

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة محمد بوقرة بومرداس

UNIVERSITÉ M'HAMED BOUGARA DE BOUMERDES



**Faculté des sciences**

**Département de biologie**

**Mémoire de projet de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme Master académique**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Biologie

**Spécialité :** Biodiversité et environnement

**Thème**

**ETUDE DIACHRONIQUE SUR L'EVOLUTION DES PRINCIPAUX ECOSYSTEMES DE LA WILAYA DE M'SILA**

**Présenté par :**

LOUNIS Lydia

DAHMANE Nadia

**Membres de jury :**

Mme K.Benhbiles

MCB.UMBB

Présidente

Mr K.F. Amghar

Pr.UMBB

Promoteur

Mr S.Benzinah

MCB.USTHB

Examinateur

**Année universitaire : 2020/2021**

## *Remerciement*

*Au terme de ce travail, on ne peut ne pas adresser nos sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.*

*Nos premières reconnaissances sont adressées à notre promoteur monsieur **Amghar Fateh Karim**.*

*On voudrait également remercier les membres du jury pour avoir bien voulu lire, commenter, et débattre notre travail, madame **Benhbiles Kronfela** en tant que présidente et monsieur **Benzinah Saïd** en qualité d'examineur.*

*Nos remerciements et nos reconnaissances s'adresse aussi à tous les enseignants de la spécialité Biodiversité et environnement.*

*Enfin on tient à remercier tous nos amis et nos collègues qui nous ont aidés et encouragés pour finaliser ce travail.*

## *Dédicace*

*A mes chers parents*

*Source de vie, d'amour et d'affection, qui n'ont jamais cessé de mon faire des douaa, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs, que dieu les bénisse et les protège.*

*A ma chère soeur **Lydia** et son mari **Hakim** pour leur soutien constant sans oublier mon adorable nièce Céline.*

*A mes précieux frères **Idir** et **Nacer** pour leur appui et encouragement durant toute ma période d'étude.*

*A toute ma famille en particulier ma tante **Naima** et ma chère cousine **Célia**.*

*A mes chers amis : **Ahlem**, **Nadir**, **Manel** et **Wahiba** qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de ce travail*

*A mon cher binôme, **Lydia***

*Pour son entente et sa sympathie*

*A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.*

*Nadia*



## *Dédicace*

*Je dédie avec plaisir ce modeste travail à :*

*Mes chers parents*

*Quoi que fasse et quoi que je dise je ne saurai point les remercier pour leur soutien durant tout mon parcours, qui m'ont doté d'une éducation digne, qui ont attendu avec grande patience le fruit de leurs efforts durant des années, ils sont et ils seront pour toujours ma source d'amour, de joie et de réussite.*

*Mes chers frères et sœurs*

*Pour leurs soutien amour et encouragement pendant toute l'année Merci de partager avec moi tous les moments d'émotions, merci d'être toujours là pour moi et d'être la source d'espoir et de motivation.*

*Ouarda et son mari Ali, Farid et sa femme Leila, Abbi, Maya, Karim et sa femme Biba*

*Mer chers nièces et neveux*

*Je vous aime tous que dieu vous protège*

*Adila, Romaisa, Sarah, Cerine, Mohamed, Yanni, Ayoub, Danny, Danna, Aydan, Mélane*

*A toi, ma meilleure Sahbty*

*Je ne pourrai jamais assez remercier ta présence*

*Une dédicace spéciale pour tous mes chers amis*

*Votre présence m'apporter une immense joie dans ma vie*

*Mon cher binôme, Nadia*

*C'était un plaisir de travailler ensemble, ta patience et ton calme ont contribués à valoriser ce travail.*

*Lydia*



# Sommaire

**Remerciement**

**Dédicace**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des abréviations**

**Introduction générale .....01**

## **Chapitre I : Généralités**

I. Généralités .....	04
I.1. Hétérogénéité et spécificité de la steppe .....	05
I.2. Problématique de la steppe algérienne .....	06
I.2.1. La désertification .....	06
I.2.1.1. Les causes de la désertification .....	07
A. Variabilité climatique .....	07
B. L'érosion éolienne et hydrique .....	07
C. Les activités humaines .....	07
D. Les pratiques culturelles .....	08
E. Le surpâturage .....	08
F. Evolution de la population et les mutations socio-économiques .....	09
I.2.1.2. Conséquences de la désertification .....	10
A. Conséquences écologiques .....	10
B. Conséquences socio-économiques .....	10
I.2.1.3. Impacts de la désertification sur les populations .....	10
I.2.1.4. La désertification et ses représentations dans la steppe algérienne .....	11
I.3. L'étude socio-économique de la wilaya de Msila .....	12
I.3.1. L'élevage .....	12
I.3.2. Culture .....	12
I.4. Concepts et principes de la Télédétection et des systèmes d'informations géographiques .....	14
I.4.1. Définition de la télédétection .....	14

I.4.2. Le rayonnement électromagnétique .....	15
I.4.3. Les ondes électromagnétiques .....	15
I.4.4. Les propriétés optiques des couverts végétaux .....	15
I.4.4.1. Le visible (400-700 nm) .....	16
I.4.4.2. Le proche infrarouge (700-1300 nm) .....	16
I.4.4.3. Le moyen infrarouge (1300-2500 nm) .....	17
I.4.5. Propriétés directionnelles .....	18
I.5. Définition de la cartographie .....	20
I.5.1. Notion et définition d'un système d'information géographique(SIG) .....	20
I.5.2. Les intérêts d'un SIG .....	20
I.5.3. L'information géographique .....	20
I.5.4. Les composants d'un SIG .....	21
1. Matériel .....	21
2. Logiciels .....	21
3. Données .....	22
4. Utilisateurs .....	22
5. Méthodes .....	22
I.5.5. Comment fonctionne un SIG .....	22
I.5.6. Références géographiques .....	23
I.5.7. Modèles de données vecteurs et raster .....	23
I.5.7.1. Le modèle vecteur .....	23
I.5.7.2. Le modèle raster .....	24
I.5.8. Détection des changements d'occupation des sols par les classifications des images satellites .....	24
I.5.8.1. Classification non supervisée .....	25
I.5.8.2. Classification supervisée .....	25
<b>Chapitre 02 : Cadre physique</b>	
II. La situation géographique .....	27
II.1. La géologie de la région .....	27
II.3. La pédologie .....	28
II.1.4. Les aspects géomorphologiques .....	31
II.1.5. Hydrologie .....	33

II.6. Le climat .....	34
II.6.1. La température .....	35
II.6.2. La précipitation .....	36
II.6.3. Le régime saisonnier .....	37
II.6.4. Le vent .....	38
II.6.5. La gelée .....	38
II.6.6. La Neige .....	38
II.6.7. L'humidité .....	39
II.7. La flore .....	39
II.7.1. Composition par famille .....	40
II.7.2. Composition par genre .....	40
II.7.3. Les formes biologiques .....	40
II.8. La faune .....	42
<b>Chapitre 03 : Démarche méthodologique</b>	
III. Démarche méthodologique .....	44
III.1. Les logiciels utilisés .....	44
III.2. Les étapes de la méthodologie suivie .....	46
III.2.1. Acquisition des données satellitaires .....	46
III.2.2. Traitement des images satellites .....	47
A La correction radiométrique .....	47
B La correction géométrique .....	47
III.2.3. La classification non supervisée .....	47
III.2.4. Réalisation de l'indice de végétation .....	48
III.2.5. Calculer les superficies et les pourcentages de chaque classe d'occupation du sol .....	48
III.2.6. La mise en forme .....	48
<b>Chapitre 04 : Résultats et discussion</b>	
IV.1. Résultats .....	50
IV.1.1. Description des classes d'occupation du sol .....	50
IV.1.2. La carte d'occupation du sol en 1987 .....	52
IV.1.3. La carte d'occupation du sol en 2020 .....	54
IV.2. Discussion .....	57

IV.3. Conclusion partielle .....	58
IV.4. Plan d'aménagement .....	59
IV.4.1. Les techniques d'aménagement .....	59
IV.4.1.1. La mise en défense .....	59
IV.4.1.2. Les plantations d'arbustes fourragères .....	60
IV.4.1.3. L'ensemencement des parcours .....	60
IV.4.1.4. L'aménagement hydraulique .....	60
IV.4.1.5. Technique de rotation des cultures .....	60
IV.4.2. Restauration – Réaffectation – Réhabilitation et Aménagement de la steppe .....	61
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>64</b>
<b>Référence bibliographique .....</b>	<b>66</b>

# Liste des figures

Figure I.01 : Délimitation des steppes algériennes .....	04
Figure I.02 : La carte bioclimatique du nord de l'Algérie .....	05
Figure I.03 : Evolution de la population dans la wilaya de M'Sila (1987-2019) .....	09
Figure I.04 : processus de la télédétection .....	14
Figure I.05 : la géométrie d'observation .....	16
Figure I.06 : influence de la présence des pigments sur le spectre de réflectance des feuilles .....	17
Figure I.07 : Réflexion diffuse .....	18
Figure I.08 : Réflexion spéculaire .....	18
Figure I.09 : la structure de l'information géographique .....	21
Figure I.10 : Le SIG représente le monde réel .....	23
Figure I.11 : Notion des couches de données .....	24
Figure II.01 : Carte de la localisation géographique de la wilaya de M'Sila .....	27
Figure II.02 : Carte lithologique de la wilaya de M'Sila .....	29
Figure II.03 : Carte des classes de sols de la wilaya de M'Sila .....	31
Figure II.04 : Carte des pentes de la wilaya de M'Sila .....	32
Figure II.05 : Carte hydrologique de la wilaya de M'Sila .....	34
Figure II.06 : Moyenne mensuelle des températures (°C) de la station du M'Sila pour la période (1988-2008) .....	35
Figure II.07 : carte des précipitations moyennes annuelles de la wilaya de M'Sila .....	36
Figure II.08 : Les précipitations moyennes annuelles et mensuelles en (mm) la période (1988-2008) ....	37
Figure II.09 : Les formes biologiques de la wilaya de M'SILA .....	41
Figure III.01 : Organigramme de la méthodologie suivie .....	45
Figure III.02 : Téléchargement des images satellites Landsat à travers le site USGS .....	47
Figure IV.01 : Carte d'occupation du sol de la Wilaya de M'sila 1987 .....	52
Figure IV.02 : Occupation du sol de la wilaya de M'Sila (1987) .....	53
Figure IV.03 : Carte d'occupation du sol de la Wilaya de M'sila 2020 .....	54
Figure IV.04 : Occupation du sol de la wilaya de M'Sila (2020) .....	55
Figure IV.05 : occupation du sol dans la wilaya de M'Sila en 1987 et 2020 .....	56
Figure IV.06 : Actions de lutte contre la désertification, plantation pastorale à Atriplex .....	62

## Liste des tableaux

Tableau	Titre de tableau	Page
Tableau I.01	L'évolution de la population de la wilaya de M'Sila	09
Tableau II.01	Moyennes mensuelles des températures (°C) de la station de M'sila pour la période (1988 – 2008) « Station météorologique de M'sila »	35
Tableau II.02	Précipitations moyennes annuelle de la wilaya de M'Sila	36
Tableau II.03	Tableau de la subdivision des pluies de l'année pour chaque saison da,s la wilaya de M'Sila	37
Tableau II.04	Moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen (m/s)	38
Tableau II.05	Fréquences des gelées dans la station de M'Sila	38
Tableau II.06	Fréquences d'enneigement	38
Tableau II.07	Taux d'humidité en pourcentages pour la station de M'sila	39
Tableau II.08	Comparaison des groupes systématiques de la flore d'Algérie et celle de M'Sila	40
Tableau II.09	Les formes biologiques de la wilaya de M'Sila (taux et pourcentage).	41
Tableau IV.01	Répartitions des superficies par types d'occupation pour l'année 1987	52
Tableau IV.02	Répartitions des superficies par types d'occupation pour l'année 2020	54

## Liste des abréviations

**APHE** : Automne printemps hiver été

**EAI** : Exploitation agricole individuelle

**ENRI** : Environment for visualising image

**EOSAT** : Earth observation satellite

**ESRI** : Environmental systems research institute

**ETM** : Enhanced thematic mapper

**INC** : Incorporated

**LANDSAT** : Land satellite (satellite d'observation de la terre)

**NDVI** : Normalized difference vegetation index

**SAU** : Surface agricole utile

**SIG** : Système d'information géographique

**SNCSLD** : Schéma national de conservation des sols et de lutte contre la désertification

**TM** : Thematic mapper (carte thématique)

**USGS** : United states geological survey (institut d'études géologiques des Etat-Unis d'Amérique)

# *Introduction générale*

La désertification, c'est à dire l'expansion de biotopes de type désertique dans des environnements aride ou semi-arides, est un problème critique partout dans le monde, à l'exception des pays à climat tempéré humide et des zones subarctiques (RAMADE, 1992). Parmi les différents effets de l'homme sur son environnement, la désertification est un phénomène qui s'est intensifié ces dernières décennies en Afrique, et notamment en Algérie.

La désertification, en Algérie, concerne essentiellement les steppes des régions arides et semi-arides qui forment un ruban de 1000 km de long sur 300 km de large. Avec une superficie de 32 millions d'hectares dont 20 millions sont des parcours (Amghar,2017).

L'élevage ovin ainsi que le développement de l'agriculture, surtout la céréaliculture en sec et en irriguée, sur les parcours steppiques exercent de forte pressions sur les ressources naturelles. (Bédrani et al, 1995 ; Bourbouze,2006.

Le phénomène de dégradation qui se traduit par une importante régression du couvert végétal causé par la sécheresse, le surpâturage et les défrichements (Nedjraoui et Bedrani, 2008).

On constate réellement une disparition progressive du pastoralisme, l'ancien mode de gestion des espaces pastoraux qui est un système d'élevage extensif basé sur les grands déplacements réguliers, dans le temps et dans l'espace (Bourbouze et El aich,2000).

La zone d'étude, la wilaya de M'Sila illustre bien cette réalité, les différents impacts de la désertification qui provoquent des changements dans l'occupation du sol.

Consiste notre étude à évaluer les changements d'occupation du sol de la wilaya de M'Sila en identifiant les principaux risques et perturbations dans la zone d'étude par l'intégration des images satellites qui est la télédétection et les Systèmes d'Information Géographique (SIG), sur une période relativement longue de 33 ans (1987 à 2020).

La carte d'occupation du sol est l'élément fondamental du projet, car elle présente une image fidèle de la réalité de la zone d'étude. Elle est un outil indispensable car elle délimite les espaces occupés par les parcours et la céréaliculture, qui constituent deux éléments fondamentaux dans le développement du système d'élevage de la wilaya de M'Sila.

Notre mémoire s'articule autour de quatre chapitres :

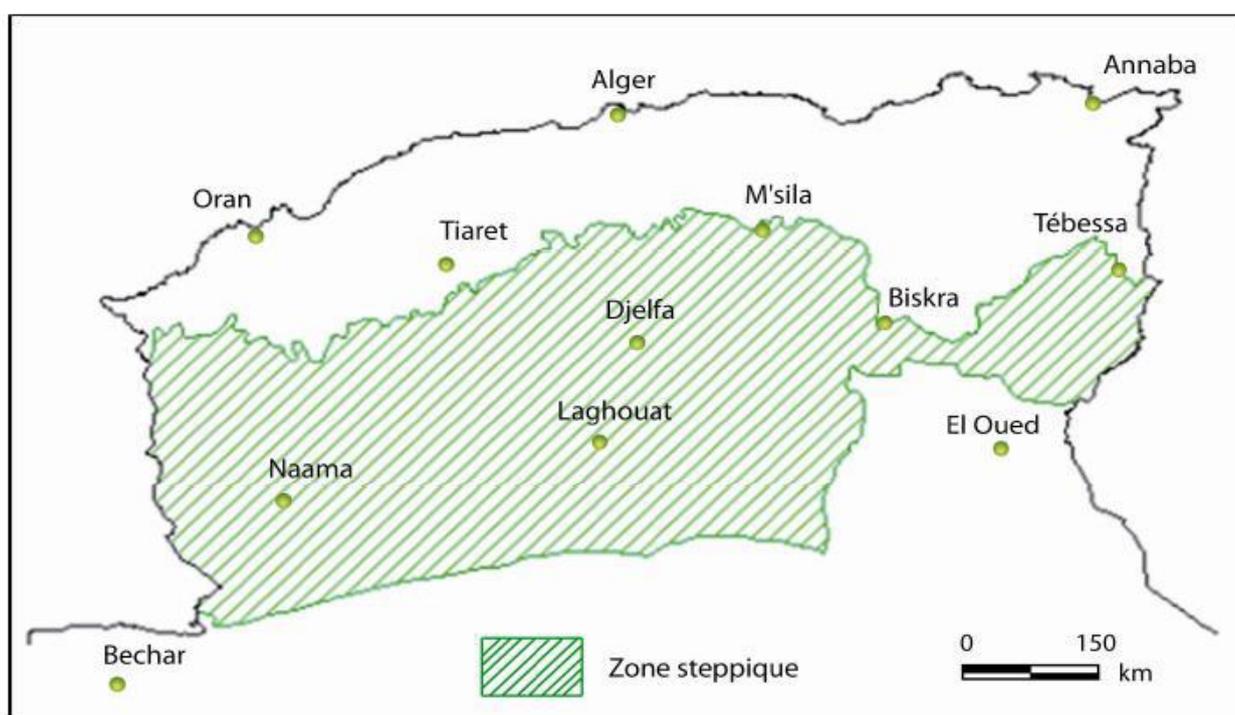
- Le premier chapitre présente la recherche bibliographique portant sur la désertification, la télédétection et les SIG ainsi que l'évolution de production agro-pastorale dans la steppe.
- Le deuxième chapitre expose le cadre physique de la zone d'étude.
- Dans le troisième nous montrons la démarche méthodologique suivie.
- Le quatrième chapitre traite les résultats et propose un plan d'aménagement pour les régions steppiques.

Nous terminerons par une conclusion générale et des perspectives .

# *Généralités*

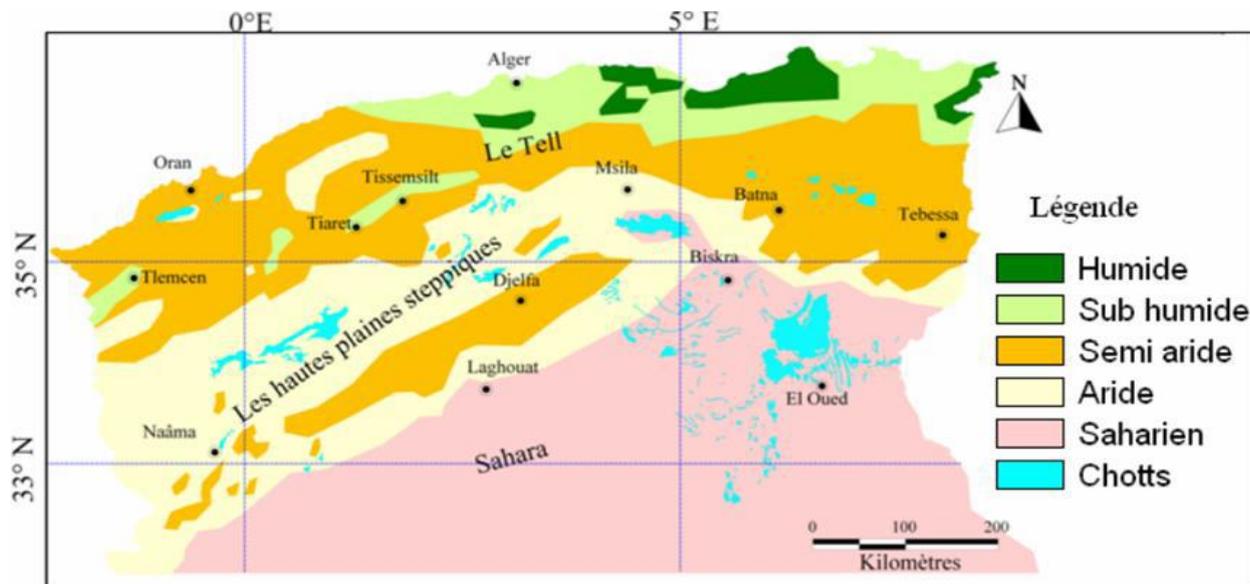
## I. Généralités

Selon (BEDRANI ET NEDJRAOUI ,2008) Sur le plan physique, les steppes algériennes, situées entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud (figure1), 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*). Les étages bioclimatiques s'étalent du semi-aride inférieur frais au per aride supérieur frais. Ce zonage bioclimatique est actuellement en cours de révision par les chercheurs qui se penchent sur l'impact des changements climatiques et celui du processus de désertification sur ces limites.



**Figure I.01 :** Délimitation des steppes algériennes. Source : (<https://vertigo.revues.org>)

Sur le plan écologique, les régions steppiques constituent un tampon entre l'Algérie côtière et l'Algérie saharienne dont elles limitent les influences climatiques négatives sur la première.



