

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة محمد بوضياف المسيلة
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF DE M'SILA

Faculté des Sciences

Département des sciences de la Nature et
de la Vie

N° :...../2024



Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Option : Ecologie des zones arides et semi-
arides

Mémoire présenté pour l'obtention

Du diplôme de Master Académique

Par :

Bouaya Asma, Bendjeddou Assia, Merzoug Hassina et Ziane Rebeh

Intitulé

**Effets des changements climatiques sur le couvert forestier
cas de la région de M'sila El Haourane**

Soutenu devant le jury composé de

NOUIDJEM Yassine	prof	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Président
BOUNAR Rabah	prof	Université Med BOUDIAF - M'SILA	Encadreur
GHADBANE Mouloud	prof	Université Med BOUDIAF- M'SILA	Examineur

Année universitaire : 2023-2024

Résumé :

L'étude met en évidence l'impact significatif du changement climatique sur la couverture forestière à M'sila et El Haourane, révélant une diminution notable de la forêt au cours des dernières décennies. Cette réduction est principalement due à l'augmentation des températures, la diminution des précipitations et la fréquence accrue des sécheresses. Les conséquences incluent l'érosion des sols, la perte de biodiversité, une baisse de la productivité agricole et un risque accru d'incendies de forêt et de désertification. Les recommandations pour atténuer ces effets comprennent l'adoption de pratiques de gestion forestière résilientes au climat, la promotion du reboisement, la sensibilisation des communautés locales, le renforcement de l'application des réglementations environnementales et l'investissement dans la recherche pour développer des stratégies d'adaptation efficaces.

Mots clés : impact significatif, changement climatique, couverture forestière, M'sila, El Haourane, diminution notable

Summary:

The study highlights the significant impact of climate change on forest cover in M'sila and El Haourane, revealing a notable decrease in forests over the past few decades. This reduction is primarily due to rising temperatures, decreasing precipitation, and the increased frequency of droughts. The consequences include soil erosion, loss of biodiversity, a decline in agricultural productivity, and an increased risk of wildfires and desertification. Recommendations to mitigate these effects include adopting climate-resilient forest management practices, promoting reforestation, raising awareness among local communities, strengthening the enforcement of environmental regulations, and investing in research to develop effective adaptation strategies.

Keywords: significant impact, climate change, forest cover, M'sila, El Hourane, notable decrease

Remerciement

Nous remercions tout d'abord ALLAH tout puissant qui nous a donné la santé, le courage et la patience afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Nous tenons à présenter nos profondes gratitudee à notre promoteur Mr BOUNAR RABAH pour son aide, son encouragement, qui nous a fait bénéficier de son savoir, de son expérience et de ses précieux conseils afin de perfectionner ce travail et d'avoir accepté l'encadrement de ce mémoire.

Nous remercions les membres de jurée et Mr. NOUIDJEM YASSINE

MR. GHADBANE MOULOUD, pour avoir examiné cette étude.

Enfin nous devons remercier beaucoup toute les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail

A mes chers parents, en que j'ai trouvée le soutien immense dans les études et de la
vie générale, pour tous sacrifices, leur amour et leur tendresse ;

A mon mari ADEL Bouguerra, pour leur encouragement permanent et leur soutien
morale ;

A mes chères frères :OUSSAMA, SOFIANE & MOUHAMED .

A tous mes chères sœurs, SANA & AHLAM ;

A mes princesses :Acil , Sali , Sirine

A tout mes amis ;

A tout mes famille sans exception ;

A tous les personnes les plus proches de mon cœur.

ASMA

Dédicace

Je dédie ce modeste travail avec grand amour, sincérité et fierté

A mes chers parents, source de tendresse, de noblesse et d'affection. Puisse cette
étape constituer pour vous un motif de satisfaction.

A mes sœur et frères, en témoignage de la fraternité, avec mes souhaits de bonheur.

De santé et de succès.

Et a tous les membres de ma famille

A tous mes amis, tous mes professeurs

Et à tout qui compulse ce modeste travail

Dédicace

*Je dédie ce mémoire à mes chers parents et mon marié et
mes enfants Rayane, Wiam et Anes et a ma famille et a tous
qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de cet
mémoire*

HASSINA

Dédicace

*Je dédie cet humble travail à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin, ainsi qu'à
mon honorable famille et à tous mes amis*

Rebeh

Abréviation

GES : gaz à effet de serre

GIEC : le groupe intergouvernemental sur l'évolution de climat

Liste des Tableaux

Tableau I. 01 : Conséquences et impacts des différents aléas	17
Tableau II.02 : les caractéristiques de la station météorologique de M'sila.	32
Tableau II.03 - Précipitations moyennes mensuelles et annuelles (mm)	33
Tableau II.04: Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles de la station de M'sila (1923-1938)	33
Tableau II.05: Les variations interannuelles des précipitations de station de M'sila(2005 – 2021)	34
Tableau II.06 : Les régimes saisonniers (2005 – 2021).	34
Tableau II.07 : Répartition mensuelle des températures moyennes, minimales et maximales (°C)	35
Tableau II.08: Moyenne mensuelle de la vitesse du vents (station de M'sila, 2005-2021)	36
Tableau II.09 : Nombre moyen de jours de gelée par mois (station de M'sila, 2005-2021)	36
Tableau II.10 : Valeurs du quotient pluviothermique	38
Tableau II.11 : Valeurs d'indice d'aridité de DE-MARTONNE.	39
Tableau II.12 : Les plantes médicinales d'El-Haourane	48

Liste des Figures

Figure I.01: Les composantes du système climatique	08
Figure I. 02 : Les composantes du système climatique (GIEC, 2019) .	10
Figure I. 03 : Evolution des moyennes annuelles de la température et de la pluviométrie à la Station d'Oran	10
Figure I. 4 : Cycle simplifié du carbone au début du XXI e siècle (échanges naturels : les émissions et les absorptions sont équilibrées)	13
Figure I. 5 : Cycle simplifié du carbone au début du XXI e siècle (Accumulation de carbone dans l'atmosphère due aux activités humaines)	13
Figure I. 6 : Bilan d'énergie annuelle globale de la Terre. La quantité de rayonnement solaire absorbée par la surface et l'atmosphère est compensée par celle de rayonnement infrarouge émis par la surface et l'atmosphère (W/m ²).	14
Figure.II. 01 : Situation géographique de la zone d'étude El-Haourane.	29
Figure II. 02 : Extrait de la carte géologique de Tarmount : la zone d'étude d'étude El Haourane	30
Figure II. 03 : Matorral à <i>Pinus halepensis</i> Mill. (Reboisement).	43
Figure II. 04: Matorral à <i>Juniperus phoenicea</i> L. (Versant Nord).	46
Figure II. 05: Steppe à <i>Stipa tenacissima</i> L. (versant Sud).	47
Figure II. 06 : Plan d'aménagement et d'orientation de la forêt récréative Djebel Messaad	78

Table des matières

Résumé

Remerciement

Dédica

Liste des Tableaux

Liste des Figures

Abréviation

Introduction générale..... 9

PREMIER CHAPITRE : Généralités des changement climatique

I.1 Introduction :..... 7

I.2.Définition des concepts :..... 7

I.3.Historique de la science du changement climatique : 9

I.3.1. Changement climatique au niveau mondial : 9

I.3.2 Changement climatique Au niveau régional (Algérie) :.....10

I.4.Les causes du changement climatique..... 11

I.4.1 Activité solaire11

I.4.2. Activité volcanique11

I.4.3. Les activités humaines12

I.4.4. Effet de serres naturelles14

I.4.5. Evolution de la teneur en gaz15

I.4.6. la pollution16

I. 5. Conséquences du changement climatique..... 17

I.5.1. Les impacts du changement climatique sur l’agriculture et la forêt18

I.5.2. Impact de changement climatique sur les ressources en eau.....19

I.5.3. Impact de changement climatique sur la santé.....19

I.5. Perte de biodiversité : 23

Deuxième Chapitre : Présentation de la zone d’étude

II.1. Situation géographique 26

II.1.1. Les caractéristiques physiques..... 26

II.1.2. Description générale pour chaque type du sol:.....28

II.2. Indice d'aridité de DE-MARTONNE :	37
II.2.1. Le cadre phytogéographique.....	37
II.2.2.Les types de formations végétales	39
II.2.3.Ecologie des espèces dominantes de la zone d'étude El Haourane	40
II. 3.Les plantes toxiques EL-Haourane.....	48
II.5 Photos de quelques plantes recensés dans la zone d'étude.....	48

Troisième chapitre: Méthodologie

III.Méthodologie :	53
Quatrième Chapitre : Résultats.....	55
III.Résultat:	56

Cinquième Chapitre: Perspectives et Aménagement

VI.1.Perspectives et Aménagement :	68
VI.2.Impacts potentiels sur M'Sila et El Haourane	73
VI.3. Options d'adaptation	74
Conclusion Générale:.....	76
Références bibliographiques :	78

Introduction générale

Introduction générale

Les changements climatiques constituent l'une des crises globales les plus pressantes et complexes du XXI^e siècle. Ce phénomène englobe une variété de transformations environnementales, telles que le réchauffement global, la modification des régimes de précipitation, l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes, ainsi que des transformations durables dans les systèmes climatiques terrestres. Comprendre les mécanismes sous-jacents et les impacts potentiels des changements climatiques est crucial pour élaborer des stratégies efficaces d'adaptation et de mitigation. Cette introduction explore les différentes dimensions des changements climatiques, en mettant l'accent sur les causes anthropiques, les preuves scientifiques, les conséquences environnementales et sociétales, ainsi que les efforts internationaux pour faire face à cette crise mondiale. **(Elmeddahi, 2016)**

L'activité humaine est identifiée comme le principal moteur des changements climatiques actuels. Depuis le début de l'ère industrielle, les émissions de gaz à effet de serre (GES) ont considérablement augmenté en raison de la combustion des énergies fossiles, de la déforestation, et de l'agriculture intensive. Le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O) sont les principaux GES responsables de l'effet de serre renforcé, qui entraîne un réchauffement global de la planète. Les activités industrielles, le transport, la production d'électricité, et l'utilisation des sols sont les principales sources de ces émissions. Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), les concentrations atmosphériques de CO₂ ont atteint des niveaux sans précédent depuis au moins 800 000 ans, exacerbant ainsi le phénomène de réchauffement climatique. **(Bryson, 1974; Spenceer et Christy, 1990 et Ralph, 2012).**

Les preuves scientifiques du réchauffement climatique sont multiples et proviennent de diverses sources. Les données satellitaires et les relevés de température de surface montrent une augmentation constante de la température moyenne mondiale depuis plusieurs décennies. Les calottes glaciaires et les glaciers fondent à un rythme alarmant, contribuant à l'élévation du niveau des mers. Les études paléoclimatiques, qui analysent les carottes de glace et les sédiments océaniques, fournissent des indications claires et cohérentes d'un climat en réchauffement. En outre, la répartition géographique des espèces et la phénologie des écosystèmes montrent des signes de perturbation, indiquant des réponses biologiques aux changements climatiques en cours. Les modèles climatiques informatiques, qui simulent les interactions complexes entre les différents composants du système climatique, prévoient des augmentations continues de la température si les émissions de GES ne sont pas réduites.

Les impacts environnementaux des changements climatiques sont vastes et souvent dévastateurs. L'élévation du niveau des mers menace les zones côtières et les îles basses, augmentant le risque d'inondations et d'érosion côtière. Les écosystèmes marins, tels que les récifs coralliens, souffrent de blanchissement en raison de l'augmentation de la température de l'eau et de l'acidification des océans. Sur terre, les forêts, les prairies et les zones humides subissent des transformations qui affectent la biodiversité et les services écosystémiques qu'ils fournissent. Les événements météorologiques extrêmes, tels que les ouragans, les vagues de chaleur et les sécheresses, deviennent plus fréquents et plus intenses, mettant en péril la sécurité alimentaire et hydrique dans de nombreuses régions du monde. La perturbation des cycles hydrologiques entraîne des précipitations irrégulières, exacerbant les risques de sécheresse et d'inondation.

Les changements climatiques ont des répercussions profondes sur les sociétés humaines. Les populations vulnérables, notamment celles des pays en développement, sont les plus durement touchées. Les migrations climatiques deviennent une réalité pour de nombreuses communautés contraintes de quitter leurs terres en raison de la montée des eaux ou de la dégradation des terres arables. La santé publique est également affectée, avec une augmentation des maladies liées à la chaleur, des troubles respiratoires dus à la pollution atmosphérique et de la propagation des maladies vectorielles comme la dengue et le paludisme. Les infrastructures, l'économie et les moyens de subsistance sont mis à rude épreuve, nécessitant des adaptations coûteuses et complexes. Les secteurs agricoles et de la pêche, en particulier, sont gravement menacés, avec des répercussions sur la sécurité alimentaire mondiale.

Face à l'urgence climatique, la communauté internationale s'est mobilisée pour élaborer des accords et des initiatives visant à limiter les émissions de GES et à promouvoir des pratiques durables. L'Accord de Paris, adopté en 2015, représente une étape majeure dans la coopération mondiale pour le climat. Il fixe des objectifs ambitieux pour maintenir l'augmentation de la température mondiale bien en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels, avec des efforts pour limiter cette augmentation à 1,5°C. Les contributions déterminées au niveau national (CDN) constituent la pierre angulaire de cet accord, chaque pays s'engageant à prendre des mesures spécifiques pour réduire ses émissions et renforcer sa résilience aux impacts climatiques.

Notre travail est structuré en cinq chapitre , le premier chapitre aborde les généralités sur les changements climatiques. Le deuxième chapitre présente la zone d'étude. Le troisième chapitre

est consacré à la méthodologie utilisée. Le quatrième chapitre expose les résultats obtenus. Enfin, le cinquième chapitre traite des perspectives et de l'aménagement.

PREMIER CHAPITRE :

Généralités des changement climatique

I.1 Introduction :

Les changements climatiques ont depuis longtemps cessé d'être une curiosité scientifique. Ils constituent la question environnementale majeure qui domine notre vie. Du point de vu de l'abondante littérature en lien avec les changements climatique, nous avons jugé que c'est nécessaire de définir certain concept clé en relation avec le changement climatique.

I.2. Définition des concepts :

I.2.1. Climat :

Le mot climat apparait en français au XII siècles, dérivant du latin climatis. Pourtant son origine est grecque : le climat est l'inclinaison d'un point de la Terre au Soleil. Cette notion ce « climat » y est très éloignée du concept moderne de climat (GIEC , le 1^{er} novembre 2014).

Le climat correspond à la distribution statistique des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période donnée. Il est effectué à l'aide de valeurs moyennes établies à partir de mesures statistiques, mensuelles et annuelles, ainsi que sur la base des données atmosphériques locales : température, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent(<https://www.unicef.fr/dossier/climat-et-environnement>).

La différence entre climat et météo : la météorologie ou météo permettant de prévoir le temps à court terme (généralement t quelques jours). Si la météo se soucie du temps qu'il fait ou qu'il fera en un lieu et à un moment précis, mais la climatologie ou climat est effectuée à l'aide de moyennes annuelles et mensuelles sur 30 ans au minimum(GIEC , 2007) .

I.2.2. Le système climatique :

Le système climatique est l'ensemble Terre-atmosphère. Il évolue au cours du temps sous l'effet de processus internes et de contraintes externes, d'origine naturelle ou humaine.

L'étude des changements climatiques nécessite de définir le système climatique, un ensemble complexe constitué de cinq composantes principales(voir la Figure I.1) (GIEC , 2019) :

- ✓ l'atmosphère
- ✓ les surfaces continentales
- ✓ l'hydrosphère (océans, lacs, rivières, nappes d'eau souterraines...)

- ✓ la cryosphère (glaces terrestres ou marines, manteau neigeux)
- ✓ la biosphère (tous les organismes vivants dans l'air, sur terre et dans les océans).

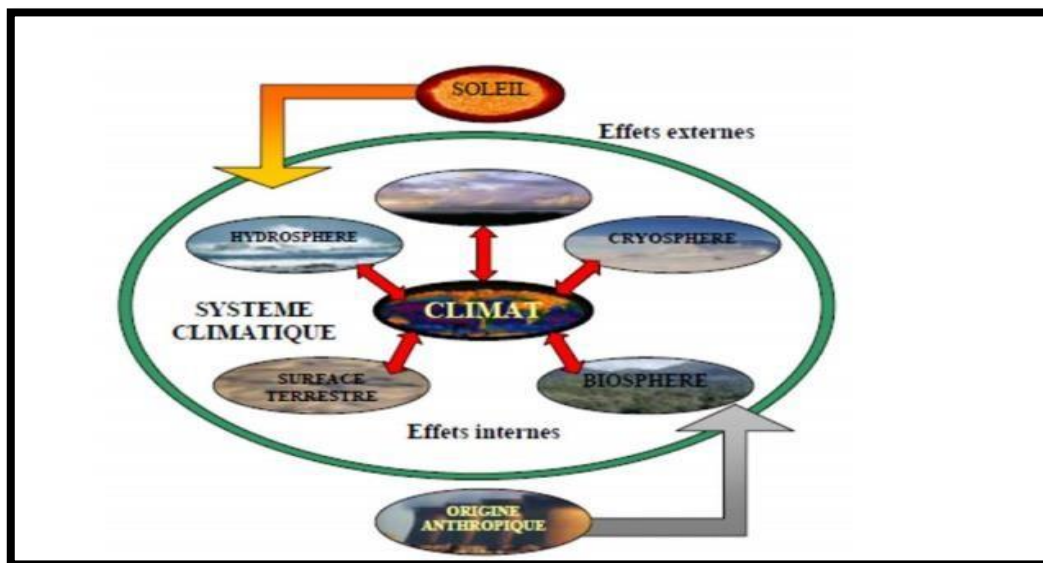


Figure I. 1 : Les composantes du système climatique (GIEC, 2019) .

