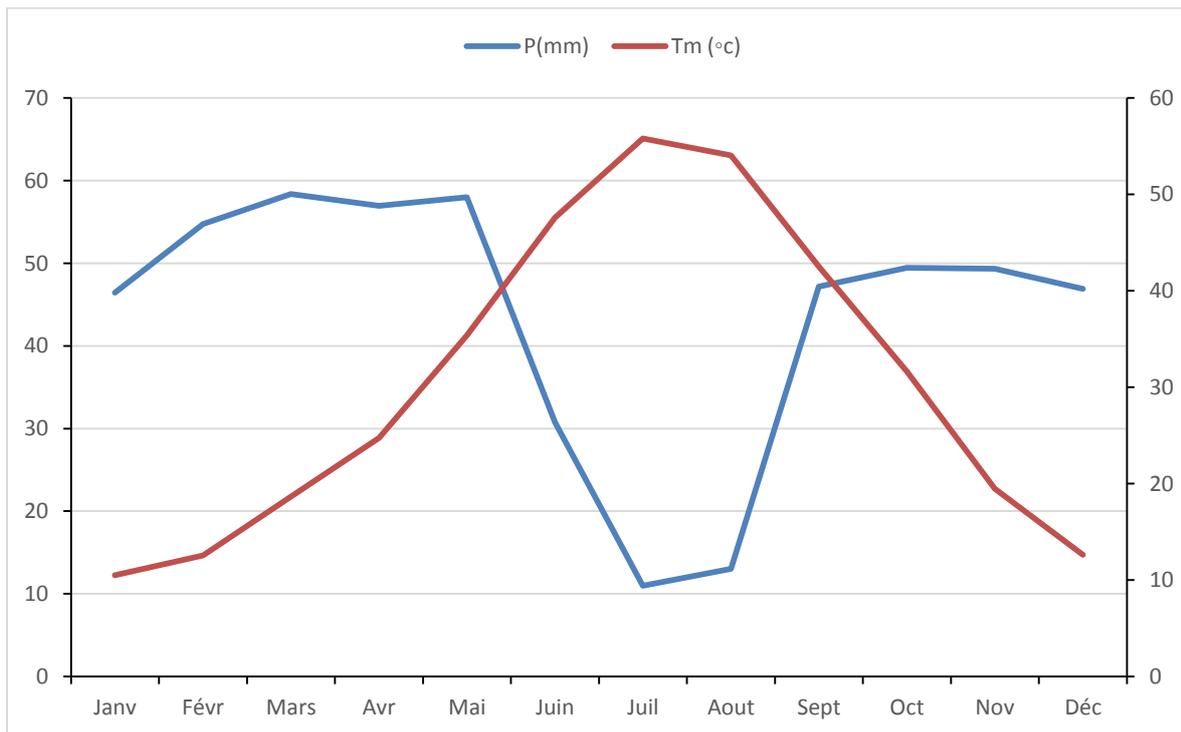


Figure N°22 : Diagramme ombrothermique de la région de Rechaiga

Coefficient pluviométrique d'Emberger (Q_2) :

L'étage bioclimatique de la zone d'étude est déterminé sur la base du quotient pluviométrique d'EMBERGER « Q_2 »

$$Q_2 = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

P : moyenne des précipitation annuelles (MM).

M : moyenne des maximal de moins le plus chaud (K°).

m : moyenne des minimal de moins le plus froid (K°).

$$Q_2 \text{ RECHAIGA} = 35$$

Par application numérique la zone d'étude est retenue à l'étage bioclimatique Semi-aride a hiver frais.

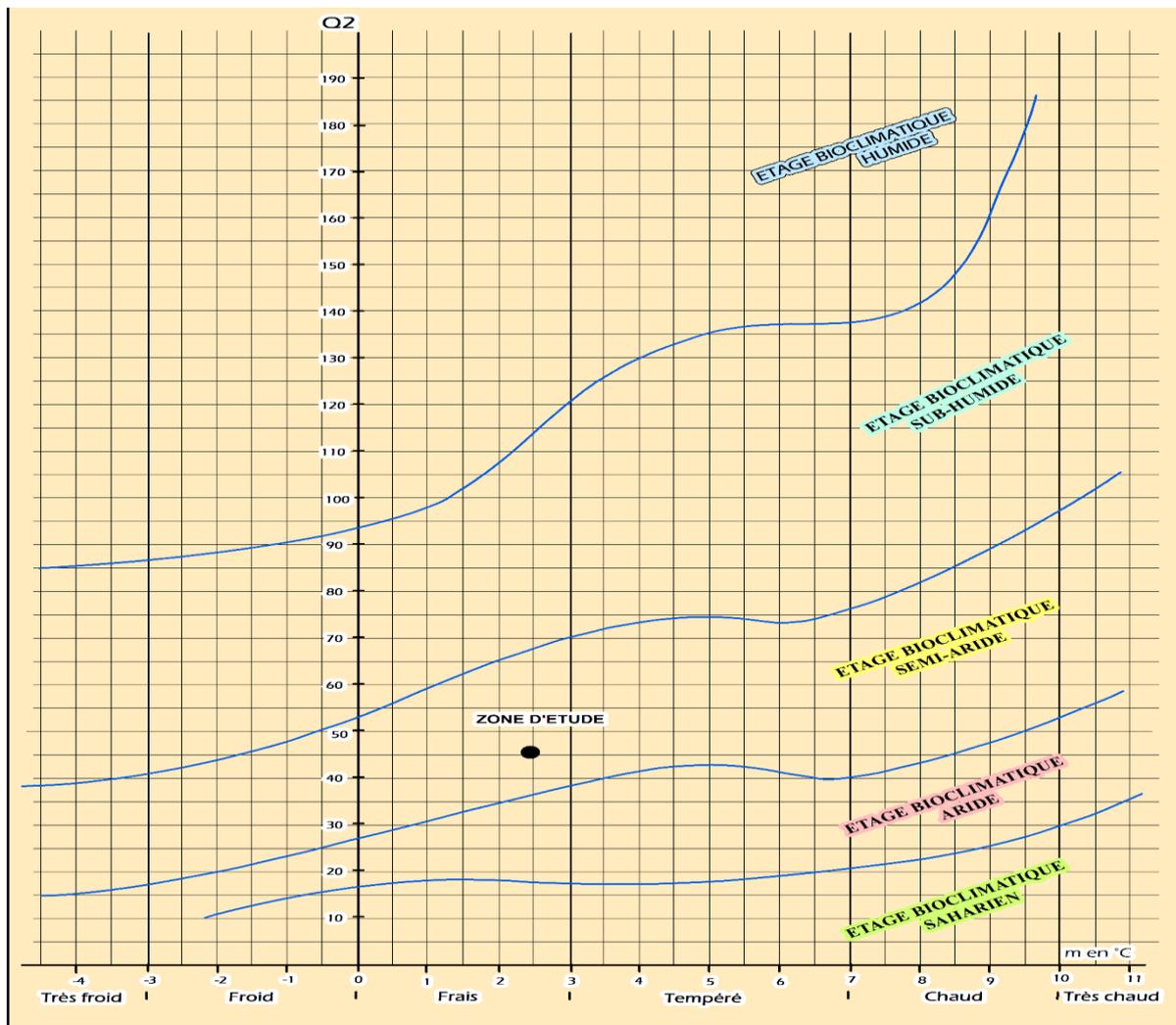


Figure N°23 : climagramme d'Emberger

Materiels et methodes

L'objectif de notre étude est d'étudier l'occupation des sols au niveau de la région de Rechaiga, à travers l'utilisation des données de la télédétection. Il s'agit aussi de mettre en évidence l'ampleur de la désertification à travers la mise en place d'un système d'information géographique par comparaison des différentes cartes d'occupation réalisées.