**Figure I.02 :** La carte bioclimatique du nord de l'Algérie. Source : (<https://vertigo.revues.org>)

Les sols steppiques sont caractérisés par la présence d'accumulation calcaire, la faible teneur en matière organique et une forte sensibilité à l'érosion et à la dégradation. Les ressources hydriques sont faibles, peu renouvelables, inégalement réparties et anarchiquement exploitées. Les points d'eau sont au nombre de 6500 dont plus de 50% ne sont plus fonctionnels. Les steppes algériennes sont dominées par 4 grands types de formations végétales : les steppes graminéennes à base d'alfa (*Stipa tenacissima*) et de sparte (*Lygeum spartum*) qui constituent des parcours médiocres et les steppes chamaephytiques à base d'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) dont les valeurs pastorales sont très appréciables et de *Hamada scoparia* localisées sur les regs. Des formations azonales sont représentées par les espèces psammophiles et les espèces halophiles de bonnes valeurs fourragères.

Sur le plan humain, la croissance démographique des zones steppiques est plus forte que celle enregistrée dans le reste du pays. La steppe algérienne est aussi l'aire d'exercice d'un élevage extensif représentant un cheptel ovin d'une vingtaine de millions de têtes qui constitue la principale activité productive de la population locale.

### **I.1. Hétérogénéité et spécificité de la steppe**

La steppe est un milieu naturellement hétérogène, en raison des facteurs suivants :

- ❖ La variation de la pluviosité qui définit trois étages bioclimatiques.
- ❖ La répartition de la végétation au niveau d'un même étage.
- ❖ L'avancement de la dégradation du milieu naturel, (sol et végétation).

D'une manière générale, la spécificité de la steppe reste liée aux facteurs homme, climat, végétation et sol. Ces facteurs, sous différentes formes de combinaisons, déterminent la production de la steppe.

## **I.2. Problématique de la steppe algérienne**

Face à l'accroissement de la population humaine et animale sur un espace vital de plus en plus réduit, on assiste actuellement à une surexploitation de ce qui reste des parcours steppiques. La dégradation des parcours est issue de l'interaction de deux types de facteurs. Des facteurs naturels liés aux conditions du milieu physique en général, et des facteurs socio-économiques, anthropiques qui favorisent une action anarchique de l'homme sur l'écosystème. Les risques d'érosion éolienne et hydrique sont forts en steppes arides en raison de la violence des événements climatiques et de la faible protection du sol par la végétation. L'importance du recouvrement végétal est à la fois une conséquence de l'érosion et un indice de risque érosif, que l'on peut associer à des indices d'érodibilité pour faire des prédictions (BENSOUIAH, 2006). Les steppes algériennes sont marquées par une grande variabilité interannuelle des précipitations. En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante (NEDJRAOUI et BEDRANI, 2008).

### **I.2.1. La désertification**

Au sens commun du terme et selon les dictionnaires, la désertification c'est la transformation d'une région en désert. Le mot évoque l'avancée du désert aussi bien que la désertion des campagnes, en fait pour les scientifiques et la communauté internationale il s'agit d'un phénomène de grande importance : « Le terme désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines. » Cette dégradation des terres en zones sèches se manifeste par une détérioration de la couverture végétale, des sols et des ressources en eau, et aboutit à l'échelle humaine de temps, à une diminution ou à une destruction du potentiel biologique des terres ou de leur capacité à supporter les populations qui y vivent. (BENGUERAI, 2011).

### **I.2.1.1. Les causes de la désertification**

D'une façon générale, les causes de désertification, sont de nature complexe et multifactorielle entre des causes directes et indirectes, primaires et secondaires, prédisposant et aggravants (Dregne, 1998 ; Geist & Lambin, 2004 ; Safriel & al., 2005).

Dregne (1986), Le Houérou (1996), Geist & Lambin (2004), Safriel & al. (2005), Slimani et al. (2010), Fetoui (2011), s'accordent, dans les grandes lignes sur les causes de la désertification qui sont d'une part naturelles (Aridité, sécheresse, fragilité des sols, fragilité du couvert végétal) et d'autres part des actions anthropiques exacerbées et sans cesse croissantes sur l'environnement incluant la croissance démographique, le surpâturage, le déboisement, le labour, la surexploitation des terres, la détérioration des sols, mutations socio-économiques, inadaptation des techniques et des modes de gestion des terres...etc.

#### **A. Variabilité climatique**

La variabilité climatique est la principale cause de désertification dans les régions arides et semi-arides qui se traduit par une réduction de la durée des saisons humides. En effet, une sécheresse excessive peut accélérer la dégradation des terres en réduisant l'apport en eau dans un système déjà déséquilibré par les suites d'une exploitation abusive (Nahal, 2004; Safriel et al. 2005).

#### **B. L'érosion éolienne et hydrique**

Des données récentes montrent que ces phénomènes ont provoqué d'énormes pertes : près de 600.000 ha de terres en zone steppique sont totalement désertifiés sans possibilité de remontée biologique et près de 6 millions d'hectares sont menacés par les effets de l'érosion hydrique et éolienne (Ghazi et Lahouati, 1997).

#### **C. Les activités humaines**

Mainguet (1990), considère que la pression anthropique croissante comme principale cause de la désertification, et que les conditions climatiques ne faisant qu'exacerber les dégâts provoqués par l'activité humaine. Ces activités humaines sont déterminées par le contexte social et culturel, mais aussi par l'environnement économique, institutionnel et politique (Cornet, 2002 ; Fetoui, 2011). Les activités humaines sont en effet la raison majeure du déclenchement des processus de désertification sur les terres vulnérables. Celle-ci est due à la mauvaise gestion des ressources naturelles, à la négligence du milieu rural et à des problèmes économiques et politiques (El Lakany, 1985). Ces activités modifient les processus

biophysiques de fonctionnement des systèmes agronomiques et écologiques entraînant des conséquences successives qui peuvent conduire à une spirale de dégradation (Cornet, 2002).

Parmi les activités humaines qui causent le déclenchement de la désertification dans les milieux arides et semi arides algérienne, on cite :

#### **D. Les pratiques culturelles**

Ces dernières peuvent conduire à la désertification comprennent des pratiques de défrichage, la mise en culture des sols fragiles et l'extension anarchique de la céréaliculture sur des sols fragiles. Dans notre zone d'étude, et lors de nos enquêtes terrain, on a remarqué ce type de culture illégale et interdites par le code pastoral de 1975.

#### **E. Le surpâturage**

Aujourd'hui, le principal facteur de désertisation des steppes, c'est en effet le surpâturage, qui résulte d'une densité trop importante de bétail qui broute sur un même lieu, menant à la dégradation de la végétation, à la compaction et à l'érosion du sol Sinave (2010).

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

- ✓ Le développement dominant des espèces indésirables, refusées ou très peu consommées par les ovins.
- ✓ La régression du couvert végétal en général, et particulièrement les pérennes.
- ✓ Le développement d'une flore post-pastorale riche en thérophytes, favorisée par la concentration des animaux (plantes nitrophiles). Ainsi, en mauvaise année, l'animal manquant de fourrage est orienté vers les espèces pérennes se trouvant alors au minimum de leurs réserves, ces espèces représentent en fait l'essentiel du potentiel productif des parcours.

Le surpâturage s'explique par deux facteurs principaux :

- 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.
- 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.

(BÉDRANI, NEDJRAOUI .2008).

### F. Evolution de la population et les mutations socio-économiques

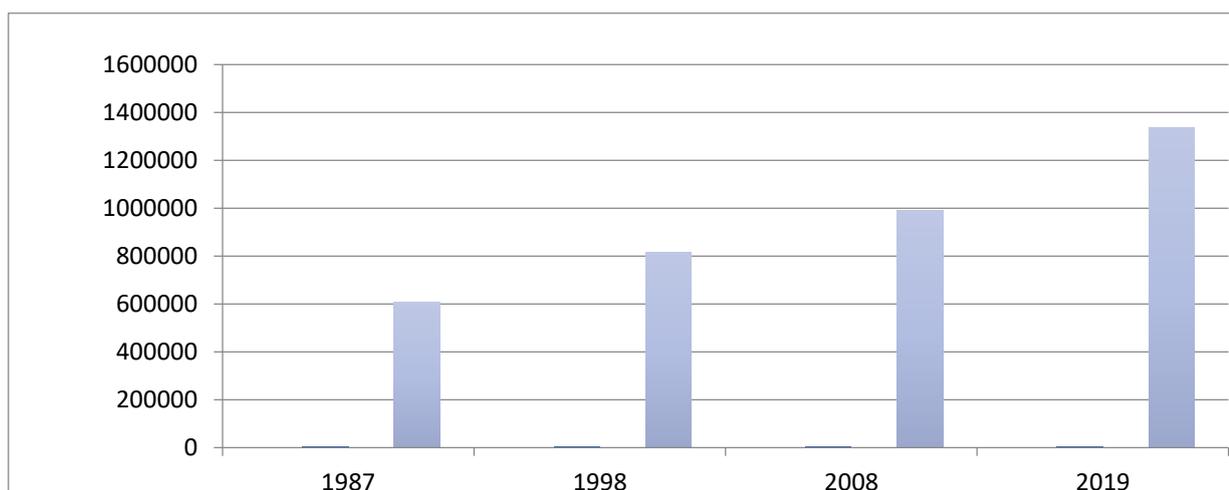
Habituellement, les causes indirectes de la désertification sont de types socio-économiques. Ils ont aussi tendance à être les causes fondamentales (Dregne, 1998).

Dans le cadre d'un développement durable et d'une politique sociale développée l'aspect démographique doit être pris en ligne de compte. L'homme est sans cesse à la recherche de profit et de l'amélioration de son cadre de vie. la situation actuelle est que l'effectif de la population ne cesse d'augmenter et ceci a un impact direct sur le milieu naturel qui voit ses richesses biologiques s'épuiser progressivement et le phénomène de désertification s'amplifier. (YAHIAOUI ,2005).

Les régions steppiques dont les ressources sont limitées, sont soumises à une exploitation irrationnelles et intenses de leurs ressources fourageres. Les conditions de vie précaires de la population de plus en plus élevées ne font que maintenir l'activité pastorale qui reste un gain relativement abordable.

**Tableau I.01** : l'évolution de la population de la wilaya de M'Sila.

Wilayas	Population			
	1987	1998	2008	2020
M'sila	605578	815045	991 846	1336958



**Figure I.03** : Evolution de la population dans la wilaya de M'Sila (1987-2019).

### **I.2.1.2. Conséquences de la désertification**

Le phénomène de la désertification implique l'écosystème en entier, ainsi que les humains qui en dépendent (Sinave, 2010).

#### **A. Conséquences écologiques**

Les différentes définitions de ce processus, mettent l'accent sur les changements dans le sol, la végétation et de l'eau (Glantz & Orlovsky, 1983).

Les effets globaux de la dégradation peuvent être appréhendés à deux niveaux :

- Localement, on peut noter, la réduction du couvert végétal, un changement dans la composition floristique (Slimani, 1998), l'atteinte des propriétés physico-chimiques du milieu édaphique (Slimani, 1998 ; Aidoud et al, 1999), la perte de productivité des terres, érosion de la fertilité, très faible production biologique et faible capacité d'évolution (Jauffret, 2001) ;
- A distance : la dégradation entraîne des phénomènes d'ensablement des zones voisines, des problèmes de crues et d'inondations, des problèmes de comblement des barrages, de transports d'aérosols à grande distance mais aussi des problèmes de migrations.

#### **B. Conséquences socio-économiques**

La désertification a des conséquences immédiates souvent décrites par le cercle vicieux « Appauvrissement des terres - production agricole insuffisante pour nourrir l'ensemble des villageois - tensions sociales croissantes » (Requier-Desjardins et al. 2006).

La désertification, en réduisant les capacités productives des sols, conduit à une détérioration des conditions de vie des populations des régions sèches. Par manque de capital et d'opportunités économiques, ces populations pauvres sont conduites à surexploiter leurs ressources limitées pour satisfaire des besoins pressants, ce qui aggrave les processus de désertification. Il y a donc un cercle vicieux entre désertification et pauvreté : la désertification accroît la pauvreté qui en retour conduit à des pratiques néfastes sur le milieu naturel. Les mécanismes de contrôle d'accès et de gestion des ressources naturelles mis en place par les sociétés traditionnelles deviennent alors obsolètes (Requier-Desjardins & Bied-Charreton, 2006,).

### **I.2.1.3. Impacts de la désertification sur les populations**

La population des steppes vit de l'élevage autour duquel elle a construit un mode de vie, une organisation sociale et économique, des savoirs et des savoirs faire ancestraux diversifiés et d'une

grande richesse. La dégradation des parcours steppiques est porteuse de pauvreté et d'érosion socioculturelle.

Les auteurs (Bedrani, 2006 ; Bessaoud, 2006) s'accordent pour démontrer le relâchement des structures traditionnelles de gestion des parcours et leur transformation sous les effets de l'économie de marché.

#### **I.2.1.4. La désertification et ses représentations dans la steppe algérienne**

Dans le SNCSLD, l'espace concerné par la désertification en Algérie est estimé de 20 millions d'hectares de parcours steppiques et plus 12 millions d'hectares de parcours pré-steppique soit au total environ 32 millions d'hectares, sachant que ces chiffres restent approximatifs et peuvent évoluer dans une fourchette assez large (MATE, 2008).

Selon les travaux du CNTS (1993), la carte nationale de sensibilité à la désertification sur une superficie de 13.821.175 ha (69 % de la superficie de la steppe) traitée par télédétection, il en ressort :

- Zones désertifiées : 487.902 ha.
- Zones sensibles : 2.215.035 ha.
- Zones moyennement sensibles : 5.061.388 ha.
- Zones peu sensibles : 2.379.170 ha.

Aidoud (1989), évoque que, l'écosystème steppique algérien a été complètement bouleversé, tant dans sa composition que dans son fonctionnement à travers sa productivité primaire. Aidoud (1991) in Mouhous (2005).

### **I.3. L'étude socio-économique de la wilaya de Msila**

#### **I.3.1. L'élevage**

Avec plus de 1 100 000 femelles reproductrices, les élevages ovin-caprin domine dans la wilaya de M'Sila. Par rapport aux effectifs des autres wilayas steppiques, l'élevage caprin est peu pratiqué. Les ovins sont élevés par 97 % des éleveurs, les caprins par 75%, les bovins par 67%, les équins par 8% et les camelins par 6%.

A travers le territoire de la wilaya 9 000 éleveurs ovins ont été recensés en 2011 donc les ovins sont présents dans 13000 exploitations agricoles recensées dans la wilaya.

La majorité des exploitations agricoles de la wilaya de M'Sila sont des exploitations agricoles privées (EAI ou exploitation privée avec ou sans titre foncier), soit 99,99% du nombre total. Il n'y a que 17 exploitations collectives sur les 35 017 que compte la wilaya

Les troupeaux ovin-caprin sont conduits en lots qui varient de 50 à 300 brebis et chèvres avec leurs suites (jeunes, adultes, males reproducteurs), et les troupeaux bovins et camelins sont conduits en lots qui dépassent rarement les 25 reproductrices

Les agropasteurs de la zone d'étude sont répartis en deux catégories selon leur mode de vie :

- Les sédentaires : catégorie d'agro-éleveurs qui vivent dans un habitat fixe dans la steppe et qui possèdent une résidence fixe. Ils sont peu nombreux (14%).
- Les semi-sédentaires : catégorie d'agro-éleveurs qui vivent dans un habitat fixe dans la steppe une partie de l'année et effectuent des déplacements courts ou longs avec leurs troupeaux l'autre partie de l'année (86%).

#### **I.3.2. Culture**

Du fait que les conditions du milieu sont difficiles (climat aride à semi-aride, sols pauvres et dégradés), la superficie totale des terres agricoles dans la wilaya de M'Sila est limitée. La mise en culture de ces terres et les rendements obtenus dépendent fortement de l'irrigation.

Sur une surface totale de 1 624 861 ha, la surface agricole utile (SAU) n'occupe que 277 211 ha, soit 17,06%. Les surfaces irriguées occupent seulement 37 650, soit 13,6 % de la SAU

Dans la wilaya de M'Sila, les superficies consacrées aux céréales et aux cultures fourragères sont généralement faibles par rapport à la SAU. La céréaliculture, essentiellement fourragère, est l'activité de culture dominante. En 2014, les superficies cultivées en céréales étaient les plus importantes avec 60

000 ha, suivies de celles consacrées aux arbres fruitiers avec 19 790 ha et de celles consacrées aux cultures maraîchères avec 10 140 ha.

L'orge est la première espèce cultivée avec 43 000 ha. Le blé dur occupe la deuxième place avec 13 340 ha et le blé tendre occupe la troisième place avec 2350 ha. Les superficies cultivées en d'autres céréales sont très faibles ; l'avoine, quatrième céréale cultivée, occupe seulement 880 ha. Les rendements obtenus sont faibles pour toutes les céréales, ils varient de 7 à 15 qx/ha.

## I.4. Concepts et principes de la Télédétection et des systèmes d'informations géographiques

### I.4.1. Définition de la télédétection

On entend par télédétection « l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci » (GIRARD.CM ,1998).

La télédétection est aussi « 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. Comme son nom l'indique, elle suppose l'acquisition d'informations à distance, sans contact direct avec l'objet détecté » (Bonn et Rochon, 1992).

La télédétection englobe tout le processus qui consiste à capter et à enregistrer l'énergie d'un rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, à traiter et à analyser l'information, pour ensuite mettre en application cette information.

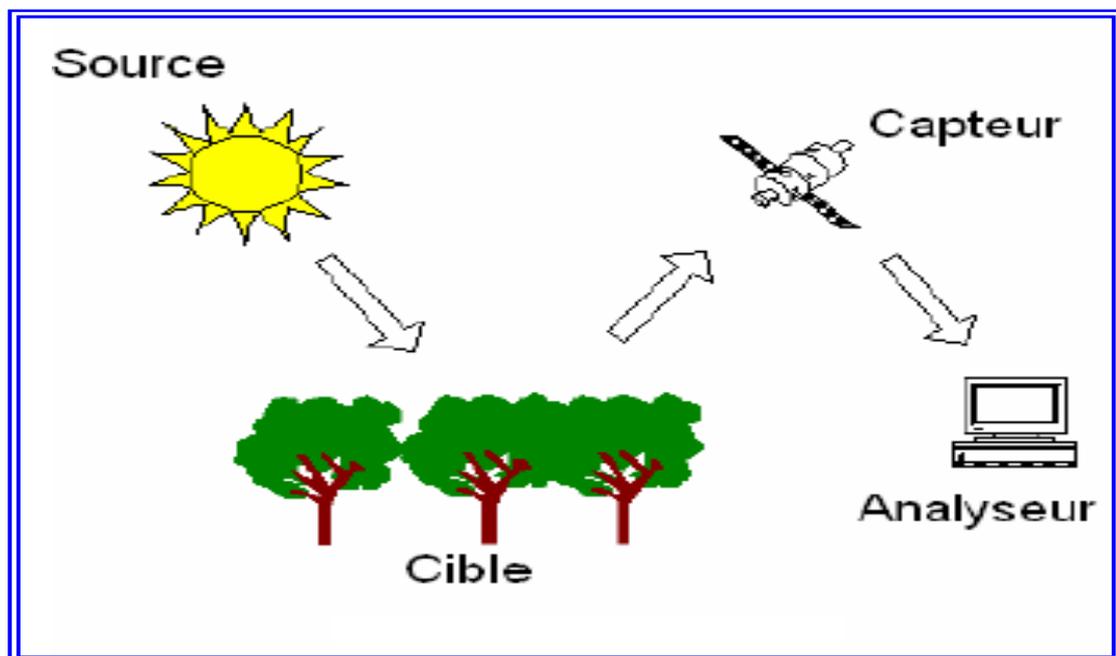


Figure I.04 : Processus de la télédétection

### I.4.2. Le rayonnement électromagnétique

La télédétection utilise les propriétés du rayonnement électromagnétique pour analyser à distance la surface du sol, de l'océan ou de l'atmosphère. Le rayonnement électromagnétique est une énergie qui se propage dans l'espace et interagit avec la matière. Cette énergie est constituée d'ondes électromagnétiques. Une bonne connaissance de la physique élémentaire du rayonnement est indispensable à l'interprétation des résultats de la télédétection. (IOUALALEN.2012).

### I.4.3. Les ondes électromagnétiques

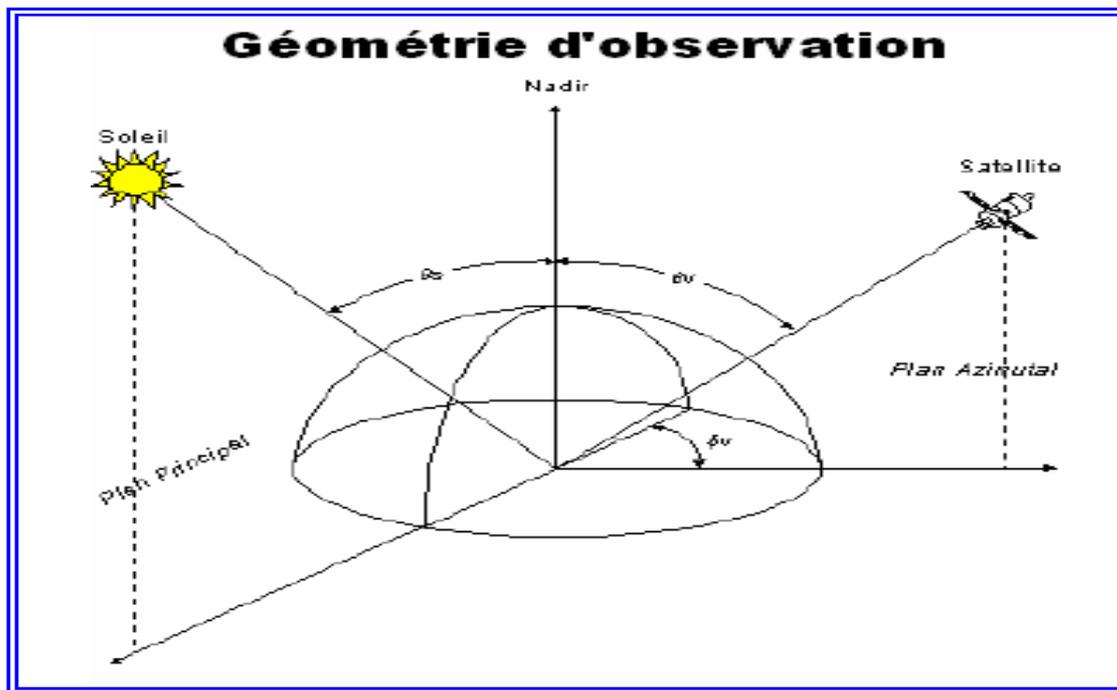
Une onde électromagnétique correspond à la vibration simultanée dans l'espace d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Une onde électromagnétique est une onde progressive et transversale ; le sens de la variation des champs est perpendiculaire à la direction de la propagation. (IOUALALEN.2012).

