

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE  
LA NATURE ET DE LA VIE

N° : .....



DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET  
DE LA VIE  
FILIERE: ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT  
OPTION: ECOLOGIE URBAINE

Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique

Par :

Houda ATALLAOUI et Dalal BELATRECHE

Intitulé :

**Impacts des changements climatiques  
sur les sites de l'écotourisme  
Cas de la forêts de Djebel MESSAAD**

Diriger par : Pr : BOUNAR Rabah

Soutenu devant le jury composé de :

|                              |                      |             |
|------------------------------|----------------------|-------------|
| Pr : <b>GHADBANE Mouloud</b> | Université of M'sila | Président.  |
| Pr : <b>BOUNAR Rabah</b>     | Université of M'sila | Rapporteur. |
| MAA : <b>MERABTI Karim</b>   | Université of M'sila | Examineur.  |

Année universitaire : 2023-2024

## **Remerciements**

*Tout d'abord, je remercie Allah pour la bénédiction qu'Il m'a accordée pour réussir ce parcours académique avec succès et pour la santé et la force qu'Il m'a données pour atteindre ce jour.*

*Ensuite, j'exprime ma profonde gratitude à ma chère mère et à mon père, que Dieu ait son âme, ainsi qu'à tous les membres de ma famille pour leur soutien constant et leurs encouragements permanents.*

*Je tiens également à remercier spécialement le professeur superviseur Bounar Rabah et les membres du jury pour avoir pris le temps d'évaluer ce mémoire.*

*Mes sincères remerciements vont également au directeur de la région forestière de DJebel MESSAAD, M. Lattoui Attia, et je n'oublie pas le professeur Rahmouni Issa Que Dieu vous récompense pour tout le soutien et les conseils que vous avez apportés.*

*Enfin, je prie Dieu de faire de ceci le début d'un avenir radieux plein de réussites et de réalisations*

**DALAL**

## ***Dédicace***

*C'est avec fierté et gratitude que je souhaite dédier ce travail à la mémoire de mon cher père, qui nous a quittés mais qui reste présent dans mon cœur et mon esprit, malgré son absence, son souvenir et ses valeurs m'ont toujours poussé vers le progrès et l'excellence.*

*Je suis fier de dédier ce succès à son âme bienveillante, en espérant qu'il soit fier de moi. Que Allah te bénisse, papa, et te récompense pour tout ce que tu as fait pour moi.*

*Je dédie également ce travail à ma chère mère, source d'espoir et d'inspiration.*

*À mes frères et sœurs, partenaires de réussite et soutien dans les moments difficiles.*

*À mes chères amies, qui ont partagé avec moi des moments de joie et de défi et qui ont été d'un grand soutien.*

*À mes chers professeurs, qui n'ont pas hésité à partager leur savoir et leurs conseils.*

*À vous tous, je dédie le fruit de mes efforts et de votre soutien, avec tout mon amour et mon estime.*

***BELATRECHE Dalal***

## ***Remerciements***

*Je ne peux terminer ce travail scientifique sans exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui m'ont tendu la main et m'ont aidé à réaliser cet accomplissement, en particulier Mr. Lattoui Attia.*

*Je tiens à mentionner spécifiquement mon superviseur, le Pr. Rabah Bounar, ainsi que Mr. Ben Gasmia Aboubakr, pour leurs conseils avisés qui ont permis de mener cette recherche à bien.*

***Houda***

## *Dédicace*

*Louange à Dieu par amour et gratitude, et notre salut au commencement et à la fin*

*(وآخر دعوانهم أن الحمد لله رب العالمين).*

*Ce n'était pas un voyage court, ni un chemin parsemé de facilités, mais je l'ai fait et je l'ai obtenu.*

*Je dédie ce succès à mon moi ambitieux et j'offre le fruit de mon succès à tous ceux qui ont vu leur front perlé de sueur et qui m'ont appris que le succès ne vient qu'avec la patience et la persévérance.*

*À la lumière qui guide mon chemin et à la lampe qui ne s'éteint jamais dans mon cœur, celui qui a sacrifié tout ce qui est précieux et dont j'ai tiré ma force et ma fierté, mon cher père, Attalaoui Moussa.*

*À celle qui a fait du paradis son piédestal et qui a facilité mes épreuves par ses prières, à cette grande personne qui a toujours souhaité me voir en ce jour, ma chère mère, Attalaoui Saida.*

*À mon pilier stable et à la sécurité de mes jours, à ceux qui ont renforcé mon bras et qui ont été pour moi des sources où je me suis abreuvé, à mes meilleurs jours et à leur élite, mes frères et sœurs. Bilal, Haroune, Hadjer, Zineb, Sabrina. À ma chère grand-mère, la lumière brillante de la maison, Fatna Souiker.*

*Et à tous ceux qui ont été une aide et un soutien sur ce chemin, aux amis fidèles, aux compagnons des épreuves et des crises, à ceux qui m'ont comblé de leurs sentiments et de leurs conseils sincères..*

***ATTALLAOUI Houda***

## TABLE DE MATIERE:

| Titre  | page |
|--|------|
| Remerciements  |      |
| Dédicace   |      |
| Table de matière   |      |
| Liste des tableaux   |      |
| Liste des figures  |      |
| <b>Partie I</b>  |      |
| Introduction   | 12   |
| <b>CHAPITRE 01: LES FACTEURS PHYSIQUES</b>                                   |      |
| Généralités  | 14   |
| 1- Situation   | 16   |
| 2- Géologie et lithologie  | 17   |
| 3- Pédologie   | 18   |
| 3-1- Les Djebels, collines et sommets  | 18   |
| 3-2- Les surfaces plus ou moins planes                                       | 19   |
| 4- Hydrogéologie et hydrologie   | 19   |
| 4-1- Les sols des zones arides   | 19   |
| 4-2- Notice technique des principaux types de sols rencontrés dans la région | 22   |
| 4-2-1- La classe des sols minéraux bruts                                     | 22   |
| 4-2-2- La classe des sols peu évolués  | 22   |
| 4-2-3- La classe des sols calcimagnésiques                                   | 22   |
| 4-2-4- La classe des sols isohumiques  | 23   |
| 4-3- Synthèse des facteurs édaphiques  | 23   |
| 5- Hydrogéologie et hydrologie   | 24   |
| 5-1- Hydrogéologie   | 24   |
| 5-2- Hydrologie  | 24   |
| <b>CHAPITRE 02: LES FACTEURS BIOTIQUES</b>                                   |      |
| 1- Introduction  | 26   |
| 2- Conditions actuelles de la steppe   | 26   |
| 3- La végétation naturelle   | 26   |
| 3-1- Les principaux types de formation végétale                              | 26   |
| 3-1-1- Les formations forestières "les forêts                                | 26   |
| 3-1-2- Les formations de dégradation forestière "les matorrals               | 27   |
| 3-1-3- Les formations steppiques "les steppes"                               | 27   |
| 3-2- Les principaux groupements végétaux                                     | 28   |
| 3-2-1- Les groupements forestiers à Pinus halepensis                         | 28   |
| 3-2-2- Les groupements steppiques  | 28   |
| 3-2-3- Les étages de végétation de la zone d'étude                           | 31   |
| 4- Les facteurs anthropiques   | 31   |
| 4-1- Extension de la céréaliculture  | 31   |

|   |    |
|---|----|
| 4-2- Dégradation et surexploitation des parcours  | 31 |
| 4-3- Données sur le cheptel   | 33 |
| 5- Conclusion sur l'étude de la végétation  | 34 |
| <b>Partie II</b>  |    |
| <b>CHAPITRE 01: Méthodologie</b>  |    |
| A- Outil utilise de travail   | 37 |
| B- La sortie sur le terrain   | 39 |
| <b>CHAPITRE 02: Résultats et discussion</b>   |    |
| Changement climatique   | 41 |
| Données climatique  | 41 |
| Carte de précipitation  | 43 |
| Carte de température  | 48 |
| Station d'étude   | 51 |
| Analyse comparative   | 57 |
| <b>Partie III</b>   |    |
| <b>CHAPITRE 01: Impactes du changement climatique sur la forêt récréative de Djebel MESSAAD</b> |    |
| Définition d'Écotourisme  | 60 |
| Forêt de loisirs et de détente de la commune de Djebel MESSAAD                                  | 60 |
| Description de la forêt récréative  | 61 |
| 1) Zone de détente et de promenade  | 62 |
| 2) Zone de jeux et de loisirs   | 65 |
| 3) Zone de loisirs et de sport  | 68 |
| Le tourisme écologique face au changement climatique:   | 68 |
| <b>CHAPITRE 02 : Développement durable et aménagement</b>                                       |    |
| Définition de développement durable   | 70 |
| Du tourisme durable à l'écotourisme   | 70 |
| Les principes de l'aménagement durable  | 71 |
| Le plan d'aménagement   | 71 |
| Perspective et Aménagement  | 72 |
| Composants proposés pour développement touristique  | 72 |
| Conclusion  | 78 |
| Références bibliographiques   | 80 |
| Annexe  | 82 |

## Liste des tableaux :

| <b>Tableau</b>  | <b>Page</b> |
|---|-------------|
| Tableau 01 : Les étages de végétation de la zone d'étude  | <b>31</b>   |
| Tableau 02 : le taux de précipitation pour la commune de djebel MESSAAD de 1991 à 2021. (ATALLAOUI H, BELATRECHE D. 2024) | <b>41</b>   |
| Tableau 03 : La température moyenne pour la commune de djebel MESSAAD de 1991 à 2021. (ATALLAOUI H, BELATRECHE D. 2024)   | <b>46</b>   |

## Liste des figures :

| <b>Figure</b>  | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| Figure 01 : carte de la situation de la zone d'étude   | <b>17</b>   |
| Figure 02 : teneur en matière organique  | <b>21</b>   |
| Figure 03 : Rapport C/N  | <b>21</b>   |
| Figure 04 : relation et évolution des principaux groupements végétaux  | <b>29</b>   |
| Figure 05 : Evolution des paysages végétaux en zone aride algérienne   | <b>33</b>   |
| Figure 06 : Colonnes graphiques représentant les changements de précipitations à différents de la periode1991 2021                   | <b>42</b>   |
| Figure 07 : précipitation de 1992 au 2001. (ATALLAOUI H, BELATRECHE D. 2024)   | <b>43</b>   |
| Figure 08 : précipitation de 2002 au 2011. (ATALLAOUI H, BELATRECHE D. 2024)   | <b>44</b>   |
| Figure 09 : précipitation de 2012 au 2021. (ATALLAOUI H, BELATRECHE D. 2024)   | <b>45</b>   |
| Figure 10 : Colonnes graphiques représentés les changements de température a différents stations au cours de la période (1992 -2021) | <b>47</b>   |
| Figure 11 : Carte de température de 1992 au 2001. (ATALLAOUI H, BELATRECHE D. 2024)  | <b>48</b>   |
| Figure 12 : Carte de température de 2002 au 2011. (ATALLAOUI H, BELATRECHE D. 2024)  | <b>49</b>   |
| Figure 13 : Carte de température de 2012 au 2021. (ATALLAOUI H, BELATRECHE D. 2024)  | <b>50</b>   |
| Figure 14 : Une image montrant l'emplacement de la foret récréative  | <b>61</b>   |
| FIGURE 15 : Zone de confort et de promenade  | <b>62</b>   |
| FIGURE 16 : Aires de jeux pour enfants au niveau de station d'étude (2024)   | <b>63</b>   |
| FIGURE 17 : Locale des poubelles au niveau de station d'étude (2024)   | <b>63</b>   |
| FIGURE 18: Restaurant traditionnel au niveau de station d'étude (2024)   | <b>63</b>   |
| FIGURE 19 : Des jeux au niveau de station d'étude (2024)   | <b>63</b>   |
| FIGURE 20 : Des chaises au niveau de station d'étude (2024)  | <b>64</b>   |
| FIGURE 21 : Des tables forestières au niveau de station d'étude (2024)   | <b>64</b>   |
| FIGURE 22 : Salle de prière au niveau de station d'étude (2024)  | <b>64</b>   |
| Figure 23 :Aire de jeux et de loisirs (BAALI, 2017)  | <b>65</b>   |
| Figure 24 : Des pergolas au niveau de station d'étude (2024)   | <b>66</b>   |

|  |           |
|--|-----------|
| Figure 25 : Café au niveau de station d'étude (2024)       | <b>66</b> |
| Figure 26 : Restaurant au niveau de station d'étude (2024) | <b>66</b> |
| Figure 27 : Superette au niveau de station d'étude (2024)  | <b>67</b> |
| Figure 28 : Un petit pavillon d'hébergement (Bungalow)     | <b>67</b> |
| figure 29 : Zone de loisirs et de sport (BAALI, 2017)      | <b>68</b> |
| Figure 30 : Palmier  | <b>73</b> |
| Figure 31 : Chêne  | <b>73</b> |
| Figure 32 : Troène   | <b>74</b> |
| Figure 33 : Viorne boule de neige                          | <b>74</b> |
| Figure 34 : Tamaris  | <b>74</b> |
| Figure 35 : Plan d'eau                                     | <b>74</b> |
| Figure 36 : Rivière artificielle                           | <b>74</b> |
| Figure 37 : Pavage en pierre                               | <b>75</b> |
| Figure 38 : jardin avec pierre artificielle                | <b>75</b> |
| Figure 39: Lampadaire à fonctionnement autonome.           | <b>75</b> |
| Figure 40 : Candélabre alimenté par me éolienne double.    | <b>75</b> |
| Figure 41 : Bac à fleurs                                   | <b>76</b> |
| Figure 42 : ensemble table et bacs                         | <b>76</b> |
| Figure 43 : Corbeille                                      | <b>76</b> |
| Figure 44 : Cyclo-stop                                     | <b>76</b> |
| Figure 45 : Balançoire                                     | <b>76</b> |
| Figure 46 : Maison à grimper et glisser                    | <b>76</b> |

## **Liste des abréviations :**

**UNFCCC** : United Nations Framework Convention on Climate Change

**GHG** : green house gas

**CCNUCC** : Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques

**GIEC** : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

**GPS** : Global Positioning System

**PARTIE I**  
**Présentation de la zone  
d'étude**

# **Introduction**

## **Introduction:**

Le développement des zones semi - arides constitue un défi stratégique de l'ALGERIE du 03<sup>e</sup> millénaire. Ces zones de par leurs dimensions, renferment d'énormes potentialités en termes de ressources naturelles. Elles sont actuellement compromises à un déséquilibre écologique; d'origine humaine et climatique; de plus en plus menaçant et qui risque d'entraver sérieusement l'avenir et l'épanouissement socio - économique de la steppe.

La reconnaissance croissante du changement climatique comme l'une des principales menaces pour l'écotourisme dans les zones protégées est de plus en plus marquée. L'équipe gouvernementale internationale concernée définit le changement climatique comme une altération de l'état du climat pouvant être caractérisée par des variations de ses caractéristiques, persistant sur une longue période, généralement des décennies ou plus, résultant de fluctuations naturelles ou de l'activité humaine. En raison du changement climatique, des modifications seront observées dans la moyenne et la variabilité des précipitations ainsi que des températures, pouvant entraîner des phénomènes météorologiques extrêmes.

Le changement climatique a un impact néfaste sur de nombreux secteurs, mais l'ampleur de son impact sur l'écotourisme n'est pas encore connue. Ainsi, cette étude examine l'impact du changement climatique sur l'écotourisme dans la forêt de Djebel MESSAAD, en utilisant les informations obtenues lors de plusieurs sorties sur le terrain et les données climatiques, présentées sous forme de graphiques et de tableaux.

Dans cette recherche, trois parties ont été abordés: d'abord introduction et généralités sur le changement climatique puis partie 1: Présentation de la zone d'étude, qui se compose de:

Chapitre 1 : Les facteurs physiques et Chapitre 2 : Les facteurs biotiques

Partie 2: Changement climatique, se compose de:

Chapitre 1 : Méthodologie et Chapitre 2 : Résultats et discussion

Partie3: Ecotourisme, se compose de:

Chapitre 1 : Impact des changements climatiques sur la forêt récréative de Djebel MESSAAD et Chapitre 2 : Développement durable et aménagement

Enfin, la conclusion.

# **Chapitre 01**

## **LES FACTEURS PHYSIQUES**

# CHAPITRE 01: LES FACTEURS PHYSIQUES

## Généralités :

### 1- Changement climatique dans le monde:

Le changement climatique mondial est devenu l'une des questions les plus intéressantes dans la littérature relative à l'atmosphère, à la recherche, à la météorologie, à l'environnement, à l'hydrologie, à l'agriculture et à la gestion des ressources en eau en général. Au cours des dernières décennies, en raison des impacts potentiellement graves sur l'atmosphère, la terre et les océans, la question du changement climatique est devenue un sujet de controverse internationale parmi de nombreux scientifiques, y compris divers spécialistes tels que les climatologues, les chercheurs atmosphériques, les océanographes, les hydro météorologues, les agriculteurs, etc. les administrateurs particuliers et locaux en plus des politiciens, ainsi que les gens dans différents aspects de la vie.

Afin de déterminer et de suivre l'existence et les impacts locaux des changements climatiques mondiaux pour n'importe quel pays ou région, des données fiables sous un format comparatif, illustratif et Visual sont essentiellement nécessaires. Afin de fournir une base efficace, il est très approprié d'utiliser des scénarios internationalement reconnus en plus des données linguistiques et numériques nationales et d'un format commun pour les observations et mesures météorologiques. L'un des principaux objectifs de cet article est de fournir un examen approfondi mais précis du changement climatique en considérant «l'identité climatique», définition concernant les informations qui doivent être rapportées dans les enregistrements au format commun.

Le changement climatique implique des changements dans les paramètres climatiques tels que la température, la vitesse du vent, les précipitations, l'humidité, l'évaporation, la neige et la fonte des neiges. Le processus de changement climatique varie dans le temps et dans l'espace. Cependant, dans les applications pratiques, les caractéristiques locales sont nécessaires en tenant compte de ces variations pour les mises en œuvre locales d'adaptation et d'atténuation des impacts du changement climatique.

Les enjeux du changement climatique pour l'humanité sont considérables. Les hausses de températures moyennes envisagées d'ici la fin du siècle sont comprises entre 1,4°C et 5,8°C selon les modèles et les scénarios socio-économiques, et ce sans prise en compte d'éventuels phénomènes amplificateurs et de surprises climatiques (non prévues par les modèles) Ces variations sont du même ordre de grandeur que celle qui nous sépare du dernier maximum glaciaire : il y a 20 000 ans la température moyenne était inférieure de 5° à celle que nous connaissons et l'Europe était couverte de glaciers.

A l'échelle d'un même ensemble climatique, un degré de variation de la température moyenne déplace d'environ 200 km les conditions de la végétation. Un degré de plus, c'est aussi une limite pluie- neige qui remonte de 150 mètres.

- Les concentrations de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère sont constants jusqu'au début de l'ère industrielle: elles n'ont jamais dépassé 280 pp mv pendant les 400000 années qui ont précédé 1750 alors que le niveau atteint est actuellement de 350 ppmv. la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère a ainsi augmenté de 32% par rapport à l'ère pré industrielle et est la plus forte depuis 750 000 ans.

## **2- Changement climatique dans Algérie:**

La question du changement climatique C'est en Algérie un défi important et nouveau. Une grande partie de l'Algérie appartient au Bassin méditerranéen en qui est un «point chaud» du changement climatique et devrait donc être protégé. L'Algérie, ratifiée en Avril 1993, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (UNFCCC), et souscrit pleinement à engagements relatifs à la stabilisation des émissions de gaz à effet de serre afin de prévenir les interférences anthropiques avec le système climatique.

En adhérant au protocole de Kyoto en 2005, l'Algérie a montré sa détermination à participer au dialogue international . l'effort de lutte contre le changement climatique et ses impacts potentiels sur les ressources en eau, les écosystèmes naturels et la durabilité des développement économique. Tous les secteurs et institutions socio-économiques intègrent progressivement les aspects liés à la changement climatique, notamment dans la recherche de moyens d'adaptation et d'atténuation. Sans aucune responsabilité historique pour changement climatique, tout effort national d'atténuation ne devrait pas être économique m'entre strict ifou menacer le droit de L'Algérie au développement.