Dans ce sens, la méthodologie adoptée vise à réaliser des cartes d'occupation des sols à différentes dates, et ce pour un objectif de comparaison multi date (2000, **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.

5-1- Acquisition des données :

➤ 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 fournies 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 : une mission opérationnelle pour l'union européenne

Le programme Copernicus de l'union Européenne, est le plus grand programme d'observation de la terre au monde. Les observations sont systématiques, globales, répétitives, et garantis sur au moins 15 ans. Les missions ont été implémentées par : L'Agence Spatiale Européenne.

La mission Sentinel-2 en est la composante optique, à résolution décimétrique, avec une revisite systématique de 5 jours grâce à deux satellites jumeaux, Sentinel-2A (lancé en 2015) et Sentinel-2B (lancé en 2017).

Sentinel-2 dispose de 13 bandes spectrales dont 3 dans le moyen infrarouge (MIR). Les images ont un champ de vue de 290 km de large, et une résolution de 10m, 20m ou 60m en fonction des bandes spectrales. Le système Sentinel-2 avec ses 2 satellites est supérieur au système LANDSAT sur tous les aspects, sauf en ce qui concerne l'absence de bandes dans l'infra-rouge thermique qui sont présentes sur LANDSAT, et la disponibilité de données Landsat depuis 40 ans.

Tableau N° 07 : Bandes spectrales de l'instrument MSI a bord de Sentinel-2

Bande 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

➤ **Les images Landsat :**

Aperçu. Landsat est une imagerie à résolution spatiale modérée (30 mètres) qui fournit de vastes zones de couverture de données répétées à une échelle permettant aux utilisateurs de voir des processus détaillés à l'échelle humaine, tels que l'urbanisation, mais pas les maisons individuelles. Depuis 1972, les satellites du programme Landsat ont collecté des images spectrales cohérentes des continents de la Terre et des régions côtières environnantes. Ces archives historiques sont inégalées en termes de qualité, de détails, de couverture et de longueur, permettant aux gens d'étudier de nombreux aspects de la planète et d'évaluer les changements dynamiques causés par les processus naturels et les pratiques humaines.

Tableau N° 08 : 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	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

➤ **Google earth engine :**

Est un service de traitement géospatial. Avec Earth Engine, vous pouvez effectuer un traitement géospatial à grande échelle, grâce à Google Cloud Platform. L'objectif d'Earth Engine est de :

- Fournir une plate-forme interactive pour le développement d'algorithmes géospatiaux à grande échelle
- Enable high-impact, data-driven science
- Make substantive progress on global challenges that involve large geospatial datasets

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.

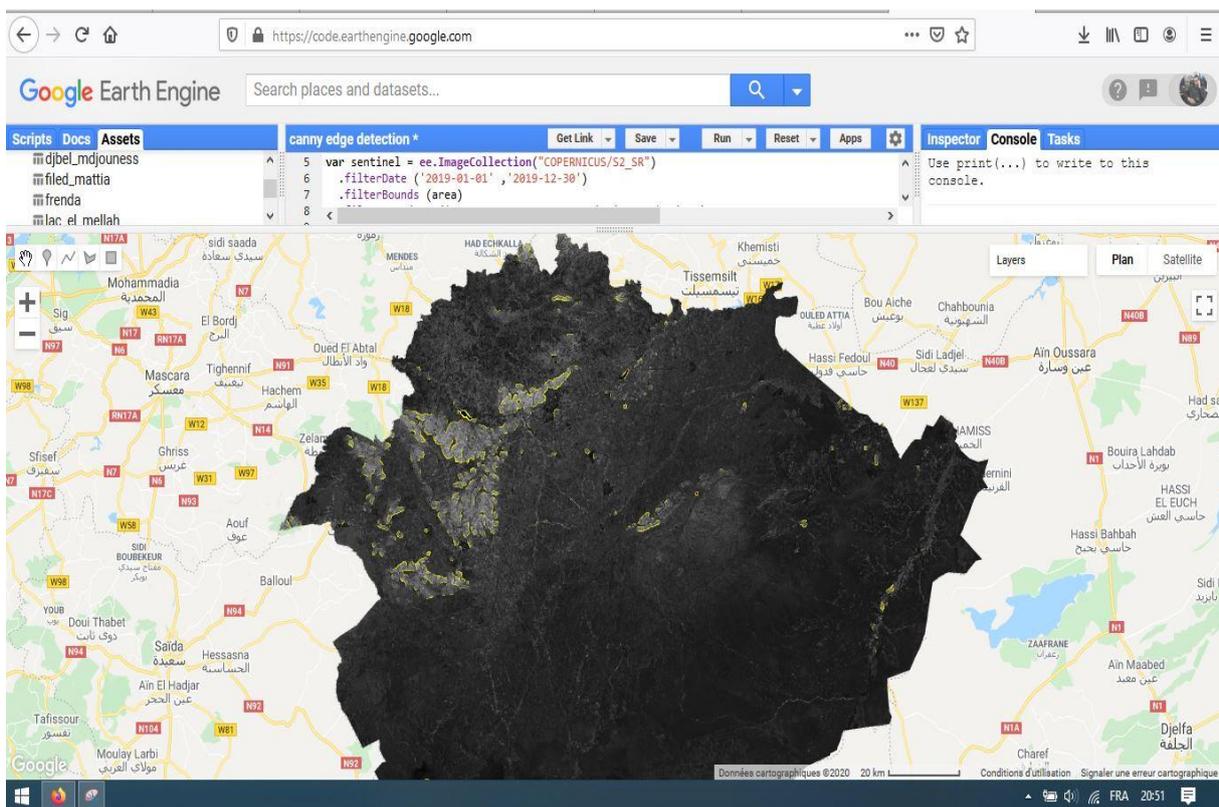


Figure N°24: carte Google earth engine

5-2- Données de terrain :

Un travail de terrain a été effectué pour l'acquisition d'un maximum d'information sur les classes d'occupation des sols .à cet effet les principales classes d'occupation des sols retenues pour la réalisation des cartes sont :

➤ Parcours steppique :

La classe de parcours steppiques regroupe toutes les formations paysagères caractéristiques de la steppe, à savoir les formations végétales susceptibles d'exister.

➤ Agriculture :

L'agriculture est une activité incriminé dans le processus de désertification en milieu steppique, les populations rurales au niveau de la steppe pratiquent l'agriculture sur les terres de parcours à travers : la céréaliculture et la culture en irriguée ou maraichère.

➤ Sols nus :

La classe sols nus correspond à des terres de parcours dépourvus de couvert végétal, pour différentes raison, notamment le surpâturage et les grandes périodes de sécheresse.

➤ Végétation forestière :

la région d'étude est connue pour abriter une végétation forestière diversifiée, formée de peuplements de pin d'Alep (issu d'un reboisement) et une vielle futaie de pistachier de l'Atlas formant un peuplement épars sur une très grande superficie.

➤ Urbain :

L'urbanisation en milieu steppique exprime une situation de sédentarisation, il est important d'identifier toutes les infrastructures urbaines existantes pour connaitre l'ampleur de l'utilisation des terres en milieu steppique par l'homme.

5-3- Cartographie de l'occupation des sols :

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

- Classification d'images satellitaires :

✓ Supervisée :

✓ non supervisée :

- Classification supervisée par la méthode du foret aléatoire :

La plate-forme Google earth engine permet différentes possibilités de classifier les images satellitaires suivant différentes 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 foret aléatoire.

5-4- **Validation des résultats :**

Pour valider les cartes réalisées, l'indice kappa est calculé directement sur la plate-forme

Resultats et discussion

6-1- Carte d'occupation des sols de l'année 1990 :

Le résultat de la classification supervisée de l'image satellitaire landsat TM a permis de faire ressortir pour chaque classe d'occupation des sols la superficie occupée au niveau de la zone d'étude .

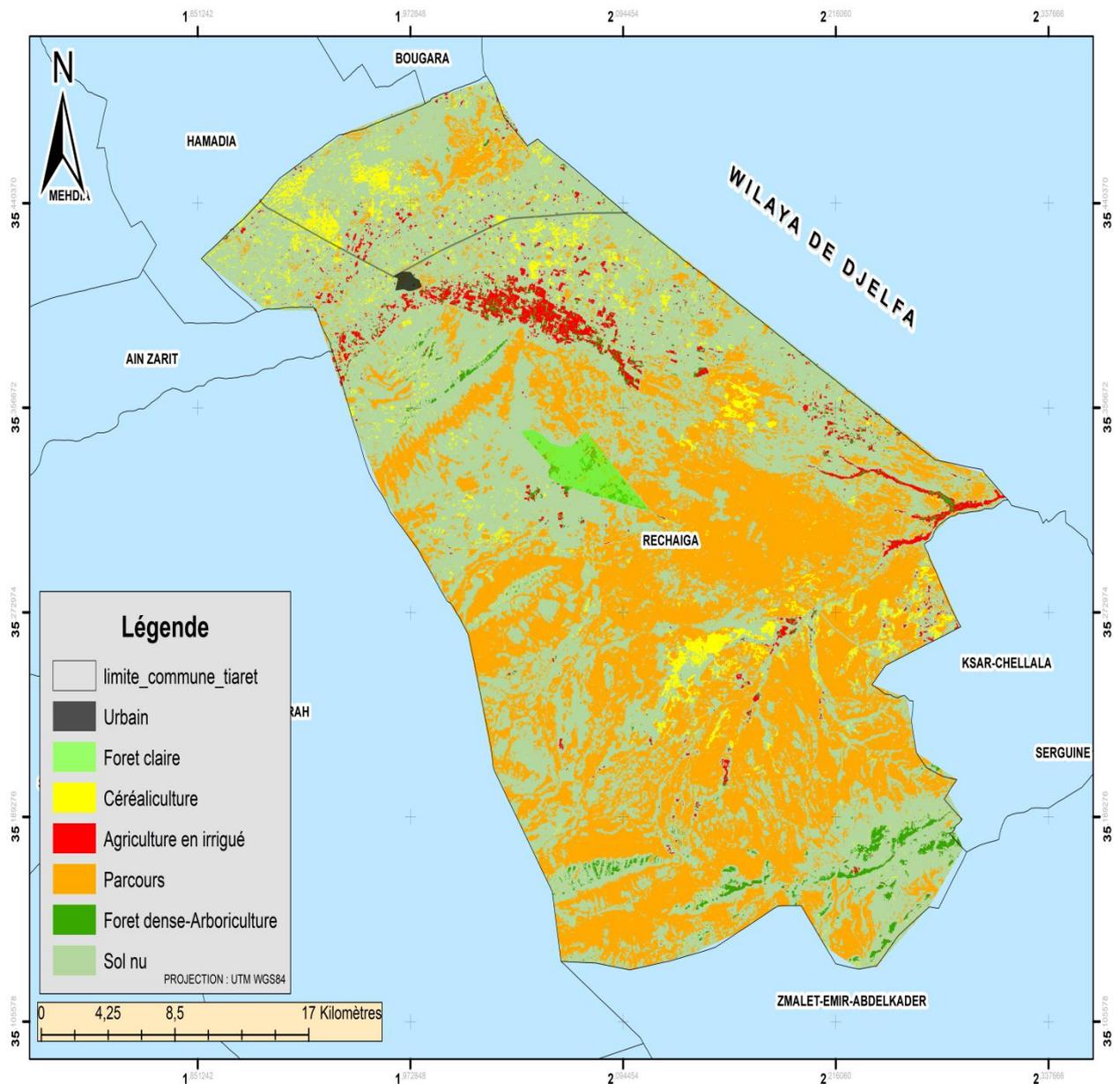


Figure N°25 : carte d'occupation des sols de 1990

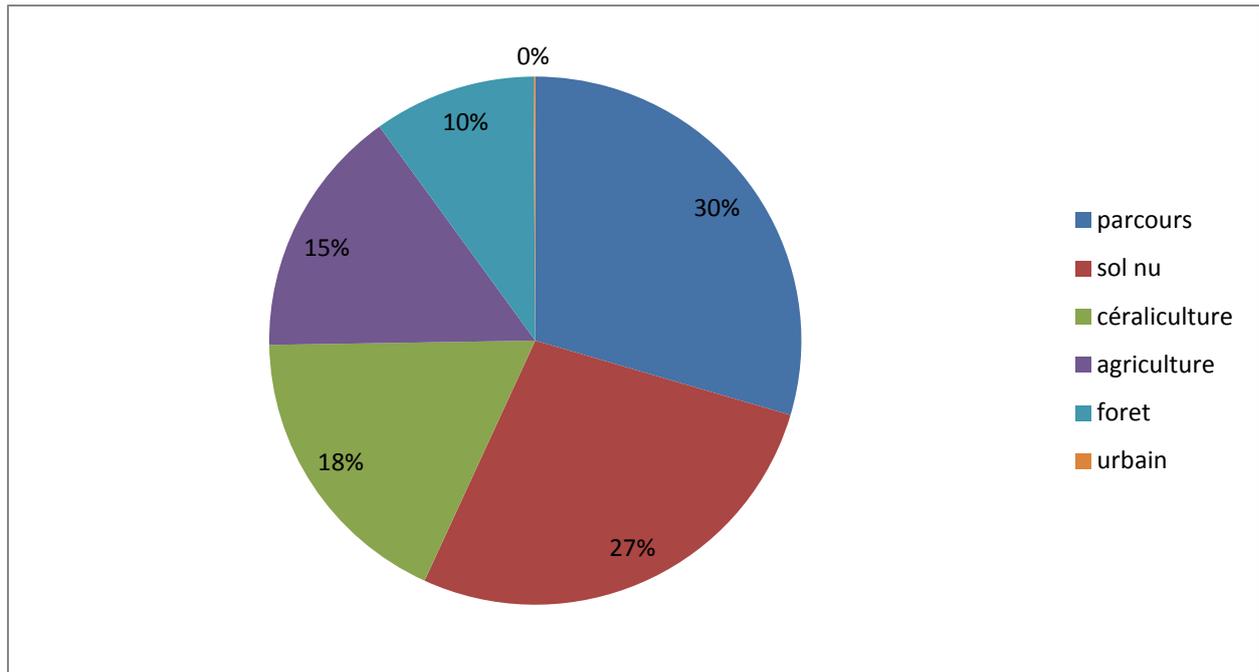


Figure N°26: répartition des superficies par pourcentage d'occupation des sols pour l'année 1990

La carte d'occupation des sols établie laisse présager une dominance de la classe parcours avec un totale de 30% (25969 ha) par rapport à la superficie totale (87884,67 ha) et qu'est située au niveau de la moitié sud dans notre zone d'étude. Puis, 27 % (23975 ha) de sol nu situé surtout au niveau de nord de la zone d'étude. Puis, 18% (15741 ha) de céréaliculture situé au niveau de nord et au centre de la zone d'étude. Puis, 15 % (13451 ha) d'agriculture situé au niveau de nord de la zone d'étude. On remarque que le forêt n'occupe que 10% (8662 ha) de notre zone situé au niveau de sud et au centre de la zone d'étude. Enfin, l'urbain occupe de 0,1 % (86,67 ha) situé au niveau de nord ouest de la zone d'étude.

6-2- Carte d'occupation des sols pour l'année 2000 :

La classification de l'image satellitaire correspondant à l'année 2000 a permis de réaliser la carte d'occupation des sols (**figure N°27**), dont les résultats sont illustrés comme suit :

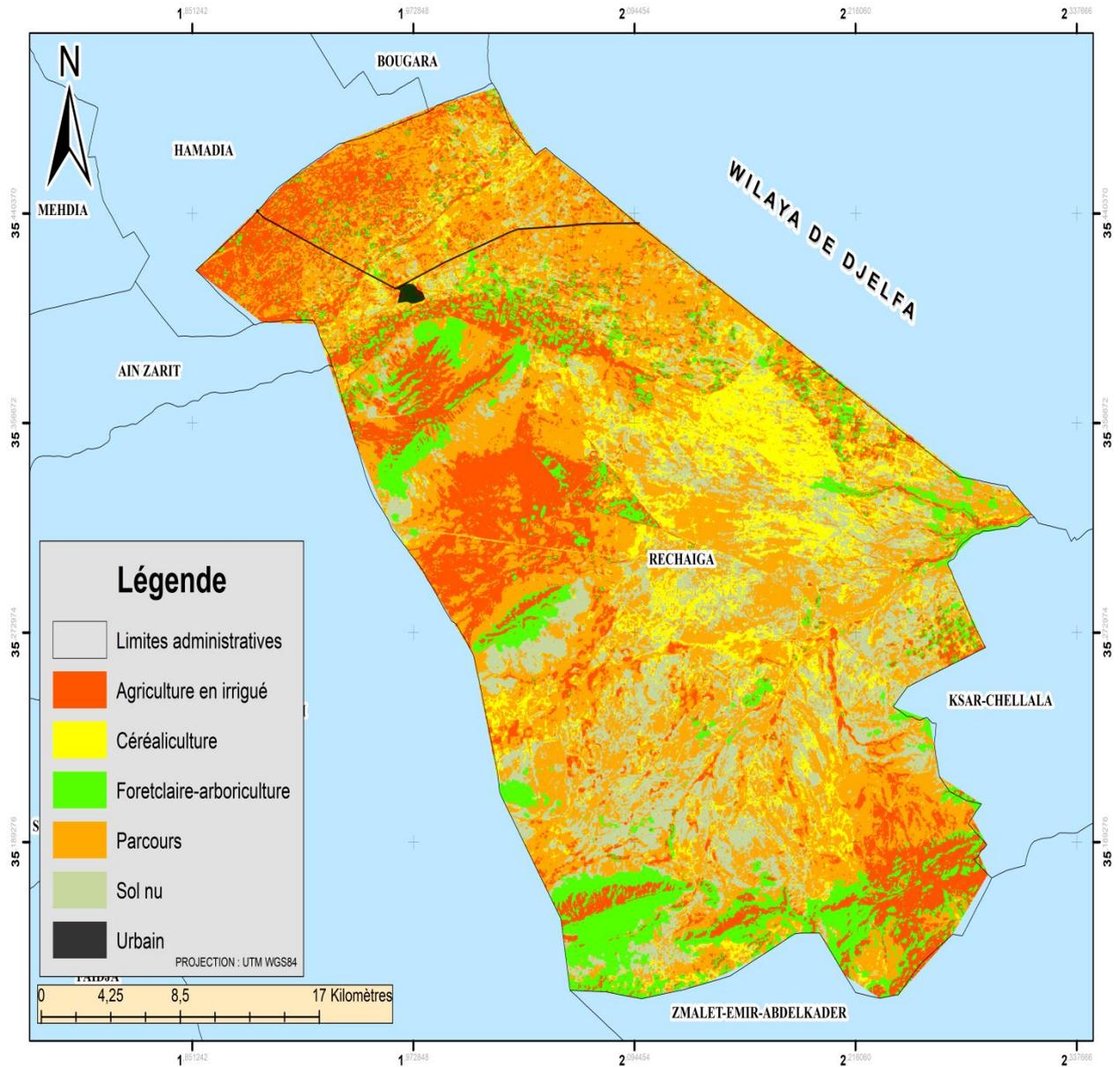


Figure N°27 : carte d'occupation des sols de l'année 2000

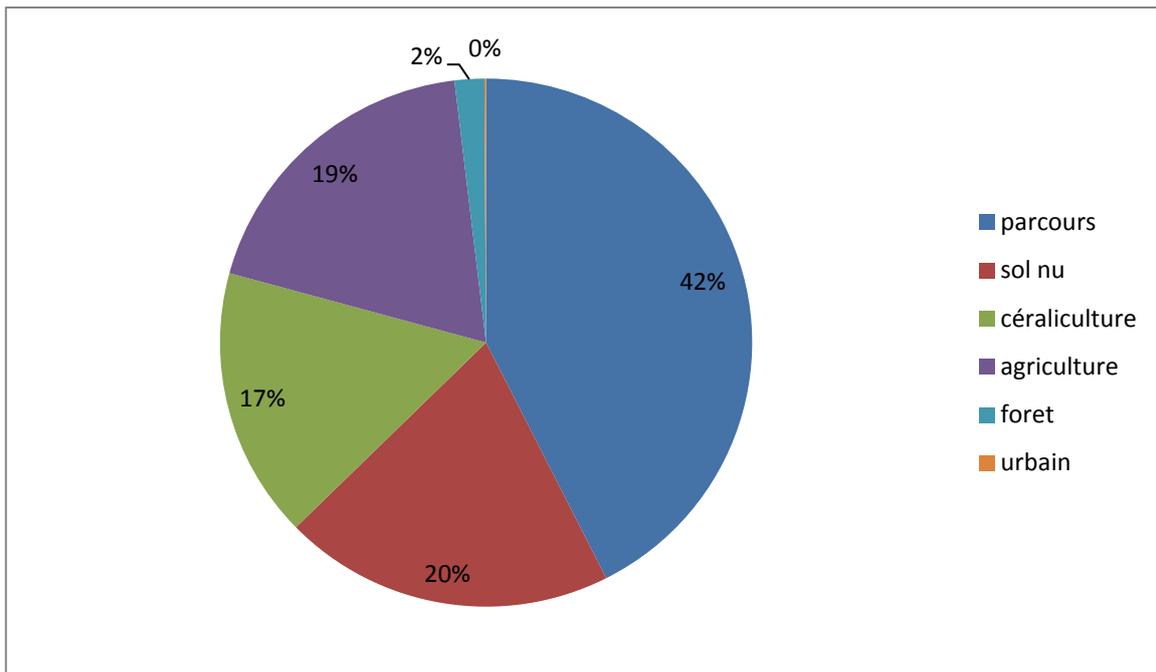


Figure N°28 : répartition des superficies par classe d'occupation des sols pour l'année 2000

La carte d'occupation des sols établie laisse présager une dominance de la classe parcours avec un totale de 42% (37382 ha) par rapport à la superficie totale (87884,2 ha) et qu'est située au niveau de la moitié tout autour dans notre zone d'étude. Puis, 20 % (17693 ha) de sol nu situé moitié sud de la zone d'étude. Puis, 19 % (16574 ha) d'agriculture situé au niveau Nord-ouest et sud-est de la zone d'étude. Puis 17% (14561 ha) de céréaliculture situé au niveau de centre et sud de la zone d'étude. On remarque que le forêt n'occupe que 2% (1586 ha) de notre zone située au niveau tout région de la zone d'étude. Enfin, l'urbain occupe de 0,1 % (88,2) situé au niveau de nord ouest de la zone d'étude.

6-3- Carte d'occupation des sols pour l'année 2021 :

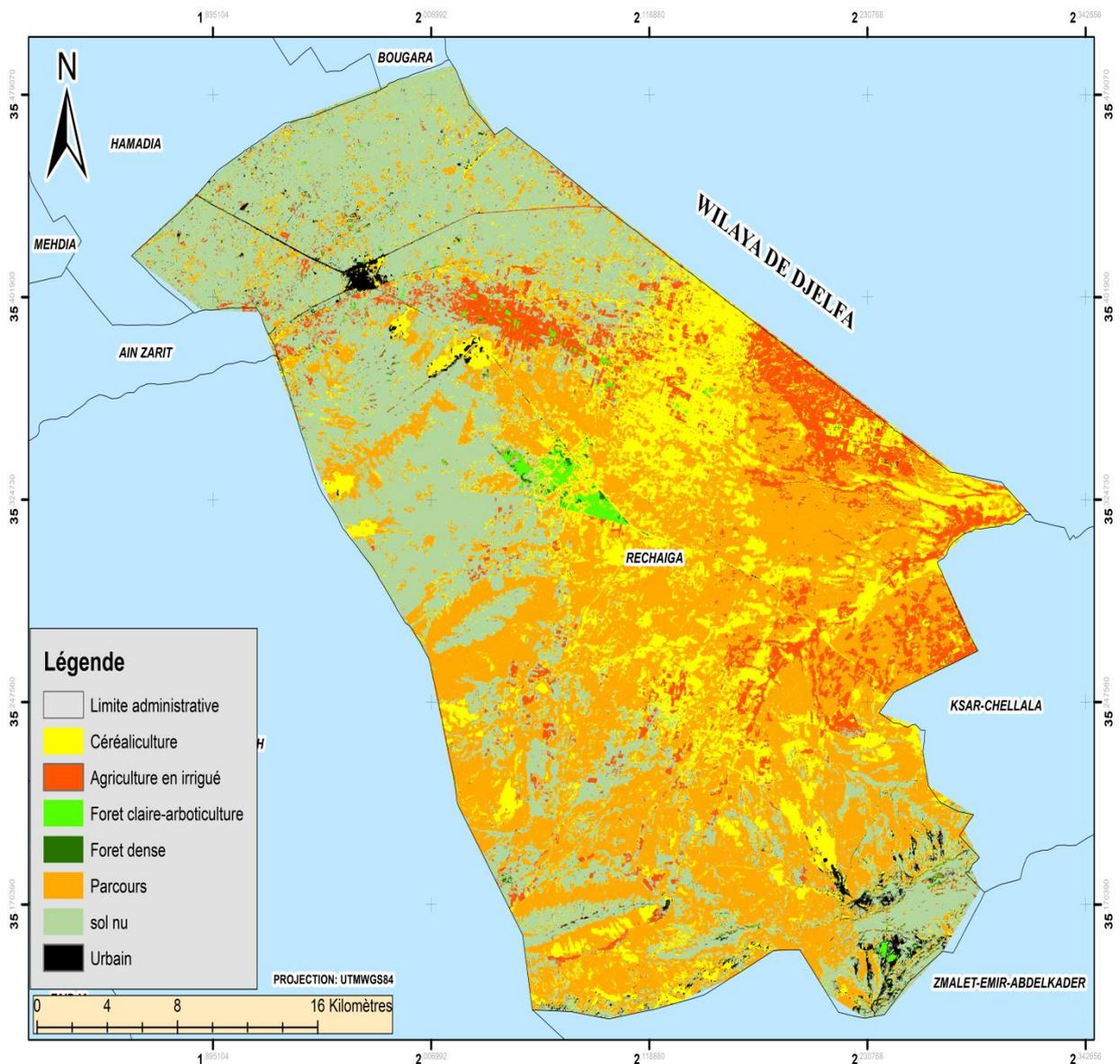


Figure N°29 : carte d'occupation des sols pour l'année 2021

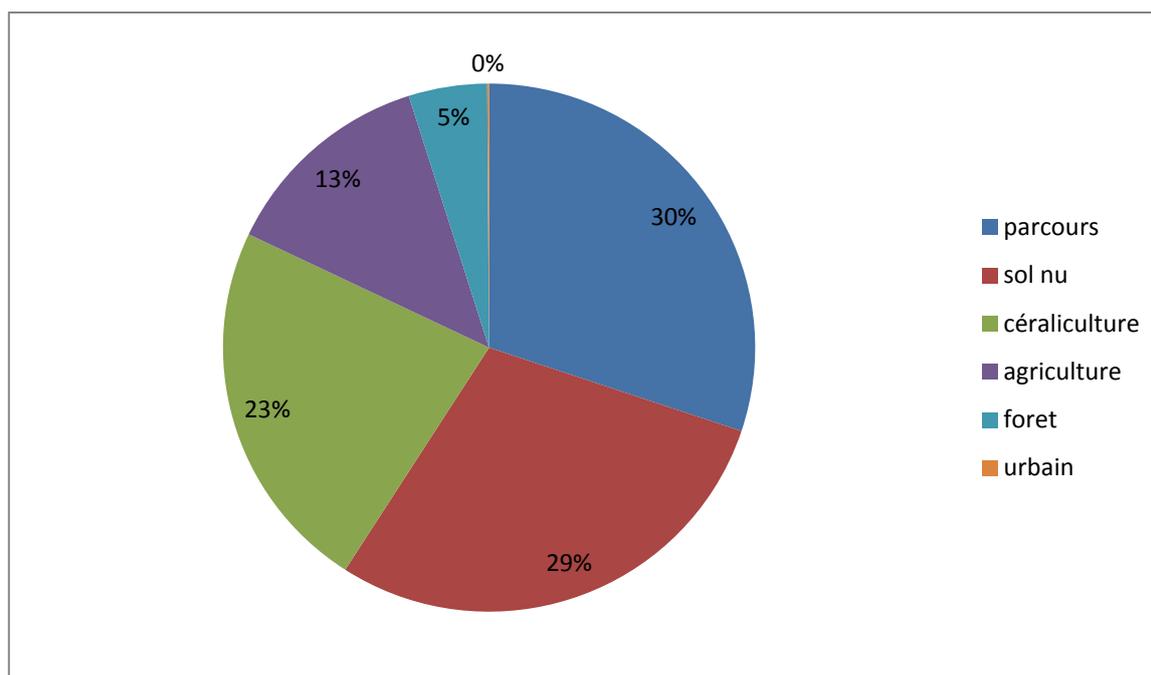


Figure N°30 : répartition des superficies des classes d'occupation des sols de l'année 2021

La carte d'occupation des sols établie laisse présager une dominance de la classe parcours avec un totale de 30% (26471 ha) par rapport à la superficie totale (87884,58 ha) et qu'est située au niveau de la moitié centre est et sud dans notre zone d'étude. Puis, 29 % (25461ha) de sol nu situé surtout au niveau de nord de la zone d'étude. Puis, 23% (20184 ha) de céréaliculture situé au niveau de centre et sud de la zone d'étude. Puis, 13 % (11482 ha) d'agriculture situé au niveau centre est de la zone d'étude. On remarque que le foret n'occupe que 5% (4193 ha) de notre zone situé au niveau de sud et au centre de la zone d'étude. Enfin, l'urbain occupe de 0,1 % (86,67 ha) situé au niveau de nord ouest ET sud de la zone d'étude.

6-4- Changement paysages et sensibilité a la désertification :

Un suivi de l'évolution, de chaque classe durant la période d'observation, a permis, à travers une analyse de corrélation, de connaître quelles peuvent être les classes dont les changements dans le temps sont liés les uns aux autres.

La réalisation des cartes d'occupation des sols permet de calculer la superficie de chaque classe, son taux d'accroissement et le tracé sa courbe évolutive durant la période 1990-2000-2021

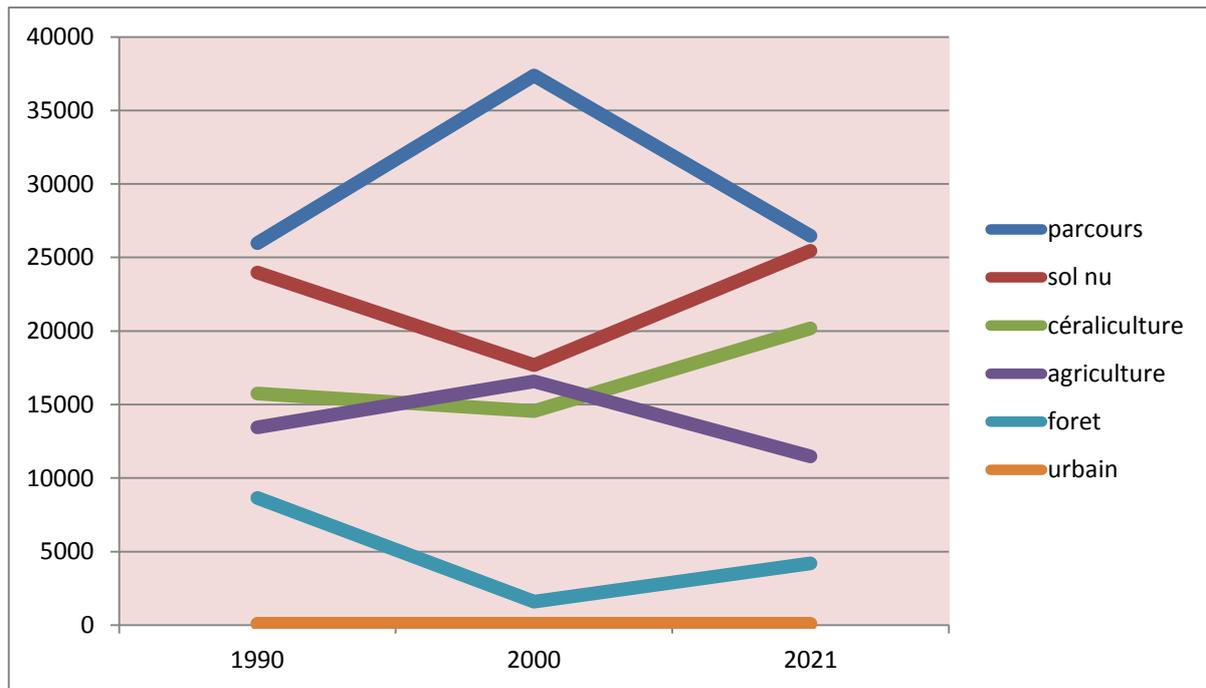


Figure N°31: évolution des superficies des classes d'occupation des sols **1990, 2000, 2021**

Les données d'évolution présentées indiquent une irrégularité de la dynamique des classes d'occupation des sols. En effet, la classe des sols nus présente une tendance à la progression, indiquant une situation d'évolution régressive de la zone d'étude.

De 1990 a 2000 :

On remarque que les parcours et l'agriculture ont une évolution progressive par rapport aux autres classes, les résultats obtenus font état d'une période d'exploitation anthropique massif durant cette période. **Selon Aubron 2006**, explique que lorsque l'agriculture d'une région est peu documentée et fait l'objet de nombreux préjugés, comme c'est le cas dans la steppe, la compréhension fine d'une situation agraire donnée requiert en effet l'établissement d'un dialogue avec les paysans.

De 2000 a 2021 :

On remarque que les sols nus et la céréaliculture et le forêt ont une évolution progressive par rapport aux autres classes, cette résultat indique les sols nue se développe a cause des facteurs naturelles tel que l'érosion éolienne, érosion hydrique, salinisation, irrégularité des précipitations, ... et les facteurs anthropiques (céréaliculture, surpâturage... etc.) .

Selon **Bourbouze 2000**, Les parcours steppiques constituent un écosystème fragile où évoluent des populations pastorales. Ces dernières subsistent par l'exploitation des ressources naturelles de ces parcours. Les populations de la steppe ont comme activité principale l'élevage extensif d'ovins. Les activités d'élevages sont marquées par la mobilité des troupeaux et des hommes au sein de vastes parcours à usage collectif.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

L'objectif général de notre travail est d'améliorer la production des cartes d'occupation des sols à partir de nouvelles séries temporelles d'images satellitaires comme celles fournies par les capteurs Sentinel-2, landsat et Google Earth engine. En particulier, on s'intéresse à la classification supervisée de ces nouvelles données. On a identifié dans ce travail l'algorithme de classification supervisée. Pour notre problématique, l'algorithme de classification doit permettre de trouver un bon compromis entre les critères suivants : la précision, le temps de calcul pas trop élevé, le paramétrage facile, la stabilité lors de traitement sur de grandes étendues et la robustesse à la présence de données mal étiquetées.

Dans le domaine de la cartographie de l'occupation des sols, les nouvelles séries temporelles d'images satellitaires ouvrent de nouvelles opportunités. En effet, la haute résolution temporelle de ces données est un atout pour la caractérisation des occupations des sols qui évoluent au cours du temps.