### I.4.4. Les propriétés optiques des couverts végétaux

Selon (KHOUDIR.2012) Lorsque le rayonnement solaire qui n'est pas absorbé ou diffusé par l'atmosphère, atteint le sol, la portion de l'énergie réfléchie par la végétation représente la **réflectance**. En télédétection, c'est l'analyse de cette grandeur caractéristique qui permet d'accéder aux propriétés physiques de ce dernier.

Les propriétés optiques d'un couvert végétal dépendent à la fois de la nature des plantes qui le composent, de leur arrangement spatial ainsi que du sol sous-jacent. La lumière réfléchie par la végétation varie en fonction de la longueur d'onde du rayonnement mais aussi en fonction de la position relative de la source de rayonnement (le Soleil) et du capteur du fait de l'**anisotropie** des surfaces observées. La dépendance spectrale de la réflectance d'un couvert provient essentiellement des caractéristiques d'absorption des feuilles (Bunnik N. J. J. 1978).

La dépendance directionnelle de sa réflectance est principalement déterminée par l'architecture du couvert et par le sol. Au niveau du satellite, le signal radiométrique est affecté par la traversée de l'atmosphère terrestre : les deux principaux mécanismes sont l'**absorption** gazeuse (vapeur d'eau, ozone, oxygène) et la diffusion par les molécules (diffusion de Rayleigh) et les aérosols (diffusion de Mie).



**Figure I.05 :** la géométrie d'observation.

A l'exception du sol, les feuilles représentent les surfaces principales d'un couvert végétal. Les autres organes (fruits, fleurs, tiges ...) affectent peu sa réflectance.

Les feuilles vertes ont un spectre de réflectance ayant globalement la même forme, les différences proviennent surtout de leur composition biochimique. On peut distinguer trois grands domaines spectraux :

#### **I.4.4.1. Le visible (400-700 nm)**

Les feuilles ont une faible réflectance et une faible transmittance. La majeure partie du rayonnement reçu est absorbée par les pigments foliaires. Les principaux sont les chlorophylles qui possèdent deux bandes d'absorption dans le bleu (450 nm) et dans le rouge (660 nm). Le maximum de réflectance se trouve dans le jaune-vert vers 550 nm. La concentration en chlorophylle diminuant plus rapidement lors du vieillissement de la plante, les feuilles jaunissent. Les pigments foliaires deviennent transparents pour des longueurs d'onde supérieures à 700 nm.

#### **I.4.4.2. Le proche infrarouge (700-1300 nm)**

Dans ce domaine, la quantité de rayonnement absorbé par la feuille est très faible et presque constante (10%). Le plateau de réflectance, appelé plateau proche infrarouge, dépend essentiellement de la structure anatomique des feuilles, mais aussi de l'absorption par la matière sèche. La diffusion de la

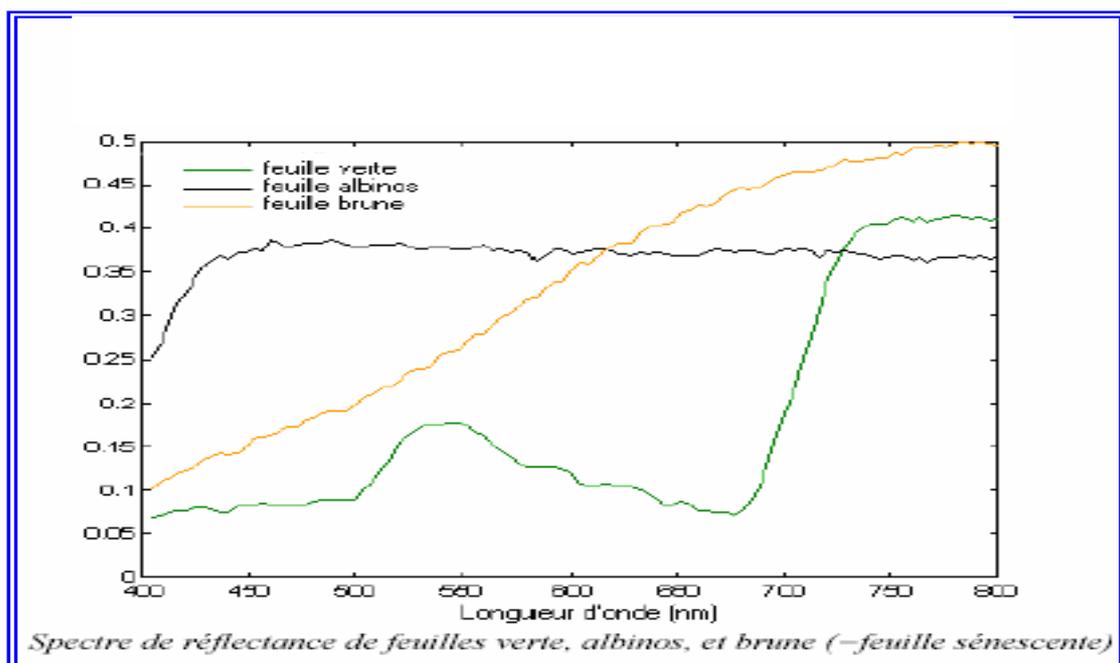
lumière est principalement due aux discontinuités d'indice de réfraction entre les espaces intercellulaires, les parois cellulaires, et l'eau des vacuoles. Une augmentation de réflectance s'expliquera par le fait que la lumière change plus souvent d'indice.

#### I.4.4.3. Le moyen infrarouge (1300-2500 nm)

Le moyen infrarouge est, comme le visible, une région de forte absorption du rayonnement électromagnétique. Les propriétés optiques sont affectées essentiellement par l'eau des feuilles, mais aussi par les composés biochimiques des tissus foliaires (lignine, cellulose, protéines, etc.) qui constituent la matière sèche. Les principales bandes d'absorption de l'eau se situent vers 1200 nm, 1450 nm, 1940 nm et 2500 nm. Mais même entre ces bandes (1650 nm et 2200 nm), l'absorption par l'eau n'est pas nulle.

Typiquement, une déshydratation accroît la réflectance et la transmittance dans le moyen infrarouge.

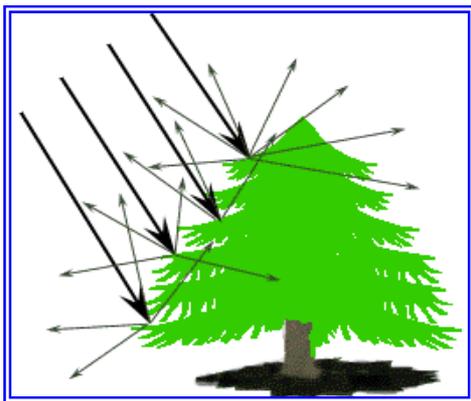
Différents facteurs modifient les propriétés optiques des feuilles. Celles-ci évoluent avec l'âge. Durant la majeure partie de leur existence, les feuilles ont donc des propriétés optiques stables. Lors de la sénescence, on observe une augmentation de la réflectance sur tout le spectre : dans le visible à cause du remplacement de la chlorophylle par des pigments bruns, dans le proche infrarouge à cause de la désorganisation de la structure interne des feuilles, et dans le moyen infrarouge à cause de la diminution de la teneur en eau. Les déficiences minérales et les attaques parasitaires affectent aussi la teneur en pigments des feuilles et la structure anatomique.



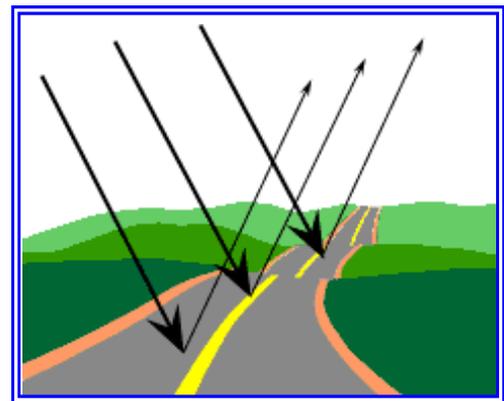
**Figure I.06** : influence de la présence des pigments sur le spectre de réflectance des feuilles.

### I.4.5. Propriétés directionnelles

La variation angulaire de la réflectance des feuilles est intermédiaire entre ce qui est observé pour une *surface Lambertienne* (réflexion diffuse) et pour une *surface spéculaire* (surface de l'objet détectée est lisse). En effet, le rayonnement sortant de la feuille est composé d'une fraction diffusée par les tissus internes et variant en fonction de la longueur d'onde, et d'une fraction due à la réflexion spéculaire à la surface de la feuille et qui ne varie pas spectralement.



**Figure I.07 :** Réflexion diffuse



**figure I.08 :** Réflexion spéculaire

La réflectance d'un couvert végétal ne dépend pas seulement des propriétés d'absorption et de diffusion des feuilles mais aussi de son architecture. Celle-ci varie selon la forme, la dimension, la distribution dans l'espace et la quantité des surfaces végétales du couvert. La distribution spatiale de la végétation sur le sol dépend du type de végétation, de la disposition des plantes (écartement et orientation des rangs), et de leur stade de croissance. Au fur et à mesure que la végétation se développe, les effets du sol s'estompent.

Sur des surfaces dépourvues de végétation ou recouvertes par un couvert épars, il est nécessaire de bien caractériser les propriétés optiques des sols. Celles-ci dépendent de leur composition minérale, de leur teneur en matière organique, de leur humidité (qui affectent les propriétés spectrales), ainsi que de leur rugosité de surface (qui affecte leurs propriétés directionnelles). La réflectance d'un sol croît progressivement du visible au proche infrarouge puis elle est affectée par l'absorption de l'eau dans le moyen infrarouge. En général, un sol est plus réfléchissant que la végétation dans le visible et moins réfléchissant dans le proche infrarouge. Les effets du sol sur la réflectance des couverts jouent un rôle important lorsque la végétation est peu développée, puis ils disparaissent avec l'augmentation des indices foliaires. (KHOUDIR.2012).

**- L'eau**

La réflectance de l'eau pure est assez forte dans la bande bleue du visible, diminue ensuite rapidement pour devenir très faible dès le proche infrarouge. Des particules minérales du plancton ou des végétaux en suspension ou flottants sur l'eau, modifient ces caractéristiques en augmentant la réflectance dans le visible.

**- Le sol**

Les comportements spectraux des sols se caractérisent par des valeurs de réflectance régulièrement croissantes dans le visible et le proche infrarouge, tandis qu'elles sont généralement faibles dans le moyen infrarouge. La ligne formée est appelée la droite des sols. La réflectance de la plupart des types de sol est similaire. Les principaux facteurs influençant la réflectance des sols sont : l'humidité du sol, sa texture, sa structure, son contenu en oxyde de fer et en matière organique.

## **I.5. Définition de la cartographie**

La cartographie est l'ensemble des études et des opérations scientifiques et techniques intervenant dans l'établissement de cartes ou de plans à partir des résultats d'observations directes ou d'exploitation d'une documentation préexistante (BOUZENOUNE, 1984).

### **I.5.1. Notion et définition d'un système d'information géographique(SIG)**

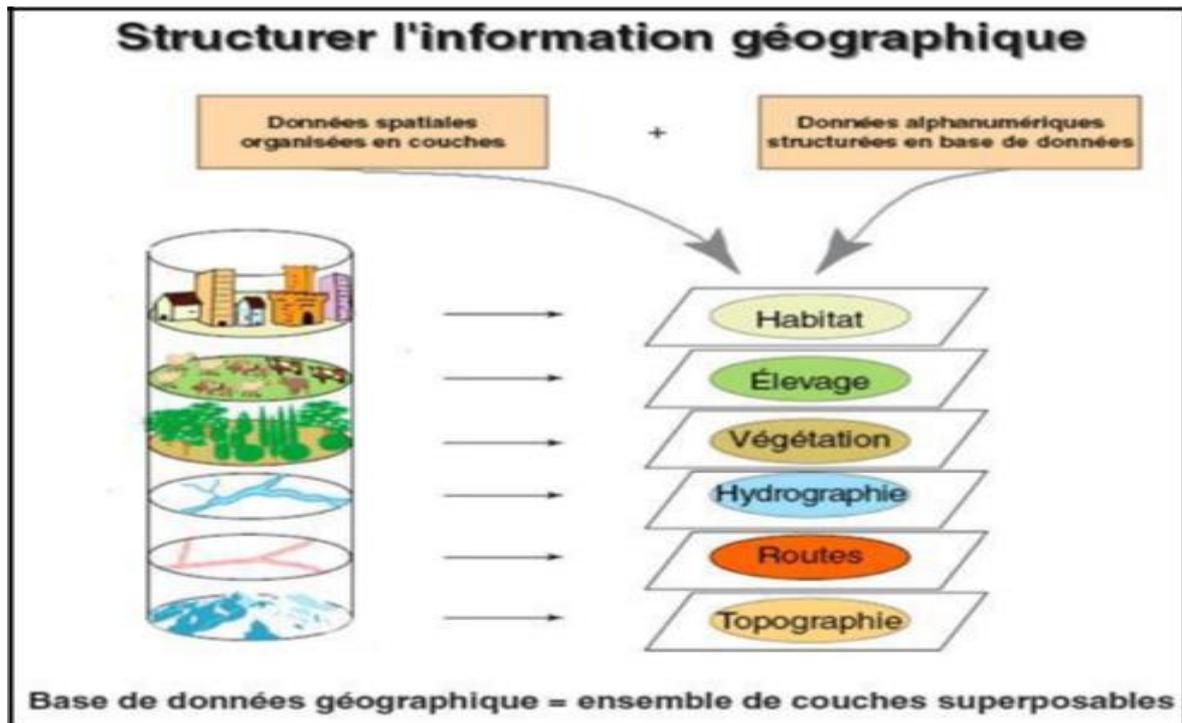
Les SIG avaient pris forme au début des années 80, suite à la complexité des techniques informatiques et au développement de la cartographie classique vers la cartographie automatique ou cartographie assistée par ordinateur permettant une production automatique de différents types de cartes, mettant fin aux difficultés rencontrées par la cartographie traditionnelle et facilitant : l'archivage, l'accès rapide aux informations, mise à jour et la production de la carte, en se basant sur des objets géographiques, comme les polygones, les lignes et les points, au quels sont associées des données qualitatives, telles que les caractéristiques naturelles (végétation...).

### **I.5.2. Les intérêts d'un SIG**

- L'identification des relations spatiales entre les cartes.
- Le stockage, la vérification, l'inventaire des données reçues, leur exploitation, leur analyse et leur mise à jour en cas de besoin.
- Etablir des cartographies rapides et mettre en œuvre des processus de choix spatiaux.
- Visualisation des données et l'affichage des informations localisées.
- Fournir des renseignements qui offrent des réponses aux chercheurs.
- La gestion d'objets à référence spatiale.

### **I.5.3. L'information géographique**

Information qui est reliée à une localisation sur la Terre, exprimée par rapport à un système de référence. Une information géographique est une information que l'on peut situer sur un plan, une carte, directement par des coordonnées ou indirectement par relation à une autre information géographique. C'est en particulier, l'information sur les objets ou phénomènes naturels, les ressources culturelles, humaines ou économiques.



**Figure I.09 :** la structure de l'information géographique.

Le SIG facilite l'intégration de diverses données hétérogènes (Joliveau. 1993). Il permet de stocker, visualiser, manipuler et afficher toute une gamme d'informations basées sur la géographie. L'information combine des données géométriques et thématiques, dont chaque thème est représenté par une couche, qui rassemble un ensemble d'objets homogènes (parcelles, routes, population), associant la représentation cartographique des objets spatiaux et la table d'informations statistiques. Cela permet d'établir des cartes de synthèse.

Ce système permet également de croiser des couches contenant chacune des informations géographiques sur une région donnée. Ce croisement équivaut à superposer deux feuilles transparentes qui contiennent des informations différentes pour la même région.

#### **I.5.4. Les composants d'un SIG**

Un Système d'Information Géographique est constitué de 5 composants majeurs :

##### **1. Matériel**

Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs des serveurs de données aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

##### **2. Logiciels**

Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations. Principaux composants logiciel d'un SIG :

- Outils pour saisir et manipuler les informations géographiques.
- Système de gestion de base de données.
- Outils géographiques de requête, analyse et visualisation.
- Interface graphique utilisateur pour une utilisation facile.

### **3. Données**

Les données sont certainement les composantes les plus importantes des SIG. Les données géographiques et les données tabulaires associées peuvent, soit être constituées en interne, soit acquises auprès de producteurs de données.

### **4. Utilisateurs**

Un Système d'Information Géographique (SIG) étant avant tout un outil, c'est son utilisation (et donc, son ou ses utilisateurs) qui permet d'en exploiter la quintessence.

Les SIG s'adressent à une très grande communauté d'utilisateurs depuis ceux qui créent et maintiennent les systèmes, jusqu'aux personnes utilisant dans leur travail quotidien la dimension géographique. Avec l'avènement des SIG sur Internet, la communauté des utilisateurs de SIG s'agrandit de façon importante chaque jour et il est raisonnable de penser qu'à brève échéance, nous serons tous à des niveaux différents des utilisateurs de SIG.

### **5. Méthodes**

La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG ne peut s'envisager sans le respect de certaines règles et procédures propres à chaque organisation.

## **I.5.5. Comment fonctionne un SIG**

Un SIG stocke les informations concernant le monde sous la forme de couches thématiques pouvant être reliées les unes aux autres par la géographie. Ce concept, à la fois simple et puissant a prouvé son efficacité pour résoudre de nombreux problèmes concrets.

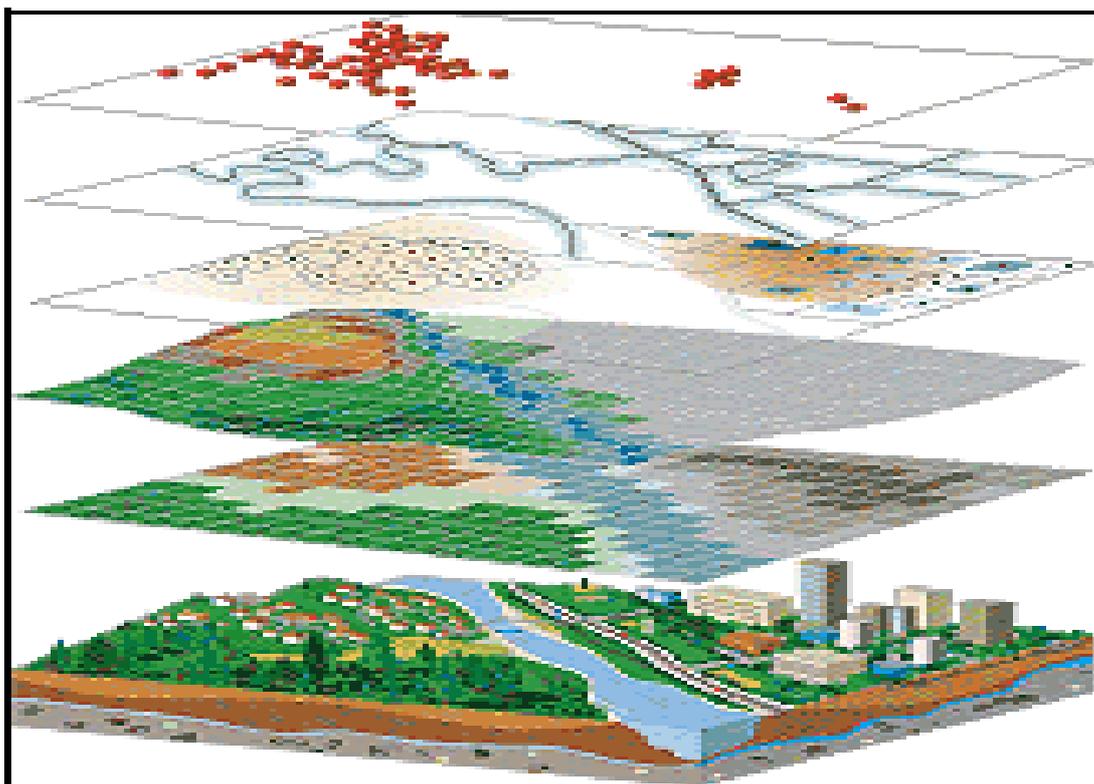


Figure I.10 : Le SIG représente le monde réel.

### I.5.6. Références géographiques

L'information géographique contient soit une référence géographique explicite (latitude & longitude ou grille de coordonnées nationales) ou une référence géographique implicite (adresse, code postal, nom de route...). Le géocodage, processus automatique, est utilisé pour transformer les références implicites en références explicites et permettre ainsi de localiser les objets et les événements sur la terre afin de les analyser.

### I.5.7. Modèles de données vecteurs et raster

Les Systèmes d'Information Géographique exploitent deux différents types de modèles géographiques :

#### I.5.7.1. Le modèle vecteur

Dans le modèle vecteur, les informations sont regroupées sous la forme de coordonnées x,y.

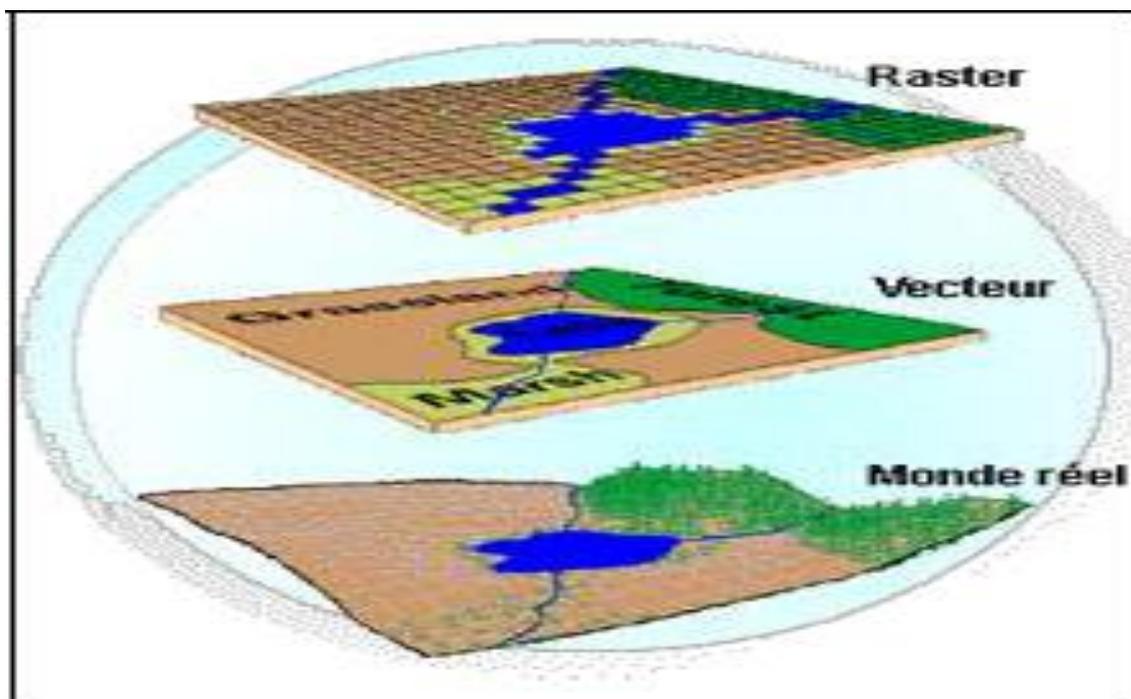
Les objets de type ponctuel sont dans ce cas représentés par un simple point. Les objets linéaires (routes, fleuves...) sont eux représentés par une succession de coordonnées x, y. Les objets polygonaux (territoire géographique, parcelle...) sont, quant à eux, représentés par une succession de coordonnées délimitant une surface fermée.

Le modèle vectoriel est particulièrement utilisé pour représenter des données discrètes.

### I.5.7.2. Le modèle raster

Le modèle raster, quant à lui, est constitué d'une matrice de points pouvant tous être différents les uns des autres. Il s'adapte parfaitement à la représentation de données variables continues telles que la nature d'un sol...

Chacun de ces deux modèles de données dispose de ses avantages. Un SIG moderne se doit d'exploiter simultanément les données raster et vectoriel de représentation.



**Figure I.11** : Notion des couches de données.

### I.5.8. Détection des changements d'occupation des sols par les classifications des images satellites

Wilmet (1996) a signalé que l'étude des changements sont des méthodes de traitement de l'information numérique fournie par les logiciels, elles consistent en l'identification des signatures spectrales et leurs regroupements en classes radiométriques que l'utilisateur identifiera en classes thématiques. C'est donc l'attribution de l'ensemble des pixels de l'image à des classes homogènes. On distingue deux grands types de classifications, selon que l'on veut ou non faire intervenir une connaissance du terrain :

### **I.5.8.1. Classification non supervisée**

Au cours de la classification non supervisée, les divers éléments de l'image (pixels) sont automatiquement classés en fonction de leurs caractéristiques spectrales et du nombre de classes fixé par l'opérateur. Ce qui permet d'effectuer une première segmentation des images en grands thèmes d'occupation des sols. Mais cette méthode de classification présente des inconvénients, car le regroupement des valeurs numériques crée des classes dont la signification thématiques est parfois difficile à identifier (Girard et Girard,1999)

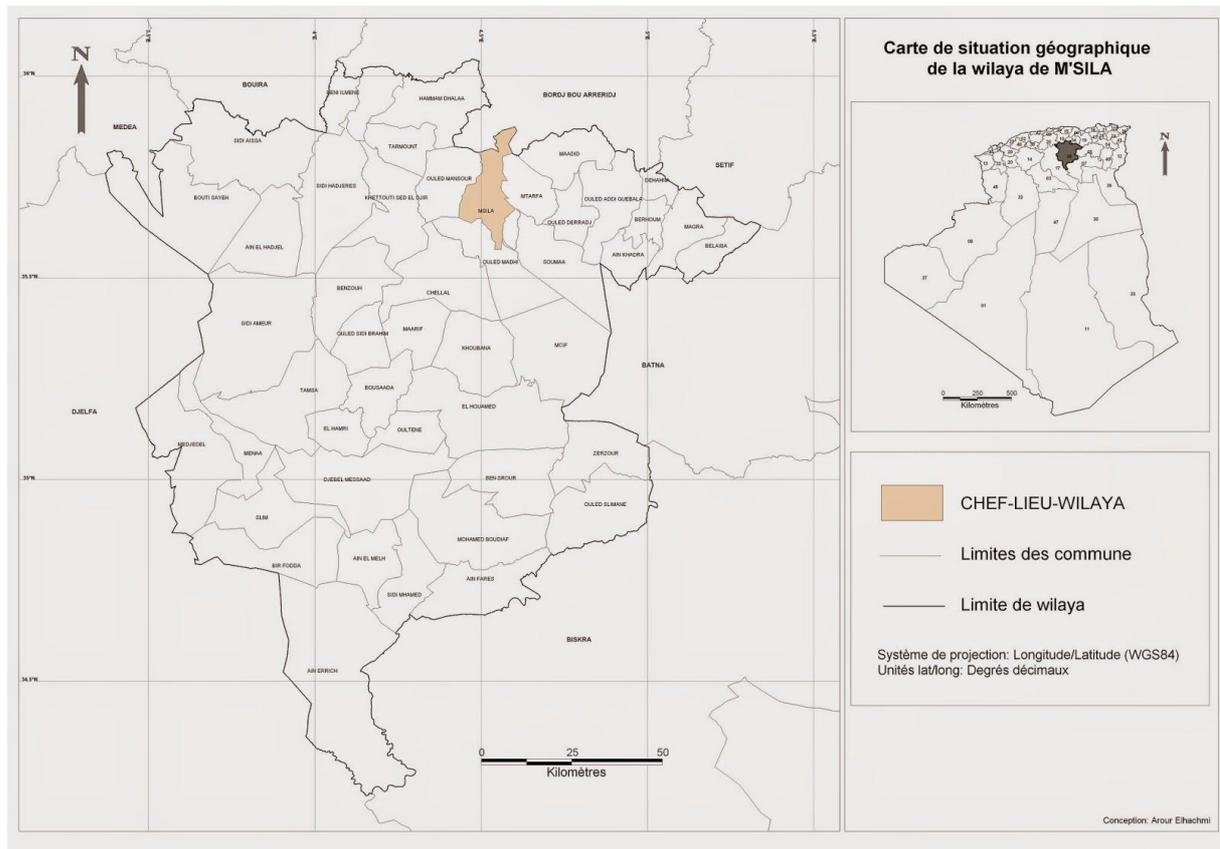
### **I.5.8.2. Classification supervisée**

Elle consiste à regrouper les unités en classes d'occupation des sols en fonction d'un ou de plusieurs caractères zones qui prennent un sens thématique bien précis. Grâce à une connaissance préalable du terrain, ces classes sont par la suite corrigées. Dans ce type de classification, les classes obtenues ont une signification précise. L'inconvénient est le temps de réalisation qui est long, en particulier pour le choix des zones d'apprentissage (Girard et Girard,1999).

*Cadre physique*

## II.1. La situation géographique

La wilaya de M'Sila occupe une superficie totale de 17 908,57 Km<sup>2</sup>, elle est située dans la partie steppique Algérienne et s'étend entre les coordonnées géographiques 35° 42' 07'' nord, 4° 32' 48'' est. Elle est limitée au nord par les wilayas de Brouira et de Bordj Bou Arreridj, à l'Est par la wilaya Batna, au Sud par La wilaya de Biskra et à l'Ouest par la wilaya de Djelfa.



**FigII.01** : carte de la localisation géographique de la wilaya de M'Sila.

## II.2. La géologie de la région

Le phénomène géologique intervient dans le développement des plantes par la nature chimique substratum géologique qui conditionnent les réserves minérales et la dureté des roches. (GHETTOUCHE.2003)

D'après la classification du haut-commissariat au développement de la steppe, La wilaya de M'Sila est couverte au Nord par une partie de la chaîne alpine qui comprend les zones internes caractérisées par l'affleurement de socles métamorphiques se rattachant à un ancien bloc méditerranéen. Les formations du Mésozoïque et du Cénozoïque affleurent sous forme d'une bande étroite qui constitue la "Chaîne

calcaire". Les flysch sont situés pour leur plus grande part au sud de la chaîne. Les zones externes correspondent aux nappes telliennes dans lesquelles sont distinguées les nappes telliennes dans la région des Bibans. Les unités allochtones méridionales comprennent l'ensemble sud-sétifien et l'unité constantinoise. - L'autochtone est constitué par les Monts du Hodna, la zone pré atlasique, et l'Atlas Saharien.

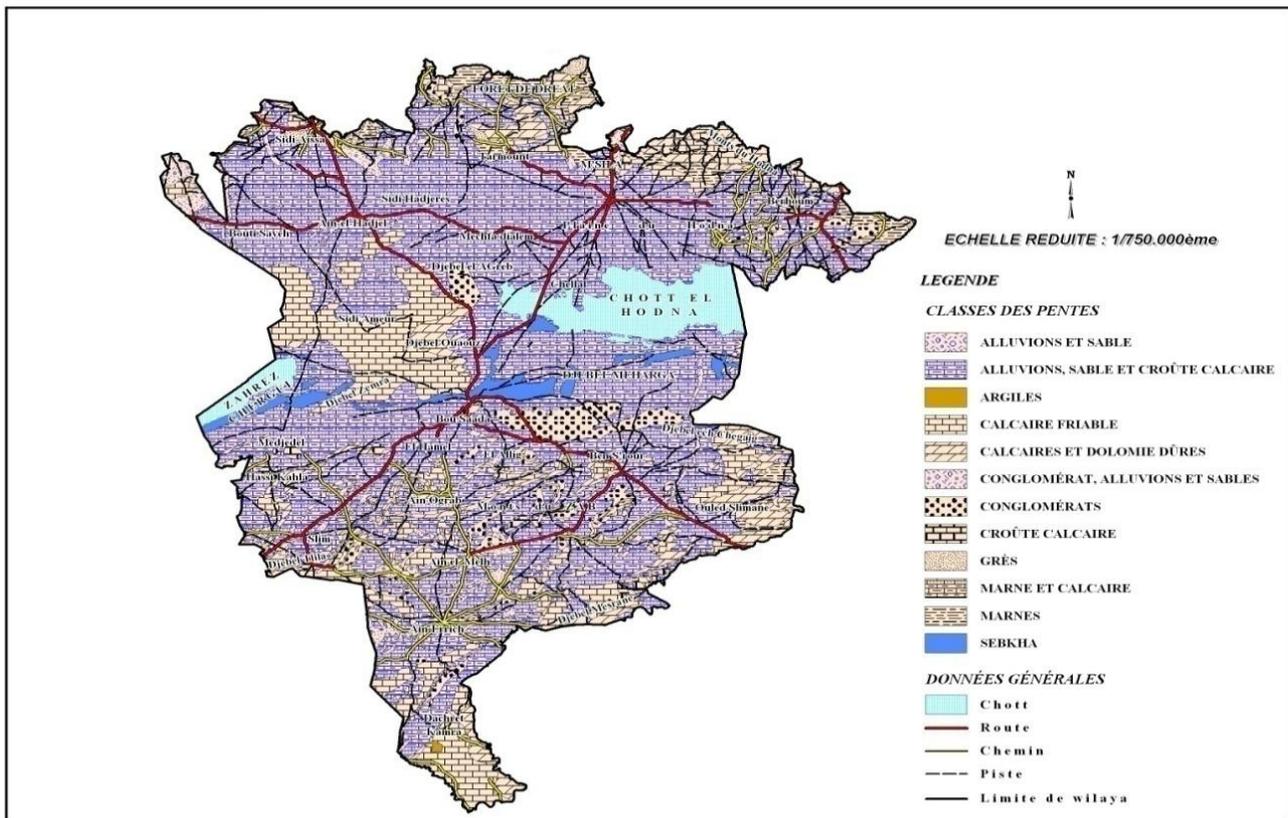
L'Atlas saharien s'est formée à l'emplacement d'un bassin subsidient depuis le début du Jurassique et qui enregistre ensuite au Crétacé et Tertiaire un déplacement progressif vers l'est. Au Nord de cette chaîne s'étend la zone pré-atlasique, avec une structure peu plissée et des dépôts moins subsidents. L'ensemble a subi une phase de plissement au cours du Paléogène.

Le bassin Néogène du Hodna appartient au domaine pré-atlasique. Il est bordé au Nord par les monts du Hodna et la chaîne des Bibans, au Sud par l'extrémité orientale de l'Atlas saharien, à l'Est par le domaine constantinois et à l'Ouest par les hauts plateaux. Les formations stratigraphiques du bassin Néogène du Hodna se sont développées au cours des périodes miocène, pliocène et quaternaire représentées essentiellement par des argiles gypseuses, des marnes et des grès.

### **II.3. La pédologie**

Un sol, tout comme un groupement végétal, n'est pas une entité statique, mais un ensemble naturel évoluant sous l'influence des facteurs climatiques et biologique. Les processus relatifs à sa formation et son évolution sont réunis sous le terme général de pédogenèse (LACOST ET SALANO, 1969).

Les sols en zones arides sont le résultat de l'action du climat, de la roche mère et de la topographie. La distribution des différents sols se fait en relation étroite avec la situation géomorphologique (Pouget, 1980).



**Figure II.02 :** Carte lithologique de la wilaya de M'Sila.

Les sols de la wilaya de M'Sila présentent des caractères variables. En général, ils sont pauvres et fragiles, des croûtes calcaires viennent parfois affleurer à la surface, d'après le haut-commissariat au développement de la steppe (2017), on distingue les différents sols suivants :

#### **A. Sols minéraux bruts**

Constitués principalement de lithosols et régosols qui se situent pour la plupart aux pieds des montagnes et sur certaines collines. On les observe sur les roches mères dures (calcaire, grès) ou des roches tendres (marnes). L'horizon A est très mince et surtout minéral et non structuré.

#### **B. Sols peu évolués**

Ces sols se localisent sur des apports récents fluviaux calcaires et de texture très variables. Ils présentent parfois une stratification granulométrique due à la sédimentation. Le calcaire dont la teneur varie (de 5 à 35%) avec l'origine du matériau alluvial, ne présente pas de formes d'individualisation si ce n'est des pseudos mycéliums en mélange parfois avec le gypse.

**C. Les vertisols**

Les vertisols occupent une superficie peu importante et leur extension est limitée à certaines dayas et dépressions et sur marnes. La texture des sols est fine à très fini et confère aux sols des caractères vertiques (fentes de retrait et faces luisantes striées). Ils sont toujours calcaires.

**D. Sols calcimagnésiques**

La roche mère est du grès ou une roche calcaire dure que l'on observe à des profondeurs variables (10-60 cm). La teneur et la distribution du calcaire sont très variables, elle est inférieure à 1% dans l'horizon de surface, mais peut augmenter en contact de la roche mère dans le groupe des sols bruns calciques. On rencontre essentiellement des sols à encroûtement gypseux qui peut apparaître soit au-dessus, soit au-dessous de la croûte calcaire. Ils s'observent généralement sur les glacis anciens et polygéniques.

**E. Sols isohumiques**

La position topographique de ces sols est très variables : glacis polygéniques encroûté du quaternaire ancien et moyen, glacis récent. Le profil calcaire est très variable : diffuse, pseudo mycélium, amas, nodules dans la partie moyenne du profil. Dans ces sols, on peut observer localement un encroûtement gypseux et une salinisation en profondeur due à une nappe. Ils occupent de grandes superficies, sur un matériau Sablo-éolien ou plus argileux comme dans les dayas.

**F. Sols hydromorphes**

Ces sols occupent une superficie très limitée, et ont été observés en bordures des chotts, dans les dépressions inter dunaires et alluviales, et dans certaines dayas. On observe très souvent un horizon d'accumulation de gypse et parfois un encroûtement calcaire au niveau de la zone de battement des nappes superficielles.

**G. Sols halomorphes**

On les trouve essentiellement en bordure du Chott Hodna de part et d'autre. Ils se forment dans les alluvions à texture généralement grossière (parfois moyenne) souvent recouverts par des dépôts sableux éoliens. La nappe phréatique peu profonde (1 à 3m) est responsable de la salure très élevée soit directement dès la surface soit à faible profondeur. Aussi ces sols se localisent dans les zones d'épandage (ancien et actuel) des principaux Oueds sur des alluvions calcaires à texture fine ou moyenne au nord du cordon dunaire.

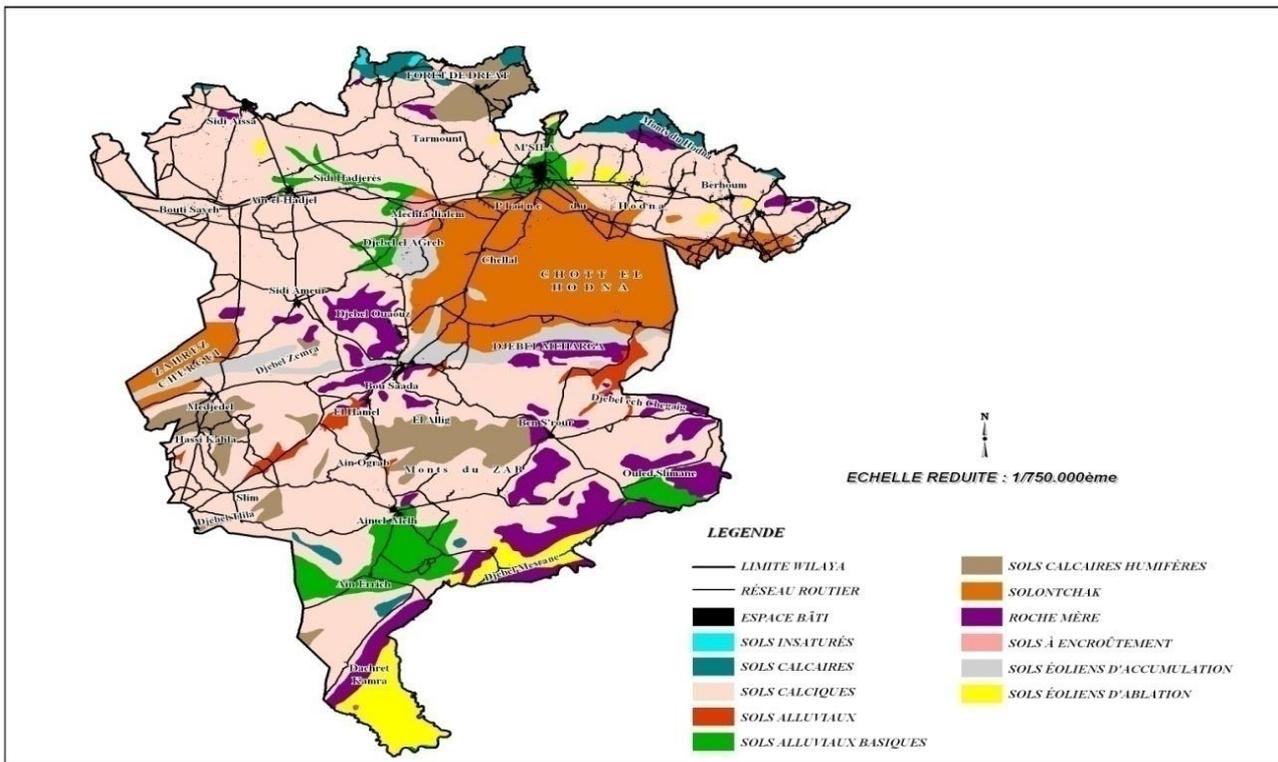


Figure II.03 : carte des classes de sols de la wilaya de M'Sila.

## II.4. Les aspects géomorphologiques

C'est dans un contexte de relative stabilité tectonique, et en relation avec les variations climatiques, que se déroule la morphogenèse quaternaire de la wilaya du M'Sila. Les formations quaternaires de la cuvette du Hodna se caractérisent au Moulouyen par de hautes lanières résiduelles surmontées par une dalle conglomératique, au Salétien, à l'Amirien et au Tensiftien des glaciers couverts de matériel très grossier, avec un encroûtement gypso-calcaire et une croûte zonée. C'est au cours du Salétien que la cuvette du Hodna est fermée. Le Soltanien est constitué à la base par des alluvions grossières puis plus fines, faiblement encroûtées, au sommet, on retrouve des sédiments lacustres (sables, argiles, travertins). Au Capsien, il y'a eu la formation des cônes de déjection grossiers et des accumulations calcaires en feuillet à l'Ouest du chott. Après cette pulsation humide et froide, le régime de sebkha s'installe au Rharbien, la déflation éolienne installe la croûte gypseuse. Au Sud du chott, les dunes sableuses sont subactuelles.

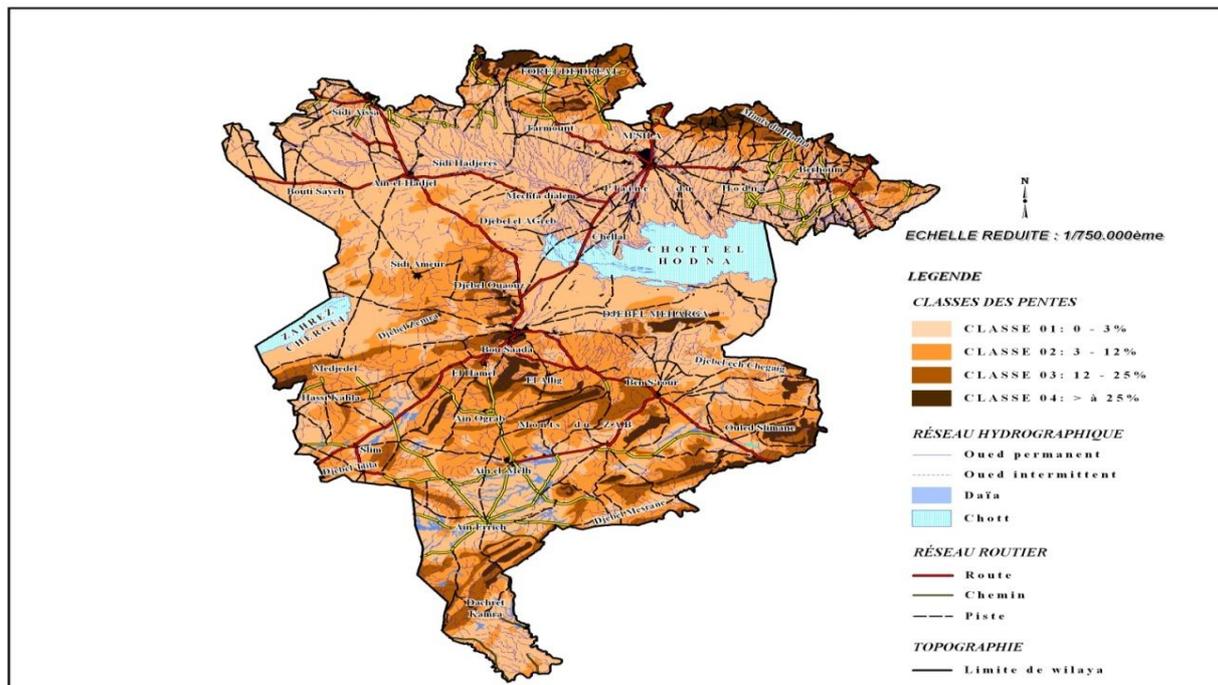
Les principaux cycles climatiques du quaternaire ont donné à la région une physionomie caractéristique en relation avec la nature des matériaux et la tectonique d'ensemble. Ainsi les zones montagneuses au nord et au sud, généralement allongée de direction sud-ouest à nord-est, atteignent des altitudes importantes et sont soumises à une érosion intense. Cette érosion est caractérisée par des ruissellements diffus et concentrés. Les surfaces plus ou moins planes couvrent de grands espaces et sont constituées

par les glacis et les terrasses. Elles suivent la forme générale des reliefs en s'étendant du Sud-ouest au nord-est. Ces surfaces plus ou moins planes se trouvent limitées par les piémonts bas ou bien par les dépressions, elles se décomposent en :

- Formations du quaternaire ancien : Butte témoins, glacis résiduels et les vastes surfaces polygéniques.
- Formations plus ou moins encroûtés du quaternaire moyen comprenant

Les Terrasses anciennes, Les chenaux d'oueds alluvionnés, les terrasses récentes et les zones d'épandage et de débordement.

- Le chott du Hodna couvre la partie centrale de la wilaya de M'Sila, Cette zone présente un taux de salinisation élevé surtout en période estivale.
- Les dayas, réparties à travers le territoire de la wilaya, sont souvent situées sur une surface encroûtée du quaternaire ancien, Elles ont des dimensions modestes. Elles constituent des zones de drainage où l'eau de ruissellement s'accumule pour submerger la surface. Ce type de dayas a permis l'existence d'une agriculture en irriguée.
- L'érosion éolienne touche pratiquement l'ensemble du territoire de la wilaya et elle est très intense au niveau des couloirs empruntés par les vents dominants qui sont orientés surtout du nord-ouest à l'ouest. On distingue les formations éoliennes suivantes : Le cordon dunaire, Les surfaces ensablées, les placages éoliens.



## **II.5. Hydrologie**

Dans les régions arides et semi-arides, les bassins versants sont sensibles à de faibles variations de caractéristiques climatiques de petits changements de températures ou de pluviosité sont susceptibles d'entraîner d'importantes répercussions sur le ruissèlement des eaux de surface. La diminution des précipitations influence directement les quantités d'eau qui atteignent le sol. La répartition des eaux de surfaces en eaux courantes et eaux d'infiltration est en fonction de la nature du sol ou tombe la pluie (topographie, perméabilité et couvert végétal). (KHOUDIR, 2012).

Les ressources hydriques sont faibles, peu renouvelables, inégalement réparties et anarchiquement exploitées. Les points d'eau sont au nombre de 6500 dont plus de 50% sont plus fonctionnels. (NEDJRAOUI & BEDRANI, 2008).

Le bassin versant de Chott El Hodna couvre une superficie de 25 893 Km<sup>2</sup>, ce bassin est soumis à un régime climatique complexe, de par sa situation dans une zone de transition entre les influences méditerranéennes et celles du climat continental subtropical désertique. La pluviométrie moyenne inter annuelle dans le bassin, varie entre 175 mm en basse altitude et 600 mm aux sommets des monts du Hodna.

Dans ce bassin, trois oueds seulement peuvent être qualifiés de pérennes : l'oued Ksob au Nord, l'oued Mcif au Sud et l'Oued Barika à l'Est, les oueds drainant le bassin d'El Hodna sont caractérisés par une forte irrégularité avec un débit permanent faible et des crues brusques et intenses. Ces oueds déversent dans le Chott un volume d'eau estimé à 270 millions de mètres cube pour une année moyenne.

Les études hydrogéologiques effectuées dans la wilaya de M'Sila révèlent l'existence de deux aquifères au niveau de la plaine du Hodna et de la plaine de Aïn Rich. Il existe par ailleurs des possibilités d'aquifères intéressantes, près du synclinal de Slim. Les ressources en eaux souterraines sont estimées à 141 millions de m<sup>3</sup>.

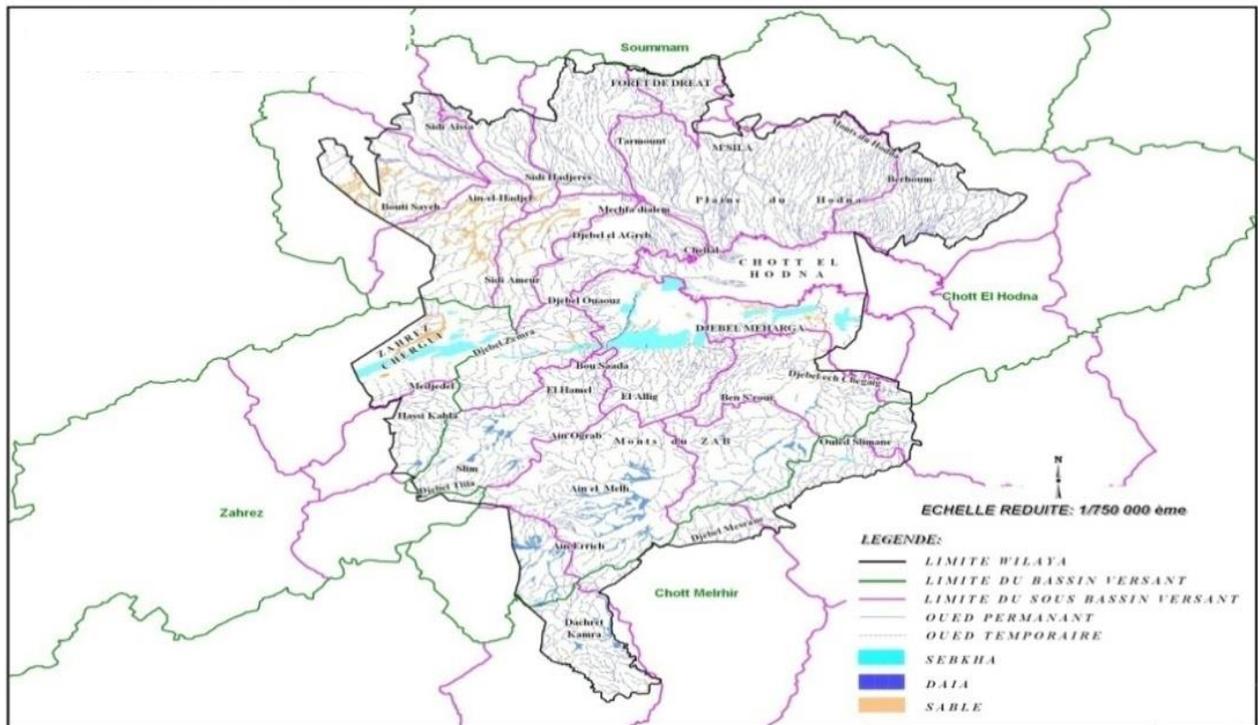


Figure II.05 : carte hydrologique de la wilaya de M'Sila.

## II.6. Le climat

Le climat est considéré parmi les facteurs essentiels qui influencent sur le développement et la répartition spatiotemporelle de la végétation.

Il dépend de nombreux facteurs : température, précipitation, humidité, évaporation, vent, lumière, pression atmosphérique, relief et nature du sol, voisinage ou éloignement de la mer. (Claude et al ,2011).

La wilaya de M'Sila est caractérisée par un climat de type continental avec des influences maritimes réduites, avec un gradient climatique Nord - Sud. Ce gradient est fortement influencé par la topographie, puisqu'on passe des zones

Montagneuses culminant à 1800 m d'altitude aux zones présaharien avec une altitude inférieure à 300 m. Ainsi le climat de la wilaya de M'Sila est contrasté avec une longue saison estivale sèche et chaude et une saison hivernale pluvieuse et froide. Les précipitations sont faibles et variables d'une année à l'autre. Les régimes thermiques sont relativement homogènes et traduisent un climat de type continental. (H.C.D.S ,2017).

Origine des données :

Les principaux paramètres climatiques de la région de M'Sila ont été déterminés à partir de l'exploitation des données enregistrées au niveau de la station météorologique de M'Sila.

### II.6.1. La température

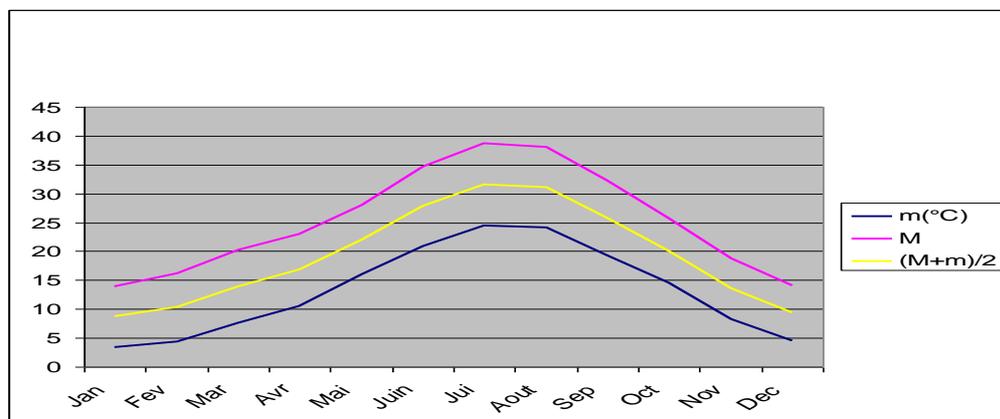
La température représente un facteur limitant de première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques, et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE ; 2003).

D'après le tableau ci-dessous, on constate que le mois de Janvier est le plus froid avec un minimum de 3,48 °C, alors que le mois le plus chaud est le mois de juillet, avec un maximum de 38,62 °C, La température moyenne annuelle (M+m/2) de la région d'étude est de 19.24°C.

Cette grande différence entre les températures moyennes de l'été et celle de l'hiver, montre l'importance de la chaleur estivale qui traduit bien la continentalité du climat.

**Tableau II.01** : Moyennes mensuelles des températures (°C) de la station de M'Sila pour la période (1988 – 2008) « Station météorologique de M'Sila »

Mois	Jan	Fe v	Ma r	Av	Ma i	Jui n	Jul	Ao ut	Se pt	Oct	No v	De c	moy
m°	3.4 8	4.3 6	7.6 1	10. 55	16. 04	20. 95	24. 42	24. 12	19. 23	14.5 6	8.3 3	4.6	13.19
M	13. 98	16. 21	20. 23	23. 06	27. 93	34. 64	38. 62	38. 02	32. 17	25.6 8	18. 8	14. 15	25.29
M+m)/2)	8.7 3	10. 28	13. 92	16. 8	21. 98	27. 79	31. 52	31. 07	25. 7	20.1 2	13. 56	9.3 7	19.24



**Figure II.06** : moyennes mensuelles des température (°C) de la station de M'Sila pour la période (1988-2008).

### II.6.2. La précipitation

La pluviométrie constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, car sa répartition annuelle ou son rythme est plus important que sa valeur volumique absolue. (RAMADE,2003)

D'après le tableau suivant on remarque que les précipitations maximales à M'Sila ont été enregistrées au mois de mai avec 27.52 mm, alors que les précipitations minimales ont été enregistrées au mois de juillet avec 4.19 mm. La région d'étude reçoit en moyenne 211.16 mm de pluie par ans, qui se répartissent ainsi (voir tableau ci-après).

**Tableau II.02 :** précipitations moyennes annuelle de la wilaya de M'Sila.

Mois Station	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Jui	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
M'sila	18,86	12,71	14,95	20,81	27,52	9,28	4,19	8,19	27,47	26,28	20,43	20,48

Total = 211,16



**Figure II.07 :** carte des précipitations moyennes annuelles de la wilaya de M'Sila.

### II.6.3. Le régime saisonnier

Le régime pluviométrique est utilisé comme un élément caractéristique du climat. Il est souvent exprimé par le régime saisonnier. La répartition des pluies est plus importante pour la végétation que la quantité pluviométrique annuelle car l'eau qui est nécessaire est disponible durant son cycle de développement. (ACHOUR, 1983).

La subdivision des pluies de l'année, pour chaque saison, est faible suivant les quatre saisons agricoles :

-L'automne (Septembre, Octobre, Novembre)

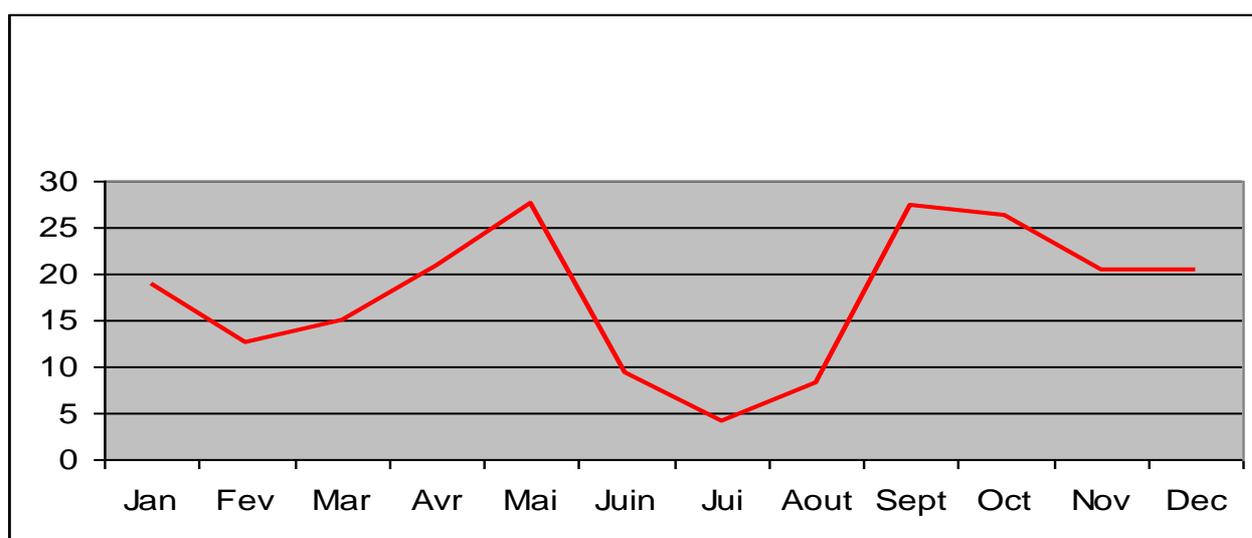
-L'hiver (Décembre, Janvier, Février)

-Printemps (Mars, Avril, Mai) ;

-L'été (Juin, Juillet, Août)

**Tableau II.03** : tableau de la subdivision des pluies de l'année pour chaque saison dans la wilaya de M'Sila.

Saison	(P)
Hiver	52.04
Printemps	63.28
Eté	21.66
Automne	74.18



**Figure II.08** : Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles en (mm) pour la période (1988-2008).

La wilaya de M'Sila est caractérisée par un régime saisonnier de type APHE, ceci signifié que l'automne est la saison la plus pluvieuse, alors que l'été est la saison la plus sèche.

#### II.6.4. Le vent

Le vent a une action directe ou indirecte sur les êtres vivants, en modifiant la température et l'humidité ambiante. Il consiste en certains biotopes un facteur écologique limitant (RAMADE ; 2003).

Le tableau suivant exprime la moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen (m/s) pour la station de M'Sila

**Tableau II.04** : Moyenne mensuelle des vitesses du vent moyen (m/s)

Station	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Année
M'sila (1986-2005)	1,9	2,2	2,3	2,8	2,4	2,4	2,3	2,1	2,1	2,0	2,0	2,1	2,2

Une autre caractéristique du climat steppique est le vent violent. En effet, celui de l'hiver occasionne des dégâts ; celui de l'été venant du Sahara (sirocco), est le plus catastrophique, c'est un vent chaud qui souffle de 30 jours par an et a des effets dégradants sur la végétation (DJEBAILI ,1984).

#### II.6.5. La gelée

La gelée survient quand la température minimale tombe au-dessous de 0°C (SELTZER, 1946).

**Tableau II.05** : Fréquences des gelées dans la station de M'Sila.

Station	Source et période	Nombre de jours/an
M'Sila	O.N.M. (1986-2005)	19,65

#### II.6.6. La Neige

**Tableau II.06** : Fréquences d'enneigement

Stations	Sources et période	Nombre de jours /an
M'Sila	O.N.M. (1986-2005)	0,08

## II.6.7. L'humidité

**Tableau II.07** : Taux d'humidité en pourcentages pour la station de M'Sila

Stations	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Année
M'Sila (1986-2008)	73,1	66,7	60,4	55,0	49,6	42,8	38,1	39,0	53,9	61,5	70,8	75,0	56,8

## II.7. La flore

Les principales formations végétales et les types d'occupation reflétant bien les conditions écologiques que l'on trouve dans cette région. Ces formations végétales peuvent être résumées ainsi :

**A. Les groupements forestiers et preforestiers** : s'étendent sur les monts du Hodna et les monts de Ain Rich au sud de Boussaâda etc., ils se caractérisent par une variété d'espèces végétales où dominent le Pin d'Alep fréquemment associé au Chêne vert, du Genévrier oxycèdre et de Phénicie qui passent progressivement à la steppe à Alfa.

**B. Les formations steppiques non sales** : sont caractérisées par la dominance de graminées (Alfa et Sparte) et / ou de chamaephytes (Armoise blanche et champêtre) auxquelles s'ajoute un cortège floristique important et varié d'espèces annuelles. A ces formations sont rattachées les peuplements de Jujubier et Pistachier.

**C. Les formations steppiques sur sols sales** : forme une frange d'une largeur très variable autour des dépressions salées (Chotts du Hodna) où différentes ceintures de végétation sont distinguées en fonction du taux de chlorure décroissant

- ceinture à *Halocneum strobilaceum*,
- ceinture à *Suaeda fruticosa*,
- ceinture à *Salsola vermiculata* et *Atriplex halimus*.