Le comportement de l'ensemble du système climatologique est influencé ou contraint par l'évolution de certains paramètres extérieurs que l'on appelle forçage extérieure (GIEC , le 1^{er} novembre 2014).

I.2.3. Variabilité climatique :

La variabilité climatique désigne des variations de l'état moyen et d'autres statistiques (écarts standards, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà des phénomènes climatiques individuels. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne), ou à des variations des forçages externes anthropiques ou naturels (variabilité externe) (Bilan ,2007).

I.2.4. Changement climatique :

Les changements climatiques sont causés par les modifications de l'atmosphère qui résultent de sa transformation chimique par les gaz à effet de serre (GES). Cette perturbation de l'équilibre atmosphérique s'exprime par une augmentation des températures moyennes sur Terre, modifiant ses caractéristiques physiques, chimiques et biologiques.

Les impacts sur l'environnement sont multiples importants et de plus en plus fréquents : sécheresses, fonte des glaciers et de la glace de mer, élévation du niveau des océans, tempêtes tropicales. Ils affectent l'ensemble de la population mondiale et la biodiversité planétaire. Les activités humaines sont les principales responsables des changements climatiques actuels et de

leurs impacts sur l'environnement. En effet, selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), le réchauffement climatique est bien réel et l'activité humaine en est responsable, par l'émission de GES .(HAMEL KHALISSA, 2005)

I.3.Historique de la science du changement climatique :

Au début du siècle, la climatologie s'attarde essentiellement à la détermination de statistiques de différents paramètres comme la précipitation, température, vitesse des vents, etc. Les applications sont nombreuses. Ces chiffres permettent d'expliquer les caractéristiques géographiques et environnementales, permettent de construire des ouvrages et infrastructures, de faire des choix optimisés, etc. Puis, vers le milieu du siècle, on commence aussi à examiner les processus physiques et chimiques qui expliquent ces statistiques. Par exemple, c'est pendant cette période que l'on constate d'importantes perturbations climatiques provenant de l'océan Pacifique Équatorial .(Cornet, A , 1988)

I.3.1. Changement climatique au niveau mondial :

I.3.1.1. Évolution des températures :

Si la température moyenne à la surface de la terre a augmenté de 0,6-0,7 °C de 1900 à 2000, la température moyenne en 2005 a été supérieure de 0,8 °C à celle de 1900. À elles seules, les trois dernières décennies ont vu une augmentation moyenne de 0,6 °C (soit 0,2 °C par décennie), ce qui montre une inquiétante accélération du processus.

I.3.1.2. Évolution des phénomènes climatiques :

Selon le 4^{ème} rapport du GIEC publié en 2007, les changements climatiques observés à l'échelle globale peuvent être résumés en(voir la figure I.2) :

- L'augmentation du niveau de la mer.
- diminution observée de l'étendue des zones couvertes de neige et de glace.
- fréquence accrue des sécheresses.
- hausse des précipitations dans certaines régions, Baisse dans d'autres.
- L'augmentation probable des orages, cyclones, tempêtes, inondations, crues exceptionnelles .

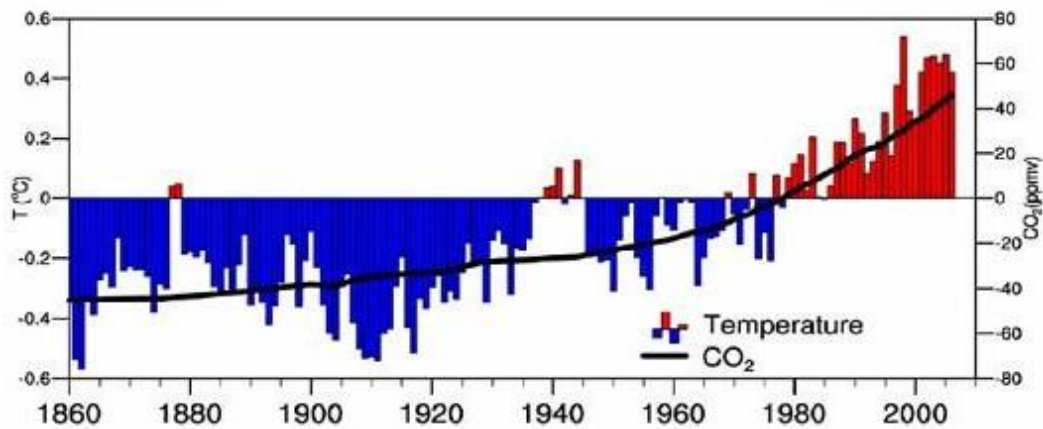


Figure I. 2 : Évolution des températures mondiales et de la concentration atmosphérique en CO₂ entre 1860 et 2006.

I.3.2 Changement climatique Au niveau régional (Algérie) :

L'Algérie a connu depuis les années 70, une période de sécheresse intense et persistante, caractérisée par un déficit pluviométrique important, évalué à près de 30%, sur l'ensemble du pays. Dans le cas de l'ouest algérien, les températures ont augmenté de 1°C à 2°C sur la période allant de 1926 à 2006, soit le double de la hausse moyenne planétaire (0,74°C) et pour la même période, la quantité moyenne annuelle des précipitations (Figure I.3) a chuté de 15%. En outre, il est fait mention que dans les zones côtières une élévation du niveau de la mer est constatée.

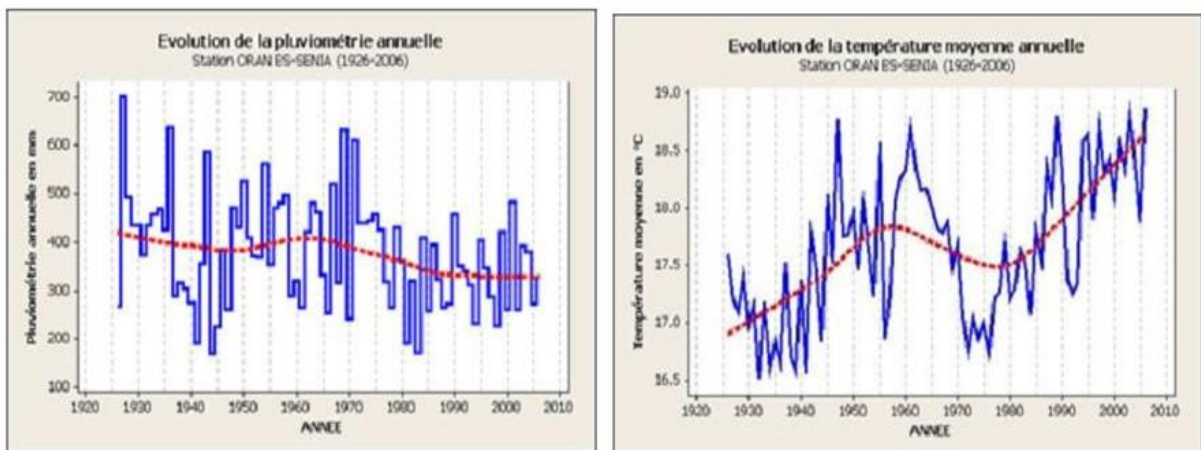


Figure I. 3 : Evolution des moyennes annuelles de la température et de la pluviométrie à la Station d'Oran.

Ce ci entrainera à coup sûr une forte pression sur la ressource en eau et un grand risque de contamination des nappes côtières par intrusion marine.

I.4. Les causes du changement climatique

I.4.1 Activité solaire

Selon, (Bard, 2011) la première recherche d'une correspondance systématique entre l'activité solaire et le climat date de plus de deux siècles avec les travaux de l'astronome anglais William Herschel.

D'innombrables travaux ont été publiés depuis sur ce sujet qui reste l'objet de vives controverses pour plusieurs raisons majeures : les corrélations détectées ne se sont pas poursuivies dans le temps, les auteurs n'ont pas tenu compte de la super - position d'autres forçages sur les mêmes échelles de temps ou d'incertitudes et de biais systématiques dans les données climatiques utilisées, ou bien encore, les outils statistiques ont été mal utilisés.

Il existe cependant des exemples convaincants de liens entre l'activité solaire et le climat concernant différentes échelles de temps et plusieurs compartiments du système climatique.

Un exemple classique est l'influence du cycle de 11 ans sur les températures et les vents de la stratosphère. L'impact de ce cycle sur la dynamique de la troposphère a aussi fait l'objet de nombreuses études, notamment sur de possibles variations systématiques de la géométrie et de l'intensité de la circulation moyenne à grande échelle (cellules de Hadley, courants jets, circulation de Walker). Depuis la fin des années 90, des auteurs danois ont annoncé avoir identifié le cycle de 11 ans dans les enregistrements de la couverture nuageuse observée par les satellites.

Ces travaux ont été focalisés sur plusieurs types de nuages en fonction de leurs altitudes. Néanmoins, les correspondances annoncées n'ont pas été confirmées par les études plus récentes.

I.4.2. Activité volcanique

Les volcans influent sur le climat, à cause de ce qu'ils injectent dans l'atmosphère lors de leur éruption. En effet, ces éruptions produisent de grandes quantités de gaz, de particules

(Appelées aérosols), de cendres et de métaux, qui modifient temporairement le climat à l'échelle locale, régionale, voire même mondiale.

« Par le passé, les grandes éruptions volcaniques ont modifié le climat mondial de manière directe tout en renforçant d'autres processus », explique Santiago Arellano, chercheur au sein du département Espace, Terre et Environnement de l'Université de technologie de Chalmers. Il précise que les effets d'une éruption sur le climat varient selon son emplacement et son altitude, mais aussi en fonction de la quantité et de la composition des matières rejetées. Ainsi, les éruptions tropicales auront un impact plus important que celles des latitudes supérieures, car l'air des tropiques voyage plus loin et peut répandre les émissions volcaniques à travers le monde. De même, les éruptions plus fortes ont des effets plus durables, car elles envoient des particules dans la stratosphère, où elles restent pendant longtemps. Aux Philippines, par exemple, l'éruption du mont Pinatubo, en 1991, a envoyé dans l'atmosphère de gigantesques quantités de particules et de gaz, à plus de 20 km de hauteur, qui ont fait le tour de la planète pendant environ trois semaines. **(Volcans et changement climatique : les deux sont-ils liés?, 2022)**

I.4.3. Les activités humaines

Depuis le début de l'ère industrielle (milieu du XIX^e siècle), l'homme rejette des milliards de tonnes de CO₂, du fait de la combustion des énergies fossiles, de la déforestation et des pratiques agricoles (labour des sols notamment).

Ces activités libèrent le carbone initialement stocké dans le sol. Entre 2000 et 2009, 28,6 gt CO₂/an (+5,5 gtCO₂/an dues à la déforestation) ont été émises du fait de la combustion des énergies fossiles et de la production de ciment.

Ces émissions ont jusqu'à présent été partiellement absorbées par la biosphère terrestre (6,2 gtCO₂/an) et l'océan (8,4 gtCO₂/an). Le reste s'est accumulé dans l'atmosphère (+19,5 gtCO₂/an). Ce CO₂ vient s'ajouter à celui naturellement présent dans l'atmosphère, et crée alors un effet de serre additionnel. **(Coquillaud, 2015)**

Cela a fait du changement climatique un résultat inévitable de ces pratiques :

1. Augmentation de la température atmosphérique (température moyenne mondiale).
2. De fortes pluies plus fréquentes... ou plus de sécheresses.

3. Orages plus violents et plus fréquents.
4. Fonte des calottes glaciaires et des glaciers.
5. Réchauffement et acidification des océans.

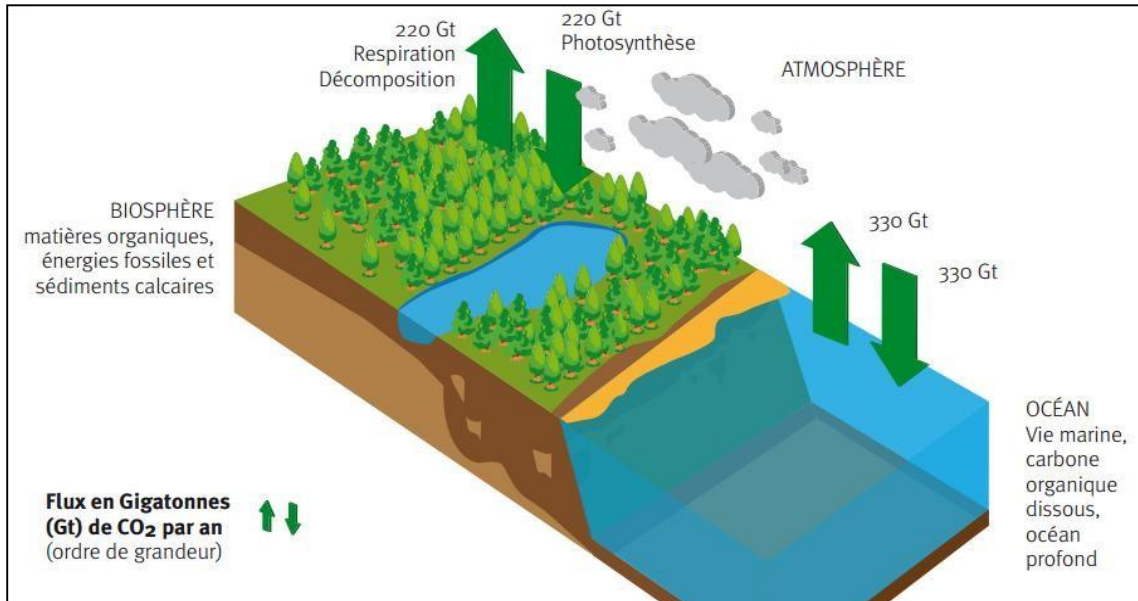


Figure I. 4 : Cycle simplifié du carbone au début du XXI e siècle (échanges naturels : les émissions et les absorptions sont équilibrées)

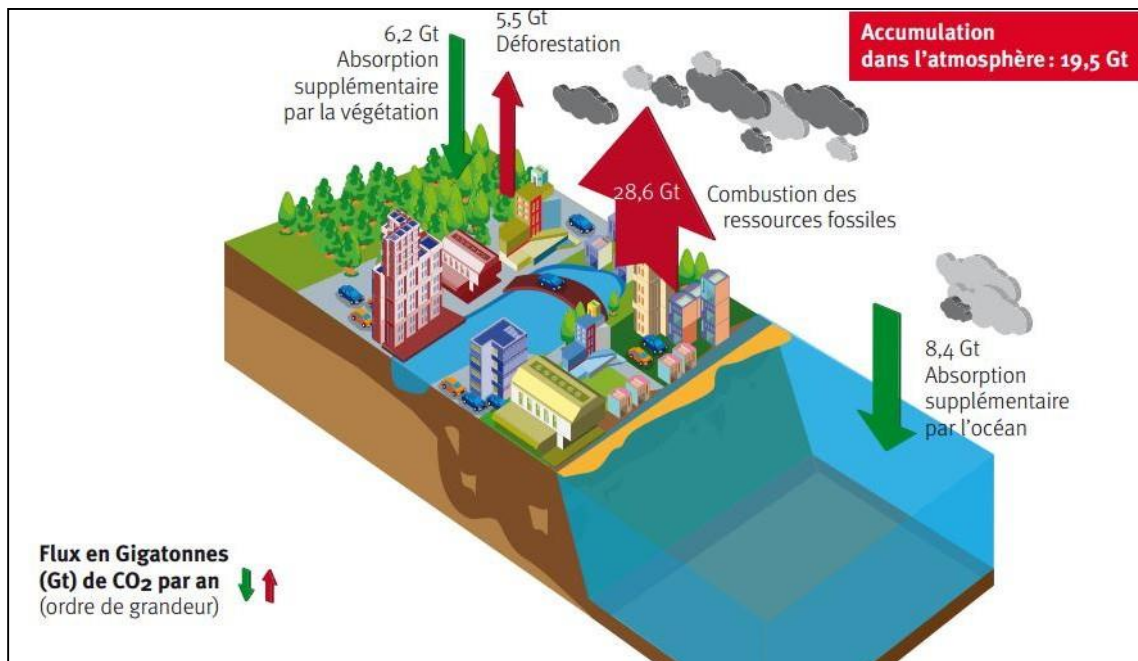


Figure I. 5 : Cycle simplifié du carbone au début du XXI e siècle (Accumulation de carbone dans l'atmosphère due aux activités humaines). (coquillaud , 2015)

I.4.4. Effet de serres naturelles

Le rayonnement solaire fournit à la Terre une énergie moyenne de 342 W par m² de sa surface. 30% de cette énergie est réfléchiée directement vers l'espace par les nuages, les aérosols et la surface de la Terre. Les 70% restants sont absorbés par l'atmosphère (20%) et par la surface (50%), qui se réchauffe. La Terre réémet de l'énergie vers l'atmosphère.

Une partie de cette énergie est piégée par les molécules de Gaz à Effet de Serre (GES) puis réémise en partie vers la surface terrestre. Cette deuxième étape de circulation de l'énergie qui réchauffe encore plus la surface (et refroidit la haute atmosphère) constitue l'effet de serre. Sans atmosphère, la température à la surface terrestre serait de -18°C. Grâce à l'effet de serre naturel, elle est de +15°C. Les gaz à effet de serre comme la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone (CO₂) contribuent respectivement à 62% et 22% de cette augmentation naturelle de 33°C de la température d'équilibre. Au cours des deux derniers millénaires et jusqu'en 1750, la concentration en CO₂ dans l'atmosphère a très peu varié, de même que celle en méthane (CH₄) et en oxyde nitreux (N₂O). Cette stabilité résultait de l'équilibre entre flux bruts de gaz échangé dans les deux sens (émission, absorption) entre l'atmosphère et les autres compartiments (biosphère continentale, océan) (pascalle, 2008)

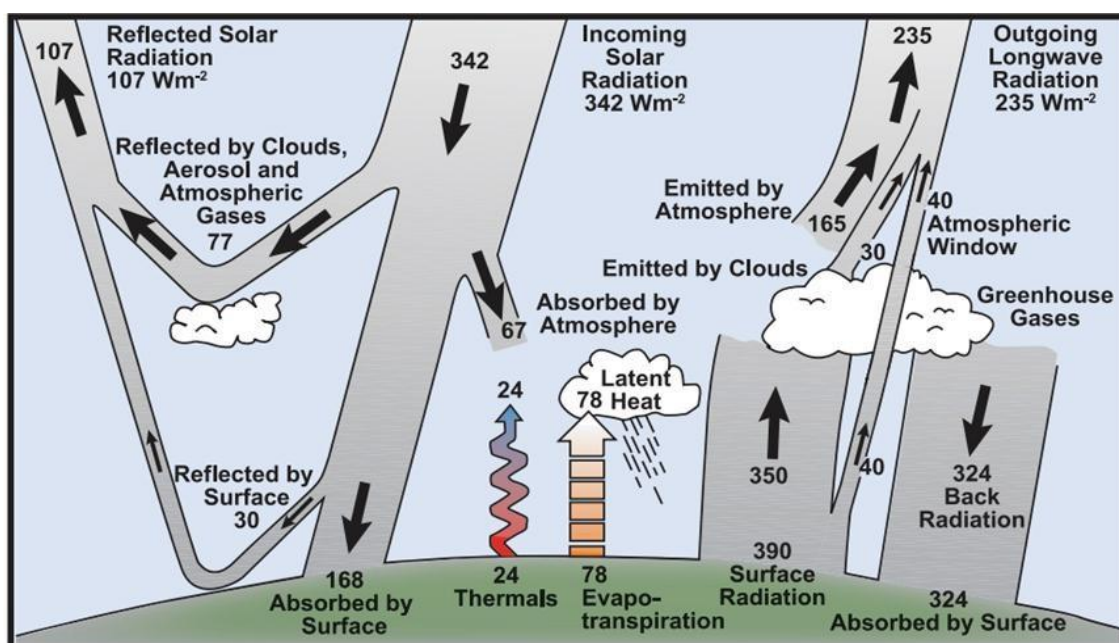


Figure I. 6 : Bilan d'énergie annuelle globale de la Terre. La quantité de rayonnement solaire absorbée par la surface et l'atmosphère est compensée par celle de rayonnement infrarouge émis par la surface et l'atmosphère (W/m²). (pascalle, 2008)

I.4.5. Evolution de la teneur en gaz

D'après (Nefzi, 2012), L'atmosphère jouant le rôle des vitres d'une serre. Si on augmentait l'épaisseur de ces vitres, la serre se réchaufferait. Cette constatation a permis aux climatologues de conclure une relation de causalité entre l'accroissement des gaz à effet de serre d'origine anthropique dans l'atmosphère et les perturbations climatique.

L'exploration de la concentration des gaz depuis le palier de l'époque préindustrielle montre que celle-ci s'est accrue dans le réservoir atmosphérique. Les gaz à effet de serre, le CO₂ et le CH₄ notamment, ont contribué en grande partie à cette augmentation.

La teneur en CO₂ est passée de 270ppm à 370ppm. Le taux annuel de croissance est de l'ordre 0.4% ; durant la décennie quatre-vingt-dix ce taux a varié de 0.2% à 0.8%. Une grande partie de ces fluctuations est d'origine anthropique, on estime que les trois-quarts sont dus à la combustion des carburants fossiles, et que le reste est dû à la déforestation.

La concentration du CH₄ a presque doublé depuis 1750. Sa progression annuelle a fluctué durant la décennie quatre-vingt et a ralenti durant la décennie de quatre-vingt-dix. Plus de la moitié des émissions de ce gaz sont dues à des phénomènes anthropiques tels que ; l'agriculture, l'exploitation du gaz naturel ou les décharges contrôlées.

Les autres gaz à effet de serre continuent aussi à augmenter dans l'atmosphère de façon irréversible mais à des quantités plus faibles.

Au cours de l'histoire de la Terre, il y a toujours eu des changements climatiques. Néanmoins, l'augmentation actuelle de la quantité de gaz à effet de serre (principalement de CO₂) et de la température globale moyenne dans l'atmosphère sont inégalées. La température globale moyenne a augmenté de 0,74°C depuis 1850. Il s'agit d'une augmentation exceptionnellement rapide. Depuis la fin de la dernière période glaciaire, donc durant plus de 10 000 ans, la température globale est restée relativement stable.

La plupart des scientifiques s'accordent à dire que le réchauffement actuel de la terre est la conséquence de l'augmentation des gaz à effet de serre (principalement le CO₂) dans l'atmosphère due à l'activité humaine (Boucetta ,2018)

I.4.6. la pollution

Le consensus scientifique écrasant selon plus de 99,9% des études évaluées par les pairs est claire le changement climatique est réel et créé par l'homme (<https://www.iqair.com/fr/newsroom/does-air-pollution-cause-climate-change>)

Le changement climatique entraîne une augmentation des inondations, des vagues de chaleur enregistrées, des ouragans plus forts et des saisons de feu de forêt plus longues plus extrêmes qui affectent tous directement notre bien-être .

Le changement climatique devrait avoir des effets dévastateurs à long terme sur la santé et la sécurité humaines. Les impacts régionaux fournis par le panel intergouvernemental sur le changement climatique comprennent :

- Changements brusques des écosystèmes
- Extinction des espèces
- Réduction de la couverture neigeuse
- Risque accru d'inondations soudaines
- Diminution de la production agricole pour une population croissante
- Vagues de chaleur plus intenses et prolongées
- Augmentation des sécheresses

Le principal moteur du changement climatique est la pollution atmosphérique causée par les émissions de méthane et la combustion des combustibles fossiles, la pollution de l'air en phase gazeuse. Ces deux dangers environnementaux sont profondément liés et doivent être traités ensemble.

Les conséquences du changement climatique sont désastreuses et la nécessité d'atténuer l'action est urgente. Parce que le lien entre la pollution atmosphérique et le changement climatique est bien établi, il est essentiel de comprendre l'interaction complexe entre les polluants et notre environnement, comment cela conduit au changement climatique et ce qui peut être fait à ce sujet.

I. 5. Conséquences du changement climatique

L'étude des contraintes liées aux changements climatiques permet non seulement d'identifier les conséquences directes et indirectes des aléas sur les différentes ressources mais aussi d'évaluer l'impact des changements climatiques (Sow & Bathiery, 2022). Le tableau 01 liste les conséquences du changement climatique certains aspects naturel et climatiques.

Tableau I. 01 : Conséquences et impacts des différents aléas.

Aléa (s)	Conséquences et impacts
Variabilité pluviométrique	Baisse des revenus, maladie et mortalité du bétail, baisse des rendements agricoles, baisse des productions animales, rabattement de la nappe phréatique, réduction des superficies cultivables, réduction des activités commerciales, allongement de la période de soudure, exode rural, déforestation, instabilité sociale, inondation, destruction des habitats.
Vents forts et chauds	Baisse des revenus, ensablement des mares, destruction d'habitats, prolifération des maladies respiratoires humaines et animales, déracinement des arbres, disparition de bergers et d'animaux, réduction de la mobilité des personnes, baisse de la fertilité des sols, baisse des productions végétales, destruction des cultures, perturbation des systèmes de production, érosion des terres, réduction des activités agricoles
Érosions hydrique et éolienne	Baisse de la fertilité des terres agricoles, dégradation des pistes et des routes, enclavement, destruction d'habitats, ensablement des bas-fonds.
Feux de brousse et incendies	Baisse des revenus, déforestation, dégradation des sols, baisse de la phytomasse, destruction des réserves fourragères et de subsistance, destruction des forêts et habitats, insécurité alimentaire, disparition d'espèces faunique.
Salinisation des terres et des eaux	Baisse des revenus, réduction des superficies cultivables, destruction de la végétation, baisse des productions végétales, animales et halieutiques, altération de la qualité des eaux, destruction d'habitats.
Sécheresse/ Désertification	Baisse des revenus (agricoles, élevages, pêche etc.), dégradation de l'environnement, érosion des terres, réduction la pluviométrie, augmentation de la température, mortalité cheptel,
Inondations	Destruction d'habitats, submersion des terres agricoles, réduction de la mobilité des personnes, prolifération de certaines maladies, intrusions salines, destruction des arbres, ralentissement des activités économiques et sociales.

Source : (Sow & Bathiery, 2022)

D'après En outre à ces conséquences on peut on peut souligner les impacts ci-dessous :

I.5.1. Les impacts du changement climatique sur l'agriculture et la forêt

Les changements climatiques peuvent impacter de diverses manières l'agriculture. Au-delà de certains seuils de température, les rendements agricoles peuvent diminuer, car l'accélération du processus de croissance s'accompagne d'une moindre production de grains.

De plus, l'augmentation de la température modifie la capacité des plantes à retenir et utiliser l'humidité. L'évaporation du sol s'accélère et les feuilles des plantes perdent plus d'humidité, un double effet appelé « **évapotranspiration** ».

Comme le réchauffement planétaire peut provoquer des précipitations plus importantes, l'impact net de la hausse des températures sur la disponibilité d'eau dépend du rythme d'augmentation de l'évapotranspiration et des précipitations. En général, c'est l'évapotranspiration qui augmente le plus vite (**William, 2008**).

Seguin et Lefèvre (2015) considèrent que les impacts du changement climatique sur les formations végétales se traduisent par des processus éco physiologiques qui peuvent être schématisés ainsi :

- ✓ L'augmentation du CO₂ va stimuler la photosynthèse des couverts végétaux et créer des conditions permettant d'augmenter potentiellement la production de biomasse jusqu'à 20% pour certaines espèces.
- ✓ L'accélération du calendrier phénologique va réduire la durée des cycles de culture, et donc le temps de fonctionnement de l'usine photosynthétique pour les végétaux à cycle déterminé (cultures annuelles), ou au contraire.
- ✓ Augmenter cette durée du cycle de végétation pour des arbres fruitiers ou forestiers. Elle va aussi modifier le phasage des stades avec les facteurs du climat (gel de printemps, sécheresse estivale notamment).
- ✓ Des températures plus élevées peuvent être plus favorables pour la plupart des processus physiologiques, à condition de ne pas dépasser l'optimum au-delà duquel les valeurs deviennent excessives.
- ✓ Enfin, les modifications de pluviométrie peuvent s'avérer totalement déterminantes, surtout en cas de renforcement des sécheresses. Dans la mesure où ces différentes composantes conduisent à des conséquences extrêmement variables, les effets résultant sur l'agriculture et la forêt peuvent être tantôt positifs, tantôt négatifs, suivant les productions et les régions.

I.5.2. Impact de changement climatique sur les ressources en eau

Depuis les années 1950, le climat terrestre a connu des changements représentés, essentiellement par le réchauffement dû aux gaz à effet de serre, en étroite relation avec l'activité humaine (GIEC, 2013). Parmi les conséquences de ces changements on note pour de nombreux pays :

6. Une augmentation de la température.
7. Une diminution des précipitations et de la masse des calottes glaciaires.
8. Une élévation du niveau de la mer.
9. Une raréfaction des ressources en eau.

Les pays maghrébins (Algérie, Maroc et Tunisie) n'ont pas été épargnés par l'impact de ces changements qui affectent négativement la plupart de leurs ressources en eau.

Dans son rapport de septembre 2013, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) affirme que le réchauffement climatique du globe est sans équivoque, ajoutant que l'influence humaine est la cause principale de ce réchauffement. Parmi les résultats de ce réchauffement, on note ceux obtenus pour les facteurs climatiques :

- La tendance à la hausse de la température moyenne du globe (0,85 °C).
- L'augmentation des précipitations dans les régions continentales de moyenne latitude de l'hémisphère Nord et dans l'est de l'Amérique du Sud.

Par contre, une diminution a été enregistrée au Sahel, en Méditerranée, en Afrique australe et dans une partie de l'Asie du Sud (GIEC, 2013).

Les pays du Maghreb n'ont pas été épargnés par le changement climatique. Le nord-ouest de l'Algérie a connu une réduction de l'ordre de 40 % des précipitations annuelles à partir de la première moitié des années 1970 accompagnée d'une hausse de température. Les lames d'eaux de surface écoulées annuelles moyennes pour la période de 1976 à 2002 sont de 28 % à 36 % plus faibles que celles de la période 1949-1976, et cette réduction est attribuée principalement au changement climatique (**Ouhamdouch, Bahir,& Carreira, 2018**).

I.5.3. Impact de changement climatique sur la santé

Le changement climatique a des effets significatifs sur la santé humaine, touchant divers aspects de la vie quotidienne et exacerbant les problèmes de santé existants. Voici les principaux impacts du changement climatique sur la santé, soutenus par des références académiques et des rapports d'organisations internationales :

I.5.3.1. Augmentation des maladies respiratoires :

- La pollution de l'air due aux émissions industrielles, aux transports et aux incendies de forêt, exacerbée par les conditions climatiques changeantes, peut entraîner une hausse des maladies respiratoires comme l'asthme et les bronchites chroniques (**World Health Organization, 2018**)

- Les épisodes de smog et de poussières fines deviennent plus fréquents et intenses, augmentant les risques pour les personnes souffrant de problèmes respiratoires.

I.5.3.2. Propagation des maladies vectorielles :

- Les changements de température et les modifications des précipitations créent des conditions favorables pour les vecteurs de maladies tels que les moustiques et les tiques.

- Les maladies comme le paludisme, la dengue, le chikungunya et la maladie de Lyme pourraient s'étendre à de nouvelles régions géographiques où elles n'étaient pas auparavant présentes

(**Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014**)

I.5.3.3. Stress thermique et mortalité accrue :

- Les vagues de chaleur deviennent plus fréquentes et intenses, augmentant le risque de déshydratation, de coup de chaleur et d'autres maladies liées à la chaleur, en particulier chez les populations vulnérables comme les personnes âgées et les enfants.

- Une hausse des décès liés à la chaleur est observée lors des périodes de canicule, surtout dans les zones urbaines où l'effet d'îlot de chaleur est prononcé (**National Institute of Environmental Health Sciences, 2021**)

I.5.3.4. Insécurité alimentaire et malnutrition :

- Le changement climatique affecte les rendements agricoles et la disponibilité des ressources alimentaires, ce qui peut entraîner une augmentation de l'insécurité alimentaire et de la malnutrition.

- Les périodes de sécheresse et les inondations peuvent détruire les cultures, réduisant la disponibilité de nourriture et augmentant les prix des denrées alimentaires (**Food and Agriculture Organization, 2016**).

I.5.3.5. Catastrophes naturelles et traumatismes :

- Les phénomènes météorologiques extrêmes tels que les ouragans, les tempêtes, les inondations et les incendies de forêt deviennent plus fréquents et plus violents.

- Ces catastrophes entraînent des blessures, des traumatismes psychologiques et des déplacements de populations, affectant la santé physique et mentale des individus touchés (**World Bank, 2019**).

I.5.3.6. Qualité de l'eau et maladies hydriques :

- Les changements dans les régimes de précipitations et l'augmentation de la température de l'eau peuvent affecter la qualité de l'eau potable, favorisant la prolifération des bactéries et des virus.

- Les maladies hydriques comme le choléra et la leptospirose peuvent devenir plus courantes en raison de la contamination des sources d'eau par des agents pathogènes (Centers for Disease Control and Prevention, 2020)

I.5.4. Impact de changement climatique sur l'environnement

Le changement climatique, provoqué par l'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère, principalement le dioxyde de carbone (CO₂), est un problème mondial urgent aux conséquences profondes pour l'environnement. Le climat de la Terre a connu des changements importants tout au long de l'histoire, mais la tendance actuelle au réchauffement est extrêmement rapide et principalement d'origine humaine. Cette section examinera les impacts multiformes du changement climatique sur l'environnement, en s'appuyant sur des références scientifiques pertinentes.

I.5.4. 1. Hausse des températures :

La température moyenne mondiale a augmenté d'environ 1 degré Celsius depuis l'ère préindustrielle, et le rythme de réchauffement s'accélère. Cette hausse des températures est un élément caractéristique du changement climatique et a des effets en cascade sur divers aspects de l'environnement.

Fonte des glaciers et des calottes glaciaires : La hausse des températures fait fondre les glaciers et les calottes glaciaires à travers le monde à un rythme alarmant. Cela contribue à l'élévation du niveau de la

mer, menaçant les communautés côtières et les écosystèmes.

(<https://www.nationalgeographic.org/article/glacier/>)

Déplacement des zones climatiques : À mesure que les températures augmentent, les zones climatiques se déplacent vers les pôles. Cela perturbe les écosystèmes et la biodiversité, car les espèces luttent pour s'adapter aux conditions changeantes. (<https://www.ipcc.ch/>)

Événements météorologiques extrêmes : Le changement climatique intensifie les événements météorologiques extrêmes tels que les vagues de chaleur, les sécheresses, les inondations et les incendies de forêt. Ces événements causent des dommages importants aux biens, aux infrastructures et aux écosystèmes. (<https://science.nasa.gov/climate-change/extreme-weather/>)

I.5.4. 2. Acidification des océans :

Les océans absorbent environ un quart du CO₂ émis dans l'atmosphère. Lorsque le CO₂ se dissout dans l'eau de mer, il forme de l'acide carbonique, ce qui fait baisser le pH des océans, un processus appelé acidification des océans. Cette acidification a des effets néfastes sur les organismes marins, en particulier ceux qui ont des coquilles en carbonate de calcium, comme les coraux et les crustacés.

(<https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification>)

I.5.4. 3. Élévation du niveau de la mer :

La dilatation thermique de l'eau de mer due à la hausse des températures et la fonte des glaciers et des calottes glaciaires contribuent à l'élévation du niveau de la mer. Cela menace les communautés côtières, les îles basses et les écosystèmes, augmentant le risque d'inondation, d'érosion et d'intrusion d'eau salée.

(<https://oceanservice.noaa.gov/hazards/sealevelrise/>)

I. 5.4. 3.1. Perturbations du cycle de l'eau :

Le changement climatique modifie les régimes de précipitations, entraînant des sécheresses plus fréquentes et plus intenses dans certaines régions et des pluies et des inondations accrues dans d'autres. Ces perturbations du cycle de l'eau affectent la disponibilité de l'eau, l'agriculture et les écosystèmes. (

<https://education.nationalgeographic.org/resource/water-cycle/>)

I. 5.4. 3.2. Perte de biodiversité :

Le changement climatique est une menace majeure pour la biodiversité, car les espèces luttent pour s'adapter aux conditions environnementales qui changent rapidement. La hausse des températures, le déplacement des habitats et les événements météorologiques extrêmes entraînent le déclin et l'extinction d'espèces.

I.6.3. Impact de changement climatique sur la alimentation :

L'impact du changement climatique sur l'alimentation est considérable et multifacette. Voici quelques-uns des principaux effets avec des références pertinentes :

I.6.3.1. Réduction des rendements agricoles :

Le changement climatique affecte négativement les rendements de nombreuses cultures de base en raison de températures plus élevées, de la modification des régimes de précipitations et de la fréquence accrue des phénomènes météorologiques extrêmes. Ces conditions peuvent entraîner des pertes de récoltes et une diminution de la productivité agricole.(**IPCC, Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability,2014**)

I.5.3.2. Stress hydrique :

La modification des cycles de l'eau due au changement climatique entraîne des périodes de sécheresse plus fréquentes et prolongées, réduisant la disponibilité de l'eau pour l'irrigation et affectant ainsi la production agricole.(**FAO, "The State of Food and Agriculture ,2020**)

I.5.3.3. Dégradation des sols :

Les phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les fortes précipitations et les sécheresses, peuvent entraîner une érosion accrue des sols, une perte de nutriments et une dégradation générale des terres agricoles, affectant leur capacité à produire des cultures de manière durable.(**PCC, "Climate Change and Land: an IPCC special report"**)

I.5.3.4. Augmentation des maladies et des ravageurs des cultures:

Les changements climatiques peuvent favoriser la propagation de maladies et de ravageurs des cultures, qui prospèrent dans des conditions climatiques plus chaudes et humides. Cela peut entraîner une baisse de la qualité et de la quantité des produits agricoles.(**FAO,Climate change and its impact on pest management**)

I.5.3.6. Insécurité alimentaire :

Les impacts combinés du changement climatique sur l'agriculture, les ressources en eau et les pêches peuvent exacerber l'insécurité alimentaire, en particulier dans les régions déjà vulnérables. Cela peut entraîner une augmentation des prix des denrées alimentaires et une baisse de l'accès à une alimentation adéquate.(<https://www.wfp.org/publications/climate-change-and-hunger-responding-challenge>)

I.5.3.7. Impact sur la qualité nutritionnelle des aliments:

Le changement climatique peut également affecter la qualité nutritionnelle des aliments en altérant la concentration de nutriments essentiels dans les cultures. Par exemple, des niveaux plus élevés de CO2 peuvent réduire la teneur en protéines et en minéraux des céréales.(Harvard T.H. Chan School of Public Health, "Rising CO2 levels and falling nutrient content)

Ces impacts montrent que le changement climatique pose des défis importants pour la sécurité alimentaire mondiale, nécessitant des mesures d'adaptation et de mitigation pour assurer une alimentation durable et suffisante pour les populations mondiales.

Deuxième Chapitre :
Présentation de la zone d'étude

Deuxième Chapitre : Présentation de la zone d'étude

II.1. Situation géographique

La zone d'étude d'El-Haurane fait partie de la forêt domaniale de Dréat, laquelle se compose de 23 cantons, couvrant une superficie totale de 16 879 hectares. Cette zone se trouve au nord de la commune de Hammam Dalaâ, à environ 15 km de distance. Le canton d'El-Haurane est positionné entre des coordonnées cartographiques spécifiques ainsi que des coordonnées Lambert suivantes:

Latitude : (35°56'-35°59') Nord.

X : (651,80 - 657,85) Km.

Longitude : (4°23'-4°27') Est.

Y : (295,15 -299,55) Km.

La zone d'étude couvre une superficie de 994,56 hectares, représentant 5,9 % de la superficie totale de la forêt de Dréat. Elle est délimitée au nord par le canton d'Ogribissa, à l'est par Douar Dréat, à l'ouest par les cantons de Sidi Amar et de Mechrarine, et au sud par le canton de Boustéila. (Fig. n°01).

II.1.1. Les caractéristiques physiques

II.1.1.1. Relief

Ce canton est caractérisé par un relief très accidenté dont le point culminant allant jusqu'à 1130 m. où les pentes peut atteindre plus de 50%.

.Pente

En général, Il existe quatre classes de pentes :

-Classe 01 : de 0 – 12..5%.

-Classe 02 : de 12.5 % – 25 %.

-Classe 03 : de 25 % - 50 %.

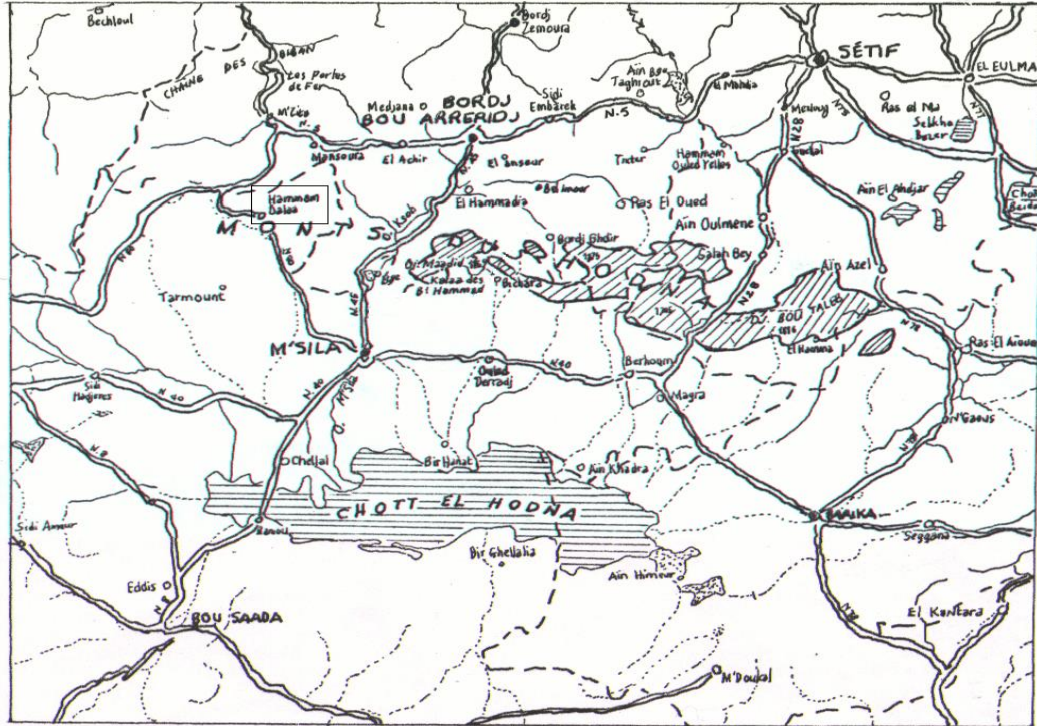
-Classe 04 : supérieur à 50 %.

II.1.1.2. Hydrologie

Le réseau hydrographique de Hammam Dalaa est très dense. Dans la région d'El-Haurane, il est représenté par le sous-bassin versant de l'Oued Loughemane. Les principaux cours d'eau de ce sous-bassin sont : l'Oued Loughemane, l'Oued El Hammam et l'Oued El-Haurane.

Oued Loughemane : Cet Oued se jette dans oued M'sila, prolongement de Oued K'sob, à l'aval de M'sila. (FAO, 1971).

Fig.II. 01 : Situation géographique de la zone d'étude El-Haourane.



Légende:

Echelle: 1/1000 000

- Limite de Wilaya
- Chef lieu de Wilaya
- ⊙ Chef lieu de daïra
- Chef lieu de commune
- Route principale
- N. 40 Numéro des routes-N. nationale
- Cours d'eau permanent
- - - Cours d'eau périodique
- ▨ Marais, Sebkhia, Chott
- ▤ Sables humides, Daïa
- ▩ forêt
- Zone d'étude

S O U R C E : C a r t e t o u r i s t i q u e (O . N . A . T)

- - Oued El Hammam (également connu sous le nom de Oued Sidi Amar) : Il draine la partie nord-est de la chaîne Mechat El Garf jusqu'à l'Oued El Haourane, et se jette dans l'Oued Dalaâ.
- - Oued El-Haourane : Il draine la partie est de la zone d'étude, se déverse dans l'Oued El Hammam et passe à proximité du chef-lieu de la commune de Hammam Dalaâ.

II.1.1.3. Géologie

La zone d'étude El- Haourane et ses environs sont formés par un cadre montagneux composant la partie Nord-Est de la carte géologique du Tarmount (N°140, 1963-1964) (Fig n°02).

Stratigraphie :

- Quaternaire récent : Il s'installe sur les alluvions récentes, il couvre des surfaces importantes où des argiles provenant de la décomposition des affleurements cénomaniens, albien et miocène.
- Tertiaire : Elle englobe :
 - Miocène inférieur : s'installe sur des substrats marneux, grisseuses du 2eme cycle du Miocène inférieur et de grès calcaire fins du 1ere cycle du Miocène inférieur.
 - Cénomanien-vraconien (Eocène) : c'est une série presque totalement marneuse, le sommet est constituée par une séquences calcaréo-dolomitique des marnes vertes à gypse.
- Secondaire : - Crétacée : il est formé de grès dolomies et argiles siliceuses d'Albien inférieur et moyen.

II.1.1.4. Pédologie

D'après les données de la conservation des forêts de la wilaya de M'sila, les principaux types de sols qui se repose dans la zone d'étude sont: les sols minéraux bruts ; les sols calcimagnésiques ; les sols iso humiques et les vertisols.

II.1.2. Description générale pour chaque type du sol:

- Les sols minéraux bruts: Ce sont des sols de profil (A) C, (A) R ou R contenant que des traces de matière organique dans les 20 cm supérieure. Elles sont définies par une altération chimique et biologique nulle ou quasi nulle.

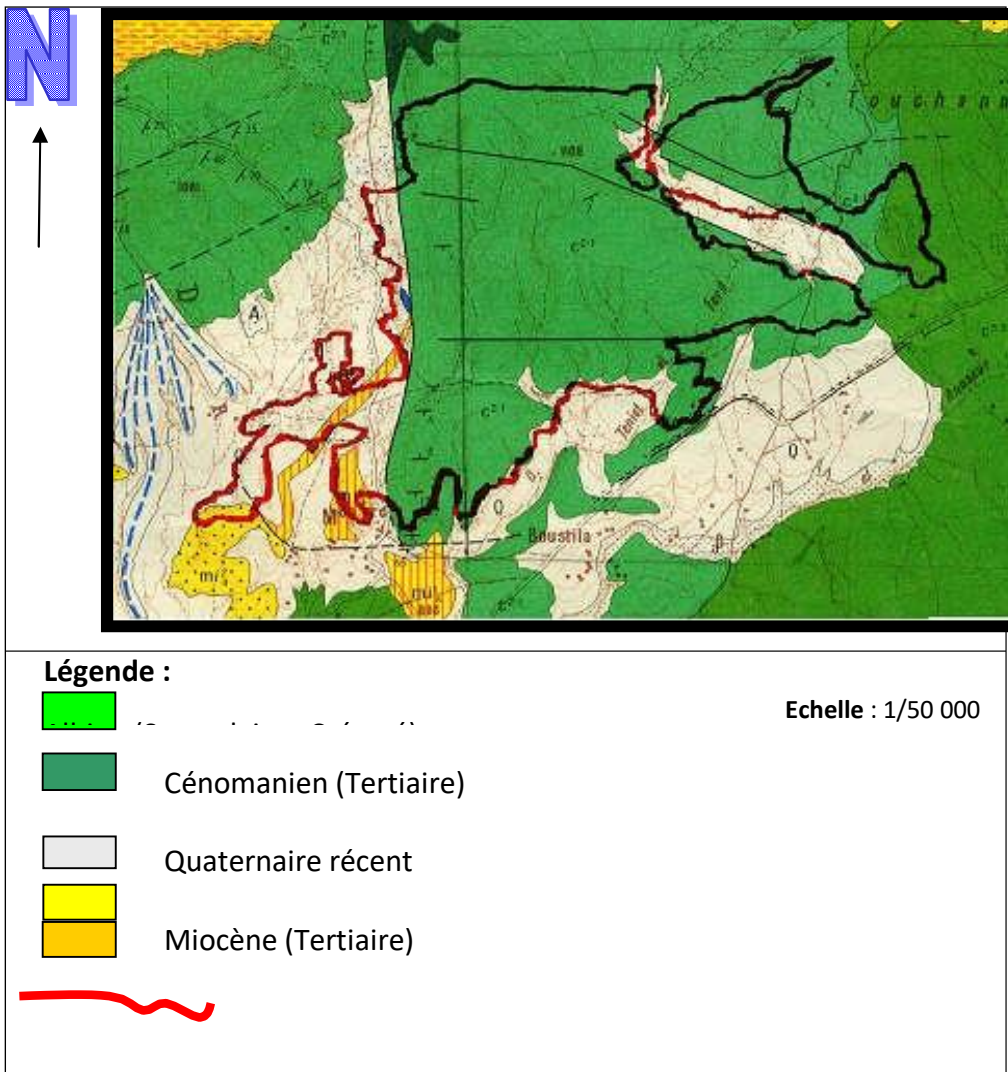


Fig II. 02 : Extrait de la carte géologique de Tarmount : la zone d'étude El Haourane.

- Les sols isohumiques : Cette classe est représentée par des sols de couleur noire liée à la matière organique, profonde et caractérisés par un taux élevée d'argile.
- Les sols calcimagnésiques : ce sont des sols évoluées avec une coloration rougeâtre liée aux oxydes de fer. Ce type de sol peut se former à partir d'une roche mère calcaire ou enrichie en calcaire par altération des minéraux constitutifs.
- Les vertisols : Ce sont des sols argileux à dominance d'argiles gonflantes dont les proportions avoisinent le plus souvent 35-40%. Ils se gonflent et se rétractent alternativement sous l'action successive des périodes très humides et très sèches En général, les vertisols sont en couleur foncée relativement à leurs teneurs en matière organique (C.P.C.S 1967), (Commission Pédologique de la Classification du Sol).

II.2.1.1. Climat

Vu l'inexistence de station météorologique dans la zone d'étude, nous avons pris une station de référence représentative. Nous avons utilisé les données récentes fournies par la station météorologique de M'sila et de même nous avons procédé à une extrapolation des données de la station de M'sila à la zone d'étude (base altitude : 900m, moyenne altitude : 1000m, et haute altitude : 1100 m d'altitudes). D'après le rapport de la F.A.O, sur la région du Hodna, on relève un gradient de 40mm pour 100 mètres pour la partie Nord et un gradient de 20mm pour 100 mètres pour la partie Sud. (DJEBAÏLI, 1984). Et selon SELTZER (1946), pour l'Algérie non littorale la température maximale diminue de 0,7°C pour une augmentation de 100m d'altitude, et la température minimale diminue de 0,4°C pour une augmentation de 100m d'altitude (DJEBAÏLI, 1984). A titre de comparaison nous avons utilisé les données anciennes de SELTZER (1946) pour la même station.

Tableau II.02 : les caractéristiques de la station météorologique de M'sila.

Caractéristique de la station.	Coordonnées géographiques.		Altitude (m).	Données disponibles.	Périodes.	Sources des données.
	Latitude.	Longitude.				
M'sila.	35°40'Nord.	4°30'Est.	441m.	P-T.	1988/2004.	Station météorologique.
	35°42'Nord.	4°33'Est.	469m.	P.	1923/1938.	SELTZER

P= Pluviométrie (mm). T=Température (°C).

II.2.1.1.1 Les précipitations

Les données pluviométriques sur 17 ans sont regroupées dans le tableau n°02 :

Tableau II.03 - Précipitations moyennes mensuelles et annuelles (mm)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	TOTAL
Station météorologique de M'Sila (1988-2004)													
441m	21,1	10,7	16,6	19,8	<u>30,0</u>	10,1	03,1	09,6	27,8	23,6	21,0	20,7	214
La zone d'étude El Haourane													
900m	39	19,8	30,7	36,6	<u>55,5</u>	18,6	05,7	17,6	51,4	43,6	38,8	38,2	395
1000m	43	21,8	33,8	40,3	<u>61,2</u>	20,6	06,3	19,5	56,7	48,1	42,8	42,2	438
1100m	47	23,8	37	44,1	<u>66,9</u>	22,5	06,9	21,4	61,9	52,6	46,8	46,1	477

Afin de mieux distinguer les variations de pluie, les données pluviométriques sont reportées sous forme d'histogramme. (Annexe 01).

Les quantités pluviométriques sont réparties d'une manière relativement assez homogène pour les périodes pluvieuses, c'est à dire du mois de Septembre jusqu'au mois de Janvier où nous remarquons que le mois qui a la plus forte pluviosité est Septembre.

Mais si nous considérons les quantités pluviométriques mensuelles, nous constatons une hétérogénéité des précipitations mensuelles où elle atteignent la plus forte valeur au mois de Mai avec 30mm pour la station de M'sila et respectivement 55mm à 900m, 61mm à 1000m et 66mm à 1100m d'altitude au niveau de la zone d'étude, c'est un cas particulier pour toute la série (1988 – 2004).

Les différents histogrammes des précipitations montrent que le mois le plus sec est Juillet. Les moyennes des précipitations annuelles enregistrées pendant la série (1988 – 2004) sont comme suivantes : 214 mm à la station de M'sila, et 395mm à 900m , 436mm à 1000m , 477mm à 1100m d'altitude au niveau du canton El Haourane. SELTZER (1946) donne une pluviosité moyenne annuelle de 226 mm/an représenté dans le tableau ci- dessous :

Tableau II.04: Les précipitations moyennes mensuelles et annuelles de la station de M'sila (1923-1938).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
P(mm)	25	13	27	14	22	12	5	3	23	20	38	24	226

Si on fait une comparaison entre les données de SELTZER (1946) et les données de la station météorologique de M'sila, nous remarquons qu'il y a des approches au niveau des chutes des quantités de précipitations. Cela montre l'irrégularité des précipitations d'année en année qui caractérise la région steppique.

L'examen des totaux de précipitation (tableau ci-dessous), fait ressortir une irrégularité, ces dernières varient de 105 mm en 2019 à 348 mm en 2020. .

Tableau II.05: Les variations interannuelles des précipitations de station de M'sila(2005 – 2021)

Année	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
P (mm)	213	195	275	253	216	139	177	138	238
Année	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Moy.
P (mm)	317	218	282	146	157	<u>105</u>	<u>348</u>	228	214

II.2.1.1.2 Le régime saisonnier

Le tableau ci-dessous montre le totale des précipitations dans chaque saison relative à la station de M'sila et la zone d'étude.

Tableau II.06 : Les régimes saisonniers (2005 – 2021).

Saison	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Totale	Indicatif saisonnier
Station de M'sila						
P (mm)	52,5	66,4	22,8	<u>72,4</u>	214	A.P.H.E
La zone d'étude						
A 900m	97	122,8	41,9	<u>133,2</u>	395	A.P.H.E
A 1000m	106,8	135,3	46,2	<u>147,6</u>	438	A.P.H.E
A 1100m	116,9	148	50,8	<u>161,3</u>	477	A.P.H.E

A=Automne, H=Hiver, P=Printemps, E=Eté.

La station de M'sila et la zone d'étude sont caractérisée par un régime saisonnier de type A.P.H.E ; c'est l'automne qui est généralement le plus pluvieux

II.2.1.1.3 Les températures

La température représente un facteur limitant de première importance car elle conditionne la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. (RAMADE, 1994).

Les températures moyennes, minimales et maximales (2005 – 2021) sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau II.07 : Répartition mensuelle des températures moyennes, minimales et maximales (°C)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Moy
Station météorologique de M'Sila (2005-2021)													
A 441 m d'altitude													
T min	<u>03,6</u>	04,4	07,7	10,2	15,8	20,8	24,3	24,2	19,3	14,4	08,5	04,9	13,1
T max	13,8	16,4	20,1	22,6	28,3	33,2	<u>38,2</u>	36,9	31,7	25,9	18,8	13,9	25,0
M+m/2	08,7	10,4	13,9	16,4	22,1	27,0	31,3	30,5	25,5	20,1	13,6	09,4	19,1
La zone d'étude El Haourane													
A 900 m d'altitude													
Tmin	<u>01,7</u>	02,5	05,8	08,3	13,9	18,9	22,4	22,3	17,4	12,5	06,6	03	11,2
Tmax	10,6	13,1	16,8	19,3	25,1	29,9	<u>34,9</u>	33,6	28,4	22,6	15,5	10,6	21,7
M+m/2	06,1	07,8	11,3	13,8	19,5	24,4	28,6	27,9	22,9	17,5	11	06,8	16,4
A 1000 m d'altitude													
Tmin	<u>01,3</u>	02,1	05,4	07,9	13,5	18,5	22,1	22	17	12,1	06,2	02,6	10,9
Tmax	09,8	12,5	16,2	18,7	24,4	29,3	<u>34,3</u>	33	27,8	22	14,9	10	21
M+m/2	05,5	07,3	10,8	13,3	18,9	23,9	28,2	27,5	22,4	17	10,5	06,3	15,9
A 1100 m d'altitude													
Tmin	<u>00,9</u>	01,7	05	07,5	13,1	18,1	21,6	21,5	16,6	11,5	05,8	02,2	10,4
Tmax	09,2	11,8	15,6	18	23,7	28,6	<u>33,6</u>	32,3	27,1	21,3	14,2	09,3	20,4
M+m/2	05	06,7	10,3	12,7	18,4	23,3	27,6	26,9	21,8	16,5	10	05,7	15,4

M+m/2 : les moyennes mensuelles des températures.

Les données thermiques sur 17 ans (Tableau n°06) nous permettent de tirer les observations suivantes :

- La température moyenne minimale est enregistrée en Janvier.
- La température moyenne maximale la plus élevée est en Juillet.
- Les moyennes thermiques mensuelles sont les plus basses en Janvier (le mois le plus froid) et les plus élevées en Juillet (le mois le plus chaud). Les températures moyennes annuelles sont respectivement de 19,1°C à la station de M'sila, 16,4°C à 900m, 15,9°C à 1000m, et 15,4°C à 1100m d'altitudes à la zone d'étude.

II.2.1.1.4. Les autres facteurs climatiques

a. Les vents

Les vents dominants sont chauds et secs en été et froid en hiver, à une vitesse moyenne de 4m /s (Tab.07). Au cours de l'année, les vents dominants sont en général ceux de l'Ouest et Nord-Ouest secondées par ceux du Nord-Est en période hivernale (Automne, Hiver). En été, ils se concrétisent par des siroccos de nature chaude, qui prennent unedirection Sud à Sud-Est. Il faut signaler que les vents du Sud sont plus fréquents parfois très violents, chauds et sableux (Juillet – Août).

Tableau II.08: Moyenne mensuelle de la vitesse du vents (station de M'sila, 2005-2021)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Vitesse du vent (m/s)	3,7	3,8	4	5	4,6	4,5	4,5	4,1	3,9	3,5	3,6	3,9

B. La neige

Dans la région du Hammam Dalaâ, la durée d'enneigement est de 10 J/an de neige pendant la période hivernale. Contrairement à la gelée, la neige a un effet bénéfique sur la végétation, elle permet une bonne infiltration de l'eau dans le sol, comme l'explique DJEBAILI (1984) ; « La durée d'enneigement moyen au sol, exprimée par le nombre de jour où le sol est couvert de neige est une donnée très utile à connaître car plus la neige persiste au sol et plus le potentiel hydrique de celui-ci augmente, assurant ainsi aux végétations une meilleur alimentation en eaux.».

C. La gelée blanche

La gelée est fréquentée du mois du Décembre au mois du Mars, on compte en moyennede 14 J/an (Tab. n°08).

Tableau II.09 : Nombre moyen de jours de gelée par mois (station de M'sila, 2005-2021)

Mois	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Nombre de jours de gelée blanche	05	02	01	00	00	00	00	00	00	00	00	06

II.2.1.1.5. La synthèse climatique

a. Le diagramme ombrothermique

BAGNOULS et GAUSSEN considèrent qu'un mois était sec lorsque les précipitations exprimées en mm étaient inférieures à deux fois la température exprimée en °C (SEIGUE, 1985). La période sèche s'établit lorsque la courbe de pluviosité se trouve en dessous de la courbe de température; il s'agit le plus souvent d'une saison sèche estivale (OZENDA 1982).

Le diagramme ombrothermique de la station de M'sila et ceux de la zone d'étude montrent deux périodes, l'une humide et l'autre sèche. On notera que les mois de la période estivale sont les plus chauds et plus secs du fait qu'ils sont marqués par des températures les plus élevées et les précipitations les plus faibles .

b. Quotient pluviométrique d'EMBERGER

EMBERGER a défini les étages bioclimatiques en se basant sur deux facteurs ; la détermination des saisons sèches et humides qui est représentée par le quotient pluviométrique Q2 (OZENDA 1982). La formule est la suivante :

$$Q2 = 2000 \times P / M^2 - m^2$$

Q2 : Quotient pluviométrique d'EMBERGER

P : Les précipitations moyennes annuelles de la station considérée en mm.

M: Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud ; m : Moyenne des températures minimales du mois le plus froid (Les températures sont exprimées en degrés kelvins : t°K= t°C+273°C).

D'après Le HOUEROU (1995):

*La zone Semi-aride est caractérisée par une pluviosité moyenne annuelle de 400 mm < P < 600 mm, une longueur de la saison pluvieuse de 100 à 180 jours, et un Quotient pluviométrique d'EMBERGER de 40 à 80.

*La zone aride :

- Pluviosité moyenne annuelle : 100 à 400mm.

- Longueur de la saison pluvieuse : 15 à 100 jours.

- Q2 : 10 à 45.

*La zone Hyper-aride :

- Pluviosité moyenne annuelle : inférieur à 100 mm.

- Longueur de la saison pluvieuse : 0 à 15 jours.

- Q2 : inférieur à 10.

Tableau II.10 : Valeurs du quotient pluviothermique

Stations	P (mm)	M°K	M°K	Q2	Etage bioclimatique
M'sila	214	276,6	311,2	21	Aride à hiver tempéré
La zone d'étude					
900m	395	274,7	307,9	40	Semi-aride à hiver frais
1000m	436	274,3	307,3	45	Semi-aride à hiver frais
1100m	477	273,9	306,6	50	Semi-aride à hiver frais

Le climat est d'autant plus humide que le quotient Q2 est élevé. Le tableau ci-dessus montre que la station de M'sila appartient à l'étage bioclimatique aride à hiver tempérée et la zone d'étude El Haourane se trouve dans une ambiance bioclimatique semi-aride frais (Fig n°03).

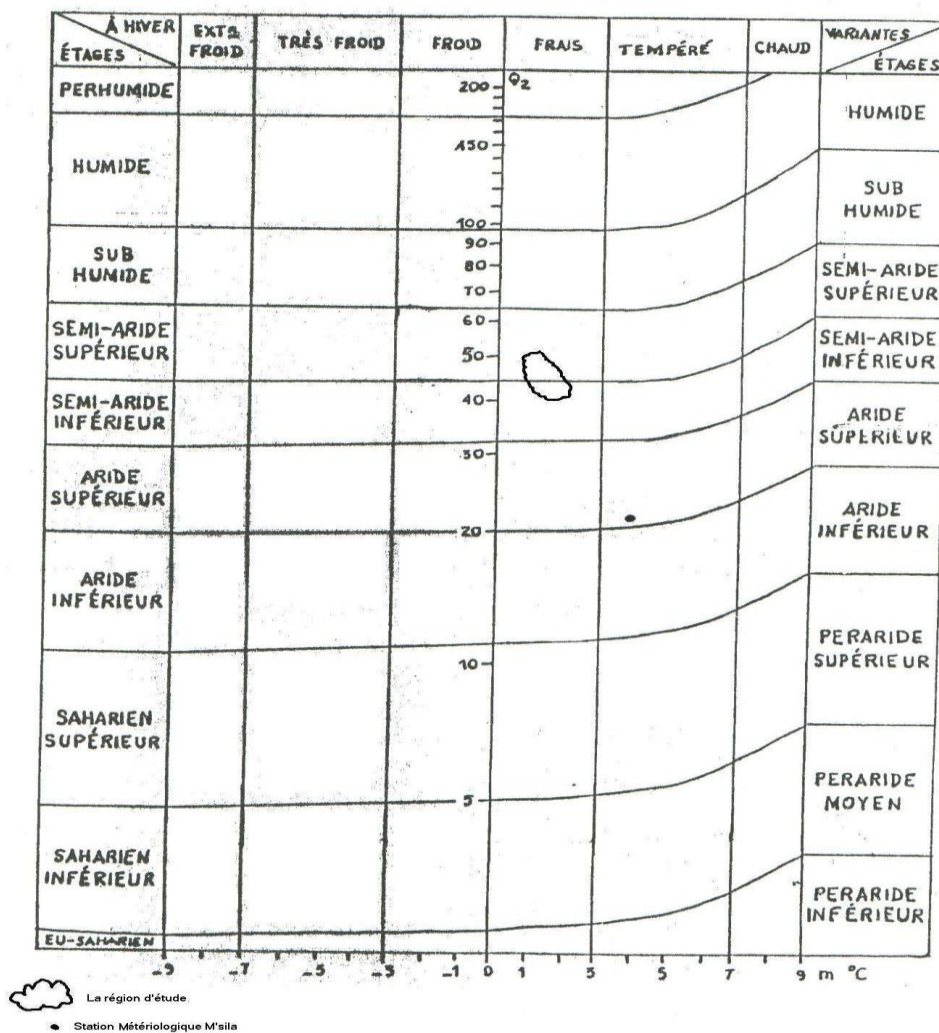


Fig N° Climagramme d'EMBERGER pour la caractérisation des climats méditerranéens Djellouli 1990

II.3. Indice d'aridité de DE-MARTONNE :

$$I = P / T + 10$$

I : Indice d'aridité.

P : Précipitation annuelle moyenne (mm). T : Température annuelle moyenne (°C).

L'indice (I) qui est significatif de l'aridité est d'autant plus élevé que le climat est moins aride. (HALIMI, 1980).

Tableau 11 : Valeurs d'indice d'aridité de DE-MARTONNE.

Stations	Altitude (m)	P (mm)	T (°C)	I
M'sila	441	214	19,1	7
La zone d'étude	900m	395	16,4	15
	1000m	436	15,9	17
	1100m	477	15,4	19

L'aridité dans la zone d'étude EL Haourane décroît avec l'altitude. L'indice est de 7 à la station de M'sila (441m), et il est respectivement de 15 à 900m, 17 à 1000m et 19 à 1100m.

II.3.1. Le cadre phytogéographique

La subdivision en domaines et secteurs floristiques a été envisagée par plusieurs auteurs depuis 1854 à 1974. Parmi les premiers COSSON (1854) et LAPIE (1909) ont tenté une classification biogéographique de l'Algérie (BRAKCHI, 1998).

De point de vue biogéographique, la zone d'étude appartient au domaine maghrébin steppique, et de secteur sud constantinois (Fig. n°4).

II.3.2. -Les types de formations végétales

La formation végétale est ensemble des végétaux qui présentent un caractère physiologique commun. Ce caractère peut être un critère de taille, de stratification, de densité, d'étendue spatiale, d'aspect, de biomasse, (MAAROUF, 2000).

a-Matorrals

Le HOUEROU et al. (1975) définissent le matorral comme une formation de végétaux ligneux n'excédant pas 7m de hauteur qui dérivent directement ou indirectement d'une forêt climacique par dégradation anthropozoogène.

IONESCO et SUAVAGE (1962), distinguent selon la hauteur :

- . Matorrals élevées dont la hauteur est comprise entre 2m et 6à7m.
- . Matorrals moyens dont la hauteur est comprise entre 0,6m à 2m.
- . Matorrals bas dont la hauteur est inférieure à 0,6m.

Selon le recouvrement :

- . Matorrals denses pour $R > 75 \%$.
- . Matorrals troués pour $75 \% > R > 50\%$.
- . Matorrals clairs pour $50\% > R > 25\%$.

Selon la structure :

Des matorrals arborées, comportant la présence d'arbres sociologiquement isolés, systèmes racinaires non concurrentiels.

b-Formations basses

Ce sont en général des formations naturelles herbacées de différents types ; soit sont des pelouses, prairies ou steppes.

***Pelouse** : c'est une formation naturelle herbacée rase à base d'hémi- cryptophytes mésophiles et en particulier de graminées.

***Prairie** : c'est une formation naturelle herbacée, à base d'hémi cryptophytes et de géophytes mésophiles et hygrophiles (en particulier de graminées et de cypéracées) et qui couvre le sol d'une manière continue toute l'année. Elle se rencontre dans tous les étages bioclimatiques. (in BOULAACHEB, 2000).

***Steppes** : En Afrique du Nord, les steppes sont des formations basses et très ouvertes à base de graminée et / ou de chamaephytes vivaces. (POUGET, 1980). Il existe les formations suivantes : Steppes à Alfa ; Steppes à chamaephytes et graminées ; et Steppes crassulescentes

Les principaux types de formations qui dominent la zone d'étude sont des matorrals à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea*, et des formations steppiques à *Stipa tenacissima*.

II.3.3. Ecologie des espèces dominantes de la zone d'étude El Haourane

- Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill)

Le genre *Pinus* appartient à la famille des pinacées (Abiétacées). C'est un genre très complexe qu'il se divise en sous genres et en sections, il comprend 120 espèces qui sont réparties pour la plupart dans l'hémisphère nord. (SEIGUE, 1985).

Le pin d'Alep ; pin blanc, pin de Jérusalem en français, Senouber en arabe, Tayda en berbère. C'est un arbre de taille moyenne qui peut atteindre 25m.

Dans les terrains médiocres et mauvais où il végète le plus souvent, l'enracinement du pin d'Alep est superficiel. Dans les sols profonds, l'arbre émet un long pivot avec de fortes racines; dans l'ensemble, il est fortement accroché au sol (BOUDY, 1952).

Les feuilles sont fines, flexibles, de couleur claire, elles ont de 6 à 12cm, de 0.5- 0.8mm d'épaisseurs. Les fleurs mâles sont allongées, obtuses, jaunes. Les fleurs femelles sont isolées, elles ont une couleur vert rosée. Les cônes sont ovoïdes, portées par un pédoncule ligneux, épais, infléchi vers le bas du rameau. (SEIGUE, 1985).

- Aire de répartition et écologie de l'espèce

Pinus halepensis est certainement l'espèce la plus répandue sur le pourtour méditerranéen où son aire de répartition a été précisée par (NAHAL, 1962 et QUEZEL, 1980 in KADIK, 1987). Il s'étendant des montagnes de Mésopotamie à la péninsule Ibérique, il est commun en Asie Mineure, en Grèce, en Italie, dans le sud de France, au Maroc à l'état discontinu.

Sa plus grande aire d'expansion est l'Algérie et la Tunisie. (BOUDY, 1952). En Algérie, le pin d'Alep est très commun dans toute l'Algérie du nord, mais peu abondant dans le tell constantinois. (DJELLOULI, 1990).

Il se présente sous forme de peuplements purs ou en association avec le chêne vert, le lentisque, le genévrier rouge et l'Alfa, la Globulaire, le Romarin.

BOUDY (1952), signale que : "Quel que soit le type de l'association, la présence constante du Romarin et de la Globulaire sont caractéristiques à la pineraie ; même lorsque celle-ci a disparu, elles demeurent comme témoins".

Le facteur climatique joue un rôle primordiale dans l'écologie du pin d'Alep, Il se développe lorsque la valeur des températures minimales est comprise entre **-3** et **7c°** et quand la valeur des températures maximales est compris entre 25 et 30 C°. (DJELLOULI ,1990), avec une tranche pluviométrique située entre 350-450mm, mais il peut descend parfois au dessous de 300 mm à 250 mm. (BOUDY, 1952).

Le pin d'Alep, en Algérie, s'intègre au climat du thermo -méditerranéen, sur les secteurs littoraux, sub-littoraux, aux bas versants de certains massifs de l'Atlas tellien ,et dans l'étage méso – méditerranéen inférieur en altitude.(DJELLOULI ,1990). Il est commun dans tous les étages bioclimatiques ; Semi-aride, Sub-humide et Aride (KADIK, 1987).

Dans la zone d'étude El-Haourane, *Pinus halepensis* Mill. se trouve sous forme d'un matorral moyen ou élevée (reboisement) et elle occupe l'étage bioclimatique semi aride.



Fig II. 03 : Matorral à *Pinus halepensis* Mill. (Reboisement).

II.3.2.1 Le genévrier de Phénicie (*Juniperus phoenicea* L)

Le genre *Juniperus* appartient à l'embranchement des gymnospermes, à la famille des cupressacées. (SANTA et QUEZEL, 1962).

- Aire de répartition et écologie de l'espèce

Les genévriers sont les seules essences résineuses pouvant constituer en montagne, dans les plus mauvaises conditions de sol et de climat, de véritables peuplements forestiers. Ce sont, en particulier dans le Moyen et le Grand Atlas, les derniers représentants de la végétation forestière aux hautes altitudes. En Afrique du Nord, il existe : Le genévrier de Phénicie, le genévrier thurifère et le genévrier oxycèdre ou cade. (BOUDY, 1952).

Le genévrier de Phénicie, genévrier rouge en français ; Sabine negral en Espagnol. C'est un arbuste de 4 à 5m de haut, pouvant atteindre 8m. C'est une espèce typiquement méditerranéenne. Il s'étend au sud de l'Europe (en France ; dans le littoral et Alpes), les trois pays de l'Afrique du nord, à l'Asie mineur, à la Crète, à chypre.

En Afrique du nord, il couvre 450.000 Ha, dont 290.000 Ha en Algérie, 8000 Ha en Tunisie et 152.000 Ha au Maroc. (DJELLOULI, 1990).

Juniperus phoenicea est essentiellement xérophile, non thermophile comme le thuya. Sous la domination du facteur climatique, il se contente en montagne sèche de 250mm d'eau. (BOUDY, 1952).

Il est caractérisée par sa grande résistance au vent, elle est indifférente au sol ; supporte l'argile, les sables, les sols calcaires ou dolomitiques, les marnes, les sols volcaniques et même les sols légèrement salées. (SEIGUE, 1985).

Il colonise la partie nord-ouest de l'Algérie et reçoit une quantité de pluie environ 400mm; dans l'Algérois, cette quantité peut dépasser 650 mm et plus dans le Djurdjura. Dans l'Atlas saharien reçoit entre 300 et 400mm.

De point de vue thermique, les valeurs de "m" varient de -2°C à 7°C et celles de "M" oscillent entre 30 et 35°C. Il se trouve dans l'étage bioclimatique semi-aride, parfois sub-humide. (DJELLOULI, 1990).

En Algérie, le Genévrier de Phénicie est en mélange avec l'Olivier, le Lentisque ou le pin d'Alep dans sa forme littorale. Dans sa forme continentale, il occupe les versants du massifs où il se présente sous forme d'îlots isolées, de steppes arborées, avec le pin d'Alep ou l'alfa ou les deux à la fois. (DJELLOULI, 1990).

Dans notre région d'étude, *Juniperus phoenicea* L se présente sous forme des matorrals, en association avec : *Pistacia lentiscus* , *Stipa tenacissima*, *Pinus halepensis* , allant de 900 m jusqu'au 1130 m d'altitude (Photon°02).

II.3.2.2 L'Alfa (*Stipa tenacissima* L).

Le genre *Stipa* appartenant à la famille des poacées, qui renferme plus de 60 espèces et le plus important en Afrique du nord par ses rôles économiques. C'est une plante herbacée, considérée comme la plante la plus caractéristique des hauts plateaux. (ABDELKRIM ,1984).

- Aire de répartition et écologie de l'espèce

Stipa tenacissima est une graminée typiquement méditerranéenne. Selon INRF, 1984 (Institut Nationale de Recherche Forestière) constitue au moins 90% de la végétation de la steppe Nord-africaine, elle occuperait environ en : Libye (500.000 Ha), Tunisie (1.000.000 Ha), Algérie (4.000.000 Ha), Maroc (2.000.000 Ha), Espagne (600.000 Ha).

Pour l'Algérie, l'étendue de la steppe à Alfa est compris entre l'Atlas tellien au Nord et l'Atlas saharien au sud, avec une répartition inégale sur le territoire des wilayates : Saida compte 600.000Ha, Oran ; 200.000Ha, Constantine; 300.000Ha, Tébessa ; 113.000Ha. (ABDELKRIM ,1984).

Stipa tenacissima est une plante vivace comprenant une partie souterraine (Rhizome) ayant un rôle dans la régénération de la plante, et une partie aérienne atteint 1m de hauteur sous forme de touffes circulaires. Les feuilles sont persistantes et durent au moins 2 à 3ans, elles sont constituées par des rameaux portant des graines surmontées de limbes de 30à120cm. (BOUDY, 1952).

Stipa tenacissima couvre l'étage bioclimatique aride et semi-aride , le plus souvent en association avec l'Armoise et le sparte. Certains auteurs considèrent la steppe à Alfa comme des formes de dégradation de forêts disparues de genévrier..., d'ailleurs ,elle est présentée un indice de sècheresse.

De point de vue thermique, elle supporte aussi bien la chaleur que le froid; les valeurs de "m" varient de -3 C° à plus 3 C°:celles de "M" sont supérieurs à 30 C°. De point de vue pluviométrique, cette espèce reçoit entre 100 et 500 mm de pluie /an mais préfère une tranche pluviométrique comprise entre 300 et 400mm. (DJELLOULI, 1990).

C'est une plante essentiellement xérophile et très résistante à la sècheresse. Elle supporte des températures de 10 à 16 C° comme elle peut monter jusqu'au 1800m d'altitude dans l'Atlas saharien. Elle est décrite sur sables, sur dunes, sur marnes, sur limons, sur croûtes

calcaires, sur croûtes gypseuses et sur sols non calcaires, sauf sur sols hydromorphes ou sursols salés.(Le HOUEROU in ABDELKRIM ,1984).

Dans la zone d'étude, cette espèce occupe l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais, présentant des steppes à *Stipa tenacissima* en association avec *Artemisia herba-alba* et *Juniperus phoenicea*. (Fig II. 03).



Fig II. 04: Matorral à *Juniperus phoenicea* L. (Versant Nord).



Fig II. 05: Steppe à *Stipa tenacissima* L. (versant Sud).

II.3.2.3 Les plantes médicinales:

Le monde des végétaux est plein de ressources de vertus d'où l'homme prend non seulement sa nourriture mais aussi des substances actives qui procurent souvent un bien fait à son organisme.

L'étude de la médecine traditionnelle et du traitement par les plantes est particulièrement intéressante en Algérie pour plusieurs raisons, parmi lesquelles Baba Aissa (1991) signale la richesse de la flore médicinale, ainsi que la persistance de l'usage des plantes par une proportion importante de la population.

Les plantes inventoriées de la forêt du pin d'Alep d'El-Haourane sont pratiquement toutes utiles pour l'homme et ont plusieurs vertus dont la médecine traditionnelle. Le tableau dressé ci-dessous présente et montre la valeur médicinale de la liste des plantes inventoriées dans le canton d'El-Haourane.

**Tableau II. 12 : Les plantes
médicinales d'El-Haourane**

Espèces	Parties utilisées	Propriétés thérapeutiques
<i>Pistacia lentiscus</i>	Racines, feuilles, fruits, écorces	Contre les affections bronchiques et la toux et pour soigner la diarrhée. Appliquer sur les ulcères et les furoncles. Les feuilles et les gales sont efficaces dans les affections des voies urinaires et en cas de calculs, pour les dysenteries. Emménagogue, sédatif.
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Rameaux, baies fruits	Antiseptiques pulmonaire, diurétique stimulante, vermifuge, l'oxycèdre sa principale importance au goudron liquide retire de son bois et connu sous le nom d'huile de cade, il est utilisé pour traiter les abcès et ulcérations de la peau. Il est utile pour le diabète et les maladies de la vésicule biliaire.
<i>Juniperus phoenicea</i>	Rameaux, bois fruits	Stimulante, diurétique, antiseptiques, pulmonaire, et dépurative et emménagogue. Anti-inflammatoire, les œdèmes pharmaceutique contre les maladies de la peau (eczémas, psoriasis....) et comme vermifuge
<i>Senecio vulgaris L.</i>	La plante entière à leur floraison	Régulateurs de la circulation sanguine.
<i>Borago officinalis L.</i>	Toute la plante particulièrement la fleur.	Efficace dans les faiblesses du cœur. Emolliente, sudorifique, diurétique, adoucissante, rafraichissante, calmante et dépurative.
<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	Sommités fleuries, les feuilles	- Cholérétique, stomachique, emménagogue, cholagogue, antispasmodique, antiseptique, diurétique, vermifuge, soigne les dépressions migraines, troubles hépatiques et digestifs.
<i>Teucrium polium L.</i>	Sommités fleuries, feuilles.	-Tonique, stimulante, antiseptique, apéritive, cholérétique, fébrifuge, stomachique.

<i>Olea europea</i> L.	Feuilles, écorces, fruits.	- Hypotenseur, spasmolytique, émollient, anti-arythmique, vasodilatateur, fébrifuge, tonique, hypoglycémiant léger, diurétique, antidiabétique et les maladies de la peau et en cas des brûlures, les hémorroïdes et les douleurs d'oreilles.
<i>Stipa tenacissima</i> L.	Feuilles	En lavage, les cendres sont prescrites dans le traitement des ulcères chroniques du cuir chevelu.
<i>Avena sterilis</i> L.	Toute la plante	Adoucissante, antiasthénique, émolliente, nutritive, sédative, stimulante.
<i>Muscari comosum</i> (L.) Mill	Fleurs.	Adoucissant (combat l'acidité gastrique)....
<i>Pinus halepensis</i> Mill	Bourgeons , feuilles , et résine	antiseptique contre les affections de l'appareil respiratoire telle que les bronchites ,les pneumonies les rhumes , on l'utilise contre les rhumatismes , la goutte et les bronchites avec catarrhes .
<i>Cistus albidus</i> L	Feuilles	Employée contre la dysenterie, Cicatrisant des blessures.
<i>Paronychia argentia</i> L	Feuilles (de préférence fraîche) ,suc de la plante	Diurétique, aseptique, légèrement spasmodique ,traitement des voies urinaires
<i>Globularia alypum</i> L	feuilles (sans les rameux)	Purgatif ; traitement de la goutte. effets astringents , cholagogues, diurétiques
<i>Thymus ciliatus</i> Desf	Plante entière	Antifongique , antiseptique , antispasmodique , apéritif , aromatique , béchique carminatif ,détersif , digestif , expectorant , stomachique , tonique , vermifuge , vulnéraire
<i>Phillyrea angustifolia</i> L	Feuilles	Antiseptique, ,contre les aphtes) , diurétiques ,fébrifuge analgésiques , contre la cephalogies
<i>Jasminum fruticans</i>	fleur	Analgésique (celphalée...), calmant sédatif , similaire
<i>Heleanthemum cenerium</i>		Antioxydant , antibacterial , antibiotic
<i>Quercus ilex</i>	Ruits feuilles Ecorce (dbagha)	Anti-diarrhéique, antiseptique, fébrifuge, contre l'ulcère de l'intestin, hémorragies, gerçures, les varices, dermatose, colique, anorexie et les douleurs d'estomac
<i>Efedra fragilis</i>	Tige, fleurs, racines	Contre le cancer

Pour dresser la liste des plantes médicinales d'El Haourane nous avons basé sur les enquêtes que nous avons effectuées aux niveaux des douars proches de notre région d'étude et sur les différents ouvrages, il ressort de cette liste que les Asteraceae sont les plus nombreuses avec 11 espèces.

II.4. Les plantes toxiques EL-Haourane

Le tableau 13 donne selon les travaux de Laouer (1995) et Baba Aissa (1999) la liste des plantes toxiques (différents degrés de toxicité) qu'on trouve dans la région d'El-Haourane

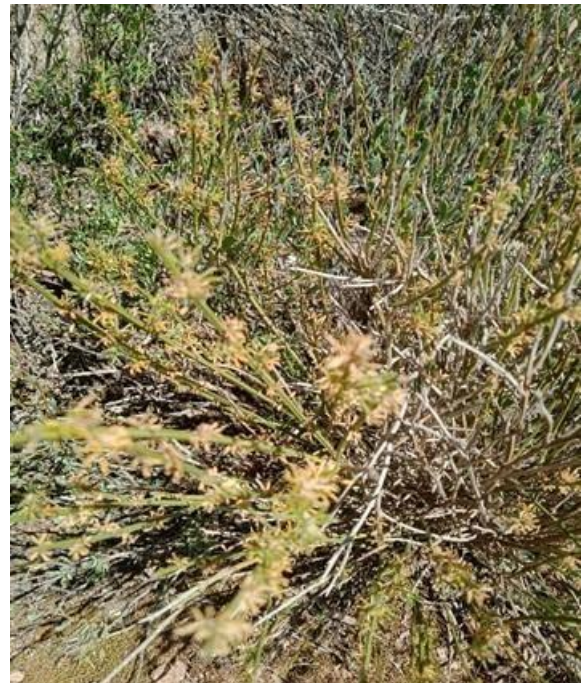
Tableau II.13 : Les plantes toxiques d'El-Haourane

Espèces	Toxicité
<i>Juniperus phoenicea</i> L	Espèce toxique réservée à l'usage externe
<i>Globularia alypum</i> L.	Plante toxique à forte dose ou à utilisation prolongée
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	À forte dose le romarin est toxique.
<i>Teucrium polium</i> L.	Plante utilisée avec modération car certaines substances ne sont pas bien définies, notamment les alcaloïdes.
<i>Thymus ciliatus</i>	À dose excessives, il produit des douleurs gastriques, de la diarrhée, de l'anxiété, ralentissement de la respiration

II.5 Photos de quelques plantes recensés dans la zone d'étude



Globularia alypum



Genista quadriflora



Phillyrea angustifolia



Ephedra fragilis



Querus ilex



Pistacia lentiscus



Juniperus oxycedrus



Juniperus phoenicea



Stipa tenaissima



Ampelodesmos mauritanicus



Jasminium fruticans



Carex halleriana

Troisième chapitre:

Méthodologie

Troisième chapitre: Méthodologie

III. Méthodologie :

Les travaux effectifs dans notre région d'études sont nombreux. En voici quelques exemples notables :

1. Arslane Alaeddine BENSEDDIK : Son étude intitulée "Étude pour la réhabilitation et l'extension de la forêt de El Haourane Hammam Dalaâ - M'sila" se concentre sur la revitalisation et l'expansion de cette forêt, en abordant les méthodes de restauration écologique et de gestion durable.
2. KHERBACHI Asma & DELOUM Farida : Dans leur travail "Méthodes de conservation de la biodiversité : cas de la région de M'sila", elles explorent diverses stratégies pour préserver la biodiversité locale, mettant en évidence les défis et les solutions spécifiques à la région de M'sila.
3. Khellaf REBBAS & Rabah BOUNAR : Leur recherche "Approche phytosociologique d'une zone steppique : El Haourane (Hammam Dalaâ, M'Sila-Algérie)" analyse la composition végétale et les relations écologiques au sein de cette zone steppique, fournissant des informations cruciales pour sa conservation et sa gestion.
4. Melle Bouabdallah Karima : Dans son étude "Contribution à l'étude des principaux facteurs de dégradation des forêts en Algérie : cas de la forêt de Béni Ghobri", elle identifie les principales causes de la dégradation forestière et propose des mesures pour atténuer ces impacts et restaurer les écosystèmes forestiers.
5. Guillaume OLIVE: Son travail intitulé "Prospective et changement climatique : six scénarios pour l'agriculture du bassin de la Seine à l'horizon 2050" présente divers scénarios futurs pour l'agriculture en réponse aux changements climatiques, offrant des perspectives pour l'adaptation et la résilience agricole.

6. AGOUNE Hanane, KHEMAIS Hind, SAID Djoumana: Leur étude "SIG pour la gestion forestière : application à la Wilaya de M'sila (Algérie)" utilise les systèmes d'information géographique (SIG) pour améliorer la gestion forestière, en mettant en évidence les applications et les avantages de cette technologie dans la région de M'sila.
7. Ces travaux illustrent la diversité et la profondeur des recherches menées dans notre région d'études, abordant des aspects clés de la conservation, de la gestion environnementale, et de l'adaptation au changement climatique.
8. ABDESSLAM Sara et BERRABAH Sarra : Leur étude " Caractérisation éco-pédologique de formations forestières de pin d'Alep à El Haourane (Wilaya de M'Sila)
9. KHERIFI Souhila et MANSOUR Khadidja : Leur étude « Diagnostic du taux d'infestation de la chenille processionnaire du pin : *Thaumetopoea pityocampa* (Lepidoptera : Denis & Shiffermuller, 1775) dans la région d'El-Haourane (Wilaya de M'Sila) ». La processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa* Shiff.) est le principal
10. *BABECHE K. et BENBOUZID Y. 2009 CONTRIBUTION A L'INVENTAIRE FLORESTIQUE DE LA FORET DOMANIALE DE DREAT (HAMMAM DALAA. M'SILA)*
11. *OUADEH Nabila, Études floristique et phytosociologique des monts de Dréat (M'Sila, Algérie), 2022*
12. *Chabira Zeyneb et Tayoub Ilham, 2019/2020, Inventaire des plantes médicinales de Dréat (M'sila, Algérie)*
13. *GASMI WIDAD ET REFICE MERIEM ,2019/2020 ,Caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable de la région de M'sila (Dréat, Souamaa ,Newara)*

Quatrième Chapitre :

Résultats

III. Résultat :

Une synthèse a été élaborée sur l'ensemble des résultats obtenus par les différents auteurs, lesquels sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

<i>Auteur</i>	<i>Année</i>	<i>Titre</i>	<i>Résultat</i>
<i>Arslane Alaeddine BENSEDDIK</i>	2022-2021	<i>Étude pour la réhabilitation et l'extension de la forêt de El Haourane Hammam Dalaâ - M'sila</i>	<p>Les résultats issus de ces expérimentations concernent :</p> <ul style="list-style-type: none">• La mise en évidence d'une gamme d'espèces et/ou d'écotypes performants susceptibles de régénérer les massifs forestiers ainsi que les espaces arides et semi-arides dégradés.• La détermination d'indicateurs pertinents de la variabilité intra-spécifique en vue de la sélection.• L'amélioration des connaissances sur la croissance, la production, la valeur bromatologique des espèces à vocation pastorale, ainsi que sur les autres usages des essences testées dans la région.• L'accès à un matériel végétal de base pour la reproduction.

<p><i>KHERBACHI Asma</i> & <i>DELOUM Farida</i></p>	<p>2021</p>	<p><i>Méthodes de conservation de la biodiversité : cas de la région de M'sila</i></p>	<p>Pour le site de Mergueb, tous les ouvrages prévus dans le projet ont été réalisés à 100%, les ateliers de sensibilisation et de formation ont été menés avec les associations aux dires du président de l'association interviewé. Les actions pour la réhabilitation de l'artisanat local n'ont pas abouti. Le projet portant création d'une pépinière pastorale que nous avons jugé intéressant n'a pu aboutir par manque de preneur. La Conservation des Forêts est disposée à mettre un hectare et l'appui nécessaire pour sa réalisation si le Président de l'Assemblée Populaire Communale pouvait trouver des personnes pour sa gestion</p>
<p><i>Khellaf REBBAS &</i></p>	<p>2012</p>	<p><i>Approche</i></p>	<p>Sur la base de 33 relevés floristiques et 241 espèces, soumis à une analyse</p>

<p><i>Rabah BOUNAR</i></p>		<p><i>phytosociologique</i> <i>d'une zone steppique :</i> <i>El Haourane</i> <i>(Hamman Dalaa</i> <i>M'Sila-Algérie)</i></p>	<p>factorielle des correspondances et à une classification hiérarchique ascendante, l'étude phytosociologique d'El Haourane a identifié cinq groupements végétaux appartenant à trois classes phytosociologiques : Quercetea ilicis, Lygeo-Stipetea, et Nerio-Tamaricetea. L'établissement de cartes des risques d'incendie et d'aménagement constituera un document de référence pour tout plan d'aménagement forestier.</p> <p>La zone d'étude possède une flore riche et diversifiée comprenant 241 taxons répartis sur 46 familles et 171 genres, dont 19 espèces endémiques, 26 espèces rares, et 77 espèces médicinales. Parmi les orchidées identifiées figurent <i>Ophrys speculum</i>, <i>Ophrys fusca</i>, <i>Orchis anthropophora</i>, <i>Ophrys tenthredinifera</i>, et <i>Ophrys marmorata</i>, cette dernière étant récemment découverte en Algérie et endémique de Corse et de Sardaigne.</p> <p>La présence d'espèces végétales rares, endémiques, et protégées justifie une attention particulière et des études spécifiques.</p>
<p><i>Melle Bouabdallah</i> <i>Karima</i></p>	<p>2020</p>	<p><i>Contribution à l'étude</i> <i>des principaux</i> <i>Facteurs de</i> <i>dégradation des forêts</i> <i>en Algérie</i></p>	<p>La forêt connaît des délits important qui perturbe son équilibre et sa biodiversité. Nombreux sont les délits enregistrés : défrichement, coupes, construction, extraction de pierre, vol de</p>

			<p>liège, incendie de forêt, agression en vers les agents forestiers</p> <p>A cette vitesse de dégradation, cette forêt des chênes risque de disparaître dans le futur proche.</p> <p>Il faut des campagnes de sensibilisation en vers les citoyens pour la préservation des forêts</p> <p>pour les générations futurs. Ainsi que la révision de la loi forestière 84-12 pour l'augmentation des amendes et les peines d'emprisonnement pour les personnes malveillantes.</p>
<i>Guillaume OLIVE</i>	2002	<p><i>PROSPECTIVE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE : SIX SCENARIOS POUR L'AGRICULTURE DU BASSIN DE LA SEINE A L'HORIZON 2050</i></p>	<p>Les six scénarios construits représentent six états possibles de l'agriculture du bassin de la Seine en 2050 et indiquent le cheminement qui conduit jusqu'à ces états. Il ne s'agit pas de considérer tous les facteurs d'évolution qui interviennent, et encore moins de prédire ce que sera l'agriculture du bassin de la seine en 2050. La vocation de ce travail s'inscrit plutôt dans une étude des relations que les facteurs d'évolution entretiennent entre eux, ce qui permet de comprendre la manière dont une situation donnée peut se réaliser et de comparer les dispositifs d'organisation adoptés dans chacun des</p>

			<p>scénarios.</p> <p>La réalisation de ces scénarios prospectifs permet par ailleurs de mettre en lumière la grande variété des futurs possibles, permise par la forte adaptabilité de cette région aux contraintes socio-économiques extérieures.</p>
<p><i>KHERIFI Souhila et MANSOUR Khadidja</i></p>	<p>2022</p>	<p>Diagnostic du taux d'infestation de la chenille processionnaire du pin :<i>Thaumetopoea pityocampa</i> (Lepidoptera : Denis & Shiffermuller, 1775) dans la région d'El-Haourane (Wilaya de M'Sila)</p>	<p>ravageur à feuilles caduques qui cause de graves dégâts aux forêts de pins d'Alep sur la côte méditerranéenne. L'objet de notre travail consiste à étudier la variation du taux d'infestation par la CP et la densité de celle-ci en utilisant la variabilité de l'altitude et l'orientation cardinale des nids d'hiver de la chenille processionnaire du pin dans la forêt d'Elhourane (Hamma Dalaa- M'Sila). Le taux d'infestation par la CP affiche 79% le site de Ouled Amor et 39% pour le site de d'El Hourane. la densite de CP par les nids d'hiver dans les deux site d'Ouled Amor et d'El Hourane sont presque similaires avec des une valeurs respectives de</p>

			<p>1,98±0,18 et 0,95± 0,073 nids /arbre des nids d'hiver. Dans la majorité les chenilles installent leurs nids d'hiver sur les rameaux à orientation Sud, sur les arbres situés à une altitude comprise entre 861 m à 909 m. <i>T. pityocampa</i> s'attaquent aux arbres du pin d'Alep (<i>Pinus halepensis</i>) quelque soit la région et l'altitude.</p>
<p><i>ABDESSLAM Sara et BERRABAH Sarra</i></p>	<p>2022</p>	<p>Caractérisation éco-pédologique de formations forestières de pin d'Alep à El Haourane (Wilaya de M'Sila)</p>	<p>Les résultats obtenus ont montré que les caractéristiques pédologiques de la formation naturelle sont plus intéressantes que celle artificielle (exemple de la matière organique). Du côté écologique, la richesse botanique a abouti à 05 espèces végétales pour la forêt naturelle contre 15 espèces végétales pour la forêt artificielle (Reboisement). Pour ce qui est de l'abondance des familles la première renferme 05 familles et la seconde présente 08. L'aspect écologique a montré que le type biologique de la forêt naturelle est dominé par les phanérophytes alors que dans le</p>

			reboisement le type biologique dominant est celui des thérophytes.
<i>Techiche Nour Elhouda, Zaiter Chyma et Saidi Zohra</i>	2023	Flore du sous-bois des forêts naturelles de pin d'Alep d'El-Hourane, relevé floristique et écologique	La région d'El Haourane, caractérisée par un climat semi-aride avec des hivers frais, présente diverses formations végétales, notamment des matorrals de <i>Pinus halepensis</i> et <i>Juniperus phoenicea</i> , des steppes dominées par <i>Stipa tenacissima</i> , et des forêts de Pin d'Alep. L'inventaire réalisé a recensé 39 espèces végétales réparties en 34 genres et 20 familles, principalement des arbres et arbustes, avec une strate herbacée presque absente. Les familles botaniques les plus représentées sont les Asteraceae, Poaceae, Oleaceae, Cistaceae et Lamiaceae. Environ 75% des espèces sont méditerranéennes, dont 14% endémiques. Les phanéropytes sont les types biologiques les plus dominants, indiquant des formations ouvertes avec un sous-bois pauvre. L'étude, réalisée pendant une année sèche, explique le faible nombre d'espèces observées.
<i>BABECHE K. et BENBOUZID Y.</i>	2009	CONTRIBUTION A L'INVENTAIRE FLORESTIQUE DE LA FORET	La forêt domaniale de Drèat présente une diversité floristique importante avec 318 taxons appartenant à 51 familles

		<p>DOMANIALE DE DREAT (HAMMAM DALAA. M'SILA)</p>	<p>botaniques. Les familles les plus représentées sont le's Astéracées, suivie par les Fabacées... La zone d'étude renferme 28 espèces endémiques et 32 espèces rares dont des espèces sont protégées en Algérie. Les tableaux des types chorologique et biologique montrent que les espèces de souches méditerranéennes et les thérophytes sont les plus représentatives. Sur le plan d'espèces d'intérêt économique : 12 espèces médicinales et 29 espèces des Fabacées (Légumineuses)</p>
<i>OUADEH Nabila</i>	2022	<p>Études floristique et phytosociologique des monts de Dréat (M'Sila, Algérie)</p>	<p>La série d'enquêtes ethnobotaniques a permis de révéler une multitude de résultats :36 familles ont été recensées dont les <i>Asteraceae</i> sont les mieux représentées par un effectif de 13 espèces.</p> <p>Le feuillage et la graine constituent les parties les plus utilisées, la décoction est la forme galénique la plus pratiquée. De même, sur l'ensemble des maladies traitées, les troubles digestifs représentent les maladies les plus citées. C'est dans ce contexte que les besoins de l'industrie pharmaceutique en plantes médicinales sont multipliés. En l'absence de culture, de nombreuses</p>

			<p>plantes sont menacées de disparition. Dans ce cadre, nous proposons la culture des plantes de la flore de cette région qui ont fait l'objet des travaux scientifiques concluants et qui sont utilisées en thérapeutiques humaines dans de nombreux pays.</p> <p>Ces résultats constituent une source d'informations très précieuse pour la région étudiée et pour la flore médicinale nationale. Ils pourraient être une base de données pour les recherches ultérieures dans les domaines de la phytochimie et de la pharmacologie et dans le but de chercher de nouvelles substances naturelles.</p>
<p><i>Chabira Zeyneb et Tayoub Ilham</i></p>	<p>2020</p>	<p>Inventaire des plantes médicinales de Dréat (M'sila, Algérie)</p>	<p>Les enquêtes ethnobotaniques réalisées à l'aide des fiches questionnaires ont permis d'inventorier 68 espèces médicinales appartenant à 35 familles botaniques, et de collecter le maximum d'informations concernant les usages thérapeutiques traditionnelles locales. Par ailleurs, ces résultats peuvent être considérés comme une source d'information pour les recherches scientifiques dans le domaine de la phytochimie et la pharmacologie.</p>

<p>GASMI WIDAD ET REFICE MERIEM</p>	<p>2020</p>	<p>Caractéristiques physico-chimiques de l'eau potable de la région de M'sila (Dréat, Souamaa ,Newara)</p>	<p>Cette étude se concentre sur la qualité physique et chimique de l'eau potable de la Wilaya de M'sila , pour ce but trois stations municipales ont été sélectionnées (Souamaa , la ville de M'sila (newara) et Dréat) L'étude comprenait une analyse des normes physiques et chimiques tel que la température, l'acidité, la conductivité, la turbidité, magnésium, calcium, nitrates, potassium, sodium. Les résultats ont montré que les normes algérienne sont respectées dans la région de Souamaa et Dréat à l'exception de quelques légères différences entre les deux régions qui montrent que la qualité de l'eau potable de Dréat est meilleure que celle de Souamaa en terme de température (19.5), conductivité (488), salinité (0.2) ,turbidité (0,147),calcium (5), sodium(10 ,8) Les résultats de l'analyse de l'eau potable de M'sila ont montré que les normes algérienne sont dépassées tel que la conductivité (3090) , la salinité (1,8) , sodium (286) . On conclut que dans le Nord d M'sila où se situent les municipalités de Souamaa et Dréat l'eau est potable et d'une qualité acceptable selon les normes physiques et chimiques. Mais pour la municipalité de ville m'sila (Newara) les normes ne sont</p>
---	--------------------	--	--

			pas respectées donc l'eau n'est pas potable il doit la traiter avant de l'utiliser
--	--	--	---

Cinquième Chapitre:

Perspectives et Aménagement

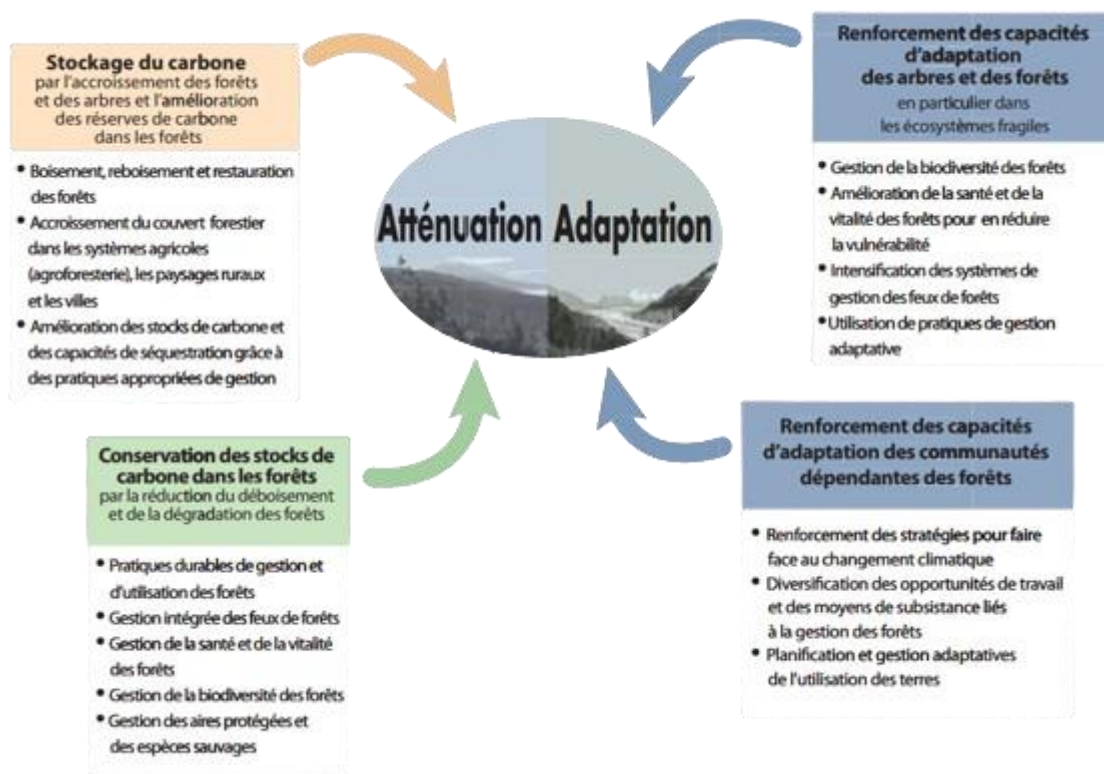
VI.1.Perspectives et Aménagement :

En se basant sur les différents travaux effectués dans la région d'El Hourane, il ressort clairement l'importance de son potentiel biologique, qui mérite d'être pris en charge par les autorités locales, les scientifiques et l'ensemble des secteurs concernés. Dans ce cadre, ce chapitre abordera les solutions proposées pour le développement durable, en se basant sur des bases écologiques .

