



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences de la nature et de la vie
Filière : Biotechnologie

Référence / 2022

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Biotechnologie et valorisation des plantes

Présenté et soutenu par :
LALOUANI Hanane

Le : 22 juin 2022

Prédiction des changements climatiques dans les régions arides et semi-arides et la possibilité de la future répartition du figuier (*Ficus carica* L.)

Jury :

Mem. FETITI Nabila	MAA	Université de Biskra	Président
Mr. LAIADI Ziane	Pr	Université de Biskra	Rapporteur
Mr. SIMOZRAG Ahmed	MCA	Université de Biskra	Examineur

Année universitaire : 2021-2022

Remerciements

Il est primordial de remercier « ALLAH » le Tout-Puissant de tout ce qu'il nous apporte dans la vie et de nous avoir donné la force et le courage pour réaliser ce travail

*Sincères remerciements à mon encadreur, **Pr. LAIADI Ziane***

*Mes vifs remerciements à Mem **FETITI Nabila** pour avoir accepté de présider ce jury ainsi que sa disponibilité, son précieux aide qui trouve ici le témoignage de notre profonde considération.*

*Mes tenons également à remercier Monsieur **SIMOZRAG Ahmed** d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Un grand merci à **Mme DEBABECHE Kaouther** pour son aide, sa compétence, sa patience et ses conseils bien avisés, pour ses remarques constructives qui ont contribué à l'amélioration et l'élaboration de ce mémoire.*

A toutes les personnes de la bibliothèque du département des sciences de la nature et de la vie pour leur disponibilité sans oublier tous les travailleurs.

A toutes les personnes de la bibliothèque du CRSTRA.

A toutes les personnes qui sont travaillé en ITDAS.

Mes remerciements s'adressent à toute ma famille et mes amis.

Enfin, un grand remerciement s'adresse à tous ceux qui ont répondu au questionnaire et tous ceux qui ont contribué à l'achèvement de ce travail.

Merci....

Dédicace

*Avec l'aide de dieu tout puissant, on a pu achever ce modeste travail
que je dédie*

*A mon père MOHAMED TAYEB et ma mère HABIBA qui m'ont
éclairé le chemin de la vie par leur grand soutien et leurs
encouragements, par leurs dévouements exemplaires et les énormes
sacrifices qu'ils m'ont consentis durant mes études et qui ont
toujours aimé me voire réussir*

A mon frère SALAH et mes sœurs LINA, CHAHED et ASSIL

A mon fiancé HASSAN

A mes grandes mères

A ma belle famille

A mes oncles, mes tentes avec leurs familles.

*A mes très chères cousins et cousines, qui étais toujours là pour
m'écouter, me réconforter et m'encourager dans les moments de
doute*

A toute la famille LALOUANI et TAHRI

*A mes amis que je n'oublierai jamais iman, Soumaya, Nour Elhouda,
Bouthaina pour leurs gentillesse et soutiens*

*A tout la promotion de Biotechnologie et valorisation des plantes
2021-2022*

HANANE...

Sommaire

Liste des figures	I
Liste des tableaux	II
Liste des abréviations	III
Introduction	1

Première partie : Synthèse bibliographique

Chapitre 01 : Aperçu bio-écologique sur le figuier (*Ficus carica* L.)

1.1. Présentation du figuier	3
1.1.1. Origine et distribution géographique.....	3
1.1.2. Position systématique.....	3
1.2. Description botanique	4
1.2.1. Fiquier mâle (caprifuier).....	5
1.2.2. Fiquier femelle	5
1.2.2.1. Fiquiers bifères.....	5
1.2.2.2. Fiquiers unifères ou d'automne.....	5
1.3. Exigences climatiques du figuier.....	6
1.3.1. Température.....	6
1.3.2. Luminosité	6
1.3.3. Hygrométrie.....	6
1.3.4. Pluviométrie et exigences hydriques.....	7
1.3.5. Vent.....	7
1.4. Importance de la culture du figuier en Algérie	7

Chapitre 02: Climat et changement climatique

2.1. Le climat.....	9
2.2. Changement climatique	9
2.3. Influence du changement climatique.....	10
2.3.1. Sur l'agriculture	10
2.3.2. Sur les plantes.....	10

Deuxième partie: partie expérimentale

Chapitre 03: Matériel et méthodes

3.1. Matériel végétal	11
3.2. Présentation des régions d'étude	11
3.2.1. Présentation la wilaya de Biskra	11
3.2.1.1. Présentation de la station météorologique.....	12
3.2.1.2. La production de figuier dans la wilaya de Biskra.....	12
3.2.2. Présentation de la wilaya de Batna	13
3.2.2.1. