



République Algérienne Démocratique et Populaire



Ministre de l'enseignement supérieure et de la recherche scientifique

Université de Larbi Tébessi – Tébessa –

Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie

Département de biologie des êtres vivants

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le diplôme de :

Master 2 en Ecophysiologie animale

THEME:

La variabilité climatique dans la wilaya de Tébessa

Présenter par :

Benarfa Hanane

Dehouani Chaima

Devant les jurys :

Dr.Djellab Sihem

MCA

Univ.Tébessa

Présidente

Dr.Mihi Ali

MCA

Univ.Tébessa

Promteur

Dr.Soltani Nedjemedine

MCB

Univ.Tébessa

Examineuse

**Année Universitaire :
2020/2021**

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à:

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur ; Fadila que j'adore.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à toi mon père Djamel

Au personne que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet : mon seul frère Samir

Au personne dont j'ai bien aimé la présence dans ma vie à mon fiancé Hassene et son famille Souane.

Je dédie ce travail aux:

À mes cousines et mes cousins

Mes tantes et oncles surtout mon oncle Benarfa Dhaouadi

Mes amis et mes collègues et n'oubliez pas mon binôme Chaima et toute la famille Dehouani et Senouci

Et dédicace spéciale à khalladi kawther parce qu'elle aide moi beaucoup

Merci à toute la famille Benarfa de prés et de loin

Benarfa Hanen

DÉDICACE

Je dédie ce mémoire:

A mes chers parents ma mère et mon père, que Dieu les préserve et gardes en bonne santé.

Pour leur patience, leur amour, leur soutien et leurs encouragements.

A mes frères et mes sœurs

*Un grand merci à ma meilleure amie **DOUNIA***

A mes amies et mes camarades, ainsi qu'à tous les étudiants de ma promotion.

A tout les professeurs que se soit du primaire, du moyen, du secondaire ou de l'enseignement supérieur.

Je veux remercier toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont aidée dans la réalisation de ce travail sans oublier mon camarade Hanene et sa famille Benarfa.

Et enfin, à tous ceux que j'aime...

Merci à tous

DEHOUANI CHAIMA

Remerciements

*Tous d'abord et avant tout, Nous remercions « Allah » tout puissant de nous avoir donné
la volonté*

le courage et la santé pour réaliser ce travail de recherche.

Au terme de cette étude qu'il nous soit permis d'exprimer ma profonde gratitude

Envers tous ceux qui nous a apporté leur aide

Nous exprimons notre reconnaissance à notre promoteur Mihi Ali

qui a proposé et accepté de diriger ce travail.

Nous la remercie très chaleureusement pour sa confiance, sa disponibilité,

ses connaissances scientifiques et la qualité de son encadrement.

nous lui garde tout nos respect.

Nous respect s'adresse aux membres de jury qui nous feront

l'honneur d'apprécier ce travail.

*Tous les enseignants de la faculté des science de la nature et de la vie qui ont participé à
ma formation.*

ملخص

إن تغيرات المناخ هو أحد أكثر القضايا انتشارا وتهديدا في الآونة الأخيرة حيث تشكل التغيرات المناخية التي يواجهها العالم اليوم تحديا كبيرا نظرا لارتفاع متوسط درجات الحرارة وتغير أنماط سقوط الأمطار، مما تسبب في تغيرات جذرية على البيئة.

المنهجية المتبعة تعتمد على دراستين : الأولى هي دراسة التغير المناخي لولاية تبسة من خلال تحليل السلاسل الزمنية لدرجات الحرارة و هطول الامطار في أزمنة مختلفة (شهرية، سنوية) لمدة عقد من الزمن؛ والثانية هي دراسة مؤشر الجفاف باستخراج خرائط تلخص الوضع المناخي بالمنطقة .

الهدف العام من هذا العمل هو تسليط الضوء على وجود تغير في المناخ الذي يتجلى في تغير كمية تساقط الأمطار و عدم انتظامها، ووضع مؤشرات مناخية مرتبطة بتطورات حدة الجفاف بالمنطقة؛ البحث عن أسباب التدهور ومحاولة اقتراح حلول يمكنها أن تكون بمثابة وثيقة أساسية للحد من هذه الظاهرة.

الكلمات المفتاحية : تبسة، التغير المناخي، مؤشر الجفاف، تساقط الأمطار، درجات الحرارة.

Résumé

Les changements climatiques est l'une des questions les plus courantes et à récemment menacé. Les changements climatiques auxquels de monde est confronté aujourd'hui constituent un défi majeur en raison de l'augmentation des température moyennes et d'altération de régimes de précipitations, ce qui a provoqué des changements radicaux dans l'environnement.

Méthodologique adopté sur la base de deux études: La première est une étude du changement climatique pour l'état de Tébessa en analysant les séries chronologique de température et de précipitation à différentes époques (mensuelle, annuelle) pendant une période d'une décennie, et la seconde est l'étude de l'indice d'aridité en extrayant des cartes résumant la situation climatique de la région.

L'objectif scientifique de ce travail est de faire la lumière sur l'existence d'un changement du climat, qui se manifeste par le changement de la quantité de pluie et son irrégularité, et la développement d'indicateurs climatiques liés à l'évolution de la sécheresse dans la région, en recherchant les causes de la détérioration et en essayant de proposer des solutions pouvant servir de document de base pour réduire ce phénomène.

Mots clés : Tébessa, changement climatique, indice d'aridité, précipitations, températures.

Abstract

Climate changes is of the most prevalent and threatening issue in recent times . The climate change which the world confronts today constitute an important challenge. Due to rising average temperatures and the alteration of rainfall patterns which caused radical changes to environment.

The methodology used is based on two studies: the first is the study of climate change in the state of Tebessa by analyzing the times series of temperature and precipitation at different times (monthly, annually) for a period of decade ; and the second is the study of aridity index by extracting maps summarize the climatic situation in the region.

The general objective of this work is to shed light on the existence of the climate change that is manifested in the change in the amount of rainfall and its irregularity ; and to develop climatic indicators related to development of severe of aridity in the region, to search for the causes of deterioration and to try to propose solutions that can serve as a basic document to reduce this phenomenon.

Key words : Tebessa, climate change, aridity index, precipitations, temperatures.

Sommaire

Table des matières

INTRODUCTION	GENERALE	1
Chapitre I.....		4
Climat et changement climatique		4
1.1. Notion de climat		5
1.2. Facteurs climatiques		5
1.2.1. Principaux facteurs climatiques.....		5
1.2.2. Facteurs climatiques secondaires		7
1.3. Variabilité climatique		7
1.4. Evolution future du climat.....		7
1.4.1. Causes de l'évolution climatique.....		8
1.5. Changements climatiques.....		12
1.5.1. Causes des changements climatiques		12
1.5.2. Conséquences de changement climatique		16
1.5.3. Phénomènes climatiques extrêmes		18
1.5.4. La lutte contre les changements climatiques (adaptation et atténuation)		18
1.5.5. Changement climatique en Algérie		19
Chapitre II		21
Présentation de la région d'étude		21
2.1. Situation géographique.....		22
2.2. Aspect administratif		22
2.3. Le relief		23
2.4. Pédologie.....		24
2.5. Hydrologie.....		24
2.6. Climat général		24
2.7. Etages bioclimatiques.....		24
2.8. Température.....		25
2.9. Précipitation.....		26
2.10. Les Vents.....		27
2.11. La végétation		27
Chapitre III		28

Matériels et méthodes.....	28
3.1. Matériels.....	29
3.1.1. Base de données FAO WaPOR	29
3.2. Donnée utilisée dans ce travail.....	30
3.2.1. Précipitation.....	30
3.2.2. Evapotranspiration.....	30
3.3. Indice d'aridité	31
3.2. Les classes de l'indice d'aridité	31
3.4. Logiciels utilisé	31
3.4.1. Map Info	31
3.4.2. Global Mapper.....	32
3.4.4. Vertical mapper	32
3.5. Méthode.....	32
3.5.1. Correction géométrique	32
3.5.2. Application d'un masque	33
3.5.3. Appliquer la formule	33
Chapitre IV	34
Résultat et Discussion	34
4.1. Description des cartes.....	35
Conclusion générale	38
Bibliographie	40

Liste des Figures

Figure 01: Irradiance Solaire (Willson, R C et al, 2003).....	9
Figure 2: Processus de l'effet de serre (BOUCETTA, 2017).....	10
Figure 3. Localisation géographique de zone et stations d'études (Hamaidia et Bekkai , 2019).	22
Figure 04: Situation de la région de Tébessa sur le climagramme (Benarfa, 2005).....	25
Figure 06: Limites de classification de l'IA de la Wilaya de Tébessa.....	35
Figure 05: Les cartes de l'indice d'aridité de la wilaya de Tébessa (2009-2018)	36

Liste des Tableau

Tableau 01: Les principaux gaz à effet de serre	11
Tableau 02: les températures moyennes mensuelles (c°) de la station météorologique de Tébessa durant la période d'étude (2009-2018).	26
Tableau 03: pluviosité moyenne mensuelle de la station météorologique de Tébessa durant La période d'étude. (2009-2018)	26
Tableau 04: Donnée disponible dans le site	29
Tableau 05: Superficies et limites de classification de l'indices d'aridité de la wilaya de Tébessa (2009-2018).....	35

Liste des abréviations

HR : Humidité relative

CO2: Dioxyde de carbone

GES: Gaz à effet de serre

CH4: Le méthane

HFC: Les halocarbures

N2O: Le protoxyde d'azote ou oxyde nitreux

SF6 : Hexafluorure de soufre

CCNUCC: La convention-cadre des Nation Unies sur les changements climatiques

T : Température

ETP: Evapotranspiration potentielle

COV: composées organiques volatils

ONM :Organisation national de la météorologie

AI : Indice d'aridité

P : Précipitation

SIG: System d'information géographique

FAO: Food and agriculture organisation

MNT: Modèle numérique de terrain

INTRODUCTION

GENERALE

Le changement climatique est un phénomène qui a fait et fait encore largement parler de lui compte tenu des fluctuations qui touchent le climat terrestre, et leur conséquence sur le mode de vie de l'humanité que ça soit au niveau sanitaire, social, agricole...etc. Ce phénomène tient son importance du fait qu'il touche des secteurs sensibles dont les conséquences peuvent déboucher sur une catastrophe à l'échelle planétaire qui ramène ainsi la question du devenir du genre humain.

Les études sur le changement climatique montre qu'au Maghreb le réchauffement climatique est plus important que la moyenne, si au niveau mondial on a évalué la hausse de 0,74°C au 20ème siècle, elle a été située entre 1,5 °C et 2 °C selon les régions au Maghreb, on a pu aussi évaluer une baisse des précipitations qui a été située entre 10 et 20% (Mahi Tabet Aoul, 2008).

A la fin de ce siècle, le changement climatique est devenu l'un des sujets d'actualité. On lit souvent dans la presse les titres comme: "Le climat change t-il" ? "La terre se réchauffera telle" ? Etc...

Les changements climatiques désignent de lentes variations des caractéristiques climatiques, en un endroit donné au cours de temps. Ces changements observés de nos jours constituent des défis auxquels l'humanité a et aura à faire face. (Daif M, 2017)

Dans le cadre de la recherche sur les changements climatiques, les problèmes récurrents sur lesquels les chercheurs butent sont soit l'absence totale de données sur une région d'étude, soit la discontinuité des séries de données météorologiques quotidiennes, mensuelles ou annuelles. On peut aussi énumérer le manque de stations météorologiques comme un des problèmes significatifs.

L'objectif de cette recherche est principalement axé sur la collecte des données climatiques, remédier à la discontinuité de ces mêmes données, rechercher des données climatiques (températures, précipitations et évapotranspiration) tels que des bulletins météorologiques mensuels ou annuelles . Ces étapes sont fondamentales pour que le travail d'analyse de l'indice d'aridité. Cette recherche est principalement axée sur la période 2009-2018 (10 ans). La station météorologique concernée par cette étude est : Tébessa

Par cette étude et afin d'arriver à notre objectif, nous avons développé les étapes suivantes :

- ✓ Au cours du premier chapitre, on étudie les notions de base liées au changements climatiques et à la variabilité climatique.
- ✓ Le deuxième chapitre, nous nous proposons de présenter les principales données que nous avons recueillies et qui concernent le cadre général de notre région d'étude (situation géographique, étude de l'aspect administratif, étude pédologique, étude hydrologique et une étude climatologique).
- ✓ Le troisième chapitre, nous présentons les différents matériels utilisés et la méthodologie de traitements des données géographiques, et aussi nous présentons les logiciels utilisés pour l'extraction des cartes géographiques ainsi que les outils informatiques utilisés pour le traitement des résultats.
- ✓ Le quatrième chapitre, est consacré à l'analyse des données climatiques mensuelles et annuelles qui est dans les résultats obtenus et l'interprétation et la discussion des principales causes de la phénomène étudié.

Et enfin une conclusion générale qui inclut les solutions et les propositions de cette étude.

Chapitre I
Climat et changement
climatique

1.1. Notion de climat

Au sens étroit du terme, le climat désigne généralement le « temps moyen »; il s'agit plus précisément d'une description statistique en fonction de la moyenne et de la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années. Ces grandeurs sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, les précipitations et le vent. Dans un sens plus large, le climat est la description statistique de l'état du système climatique (Farah, 2014).

1.2. Facteurs climatiques

Par rapport au climat, les facteurs climatiques sont des facteurs écologiques liés aux circonstances atmosphérique et météorologique donnée. La facteur climatique intervient dans un biome qui est principalement caractérisé par le climat en particulier par les températures et les précipitation. (Philippe, 1968).

1.2.1. Principaux facteurs climatiques

Les principaux sont la température, l'humidité et la pluviosité, l'éclairement et la photopériode (Répartition, dans la journée, entre la durée de la phase diurne et celle de la phase Les éléments du climat qui jouent un rôle écologique sont nombreux. Les obscure). D'autres, comme le vent et la neige, ont une moindre importance, mais ils peuvent dans certains cas avoir un rôle non négligeable. (Ramade, 1993).

1.2.1.1. Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère.(Ramade, 2003) Considérons le développement du végétal ; les facteurs énergétiques, lumière et température, vont déterminer la croissance et l'apparition des nouveaux organes (Henin, 1967).

1.2.1.2. Précipitation

Les précipitations constituent la principale <<entrée>> des principaux systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants. Ce sont l'ensemble des eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) et les précipitations déposées ou occultes

(rosée, gelée blanche, givre,...). Elles sont provoquées par un changement de température ou de pression. Les précipitations peuvent être classées en trois principaux types: les précipitations convectives, les précipitations orographiques et les précipitations frontales. Elles correspondent à différents mécanismes d'ascendance (formation des nuages) et présentent des caractéristiques d'intensité et de durée diverses (Belahcen et Chouireb, 2018).

1.2.1.3. Humidité

Lorsqu'on parle d'humidité, on a recours à la notion d'humidité relative (HR), que l'on définit comme la quantité de vapeur d'eau contenue dans un volume d'air donné par rapport au maximum qu'il pourrait contenir à une température et une pression données. L'humidité relative va de 0 à 100%. L'air est sec quand l'humidité relative est inférieure à 35%. L'air est moyennement humide entre 35 et 65%, et l'air est humide à plus de 65% d'humidité relative. À l'intérieur d'un même espace, l'HR varie en fonction des changements de température: elle augmente si la température baisse et diminue si elle s'élève (Andre et Colette, 2011).

1.2.1.4. Lumière et ensoleillement

L'ensoleillement est défini comme étant la durée pendant laquelle le soleil a brillé. Le rayonnement solaire est composé essentiellement de lumière visible, de rayons infrarouge et de rayons Ultraviolet. L'éclairement a une action importante non seulement par son intensité et sa qualité (longueur d'onde) mais aussi par la durée de son action (photopériode). La durée de jour est inversement celle de la nuit s'accroissent ou diminuent selon les saisons au cours de cycle annuel, l'écart entre l'hiver et été étant d'autant plus accentué que l'on s'élève en l'altitude. La photopériode croît de l'Equateur vers les Pôles. A l'Equateur, les jours sont rigoureusement égaux à la nuit, pendant toute l'année. Aux Tropiques, l'inégalité reste faible et pratiquement sans influence. Aux très hautes latitudes, c'est-à-dire au-delà du cercle polaire, nuits et jours de 6 mois de nuit aux Pôles mêmes. (Ex : variation de la photopériode à Alger). L'atmosphère joue le rôle d'écran ou mieux de filtre en arrêtant certaines radiations et en laissant passer d'autres. En effet, l'atmosphère absorbe une part du rayonnement solaire, et diffuse une autre portion. A ces deux actions s'ajoute un phénomène de réflexion (Ramade, 1993)

1.2.2. Facteurs climatiques secondaires

1.2.2.1. Vent

Le vent correspond au déplacement d'une masse d'air consécutif à des différences locales de température et de pression. D'une légère brise à une forte tempête, la vitesse et l'amplitude géographique des vents peuvent être très variables dans l'espace et dans le temps. Parfois destructeur, le vent participe à de nombreux processus sur Terre, comme l'oxygénation des océans et des rivières, ou l'érosion des sols et le déplacement de minéraux. L'Homme l'utilise aujourd'hui comme source d'énergie : l'éolien (Belahcen I et Chouireb, 2018).

1.2.2.2. La neige

Dans les régions enneigées, la neige peut constituer un facteur limitant vis-à-vis de l'activité des êtres vivants et de l'accessibilité à l'alimentation. C'est un facteur écologique important en montagne. La couverture de neige protège le sol du refroidissement. Sous un mètre de neige, la température du sol est de $-0,6^{\circ}\text{C}$, alors qu'elle est de $-33,7^{\circ}\text{C}$ à la surface. Des adaptations physiologiques (utilisation de réserve de graisse), morphologiques (pelage épais, poussées de griffes et de poils entre les orteils) et comportementales (utilisation de la neige comme abri) peuvent apparaître (Ramade, 1993).

1.3. 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) (ONERC, 2007).

1.4. Evolution future du climat

Pour quantifier les possibles futurs changements climatiques, les climatologues ont d'abord utilisé des situations idéalisées plus communément appelées scénarios ; quels seraient les changements climatiques si la concentration de CO_2 doublait ? Ou bien, si la concentration de CO_2 augmentait de 1 % par an (ce qui conduit à un doublement tous les 70 ans) ? Ces conditions sont appliquées à des modèles climatiques qui représentent l'atmosphère, les surfaces continentales, l'océan, la glace de mer, les calottes polaires... Les modèles atmosphériques sont du même type que ceux utilisés en prévision du temps. En plusieurs

milliers de points à la surface de la Terre, ils calculent l'évolution de la pression, du vent, de la pluie, des nuages... toutes les heures environ et cela pendant des années (jusqu'à plusieurs centaines ou milliers). Ces calculs résolvent des phénomènes physiques bien connus (équation du mouvement, échanges par rayonnement solaire ou infrarouge...) ou moins bien connus (formation des gouttes d'eau ou des particules de glace des nuages, accréation de ces gouttes pour former la pluie structure tridimensionnelle de la turbulence atmosphérique...etc.). De même, les modèles d'océan calculent l'évolution des courants marins, de la température, de la salinité... Tous ces modèles interagissent ensemble. Avec ces modèles climatiques, on peut alors réaliser deux simulations dans lesquelles la concentration de CO₂ reste constante dans l'une et varie dans l'autre. La différence de climats ainsi simulés permet d'obtenir la sensibilité du climat à une variation de la concentration en CO₂. Par exemple, on détermine que, pour un doublement de CO₂, la température moyenne de la Terre augmente de 2°C à 5°C selon les modèles. En ce qui concerne la répartition géographique, les résultats font apparaître que:

- la température de surface augmentera davantage aux hautes qu'aux basses latitudes et davantage sur les continents et sur la glace de mer que sur les océans ;
- les précipitations augmenteront dans les régions équatoriales et aux moyennes et hautes latitudes ; elles diminueront dans les régions subtropicales ;
- le volume de glace de mer en Arctique diminuera (typiquement de 35 % dans 50 ans) sans qu'une telle décroissance ne se retrouve en Antarctique (Friedlingstein P et al, 2005).

1.4.1. Causes de l'évolution climatique

Trois facteurs influencent directement l'équilibre énergétique de notre planète :

- Le rayonnement solaire total, qui dépend de la distance du soleil et de l'activité solaire.
- L'albédo, ou le reflet des rayons du soleil renvoyés depuis la terre vers l'espace.
- La composition chimique de l'atmosphère.

1.4.1.1. Rayonnement solaire

Il est évident que le rayonnement solaire reçu par la Terre est déterminant pour la température à la surface de la planète. Avant que l'homme ne rejette massivement dans l'atmosphère les réserves de carbone accumulées dans les gisements de pétrole ou de charbon, ce sont surtout les fluctuations du rayonnement solaire qui influençaient la température à la

surface de la Terre. Ces fluctuations se sont traduites par des variations de la température à la surface de la Terre. Le graphique (Figure 1) montre la variation de « l'irradiance solaire » de 1978 à 2008; Elle est d'un peu moins de 2 W/m² pour une irradiance moyenne de 1366 W/m², ceci se traduit par une variation du rayonnement reçu par unité de surface de la Terre de l'ordre de 0,3 W/m² (appelé « solar forcing » sur le graphique ou forçage solaire en français). On est actuellement dans une situation où le rayonnement solaire par unité de surface terrestre est de 0,15 W/m² inférieur au rayonnement moyen. L'effet du soleil n'est pas négligeable, on peut s'attendre à une augmentation plus marquée de la température globale moyenne dans les années à venir (Debois M, 2008).

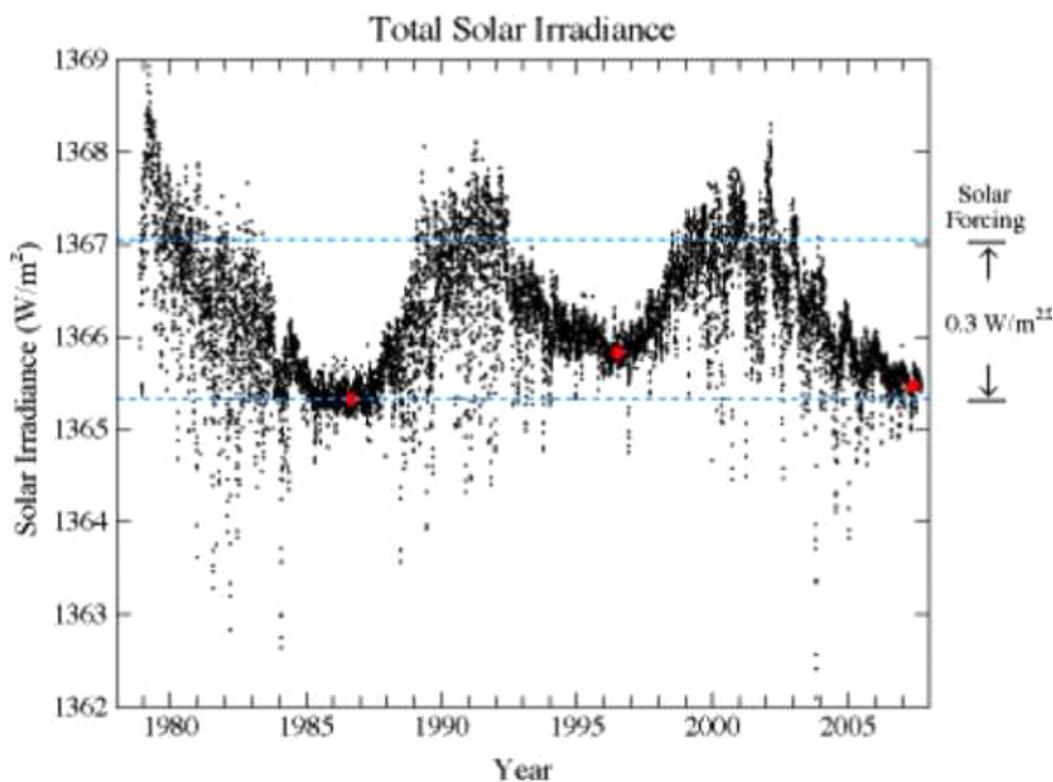


Figure 01: Irradiance Solaire (Willson, R C et al, 2003).

1.4.1.2. Les aérosols

Ensemble de particules solides et liquides en suspension dans l'air, généralement d'une taille comprise entre 0,01 µm et 10 µm et séjournant au moins plusieurs heures dans l'atmosphère. Les aérosols peuvent être d'origine naturelle ou anthropique. Ils peuvent influencer sur le climat de deux façons :

– directement, en agissant et en absorbant le rayonnement ;

– indirectement, en agissant comme noyaux de condensation pour la formation de nuages ou la modification des propriétés optiques et de la durée de vie des nuages (Dumas P et al, 2005).

1.4.1.3. Effet de serre

1.4.1.3.1 Définition

C'est un phénomène naturel résultant de la réémission, sous forme d'un rayonnement thermique infrarouge, d'une partie du rayonnement solaire incident, par la surface terrestre. L'autre partie est absorbée par l'atmosphère ou par la surface de la Terre et donc transformés en chaleur.

Les gaz à effet de serre, que sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le méthane et l'oxyde nitrique, piègent ce rayonnement thermique dans l'atmosphère terrestre et augmentent ainsi la température au sol.

Si l'un des éléments régissant le système climatique subit des modifications considérables, l'équilibre peut être rompu, ce qui entraînerait un changement climatique planétaire qu'il soit temporaire ou permanent. (Saida ,Niazi, 2007)

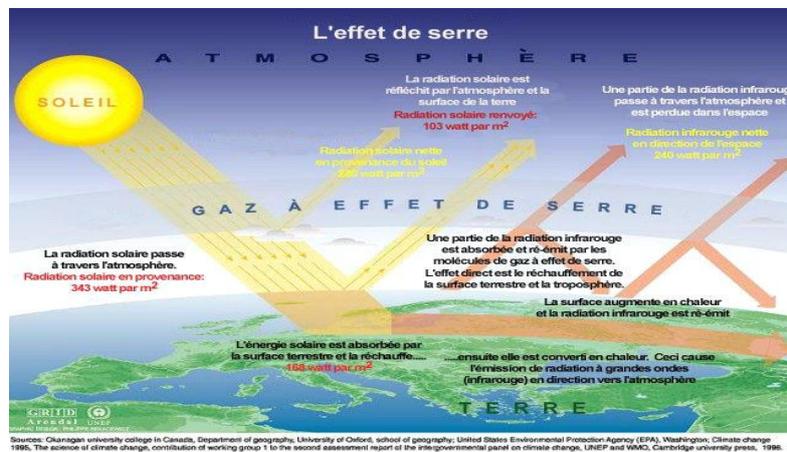


Figure 2: Processus de l'effet de serre (BOUCETTA, 2017).

1.4.1.3.2. Gaz à effet de serre

Les gaz à effet de serre (GES) sont des gaz qui absorbent une partie des rayons solaires en les redistribuant sous la forme de radiations au sein de l'atmosphère terrestre. Les gaz à effet de serre présents traités dans le protocole de Kyoto sont (Tableau 1)

– le gaz carbonique ou dioxyde de carbone (CO₂) provenant essentiellement de la combustion des énergies fossiles et de la déforestation ;

- le méthane (CH₄) qui a pour origine principale l'élevage des ruminants, la culture du riz, les décharges d'ordures ménagères, les exploitations pétrolières et gazières;
- les halocarbures (HFC, PFC) sont les gaz réfrigérants utilisés dans les systèmes de climatisation et la production de froid, les gaz propulseurs des aérosols;
- le protoxyde d'azote ou oxyde nitreux (N₂O) provient de l'utilisation des engrais azotés et de certains procédés chimiques;
- l'hexafluorure de soufre(SF₆) utilisé par exemple dans les transformateurs électriques (Dumas P et al, 2005).

Tableau 01: Les principaux gaz à effet de serre

Formules chimiques	Nom du gaz
CFC	Chlorofluorocarbone
CFC – 11	Tétrafluorornéthane (CF ₄)
CFC – 116	Hexafluoroéthane (C ₂ F ₆)
C ₂ F ₆	Hexafluorométhane (CFC 116)
CF ₄	Tétrafluorornéthane (CFC - 116)
CH ₄	Méthane
CO ₂	Dioxyde de carbone
HCFC	Hydrochlorofluorocarbone
HFC	Hydrofluorocarbone
N ₂ O	Oxyde Nitreux
NO _x	Oxydes d'azote
PFC	Hydrocarbure perfluoré
SF ₆	Hexafluorure de soufre
SO ₂	Dioxyde de soufre
Sox	Oxydes de soufre

1.5. Changements climatiques

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

On notera que la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), dans son Article 1, définit les « changements climatiques » comme étant des «changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l’atmosphère mondiale et qui viennent s’ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours des périodes comparables. ». La CCNUCC fait ainsi une distinction entre les « changements climatiques » qui peuvent être attribués aux activités humaines altérant la composition de l’atmosphère, et la « variabilité climatique » due à des causes naturelles. (WMO, 2008).

1.5.1. Causes des changements climatiques

Les changements climatiques s'entendent d'une modification à long terme dans les conditions météorologiques mesurée par les changements dans la température, les précipitations, les vents, l'enneigement et d'autres indicateurs. Ils peuvent comprendre à la fois les changements des conditions météorologiques moyennes ainsi que de la variabilité, y compris, par exemple, les changements dans les conditions extrêmes. Le climat de la Terre est naturellement variable à toutes les échelles temporelles. L'équilibre entre la quantité d'énergie solaire reçue et la quantité de chaleur rayonnante, qui détermine l'équilibre énergétique de la Terre, régule toutefois l'état climatique à long terme et la température moyenne de la planète. Tout facteur qui cause un changement soutenu de la quantité d'énergie solaire reçue ou de chaleur rayonnante peut mener à des changements climatiques. Ces facteurs étant externes au système climatique, ils sont appelés 'agents de forçage du climat', invoquant l'idée qu'ils forcent ou poussent le climat vers un nouvel état à long terme - un climat plus chaud ou plus froid selon la cause du changement. Des facteurs différents agissent à des échelles temporelles différentes, et les facteurs à l'origine des changements dans le climat de la Terre dans le passé éloigné ne jouent pas tous un rôle dans les changements climatiques contemporains. Les facteurs responsables des changements climatiques peuvent être divisés en deux catégories : ceux liés à des processus naturels et ceux liés à l'activité humaine. En plus des causes naturelles des changements climatiques, des changements internes dans le système climatique, comme les variations dans les courants océaniques ou la circulation atmosphérique, peuvent aussi agir sur le climat pendant de courtes périodes. Cette variabilité interne naturelle du climat se superpose sur les changements climatiques forcés à long terme. (Daif M, 2017).

1.5.1.1. Causes naturelles

1.5.1.1.1. Effet de serre

Les gaz à effet de serre absorbent efficacement le rayonnement infrarouge thermique émis par la surface de la Terre, par l'atmosphère elle-même en raison de la présence de ces gaz et par les nuages. Le rayonnement atmosphérique est émis dans toutes les directions, y compris vers la surface de la Terre. Par conséquent, les gaz à effet de serre retiennent la chaleur dans le système surface-troposphère: c'est ce qu'on appelle « l'effet de serre ». Dans la troposphère, le rayonnement infrarouge thermique est étroitement lié à la température de l'atmosphère à l'altitude à laquelle il est émis, cette température diminuant en général avec l'altitude. En fait, le rayonnement infrarouge émis vers l'espace provient d'une altitude où la température est en moyenne de -19°C, en équilibre avec le rayonnement solaire net incident, alors que la surface de la Terre se maintient à une température beaucoup plus élevée, de +14 °C en moyenne. Une augmentation de la concentration de gaz à effet de serre accroît l'opacité de l'atmosphère au rayonnement infrarouge et entraîne donc un rayonnement effectif vers l'espace depuis une altitude plus élevée et à une température plus basse. Il en résulte un forçage radiatif qui entraîne un renforcement de l'effet de serre; c'est ce qu'on appelle « l'effet de serre renforcé » (GIEC, 2008).

1.5.1.1.2. L'activité solaire

Le soleil traverse des périodes de grande activité, qui se traduisent par une augmentation du nombre de taches solaires, ainsi que par un accroissement du rayonnement, de l'activité magnétique et des flux de particules de haute énergie. Ces fluctuations de l'activité solaire s'effectuent à des échelles de temps qui peuvent varier de plusieurs millions d'années à quelques minutes (Tabet S 2008). Lorsque le nombre de taches solaires est important, le soleil émet plus d'énergie (la terre en reçoit plus), par conséquent un changement de température et du climat à lieu .(Aliouche Y, 2016).