Après la comparaison entre les images satellitaires et avec ce qu'on trouve dans le terrain, les principaux résultats ont montré que notre zone d'étude est allée vers la dégradation à cause de plusieurs facteurs naturels et anthropiques tel que : la nature du climat de la région (moins de précipitations, température élevée), le surpâturage, mal exploitation des terres d'agriculture,

references bibliographiques

Références

- Aidoud A. et Nedjraoui D., 1992.-** The steppes of alfa (*Stipa tenacissima* L) and their utilisation by sheeps. In Plant animal interactions in mediterrean-type écosystèms. MEDECOS VI, Grèce. 62-67
- Aidoud, A., 1996.-** la régression de l'alfa (*stipa tenacissima* L) , graminée pérenne , un indicateur de désertification des steppes algériennes , *Sécheresse*, 7 , 187-93
- Amal, 2015,** Sig et télédétection pour l'étude de la désertification des parcours steppiques du sud de la wilaya de TIARET, Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du diplôme
- ANAT (Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire) 2004.-** Carte bioclimatique de l'Algérie.
- ANSAR A. (2002).** « L'Aurès Oriental : un milieu en dégradation ». Biskra (Algérie) : CRSTRA, Journal algérien des régions arides, revue semestrielle n° 1, p. 24-32.
- Ayache A., Hellal B., Ayad N, Maatoug M.H., 2011.** Densité et taux de recouvrement de l'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.) de la steppe occidentale d'Algérie. *Sécheresse* 2011 ; 22:192-196p.p.
- Beaudin I. (2007).** Potentiel de la télédétection pour le suivi et la caractérisation des conditions de sécheresse en milieu méditerranéen. Québec : Université Laval, thèse de doctorat, 265 p.
- Bedrani S. (1996).** Foncier et gestion des ressources naturelles en Afrique du nord. Cas de l'Algérie : le foncier et la gestion des ressources naturelles dans les zones arides et semi-arides d'Afrique du nord. Tunis: Observatoire du Sahara et de Sahel, p. 3-32.
- Benabdeli K., 2000.** Evaluation de l'impact des nouveaux modes d'élevage sur l'espace et l'environnement steppique : cas de Ras El Ma (Sidi Bel Abbes - Algérie). In : Bourbouze A. (ed.), Qarro M. (ed.). Rupture : nouveaux enjeux, nouvelles fonctions, nouvelle image de l'élevage surparcours. Montpellier : CIHEAM. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 39). 129 -141p.p.
- Benaissa sidahmed , 2004 ,** contribution a l'étude des sols de la région steppique de Rechaiga (wilaya de tiaret) ,Mémoire de fin d'études En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie, P65 , P60 , université ibn khaldoun –tiaret- 2004 .

Benbrahim K.F, Ismali M, Benbrahim S.F, Tribak A. (2004). « Problème de dégradation de l'environnement par la désertification et de déforestation : impact du phénomène au Maroc ». Sécheresse, vol. 15, n° 4, p. 307-320.

Benhanif K. (2003). Étude comparative des données Alsat 1 et Landsat ETM+ pour l'évolution de l'état des forêts dans la région Ouest. Actes des journées techniques Alsat 1 Utilisateurs Asal, 14-15 juillet 2003, Oran, p. 32-37.

Bensaid A., 2006.SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : le cas de la wilaya de Naâma (Algérie).Thèse de doctorat .Université Joseph Fourier-Grenoble 1. 299p.

Ben khatou 2003. Contribution à l'étude de la mise en culture des zones steppiques Dans la cadre de l'association a la propriété foncière agricole et son impact sur L'écosystème (cas de Rechaiga).

Bensouiah R, 2003, La lutte contre la désertification dans la steppe algérienne : les raisons de l'échec de la politique environnementale, Communication présentée aux 15^{èmes} Journées de la Société d'Ecologie Humaine, Marseille, 11-12 décembre 2003

Bensouiah R., 2006. Vue d'ensemble de la steppe algérienne

Bensouiah, R. 2002. Vue d'ensemble de la steppe Algérienne. s.l : Doc. En ligne : (<http://desertification.voila.net/steppealgerienne.htm>), 2002.

BNEDER (2006). Identification et cartographie des zones potentielles à l'agriculture en steppe. Etude diachronique du climat et bioclimat de la steppe algérienne .BNEDER Alger.47p+annexes.

Bonn F., Rochon G., 1992, Précis de télédétection – vol 1: Principes et méthodes, Presses de l'Université du Québec, Canada, 485p.

Bonn F. (1996). Précis de télédétection. Volume 2, Applications thématiques. Sainte- Foy : Presses de l'Université du Québec, coll. « Universités francophones », 633 p. ISBN: 2-7605-0888-9

Bouacha Mohamed Islem, 2019, Application des SIG & de la télédétection à l'étude de la dynamique de végétation des parcours steppiques algériens. Cas de la région de Tiaret, thèse de doctorat en sciences, 2019, P11

Boutekjenet C.1987 Contribution à l'étude chimique d'Artémisia herba alba. Projet de fin d'étude en génie chimique .Ecole nationale polytechnique. Alger, 1987.

Cortina J, Ruiz-Mirazo J, Amat B, Amghar F., Bautista S, Chirino E, Derak M., Fuentes D, T. Maestre F, Valdecantos A, et Vilagrosa A, 2012. Les bases de la restauration écologique des steppes d'alfa. Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN), Gland, Suisse et Malaga, Espagne. 26p

CFM Conservation des forêts, Mehdiya

CFT Conservation des forêts, Tiaret

CPS., 2011. Guide d'initiation à la télédétection appliquée à la pêche hauturière de thonidés. Section développement de la pêche côtière et secrétariat général de la Communauté du Pacifique. Nouméa (Nouvelle-Calédonie). 22p

Djebaili s, Djellouli y, Daget P, 1989, Les steppes pâturées des Hauts Plateaux algériens, Fourrages (1989) 120, 393-400

Ennebati Mohammed El Amin 2016, potentialités hydrologiques de l'écosystème steppique de Tlemcen et intégration des données dans un système à référence spatiale, mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister en gestion intégrée des écosystèmes, université aboubakr belkaïd – Tlemcen, 2015/2016, P25/26.

Hadbaoui I, 2013, Les parcours steppiques dans la région de M'Sila : quelle gestion pour quel devenir?, mémoire pour l'obtention du diplôme de magistère.

Haddouche, D. 1998. Cartographie pédopaysagique de synthèse Par télédétection « images landsat Tm » cas de la région de Ghassoul (El-Bayad). Alger : institut national d'agronomie thèse doc, 1998. 138 p.

Haddouche, D., et al. 2008. Comment consilier développement des populations steppiques et lutte contre la désertification ? Cas de la Wilaya de NAAMA (Algérie). Revu New Medit CIHEAM- IAM Bari. Méditerranéen Journal of économiques, Agriculture And Enivrement, 2008, Vol. VII, 3/2008. PP 25-31.

Halitim A., 1988- sols des régions arides Algérienne. OPU 384p.

Hammoum H. et Bouzida R. (2010). Pratique des systèmes d'information géographiques (S.I.G). Cours et applications. Copyright Eurl Pages Bleues Internationales. 196p.

Hirche A. ; Boughani A. & Slimani M., 2007.- Évolution de la pluviosité dans quelques stations arides algériennes. Science et changement planétaire/Sécheresse, Vol.18, N°4 314-20.

INSID Ksar Chellala-Tiaret, L'Institut National des Sols, de l'Irrigation et de Drainage.

Kacimi B 1996, la problématique du développement des zones steppiques, Approche et perspectives, Doc HCDS, ministère de l'agriculture, 27 p.