L'Algérie a élaboré une première stratégie contre le changement climatique et développé de nombreux de nombreux projets d'adaptation et atténuation des changements climatiques. La stratégie nationale repose essentiellement sur quatre domaines: le renforcement institutionnel, adaptation au changement climatique, atténuation des émissions de GHG et renforcement des capacités humaines. Sa mise en œuvre concerne principalement les secteurs de l'énergie, de l'industrie, des transports, des déchets, des ressources en eau , de l'agriculture et des forêts. Dans ce contexte, il y a eu création en 2007 de l'Agence nationale du changement climatique et des inventaires des gaz à effet de serres (GHG) sont réalisées périodiquement.

L'analyse des données climatiques de 1931 à 1990 dans le nord de l'Algérie révèle qu'une augmentation de la température de 0,5 °C atteindrait une augmentation de 1 °C d'ici 2020. Une augmentation de la température de 2 °C est attendue d'ici 2050. La diminution des ressources en eau, la baisse des rendements agricoles, l'avancée du désert, le défi de l'aménagement et la consommation d'énergie pour la climatisation ne sont que les premiers impacts aux quels l'Algérie doit trouver des réponses supportables économiquement et socialement. Ainsi bien que la contribution de l'Algérie au réchauffement climatique soit minime (moins de 0,5% des émissions mondiales de GHG), le pays est très vulnérable et devrait intégrer l'adaptation dans sa politique de développement.

### **1- Situation:**

La Daïra de Djebel MESSAAD, la zone d'étude est située au cœur de la steppe, elle appartient au domaine des steppes du centre sud algérien.

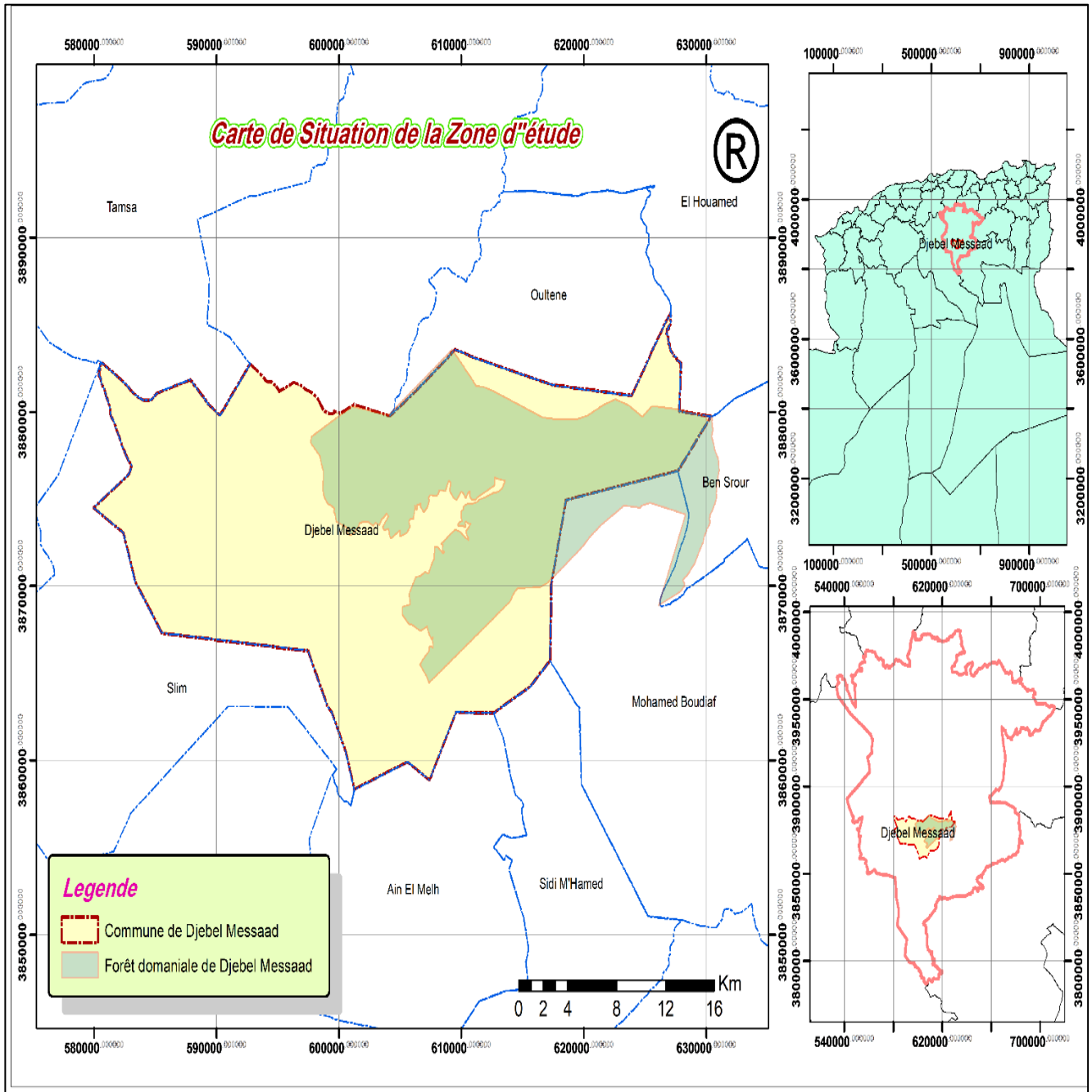
La zone étudiée peut être localisée sur une carte géographique grâce à coordonnées extrêmes suivantes :

- Longitude : 3° 98' 93" Est , 4° 03' 84" Est
- Latitude : 34° 79' 79" Nord , 35° 05' 41" Nord

Notre zone d'étude s'étend sur un axe longitudinal Nord-Sud d'environ 32Km et une largeur Est-Ouest d'environ 20 Km avec une superficie totale de 684 Km<sup>2</sup> c'est à dire " 68400 Ha.

Les limites administratives de la daïra sont:

- Nord : la Daïra de Bou-Saâda ‘
- sud : la Daïra d'Ain El Melh ‘
- Est : la Daïra de BenS'rour ‘
- Ouest : la Daïra de Medjedel.



**Figure 01 : carte de la situation de la zone d'étude (La circonscription forestière de Djebel MESSAAD, 2024)**

## 2- Géologie et lithologie:

La totalité de la région est constituée de roches sédimentaires du secondaire, tertiaire et quaternaire, à l'exclusion de tout affleurement de roches éruptives ou métamorphique, le substratum géologique, outre son importance comme matériaux original des sols, joue un rôle déterminant dans le façonnement de paysages.

A partir de "la carte géologique de l'Algérie 1/500.000 (1951-1952) on peut distinguer les unités lithologiques suivantes :

- Au Sud, un alignement de Djebels orientés Nord-Est Sud-Ouest essentiellement constitué par toute une série de crétacé.
- Epaisse série gréseuse (avec Inter collation de marnes) du crétacé Inférieur continental (résistant à l'érosion).
- Une série de roches calcaires dures et tendre ( marnes et marno-calcaire ) du crétacé moyen.
- Et aussi un remplissage d'argiles rouges plus ou moins sableuses, gypseuses entre les alignements des montagnes.
- Au Nord, un alignement de Djebels orientés vers le nord formé de marnes du crétacé moyen et supérieur.

### **3- Géomorphologie:**

L'occupation du sol dans la région de Djebel MESSAAD comme pour l'ensemble du territoire steppique algérien est fortement liée à la géomorphologie.

Deux formes physiographiques importantes se dégagent en liaison avec la structure géologique et à la nature des roches qui constituent le substratum géologique:

#### **3-1- Les Djebels, collines et sommets:**

Qui constituent essentiellement l'atlas saharien sont issus de l'évolution d'un relief plissé formé par la succession spatiale plus ou moins régulière de bombements convexes (anticlinaux) et de creux concaves (synclinaux).

L'altitude de ces reliefs est comprise entre 918 m (Oued El Onk) et 1676 m (Djebel Fernane).

Ces formes de reliefs sont occupées par une végétation forestière (Djebel Fernane, Djebel Ouzina, Djebel Tsegna, Djebel Boudenzir, Djebel Grouze...etc.).

### **3-2- Les surfaces plus ou moins planes:**

Ces surfaces correspondent aux glacis, qu'ils soient d'accumulation ou de dénudation, qui entourent les montagnes. Cette forme de relief résulte de plusieurs conditions de formation telles la pente raide des Djebels, l'évacuation des déblais sur le glacis et l'absence d'une érosion linéaire bien marquée.

Toutefois plusieurs formes de glacis qui s'emboîtent les uns dans les autres peuvent être distingués.

- Les hauts glacis : datent du quaternaire moyen
- Les glacis de raccordement : du quaternaire moyen (plus récent) relient les reliefs avec les hauts glacis. Ils présentent des accumulations calcaires sous forme d'encroûtement.
- Les glacis du quaternaire récent : sont constitués par des dépôts alluviaux et colluviaux tels les chenaux et terrasses d'oueds. L'accumulation calcaire, moins importante, se présente sous forme de nodules et parfois d'encroûtement.

### **4- Pédologie:**

#### **4-1- Les sols des zones arides:**

La zone aride est marquée par des phénomènes pédogénétiques importants qui sont à l'origine de sols parfois très évolués.

Le paysage est contrasté : aux formes abruptes sont juxtaposées de vastes surfaces subhorizontales et les glacis de raccordement avec les pentes douces, qui manifestent des difficultés de déblaiement des produits de l'érosion. La résistance à l'érosion des croûtes calcaires les plus anciennes joue un rôle important dans la conservation du paysage.

Le même contraste s'observe au niveau des sols, certains sont très différenciés avec encroûtement et croûte calcaire dont la formation a débuté au quaternaire ancien.

Dans la classification génétique des sols (AUBERT, 1965, DUCHAUFOR, 1977) des pédologues français, ces sols de steppe apparaissent parmi la classe des sols isohumiques c'est à dire dont le caractère essentiel réside dans la distribution profonde de la matière organique .

D'intéressants résultats pour la matière organique de surface ont été obtenus par POUGET (1980). Ils concernent les steppes de l'Algérie centrale du sud et sont synthétisés dans la figure (2).

Des forêts et matorrals aux cultures, la dégradation de la végétation s'accompagne d'une diminution de la matière organique dans l'horizon de surface. Cette baisse est d'autant plus accentuée que le climat est plus humide, elle est très forte dans le subhumide et semi-aride, elle est faible dans l'aride inférieur.

Dans un même type de formation végétale, la matière organique diminue également avec l'aridité croissante: dans l'ensemble des steppes à Alfa (*Stippa tenacissima*), elle diminue de l'aride supérieur à l'inférieur, il en est de même des steppes à chamaephytes.

Ces variations dues aux conditions climatiques et à la végétation, il convient d'ajouter l'interférence des facteurs lithologiques et en particulier le rôle joué par la texture : la matière organique est mieux conservée en milieux argileux qu'en milieux sableux. La figure (2) ne concerne que les horizons dont la teneur en argiles + limons se situe entre 20 et 40 % de la terre fine.

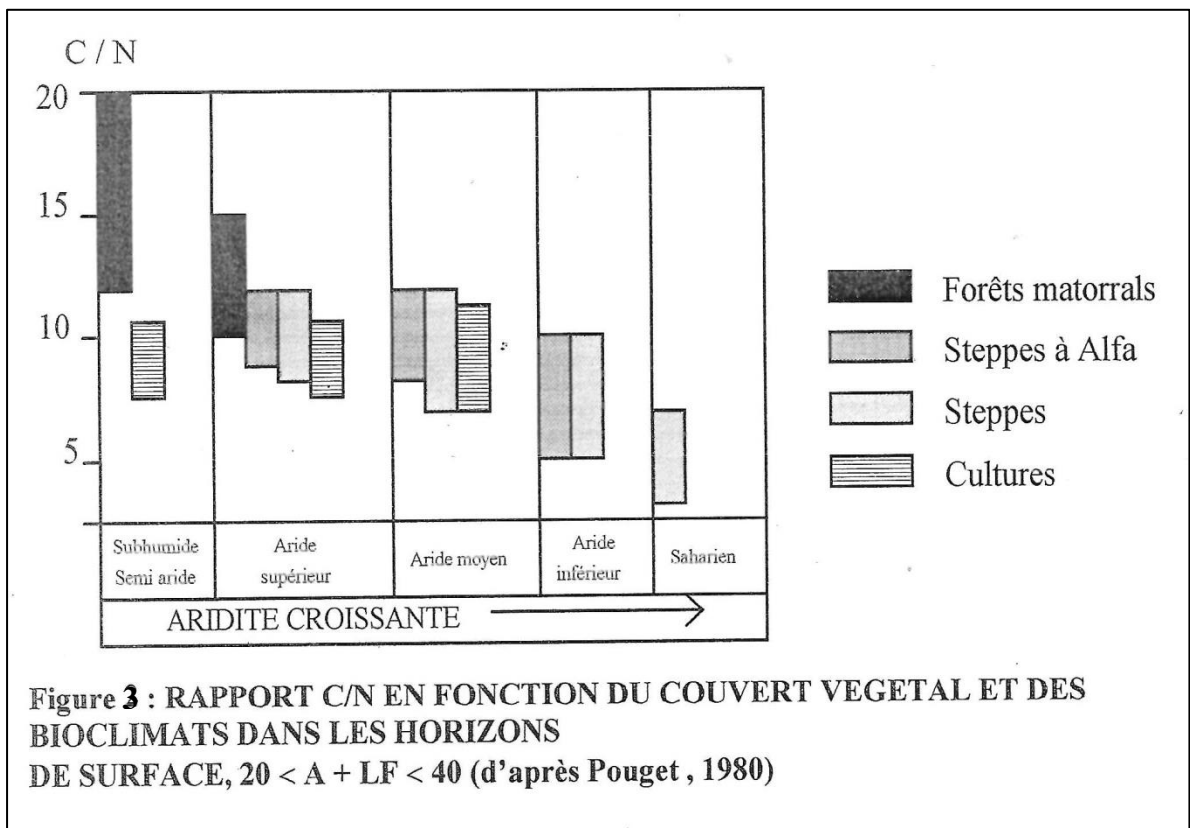
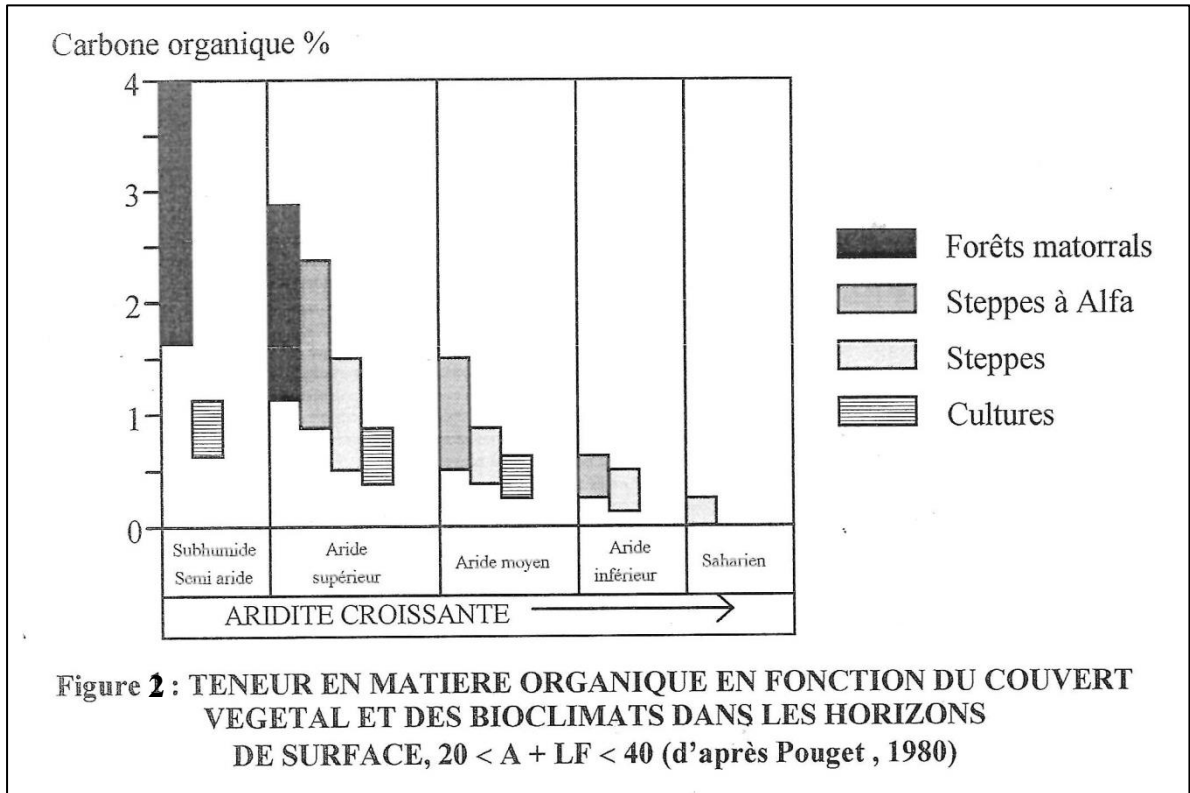
Pour le HOUEROU (1969) en Tunisie et pour POUGET (1980) en Algérie du sud, le passage de la forêt de pin d'alep et des matorrals à la steppe à Alfa appauvrit essentiellement les horizons de surface, les horizons profonds sont moins touchés et ceci définit l'isohumisme : diminution globale de la matière organique.

Avec modification de sa distribution en profondeur. Les pédologues ont rapprochés les sols steppes arides méditerranéennes de ceux des steppes continentales plus froides, entre les deux familles de sol il y a cependant des différences fondamentales. Dans les steppes continentales, la matière organique est plus abondante et sa distribution est profonde. En plus du profil racinaire, un rôle semble être joué par les animaux fouisseurs, ils contribuent à l'homogénéisation des horizons. Dans les steppes méditerranéennes, l'action de la faune est plus réduite, l'isohumisme est moins exprimé parce que ces sols sont plus pauvres en matière organique et parce que sa répartition est fortement perturbée par l'hétérogénéité des horizons profonds.

L'humus de ces steppes est mull calcaire ou plus rarement calcique. L'humification rapide aboutit à des valeurs de C/N faibles. Celles correspondant aux horizons de surface sont représentées dans la figure (3) (Selon POUGET, 1980).

La chute du rapport C/N avec la dégradation de la végétation est plus importante dans les climats les plus humides; elle est faible dans les milieux arides.

Dans un même type de formation végétale, le C/N baisse avec l'aridité croissante; ceci est particulièrement accentué pour les forêts et matorrals du subhumide à l'aride supérieur et dans les steppes à Alfa et à chamaephytes à travers l'aride.



## **4-2-Notice technique des principaux types de sols rencontrés dans la région:**

La nature des sols et leur répartition est en étroite relation avec les unités géomorphologiques.

Une superficie considérable est occupée par des sols peu profonds tels :

### **4-2-1- La classe des sols minéraux bruts:**

Sols peu évolués d'érosion sur les Djebels et affleurements du substratum géologique. Cette classe est représentée par plusieurs types de sols :

- Les sols minéraux bruts d'érosion : Ils sont situés généralement sur pente assez forte où les couches superficielles sont constamment entraînés empêchant ainsi la formation du sol. Le couvert végétal est très peu significatif.
- Les sols minéraux bruts d'apport alluvial : Se localisent au niveau des lits d'oueds. Ils présentent une texture sableuse et une forte charge caillouteuse.
- Les sols minéraux bruts d'apport éolien : Sont constitués de sables plus ou moins mobiles.

### **4-2-2- La classe des sols peu évolués:**

Elle se distingue essentiellement par deux types de sols:

- Les sols peu évolués d'érosion : Sur roche mère dure (calcaire, grès) ou tendre (marnes), présentent profondeur peu importante (< 20 cm), une proportion élevée d'éléments grossiers, une forte charge caillouteuse et un faible taux de matière organique.
- Les sols peu évolués d'apport alluvial : Se répartissent particulièrement dans les chenaux et terrasses d'oueds alluvionnés. Ces sols représentent la majeure partie des terres en culture.

### **4-2-3- La classe des sols calcimagnésiques :**

Cette classe est représentée par plusieurs types de sols

- Les rendzines : Localisés essentiellement dans l'Atlas saharien, présentent en général les caractéristiques suivantes : une structure grumeleuse, un taux de matière organique supérieur à 3 0/0, un taux de calcaire total supérieur à 40 0/0 et une végétation forestière et per forestière à base de pin d'alep, genévrier, de romarin et d'alfa.
- Les sols bruns calcaires Sont également caractéristiques de la zone montagneuse et se définissent, comme les rendzines, par une structure grumeleuse, un taux de matière organique également supérieur à 3 % couvert végétal forestier à pré forestier.

- Les sols bruns calcaires à accumulation calcaire: Ces sols, localisés sur les glacis du quaternaire sont dans l'ensemble caractérisés par une profondeur peu importante (20 à 50 cm), une texture sablo-limoneuse à limono sableuse, un taux de matière organique Inférieur à 2 % et une végétation à base d'alfa, d'armoise blanche et sparte.

#### **4-2-4- La classe des sols isohumiques:**

Essentiellement des sierozems, se localisent sur glacis ou moins caillouteux du quaternaire moyen et ancien. Ces sols présentent une texture grossière, un taux de calcaire total élevé, un faible taux de matière organique (< 1 0/0) et sont occupés par une végétation psammophile à lygeum spartum, thymelea microphylla.

#### **4-3- Synthèse des facteurs édaphiques:**

A travers les zones arides, le profil calcaire varie moins en fonction des conditions bioclimatiques actuelles qu'avec l'âge des sols.

Cependant certains caractères de ces sols résultent de modifications récentes et en particulier de la steppisation. Celle-ci a provoqué une diminution globale de la matière organique, elle est d'autant plus évidente que le climat est moins aride.

La steppisation s'est également répercutée sur la structure du sol; des forêts et matorrals aux steppes, elle est moins développée, plus grossière, les agrégats sont moins arrondis et leur stabilité diminue. Ceci, additionné à l'ouverture du couvert végétal, accélère l'érosion .

Ces caractères sont-ils réversibles ? Ceux liés à la matière organique et à la structure probablement labiles. POUGET (1980) a montré que le système racinaire d'Alfa est capable de créer son sol dans les croûtes calcaires en dissolvant les carbonates inter-lamellaires par production de CO<sub>2</sub> .

## **5- Hydrogéologie et hydrologie:**

### **5-1- Hydrogéologie :**

L'hydrogéologie est mal connue. On pense cependant que la région est une zone d'importante alimentation des nappes profondes surtout au pied des massifs, et le long des oueds. Le nombre de points d'eau recensés dans la zone est de 213 puits, parmi lesquels on cite:

- MHIGUENE : eau de bonne qualité.
- Niveau piézométriques 25 m ; débit 13 l / s - CHIHA : eau de bonne qualité.
- Niveau piézométrique 30 m ; débit 16 l / s - BETAA : eau de bonne qualité.
- Niveau piézométrique 23 m ; débit 18 l / s - TOUABE : qualité un peu médiocre niveau piézométrique 27 m ; débit 15 l / s ( Source APC Djebel MESSAAD).

### **5-2- Hydrologie:**

L'homme de la steppe est particulièrement sensible aux conditions hydrographiques, dans la mesure où l'eau est une de ses préoccupations vitales. Les oueds sont pour la plupart à sec en été (de 6 à 10 mois) et parcourus par des crues violentes et abondantes, le plus souvent au début et à la fin d'hiver.

L'écoulement des eaux en surface est conditionné par plusieurs facteurs tels que la situation géographique, la topographie locale, le mode de précipitation, la répartition des précipitations au cours de l'année et l'intensité de l'évaporation.

La plupart des écoulements des surfaces aboutit à des dépressions fermées (DALAS), exemple de l'oued MESSAAD et l'oued ELONK et oued SEGUIA Ces eaux disparaissent par infiltration ou évaporation.

## **Chapitre 02**

# **LES FACTEURS BIOTIQUES**

## **CHAPITRE 02: LES FACTEURS BIOTIQUES**

### **1- Introduction:**

La notion de "sensibilité" de la végétation est intéressante à prendre en considération.

Les défrichements et l'extension de la céréaliculture provoque l'arrachage des espèces vivaces à enracinement profond, donc la diminution du couvert et de biomasse végétale.

La dégradation de la végétation est variable selon la sensibilité de la végétation concernée.

Le surpâturage provoque aussi la réduction du couvert végétal et de la biomasse des plantes vivaces, ce qui n'est pas très grave si les espèces conservent une bonne densité et gardent un bon potentiel de régénération. Mais si le pâturage continu, les meilleurs espèces pastorales finissent par disparaître.

### **2- Conditions actuelles de la steppe :**

Nombreuses études ont aboutis à un même diagnostic: c'est que la steppe va vers un sens de dégradation général du milieu physique et biotique.

- Le surpâturage
- L'appauvrissement de la flore "la réduction du couvert végétal "
- La surexploitation des nappes alfatières.
- La destruction des forêts.
- Les défrichements "extension de la céréaliculture".

### **3- La végétation naturelle :**

#### **3-1- Les principaux types de formation végétale :**

Les principaux types d'occupation du sol reflètent les conditions écologiques précises du milieu. Les principales unités de végétation ou formations végétales présentent dans la région sont les suivantes.

##### **3-1-1- Les formations forestières "les forêts" :**

Sont développées sur les montagnes à la faveur d'un climat "tempéré" par l'altitude. Il s'agit surtout de forêts de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et de chêne vert (*Quercus ilex*), ces formations sont généralement dégradées à cause de l'action anthropique (Coupe de bois, défrichement, surpâturage, incendies... etc.). Le sousbois est composé d'arbustes, d'arbrisseaux, de chamephytes et d'alfa.

### 3-1-2- Les formations de dégradation forestière "les matorrals":

Ces formations correspondent à une phase de transition dans les séries de dégradation entre les forêts de pin d'Alep et les steppes à alfa, sur le plan physiognomique on distingue :

- Les matorrals hauts : Sur bas versant et sur les hauts des glacis, arbres entre 4 et 7 mètres.

Trois types y sont représentés :

- Les matorrals hauts à *Quercus ilex* et *Juniperus oxycedrus*.
- Les matorrals hauts à *Pinus halepensis* et *Quercus ilex*.
- Les matorrals hauts à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea* et *Stipa tenacissima*.
- Les matorrals bas : Sur sommets et hauts versants, la hauteur des arbustes ne dépasse pas les 4 mètres. Deux faciès sont représentés.
  - Les matorrals bas à *Quercus ilex* et *Juniperus oxycedrus* et *Juniperus phoenicea*.
  - Les matorrals bas à *Juniperus phoenicea* et *Stipa tenacissima*.

### 3-1-3- Les formations steppiques "les steppes" :

On appellera steppe, toute formation végétale, basse, claire et dépourvue d'arbre "steppe à ligneux bas ou chamaephytes, steppes à graminées". On y distingue :

- Les steppes graminéennes:
  - A base d'alfa (*Stipa tenacissima*)
  - A base de sparte (*Lygezi spartum*)
- Les steppes à chamaephytes :
  - A base de "chili" (*Artemisia herba alfa*)
  - A base de "choubrouk" (*Noaea mucronata*)
  - A base de "zefzaf" (*Helianthemum virgatum*)
  - A base de "sarr" (*Atractylis serratuloides*)
  - A base de "dgouft" (*Artemisia campestris*)

### **3-2- Les principaux groupements végétaux :**

Le groupement végétal est "un ensemble de plantes réunies dans une même station par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines, la composition floristique en est relativement constante quand on compare entre elles ou des stations semblables". (OZENDA 1964)

Pour (LE HOUEROU, 1969) Chaque groupement végétal, unité phytosociologie de rang taxinomique Indéterminé, est une combinaison définie de groupes écologiques".

La végétation de la région étudiée peut se ramener aux grands types de groupements caractéristiques des zones steppiques sud algériennes.

#### **3-2-1- Les groupements forestiers à *Pinus halepensis* :**

Ces groupements couvrent une superficie importante sur substrat géologique du crétacé moyen calcaire et marno-calcaire, on rencontre ces groupements aux versants entre 1200 et 1600 mètres d'altitude, surtout à "Djebel Fernane, Djebel Rezoug, Djebel Grouze et Boudenzir". La hauteur de pin d'Alep peut atteindre les 15 mètres et plus quelques faciès sont individualisés :

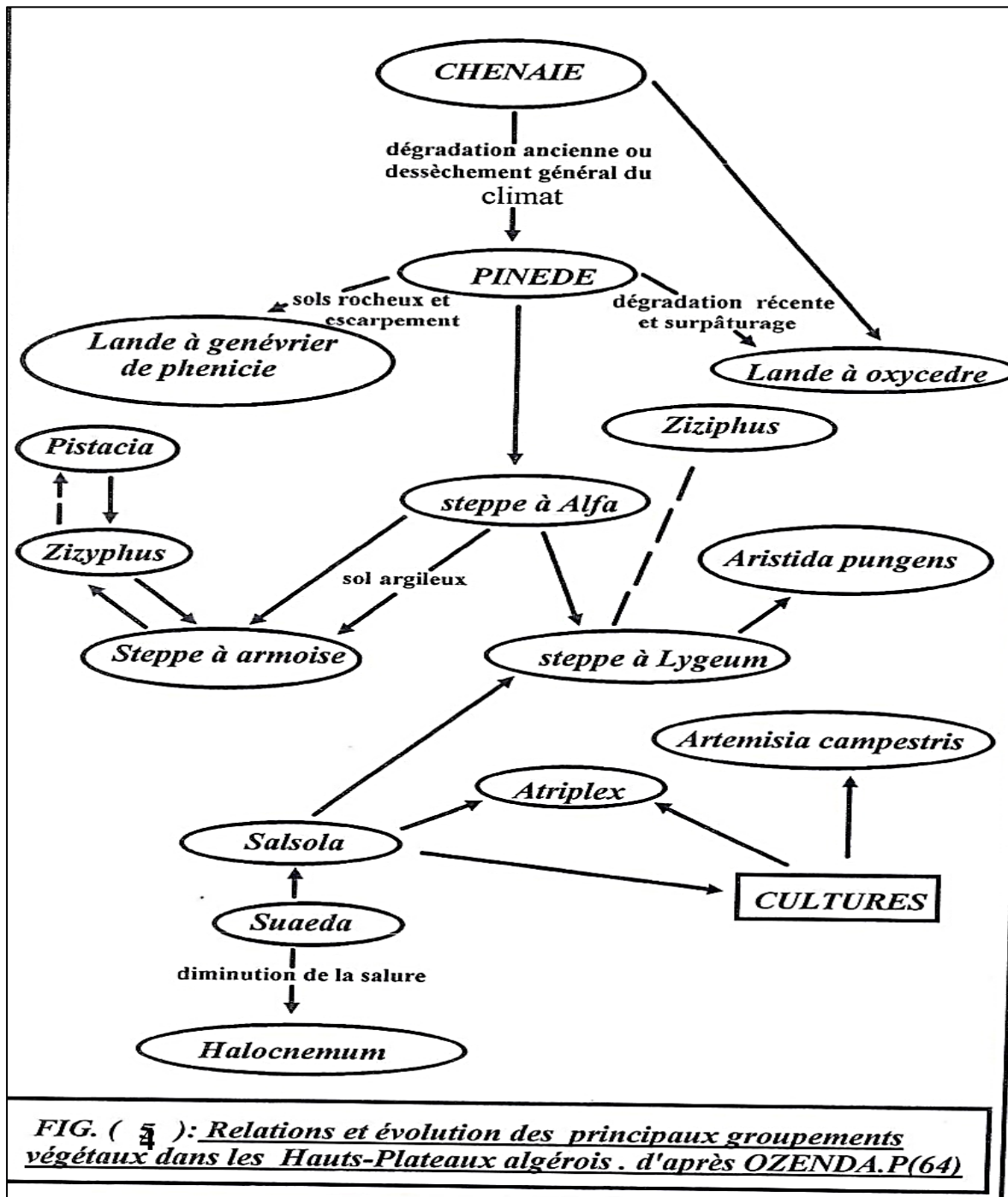
- Faciès à *Pinus halepensis* et *Quercus ilex*, *Juniperus phoenicea* et *Stipa tenacissima*: occupent une superficie importante "Forêts de Djebel Zerga, Djebel MESSAAD".
- Faciès à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea* et *Stipa tenacissima* "Djebel Tsegna, Djebel Ouzina".

#### **3-2-2- Les groupements steppiques :**

##### **A) Groupement à *Stipa tenacissima* :**

Les groupements à *Stipa tenacissima*, peu exigeants du point de vue édaphique, affectionnent les zones bien drainées car ne supportant pas les terrains facilement inondables. On les retrouve essentiellement sur les sommets et les versants des principaux reliefs (Djebel MESSAAD , Djebel Laba).

Les groupements à alfa sont, de façon traditionnelle, séparés en deux complexes floristiques distincts.



- Sub-forestier : Essentiellement localisé sur les reliefs les plus hauts, qui est marqué par la présence d'espèces reliques forestières.
- De plaine : Qui semble préférer les glacis et se caractérise par un cortège floristique amoindri surtout constitué d'annuelles typiques des zones arides et semi arides.

Les deux types cohabitent dans notre région et les différentes unités cartographiées inféodées à *Stipa tenacissima* sont les suivantes :

### **A-1- Matorral arboré à *Juniperus phoenicien* et *Stipa tenacissima* :**

Ces steppes arborées à genévrier de phénicie et oxycèdre se localisent exclusivement sur les sommets des Djebels. Ces groupements végètent entre 1200 et 1600 mètres d'altitude.

Parmi les espèces les plus caractéristiques, on peut citer : *Juniperus phoenicea*, *Juniperus oxycedrus*, pour la strate ligneuse haute, *Stipa tenacissima* pour la strate herbacée, on rencontre ces espèces à Djebel Esserdj, Djebel Tsegna, Djebel Fernane ...etc

### **A-2- Steppes à *Stipa tenacissima* et *Noaea mucronata* :**

Ces steppes mixtes, marquées par la présence de *Noaea mucronata* occupent de façon électorale les versants de Djebels et les affleurements gréseux caractérisés par une pente relativement forte.

### **A-3- Steppes à *Stipa tenacissima* :**

Il s'agit des steppes pures à alfa (nappes alfatières) où *Stipa tenacissima* domine le paysage végétal, ces groupements préfèrent les glacis bien drainés (glacis de piémont des Djebels TENIA "Laba").

### **A-4- Groupement à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba* :**

Sur les glacis du quaternaire moyen de l'aride frais. Cette steppe très riche en thérophytes appétibles se dégrade très vite sous l'effet du pâturage, qui sera précédé par *Noaea mucronata* non appétée (ex:Chiha et Guirara...etc).

## **B) Les groupements à chamaephytes :**

### **B-1- Groupements à *Artemisia herba alba* :**

L'armoise blanche préfère des sols meubles, sableux et limoneux et les endroits humides où elle est constituée d'excellents parcours.

### **B-2- Groupements à *Noaea mucronata* :**

Se développant sur les glacis d'érosion ou des sols peu profonds à texture limono-sableuse et à croûte calcaire peu profonde.

*Noaea mucronata* s'étend avec d'autres espèces en formant les faciès suivants :

- Faciès à *Noaea mucronata* avec *Stipa tenacissima*.
- Faciès à *Noaea mucronata* avec *Artemisia herba alba*.

### 3-2-3- Les étages de végétation de la zone d'étude:

| P et m             | Altitude      | Etage bioclimatique                         | Etage de végétation  |                           |
|--------------------|---------------|---|--|---------------------------|
| P>560mm -<br>3>m>0 | 1500-<br>1700 | <i>Sub-humide</i>                           | * Forêts dense à pin<br>d'Alep et Jenevrier de<br>hoenicie   | <i>Supramediterranéen</i> |
| 300>P>560<br>0>m>3 | 1100-<br>1500 | <i>Semi-aride</i>                           | Forêts claire à Pin<br>d'Alep et Jenevrier de<br>phoenicie et Alfa   | <i>Mésomediterranéen</i>  |
| 300>P>560<br>0>m>3 | 900-<br>1100  | <i>Semi-aride à<br/>aride<br/>supérieur</i> | * Matouals à<br>genevrier.ph<br>* Steppe à Alfa et<br>Armoise.   | <i>Mésomediterranéen</i>  |
| 300>P>560<br>0>m>3 |               | <i>Semi-aride à<br/>aride<br/>supérieur</i> | * Steppes dégradée à<br>Alfa<br><i>Noaea mucronata,</i><br><i>Atractylis senatuloides</i><br><i>et Helianthemum</i><br><i>virgatum</i> | <i>Mésomediterranéen</i>  |

**Tableau 01 : Les étages de végétation de la zone d'étude**

#### 4- Les facteurs anthropiques :

L'accroissement démographique, Introduction de la culture mécanisée, surpâturage, irradiation des ligneux, de tous ces facteurs en résultent une dégradation intense des milieux (biotique et physique). Cette dégradation se traduit par une disparition des espèces vivaces, de plus l'érosion hydrique et éolienne trouvera un matériau de choix et le sol est ainsi peu à peu décapé.

##### 4-1- Extension de la céréaliculture :

La céréaliculture, comme toute activité humaine, répond à une double nécessité économique mais aussi sociale. Les céréales sont semées et récoltées pour assurer le besoin alimentaire du ménage. Elles constituent sa production "de survie" surtout si celui-ci n'a pas d'autres moyens de production et d'autres sources de revenu.

La céréaliculture occupe dans l'aire de pertinence environ 1 100 000 ha, cette superficie est importante en tenant compte de la superficie totale de la steppe; mais avec un rendement annuel voisin de 3,9 à 5 qx / ha.

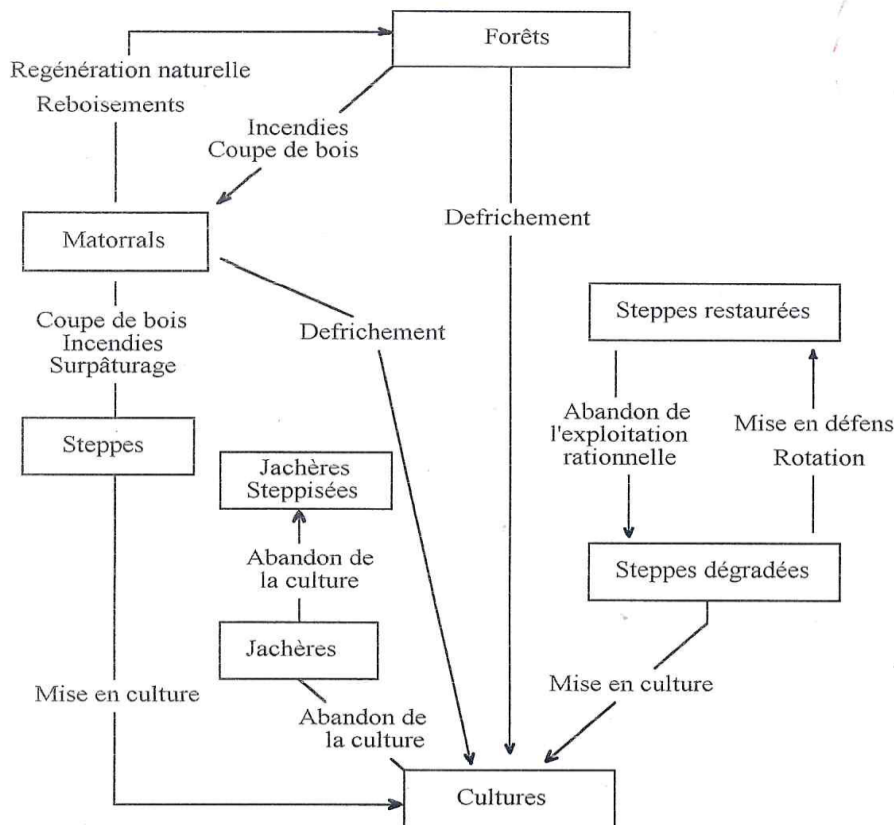
#### **4-2- Dégradation et surexploitation des parcours :**

La présence de l'homme et de l'animal sur le sol steppique et les exigences accrues de ces derniers entraînent des dégradations qui viennent compléter et aggraver le déséquilibre pédologique et biologique.

Les causes biologiques sont très diverses :

- Les incendies : Le sol brûlé et asséché devient la proie des agents climatiques.
- Le défrichement : Le sol n'est plus retenu et connaît une désagrégation rapide.
- Le piétinement et l'abroustissement : Le piétinement par bétail entraîne le tassement du sol et favorise le ruissellement des eaux. L'abroustissement (broutage des jeunes pousses) produit les mêmes effets que le défrichement.
- Les façons culturales:
  - Le passage de la charrue diminue la compactité des sols.
  - L'éradication entraîne la perte d'hygroscopicité due à l'arbuste.

En fait dans le domaine steppique l'homme et l'animal sont les deux facteurs principaux du déclenchement du processus d'érosion.



**Figure 05 : Evolution des paysages végétaux en zone aride algérienne (D'après CLAUDIN et al. , 1975)**

#### 4-3- Données sur le cheptel :

L'effectif du cheptel ovin à l'intérieur des limites fixées à la steppe par le code pastoral vit un troupeau de 12 millions de têtes, alors que l'effectif du cheptel ovin dans la région de Djebel MESSAAD est de 34000 têtes soit 0,28 % du nombre des têtes ovines dans la steppe, en plus il y a environ 7000 têtes caprins.

La superficie de la commune est de 684 Km<sup>2</sup> et la superficie de la forêt est de 24000 ha soit 35 % de la superficie de la commune.

Si on prend seulement la superficie de la forêt, on constate que la fréquence du cheptel est acceptable parce que : on a environ deux bêtes dans un hectare, c'est à dire qu'il y a un équilibre entre la productivité des parcours de la zone étudiée et le nombre de têtes du cheptel, si on adopte une bonne gestion.

## 5- Conclusion sur l'étude de la végétation:

Dans le cadre des recherches poursuivies sur l'écologie et les potentialités de la steppe dans les hauts plateaux, les principales formations végétales (au sens de IONESCO et SAUVAGE , 1962) susceptibles d'être rencontrées dans la région appartiennent à trois grands types :

- La forêt : Caractérisée par une végétation ligneuse dense à base de *Pinus halepensis*, *Quercus ilex* et *Juniperus phoenicea*.
- Le matorral : Caractérisé par une végétation d'origine forestière ne subsistant qu'aux altitudes dépassant les 1000m.
- La steppe : Qui peut être graminéenne (à *Stipa tenacissima*, *Stipa parviflora*) ou chamaephytes (à *Artemisia herba alba*, à *Artemisia compestris*).

A ces trois types, viennent s'ajouter les "Jachères", la plupart du temps situées dans les dépressions, les chenaux d'oueds alluvionnés.

L'équilibre écologique de la zone située dans la région steppique est compromis sous l'action conjuguée des facteurs anthropiques (surpâturage, défrichement pour mise en culture) et des aléas climatiques (hauteur et irrégularité de la pluviosité).

En effet, ces causes ont entraîné des conséquences très néfastes sur cet écosystème fragile.

# **PARTIE II**

## **Changement climatique**

# **Chapitre 01**

## **METHODOLOGIE**

## **CHAPITRE 01: METHODOLOGIE**

### **A- Outil utilise de travail :**

Pour représenter les cartes de la température et des précipitations de la région de Djebel MESSAAD en nous basant sur les données du site NASA Power Viewer.

#### **NASA Power:**

Le site fournit des données spatiales gratuites et détaillées sur le climat de tous types sur différentes années. Le site fournit des données annuelles, mensuelles et saisonnières de manière quotidienne sur toute l'année.

#### **NASA Power Viewer:**

Une application de cartographie web réactive qui offre des outils de segmentation des données, des graphiques et des images dans une interface facile à utiliser.

#### **Sélection:**

Nous avons sélectionné plusieurs points représentant les municipalités situées dans la région, à savoir : Ain El Melh, Ben Srour, Boudaif, Al-Alig, Al-Hamel, wltam, Sidi Mhamed, Slim, Tamssa et un ensemble de stations à l'intérieur de la commune, à savoir: Abissia, Boudenzir, Ghouibat, Grouz, Masmoudi, Saghia, Tbagha. Zerga.

- Accéder au site via Google.
- Sélectionner le type de données (mensuelles et annuelles).
- Sélectionner le point d'étude.
- Choisir la période de temps (de 1991 à 2001).
- Sélectionner le type de fichier CSV.
- Sélectionner le type de données (température ou précipitations).
- Puis soumettre et télécharger le fichier.

Ensuite, nous passons à l'étape 2 en:

- Allant dans les téléchargements et en ouvrant le fichier téléchargé sous forme de fichier Excel qui contient la localisation, les coordonnées géographiques et le tableau des données.
- Calculant la moyenne des précipitations ou de la température.
- Ouvrant un nouveau fichier Excel, nous créons un tableau au nom du point étudié (x, y, et la moyenne des précipitations ou de la température).
- La troisième étape consiste à accéder au système ArcGIS puis à ArcMap.

## Définition Arcgis:

ARCGIS reste incontestablement, le logiciel référence en matière de cartographie. En effet ‘celui-ci permet de travailler aisément, d’effectuer diverses opérations, l’accès à des données externes de divers formats. Il propose une large panoplie de fonctionnalités permettant à l’utilisateur de visualiser, d’éditer et même de comparer des données de cartographie.

Nous avons suivi les étapes suivantes:

- > Cliquez avec la souris sur ArcMap.
- > Ensuite, choisissez "File."
- > Une liste apparaît, sélectionnez "ADD data" puis "ADD xy Data."
- > Sélectionnez le fichier x et y, puis "coordinate."
- > Choisissez (l'année) WGS.
- > Puis OK.
- > Un ensemble de points apparaît, ce sont les points étudiés.
- > Allez dans "layers."
- > Sélectionnez la première couche, puis "Data" puis "Export Data."
- > Définissez l'emplacement de sauvegarde et nommez le fichier, puis OK.
- > Allez dans la fenêtre "ArcToolbox."
- > Choisissez "Spatial Analyst tools" puis "Interpolation."
- > Définissez le type de méthode appropriée IDW.
- > Choisissez le type de données, l'emplacement de sauvegarde et nommez le fichier, puis OK.
- > Une carte représentant les données dans une zone étudiée par la méthode IDW apparaît.
- > Cliquez sur la couche 2, une liste "Layers properties" apparaît, définissez le nombre de classes et les pourcentages, puis OK.

Pour sélectionner la commune à étudier uniquement:

- > Cliquez sur la fenêtre "Arctoolbox", puis choisissez "Reclass" puis "Reclassify."
- > Définissez le nombre de classes et les pourcentages, puis OK.
- > Une liste "Output Raster" apparaît.
- > Nommez le fichier, puis "Save."
- > Cliquez sur la fenêtre "catalog" et sélectionnez le fichier de la commune étudiée.
- > Allez dans la fenêtre "Arctoolbox", choisissez "Data Management tools" puis "Raster" puis "Raster processing."
- > Choisissez "clip."
- > Cliquez sur la couche 3 dans "Layers" et choisissez "Remove."
- > Cliquez sur la fenêtre "Arctoolbox" et choisissez "Clip."

- › Définissez le type de données et le nom du fichier, puis cliquez sur la case du fichier en bas de la liste "c", une liste "Output Raster Dataset" apparaît.
- › Nommez le nouveau fichier, puis "Save" et ensuite OK.

#### **B- La sortie sur le terrain:**

Pour étudier l'impact du changement climatique sur la végétation, un ensemble de stations déjà étudiées a été sélectionné, ce qui permet de comparer les données anciennes et actuelles afin de déterminer les changements et les résultats dus aux variations climatiques.

#### **Moyens utilisés:**

Un système de positionnement global (GPS) pour déterminer les coordonnées précises du site d'étude, accompagné du directeur de la région forestière de Djebel MESSAAD à bord d'une voiture privée.

Un appareil photo pour capturer des images documentant l'état actuel des plantes.

**Chapitre 02**  
**RESULTATS ET**  
**DISCUSSIONS**

## CHAPITRE 02: RESULTATS ET DISCUSSIONS

### Changement climatique:

Les changements climatiques désignent une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité persistant pendant de longues périodes (généralement, pendant des décennies ou plus). Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, ou à des changements anthropiques persistants de la composition de l'atmosphère ou de l'affectation des terres (GIEC, 2007).

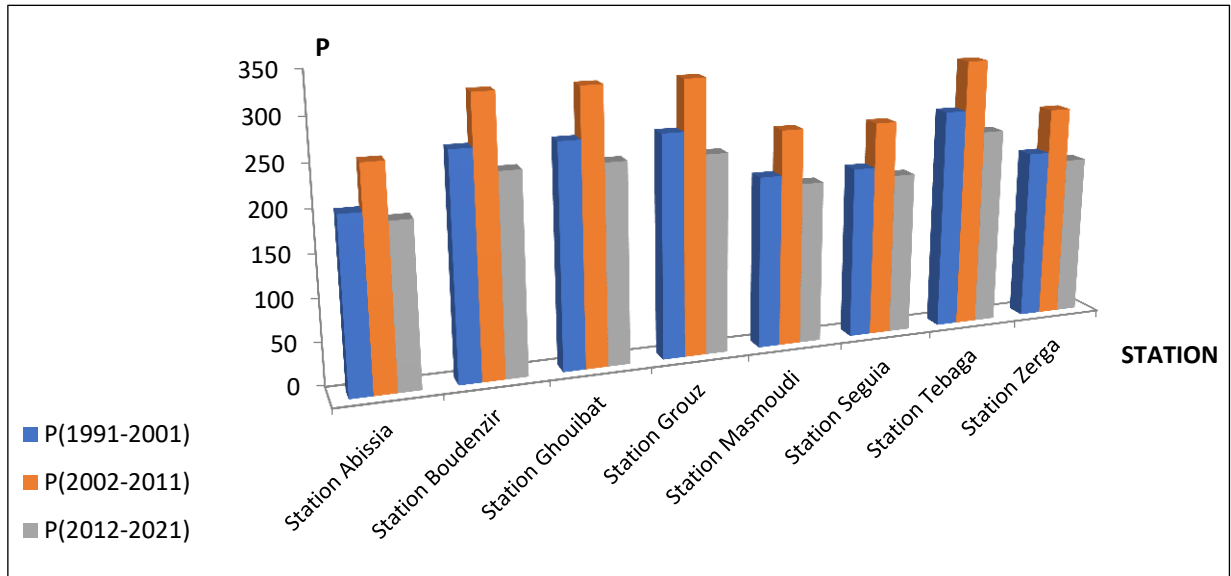
La CCNUCC « Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques », à définit le changement climatique comme étant des « changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ». Elle fait ainsi une distinction entre les « changements climatiques » qui peuvent être attribués aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère, et la « variabilité climatique » due à des causes naturelles.

### Données climatique:

Le tableau 02 représentant le taux de précipitation pour la commune de djebel MESSAAD de 1991 à 2021

| Station           | P(1991-2001) | P(2002-2011) | P(2012-2021) |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|
| Station Abissia   | 204.61       | 257.34       | 192.68       |
| Station Boudenzir | 264.19       | 323.62       | 236.65       |
| Station Ghouibat  | 264.19       | 323.26       | 236.65       |
| Station Grouz     | 264.19       | 323.62       | 236.65       |
| Station Masmoudi  | 204.61       | 257.34       | 192.68       |
| Station Seguia    | 204.61       | 257.34       | 192.68       |
| Station Tebaga    | 264.19       | 323.26       | 236.65       |
| Station Zerga     | 204.61       | 257.34       | 192.68       |

**Tableau 02 : le taux de précipitation pour la commune de djebel MESSAAD de 1991 à 2021.(ATALLAOUI H. &BELATRECHE D. 2024)**



**Figure 06 : Présentation graphique du précipitations : 1991- 2021.**

Les graphiques à barres montrent les variations des précipitations sur trois périodes dans plusieurs stations:

- 1) **Période (1991-2001):** Le taux de précipitations dans les stations de Boudenzir, Ghouibat, Grouz et Tebaga était de 236,65 mm. Dans les stations d'Abissia, Masmoudi, Sagia et Zarga, il était de 192,68 mm. Pendant cette période, les précipitations étaient relativement faibles, ce qui pourrait indiquer des conditions climatiques plus sèches.
- 2) **Période (2002-2011):** Le taux de précipitations dans les stations de Boudenzir et Grouz était de 323,62 mm. Dans les stations de Ghouibat et Tebaka, il était de 323,25 mm. Dans les stations de Sagia et Zarga, il était de 257,34 mm. Cette augmentation indique un changement climatique temporaire ou des cycles climatiques naturels ayant entraîné une hausse des précipitations pendant cette période.
- 3) **Période (2012-2021):** Le taux de précipitations dans les stations de Boudenzir, Ghouibat, Grouz et Tebaka était de 236,65 mm. Dans les stations d'Abissia, Masmoudi, Sagia et Zarga, il était de 192,68 mm. La baisse des précipitations durant cette période reflète peut-être un retour à des conditions climatiques plus sèches ou des fluctuations climatiques naturelles.

Carte de précipitation:

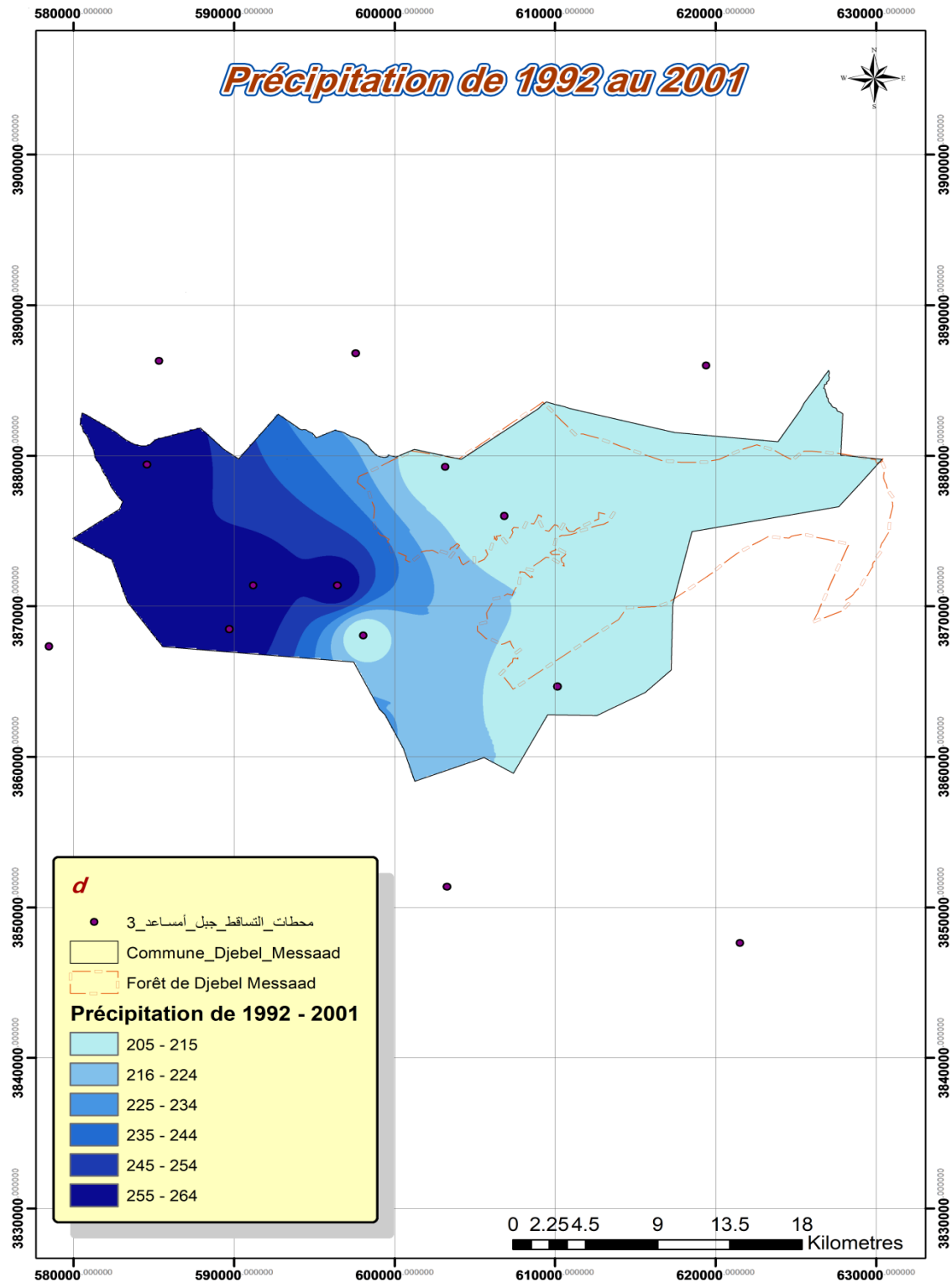
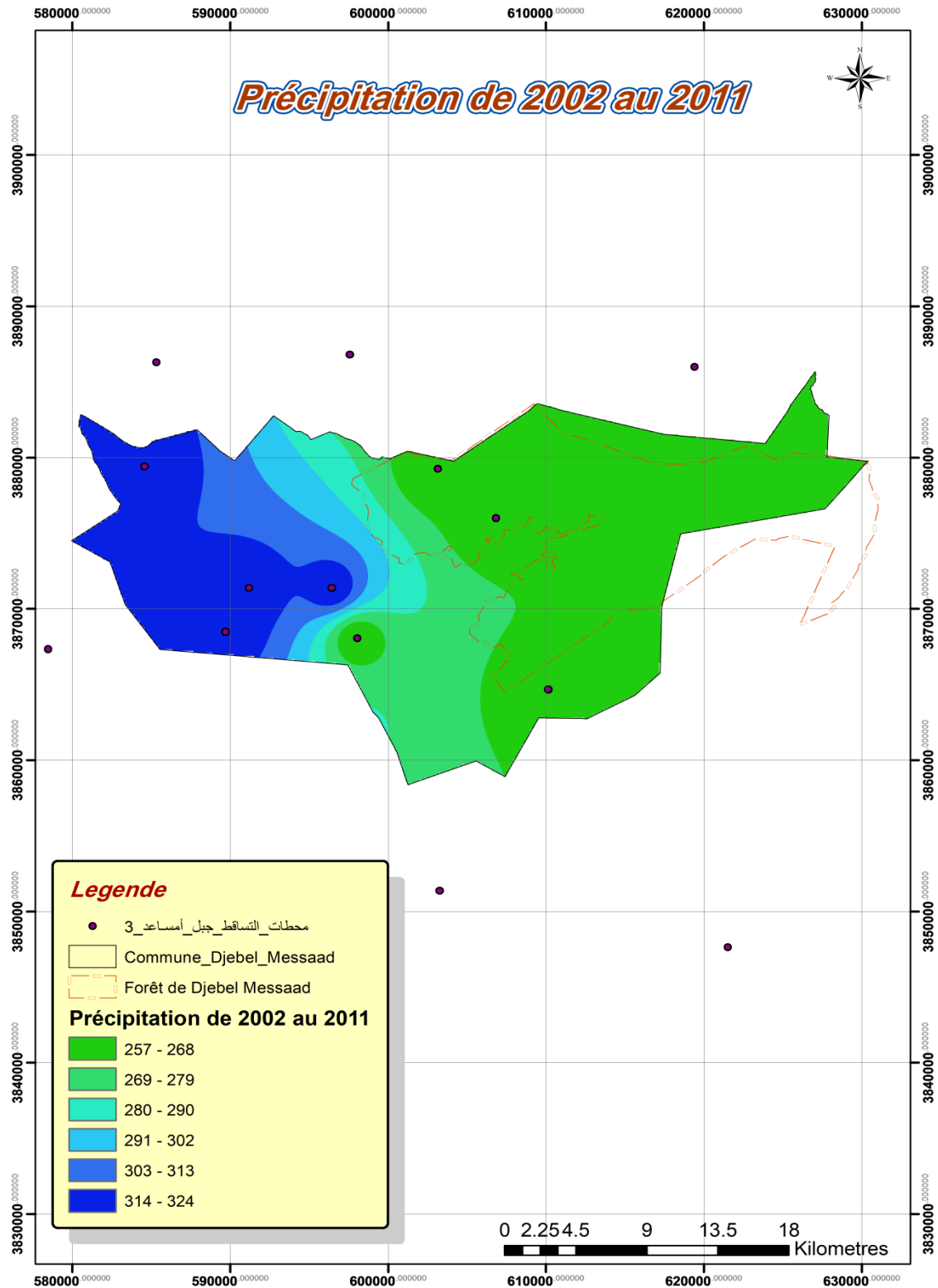
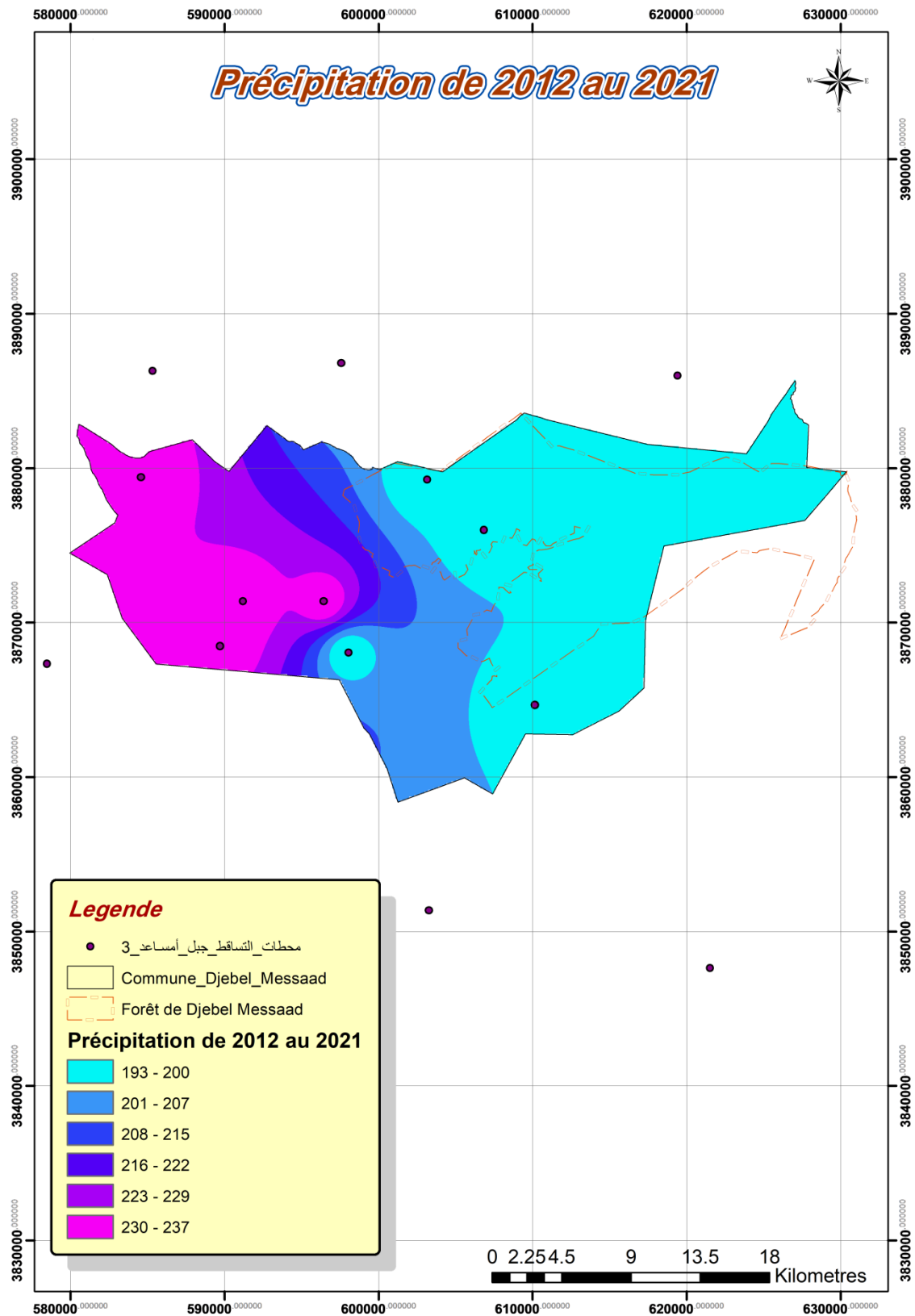


Figure 07 : précipitation de 1992 au 2001. (ATALLAOUI H. & BELATRECHE D. 2024)



**Figure 08 : précipitation de 2002 au 2011. (ATALLAOUI H.& BELATRECHE D. 2024)**



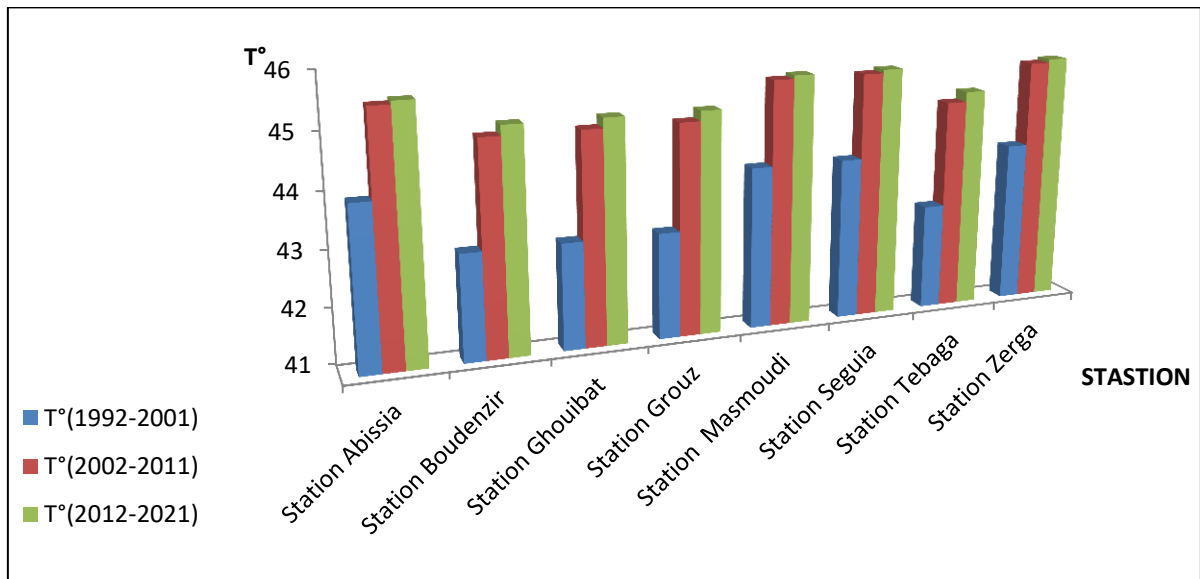
**Figure 09 : précipitation de 2012 au 2021. (ATALLAOUI H.& BELATRECHE D. 2024)**

Les cartes indiquent également une faible précipitation dans la plupart de la couverture forestière du Djebel MESSAAD. Ces changements reflètent les effets du changement climatique sur l'écosystème, où l'augmentation des températures et la diminution des précipitations conduisent à la sécheresse et à la dégradation de la végétation, ce que nous observons actuellement.

Le tableau 03 représentant température moyenne pour la commune de Djebel MESSAAD de 1991 à 2021

| Station           | T°(1992-2001) | T°(2002-2011) | T°(2012-2021) |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Station Abissia   | 43.95         | 45.49         | 45.55         |
| Station Boudenzir | 42.93         | 44.86         | 45.04         |
| Station Ghouibat  | 42.93         | 44.86         | 45.04         |
| Station Grouz     | 42.93         | 44.86         | 45.04         |
| Station Masmoudi  | 43.95         | 45.49         | 45.55         |
| Station Seguia    | 43.95         | 45.49         | 45.55         |
| Station Tebaga    | 42.93         | 44.86         | 45.04         |
| Station Zerga     | 43.95         | 45.49         | 45.55         |

**Tableau 03 : La température moyenne pour la commune de djebel MESSAAD de 1991 à 2021.(ATALLAOUI H. &BELATRECHE D. 2024)**



**Figure 10 : Présentation graphique du température : 1992- 2021.**

Les graphiques à barres : montrent les variations de température sur trois périodes dans plusieurs stations:

- 1) **Période (1992-2001):** On remarque durant cette période que les températures étaient relativement basses dans toutes les stations : elles étaient de 43,95°C dans les stations d'Abissia, Masmoudi , Sagia, et Zarga. Elles étaient de 42,93°C dans les stations de Boudenzir, Ghouibat, Grouz, et Tebaka.
- 2) **Période (2002-2011):** Durant cette période, les températures ont connu une hausse importante dans toutes les stations : les stations d'Abissia, Masmoudi, Sagia, et Zarga ont enregistré une température d'environ 45,49°C. Les stations de Ghouibat, Boudenzir, Grouz, et Tebaka ont enregistré une température légèrement plus élevée de 44,86°C.
- 3) **Période (2012-2021):** Les températures ont continué d'augmenter durant cette période : Les stations d'Abissia, Masmoudi, Sagia, et Zarga ont enregistré une température d'environ 45,55°C. Les stations de Boudenzir, Ghouibat, Grouz, et Tebaka ont enregistré une température d'environ 45,04°C.

L'analyse scientifique montre une tendance à la hausse des températures dans toutes les stations au cours des différentes périodes, indiquant des changements climatiques évidents. Cette tendance à la hausse peut être due à divers facteurs, y compris les changements climatiques mondiaux et leurs impacts locaux.

## Carte de température:

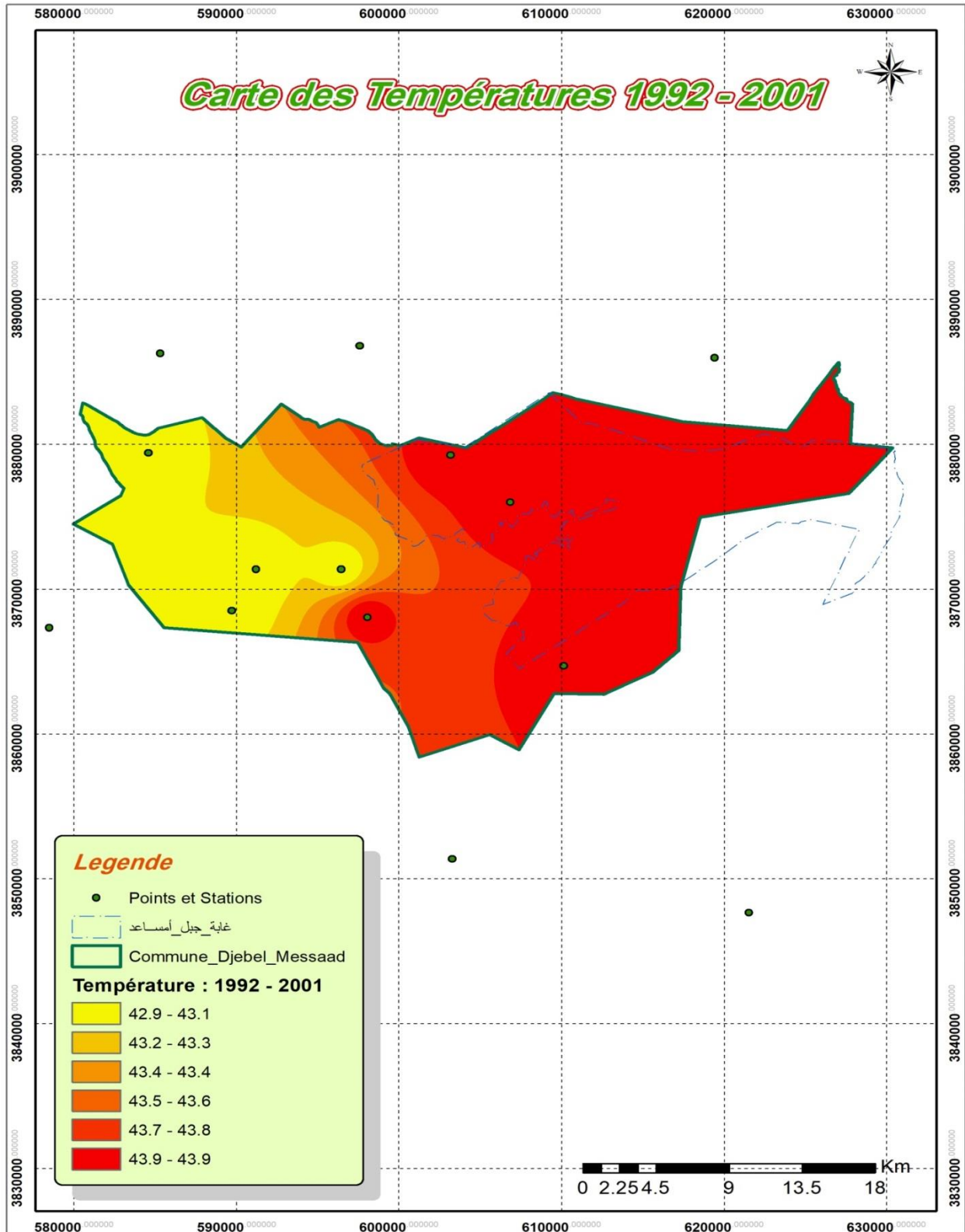
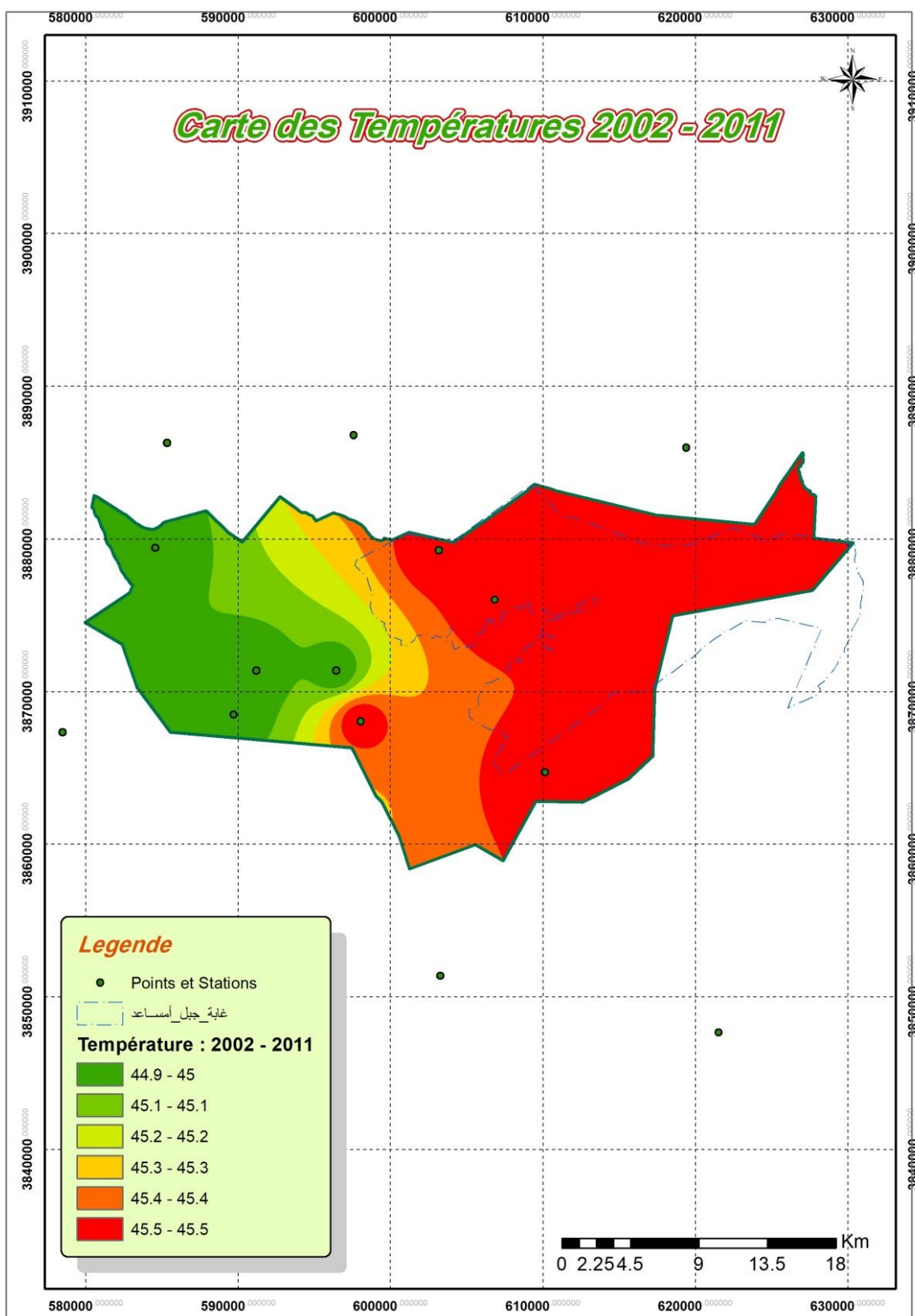
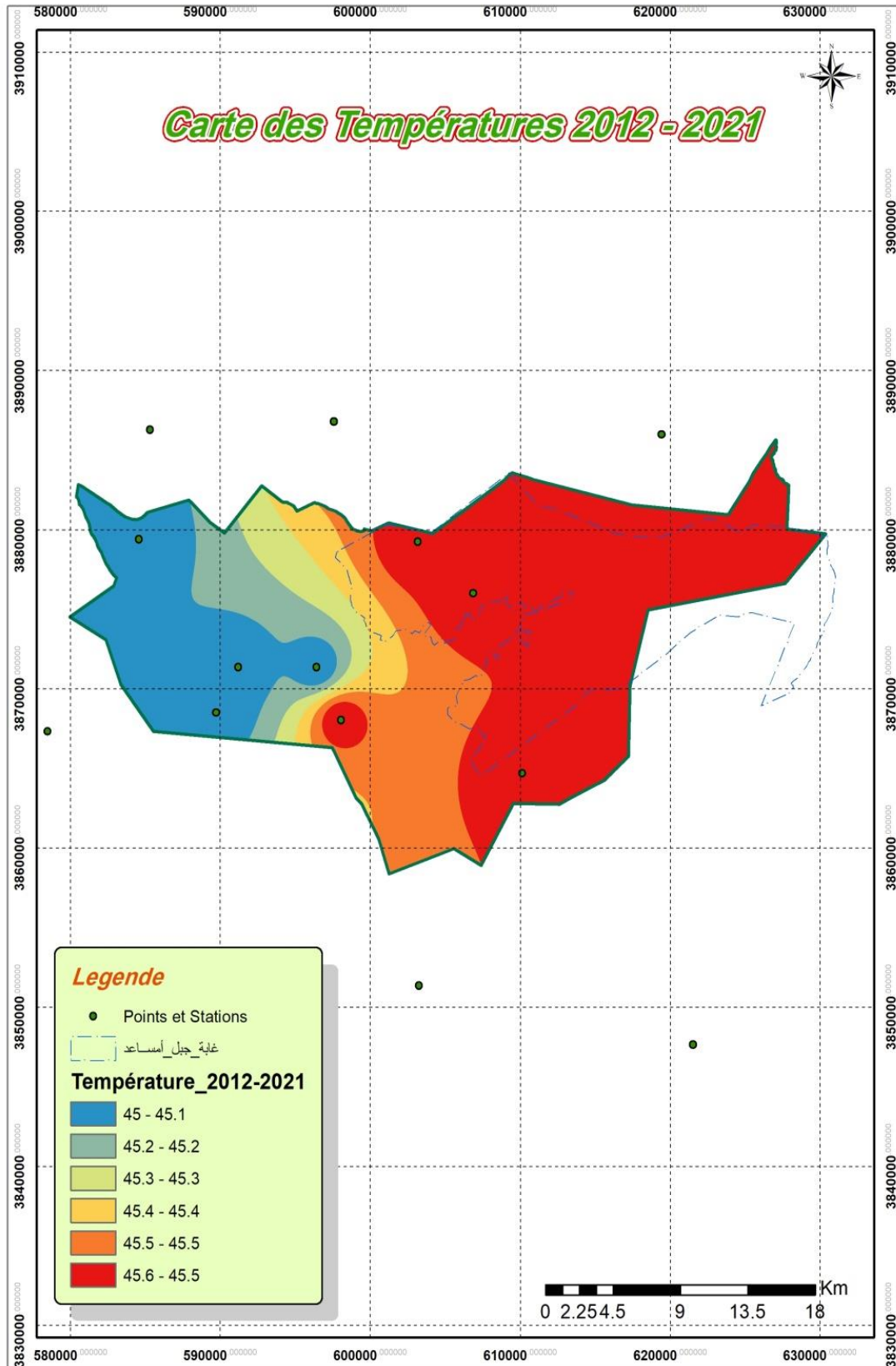


Figure 11 : Carte de température de 1992 au 2001. (ATALLAOUI H. &BELATRECHE D. 2024)



**Figure 12 : Carte de température de 2002 au 2011. (ATALLAOUI H. &BELATRECHE D. 2024)**








**Figure 13 : Carte de température de 2012 au 2021. (ATALLAOUI H. &BELATRECHE D. 2024)**

Les cartes montrent une augmentation des températures dans la région orientale, correspondant à la couverture forestière du Djebel MESSAAD. En revanche, on observe une diminution des températures dans la partie occidentale de la région.






**Station d'étude:**

La station ABISIA, située à une altitude de 1000 mètres, se trouve dans les contreforts du Djebel ABISIA. Son environnement géographique est caractérisé par des steppes à alfa légèrement dégradées, avec une végétation dominée par le groupement de *stipa tenacissima* et d'*Artemisia herba alba*. Le sol, de type brun calcaire, joue un rôle crucial dans la dynamique écologique de cette région.

| NOM SCIENTIFIQUE            | NOM VERNACULAIRE | ESPECES   |
|-----------------------------|------------------|---|
| <i>Stipa tenacissima</i>    | HALFA            |    |
| <i>Artemisia herba alba</i> | CHIH             |   |
| <i>Thymus hirtus</i>        | DJERTIL          |  |
| <i>Peganum harmala</i>      | HARMAL           |  |
| <i>Artemisia campestris</i> | DGOUFT           |  |



(Origine 2024)

La station de BouDenzir, située sur les contreforts du Djebel BouDenzir à une altitude de 1060 mètres, présente un matorral dégradé caractérisé par la présence dominante de *Pinus halepensis*, *Juniperus phoenicea* et *Stipa tenacissima*. Le sol brun calcaire qui prédomine dans cette région contribue à façonner cet écosystème particulier. L'étude de cette zone revêt une importance scientifique, car elle offre un exemple de l'interaction complexe entre la géologie, la topographie et la végétation, et permet de mieux comprendre les processus écologiques dans les régions montagneuses méditerranéennes.

| NOM SCIENTIFIQUE             | NOM VERNACULAIRE | ESPECES   |
|------------------------------|------------------|---|
| <i>Pinus halepensis</i>      | SANAUBAR         |    |
| <i>Juniperus phoenicea</i>   | ARARE            |   |
| <i>Stipa tenacissima</i>     | HALFA            |  |
| <i>Asparagus officinalis</i> | SEKOUM           |  |
| <i>Launaea lanifera</i>      | CHDIDA           |  |




(Origine 2024)

La station de Kouibate, située à une altitude de 1150 mètres, représente une zone géographique significative caractérisée par des steppes à alfa bien développées. Cette station est localisée dans la région de Seugia, abritant un groupement de *Stipa tenacissima*. Les sols y sont de type rendzine, une terre calcaire riche en matière organique, ce qui favorise la croissance des plantes locales et renforce la biodiversité de cet écosystème.

| NOM SCIENTIFIQUE           | NOM VERNACULAIRE | ESPECES   |
|----------------------------|------------------|---|
| <i>Juniperus phoenicea</i> | ARARE            |  |
| <i>Stipa tenacissima</i>   | HALFA            |  |




**(Origine 2024)**

La station de GROUZE est située dans une région montagneuse à une altitude de 1010 mètres. Elle est caractérisée par un thème géographique de steppes dégradées dominées par *Noaea mucronata*. La végétation de cette zone comprend principalement des groupements de *Noaea mucronata*, *Helianthemum virgatum* et *Stipa tenacissima*. Le sol de cette région est de type rendzine, un sol superficiel et riche en matière organique, généralement formé sur des roches calcaires. Ces conditions font de la station de GROUZE un environnement difficile pour la croissance de nombreuses plantes, à l'exception de celles qui sont résistantes à la sécheresse et aux conditions de dégradation environnementale.

| NOM SCIENTIFIQUE         | NOM VERNACULAIRE | ESPECES  |
|--------------------------|------------------|--|
| <i>Stipa tenacissima</i> | HALFA            |   |
| <i>Noea mucronata</i>    | CHEBROUK         |   |
| <i>Silybum marianum</i>  | CHOUK            |  |




**(Origine 2024)**



La station de Seuguia est située à une altitude de 1160 mètres au-dessus du niveau de la mer. Elle se caractérise par son thème géographique de steppes dégradées à alfa et chaméphytes. Cette zone se trouve dans un groupement de plantes comprenant *Stipa tenacissima*, *Noea mucronata* et *Helianthemum virgatum*. Le sol y est brun calcaire, indiquant une fertilité moyenne et une bonne aptitude à la croissance des plantes mentionnées, adaptées aux conditions arides et aux sols riches en calcium. Ces plantes jouent un rôle crucial dans l'écosystème local en stabilisant le sol et en prévenant son érosion, tout en offrant des habitats naturels à une faune diversifiée.



| NOM SCIENTIFIQUE           | NOM VERNACULAIRE | ESPECES  |
|----------------------------|------------------|--|
| <i>Juniperus phoenicea</i> | ARARE            |   |
| <i>Noea mucronata</i>      | CHEBROUK         |   |
| <i>Silybum marianum</i>    | CHOUK            |  |

(Origine 2024)

Station ZERGA est un site géographique important situé à une altitude de 930 mètres. La région se distingue par ses paysages de matorral arboré, avec une concentration particulière de *Juniperus phoenicien* et de *stipa tenacissima*. La zone se trouve au pied du versant du Djebel TSGNA à ZERGA et présente des sols rendzine.

| NOM SCIENTIFIQUE           | NOM VERNACULAIRE | ESPECES   |
|----------------------------|------------------|---|
| <i>Pinus halepensis</i>    | SANAUBAR         |  |
| <i>Juniperus phoenicea</i> | ARARE            |  |
| <i>Pistacea lentiscus</i>  | DAROU            |  |

|                                |           |   |
|--------------------------------|-----------|---|
| <i>Stipa tenacissima</i>       | HALFA     |    |
| <i>Globularia allypum</i>      | TASSELGA  |    |
| <i>Rosmarinus officinalis</i>  | KLIL      |    |
| <i>Quercus ilex</i>            | BALOUT    |    |
| <i>Juniperu oxycedrus</i>      | TAGA      |  |
| <i>Salvia verbenaca</i>        | ZARGTOUNE |  |
| <i>thymus hircus</i>           | DJERTIL   |  |
| <i>Ampelaesma mauritanicum</i> | DISS      |  |

|                               |               |   |
|-------------------------------|---------------|---|
| <i>Bromus rubens</i>          | HAMRA         |  |
| <i>Zygophyllum fontanessi</i> | FTAT ELHADJER |  |

(Origine 2024)

### ANALYSE COMPARATIVE:

En comparant les études anciennes et récentes, nous avons remarqué que les plantes présentes autrefois conservaient leur forme et leur couleur naturelles, tandis que les plantes actuelles ont perdu ces caractéristiques, leur couleur étant devenue pâle et certaines espèces comme le pin, le lentisque, et le genévrier se sont desséchées, souffrant de maladies et de la prolifération de certains insectes comme le scolyte qui attaque les pins et se multiplie en raison de la prolongation des périodes de sécheresse, ce qui a entraîné la destruction de certains arbres.

Les incendies ont également contribué à la destruction de vastes étendues de forêt et à la réduction du couvert végétal. De plus, la dégradation de l'apparence de certaines plantes, comme l'alfa, a été observée en raison de la sécheresse et du surpâturage résultant du manque de pâturages à cause de la sécheresse .

Ces conditions ont conduit certaines plantes à migrer vers les profondeurs de la forêt à la recherche de conditions environnementales plus favorables pour vivre.

Tout cela confirme que les changements climatiques influe négativement sur le Couvert végétal de la forêt de Djebel MESSAAD.

# **PARTIE III**

## **Ecotourisme**

**Chapitre 01**  
**Impactes du changement  
climatique sur la forêt récréative  
de Djebel MESSAAD**

## **CHAPITRE 01: Impactes du changement climatique sur la forêt récréative de Djebel MESSAAD**

### **Définition d'Écotourisme:**

La Société Internationale d'Écotourisme a défini l'écotourisme comme un voyage responsable dans des zones naturelles qui préserve l'environnement et améliore le bien-être des populations locales (Société Internationale d'Écotourisme). La Commission Européenne du Tourisme a adopté ce point de vue, ainsi que la définition donnée par l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature en 1996, qui décrit cette forme de tourisme comme une visite dans des zones naturelles relativement préservées ayant un faible impact négatif sur les visiteurs et favorisant la participation socio-économique bénéfique des populations locales, tout en soulignant la nécessité de distinguer entre les concepts d'écotourisme et de tourisme durable.

La définition adoptée par l'Association du Tourisme Écologique Roumain est basée sur les définitions et principes de l'écotourisme acceptés par la communauté internationale, et stipule que l'écotourisme est une forme de tourisme où la principale motivation du touriste est l'observation et l'appréciation de la nature et des traditions locales dans des zones naturelles ; ce type de tourisme doit remplir les conditions suivantes : contribuer à la conservation et à la protection de la nature ; soutenir le bien-être des populations locales, en mettant l'accent sur la propriété locale et les opportunités commerciales pour les populations locales (en particulier dans les zones rurales) ; il doit également avoir une composante éducative qui développe la sensibilisation à la conservation de la nature, tant pour les touristes que pour les communautés locales, et avoir le plus faible impact négatif possible sur l'environnement et sur le composant socio-culturel.

### **Forêt de loisirs et de détente de la commune de Djebel MESSAAD:**

La forêt de loisirs et de détente se trouve à Djebel MESSAAD, sur la route nationale n°89 reliant Hamil et Aïn El Melh, et sur la route menant au centre-ville de Djebel MESSAAD. Sa superficie est de 23 hectares, 64 ares et 04centiares.

Elle est bordée par:

Au nord : la forêt domaniale

Au sud : la forêt domaniale

À l'est : la route départementale n°89

À l'ouest : la forêt domaniale.



**Figure 14 : Une image montrant l'emplacement de la forêt récréative.  
(BAALI, 2017)**

#### **Description de la forêt récréative:**

Lors de notre sortie sur le terrain dans la forêt récréative, nous avons constaté qu'elle se divise en trois zones principales:

Zone de détente et de promenade.

Zone de jeux et de loisirs.

Zone de divertissement et de sport .

### 1) Zone de détente et de promenade:

Cette zone se trouve dans la partie nord et se caractérise par une densité moyenne d'arbres, idéale pour la détente et les promenades. Elle comprend:

- Des tables forestières en bois.
- Des chaises.
- Des tonnelles.
- Un kiosque de services.
- Des aires de jeux pour enfants.
- Un café proposant des collations.
- Des poubelles.
- Des sanitaires séparés pour hommes et femmes.
- Une salle de prière.
- Un restaurant spécialisé dans la cuisine traditionnelle.



**FIGURE 15 : Zone de confort et de promenade (BAALI, 2017)**



**FIGURE 16 :Aires de jeux pour enfants au niveau de station d'étude  
(Origine 2024)**



**FIGURE 17 :Locale des poubelles au niveau de station d'étude  
(Origine 2024)**



**FIGURE 18: Restaurant traditionnel au niveau de station d'étude  
(Origine 2024)**



**FIGURE 19 : Des jeux au niveau de station d'étude (Origine 2024)**



**FIGURE 20 : Des chaises au niveau de station d'étude (Origine 2024)**



**FIGURE 21 : Des tables forestières au niveau de station d'étude (Origine 2024)**



**FIGURE 22 : Salle de prière au niveau de station d'étude (Origine 2024)**

## 2) Zone de jeux et de loisirs :

La zone centrale de la forêt de loisirs relie les différentes zones et se caractérise par des arbres hauts et peu denses. Elle comprend divers jeux mécaniques pour enfants et adultes, ainsi que des pavillons d'hébergement. Cette zone se compose de:

- Un restaurant
- Un café
- Des kiosques de services
- Une piscine pour enfants avec des jeux aquatiques
- Des pavillons de santé séparés pour hommes et femmes
- Un petit pavillon d'hébergement (Bungalow)
- Des chaises
- Des tables
- Des pergolas
- Des jeux
- Des poubelles



**Figure 23 :Aire de jeux et de loisirs (BAALI, 2017)**



**Figure 24 : Des pergolas au niveau de station d'étude (Origine 2024)**



**Figure 25 : Café au niveau de station d'étude (Origine 2024)**



**Figure 26 : Restaurant au niveau de station d'étude (Origine 2024)**



**Figure 27 : Superette au niveau de station d'étude (Origine 2024)**



**Figure 28 : Un petit pavillon d'hébergement (Bungalow) (Origine 2024)**

### 3) Zone de loisirs et de sport :

Cette zone, située à l'ouest de la forêt, se distingue par une très faible densité d'arbres et comprend de grands espaces ouverts. Son aménagement dépend de la préservation du terrain de jeu actuel.



figure 29 : Zone de loisirs et de sport (BAALI, 2017)

#### **Le tourisme écologique face au changement climatique:**

Au cours des années passées, la forêt récréative attirait environ 5000 touristes par an, surtout pendant la saison des chutes de neige. Actuellement, le nombre de touristes a diminué à environ 3000. Cette diminution est due à l'augmentation des températures, à l'accroissement de la sécheresse et à la diminution des précipitations, ce qui a conduit à la perte du couvert végétal dans son aspect naturel et à la détérioration des arbres et des plantes.

En conséquence, la moindre étincelle peut désormais ravager de vastes étendues de forêt. C'est pourquoi un ensemble de lois a été mis en place pour limiter ces risques. Cela inclut la décision du gouverneur n° 2137 du 08/04/2024, interdisant les barbecues et les feux dans les zones forestières, ainsi que la décision du gouverneur n° 2138 du 08/04/2024, interdisant l'entrée des véhicules et des motos dans la forêt du 01/05/2024 au 31/10/2024. Ces mesures ont contribué à réduire le tourisme écologique afin de préserver le couvert forestier de la région.

**Chapitre 02**  
**Développement durable et**  
**aménagement**

## **CHAPITRE 02: Développement durable et aménagement**

### **Définition de développement durable :**

selon la définition proposée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement dans le Rapport Brundtland: « Un développement qui répond aux besoins des générations qui présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs » Deux concepts sont inhérents à cette notion: le concept de “ besoins “, et puis particulièrement des besoins essentiels des plus démunis. à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir».

Le développement durable peut aussi se définir par une série de grands principes qui constituent sa charte :

- La gestion intégrée : gestion globale qui tient compte de toutes les relations et interactions existant entre les systèmes. Elle se traduit par l'adoption d'une démarche transversale (plutôt que sectorielle), multi-partenariale et interdisciplinaire.
- La gouvernance : elle implique des approches rationnelles de la décision, basées sur des indicateurs et des évaluations.
- Le long terme : réflexion des actions et projets sur une échéance supérieure à 4 ou 5 ans ;
- La précaution : maintien d'un certain nombre d'options possibles ouvertes lorsque subsiste un doute ou une incertitude.

### **Du tourisme durable à l'écotourisme :**

Si les débats autour d'un développement durable des ressources naturelles dans les pays industrialisés ont commencé dès la moitié du 19<sup>ème</sup> siècle (Hall. 1998). La notion de «tourisme durable » est officialisée en 1992 au -sommet de Rio-. La mise en place de cette notion résulte de la convergence des critiques toujours plus nombreuses à l'égard des impacts écologiques, sociaux, culturels, économiques et territoriaux engendrés par un développement croissant et rapide du « tourisme de masse » et d'une envie de continuer à mené en valeur les patrimoines naturels et culturels. Alors que le tourisme, en tant que pratique sociale reconnue.

Interagit avec les questions d'environnement physique. De territorialité, de mobilité, de transport. D'urbanisation, mais aussi d'économie, d'interculturalité et de folklorisations.

Des solutions alternatives essaient de se mettre en place afin d'en atténuer ses effets «négatifs» et de le développer durablement "tous les niveaux. Donc le tourisme durable" doit être supposable à long terme sur Le

plan écologique, viable sur le plan économique, et Équitable sur le plan Ethique et social pour les populations locales «article 1 des chartes du tourisme durable adoptée en 1995 par l'office Mondial du tourisme/OMT).

### **Les principes de l'aménagement durable :**

Pour un développement durable, il faut aménager et conserver les ressources naturelles, afin de satisfaire les besoins des générations actuelles et futures. En ce qui concerne l'écosystème forestier; il s'agit de conserver les terres, les eaux, le patrimoine végétal et animal et de les valoriser en utilisant des moyens techniques économiquement et socialement appropriés et respectueux de l'environnement. Djellouli, "Les forestiers aménagistes doivent désormais considérer les forêts non plus seulement comme un stock à faire fructifier; mais comme un système écologique complexe à gérer de manière durable. "Il résulte de ce qui précède que le choix d'aménager durablement suppose donc que la forêt soit exploitée/valorisée et que les différents acteurs économiques concernés puissent y trouver leur compte.

Notons toutefois que l'aménagement ne se limite pas aux seules "forêts productives" et que dans certains cas la protection des bassins versants ou tout simplement le tourisme peuvent constituer des motivations suffisantes.

L'aménagiste insère la notion globale de mise en valeur des ressources forestières dans le plan général d'utilisation des terres, l'insertion du domaine national forestier dans un schéma foncier stable est essentiel à l'aménagement durable intégré des espaces forestiers et le suivi par des agents forestiers sur le terrain permet la mise en place d'une véritable politique de développement durable de l'ensemble de la région.(BOUNAR, 2014).

### **Le plan d'aménagement :**

L'article 37,38,39 et 40 de la loi n°84/12 du 23 juin 1984 fixant les modalités de l'aménagement, l'exploitation et la gestion des forêts qui définit l'opération d'aménagement comme étant : «La mise en œuvre, sur la base d'objectifs et d'un plan arrêté au préalable, d'un certain nombre d'activités et d'investissements, en vue de la production soutenue de produits forestiers et de services, sans porter atteinte à la valeur intrinsèque, ni compromettre la productivité future de ladite forêt et sans susciter d'effets indésirables sur l'environnement physique et social ». Au la mise sous aménagement des forêts d'exploitation ou de conservation. Il n'existe pas encore de normes nationales d'aménagement. Toutefois, des directives d'aménagement ont été validées en 2004. Elles offrent une méthodologie d'élaboration des plans d'aménagement en présentant les procédures administratives et les actions techniques à entreprendre. (BOUNAR, 2014).

## **Perspective et Aménagement :**

Suite à la visite que nous avons effectuée dans la forêt récréative afin de prendre une série de photos en vue d'identifier les lacunes existantes, nous proposons quelques solutions pour remédier à ces lacunes et faire de la forêt récréative une destination touristique de premier plan. Parmi les solutions que nous proposons:

- Utilisation de plantes indigènes adaptées à l'environnement local pour réduire le besoin en irrigation et en entretien.
- Création de sentiers pédestres naturels en utilisant des matériaux durables pour réduire l'impact humain sur l'environnement.
- Aménagement d'abris naturels pour les petits animaux tels que les oiseaux.
- Installation de panneaux indicateurs et informatifs expliquant l'importance de la préservation de l'environnement et de chaque composante de la forêt récréative.
- Construction de lodges en matériaux respectueux de l'environnement.
- Planter des arbres qui offrent de l'ombre et résistent à la sécheresse, tels que l'hibiscus côtier (*Hibiscus tiliaceus*), l'acacia (*Acacia*), et le bougainvillier grimpant (*Bougainvillea*).
- Promotion de produits artisanaux et locaux pour inciter les touristes à acheter des produits respectueux de l'environnement.
- Mise en place de programmes de recyclage et de réduction des déchets dans les installations touristiques.
- Organisation de safaris écologiques permettant aux touristes d'observer la vie sauvage sans la perturber.
- Entretien régulier et manipulation sécurisée des matériaux inflammables.
- Création d'une installation affiliée au forêt récréative située en face de celui-ci.
- Elaboration de stratégies d'adaptation au changement climatique.
- Construction des barrières pour la collecte des eaux de pluie.

## **Composants proposés pour développement touristique:**

- **Espaces extérieurs:**

- **Espaces verts:**

Pour tout projet écotouristique, la composante végétale est primordiale dans la conception, elle est considérée par les paysagistes comme «un matériau vivant et expressif» qui se fait pour des raisons écologique et d'agrément. L'espace vert désigne tout espace d'agrément, planté de fleurs, d'arbres ou engazonné.

Il doit répondre à plusieurs critères précis. Par exemple il doit assez grand, facilement accessible par les usagers aussi bien à pied qu'en vélo, et être bien entretenu.

– **Arbres:**

Elles offrent des bienfaits environnementaux, économiques et sociaux, elles : Séquestrent les matières en suspension et les gazes polluants.

- Conservent l'énergie en refroidissant l'air grâce au processus de transpiration en projetant de l'ombre et en réduisant la force du vent.
- Diminuant la quantité d'eaux pluviales d'orage.
- Amortissant le bruit.
- Servent d'habitats fauniques.
- Augmentent la valeur des propriétés.
- Embellissements des terrains/propriétés.
- Contribuent au bien-être psychologique des citoyens.

On propose quelques arbres :

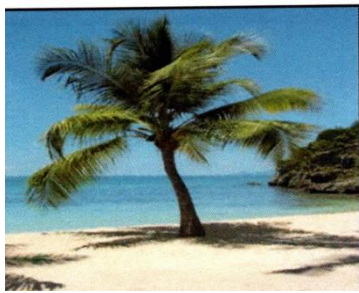


Figure 30 : Palmier



Figure 31 : Chêne

(Source : internet).

– **Arbustes:**

Ils sont des végétaux ligneux à tige simple et nue à la base. De fait de leur taille, ils constituent des écrans efficaces et des clôtures naturelles plus ou moins non pénétrables selon leur feuillage, en général les arbustes ont plantés en groupes qui s'élèvent 4m d'environ. Plantés seul les arbustes perdent beaucoup de leur intérêt esthétique et fonctionnel.

Quelques arbustes proposés :

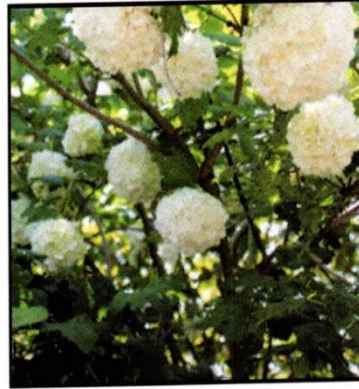
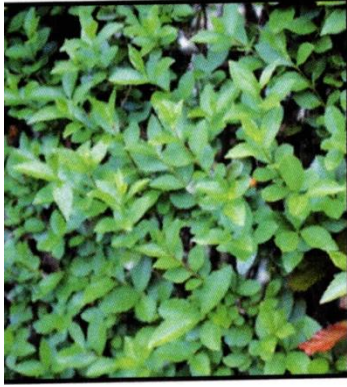


Figure 32 : Troène    Figure 33 : Viorne boule de neige    Figure 34 : Tamaris  
(Source : internet).

– **Plan bleu:**

La réalisation d'un plan d'eau est soumise à des objectifs esthétiques et de loisirs, sa qualité esthétique peut être abordée sous plusieurs aspects:

- Limpidité d'eau et la propreté de sa surface : la première condition à respecter pour obtenir un aspect esthétique est qu'il n'y ait pas à la surface du plan d'eau de corps flottants ou de matières huileuses apportées de l'extérieur.
- Reflet du paysage environnant : un des objectifs qui peut être recherché lors de la création d'un plan d'eau est l'effet miroir.
- Qualité des bordures : il existe plusieurs façons pour agrémenter les bordures d'un plan d'eau, que ce soit avec des espèces végétales ou bien avec pierres naturelles.
- D'autres ouvrages d'eau tel que les fontaines, les cascades, les ravieres artificielles... ont leur place dans les espaces verts, mais ils doivent s'insérer harmonieusement dans leur environnement.

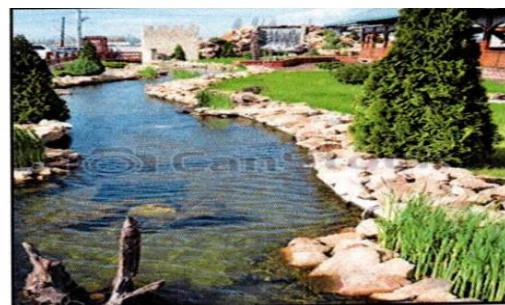


Figure 35 : Plan d'eau

Figure 36 : Rivière artificielle

(Source : internet).

– **Pavage :**

Les jardins, lieux de réunion et de convivialité, doivent être accueillants et chaleureuses. Outre l'aspect utilitaire, le pavage ou le dallage du sol va aider à créer cette ambiance. La diversité des matériaux utilisés doit permettre à créer des cadres variés correspondant aux multiples activités.



Figure 37 : Pavage en pierre

Figure 38 : jardin avec pierre artificielle

(Source : internet).

– **Eclairage public :**

L'éclairage joue un rôle primordial dans plusieurs activités artistiques, il sert, parfois à mettre en valeur les parcs et jardins, par ailleurs il est source d'une grande consommation d'énergie. Donc il est préférable d'utiliser l'éclairage public à énergies renouvelables.

Lampadaire à fonctionnement autonome. Capteurs solaires photovoltaïques disposés à 45° au sommet du mât, face au sud. Constitué d'un mât en acier galvanisé supportant la crosse, le luminaire et les panneaux et d'un pied ventilé logeant la batterie et le régulateur de tension. Pose sur massif de fonction entré. Autonomie de 30h par batterie. Allumage nocturne permanent ou programmé.



Figure 39: Lampadaire à fonctionnement autonome.

Candélabre pour éclairage public alimenté par une éolienne double, avec ou sans panneau photovoltaïque intégré au luminaire. Stockage électrique par quatre batteries accessibles dans le pied du mât en acier. Arrêt automatique en cas de fort vent et synchronisation de l'allumage et de l'extinction par module électronique de contrôle.



Figure 40 : Candélabre alimenté par me éolienne double. (Source : internet).

– **Mobilier urbain :**

Pour répondre aux différentes attentes esthétiques des acteurs de l'aménagement urbain, il convient autant que possible de choisir des éléments et des matériaux qui présentent des qualités de durabilité, de commodité et esthétique suffisantes.

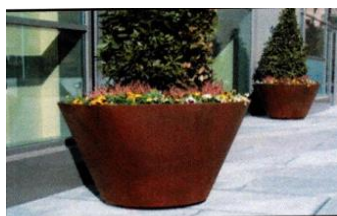


Figure 41 : Bac à fleurs



Figure 42 : ensemble table et bacs



Figure 43 : Corbeille



Figure 44 : Cyclo-stop

(Source : internet).

Il faut prévoir aussi des aménagements pour les espaces de jeux des enfants ça qui va rendre service aux touristes, tel que : balançoire, bac à sable, maison à grimper et glisser, barre en gradins, table de ping-pong, support à bicyclette. . .



Figure 45 : Balançoire



Figure 46 : Maison à grimper et glisser  
(Source : internet).

# **Conclusion**

## **Conclusion:**

Le changement climatique a des effets négatifs évidents sur l'environnement touristique de la forêt de Djebel MESSAAD. Il a entraîné une diminution du nombre de touristes en raison de la perte du paysage naturel de la couverture végétale qui représentait une attraction pour la région. L'absence de chutes de neige, autrefois l'une des principales attractions touristiques, a réduit les opportunités pour les activités hivernales qui attireraient les touristes pendant les saisons froides. De plus, les lois répressives visant à protéger la couverture forestière imposent des restrictions supplémentaires sur le tourisme écologique, réduisant ainsi l'affluence des touristes.

Les résultats obtenus démontrent efficacement que les factures liées au changement climatique (T°, P, Sol) sont responsables de la dégradation de la forêt de Djebel MESSAAD.

L'installation des aires touristique favorise de la développement de toute la zone et diminue la pression anthropozogène sur la potentiel biologique de Djebel MESSAAD.

Le changement climatique et les événements imprévus rendront la gestion du tourisme écologique de plus en plus difficile. Agir rapidement pour adapter l'environnement touristique au changement climatique sera beaucoup moins coûteux que les dommages qui en résulteront.

A cet effet, l'état doit œuvrer à gérer les mentalités conservatrices des montagnards afin de mener à bien les projets de développement touristiques dans le but d'espérer des retombées positives sur le territoire et la population.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques:

- **Abidi, R.**, (1985). Etude des caractéristiques écologiques des zone steppiques Algériennes expose, p16.
- **Allou, F., et Ben Mkidiche, R.**, (2021). Perception des agriculture de la région de Bourdj Bou Arredj aux changement climatique et leurs actions pour atténuer son effet sur leurs activités, Mémoire, p3.
- **Baali, E.**, (2017). Foret de loisirs et de détente TSGNA "municipalité Djebel Messaad", projet, p24.
- **Benhamouda, F., Chouib, M., Chikh, M., et Lattoui A.**, (1999). Méthodologie d'inventaire et de cartographie de la flore par utilisation combinée de la télédétection et des systèmes d'information Géographiques cas de la région d'Ain Rich, Articl, p1.
- **BOUDEBZA, N.**, (2016). Intégration de la durabilité dans l'aménagement touristique, mémoire, pp67,68,69,70.
- **Boumar, R.**, (2014), Etude des potentialités biologiques, cartographie et aménagement de la chaîne des Babors dans la démarche du développement durable, THESE, pp69, 70, 71.
- **Dan, B., Surugiu, C., Analrina, L., et Monika, D.**, (2008). Ecotourisme and environmental chanche in the Romanian Carpathian, Articl, p3.
- **Dimanche, P.**, (1985). contribution à la connaissance pédologique et édaphique du milieu forestier tunisien, thèse, p255.
- **DJebaili, S.**, (1984). steppe Algérienne, phytosociologie et écologie, ED. OPU. ALGERIE.
- **F,S,T.**, (1984). Ecologie méditerranée. revue d'écologie terrestre et limique, p235,256.
- **Ferkha, M.**, (2020). L'ÉCOTOURISME MONTAGNARD: VERS UN AMÉNAGEMENTATTRACTIF FAVORABLE AUX ACTIVITÉS SAISONNIÈRES, Mémoire, p71.

- **Fernando, s.d.**, Article. Changements climatiques et paludisme un lien complexe.
- **Ghislain, D., et Jean, P.**, (2016). Adaptation au changement climatique et développement durable du tourisme, Rapport final, p16, 20.
- **Harzallah, I.**, (2018). L'écotourisme forestier: importance et rôle économique des forêts récréatives de la wilaya de M'sila, Mémoire, p49.
- **Hezem, S., et Chouchen, N.**, (2017). L'écotourisme pour une valorisation durable du potentiel Natural "cas de la montagne de la MAHOUNA", Mémoire, p13,27.
- **Lattoui, A.**, (1996). Contribution A l'étude phytoécologique et cartographie de la vergetions steppique par utilisation de la télédétection cas de la daira de Djebel Messaad wilaya de Msila, p100.
- Ozenda P., (1964). Biographie végétale. Edit. DOIN, Paris.
- **Quezel, P., et Santa, S.**, Nouvelle flore de l'Algérie, T1, T2, p1100.
- **Sahnoune, F., Kerbachi, R., Zelmat, M., et Belamel, M.**, (2013). Climate change in Algeria: vulnerability and strategy of mitigation and adaptation, Article, p1286,1287.
- **Toprak, Z., Toprak, S., et Hamidi, N.**, (2012). Glopal climate change and climatic idientily changment climatique, Article, p81,91.
- **U.N.E.S.C.O.**, (1983), Etude de cas sur la désertification, p291.
- [Http: www.world-tourism.org](http://www.world-tourism.org) (07/01/2010).
- <https://youtube.com/@gis4everyone>.
- <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer>.
- <http://www.sustainabuletourism.com>.
- [http://www.youtube.com/@cartographer\\_karim](http://www.youtube.com/@cartographer_karim).

# **Annexe**

**Annexe 01 : Étude précédente:**

**Station GHOUIBAT:**

| ESPECES                     | NOM VERNACULAIRE |
|-----------------------------|------------------|
| <i>Pinus halepensis</i>     | SANA OUBAR       |
| <i>Juniperus phoenicea</i>  | ARARE            |
| <i>Stipa tenacissima</i>    | HALFA            |
| <i>Juniperu oxycedrus</i>   | TAGA             |
| <i>Bromus rubens</i>        | HAMRA            |
| <i>Artemisia herba alba</i> | CHIH             |

**Station ABISSIA:**

| ESPECES                     | NOM VERNACULAIRE |
|-----------------------------|------------------|
| <i>Stipa tenacissima</i>    | HALFA            |
| <i>Bromus rubens</i>        | HAMRA            |
| <i>Artemisia herba alba</i> | CHIH             |
| <i>Noea mucronata</i>       | CHEBROUK         |

**Station BOUDENZIR :**

| ESPECES                       | NOM VERNACULAIRE |
|-------------------------------|------------------|
| <i>Pinus halepensis</i>       | SANA OUBAR       |
| <i>Juniperus phoenicea</i>    | ARARE            |
| <i>Stipa tenacissima</i>      | HALFA            |
| <i>Bromus rubens</i>          | HAMRA            |
| <i>Artemisia herba alba</i>   | CHIH             |
| <i>Noea mucronata</i>         | CHEBROUK         |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | KLIL             |
| <i>Globularia allypum</i>     | TASSELGA         |

**Station ZERGA:**

| ESPECES                       | NOM VERNACULAIRE |
|-------------------------------|------------------|
| <i>Pinus halepensis</i>       | SANAOUBAR        |
| <i>Juniperus phoenicea</i>    | ARARE            |
| <i>Stipa tenacissima</i>      | HALFA            |
| <i>Noea mucronata</i>         | CHEBROUK         |
| <i>Rosmarinus officinalis</i> | KLIL             |
| <i>Globularia allypum</i>     | TASSELGA         |
| <i>Juniperu oxycedrus</i>     | TAGA             |
| <i>Thymus hirtus</i>          | DJERTIL          |
| <i>Artemisia campestris</i>   | DGOUFT           |

**Station SAGUIA :**

| ESPECES                     | NOM VERNACULAIRE |
|-----------------------------|------------------|
| <i>Juniperus phoenicea</i>  | ARARE            |
| <i>Stipa tenacissima</i>    | HALFA            |
| <i>Noea mucronata</i>       | CHEBROUK         |
| <i>Artemisia herba alba</i> | CHIH             |
| <i>Thymus hirtus</i>        | DJERTIL          |
| <i>Salvia verbenaca</i>     | ZARGTOUNE        |

**Station GROUZ :**

| ESPECES                     | NOM VERNACULAIRE |
|-----------------------------|------------------|
| <i>Noea mucronata</i>       | CHEBROUK         |
| <i>Bromus rubens</i>        | HAMRA            |
| <i>Artemisia herba alba</i> | CHIH             |

| ESPECES   | NOM VERNACULAIRE       |
|---|------------------------|
|    | <p><i>SANAUBAR</i></p> |
|    | <p><i>ARARE</i></p>    |
|   | <p><i>HALFA</i></p>    |
|  | <p><i>TAGA</i></p>     |
|  | <p><i>HAMRA</i></p>    |
|  | <p><i>CHIH</i></p>     |

|   |                        |
|---|------------------------|
|    | <p>CHEBROUK</p>        |
|    | <p><i>KLIL</i></p>     |
|    | <p><i>TASSELGA</i></p> |
|   | <p>DJERTIL</p>         |
|  | <p><i>DGOUFT</i></p>   |
|  | <p>ZARGTOUNE</p>       |

**Annexe 02 :**

## LA MOYENNE DES précipitation ( 2012-2021)

| Point                | X         | Y          | Précip |
|----------------------|-----------|------------|--------|
| Al Allig             | 619419.92 | 3885993.99 | 192.68 |
| Temsa                | 585310.46 | 3886297.00 | 236.65 |
| Oueltem              | 640358.79 | 3887203.33 | 192.68 |
| El Hamel             | 597572.18 | 3886797.67 | 192.68 |
| Station<br>Tebaga    | 596423.23 | 3871368.05 | 236.65 |
| Station Grouz        | 591192.31 | 3871380.80 | 236.65 |
| Station<br>Ghouibat  | 589696.20 | 3868493.35 | 236.65 |
| Station<br>Boudenzir | 584554.38 | 3879402.27 | 236.65 |
| Station Zerga        | 603162.34 | 3879261.52 | 192.68 |
| Ben Serour           | 650326.81 | 3876446.15 | 192.68 |
| Station Seguia       | 598047.35 | 3868046.82 | 192.68 |
| Boudiaf              | 635269.97 | 3862165.99 | 192.68 |
| Station<br>Abissia   | 610133.79 | 3864679.54 | 192.68 |
| Ain Melh             | 603258.34 | 3851344.93 | 192.68 |
| S'lim                | 578465.52 | 3867336.30 | 236.65 |
| Sidi M'hamed         | 621533.52 | 3847630.89 | 192.68 |
| Station<br>Masmoudi  | 606849.19 | 3875998.65 | 192.68 |