Le changement climatique est un phénomène global qui affecte déjà profondément les régions du monde entier. En Algérie, les impacts du changement climatique sont particulièrement préoccupants dans les zones arides et semi-arides, comme la région de M'Sila et El Haourane. Ces régions sont déjà confrontées à des conditions climatiques difficiles, notamment la sécheresse, les vagues de chaleur et les tempêtes de sable. Le changement climatique est susceptible d'exacerber ces conditions, entraînant une série de conséquences négatives, notamment :

- **Diminution des ressources en eau:** Les précipitations devraient diminuer dans la région, ce qui entraînera une diminution des ressources en eau disponibles pour l'agriculture, l'industrie et la consommation humaine.
- **Dégradation des sols:** L'augmentation des températures et de la sécheresse devrait entraîner une dégradation des sols, ce qui réduira la productivité agricole et augmentera le risque d'érosion.
- **Perte de biodiversité:** Le changement climatique devrait entraîner une perte de biodiversité, car de nombreuses espèces végétales et animales ne seront pas en mesure de s'adapter aux nouvelles conditions climatiques.

- **Augmentation des risques naturels** : Le changement climatique devrait augmenter le risque de phénomènes météorologiques extrêmes, tels que les inondations, les sécheresses et les tempêtes de sable.



Adapté de: *Cadre stratégique pour les forêts et le changement climatique* Partenariat de collaboration sur les forêts, 2008

complémentaires, tels que les patrouilles au sol. De telles cartes ont déjà été réalisées dans le passé dans certaines conservations. Elles méritent aujourd'hui d'être actualisées et surtout homogénéisées sur l'ensemble du territoire national, en utilisant des données plus précises.

V.2.1.1. Quelques points généraux pour la lutte contre les feux de forêts :

➤ Empêcher les éclosions du feu :

Pour empêcher l'éclosion du feu, on identifie et on traite les causes structurelles (en grande majorité d'origine humaine). L'aspect aléatoire et évolutif des éclosions dans le temps et dans l'espace implique une approche rationnelle et pluridisciplinaire réunissant tous les partenaires concernés.

➤ Maîtriser les éclosions au stade initial :

L'aménagement du terrain rend l'espace végétale moins vulnérable à la propagation des éclosions et permet aux secours d'intervenir plus rapidement et plus efficacement. Ces aménagements sont : pistes d'accès, points d'eau, débroussaillage de proximité, coupures vertes stratégiques, pare-feu tactiques. Une coupure, quelle que soit, n'est efficace que si elle est tenue par des moyens de défense appropriés.

➤ Limiter les développements catastrophiques :

Si l'éclosion n'a pas pu être maîtrisée, l'échec ouvre la voie aux développements potentiellement catastrophiques de l'incendie. Quand les conditions météo sont favorables, on peut au moins espérer limiter la progression du feu à quelques hectares. Mais lorsqu'elles sont défavorables, on atteint alors une phase critique, souvent caractérisée par l'expansion rapide de feu et sa propagation anarchique, auxquelles le dispositif de lutte initial ne peut s'opposer.

➤ Gérer la situation de crise :

La gestion d'une situation de crise se prépare avant la campagne des incendies et se poursuit dès que l'aggravation du risque exige la mise en œuvre des mesures arrêtées au préalable. Elle est placée sous l'autorité du préfet.

➤ **Réhabiliter les espaces incendiés**

C'est la dernière phase du combat contre le feu. Elle doit rendre l'espace moins vulnérable au feu par une occupation des sols et un choix d'essences appropriées (Chevrou, 2005).

➤ **Lutte contre la pression anthropique**

Pour atténuer les effets néfastes du surpâturage, des coupes illicites, des actes de vandalisme, des décharges sauvages et autres activités nuisibles dans les forêts de M'sila, il est essentiel d'obtenir l'adhésion des citadins et des riverains. Aucune action ne peut réussir sans leur confiance et leur soutien.

Surpâturage :

- Délimitation de zones de régénération interdite de pâturage.
- Introduction de troupeaux sous contrôle strict.
- Sanctions pour les infractions de pâturage dans les zones interdites.
- Utilisation de clôtures et introduction d'essences fourragères.

Surexploitation :

- Poursuites judiciaires pour abattages illégaux et décharges sauvages.
- Sensibilisation des riverains aux risques des activités humaines.
- Autorisation de coupe uniquement pour les arbres malades, morts ou brûlés.
- Patrouilles pour prévenir le vandalisme et autres comportements nuisibles.

➤ Lutte contre l'érosion

Érosion hydrique :

- Choix d'essences à enracinement vigoureux.
- Travaux de génie forestier pour stabiliser les sols.

Érosion éolienne :

- Plantation d'essences adaptées, comme certains eucalyptus.

Rôle de la végétation :

- Protection active des sols contre l'érosion.
- Piégeage des sédiments érodés.

Travaux complémentaires :

- Correction torrentielle et installation de banquettes dans les zones menacées.



Figure IV.06 : Plan d'aménagement et d'orientation de la forêt récréative Djebel Messaad

(Bureau d'étude BAALI ,2017)

- le reboisement est une opération qui consiste à créer ou à reconstituer un peuplement par l'introduction des espèces forestières autochtones ou exotiques (KADK,1983). Dans le massif des Babors et PNTaza nous envisageons cette opération dans les pelouses ou enclaves forestières des unités d'aménagement, 7 et 9. (voir carte d'aménagement annexe Suivi d'un reboisement discontinu à pratiquer dans les unités peu dégradées avec des potentialités écologiques favorables sans altération de la végétation en place, en favorisant la remontée biologique.
- C'est l'occupation des clairières forestières par des espèces fourragères l'objectif est de réaliser une association sylvo-pastorale qui consiste à améliorer le tapis herbacé vers le stade de la pelouse. Un aménagement des parcours en favorisant la reprise de la végétation par rotation, pour la reconstitution de la couverture végétale. Les espèces fourragères préconisées sont adaptées aux conditions du milieu et appréciées par le bétail, ces espèces servent à alimenter le cheptel et à créer une couverture végétale qui maintient le sol en place et freine l'érosion.

VI.2.Impacts potentiels sur M'Sila et El Haourane

Les impacts spécifiques du changement climatique sur M'Sila et El Haourane sont encore mal connus. Cependant, on s'attend à ce que la région soit particulièrement vulnérable aux effets suivants :

- **Diminution de la production agricole:** La diminution des ressources en eau et la dégradation des sols devraient entraîner une diminution de la production agricole, ce qui pourrait avoir des conséquences importantes sur la sécurité alimentaire de la région.
- **Augmentation de la pauvreté:** La diminution de la production agricole et la perte d'emplois dans le secteur agricole devraient entraîner une augmentation de la pauvreté dans la région.

- **Dégradation de la santé humaine:** L'augmentation des températures et des phénomènes météorologiques extrêmes devrait entraîner une dégradation de la santé humaine, notamment une augmentation des maladies liées à la chaleur et aux maladies respiratoires.
- **Migrations:** Les impacts du changement climatique pourraient contraindre les populations à migrer vers d'autres régions, ce qui pourrait entraîner des tensions sociales et économiques.

VI.3. Options d'adaptation

Un certain nombre d'options d'adaptation peuvent être mises en œuvre pour aider les communautés de M'Sila et El Haourane à faire face aux impacts du changement climatique.

Ces options comprennent :

- **Amélioration de la gestion des ressources en eau:** Cela pourrait inclure la construction de barrages et de réservoirs, la mise en œuvre de techniques d'irrigation plus efficaces et la promotion de la conservation de l'eau.
- **Gestion durable des sols:** Cela pourrait inclure la plantation d'arbres et d'autres végétaux pour protéger les sols de l'érosion, l'utilisation d'engrais et de pesticides organiques et la mise en œuvre de pratiques agricoles durables.
- **Préservation de la biodiversité:** Cela pourrait inclure la création d'aires protégées, la restauration des habitats naturels et la sensibilisation à l'importance de la biodiversité.
- **Préparation aux catastrophes naturelles:** Cela pourrait inclure la construction d'infrastructures plus résistantes, l'élaboration de plans d'urgence et la formation des communautés aux risques naturels.

Conclusion Générale

Conclusion Générale:

L'étude souligne l'impact profond du changement climatique sur la couverture forestière à M'sila, révélant une diminution significative de la couverture forestière dans les deux provinces au cours des dernières décennies, principalement due à la hausse des températures, à la diminution des précipitations et à l'augmentation de la fréquence des sécheresses. Cette réduction a eu des conséquences néfastes pour l'environnement et les communautés locales, entraînant l'érosion des sols, la perte de biodiversité, la baisse de la productivité agricole, et une augmentation des risques d'incendies de forêt et de désertification. Pour atténuer ces effets, l'étude recommande d'adopter des pratiques de gestion forestière résilientes au climat, de promouvoir le reboisement, de sensibiliser et d'éduquer les communautés locales sur l'importance des forêts, de renforcer l'application des réglementations environnementales et d'investir dans la recherche pour mieux comprendre les impacts du changement climatique et développer des stratégies d'adaptation efficaces. En agissant de manière concertée, les parties prenantes peuvent protéger les forêts de M'sila et garantir leur contribution continue à la durabilité environnementale et au bien-être local.

La région d'El Hourane a attiré l'attention de nombreux scientifiques en raison de son importance à plusieurs niveaux. Sur le plan archéologique, cette région a été le site de découvertes majeures, notamment des vestiges datant de l'époque préhistorique et de l'Antiquité. Ces découvertes ont permis de mieux comprendre l'évolution des civilisations anciennes dans la région et ont contribué à enrichir nos connaissances sur l'histoire humaine.

D'un point de vue géographique, El Hourane présente un écosystème unique et une biodiversité remarquable. Les chercheurs ont étudié la flore et la faune de cette région pour comprendre comment les conditions environnementales influent sur la vie végétale et animale, ainsi que sur les écosystèmes dans leur ensemble.

Par ailleurs, la région d'El Hourane revêt également une importance économique, notamment dans le domaine de l'agriculture. Les scientifiques ont analysé les sols et les conditions climatiques pour évaluer leur potentiel agricole et proposer des méthodes de gestion durable des ressources naturelles.

Enfin, sur le plan socioculturel, El Hourane abrite des communautés traditionnelles dont le mode de vie et les pratiques culturelles ont été étudiés par les chercheurs pour comprendre les dynamiques sociales et culturelles dans cette région.

Références bibliographiques :

1. ANONYME., 1971- Etude de projet du Hodna. Pédologie d'Oued El-Lham et Oued Loughemane. FAO. P
2. BOULAACHEB, N. 2000- Contribution à l'étude phytosociologique du Djebel Megriss. Thèse de Magister. Univ. Sétif. 92p+Annexes
3. BRAKCHI, L., 1998- Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des groupements à pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) dans le secteur Algérois. Thèse de Magister. Inst.Sci. de la nature. U.S.T.H.B. Alger.204 p+Annexes.
4. Chevrou R.B., (2005). Pourquoi les incendies de forêts sont- elles meurieres ?.Ed.
5. Coquillaud, S, 2015 : Kit pédagogique sur les changements climatiques (éd. 3). Réseau Action Climat France. Consulté le 05 22, 2024, sur : <https://reseauactionclimat.org/publications/kit-pedagogique-changements-climatiques>.
6. Cornet, A , 1988. Principales Caractéristiques Climatiques .Article • January 1992
Source: OAI, <https://www.researchgate.net/publication/32977982>
7. Direction commerce(wilaya de M'sila).
8. Direction de l'Environnement (wilaya de M'sila). DIM : Direction de l'industrie et mines (wilaya de M'sila).
9. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN : 978-2-550-68072-7 (PDF), 84 p. et 2 annexes. <http://www.mddefp.gouv.qc.ca>
10. Direction générale de l'Énergie et du Climat, AOÛT 2014. Le climat de la France au XXIe siècle. Vol 4. Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie. www.developpement-durable.gouv.fr
11. DJEBAILI, S., 1984- Steppe algérienne : phytosociologie et écologie. Ed. OPU. pp.26- 36.
12. EDPSCIENCES, Paris, pp 181-183.

13. FAO, "Climate change and its impact on pest management" (<https://www.fao.org/climate-change/resources/detail/en/c/1152055/>)
14. FAO, "The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming Water Challenges in Agriculture" (<https://www.fao.org/publications/sofa/2020/en/>)
15. GROUPE D'EXPERTS INTERGOUVERNEMENTAL SUR L'ÉVOLUTION DU CLIMAT (GIEC)2007 : Bilan 2007 des changements climatiques. Genève, Suisse.
16. HALIMI, A., 1980- L'Atlas Blidéen (Climat et étages végétaux). Ed.O.P.U. Alger, 523p.
17. HAMEL KHALISSA, 2005. Cours N°03, le climats sciences pour l' Architecture. Université de Biskra(Algérie)
18. Harvard T.H. Chan School of Public Health, "Rising CO2 levels and falling nutrient content" (<https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/rising-co2-levels-and-falling-nutr>)
19. <https://www.iqair.com/fr/newsroom/does-air-pollution-cause-climate-change>
20. <https://www.nationalgeographic.com/environment/topic/climate-change>
21. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>
22. IPCC, "Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability" (<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>)
23. IPCC, "Climate Change and Land: an IPCC special report" (<https://www.ipcc.ch/srccl/>)
24. KADIK, B., 1987- Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) en Algérie : Ecologie, Dendrométrie, Morphologie. Ed. O.P.U.Alger. 580p.

25. Laaribya S., Gmira N., Alaoui A. et Benchekroune F., (2011). Aménagement récréatif et paysagère de la forêt de la Maamora, cas du site de Taicha province de Kenitra-Maroc. Journal of forestry faculty, 11(7) : 85-101, Univ. Kastamonu, 95p
26. Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP),2013. Manuel d'instructions à l'usage des observateurs en météorologie, Québec,
27. National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2023). Climate Change and Extreme Weather Events. <https://science.nasa.gov/climate-change/extreme-weather/>
28. National Geographic. (2023). Climate Change.
29. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2023). What is Ocean Acidification?
30. Nefzi, 2012 : Evaluation économique de l'impact du changement climatique sur l'agriculture : étude théorique et application au cas de la Tunisie.
31. Organisation météorologique mondiale OMM-N° 8, 2008. Guide des instruments et des méthodes d'observation météorologiques Mise à jour en 2010. Genève 2, Suisse .
Courriel: publications@wmo.int
32. OZENDA P., 1982-Les végétaux dans la biosphère .Ed, Doin, Paris. 429 P.
33. Pascalle, 2008 : Modélisation des cultures européennes au sein de la biosphère : phénologie, productivité et flux de CO2. Université pierre et marie curie.
34. POUGET M., 1980 -Les relations sol- végétation dans les steppes sud algéroises.555 p.
35. .Razakavololona, 2011 : indicateurs de vulnérabilité des exploitations agricoles face aux variabilités climatique et démographique : applications à la riziculture dans la région du lac alaotra (Madagascar). Pour l'obtention du diplôme de Doctorat.
Université d'antananarivon

36. .Sow et Bathiery, 2022 : Vulnérabilité de la commune de Djilor (Fatick, Sénégal) aux changements climatiques et stratégies d'adaptation des communautés
37. Volcans et changement climatique : les deux sont-ils liés ? 2024:
<https://fr.euronews.com>
38. William R. Cline, 2008 : Si rien n'est fait pour diminuer les émissions de carbone, la productivité agricole va fortement chuter, surtout dans les pays en développement.
39. World Food Programme (WFP), "Climate Change and Hunger: Responding to the Challenge"