- Kadi-Hanifi-Achour., 1998.-** L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relations milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Docte., USTHB., Alger, 270p.
- Kaddour C-M, 2014,** Contribution à l'étude de la phytomasse aérienne des formations à Alfa et à Armoise cas de la commune de Maâmora (Saida), mémoire pour l'obtention du diplôme master en biologie.
- Kalla M., Dridi H., Benmessaoud H., Bouhetta R. (2007).** Analyse de la vulnérabilité des zones endoréique à l'aide des outils de la géomatique. Cas de la zone aéroportuaire de Batna-Est (Algérie). Actes du colloque Geotunis 2007, Tunis, 15-17 novembre 2007.
- Kheddoum Naima Loudjaine, 2018,** Etude du pouvoir antibactérien d'Artemisia herba alba « CHIH », Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme de Master en AGRONOMIE, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 2018, p10
- Khaldouni, A. 2000.** Evolution technologique et pastoralisme dans la steppe algérienne. Le cas de camion Gak en Haute-pleines occidentales. Montpellier : CIHEAM, 2000. 121-127
- Khelil (1997),** L'écosystème steppique : quel avenir ? Alger : DAHLEB, 1997. 184P.
- Le Houerou H.N., 1976 -** Tunisie. In «Peut-on arrêterl'extension des déserts ? » Ecological Bulletin, n°24, pp : 133-141. Stockholm, Suède.
- LE Houerou (1977),** Plant sociology and ecology applied to grazing lands research, survey and management in the Mediterranean Basin. In. KHELIL A., 1997. L'écosystème steppique : quel avenir ? DAHLAB Alger. 184p. 1977.
- Le Houerou, H., 1985.-** la regeneration des steppes algériennes, Rapport de mission de consultation et d'évaluation, ministère de l'agriculture, Alger, ronéotypé.
- Le Houerou, H-N., 1995-**Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique : Diversité biologique, développement durable et désertisation, CIHEAM (Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes) Série B : Études et recherches, n° 10, Options Méditerranéennes, 397p
- MADR :** (ministere de l'agriculture et du développement rural) 1974 / la steppe algérienne, in statistique agricole, N° 14.
- Marouane B, 2014,** quelques aspects liés à la désertification dans la steppe de sud de Tlemcen, mémoire pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en écologie végétale et environnement de master II en biologie.

Mélanie Réquier-Desjardins, Sandrine Jauffret, Nabil Ben Khatra, 2009, méditerranée « Chapitre 4 - Lutter contre la désertification », pages 137 à 182.

Mohammedi H., Labani A., Benabdeli K., 2006. Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe algérienne. Revue Développement durable et territoire. 2006.14p.

Mouhous A., 2005. Les causes de la dégradation des parcours steppiques. Thèse de magister. Institut national agronomique El Harrach .Alger.120p .

Nahal Ibrahim, 2004, la désertification dans le monde Causes - Processus - Conséquences – Lutte, L'Harmattan 5-7, rue de l'École-Polytechnique 75005 Paris France, P33.

Nedjimi B, Homida M, 2006, Problématique des zones steppiques algériennes et perspectives d'avenir. Revue du Chercheur, 4 :P13-19

Nedjimi, et al. 2012 Rangeland improvement and management option in the aride steppes of Alegria. In: Germano, M. Denise (Ed.) Steppe écosystèmes: Dynamics, land use and conservation. . New York : Nova Science Publisher, 2012. 157-170.

Nedjimi Bouzid et Guit Brahim., 2012-Revue Univ-Ouargla .dz. les steppes algériennes cause de déséquilibre. USTHB. Alger, 123p.

Nedjimi B.et Guit B., 2012. Les steppes algériennes: causes de déséquilibre. Algérien journal of Aride environnement. Vol. 2, n° 2, Décembre 2012: 50-61p.p.

Nedjraoui D., 1981.- Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppique de la wilaya de Saida. Thèse Docte. 3^ocycle, USTHB, Alger, 156p.

Nedjraoui D 2004, Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation, Unité de Recherche sur les Ressources Biologiques Terrestres URBT, BP 295 Alger, Gare, Algérie,

Nedjraoui D et Bédrani S 2008. La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 8 Numéro 1, avril 2008.

Nedjraoui D., 2011.Vulnérabilité des écosystèmes steppiques en Algérie. « L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb ». Université KASDI MERBAH - Ouargla- Algérie, du 21 au 24 Novembre 2011.41-53p.p.

NOUAR Belgacem, 2016, Contribution à l'étude de la diversité floristique et biogéographique des matorrals selon un gradient altitudinal des monts de TIARET (ALGERIE), mémoire En vue de l'obtention du Diplôme de Magister, 2015/2016.

Ozenda, P., 1954, Observations sur la végétation d'une région semi-aride : les hauts plateaux du sud – Algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 45(3-4), 189-223.

Peduzzi. P., 2009. Initiation à la télédétection. Notes du cours « satellites et applications ». Université de Genève

Pornon H. (1990), Système d'information géographique, des concepts aux réalisations, Hermès.

Pouget, M., 1980, Les relations sol -végétation dans les steppes sud algéroises, Document N°116, ORSTOM, Bondy, 555p

Réquier-Desjardins M., Jauffret S., Ben Khatra N., 2009. « Chapitre 4 – Lutter contre la Désertification », in CIHEAM et Plan Bleu, *Méditerranée 2009*, Presses de Sciences Po/Annuaire2009. 137-182 pp.

Sayadi T-M ,Zafzaf A-A ,2004, alimentation en eau en milieu rural(région Rechaiga), mémoire de fin d'étude pour l'obtention de diplôme d'ingénieur d'état en génie rural, université d'ibn khaldoun – Tiaret- , 2003-2004 , p 17.

Slimani H 1998 : Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification. Cas de la steppe à alfa de Rogassa des hautes plaines Occidentales Algériennes .Thèse magister, USTHB. Alger, 132p.

Slimani H., 1998.- Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification. Cas de la steppe à alfa de Rogassa des Hautes Plaines Occidentales algériennes. Thèse magister,

UNIGE., 2004. Cours de télédétection, Dép. de géographie, Université de Genève, 13 p.

UVED., 2008. ENVCAL - Suivi de l'environnement par télédétection, Cours en ligne. Université Paris I, Panthéon-Sorbonne.

➤ *Sites web*

Site officiel de la wilaya, 2017

Résume

La région de Rechaiga semi-aride à hiver frais offre une diversité végétale indéniable, mais les facteurs climatiques et humains entraînent une baisse du couvert végétale. On étudie à l'aide d'images Landsat et Sentinel-2 les changements d'occupation des sols entre 1990 et 2020. L'imagerie satellitaire multi-dates est traitée par la méthode de classification par maximum de vraisemblance supervisée. Les résultats obtenus ont montré que le couvert végétal clairsemé et les sols sont soumis à une dégradation très avancée, C'est-à-dire que la région est en voie de désertification.

Mots clés : occupation des sols, désertification, parcours steppique

الملخص:

توفر منطقة Rechaiga شبه القاحلة ذات الشتاء البارد تنوعًا نباتيًا لا يمكن إنكاره ، لكن العوامل المناخية والبشرية تؤدي إلى انخفاض الغطاء النباتي. باستخدام صور Landsat و Sentinel-2 ، ندرس التغيرات في استخدام الأراضي بين عامي 1990 و 2020. وتتم معالجة صور الأقمار الصناعية متعددة التواريخ بواسطة طريقة تصنيف الاحتمالية القصوى الخاضعة للإشراف. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الغطاء النباتي المتناثر والتربة عرضة لتدهور متقدم للغاية ، أي أن المنطقة في طور التصحر.

Summary

The semi-arid region of Rechaiga with a cool winter offers undeniable plant diversity, but climatic and human factors lead to a decrease in plant cover. Using Landsat and Sentinel-2 images, we study land use changes between 1990 and 2020. Multi-date satellite imagery is processed by the supervised maximum likelihood classification method. The results obtained showed that the sparse vegetation cover and the soils are subject to very advanced degradation, that is to say that the region is in the process of desertification.