### Annexe 03 :

LA MOYENNE DES précipitation de Station Abissia

| YEAR | JAN   | FEB   | MAR   | APR   | MAY    | JUN   | JUL   | AUG   | SEP   | OCT   | NOV   | DEC   | ANN     | Moy de précip |
|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------------|
| 1992 | 36.91 | 5.27  | 47.46 | 21.09 | 105.47 | 5.27  | 21.09 | 0     | 15.82 | 5.27  | 52.73 | 15.82 | 332.23  |               |
| 1993 | 5.27  | 26.37 | 10.55 | 10.55 | 36.91  | 10.55 | 0     | 21.09 | 26.37 | 5.27  | 10.55 | 10.55 | 174.02  |               |
| 1994 | 10.55 | 15.82 | 15.82 | 0     | 5.27   | 0     | 0     | 10.55 | 68.55 | 63.28 | 15.82 | 5.27  | 210.94  |               |
| 1995 | 36.91 | 5.27  | 52.73 | 5.27  | 0      | 15.82 | 0     | 0     | 36.91 | 5.27  | 10.55 | 15.82 | 184.57  |               |
| 1996 | 68.55 | 42.19 | 42.19 | 42.19 | 42.19  | 21.09 | 10.55 | 10.55 | 10.55 | 5.27  | 5.27  | 5.27  | 305.86  |               |
| 1997 | 15.82 | 0     | 0     | 52.73 | 10.55  | 5.27  | 0     | 21.09 | 42.19 | 10.55 | 42.19 | 10.55 | 210.94  |               |
| 1998 | 0     | 10.55 | 0     | 10.55 | 36.91  | 0     | 0     | 5.27  | 21.09 | 10.55 | 5.27  | 5.27  | 105.47  |               |
| 1999 | 68.55 | 15.82 | 21.09 | 10.55 | 0      | 5.27  | 0     | 15.82 | 10.55 | 10.55 | 21.09 | 89.65 | 268.95  |               |
| 2000 | 0     | 0     | 5.27  | 5.27  | 5.27   | 0     | 0     | 10.55 | 31.64 | 10.55 | 10.55 | 5.27  | 84.38   |               |
| 2001 | 42.19 | 0     | 0     | 10.55 | 10.55  | 0     | 0     | 0     | 42.19 | 26.37 | 10.55 | 26.37 | 168.75  |               |
|      |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       | 2046.11 | 204.61        |
| 2002 | 0     | 5.27  | 0     | 5.27  | 5.27   | 0     | 0     | 5.27  | 5.27  | 15.82 | 26.37 | 26.37 | 94.92   | Moy de précip |
| 2003 | 79.1  | 15.82 | 5.27  | 15.82 | 15.82  | 0     | 0     | 15.82 | 21.09 | 47.46 | 26.37 | 36.91 | 279.49  |               |
| 2004 | 5.27  | 5.27  | 26.37 | 73.83 | 89.65  | 15.82 | 10.55 | 47.46 | 10.55 | 21.09 | 42.19 | 47.46 | 395.51  |               |
| 2005 | 0     | 21.09 | 5.27  | 5.27  | 5.27   | 21.09 | 15.82 | 5.27  | 84.38 | 36.91 | 21.09 | 15.82 | 237.3   |               |
| 2006 | 52.73 | 36.91 | 0     | 68.55 | 42.19  | 0     | 5.27  | 5.27  | 15.82 | 0     | 26.37 | 42.19 | 295.31  |               |
| 2007 | 0     | 15.82 | 52.73 | 63.28 | 21.09  | 5.27  | 0     | 15.82 | 26.37 | 15.82 | 5.27  | 5.27  | 226.76  |               |
| 2008 | 10.55 | 10.55 | 0     | 0     | 36.91  | 0     | 0     | 5.27  | 58.01 | 63.28 | 0     | 15.82 | 200.39  |               |
| 2009 | 79.1  | 5.27  | 21.09 | 42.19 | 10.55  | 5.27  | 5.27  | 0     | 58.01 | 5.27  | 21.09 | 26.37 | 279.49  |               |
| 2010 | 10.55 | 26.37 | 31.64 | 31.64 | 26.37  | 15.82 | 0     | 21.09 | 5.27  | 47.46 | 10.55 | 5.27  | 232.03  |               |
| 2011 | 5.27  | 26.37 | 26.37 | 73.83 | 42.19  | 31.64 | 15.82 | 10.55 | 15.82 | 42.19 | 21.09 | 21.09 | 332.23  |               |
|      |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       | 2573.43 | 257.34        |
| 2012 | 0     | 10.55 | 36.91 | 36.91 | 0      | 5.27  | 0     | 10.55 | 5.27  | 15.82 | 10.55 | 0     | 131.84  | Moy de précip |
| 2013 | 15.82 | 10.55 | 5.27  | 47.46 | 26.37  | 0     | 0     | 15.82 | 5.27  | 10.55 | 26.37 | 52.73 | 216.21  |               |
| 2014 | 21.09 | 15.82 | 31.64 | 0     | 36.91  | 21.09 | 5.27  | 0     | 21.09 | 5.27  | 15.82 | 26.37 | 200.39  |               |
| 2015 | 5.27  | 31.64 | 0     | 0     | 5.27   | 10.55 | 0     | 21.09 | 68.55 | 52.73 | 5.27  | 0     | 200.39  |               |
| 2016 | 0     | 10.55 | 21.09 | 63.28 | 26.37  | 0     | 10.55 | 0     | 15.82 | 5.27  | 31.64 | 26.37 | 210.94  |               |
| 2017 | 42.19 | 5.27  | 0     | 10.55 | 47.46  | 21.09 | 0     | 0     | 0     | 15.82 | 10.55 | 5.27  | 158.2   |               |
| 2018 | 5.27  | 10.55 | 31.64 | 31.64 | 52.73  | 0     | 0     | 21.09 | 10.55 | 52.73 | 10.55 | 10.55 | 237.3   |               |
| 2019 | 0     | 0     | 15.82 | 36.91 | 10.55  | 0     | 0     | 10.55 | 52.73 | 5.27  | 36.91 | 15.82 | 184.57  |               |
| 2020 | 21.09 | 0     | 36.91 | 52.73 | 15.82  | 0     | 0     | 0     | 21.09 | 0     | 15.82 | 15.82 | 179.3   |               |
| 2021 | 5.27  | 10.55 | 10.55 | 7.57  | 79.7   | 13.65 | 1.87  | 7.17  | 27.97 | 9.86  | 29.31 | 4.25  | 207.72  |               |
|      |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |       | 1926.86 | 192.68        |

## Annexe 04 :

### LA MOYENNE DES Température (2012-2021)

| Point                | X         | Y          | Température |
|----------------------|-----------|------------|-------------|
| Al Allig             | 619419.92 | 3885993.99 | 45.55       |
| Temsa                | 585310.46 | 3886297.00 | 45.04       |
| Oueltem              | 640358.79 | 3887203.33 | 45.55       |
| El Hamel             | 597572.18 | 3886797.67 | 45.55       |
| Station<br>Tebaga    | 596423.23 | 3871368.05 | 45.04       |
| Station Grouz        | 591192.31 | 3871380.80 | 45.04       |
| Station<br>Ghouibat  | 589696.20 | 3868493.35 | 45.04       |
| Station<br>Boudenzir | 584554.38 | 3879402.27 | 45.04       |
| Station Zerga        | 603162.34 | 3879261.52 | 45.55       |
| Ben Serour           | 650326.81 | 3876446.15 | 45.55       |
| Station Seguia       | 598047.35 | 3868046.82 | 45.55       |
| Boudiaf              | 635269.97 | 3862165.99 | 45.55       |
| Station<br>Abissia   | 610133.79 | 3864679.54 | 45.55       |
| Ain Melh             | 603258.34 | 3851344.93 | 45.55       |
| S'lim                | 578465.52 | 3867336.30 | 45.04       |
| Sidi M'hamed         | 621533.52 | 3847630.89 | 45.55       |
| Station<br>Masmoudi  | 606849.19 | 3875998.65 | 45.55       |

## Annexe 05 :

LA MOYENNE DES Temperature de Station Abissia

| Temperature | ANN    | DEC   | NOV   | OCT   | SEP   | AUG   | JUL   | JUN   | MAY   | APR   | MAR   | FEB   | JAN   | YEAR |
|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|             | 39.58  | 19.09 | 18.98 | 25.34 | 21.02 | 24.55 | 25.31 | 25.44 | 26.7  | 25.95 | 21.55 | 20.78 | 16.79 | 1992 |
|             | 44.42  | 18.75 | 23.13 | 27.47 | 26.4  | 24.51 | 25.99 | 25.29 | 28.54 | 26.41 | 28.16 | 18.59 | 19.68 | 1993 |
|             | 44.24  | 21.06 | 18.12 | 19.11 | 26.59 | 23.27 | 23.46 | 30.18 | 35.2  | 26.07 | 22.8  | 26.31 | 21.59 | 1994 |
|             | 43.81  | 18.35 | 23.51 | 20.61 | 25.71 | 26.59 | 24.55 | 27.88 | 26.95 | 27.41 | 22.88 | 22.46 | 21.73 | 1995 |
|             | 44.1   | 23.13 | 23.37 | 24.8  | 22.53 | 26.37 | 28.13 | 24.94 | 26.12 | 24.2  | 29.36 | 19.88 | 19.66 | 1996 |
|             | 43.16  | 20.05 | 23.95 | 25.41 | 21.43 | 23.96 | 26.73 | 28.39 | 29.36 | 26.89 | 24.54 | 22.51 | 17.09 | 1997 |
|             | 44.82  | 21.05 | 26.29 | 23.46 | 26.7  | 25.39 | 26.1  | 29.52 | 28.66 | 29.09 | 25.66 | 20.9  | 20.45 | 1998 |
|             | 46.6   | 20.51 | 28.24 | 20.03 | 23.52 | 24.14 | 25.91 | 25.23 | 29.61 | 29.44 | 22.12 | 23.23 | 21.07 | 1999 |
|             | 44.58  | 22.88 | 24.44 | 23.76 | 31.09 | 24.36 | 26.83 | 30.17 | 25.33 | 30.55 | 26.69 | 21.29 | 20.37 | 2000 |
|             | 44.26  | 20.38 | 22.84 | 24.24 | 23.66 | 23.26 | 28.19 | 28.79 | 30.91 | 27.47 | 32.92 | 21.41 | 23.56 | 2001 |
| 43.95       | 439.57 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Tempera     | 45.2   | 20.3  | 21.41 | 23.1  | 27.16 | 27.97 | 29.66 | 29.93 | 31.53 | 29    | 23.98 | 25.27 | 22.12 | 2002 |
|             | 46.5   | 19.5  | 19.66 | 28.66 | 26.69 | 24.07 | 23.95 | 27.35 | 24.98 | 31.38 | 26.04 | 22.59 | 24.49 | 2003 |
|             | 43.83  | 22.98 | 20.81 | 25.17 | 26.51 | 21.34 | 24.23 | 28.71 | 23.29 | 25.4  | 25.75 | 23.55 | 22.97 | 2004 |
|             | 49.08  | 19.01 | 29.28 | 19.39 | 24.09 | 28.96 | 26.19 | 27.8  | 27.92 | 29.21 | 32.91 | 22.45 | 22.79 | 2005 |
|             | 43.37  | 19.19 | 23.74 | 26.2  | 23.55 | 24.6  | 21.21 | 35    | 25.98 | 25.25 | 29.01 | 18.48 | 15.15 | 2006 |
|             | 43.83  | 21.1  | 23.05 | 27.01 | 22.54 | 22.49 | 25.12 | 32.87 | 28.63 | 22.98 | 29.14 | 21.83 | 21.27 | 2007 |
|             | 47.62  | 17.27 | 19.89 | 24.17 | 25.62 | 24.71 | 25.54 | 28.73 | 27.95 | 31.99 | 32.39 | 21.78 | 19.27 | 2008 |
|             | 44.03  | 24.22 | 21.75 | 26.67 | 27.62 | 23.62 | 23.13 | 23.38 | 27.48 | 25.67 | 25.29 | 20.16 | 18.24 | 2009 |
|             | 45.95  | 30.26 | 22.19 | 29.61 | 24.48 | 24.02 | 24.82 | 27.04 | 26.09 | 24.31 | 29.95 | 32.36 | 23.63 | 2010 |
|             | 45.52  | 19.04 | 18.82 | 20.12 | 24.92 | 24.17 | 25.77 | 27.8  | 23.57 | 25.74 | 24.84 | 17.55 | 23.38 | 2011 |
| 45.49       | 454.93 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| Tempera     | 47.36  | 20.9  | 28.84 | 30.87 | 24.82 | 24.44 | 29.13 | 25.04 | 26.27 | 25.58 | 23.33 | 20.8  | 17.99 | 2012 |
|             | 45.88  | 16.41 | 25.62 | 25.65 | 24.09 | 23.78 | 25.97 | 28.64 | 26.72 | 27.55 | 25.23 | 26.61 | 20.98 | 2013 |
|             | 44.46  | 18.08 | 20.05 | 26.45 | 22.84 | 22.82 | 26.25 | 30.18 | 28.55 | 25.9  | 21.37 | 24.94 | 19.73 | 2014 |
|             | 45.38  | 19.47 | 20.15 | 24.78 | 26.32 | 25.24 | 22.43 | 24.09 | 32.2  | 28.04 | 26.79 | 18.71 | 22.01 | 2015 |
|             | 42.2   | 15.27 | 22.73 | 23.5  | 23.15 | 23.9  | 27.94 | 29.2  | 37.02 | 25.59 | 28.78 | 23.28 | 20.84 | 2016 |
|             | 44.67  | 22.61 | 26.08 | 20.33 | 25.48 | 23.5  | 29.79 | 28.68 | 24.98 | 27.27 | 24.36 | 22.51 | 18.09 | 2017 |
|             | 47.84  | 22.07 | 19.94 | 25.92 | 27.49 | 22.17 | 24.77 | 30.81 | 27.58 | 27.3  | 28.43 | 28.12 | 21.3  | 2018 |
|             | 44.18  | 18.62 | 23.28 | 24.68 | 21.25 | 25.13 | 22.37 | 29.69 | 28.36 | 27.03 | 23.84 | 22.94 | 19.16 | 2019 |
|             | 45.91  | 22.54 | 21.41 | 26.72 | 24.42 | 24.87 | 27.62 | 28.81 | 27.12 | 22.9  | 25.62 | 26.02 | 20.24 | 2020 |
|             | 47.66  | 20.19 | 24.37 | 23.51 | 25.21 | 23.3  | 26.12 | 29.23 | 30.84 | 28.12 | 23.66 | 24.68 | 28.48 | 2021 |
| 45.55       | 455.54 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |

**Annexe 06 :**

Les analyses chimiques des sols :

|               | <b>St<br/>GHOUBAT</b> | <b>St<br/>ABISSIA</b> | <b>St<br/>BOUDENZIR</b> | <b>St<br/>ZERGA</b> | <b>St<br/>SEGIA</b> | <b>St<br/>GROUZ</b> | <b>St<br/>TEBAGA</b> |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| <b>PH</b>     | <b>8.13</b>           | <b>8.11</b>           | <b>8.03</b>             | <b>8.05</b>         | <b>7.77</b>         | <b>8.33</b>         | <b>7.68</b>          |
| <b>C.E</b>    | <b>0.143</b>          | <b>0.107</b>          | <b>0.125</b>            | <b>0.138</b>        | <b>0.103</b>        | <b>0.104</b>        | <b>0.125</b>         |
| <b>MO</b>     | <b>4.84</b>           | <b>4.33</b>           | <b>4.97</b>             | <b>4.41</b>         | <b>4.52</b>         | <b>4.39</b>         | <b>4.86</b>          |
| <b>C/N</b>    | <b>21.47</b>          | <b>13.62</b>          | <b>11</b>               | <b>13.27</b>        | <b>19.5</b>         | <b>14.6</b>         | <b>18.36</b>         |
| <b>P</b>      | <b>0.03</b>           | <b>0.034</b>          | <b>0.035</b>            | <b>0.03</b>         | <b>0.04</b>         | <b>0.03</b>         | <b>0.047</b>         |
| <b>K+</b>     | <b>0.045</b>          | <b>0.047</b>          | <b>0.03</b>             | <b>0.05</b>         | <b>0.055</b>        | <b>0.02</b>         | <b>0.045</b>         |
| <b>Na+</b>    | <b>0.11</b>           | <b>0.09</b>           | <b>0.12</b>             | <b>0.08</b>         | <b>0.12</b>         | <b>0.12</b>         | <b>0.085</b>         |
| <b>Ca++</b>   | <b>0.15</b>           | <b>0.09</b>           | <b>0.11</b>             | <b>0.13</b>         | <b>0.12</b>         | <b>0.14</b>         | <b>0.14</b>          |
| <b>Caco3t</b> | <b>13.9</b>           | <b>26.5</b>           | <b>31.7</b>             | <b>21.4</b>         | <b>11</b>           | <b>18</b>           | <b>14.8</b>          |
| <b>Caco3a</b> | <b>8</b>              | <b>7.9</b>            | <b>8.3</b>              | <b>8</b>            | <b>6.3</b>          | <b>8.3</b>          | <b>7.3</b>           |

## ملخص:

تقدم هذه المذكرة دراسة حول تأثير تغير المناخ على السياحة البيئية والغطاء النباتي بغابة جبل امساعد حيث قمنا بدراسة منسوب التساقط ودرجة الحرارة فوجدنا زيادة في درجة الحرارة مقارنة بالسنوات الماضية وتناقص في نسبة التساقط وهذا ما اثر على الغطاء النباتي للغابة حيث شهدت تدهور واضح لشكل وحجم النباتات. كما ينعكس تغير المناخ سلبا على السياحة البيئية بالمنطقة وذلك بتناقص عدد السياح مقارنة بالسنوات الماضية وفقا لما صرح به مستثمر الحديقة الترفيهية لجبل مساعد . بعد مناقشة الثغرات التي تم تحديدها نقدم بعض الاقتراحات للتكيف مع التغير المناخي الحاصل لتحسين تنمية السياحة البيئية تشمل هذه الاقتراحات :

- تقديم معايير وشهادات للسياحة المستدامة التي تضمن التزام السياحة بمبادئ التنمية المستدامة .
  - دعم مشاريع اعادة التشجير وتنشيط النظم البيئية المحلية لتعزيز مقاومة الغابة لتغير المناخ .
  - تشجيع الاستثمارات في الطاقة المتجددة والممارسات السياحية المستدامة .
  - تطوير شراكات مع المنظمة البيئية والحكومية لتعزيز الجهود المشتركة في حماية البيئة .
  - تنفيذ برامج تعليمية وتوعوية للمجتمع المحلي والسياح حول اهمية الحفاظ على البيئة والتكيف مع تغير المناخ .
  - تعزيز البنية التحتية المستدامة في المناطق السياحية لضمان تقليل التأثير البيئي .
- الكلمات المفتاحية:** تغير المناخ، السياحة البيئية، جبل امساعد، التنمية المستدامة، درجة الحرارة، التساقط، الغطاء النباتي

## Résumé:

Cette note présente une étude sur l'impact du changement climatique sur l'écotourisme et la couverture végétale dans la forêt de Djebel MESSAAD. Nous avons examiné le niveau des précipitations et la température, constatant une augmentation de la température par rapport aux années précédentes et une diminution des précipitations. Cela a entraîné une dégradation notable de la forme et de la taille des plantes de la forêt. Le changement climatique affecte également négativement l'écotourisme dans la région, avec une baisse du nombre de touristes par rapport aux années précédentes, selon le propriétaire de la forêt récréative de loisirs de Djebel MESSAAD.

Après avoir discuté des lacunes identifiées, nous proposons quelques suggestions pour s'adapter au changement climatique et améliorer le développement de l'écotourisme, incluant :

Établir des normes et des certifications pour le tourisme durable garantissant le respect des principes du développement durable.

Soutenir des projets de reboisement et de revitalisation des écosystèmes locaux pour renforcer la résistance de la forêt au changement climatique.

Encourager les investissements dans les énergies renouvelables et les pratiques touristiques durables.

Développer des partenariats avec des organisations environnementales et gouvernementales pour renforcer les efforts communs de protection de l'environnement.

Mettre en œuvre des programmes éducatifs et de sensibilisation pour la communauté locale et les touristes sur l'importance de la préservation de l'environnement et de l'adaptation au changement climatique.

Renforcer les infrastructures durables dans les zones touristiques pour minimiser l'impact environnemental.

Mots-clés : changement climatique, écotourisme, Djebel MESSAAD, développement durable, température, précipitations, couverture végétale.

## Abstract

This memo presents a study on the impact of climate change on ecotourism and vegetation cover in the Djebel MESSAAD forest. The study examined rainfall levels and temperatures, revealing an increase in temperature compared to previous years and a decrease in rainfall. These changes have negatively affected the forest's vegetation, leading to a noticeable deterioration in the appearance and size of plants. Climate change has also negatively impacted ecotourism in the area, as the number of tourists has decreased compared to past years, according to the local amusement park investor.

After discussing the identified gaps, several adaptation suggestions are proposed to enhance the development of ecotourism in light of climate change:

Implement standards and certifications for sustainable tourism that ensure adherence to sustainable development principles.

Support reforestation projects and revive local ecosystems to enhance the forest's resilience to climate change.

Encourage investments in renewable energy and sustainable tourism practices.

Develop partnerships with environmental and governmental organizations to bolster joint efforts in environmental protection.

Implement educational and awareness programs for the local community and tourists about the importance of environmental conservation and climate change adaptation.

Enhance sustainable infrastructure in tourist areas to minimize environmental impact.

Keywords: Climate change, ecotourism, Djebel MESSAAD, sustainable development, temperature, rainfall, vegetation cover.