1.5.1.1.3. Les activités volcaniques

Plusieurs études ont montré que l'activité volcanique est un autre moteur de la variabilité climatique. Les grandes quantités de particules et de gaz émis dans l'atmosphère suite aux éruptions empêchent le rayonnement solaire de passer. Toute fluctuation de ce rayonnement a une incidence sur le climat, en particulier sur la température. (Aliouche Y, 2016). Le volcanisme implique une chute des températures à court terme, mais s'avère être un puissant facteur de réchauffement sur le long terme. Les éruptions volcaniques sont parfois

si violentes que de grandes quantités de poussière et de gaz sont projetées à haute altitude dans l'atmosphère. Les particules qui atteignent la stratosphère peuvent persister plusieurs années. Elles provoquent une baisse des températures en réfléchissant le rayonnement solaire. (Jacques, Dermagne et al.2006).

1.5.1.2. Causes anthropiques

Les changements climatiques peuvent également être causés par les activités humaines, comme le brûlage de combustibles fossiles et la conversion de terres pour la foresterie et l'agriculture. Depuis le début de la Révolution industrielle, l'influence des humains sur le système climatique a considérablement augmenté. En plus d'autres incidences environnementales, ces activités modifient la surface terrestre et émettent diverses substances dans l'atmosphère. Ces substances, en retour, peuvent avoir un effet sur la quantité d'énergie solaire reçue et la quantité de chaleur rayonnante, ce qui peut avoir à la fois un effet de réchauffement ou de refroidissement du climat. Le dioxyde de carbone, un gaz à effet de serre, est le principal produit de la combustion de combustibles fossiles. L'effet global des activités humaines depuis le début de la révolution industrielle a été un effet de réchauffement, actionné principalement par les émissions de dioxyde de carbone et aggravé par les émissions d'autres gaz à effet de serre. L'accumulation de gaz à effet de serre dans l'atmosphère a mené à un accroissement de l'effet de serre naturel. Cet accroissement de l'effet de serre par l'activité humaine est préoccupant, car les émissions continues de gaz à effet de serre ont le pouvoir de réchauffer la planète à des niveaux jamais connus dans l'histoire de la civilisation. De tels changements climatiques pourraient avoir des répercussions environnementales, sociales et économiques vastes et/ou imprévisibles. Facteurs de forçage de courte et de longue durée. Le dioxyde de carbone est la principale cause des changements climatiques d'origine anthropique. Émis en vastes quantités lors du brûlage de combustibles fossiles, il a une très longue durée de vie, ce qui signifie qu'il continue d'altérer le système climatique durant sa longue durée de séjour dans l'atmosphère. Toutefois, le brûlage de combustibles fossiles, les processus industriels et les activités agricoles et forestières émettent d'autres substances qui agissent également comme agents de forçage du climat. Certains, comme l'oxyde nitreux, sont des gaz à effet de serre de longue durée de vie comme le dioxyde de carbone, et contribuent donc aux changements climatiques à long terme. D'autres substances ont une durée de vie plus courte dans l'atmosphère parce qu'elles en sont éliminées assez rapidement. Leur effet sur le système climatique est par conséquent d'aussi courte durée.

Ensemble, ces facteurs de forçage climatique à courte durée de vie sont responsables en bonne partie des changements climatiques attribuables aux substances d'origine anthropique. Certains de ces facteurs ont un effet de réchauffement du climat ('facteurs de forçage climatique positifs'), tandis que d'autres ont un effet inverse ('facteurs de forçage climatique négatifs'). Si les niveaux atmosphériques des facteurs de forçage climatique à courte durée de vie sont continuellement renouvelés par des émissions continues, ces facteurs continuent à exercer un effet de forçage du climat.

La réduction des émissions mènera toutefois assez rapidement à une réduction des niveaux atmosphériques de ces substances. Un certain nombre de facteurs de forçage climatique à courte durée de vie ont des effets de réchauffement climatique et, ensemble, contribuent le plus à l'accroissement d'origine anthropique de l'effet de serre après le dioxyde de carbone. Ces facteurs incluent le méthane et l'ozone troposphérique - deux gaz à effet de serre - et le carbone noir, une petite particule solide issue de la combustion incomplète de carburants à base de carbone (p. ex. charbon, pétrole et bois). D'autres facteurs de forçage climatique à courte durée de vie ont des effets de refroidissement du climat, plus particulièrement les aérosols de sulfate. Le brûlage de combustibles fossiles émet du dioxyde de soufre dans l'atmosphère (en plus du dioxyde de carbone), qui se combine ensuite avec la vapeur d'eau pour former de minuscules gouttelettes (aérosols) qui reflètent la lumière du soleil. Les aérosols de sulfate demeurent dans l'atmosphère quelques jours seulement (ils en sont éliminés par le biais des précipitations acides); ils n'ont donc pas le même effet à long terme que les gaz à effet de serre. Toutefois, le refroidissement attribuable aux aérosols de sulfate présents dans l'atmosphère a compensé une partie du réchauffement attribuable à d'autres substances. C'est-à-dire que, n'eût été les niveaux élevés d'aérosols de sulfate dans l'atmosphère, le réchauffement que nous avons connu jusqu'à maintenant aurait été encore plus marqué. (Daif M, 2017).

1.5.2. Conséquences de changement climatique

1.5.2.1. Réchauffement climatique

Le réchauffement du système climatique est maintenant reconnu sans équivoque, car évident dans les observations de l'accroissement des températures moyennes mondiales de l'atmosphère et de l'océan, la fonte généralisée de la neige et de la glace, et l'élévation du niveau moyen mondial de la mer. Les informations paléoclimatiques confirment l'interprétation que le réchauffement du dernier demi-siècle est atypique sur au moins les 1300 dernières années. La dernière fois que les régions polaires ont été significativement plus

chaudes qu'actuellement pendant une longue durée (il y a environ 125 000 ans), la réduction du volume des glaces polaires a conduit à une élévation du niveau des mers de 4 à 6 mètres. L'essentiel de l'accroissement observé sur la température moyenne globale depuis le milieu du 20ème siècle est très vraisemblablement dû à l'augmentation observée des gaz à effet de serre anthropiques. On peut maintenant discerner des influences humaines dans d'autres aspects du climat, comme le réchauffement de l'océan, les températures continentales moyennes, les températures extrêmes et la structure des vents. Pour les deux prochaines décennies un réchauffement d'environ 0,2°C par décennie est simulé pour une série de scénarios d'émissions du Rapport spécial. Même si les concentrations de tous les gaz à effet de serre et des aérosols avaient été gardés constants au niveau de 2000, un réchauffement induit, d'environ 0,1°C par décennie se produirait. La poursuite des émissions de gaz à effet de serre au niveau actuel ou au-dessus provoquerait un réchauffement supplémentaire et induirait de nombreux changements dans le système climatique global au long du 21ème siècle, qui seraient très vraisemblablement plus importants que ce qui a été observé au cours du 20ème siècle. Pour la fin du siècle, la gamme de réchauffement en fonction des scénarios d'émission de GES va de 1.8°C (avec une fourchette de vraisemblance de 1.1 à 2.9) à 4.0°C (fourchette de 2.2 à 6.4), et celle de l'élévation du niveau de la mer de 0.18 à 0.59 m. Ces tendances continueraient pendant des siècles à cause des échelles de temps associées aux processus climatiques et aux rétroactions, même si les concentrations des gaz à effet de serre étaient stabilisées (GIEC., 2007).

1.5.2.2. Sécheresse

La sécheresse est un phénomène récurrent du climat. Elle diffère des autres fluctuations climatiques par le fait qu'elle s'installe lentement et se développe au cours des mois voire même des années. Elle peut affecter des espaces assez larges. Cependant, ses caractéristiques varient d'une région à une autre. Néanmoins, il ne faut pas confondre la sécheresse et l'aridité. La sécheresse peut être comprise comme une situation temporaire caractérisée par un manque de précipitations par rapport aux valeurs normales. L'aridité, par contre, est une caractéristique climatique d'une zone donnée ; c'est la situation permanente de faibles précipitations annuelles ou saisonnières. (Lain, 2005)

La sécheresse, qui commence comme un événement climatique, s'étend progressivement à tous les domaines où l'eau intervient. C'est ainsi que l'on distingue généralement quatre types de sécheresse, météorologique, agricole, hydrologique et socioéconomique auxquelles

on peut ajouter un cinquième type : la sécheresse forestière. Ces sécheresses peuvent ne pas se manifester en même temps. Cependant, la sécheresse météorologique reste l'élément moteur des autres. (OSS., 2009).

La sécheresse est un risque majeur d'origine naturelle (anomalie météorologique) qui résulte d'un déficit pluviométrique aux impacts multiples :

- Climatiques (augmentation de la T°C, de l'insolation, des vents et de l'ETP).
 - Hydrologiques (diminution de l'écoulement superficiel, assèchement des cours d'eau, des lacs, des chotts voire tarissement des sources et rabattement des nappes).
 - Edaphiques (dessiccation des sols, augmentation de leur taux de salinité, etc.).
 - Agronomique (dessèchement des cultures voire perte des récoltes notamment celles des cultures menées en sec, etc.).
- Ses effets dégressifs sont généralement d'abord perçus au niveau des biomes steppiques et forestiers à travers la repousse de la végétation spontanée (jaunissement et/ou brûlures foliaires, dépérissement, difficultés des remontées biologiques, etc.) (Lakhdari, 2010).

1.5.3. Phénomènes climatiques extrêmes

Des changements dans de nombreux phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes ont été observés depuis 1950 environ. Certains de ces changements ont été associés à des influences humaines, y compris une diminution des événements extrêmes de température froide, une augmentation des événements extrêmes de température chaude, une augmentation des événements extrêmes de hauts niveaux de la mer et une augmentation du nombre d'événements de fortes précipitations dans un certain nombre de régions. Vagues de chaleur, pluies torrentielles, inondations, sécheresse extrême, tempêtes, cyclones tropicaux, etc. sont des phénomènes climatiques extrêmes qui font du changement climatique un sujet d'actualité brûlant. À l'heure actuelle, les phénomènes climatiques peuvent présenter de grandes fluctuations, entre autres sous l'influence de phénomènes naturels comme El Niño. Cependant, il existe des tendances qui indiquent clairement un changement climatique.

- Une hausse des précipitations a été observée dans de nombreuses régions (parti est de l'Amérique du Nord, Europe du Nord ainsi que l'Asie du Nord et centrale).
- Le Sahel, le sud de l'Afrique, des parties de l'Asie du Sud et le bassin méditerranéen bénéficient de moins de précipitations.

Les scientifiques projettent que :

-La fréquence des phénomènes climatiques extrêmes (périodes de fortes pluies occasionnant des inondations, tempêtes, vagues de chaleur, etc.) est appelée à augmenter ;

-L'intensité maximale des vents et des précipitations lors de tempêtes augmentera également.

De toutes les conséquences du changement climatique, les conditions atmosphériques extrêmes seront probablement les plus néfastes pour le bien-être de l'homme. Les populations du Sud, qui sont déjà les plus vulnérables, seront les plus durement touchées par l'extrême sécheresse, les inondations, les tempêtes, etc. (Boucetta, 2017).

1.5.4. La lutte contre les changements climatiques (adaptation et atténuation)

Les différents rapports d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ou IPCC) ont montré que le climat mondial se modifie en raison des activités humaines.

Depuis le premier rapport du GIEC publié en 1990, les connaissances scientifiques se sont accrues et des politiques ont été mises en œuvre aux échelles internationales, nationale et sous-nationale. Sur le plan international, les mesures les plus notables prises pour faire face au changement climatique, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC ou UNFCCC, établie en 1992) et le Protocole de Kyoto (1997) – sont axées sur l'atténuation plutôt que sur l'adaptation. (Bruno, L. 2013).

1.5.5. Changement climatique en Algérie

Le Maghreb a été identifié comme une zone particulièrement vulnérable face aux risques liés au changement climatique. L'exode rural conjugué à l'urbanisation intense sur la côte méditerranéenne durant les dernières décennies ont augmenté la vulnérabilité des populations concernées tout en accentuant les facteurs qui contribuent aux changements climatiques. En Algérie, pays dont la plus grande partie est désertique, les changements climatiques constituent une préoccupation majeure. En effet, de par sa position géographique, l'Algérie est exposée aux effets négatifs des changements climatiques et des émissions des gaz à effet de serre, notamment les inondations, la sécheresse et les températures élevées. Le climat de l'Algérie est très variable. L'une des manifestations les plus préoccupantes de cette variabilité est la sécheresse. Cependant, aujourd'hui devant l'hypothèse d'un changement climatique et devant l'accroissement des besoins en eau, on s'interroge de plus en plus sur l'éventualité

d'une augmentation de la fréquence de la sécheresse d'un côté et d'une amplification de ses impacts socio-économiques de l'autre. (SELTZER, P., 1946)

D'après des études réalisées par l'ONM sur l'évolution des températures, elles ont révélé que celles-ci sont en hausse depuis 1990, date du début des émissions à effet de serre. Concernant la pluviométrie en Algérie, l'étude fait ressortir un recul de 12% pour la période 1990-2005 en comparaison avec 1961-1990, causant une sécheresse à grande échelle au moment même où d'autres régions enregistrent des inondations dont celle de Bab El Oued en 2001 et dans la ville d'El Taref en 2012. L'évolution des températures en Algérie montre une hausse sur l'ensemble du territoire au cours des saisons d'hiver et d'automne et une hausse nette des températures minimales et maximales dans toutes les stations de l'Algérie du Nord et se prolonge jusqu'à nos jours. Durant ces 20 dernières années, les températures maximales ont augmenté plus que les minimales. Quant aux précipitations, pour les mêmes périodes l'examen montre qu'en automne et en hiver, il y a diminution des pluies sur le Nord, et en printemps dans l'Est du pays. On peut donc conclure qu'entre les périodes 1931-1960 et 1961-1990 :

- la hausse de température a été de l'ordre de 0,5°C ;
- la pluviométrie a baissé en moyenne de 10% ;
- le déficit hydrique sera plus important à l'Ouest qu'au Centre et qu'à l'Est du pays (Farah, 2014)

Chapitre II

Présentation de la région d'étude

-Groupes C : Zone pastorale et steppique (alfa, atriplex, armoise)

-Groupes D : Zone pré-saharienne, représente 15 % de la superficie de la wilaya (202457 ha). (Mayouf, 2015).

2.3. Le relief

Les monts de Tébessa font partie de l'atlas saharien oriental. Ils forment un prolongement des Nemamcha, le terme «monts de Tébessa »est un ensemble hétérogène dont le seul lien apparent est encadré par le fossé Morsott-Tébessa.

Le passage des hautes plaines du Mellègue aux monts de Tébessa se manifeste par le resserrement des plaines et par l'agrégation des unités géomorphologiques tel que le val perché du Dyr et celui de Bourabaia.

- Au sud, le fossé d'effondrement (Meddoud - Ain chabro) tranche brutalement les monts de Tébessa, interrompant des formes de reliefs sans être d'une symétrie parfaite.

- Les sommets parallèles du Djebel Serdiess et Djebel Gourrigeur font ensemble le haut synclinal perché du Djebel Serdiess.

- Il n'en est plus de même à l'Est de Djebel Doukkane, où le relief est à la fois plus complexe et original entre Tébessa et El Malabiod, où se dresse en effet une barrière orientée de l'Ouest vers l'Est avant de s'incliner vers le Nord-Est, où elle forme la plaine de la Merdja.

La chaîne montagneuse se morcelle en petits massifs (Djebel Anoual, Djebel Azmor, Djebel Bouroumane et Djebel Djebissa) .

- Le fossé Chabro- Tébessa- Bekkaria : nommé fossé de Tébessa borde au Nord les massifs qui révèlent leurs formes avec une évidence d'autant plus impressionnante qu'il y est formé profondément un fossé dont la surface de remblais descend progressivement de 900 m à Bekkaria et à 770m à Ain Chabro (Hammamet). Le graben a été comblé par une alternance sur plusieurs centaines de mètres de cailloutis calcaires, de sables, de marne et d'argile. (Benarfa, 2005).

2.4. Pédologie

La région de Tébessa est située en bordure de la zone montagneuse constituant le rebord sud des Hautes plaines. C'est une zone plissée et faillée, où dominent des sédiments d'âge

secondaire et tertiaire : calcaires, dolomies, marnes, parmi lesquels se trouvent des roches salines (Trias) (Khelili, 2019).

2.5. Hydrologie

La région de Tébessa, chevauche sur deux grands systèmes hydrographiques. Le Bassin versant de l'Oued Medjerda, lui-même subdivisé en 04 sous Bassins couvrant la partie Nord du département. L'écoulement y est exoréique assuré par une multitude de cours d'eau dont les plus importants sont : Oued Mellague, Oued Chabro, Oued Serdies, Oued Kébir et le Bassin versant de l'Oued Melghir, qui couvre la partie Sud du département. L'écoulement y est endoréique, il est drainé par Oued Chéria, Oued Helail, Oued Mechra, Oued Saf-Saf, Oued Gheznet, Oued Djarech, Oued Serdiess, qui aboutissent et alimentent les zones d'épandage situées au Sud. (Khelili, 2019).

2.6. Climat général

Le climat est l'une des composantes fondamentales d'un écosystème terrestre. A cet effet, il est particulièrement connu que l'influence de la nourriture, comme une ressource, et du climat, comme un agent, affectent la distribution, la migration et la reproduction des oiseaux. D'après les données météorologiques recueillies au niveau de la station météorologique Tébessa fait partie du haut plateau tellien de l'étage bioclimatique semi-aride caractérisé par un hiver froid et un été très chaud avec une température moyenne de l'ordre de 15,34 C°, avec un maximum au mois de juillet de 25,1 °C et un minimum au mois de janvier 9,0 C°. L'humidité relative (moyenne annuelle) est de 59,07 %. Elle atteint ses valeurs maximales durant les périodes d'hiver et printemps. La température, les précipitations, l'humidité relative, sont les principaux facteurs climatiques qui retiennent l'attention (Hamaidia et Bekkai, 2019).

2.7. Etages bioclimatiques

Schématiquement, la wilaya de Tébessa comporte trois étages bioclimatiques, avec prédominance du sub-aride au centre qui occupe 57 % de la superficie totale. Ces différents étages sont les suivants :

-Le semi- aride: Caractérisé par un climat frais, il concerne principalement la partie nord de la wilaya, particulièrement les lignes de hauteurs où les précipitations, importantes, sont

comprises entre 350 et 400 mm Cet étage bioclimatique concerne 585,625 hectares soit 27 % de l'ensemble de la wilaya.

-Le sub-aride; Il concerne la partie centrale de la wilaya où les précipitations sont comprises entre 150 et 350 mm, il occupe 58 % de la superficie de la wilaya.

-Le domaine aride : Il occupe la partie sud de la wilaya, et correspond essentiellement au piémont saharien où les précipitations ne dépassent pas les 150 mm par année. Ce domaine occupe 15 % de la superficie totale de la wilaya. (Benarfa, 2005)

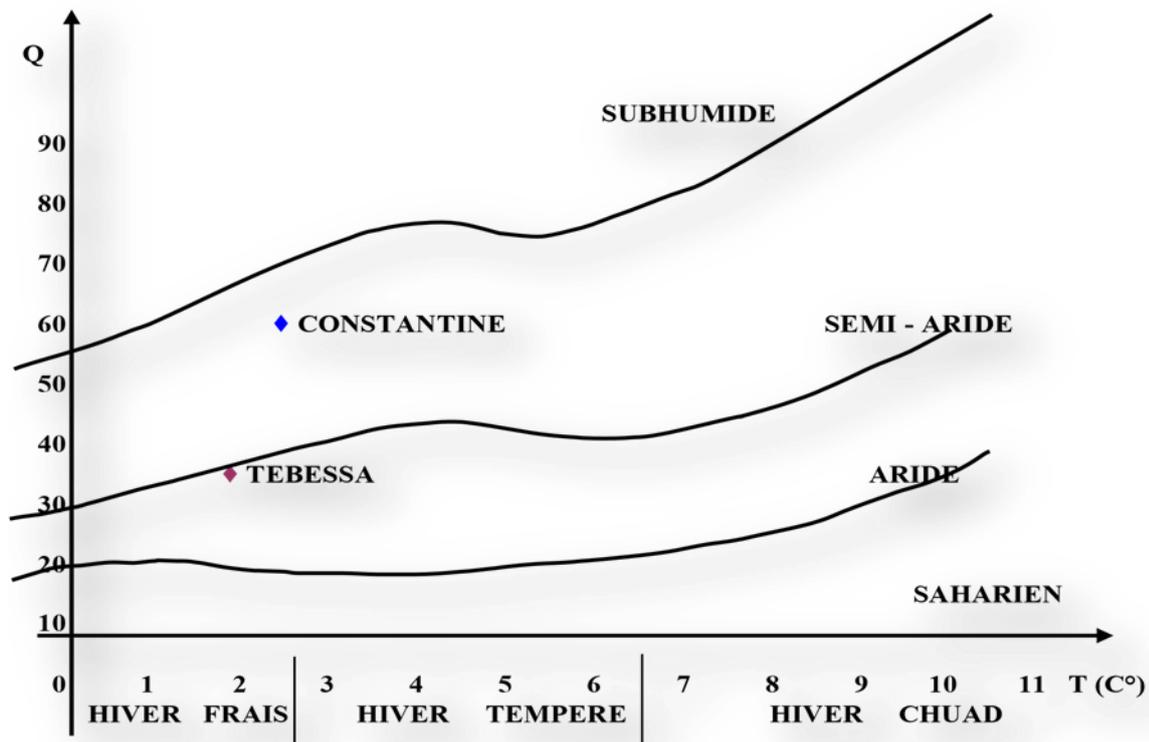


Figure 04: Situation de la région de Tébessa sur le climagramme (Benarfa, 2005).

2.8. Température

Nous avons pris les données des températures de la station de Tébessa pour la période d'étude (2009-2018) (<https://fr.tutiempo.net>).

Tableau 02: les températures moyennes mensuelles (c°) de la station météorologique de Tébessa durant la période d'étude (2009-2018).

Mois	Jan.	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aou	Sept	Oct	Nov	Déce	Moyen
2009	6.9	6.4	9.8	11.6	18	24.3	28.8	26.9	21	15.8	12.04	10.5	16.00
2010	8.3	10.1	13	16	17.6	24.1	27.3	27.1	21.7	16.8	11.8	9.6	16.95
2011	7.7	6.4	9.4	14.9	17.4	22.4	27.6	27	23.6	15.8	12.2	7.9	16.025
2012	6	4.2	10.4	14.4	19.6	27.2	28.8	28.9	22.5	19.3	14.1	7.9	16.94
2013	7.5	6.8	13.6	16.4	18.9	23.1	27.1	25.8	22.7	21.3	11.9	7.3	16.86
2014	7.8	9.8	8.9	15.4	19	23.5	27.2	28.4	24.6	19.1	13.9	8.1	17.14
2015	7.4	6	9.9	15.6	20.5	22.9	27.5	25.9	22.3	17.9	11.3	7.8	16.25
2016	8.6	9.7	10.8	17.2	19.6	24.6	27.2	25.7	21.2	19.3	12.2	9	17.09
2017	5.2	9.5	12.1	13.8	21.2	25.7	28.2	28.5	22.1	15.6	10.5	6.6	16.58
2018	8.8	7.2	12.1	15.9	17.8	22.9	30	23.7	22.9	16	11.4	7.9	16.38
Moyen	7.42	7.61	11	15.12	18.96	24.07	27.97	26.79	22.46	17.69	12.134	8.26	16.62

D'après les moyennes annuelles de la température durant la période d'étude (2009-2018) l'année la plus chaude 2014 avec une température moyenne égale à 17.14°C, et le mois le plus chaud juillet avec une température moyenne égale à 27.97°C. Alors que la moyenne annuelle durant l'année 2009 est la plus froide avec 16.00°C, et le mois le plus froid janvier avec 7.42°C.

2.9. Précipitation

Nous avons pris les données des pluviosités de la station de Tébessa durant la période de (2009-2018) (<https://fr.tutiempo.net>).

Tableau 03: pluviosité moyenne mensuelle de la station météorologique de Tébessa durant la période d'étude. (2009-2018)

Mois	Janv	Févr	Mar	Avr	Mai	Ju	Jui	Aou	Sept	Oct	Nov	Déce	Moyen
2009	76.96	12.45	27.69	111.74	54.97	0	22.87	12.69	97.04	2.03	2.03	8.12	35.71
2010	38.87	2.28	13.46	78.73	36.32	26.93	20.58	2.03	76.97	16.77	54.35	3.06	30.86
2011	16.26	81.03	45.49	44.45	46.48	29.98	55.12	11.18	102.36	87.62	3.56	7.13	44.22
2012	28.96	56.12	39.62	25.15	41.15	2.54	5.59	7.1	68.08	55.12	7.11	2.03	28.21
2013	8.12	5.08	24.38	39.1	9.14	0.51	23.63	19.29	44.71	42.16	34.8	26.15	23.08
2014	19.05	36.58	28.2	2.28	19.07	29.71	22.09	4.57	53.34	6.6	42.42	19.05	23.58
2015	7.11	60.95	45.97	1.02	8.13	78.48	39.12	56.38	37.59	31.51	56.13	0	35.19
2016	14.73	4.32	31.49	18.29	23.36	17.02	0.76	1.01	38.84	49.53	18.02	60.97	23.19
2017	22.35	11.18	11.68	48.26	30.99	18.29	17.27	9.91	41.14	49.53	24.37	17.03	25.16
2018	0.51	30.21	20.31	26.92	97.02	12.95	2.8	73.41	13.96	91.18	8.89	13.2	32.61
Moyen	23.292	30.02	28.829	39.594	36.663	21.641	20.983	19.757	57.403	43.205	25.168	15.674	30.185

D'après le tableau ci-dessus, les quantités de pluies annuelles enregistrées au niveau de la station de Tébessa s'élèvent 44.22 mm en l'année 2011. Les mois les plus pluvieux pendant cette période sont: Septembre et Octobre avec une pluviosité mensuelle égale 57.403 mm, 43.205 mm.

2.10. Les Vents

Les vents dominants sont ceux du Nord-Ouest, Sud Est et Ouest. Il est à noter la faible fréquence des vents du Nord. Les vents du Sud Est et Sud-ouest sont généralement des vents secs qui accentuent les fortes chaleurs en été, leur fréquence importante représente 32 % par rapport au total. Les vents de direction Sud sont marqués par le Sirocco, qui est un vent chaud et sec et qui souffle en été en direction général du sud vers le nord. La partie nord de la wilaya n'est pas très exposée au Sirocco. Les monts de Tébessa et les Nemamchas constituent une barrière naturelle qui atténue l'intensité de ce vent. (Benarfa, 2005).

2.11. La végétation

La steppe est essentiellement composée d'une strate herbacée assez variée d'espèces vivaces et éphémères. Trois espèces y dominent traditionnellement la flore, à savoir l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), l'armoise (*Artemisia herba alba* L.) et le faux alfa (*Lygeum spartum*). Plus d'une trentaine d'autres espèces y végètent à différentes périodes de l'année. L'alfa et l'armoise occupent à elles seules près de 7.000.000 d'hectares tandis que le *Lygeum spartum* occupe 3.000.000 d'hectares. De nombreuses espèces halophiles occupent des sols salins aux alentours des chotts : *Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, *Suaeda fruticosa*, *Frankenia thymifolia*, *Salsola sieberi*, et *Salsola vermiculata*. Les forêts occupent une superficie de 171000 ha. On rencontre principalement des plantations de pin d'Alep (*Pinus halepensis*) et des terres agricoles à production céréalière, maraichère et phénicicole. (Kabbout, N 2017)

Chapitre III

Matériels et méthodes

3.1. Matériels

3.1.1. Base de données FAO WaPOR

Le portail de la FAO pour surveiller la productivité de l'eau grâce au libre accès aux données dérivées de télédétection (WaPOR) surveille et rend compte de la productivité de l'eau agricole en Afrique et au Proche-Orient. Avec le soutien du Ministère des affaires étrangères des Pays-Bas, il offre un accès libre à la base de données sur la productivité de l'eau et ses couches de carte sous-jacent. La première version (bêta) de WaPOR est disponible depuis avril 2017, et WaPOR 1.0 avec les données d'avril 2009 à décembre 2017 ont été publiées en juin 2018. Pour le Yémen, le portail (WaPOR) fournit informations sur la productivité de l'eau et des terres à 250m (niveau I) et 100m (niveau II) de 2009 à 2017. L'analyse a utilisé les données de niveau 1 de WaPOR 1.0. (Annemarie K et Claire J, 2018) .

Tableau 04: Donnée disponible dans le site

Donnée composant	Niveau I (250 mètres)	Niveau II (100 mètres)	La description
Productivité nette brute de l'eau (GBWP)	Annuelle		La quantité de production (production de biomasse aérienne) par rapport au volume total d'eau consommé dans l'année (évapotranspiration réelle) (kgMS/m ³ /an)
Productivité nette de l'eau de Biomasse (NBWP)	Annuelle		La quantité de production (production de biomasse aérienne) en relation au volume d'eau utilement consommé (par la transpiration de la canopée) dans l'année, et donc nette de l'évaporation du sol (kgMS/m ³ /an)
Production biomasse de aérienne (AGBP)	Saisonnier / Décennale	Saisonnier / Décennale	La quantité totale de matière sèche produite au cours de l'année (kgMS/ha/an)
Productivité primaire nette (NPP)	Décennal	Décennale	La conversion du dioxyde de carbone en biomasse entraînée par la photosynthèse (gC/m ² /jour)
Evapotranspiration Réelle (ETR)	Saisonnier / Décennale	Saisonnier / Décennale	La somme de l'évaporation du sol (E) et de la transpiration de la canopée (T) (mm/an)
Transpiration (T)	Annuelle	Annuelle	La partie de l'ETA annuelle due à la transpiration de la canopée uniquement (net d'évaporation des sols) (mm/an)
Fraction de transpiration(TFFRAC)	Décennale	Décennale	indique quel % de l'AET est constitué de transpiration pour ce décade

Référence ET (RET)	Quotidien (20km)		L'évapotranspiration d'une culture de référence hypothétique et simule le comportement d'une surface d'herbe bien arrosée (mm/jour)
Précipitation (PCP)	Quotidien (5km)		La source de ce jeu de données est CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitations with Station) jeu de données pluviométrique quasi-globales
Calendriers culturaux (PHE)		Saison	Indique le cycle ou la saison d'une culture et, dans ce cas, est défini par le décade correspondant au début, au maximum et à la fin de la croissance saison.
Indice de récolte		Saison	Indique le cycle ou la saison d'une culture et, dans ce cas, est défini par la décade correspondant au début(SOS) , au maximum(MOS) et à la fin(EOS) de la saison de croissance
Couverture terrestre /classification des cultures	Saison	Saison	Classification générale au niveau I, trois principales céréales au niveau II.

3.2. Donnée utilisée dans ce travail

3.2.1. Précipitation

Toutes les eaux qui se condensent dans l'atmosphère et tombent à la surface de la terre : (pluie, neige, grêle, brouillard, rosée, etc.)

La pluie à une importance de premier ordre et c'est de la quantité d'eau atteignant le sol ou pluviosité que dépend normalement l'approvisionnement en eau des plantes. Cette quantité d'eau évaluée en millimètres, soit par mois, soit par année, s'appelle la tranche pluviométrique (Boudy.P, 1952).

3.2.2. Evapotranspiration

C'est un terme important du cycle hydrique qui résulte de deux phénomènes, l'un physique (l'évaporation), l'autre biologique (la transpiration) ; l'évapotranspiration est fonction de plusieurs facteurs (l'humidité, la température, l'insolation et le couvert végétale).(Chikha et Debbar, 2017).

3.3. Indice d'aridité

L'indice d'aridité (UNEP, 1997) est un indicateur du degré d'aridité du climat à un endroit donné par rapport à la demande évaporative de l'atmosphère. Il est défini comme suite:

$$AI = P / ETP$$

Où:

P: précipitation annuelle moyenne en mm;

ETP: évapotranspiration potentielle annuelle moyenne en mm.

3.2. Les classes de l'indice d'aridité

Selon (Mokhtari N, et al 2013). Cet indice est largement utilisé pour l'évaluation de la qualité du climat et traduit le déficit annuel entre la quantité des précipitations reçue (P) par rapport à la demande évaporative de l'atmosphère (ETP), ce qui implique que plus l'indice est faible plus l'aridité est élevée et permet de classer les climats de l'hyperaride à l'humide selon les valeurs suivantes:

Hyperaride	$I < 0.05$
Aride	$0.05 < I < 0.20$
Semi-aride	$0.21 < I < 0.50$
Sub-humide sec	$0.51 < I < 0.65$
Sub-humide et humide	$I > 0.65$

3.4. Logiciels utilisé

3.4.1. Map Info

Créé dans les années 1980 aux États-Unis, Map info professionnel (application de Pitney Bowes Business Insight) est une solution cartographique géo-décisionnelle qui permet d'accéder, créer, modifier, croiser, représenter, analyser et diffuser des données.

Ses avantages sont:

- Gain de temps et de ressources grâce à l'optimisation du contrôle des couches réduisant le nombre de clics et permettant de mieux gérer son espace de travail
- Réduction des coûts grâce à un accès renforcé aux données
- Support d'une grande variété de standards de données, y compris Oracle, PostGis et Microsoft Server 2008.
 - Création de cartes plus attrayantes facilitant les décisions (Bennaceur F, 2015)

3.4.2. Global Mapper

Application SIG (développée par Blue Marble Géographics : Etats-Unis) accessible et facile à utiliser, elle donne accès à un éventail de jeux de données spatiales et fournit un bon niveau de fonctionnalités pour satisfaire à la fois les professionnels des SIG expérimentés et les utilisateurs débutants. Aussi bien adapté comme un outil de gestion de données spatiales autonome et comme une partie intégrante d'un SIG d'entreprise à l'échelle, Global Mapper est un indispensable pour tous ceux qui traite avec des cartes ou des données spatiales. Ses avantages sont:

- Abordable et facile à utiliser dans les SIG
- Prend en charge plus de 250 formats de données spatiales
- Module de LiDAR en option pour le traitement avancé
- Tire parti de la puissance de la bibliothèque de GeoCalc avec la nouvelle barre d'outils
- Comprend toutes les fonctionnalités précédemment trouvés dans l'énergie Mapper® mondial
- Un soutien technique inégalé et gratuit (Bennaceur F, 2015).

3.4.4. Vertical mapper

Vertical Mapper (Vertical Mapper TM) est un outil de création et d'exploitation de l'information géographique sous forme de grilles(Grid) assez puissant (MNT, exploitation d'images raster en relief.....)

Vertical Mapper est un logiciel diffusé par la société Marconi de type Plug-in, qui s'utilise avec l'environnement MapInfo Professional. Ce logiciel n'existe qu'en langue anglaise.

Vertical Mapper est un logiciel complémentaire important de MapInfo. Les principaux apports de Vertical Mapper concernent :

- Mise en disposition de nouvelles techniques d'analyse des informations localisées qui varient de manière continue dans l'espace.
- Capacité de comparaison et d'analyse sur de multiples couches de données.
- Des visualisations originales...(Charef I, Hadj A, 2009).

3.5. Méthode

3.5.1. Correction géométrique

Toutes les images brutes obtenues par la télédétection affichent, au départ, une au plusieurs formes de distorsion géométrique. Les corrections géométriques sont appliquées sur les

images pour réduire ses déformations géométriques intervenues lors de l'enregistrement de la scène.(Taouaf L, 2010).

3.5.2. Application d'un masque

La fonction d'un masque est d'éliminer les zones de l'image qui n'ont aucun intérêt et qui pourraient influencer sur les résultats des classifications finales. Un masque a été créé pour éliminer la zone à l'extérieur des limites de la Montérégie ainsi que l'ensemble des classes non végétales, c'est-à-dire le contour des images, les zones nuageuses, l'eau et le cadre bâti incluant les bâtiments e les routes. (Nicolas S, et al 2003).

3.5.3. Appliquer la formule

Après la correction géométrique et l'application de masque, on va calculer l'IA pour chaque Année, au cours d'une période (2009-2018).

En utilisant l'outil calculatrice, de logiciel Vertical Mapper (en retenir dans le logiciel MapInfo), Après, selon les classes de l'IA (Tableau 04), on va diviser (grouper) les résultats obtenus de l'I A de la Wilaya de Tébessa pendant (2009-2018) en deux classes: Aride et Semi-aride

Chapitre IV

Résultat et Discussion

4.1. Description des cartes

La figure 05 représente la carte de l'indice d'aridité au cours d'une période de 10 ans (2009-2018). On remarque dans ces cartes que le climat de la wilaya de Tébessa est divisé par deux classes grâce à l'application de la formule de l'indice d'aridité qui sont ; Aride présente en couleur rouge et Semi-aride en jaune. En effet, la superficie des deux classes varie au cours de temps (Tableau 5 et Figure 6). En général, le superficie de classe semi-aride diminue graduellement au cours des derniers dix ans ; la valeur maximale enregistré au cours de l'année 2009 avec 6089.38 km², par contre, la valeur minimale enregistré au cours de l'année 2017 avec 1062.75Km² Cependant, la superficie de classe aride a connu une clair augmentation au cours de même période ; la valeur maximale enregistré au cours de l'année 2017 avec 12190.29 km², alors que, la valeur minimale enregistré au cours de l'année 2009 avec 7155.6 km² (Tableau 5 et figure 5).

Tableau 05: Superficies et limites de classification de l'indices d'aridité

	Aride	Superficies (km ²)	Semi-aride	Superficies (km ²)
2009	0.08-0.2	7155.6	0.2-0.50	6089.38
2010	0.07-0.2	8502.7	0.2-0.36	4750.34
2011	0.05-0.2	7516.86	0.2-0.39	5734.83
2012	0.05-0.2	9835.96	0.2-0.33	3417.1
2013	0.06-0.2	9751.28	0.2-0.33	3501.2
2014	0.05-0.2	10120.36	0.2-0.36	3132.68
2015	0.05-0.2	7690.48	0.2-0.36	5562.55
2016	0.05-0.2	10076.63	0.2-0.30	3176.4
2017	0.06-0.2	12190.29	0.2-0.26	1062.75
2018	0.05-0.2	7527.37	0.2-0.35	5725.66

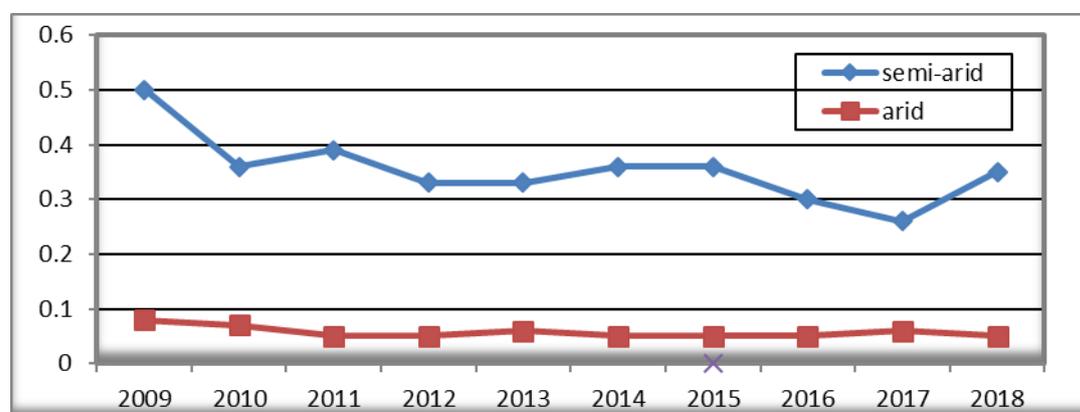


Figure 05: Limites de classification de l'IA de la Wilaya de Tébessa

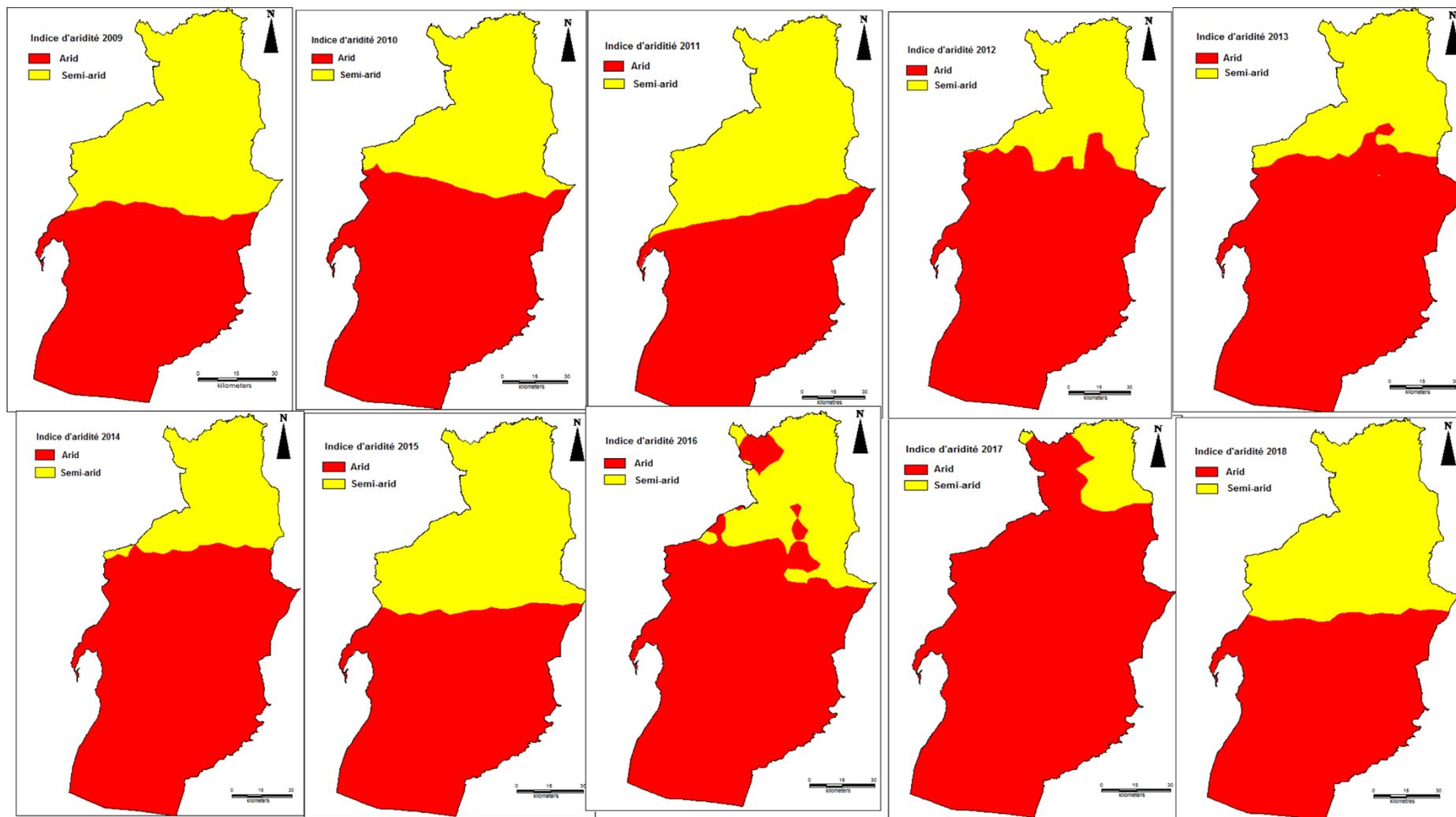


Figure 06: Les cartes de l'indice d'aridité de la wilaya de Tébessa (2009-2018)

En général, Tous ces variations de l'indice d'aridité sont causées principalement à l'augmentation de la température et la diminution est la perturbation de la précipitation au cours du dernier siècle , ou également appelée le réchauffement planétaire observé depuis le début du XXe siècle (Ait bennour H et Bensidhoum Z, 2017). En plus, des activités humaines est une source de pollution de l'air depuis longtemps en citant :

L'industrie

L'industrie est à l'origine des émissions spécifiques dues aux processus de traitement ou de fabrication employés. En quantités variables, selon les secteurs industriels, elle est émettrice de monoxyde et de dioxyde de carbone, de dioxyde de soufre, d'oxyde d'azote, de poussière, de composés organiques volatils (COV), de métaux lourds, etc. (Ait-ali L & Labii A, 2010).

Les transports et l'automobile

Aujourd'hui, on sait que les transports, essentiellement routiers et en particulier l'automobile, sont une source de pollution importante. Les moteurs à explosion sont ainsi de très loin la première cause d'émissions d'oxydes d'azote et de divers hydrocarbures. Les moteurs diesels, moins polluants pour ce qui concerne ce dernier type d'émissions, sont en revanche à l'origine de particules et de dioxyde de soufre. La contribution des transports à la pollution ne cesse de s'accroître du fait de l'augmentation du trafic directement liée à l'évolution économique, en dépit des nombreux progrès technologiques réalisés au cours des dernières années (Subra, 2001) .

Les activités agricole

Le secteur agricole est un responsable majeur des émissions de poussières et d'ammoniac (NH₃) à cause du recours aux produits phytosanitaires et aux épandages (Ouzid S, 2013).

Les activités domestiques

En utilisant des produits phytosanitaires, des peintures, des produits ménagers, en cuisinant... nous émettons tous des polluants atmosphériques (COV). (Ouzid S, 2013).

Conclusion générale

L'analyse des variations spatiotemporelle des changements de l'indice d'aridité est montrée l'aridité est augmentée d'une année à l'autre au cours d'une période de dix ans (de 2009-2018) au niveau de la wilaya de Tébessa. Cette situation alarmante que ce soit au niveau régional ou mondiale est besoin des vraies solutions au ce problème en citant :

Encourager les campagnes de sensibilisations au près des citoyennes et des organisations pour conserver la biodiversité

Mettre en place un programme des soutiens financiers dédiés aux projets de production de conservation des forêts. Pour favoriser un déploiement rapide et prévisible de la filière à grande échelle.

Substituer les produits pétroliers et le charbon par du gaz naturel dans les industries et le transport .

Mettre en place des mesures d'éco fiscalité pour encourager les consommateurs à adopter une cible de carburants alternatif et renouvelable.

Amélioration de la qualité de l'air à partir de la diminution des émissions de gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique

Sécurité d'approvisionnement naturel par préservation des écosystèmes, contrôle de la pollution avec la coopération internationale...etc.

Bibliographie

-A-

Ait-ali L & Labii A, (2010) -: « Simulation de l'évaluation et du captage du CO2 émis par une cimenterie d'Alger » Mémoire d'ingénieur, Université de d'Alger.

Ait bennour Hamida et Bensidhoum Zina, (2017) -: Impact de changement climatique sur la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia (1983 à 2016) mémoire de master en Science économique

Aliouche Yaaqoub, (2016) -: Impact du changement climatique sur la fluctuation piézométrique de la nappe de Mitidja. Mémoire de Master en Hydraulique.

Andre B, Collette N, (2011) -: humidité et température par André Bergeron et Colette Noud, 1995 (révision 2011)

Annemarie Klaasse (eLEAF), Claire jacobs (Alterra), (2018) -: Agriculture in Yemen today and implications of climate change for the future.

-B-

Belahcen et Chouireb, (2018) -: Contribution à l'étude de la variabilité climatique dans la steppe algériennes: Cas de la région d'El Baydha. Mémoire de Master en Ecologie et Environnement

Bennaceur Fateh, (2015) -: Optimisation technico-économique d'une Ferme éolienne dans la région d'Adrar. Mémoire de Master en Energies Renouvelables

Benarfa Noudjoud, (2005) -: Inventaire de la faune apoidienne dans la région de Tébessa . Mémoire de Magister en entomologie.

Boucetta Djamel, (2017) -: Effets des changements climatiques sur les cultures pratiquées et les ressources en eau dans la région de Biskra. Mémoire de Magister en sciences agronomiques

BOUDY. P, (1952) -: Guide du foresièr en Afrique du Nord. Edition : la maison rustique, 505 P de la Tunisie Ed. Larose, 453p

Bruno Locatelli , (2013) -: Services écosystémique et changement climatique. Mémoire en l'habilitation.

-C-

CHARAEF I, HADJ Abdelkader A, (2009) -: Gestion Intégrée du système d'Assainissement du nouveau Pôle Universitaire Mansouah. Mémoire d'ingénieur d'Etat en hydraulique. Hydraulique Urbaine. Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Année 2008-2009. P 111

Chikha Belgacem Bilal et Debbar Hocine (2017) -: Etude Hydrologique et Hydrogéologique de la région de Tébessa par application de la Télédétection de SIG. Mémoire de Master Académique en Hydrogéologie.

-D-

Daif Manel, (2017) -: Etude des quelques variables climatiques du sous bassin de Sebaou (W-Tizi-Ouzou) une mémoire de master en Hydraulique.

DEBOIS M., (2008) -: Cycle solaire et réchauffement climatiques. <http://www.TV5.org/climats>.

DUMAS, P., RIBOLI-SASCO, L., SPYRATOS, V & KURITA, F.,(2005) -: Fonctionnement du système climatique, perturbations humaines, dérèglements dangereux ?, 2005. pp17.

-F-

Farah, A, (2014) -: FARAH, ABDELHAFID KARIM. Changement climatique ou variabilité climatique dans l'Est algérien. Mémoire de Magister en Ecologie et environnement

FRIEDLINGSTEIN, P & DUFRESNE, J-L., (2005) -: Cycle du Carbone et climat : une accélération des changements climatiques, Paris, N° ISSN : 1021 7711.

-G-

GIEC., (2007) -: Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Equipe de rédaction principale, Pachauri, R. K. et Reisinger, A.

GIEC., (2008) -: Glossaire du document technique VI, le changement climatique et l'eau.

-H-

Hamaidia Zineb et Bekkai Ala Eddine, (2019) -: Comparaison des inventaires de la faune orthoptérique de la région de Tébessa réalisés par différents techniques d'échantillonnage. Mémoire de Master en Ecologie et Environnement.

Hadji Hadjer, Aounallah Saïda, (2018) -: contribution a l'étude de la faune de nid de la cigogne blanche (*Ciconia ciconia* L., 1758) dans la région de Tébessa, Mémoire de Master en Ecologie et environnement

Henin S., (1967) -: Economie rural, Persee. Fr. Volume 74. Numéro 1, pp 37-44.

-J-

Jacques, Dermagne et al, (2006) -: Partager la connaissance et ouvrir le dialogue : le changement climatique. (2006), Groupe de réflexion Académies et Conseil économique et social.

-K-

Kabbout Nassira, (2017) -: Contribution à l'étude Bio Ecologique des insectes d'intérêt médical dans le Nord-est Algérien. Thèse En vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Science de la nature

Khelili Nadjette, (2019) -: Etude écologique de la Cigogne blanche (*Ciconia ciconia*) Dans les Hauts Plateaux algériens. Thèse présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Doctorat en Science de la nature

-L-

LAIN M. M., (2005) -: Agricultural vulnerability to drought : A comparative study in Morocco and Spain, Thesis, IAMZ-CIHEAM Zaragoza, Spain.

Lakhdari F., (2010) -: La sécheresse : analyse et stratégie d'adaptation, Atelier international sur le Risque Sécheresse, Biskra 21-22 novembre 2010, 173 p.

Lakhdari (2010)

-M-

Mayouf R, (2015) -: Mayouf Rabah. Evaluation pastorale des parcours du Sud de la wilaya de Tébessa: Influence de la saison sur la valeur nutritive. Thèse pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences.

Mokhtari N, Mrabet R, Lebailly P et Block L, (2013) -: Spatialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc.

-N-

Nicolas Soucy-Gonthier, Danielle Marceau, Marc Delage, Alain Cogliastro, Gérald Démon et André Bouchard, (2003) -: Rapport présenté à l'Agence forestière de la Montérégie (AFM) Directeur : Luc Dumouchel.

-O-

ONERC, (2007) -: Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique, Paris. ISBN: 978-211-00-6618-0.

OSS., (2009) -: Vers un système d'alerte précoce à la sécheresse au Maghreb/OSS. Collection Synthèse n° 4 – Tunis, 2008, 84 p.

Ouzid Selma, (2017) -: Mesure des polluants atmosphériques générés par la société des cimenteries de Tébessa, Mémoire de Master en Chimie de l'environnement.

-P-

Philippe Duchaufour, (1968) -: L'Evolution des sols: essai sur la dynamique des profils l'Université du Wisconsin-Madison 93 pages.

-R-

RAMADE F., (2003) -: Eléments d'écologie, écologie fondamentale. DUNOD, Paris. 690 P.

RAMADE F., (1993) -: Eléments d'écologie, DUNOD, Paris, France.

-S-

SAIDA , NIAZI, (2007) -: Evaluation des impacts des changements climatiques et de l'élévation du niveau de la mer sur le littoral de tétouan (Méditerranée occidentale du Maroc) : Vulnérabilité et Adaptation. Thèse doctorat en Sciences.

SELTZER., P, (1946) -: Le climat de l'Algérie. Alger. Carbonel. 1946 ; 219 p.

Subra Philippe, (2001) -: « Le transport routier en France: aspects géopolitiques d'une question environnemental » Ecologie et géopolitique, France.

-T-

Tabet-Aoul, M., (2008) -: Impacts du changement climatique sur les agricultures et les ressources hydriques au Maghreb, Les notes d'alerte du CIHIM n 48, juin 2008.

Tabet Slimane, (2008) -: Le changement climatique en Algérie orientale et ses conséquences sur la végétation forestière. Mémoire Magister.

Taouaf Lakhdhar, (2010) -: mise au point d'une application de gestion d'une base distribuée d'images NOAA et METEOSAT. Mémoire de Magister en Génie physique.

-U-

UNEP, (1997) -: World Atlas of Desertification. Nick Middleton et Davis Thomas, London, Arnold pp: 182.

-W-

Willson et al, (2003) -: WILLSON, Richard C et MORDVINOV, Alexander V., 2003. Secular total solar irradiance trend during solar cycles 21-23, Geophysical Research letter, VOL . 30, NO. 5, 1199

WMO., (2008) -: Guide to meteorological instruments and methods of observation;681p.

Sites web :

<https://fr.tutiempo.net>

wap.app.fao.org