**D. Les jachères et cultures** : il s'agit de cultures annuelles en sec (céréales) avec des Jachères pâturées. Certaines Jachères se présentent comme des peuplements assez denses de *Peganum harmala* ou de *Stipa retora*. Dans les zones plus humides, il existe des pelouses à *Aezilops triencalis*.

### II.7.1. Composition par famille

La flore de la wilaya comporte 231 taxons soit 7.28 % de la flore algérienne. Elles appartiennent à 34 familles et 150 genres ce qui représente 27.64 % des familles présentes dans la flore de l'Algérie et 16.78 % des genres (Tableau 08).

**Tableau II.08** : Comparaison des groupes systématiques de la flore d'Algérie et celle de M'sila.

Systématique	Flore de l'Algérie <sup>[1]</sup> (Amghar et Briki, 1997)	<sup>[1]</sup> Flore de M'Sila
Familles	123	34
Genres	894	150
Espèces	3172	231

Les cinq familles les plus représentées dans la wilaya totalisent 88 genres soit 58.66 % et 137 espèces soit 59.31 %, ce sont respectivement les Asteraceae, les Poaceae, les Fabaceae, les Brassicaceae, les Chenopodiaceae.

Les Poaceae et les Brassicaceae possèdent respectivement 23 et 14 genres contre 11 genres pour les Fabaceae et 10 genres pour les Chenopodiaceae. Les Asteraceae prédomine avec 30 genres.

### II.7.2. Composition par genre

Sur le plan générique la wilaya de M'Sila présente 6 familles di-génériques et 18 familles mono-génériques. Les Asteraceae dominent tant en genres qu'en espèces avec 30 genres et 44 espèces.

### II.7.3. Les formes biologiques

Les formes biologiques ou « types biologiques » constituent un élément de référence qui interviennent dans la définition et la typologie des parcours. Depuis le premier système de classification, purement descriptif, basé sur l'observation de la capacité d'une plante à fleurir et fructifier une ou plusieurs années successives, la plupart des auteurs ont tenté d'intégrer les variables écologiques dans les systèmes de classification préposés.

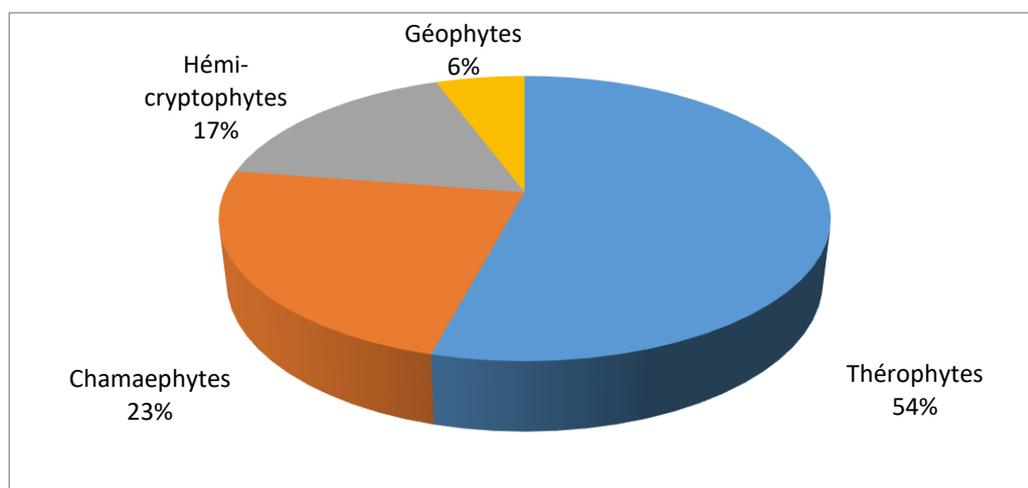
Toutefois la classification la plus utilisée celle de RAUNKIAER5(1918) de nature « morphologique » prend en compte la position, par rapport au sol des bourgeons de rénovation du végétal et permet de

reconnaitre, en ce qui concerne les végétaux « vasculaires », les cinq principaux types biologiques suivants :

Phanérophyte, Chaméphyte, Hémichryptophyte, chryptophyte, Thérophytes .Selon la participation de chaque type biologique à l'ensemble de la flore de la région, le spectre biologique dressé est le suivant:

**Tableau II.09** : les formes biologiques de la wilaya de M'Sila (taux et pourcentage).

types végétaux	taux	pourcentage
Thérophytes	125,00	54,11
Chamaephytes	54,00	23,38
Hémi-cryptophytes	39,00	16,88
Géophytes	13,00	5,63
total	231,00	99,57



**Figure II.09** : les formes biologiques de la wilaya de M'Sila.

Au niveau des parcours de la wilaya de M'Sila les Thérophytes, qui représentent l'expression actuelle de l'adaptation des végétaux aux conditions des milieux arides. Apparaissent nettement majoritaires soit 54% de la ressource pastorale.

## **II.8. La faune**

La wilaya de M'Sila se caractérise par une faune riche et variée par rapport à la faune d'autres régions steppiques d'Afrique du nord. Elle est considérée comme une aire naturelle d'extrême importance pour plusieurs espèces animales tels que : la Gazelle de Cuvier et l'Outarde Houbara, toutes deux menacées d'extinction ainsi que différents rapaces nocturnes et diurnes protégées par la loi (décret 83.509 du 20 août 1983) et diverses conventions internationales. Ajoutant à cela la richesse de la région en Arthropodes tels que les insectes, les Arachnides et les crustacés.

*Démarche méthodologique*

### III. Démarche méthodologique

La méthodologie suivie pour la réalisation de notre étude diachronique repose sur les principes de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques, elle s'appuie sur plusieurs phases :

- **une première phase analytique**, permet de comprendre les données du milieu.
- **une seconde phase** conduit à réaliser une carte d'occupation du sol de la wilaya de M'Sila pour l'année 2020 à partir des images satellites (Landsat 8).
- **une troisième phase** contribue à étudier les grands changements qui touchent la wilaya de M'Sila et les causes de ces derniers.
- **Une quatrième phase** consiste à proposer un plan d'aménagement.

La démarche méthodologique de travail met en évidence l'intérêt du système d'information géographique pour notre travail.

#### III.1. Les logiciels utilisés

Dans l'étude de l'évolution des écosystèmes de la wilaya de M'Sila le logiciel ArcGis version 10.4 a été utilisé. ArcGIS est une suite de logiciels d'information géographique (ou logiciels SIG) développés par la société américaine Esri (Environmental Systems Research Institute, Inc.).

ArcGIS Desktop comprend une suite d'applications intégrées :



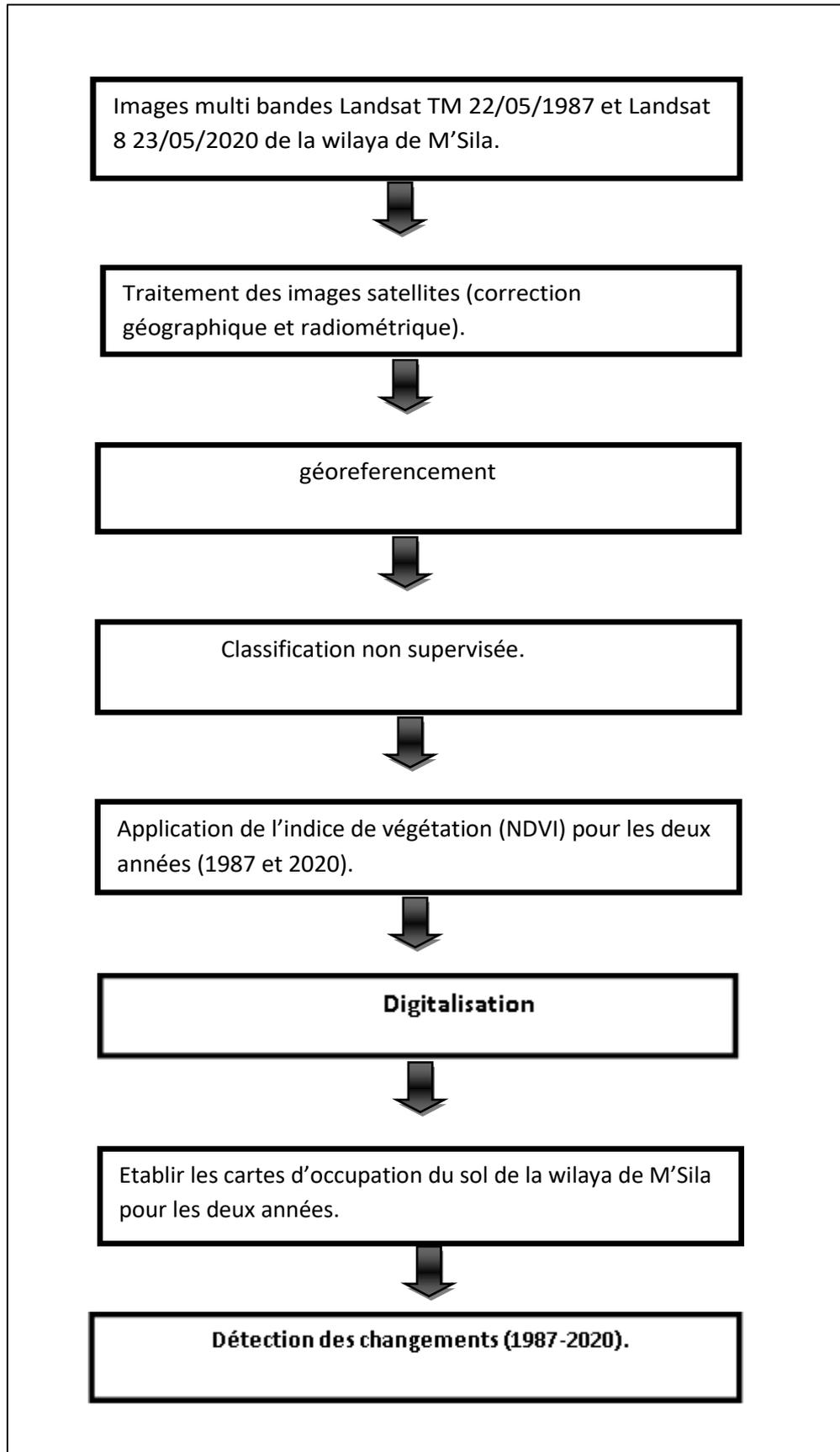
ArcMap : pour analyser les données, réaliser des produits cartographiques.

ArcCatalog : pour la gestion et la navigation dans les bases de données.

ArcToolbox : pour effectuer la conversion, la manipulation, le traitement et l'analyse de données.

À l'aide de ces trois applications, on peut effectuer toutes les tâches SIG, de la plus simple à la plus avancée.

Le logiciel ENVI 4.5 (Environnement for visualising image) : pour le traitement des images.



**Figure III.01 :** Organigramme de la méthodologie suivie.

## **III.2. Les étapes de la méthodologie suivie**

### **III.2.1. Acquisition des données satellitaires**

La première étape consiste à l'acquisition des données de la télédétection qui sont des images multi spectrales TM pour l'année 1987(22/05/2020) et ETM+ pour l'année 2020 (le 23/05/2020) à travers le site USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).

Les capteurs TM détectent la radiation reflétée à la surface de la terre dans sept bandes spectrales dans les longueurs d'ondes du visible et de l'infrarouge proche, moyen et thermique.

A partir de Landsat 7 le capteur devient ETM+ (Enhanced Thematic Mapper). Ses huit bandes spectrales sont semblables à celles de TM (Thematic Mapper), sauf que la bande thermique 6 a une résolution améliorée de 60 m.

De 1986 jusqu'à récemment les produits Landsat étaient commercialisés par la société EOSAT. La diffusion est assurée l'United States Geological Survey (USGS).

Il importe de rappeler que la plus grande difficulté, malgré la gratuité des images Landsat, porte sur le choix des dates de prises de vue qui devait se faire en fonction des stades végétatifs et des principales cultures. Car les conditions de terrain varient beaucoup au cours d'une année. C'est pour cette raison qu'on a choisi la période du printemps pour l'acquisition des images.

Lorsque la date d'acquisition de l'image est arrêtée, il faut vérifier si pour cette date il existe une image de qualité. Une image est considérée de bonne qualité lorsqu'aucun voile nuageux ne couvre le territoire à étudier.

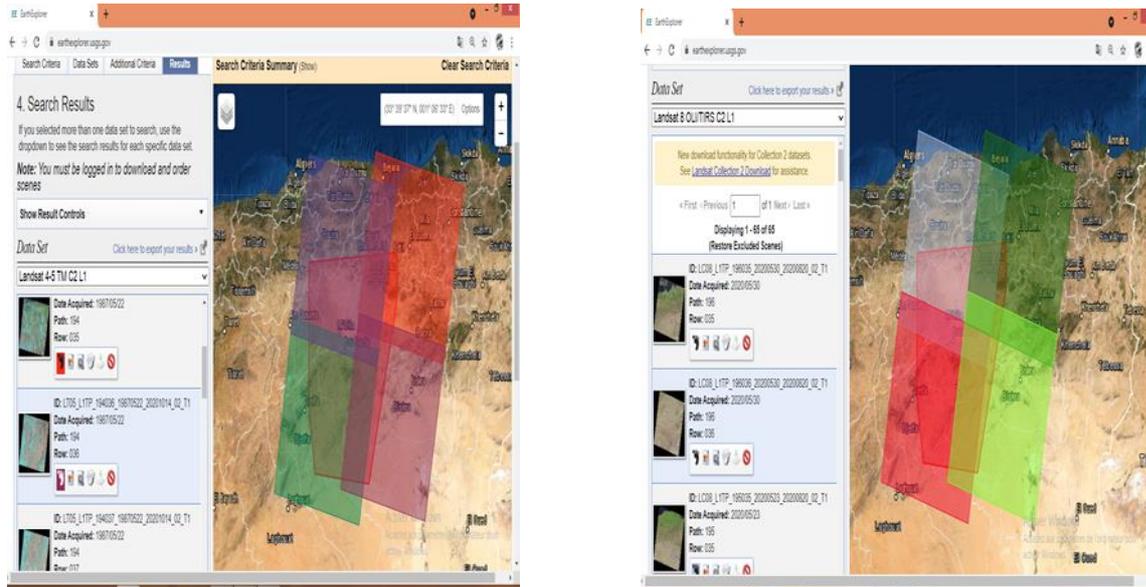


Figure III.02 : téléchargement des images satellites Landsat à travers le site USGS.

### III.2.2. Traitement des images satellites

Le traitement des images multi spectrales a été effectué par deux principales opérations qui sont :

#### A. La correction radiométrique

Le processus de la correction radiométrique consiste à traiter les données de réflectance du sol qui sont affectées par les effets de l'atmosphère et, pour ne garder que l'information thématique pertinente.

#### B. La correction géométrique

Avant que les images soient impliquées dans le système d'information géographique une rectification géographique doit être effectuée par la superposition des images à une projection c'est l'orthorectification et puis l'affectation de coordonnées géographiques à chaque pixel c'est le géoreferencement.

Le logiciel ENVI 4.5 a été utilisé pour les traitements et l'ajustement des images.

### III.2.3. La classification non supervisée

Les cartes d'occupation du sol des années 1987 et 2020 ont été produites en utilisant la méthode de classification non supervisée.

### III.2.4. Réalisation de l'indice de végétation

Nous utilisons l'indice de végétation pour identifier les couverts végétaux des sols nus ou faiblement couverts.

L'indice de végétation :

L'indice de végétation normalisé (NDVI) consiste à soustraire au canal infrarouge (où la couverture végétale a de fortes réflectances) le canal rouge (où les surfaces minéralisées ont de fortes réflectances).

Sa formule est :  $NDVI = ((PIR - R) / (PIR + R))$

Les valeurs du NDVI s'étendent de -1 à +1.

Fortes valeurs : couvert végétal dense.

Faibles valeurs : couvert très clairsemé avec influence des minéraux.

### III.2.5. Calculer les superficies et les pourcentages de chaque classe d'occupation du sol

Le calcul des superficies de chaque classe d'occupation a été réalisé à travers la table d'attribue de chaque carte en ajoutant un nouveau champ dans cette dernière, ensuite calculer la géométrie. L'unité est peut-être choisie selon l'objectif de l'étude, dans notre cas on a choisi le km<sup>2</sup> comme unité de surface, enfin on les convertit en pourcentage pour faciliter l'analyse de la carte.

### III.2.6. La mise en forme

Arcgis permet à la carte de retrouver ses principaux éléments à savoir le Titre, les Coordonnées, le Nord géographique, l'Echelle, la Légende et les Informations marginales.

*Démarche méthodologique*

## IV.1. Résultats

L'analyse de l'évolution de l'occupation du sol passe par la présentation de la carte de 1987 et de celle de 2020 ainsi que de leurs statistiques respectives.

### IV.1.1. Description des classes d'occupation du sol

L'analyse des cartes d'occupation du sol (COS) de la wilaya de M'Sila fait ressortir les principales classes suivantes :

#### Les parcours

Les terres de parcours naturels sont de vastes étendus couvertes par une végétation naturelle basse et clairsemée, dominées par des espèces pérennes à base de graminées (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*); des arbrisseaux et sous arbrisseaux chamaephytiques tels que l'armoïse (*Artemisia herba alba*), R'meth (*Hammadascoparia*), chabrok (*Noaeamucronata*) ; des arbustes de 0,5 à 5 mètres de haut (*Ziziphus lotus*, *Retama raetam*, les *Tamarix* etc ..); des arbustes crassulescents Chénopodiacées et halophiles à l'instar des *Atriplex*, *Suaeda*, *Salicornia*, qui constituent les pâturages salés autour des chotts et les dépressions.

Cette végétation est utilisée essentiellement pour l'alimentation des animaux domestiques ou sauvage.

#### Forêts, Maquis, Reboisements et steppes arborées

Les forêts, formations végétales principalement constituées par des arbres mais aussi par des buissons et des arbustes (feuillus, conifères).

Les maquis, qui sont une formation végétale basse et fermées, composées principalement de buissons, d'arbustes et de plantes herbacées.

Les reboisements ainsi que zones affectées par des incendies récents. Les steppes en mélange avec les buissons et en milieu montagneux.

#### Agriculture :

Cette classe concerne les terres occupées par les Grandes cultures en irrigué, les cultures maraichères, les cultures arboricoles, les palmeraies, Les polycultures, l'oléiculture et la Viticulture.

**Grandes cultures en sec** 

Cette classe concerne les céréales, les cultures fourragères, les cultures industrielles, légumes sec etc. sous irrigation pluviale.

**Sables** 

Dans cette classe on retrouve le voile sableux, placage éolien sur versant expose, dunes isolée ou regroupée telle que les cordons dunaires.

**Zone à sol nu-à affleurement rocheux** 

Concerne les sols nus ou recouvert par une végétation herbacée ou autre avec un taux de recouvrement inférieur à 15%. Elle concerne aussi les regs, les éboulis, falaises, rochers, affleurements, y compris l'érosion active.

**Plan d'eau** 

Etendues d'eau, naturelles ou artificielles, On classe également dans cette rubrique les surfaces d'eau des barrages, Les retenues collinaires, les Sebkhass, Chottes et les Daïas.

**Espace bâti** (agglomération). 

Le traitement des tables attributaires des deux cartes établies sous l'outil SIG (arcgis 10.4) et la comparaison quantitative des données (superficie occupée par chaque classe) permettent de déceler des différences remarquables entre les états du milieu durant 33 ans.

### IV.1.2. La carte d'occupation du sol en 1987

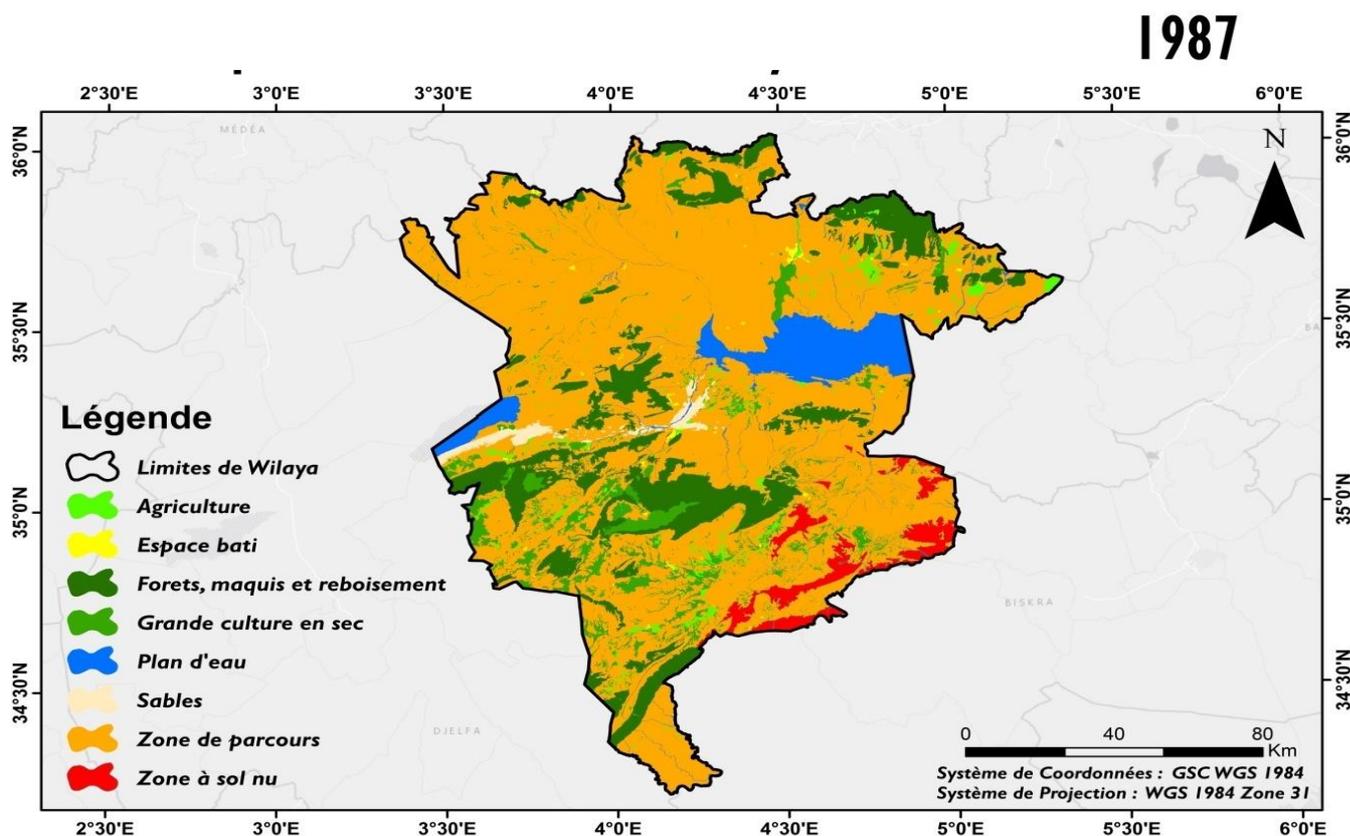
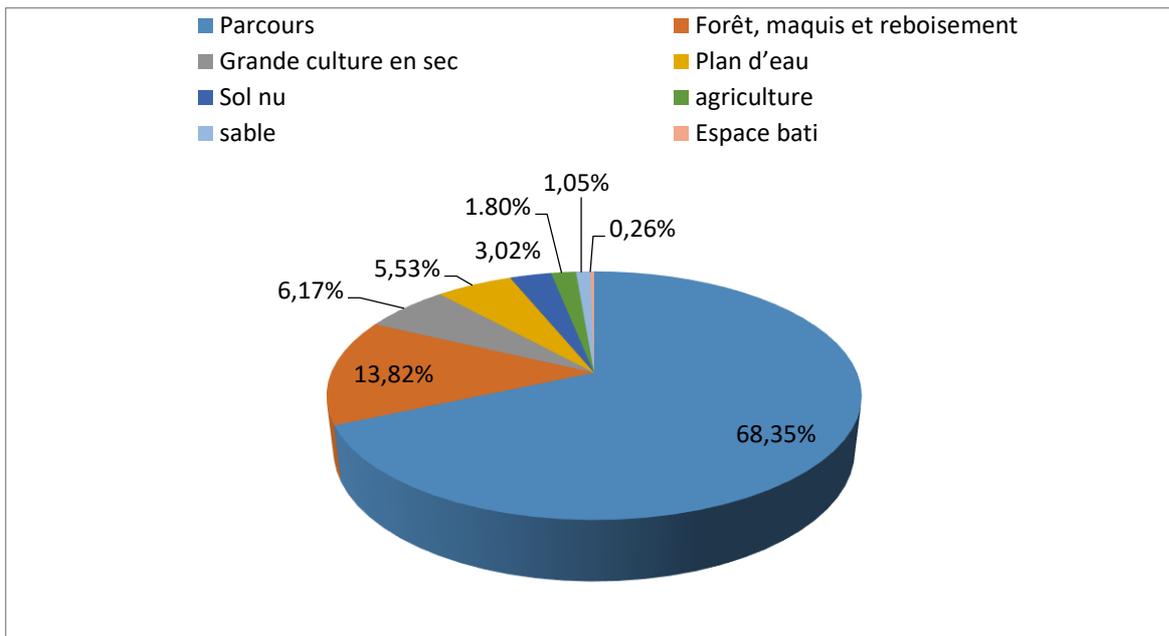


Figure IV.01 : carte d'occupation du sol de la wilaya de M'Sila en 1987.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau IV.01 : répartition des superficies par type d'occupation pour l'année (1987).

Occupation du sol	Superficie (Km <sup>2</sup> )	Pourcentage
Parcours	12239,630049	68.35%
Forêt, maquis et reboisement	2475,505528	13.82%
Grande culture en sec	1104,757739	6.17%
Plan d'eau	990,239091	5.53%
Zone à sol nu-à affleurement rocheux.	540,746918	3.02%
agriculture	322,743453	1.8%
Sables	187,930132	1.05%
Espace bâti	47,055154	0.26%
TOTAL	17908,57	100%



**Figure VI.02 :** occupation du sol de la wilaya de M'Sila (1987).

À cette date, les différentes classes d'occupation du sol se répartissent ainsi :

- ✚ **Les zones de parcours** : couvrent une superficie de 12239,630049 Km<sup>2</sup> soit 68,35% de la superficie totale de la wilaya de M'Sila.
- ✚ **Foret, maquis et reboisement** : occupent près de 2475,50 km<sup>2</sup> de superficie estimée à 13,82% de la superficie totale du territoire.
- ✚ **Grande culture en sec** : s'étalent sur 1104,75 km<sup>2</sup> soit 6,17% de la superficie totale de la wilaya.
- ✚ **Plan d'eau** : occupe 990,23 km<sup>2</sup> soit 5,53 % de la totalité.
- ✚ **Zone à sol nu-à affleurement rocheux** : s'étend sur une superficie de 540,746918 km<sup>2</sup> soit 3,02% de la superficie totale de la wilaya.
- ✚ **Agriculture** : couvre 322,74 km<sup>2</sup> soit 1,80% de la superficie totale de la wilaya.
- ✚ **Sables** : couvrent une superficie de 187,93 km<sup>2</sup> soit 1,05% de la superficie totale de la wilaya.
- ✚ **Espace bâti** : occupe une superficie de 47,055154 km<sup>2</sup> soit 0,26% de la superficie totale de la wilaya.

## IV.1.3. La carte d'occupation du sol en 2020

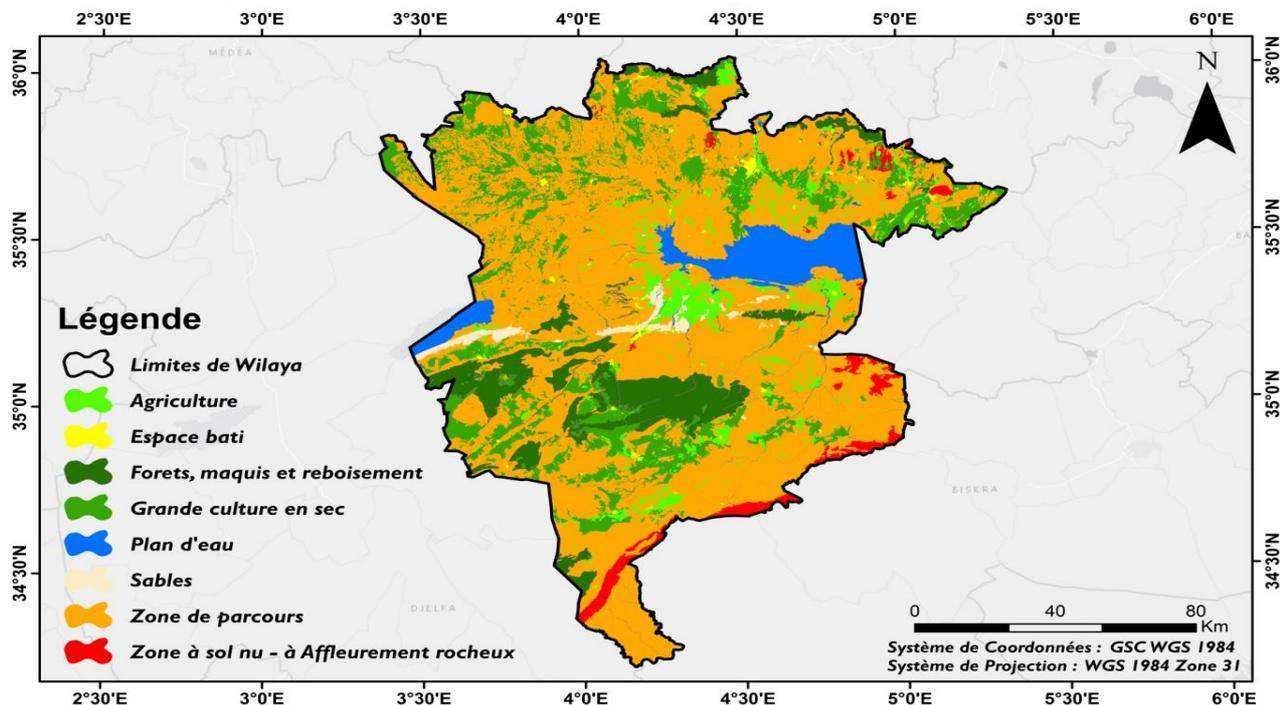
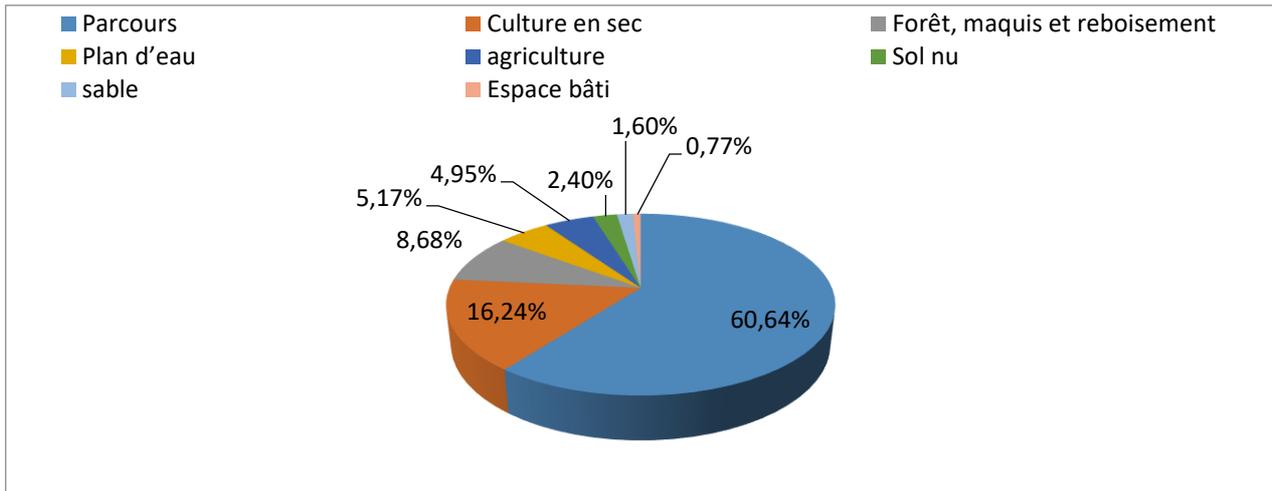


Figure IV.03 : carte d'occupation du sol de la wilaya de M'Sila en 2020.

Tableau IV.02 : répartition des superficies par type d'occupation pour l'année (2020).

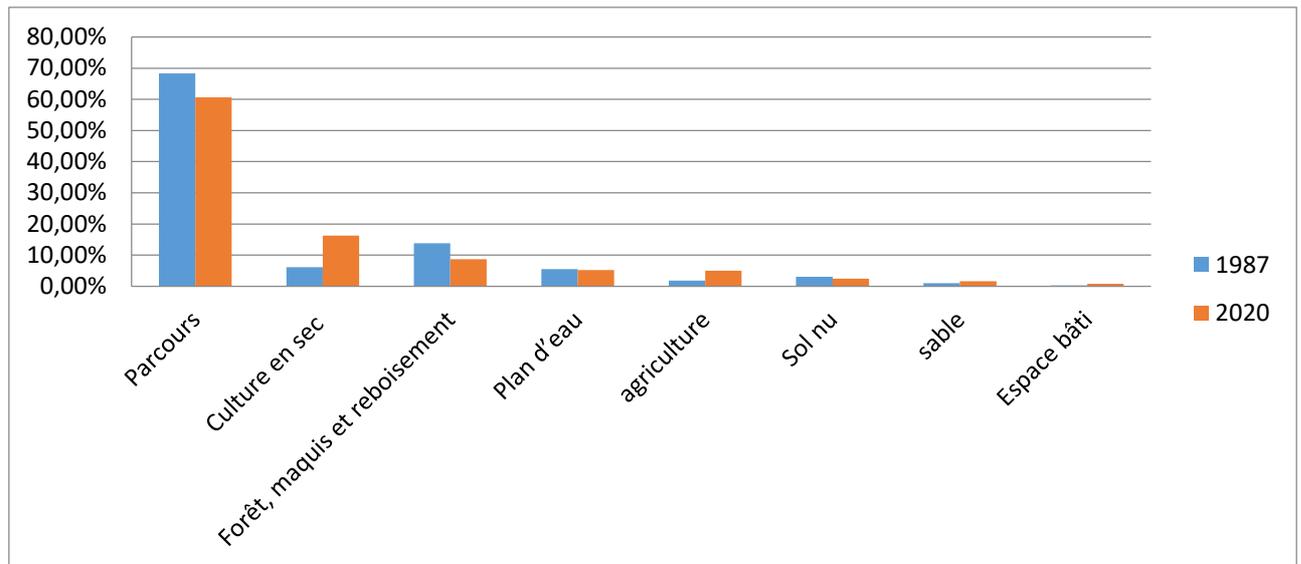
Occupation du sol	Superficie(Km <sup>2</sup> )	Pourcentage
Parcours	10871,87483	60,64%
Culture en sec	2910,848229	16.24%
Forêt, maquis et reboisement	1555,408759	8.68%
Plan d'eau	925,900888	5.17%
agriculture	887,064797	4.95%
Zone à sol nu-à affleurement rocheux	429,938261	2.4%
Sable	207,395455	1.6%
Espace bâti	138,709991	0.77%
TOTAL	17908,57	100%



**Figure IV.04 :** occupation du sol de la wilaya de M'Sila (2020).

En ce qui concerne l'état de l'occupation du sol en 2020, les classe d'occupation du sol se répartissent ainsi :

- ✚ **Les zones de parcours :** couvrent une superficie de 10871,87 Km<sup>2</sup> soit 60,64% de la superficie totale de la wilaya de M'Sila.
- ✚ **Grande culture en sec :** s'étalent sur 2910,84 km<sup>2</sup> soit 16,24% de la superficie totale de la wilaya.
- ✚ **Foret, maquis et reboisement :** occupent près de 1555,40 km<sup>2</sup> de superficie estimée à 8,68% de la superficie totale du territoire.
- ✚ **Plan d'eau :** occupe 925,90 km<sup>2</sup> soit 5,17 % de la totalité.
- ✚ **Agriculture :** couvre 887,06 km<sup>2</sup> soit 4,95% de la superficie totale de la wilaya.
- ✚ **Zone à sol nu-à affleurement rocheux :** s'étend sur une superficie de 429,93 km<sup>2</sup> soit 2,4% de la superficie totale de la wilaya.
- ✚ **Sables :** couvrent une superficie de 207,39 km<sup>2</sup> soit 1,05% de la superficie totale de la wilaya.
- ✚ **Espace bâti :** occupe une superficie de 138,70 km<sup>2</sup> soit 0,26% de la superficie totale de la wilaya.



**Figure IV.05** : occupation du sol dans la wilaya de M'Sila en 1987 et 2020.

D'après l'histogramme ci-dessus on remarque que toutes les unités ont évolué. Aucune classe ne présente une superficie stable dans le temps, cependant la nature et l'ampleur du changement se varient d'une classe à une autre.

**Les parcours** : occupent une superficie de 12239,63 KM<sup>2</sup> soit 68,35% de la superficie globale de la wilaya en 1987. Ces derniers ont été diminués en 2020 avec un taux de 7,71% en occupant une superficie de 10871,87483 KM<sup>2</sup> c'est-à-dire 60,64% de la superficie globale.

**Forêt, maquis et reboisement** : occupent une superficie de 2475,50 KM<sup>2</sup> soit 13,82% de la superficie globale en 1987. Cette classe présente une diminution à 8,68% en 2020.

**Grande culture en sec** : occupe une superficie de 1104,75 KM<sup>2</sup> soit 6,17% de la superficie globale en 1987. Cette classe montre une augmentation en 2020 soit 16,24% de la superficie globale.

**Plan d'eau** : occupe une superficie de 990,23 KM<sup>2</sup> soit 5,53% de la superficie globale en 1987. Cette classe représente une faible diminution en 2020 soit 5,17% de la superficie globale de la wilaya.

**Agriculture** : occupe une superficie de 322,74 KM<sup>2</sup> soit 1,8% de la superficie globale de la wilaya en 1987. L'évolution de l'agriculture a montré une augmentation en 2020 avec un taux de 4,95% de la superficie globale de la wilaya.

**Zone à sol nu –à affleurement rocheux** : cette classe occupe une superficie de 540,74 KM<sup>2</sup> soit 3,02% de la superficie globale en 1987. Cette classe a montré une diminution en 2020 soit 2,4% de la superficie globale.

**Sables :** cette classe occupe une superficie de 187,93 KM<sup>2</sup> soit 1,05% de la superficie globale en 1987. son taux d'occupation a connu une augmentation en 2020 soit 1,16% de la superficie globale de la wilaya.

**Espace bâti :** occupe une superficie de 47,05 KM<sup>2</sup> soit 0,26% de la superficie globale en 1987. cette classe a montré une augmentation en 2020 soit 0,77% de la superficie globale.

## IV.2. Discussion

L'étude comparative entre les deux années (1987 et 2020) montre une régression importante de la superficie des parcours qui s'explique par la progression des superficies occupées par l'agriculture principalement les cultures en sec, du Bâti et d'ensablement.

L'augmentation de la superficie occupée par l'espace bâti est dû à l'accroissement démographique et au développement de l'activité économique dans la Wilaya.

Ces changements sont mis en évidence à partir de l'analyse comparative de l'occupation du sol pour les deux années 1987 et 2020 induites par les pressions anthropiques conjuguées aux variations des conditions climatiques au cours de cette période.

L'analyse globale des résultats obtenus nous a permis d'établir l'hypothèse d'un accroissement de l'anthropisation du milieu dans la région de M'Sila qui est due essentiellement au surpâturage et à la croissance des besoins de la population steppique.

La prédominance des parcours au détriment des autres systèmes dans la distribution des systèmes d'occupation et d'utilisation du sol en 1987 mais aussi en 2020 traduit parfaitement le caractère pastoral de la wilaya de M'Sila.

L'état des parcours de la wilaya de M'Sila ne sont pas en mesure de satisfaire la demande en fourrage du cheptel existant. La demande en fourrage de plus en plus élevée induit un déséquilibre entre l'offre et la demande, ce qui se traduit par une dégradation des parcours steppiques. Ainsi le défrichement et l'installation d'une céréaliculture en sec est une solution provisoire et d'urgence, même si sa production ne dépasse pas les 3 quintaux à l'hectare en période de sécheresse.

Dans la wilaya de M'Sila les cultures fourragères pratiquées se limitent à trois types :

- L'orge en vert.
- L'avoine en sec.

- Le sorgho en vert ou en sec.

Mais L'orge reste la principale céréale qui est cultivée car elle est consommée par les éleveurs ainsi que leurs cheptels (orge en vert, orge en grain, paille, et chaumes).

La céréaliculture sous ses différentes formes se localisent au nord et au centre de la wilaya, à l'intérieur des isohyètes 250 et 400 mm.

Les plans d'eau ont été le système d'occupation de l'espace le moins perturbé entre ces deux dates.

### **IV.3. Conclusion partielle**

La réalisation de la carte d'occupation du sol montre l'état de dégradation atteint par les parcours dans la wilaya de Msila, ces parcours aujourd'hui sont menacés par les défrichements successifs, les sécheresses récurrentes et le surpâturage. Nous constatons aussi l'avancé de l'agriculture intensif sous l'effet des différents programmes de soutien lancés par les pouvoirs publics.

## IV.4. Plan d'aménagement

Les steppes algériennes, dont les ressources pastorales constituent la principale source de revenu pour les habitants, connaissent depuis ces dernières décennies une dégradation de plus en plus accentuée de toutes ces composantes (flore, couvert végétal, sol et ses éléments, faune, habitat.). Cette dégradation des terres et la désertification qui en est le stade avancé, se traduisent par la réduction du potentiel biologique et par la rupture des équilibres écologique et socio-économique. (NEDJRAOUI et al .2016).

### IV.4.1. Les techniques d'aménagement

#### IV.4.1.1. La mise en défense

C'est une technique de conservation et de régénération des parcours qui consiste à interdire le pâturage sur les parcours et qui donne de bons résultats à des coûts insignifiants surtout quand elle coïncide avec des années pluvieuses. (BENZINA.2020).

D'après (Bedrani, 1994), la mise en défense est presque toujours un instrument efficace de régénération de la steppe, l'efficacité de la mise en défense est d'autant plus grande que le climat est moins aride et les sols plus profond, perméables et fertiles.

Pour la durée de la mise en défense elle dépend toujours du degré de dégradation des parcours et de la pluviométrie au cours de la période de protection, il y a 02 types de mise en défense :

- A. Mise en défense temporaire :** Ou de courte durée est la soustraction de surfaces de pâturage pendant une période de 1 à 16 mois, varie selon le site et la biologie des espèces et le non pâturage se situera entre mars et juillet (Bourbouz et Donadieu, 1987).
- B. Mise en défense de longue durée :** C'est une soustraction d'une partie du parcours pendant une période plus ou moins longue généralement est deux ans ou plus (Bourbouz et Donadieu, 1987).

La mise en défense présente des avantages notamment dans :

- Les coûts réduits
- La simplicité de sa mise en œuvre
- La protection de grandes superficies

#### **IV.4.1.2. Les plantations d'arbustes fourragères**

Elle consiste à planter des arbustes à feuilles persistantes adaptées aux conditions du milieu steppique, les principales espèces utilisées sont : les atriplexes, les acacias, les opuntias et les medicagos, qui ont donné de bons résultats (Brouri, 1996).

Cette technique présente plusieurs avantages tel que :

- ✓ La lutte contre la désertification par la conservation des sols contre l'érosion.
- ✓ La constitution des réserves fourragères sur pied pour les périodes de sécheresse.
- ✓ La valorisation des milieux marginaux (Dunes, Sebkha).

#### **IV.4.1.3. L'ensemencement des parcours**

Elle est souvent choisie pour pallier les difficultés que pourraient éventuellement rencontrer la plantation pastorale. En raison de contraintes diverses sociales par le risque de piétinement et le pacage exprimant le refus des populations concernés vis-à-vis de ces projets, ou tout simplement à cause de considération économique imposées par le prix de revient élevés des travaux.

#### **IV.4.1.4. L'aménagement hydraulique**

Selon Brouri (1996), l'action des plantations fourragères et de mise en défens sont complétées par un programme d'aménagement hydraulique pour permettre dans un premier temps l'irrigation des plantations et semi par la suite à l'abreuvement du cheptel, ces actions permettent un déploiement équilibré des cheptels sur les points d'eaux.

#### **IV.4.1.5. Technique de rotation des cultures**

La rotation culturale est la suite de cultures échelonnées au fil des années sur une même parcelle. C'est un élément important de la gestion de la fertilité des sols et des bio-agresseurs, et donc un atout pour l'augmentation des rendements.

On parle de rotation culturale lorsque la même succession de cultures se reproduit dans le temps en cycles réguliers. On peut ainsi avoir des rotations biennales, triennales, quadriennales... On parle de succession culturale lorsqu'il n'existe pas de cycles réguliers.

La rotation a plusieurs avantages :

- Elle contribue à rompre le cycle vital des organismes nuisibles aux cultures,

- La succession de plantes de familles différentes (par exemple alternance de graminées et de crucifères, type blé et colza) et de périodes de croissance différentes (culture de printemps et culture d'hiver) permet de rompre le cycle de certaines adventices
- Grâce aux systèmes racinaires différents, le profil du sol est mieux exploré, ce qui se traduit par une amélioration des caractéristiques physiques du sol et notamment de sa structure.
- L'emploi de légumineuses permet l'ajout d'azote symbiotique dans le sol. (Benzina, 2020)

#### **IV.4.2. Restauration – Réaffectation – Réhabilitation et Aménagement de la steppe**

Aronson et al. (1993), ont proposé un modèle théorique d'aménagement des parcours des milieux arides. Ce modèle technique et écologique repose sur trois démarches :

- la restauration qui s'applique aux milieux les moins perturbés,
- la réaffectation qui consiste à remplacer un espace ou un écosystème pastoral par un autre écosystème de même usage mais de composition floristique différente,
- la réhabilitation qui consiste à mettre en place un écosystème simplifié, inspiré d'un écosystème de référence.

Selon Smail (1994), l'action d'aménagement de la steppe, c'est de trouver la bonne adéquation entre les contraintes du milieu naturel et les exigences du progrès social, ou encore entre la gestion écologique de l'espace et une politique de développement.

Belhaji (1990) montre que la nécessité d'un aménagement de parcours est alors indispensable, il consistera à :

- Amélioration du tapis végétal par ensemencement.
- Mise en place de vergers fourragers.
- Réglementation des parcours (mise en défens).

Il existe d'autres méthodes pour la lutte contre la désertification de la steppe :

- L'intensification et l'extension du projet Barrage vert par la limitation des labours mécanisés dans les zones steppiques
- La reconstitution des forêts dégradées de l'Atlas saharien par le reboisement de masse



**Figure IV.06 :** Actions de lutte contre la désertification, plantation pastorale à Atriplex (Benzina, 2020).

# *Conclusion générale*

En guise de conclusion, nous tenons à rappeler que l'objectif de ce travail est le suivi des changements dans l'occupation du sol de la Wilaya de M'Sila. Pour cela nous avons réalisé une étude diachronique en combinant les SIG et la Télédétection.

L'étude conduite et les cartes d'occupation du sol réalisées sur les deux périodes 1987 et 2020 ont permis de ressortir les informations suivantes

Les écosystèmes steppiques sont marqués par une grande variabilité interannuelle de précipitation, la diminution des précipitations est de l'ordre de 18 à 27% et la durée de la saison sèche aurait augmenté de 2 mois entre 1913-1938 et 1998-1990 (Nedjraoui et Djelouli, 1995).

Pour les variables climatiques, notre région d'étude présente une pluviosité moyenne annuelle variant entre (120 et 330 mm), avec des températures maximales variant entre (33 et 40°C) en juillet et des températures minimales qui varient entre (0 et 7°C) au mois de janvier, le vent généralement souffle en direction de l'est avec apparition de temps à autre des siroccos. Les gelées et la neige sont plus au moins fréquentes suivant les saisons (Khoudir, 2012).

Une remontée biologique significative dans la zone d'étude est enregistrée, avec un net recul des sols nus qui sont passés de 540 km<sup>2</sup> en 1987 à 429 km<sup>2</sup> en 2020 soit une diminution de 111 km<sup>2</sup>.

Les surfaces des forêts et les recouvrements globaux de la végétation des parcours ont pris de l'ampleur.

Une régression importante de la superficie des parcours qui s'explique par la progression des superficies occupées par l'agriculture principalement les cultures en sec, du Bâtis et de l'ensablement.

La croissance démographique a précipité une augmentation très significative de l'urbanisation de 1987 à 2020.

L'utilisation de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI), nous a permis d'observer les énormes changements du couvert végétal entre 1987 et 2020 (une évolution progressive).

L'anthropisation ou l'action humaine a eu un accroissement dans la région de M'Sila, manifesté par le surpâturage et la demande en fourrage qui s'élève de plus en plus ce qui induit un déséquilibre entre l'offre et la demande car l'état des parcours ne répond pas au besoin en fourrage du cheptel existant ce qui traduit une dégradation des parcours steppiques.

L'agriculture a gagné beaucoup de terrain dans la région pastorale de la Wilaya de M'Sila pendant ces 33 dernières années grâce aux plans d'aménagement élaborés par l'état pour préserver les sols, les parcours, visant l'amélioration de l'environnement agricole et celui des agropasteurs.

Les plans d'eau ont été le système d'occupation de l'espace le moins perturbé entre ces deux dates.

## Références bibliographiques

- 1) **ACHOUR, H., 1983.** etude phytoecologique des formations à Alfa (*Stipa tenacissima*) du sud Oranais wilaya de SAIDA. Thèse Doct.3eme cycle. USTHB, Alger, 216p.
- 2) **Aidoud, A., 1991.** Les parcours à alfa des hautes plaines algériennes ; variation interannuelle et productivité. IV international Rangeland Congress, Montpellier : 198-199
- 3) **AIDOU, A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des Hautes Plaines Algéro- Oranaises. Fonctionnement, évaluation et évolution des ressources végétales. Thèse Doct.; USTHB. Alger, 253 p + ann.
- 4) **Aidoud, A., 1989.** Les écosystèmes steppiques pâturés d'Algérie : Fonctionnement, évaluation et dynamique des ressources végétales. Th. Doc.es, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, 240 P. + Ann.
- 5) **Aidoud, A., Slimani, H., Aidoud-Lounis, F., & Touffet, J. 1999.** Changements édaphiques le long d'un gradient d'intensité de pâturage dans une steppe d'Algérie. *ecologia mediterranea*, 25(2), 163-171.
- 6) **Amghar, F., 2012.** L'étude socio-économique de la wilaya de M'sila
- 7) **Amghar, F., Briki. 1997.** Contribution à l'étude de la flore algérienne avec élaboration des bases de données. Ingénieur d'état, usthb. 110 p + annexe.
- 8) **Aronson, J., Floret, C., Le Floch, E., Ovalle, C., & Pontanier, R. 1993.** Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in semi-arid lands. I.A view from the south. Restoration ecology.
- 9) **Bedrani, S., 1995.** L'intervention de l'Etat dans l'agriculture en Algérie : constat et propositions pour un débat. Options méditerranéennes, Série B n°14
- 10) **Bedrani, S., 1997.** " Les effets du commerce mondial sur la désertification dans les pays du Maghreb". In L'Annuaire de l'Afrique du Nord (CNRS, Aix en Provence).
- 11) **Bedrani, S., Nedjraoui D., 2008.** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Revue électronique en sciences de l'environnement, Volume 8 Numéro 1, avril 2008.
- 12) **Bedrani, S., & Mouhous, A. 2006.** Pour des politiques plus efficaces de lutte contre la désertification. INTERNATIONAL POLICY IMPERATIVE, 52.
- 13) **Bedrani, S & Halim, M., 1994.** La désertification des zones steppiques
- 14) **BENGUERAI A., 2011-** Evolution du phénomène de la désertification dans le sud Oranais (Algérie). Thèse de doctorat. Université Abou Bekr Belkaïd de Tlemcen. p05.
- 15) **Bensoulah R., 2006.** Vue d'ensemble de la steppe algérienne. Doc en ligne :

<http://www.desertification.voila.net/steppealgerienne.ht>).

- 16) **Benzina, I., 2020.** Ecologie des zones arides et semi arides.
- 17) **Bessaud, M., Peyrefitte, CN, Pastorino, BA, Tock, F., Merle, O., Colpart, JJ, ... & Grandadam, M. 2006.** Souches de virus Chikungunya, épidémie de la Réunion. *Maladies infectieuses émergentes*, 12 (10), 1604.
- 18) **Bonn, F., et Rochon G., 1992.** Précis de télédétection Volume 1 : Principes et Méthodes, Presses de l'Université du Québec/AUPELF.
- 19) **Bourbouze, A., Donadiou U., 1987.** L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes. CIHEAM/ IAM, Montpellier, France, 140 P.
- 20) **Bourbouze, A., 2006.** Systèmes d'élevage et production animale dans les steppes du nord de l'Afrique : une relecture de la société pastorale du Maghreb. *Sécheresse*
- 21) **BOUZENOUNE, A., 1984.** Etude phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux su Sud Oranais (Wilaya de Saida). Thèse Doc. 3<sup>ème</sup> Cycle, Univ. Sci. Technol. H. Boumediène, Alger, p. 255 + ann.(cartographie)
- 22) **Brouri, R., Asimov, R., Gorlicki, M., Feron, S., Reinhardt, J., Lorent, V., & Haberland, H. 1996.** Thermal atom beam splitting by an evanescent standing wave. *Optics communications*, 124(5-6), 448-451.
- 23) **Bunnik, NJJ., 1978.** La réflectance multispectrale du rayonnement à ondes courtes des cultures agricoles en relation avec leurs propriétés morphologiques et optiques (Thèse de doctorat, Veenman).
- 24) **Claude. F., et al 2006.** Ecologie approche scientifique et pratique 6 ème édition. Lavoisier, Paris 78 p.
- 25) **Cornet, A., 2002.** La désertification à la croisée de l'environnement et du développement, un problème qui nous concerne. In : MAE, ADPE. Johannesburg 2002, quels enjeux, quelles contributions des scientifiques ? 93-134.
- 26) **DJEBAILI, S., 1984.** Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. (ed.) O.P.U. Alger.
- 27) **DJELOULI, Y., Nedjraoui, D., 1995.** Evolution des parcours méditerranéens. In Pastoralisme, troupeau, espaces et société. Hatier ed. 440-454.
- 28) **Dregne, H. E., 1986.** Desertification of arid lands *Physics of desertification* (pp. 4-34): Springer.
- 29) **Dregne, H. E., 1998.** Desertification assessment and control. *International Center for Arid and Semiarid Land Studies; Texas Tech University.*
- 30) **El Lakany, M. H., 1985.** Recherche, démonstration, vulgarisation et diffusion. In FAO (Ed.), *Le rôle de la foresterie dans la lutte contre la désertification.*

- 31) **Fetoui, M., 2011.** *Évaluer et suivre la désertification en zones arides tunisiennes pour accompagner l'aide à la décision : dynamiques interactives" Climat-Homme-Espace-Ressources naturelles" via les paysages. Thes.Doct.Université PAUL VALÉRY - MONTPELLIER III Arts et Lettres, Langues et Sciences Humaines et Sociales, France, 386 P. + Ann.*
- 32) **Geist, H., J., & Lambin, E., F., 2004.** Dynamic causal patterns of desertification. *BioScience* 54, 817-829.
- 33) **Ghazi, et Lahouati, R., 1997.** Algérie 2010. Sols et Ressources biologiques. Doc. I.N.E.S.G., Alger,38 p.
- 34) **Girard,M.C et Girard, C.M., 1999.** Traitement des données en télédétection. Edition Dunod, Paris, 529 p.
- 35) **Girard.MC, Girard.CM.,1998.** Télédétection appliquée aux zones tempérées et inter-tropicales.MASSON ,PARIS,120p.
- 36) **Glantz, M. H., & Orlovsky, N. S. 1983.** Desertification: A review of concept.*Desertification Control Bulletin, 9: 15-22.*
- 37) **Guettouche, A., 2003.** Valorisation géotechnique de la carte géologique de la région de Berhoum (Algérie) pour l'élaboration d'une carte géotechnique de construction.
- 38) **HCDS, 2017.** Etude de l'aménagement des parcours steppiques de la wilaya de M'sila, CARTE D'OCCUPATION DU SOL.
- 39) **Ioualalen. GH., 2012.** Analyse multi-temporelle de la végétation de la réserve naturelle d'El Mergueb (M'sila) par application des techniques géomatique.
- 40) **Jauffret, S., 2001.** Validation et comparaison de divers indicateurs des changements à long term dans les écosystèmes méditerranéens arides : application au suivi de la désertification dans le Sud tunisien (Doctoral dissertation, Aix-Marseille 3).
- 41) **khoudir, S., 2012.** Application de la Télédétection et des Systèmes d'Information Géographique (SIG) à la gestion du couvert végétal steppique Appliqué sur la zone de MESSAAD-AIN EL IBEL.Thes.magister. Univ. Sci. Technol. H. Boumediène,Alger
- 42) **LACOST, A., SALANO R.,1969.** La végétation de la Tunisie steppique (avec référence au Maroc, à l'Algérie et à la Lybie). *Ann.Ins. Nat.Rech. Agr.Tunis.42(5)624p.*
- 43) **Le Houérou, H. N., 1996.** Climate change, drought and desertification. *J. Arid Environ. , 34: 133-185.*
- 44) **Le Houérou, H.N., 1995.** "Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique". Option Méditerranéennes, série B, études et recherches, n° 10, 396 p.
- 45) **Mainquet, M., 1990.** La désertification : une crise autant socio-économique que

- climatique. *Sécheresse*, 1(3), 187-195.
- 46) **Mate., 2008.** Elaboration du Schéma National de conservation des sols et de lutte Contre la désertification- Diagnostic de situation, Tome 1: Définition et quantification des problèmes de conservation des sols et de désertification.
- 47) **Mohammedi, H., Labani, A., et Benabdeli K., 2006.** Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe algérienne. Développement durable et territoire (consulté en Mars 2016).
- 48) **Mouhous, A., 2005.** Les causes de la dégradation des parcours steppiques, Cas : Wilaya de Lagouat, commune de Hadj Méchri. Thes. de Magis.; INA El Harrach; 116 p + Ann.
- 49) **Nahal, I., 2004.** La désertification dans le monde : Causes - Processus - Conséquences - Lutte: Paris: L'Harmattan.
- 50) **Nedjraoui D., Bédrani S., 2008.** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 8 Numéro 1, consulté le 05 janvier 2021.
- 51) **Nedjraoui D., Hirche A., Boughani A., Salamani M., Bouzenoune A., Hourizi R., Omari L. et Slimani H., 2016.** Surveillance à long terme des écosystèmes steppiques et suivi de la désertification. Cas de la steppe du Sud-Ouest. Biocénose, vol. 2 : 5-21.
- 52) **Pouget, M., 1980.** Les relations sols-végétation dans les steppes sud-algéroises. these sciences naturelles : université Aix-Marseille.
- 53) **Ramade, F., 1992.** Eléments d'écologie. Ecologie appliquée. 4<sup>ème</sup> Ed. *EDISCIENCE international, paris*
- 54) **Ramade, F., 2003.** Introductory conference: on the relevance of protected areas for the research on conservation ecology: from fundamentals to applications. *Comptes rendus biologies*, 326, 3-8.
- 55) **Raunkiaer, C., 1918.** Über den Begriff der Elementarart im Lichte der modernen Erblichkeitsforschung. Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre , 19 (4), 225-240.
- 56) **Requier-Desjardins, M., & Bied-Charreton, M., 2006.** Evaluation des coûts économiques et sociaux de la dégradation des terres et de la désertification en Afrique. *Rapport pour l'AFD.*
- 57) **Safriel, U., & al. 2005.** Chapitre 22: Dryland Systems. Dans *Ecosystems and Human Well-Being: Current State and Trends*, R. Hassen et R. Scholes, eds. (Washington D.C.: Island Press), pp. 623-662.
- 58) **SELTZER, P., 1946.** Le climat de l'Algérie. *Trav. Inst. Météorol. Phys. Gl., Alger. 219+carte.*
- 59) **Sinave, E., 2010.** Les défis de la mise en oeuvre de la Convention des Nations Unies sur la

lutte contre la désertification.

- 60) **Slimani, 2016.** Laboratoire Ecologie Végétale et Environnement USTHB BP32 El Alia Bab Ezzouar Alger.
- 61) **Slimani, H., 1998.** *Étude des mécanismes de désertification. Cas de la steppe à alfa (Stipa tenacissima L.) de Rogassa des Hautes Plaines occidentales algériennes.* Thèse de magister, Univ. Sci. Technol. Houari Boumediene, Alger. 123p. Thèse de magister, Univ. Sci. Technol. Houari Boumediene, Alger. 123p.
- 62) **Slimani, H., Aidoud, A., & Rozé, F. 2010.** 30 Years of protection and monitoring of a steppic rangeland undergoing desertification. *Journal of Arid Environments*, 74(6), 685-691. doi: 10.1016/j.jaridenv.2009.10.015.
- 63) **Smail, D., 1994.** Psychologie communautaire et politique. *Journal de communauté et psychologie sociale appliquée*, 4 (1), 3-10.
- 64) **Thomas, D. S. G., 1995.** Désertification : Causes and processes, In : *Encyclopaedia of Environmental Biology*, Vol. 1, ed. W. A. Nierenberg, San Diego, Academic Press, 463-473.
- 65) **Wasson, J.G., J. Bethemont, J.N. Degorce, B. Dupuis, T. Joliveau, 1993.** Approche écosystémique du bassin de la Loire : éléments pour l'élaboration des orientations fondamentales de gestion Phase I : atlas. [Rapport de recherche] irstea, 81 p. (hal-02609147)
- 66) **Wilmet J. (1996).** Télédétection aérospatiale. Méthodes et applications. Paris: Sides, 316 p.
- 67) **Yahiaou, F., 2005.** « État des lieux de l'écosystèmes steppique du sud algérois. Essai d'analyse des facteurs écologiques des indicateurs socioéconomiques de la désertification ». Mémoire de post-graduation spécialisé en sciences biologiques.

## Résumé

Les changements dans d'occupation du sol dans la Wilaya de M'Sila démontrés par une étude diachronique menée sur une période de 33 ans (1987-2020) en associant la Télédétection et le systèmes d'information géographiques (SIG). Il résulte que la zone d'étude a enregistré une augmentation biologique avec une diminution des sols nus occupés par les parcours et les forêts en faveur des écosystèmes agropastorales (céréaliculture), avec un recouvrement global de la végétation relativement important. L'urbanisation a connu une expansion très importante entre 1987 et 2020.

L'utilisation de l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI), nous a permet d'observer les énormes changements du couvert végétal entre 1987 et 2020, une évolution progressive des surfaces forestières et de la végétation des parcours steppique.

**Mots clé :** Etude diachronique, W. M'Sila, Steppe, Télédétection, SIG, Carte d'occupation du sol, NDVI.

## Summery

The changes in land use in the Wilaya of M'Sila demonstrated by a diachronic study carried out over a period of 33 years (1987-2020) by associating remote sensing and geographic information systems (GIS). As a result, the study area recorded a biological increase with a decrease in bare soils occupied by rangelands and forests in favor of agro-pastoral ecosystems (cereals), with a relatively large overall vegetation cover. Urbanization experienced a very significant expansion between 1987 and 2020.

The use of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), allowed us to observe the enormous changes in plant cover between 1987 and 2020, a gradual evolution of forest areas and vegetation of steppe rangelands.

**Keywords :** Diacronic study, W. M'sila, Steppe, Remote sensing, SIG, Land use map, NDVI.

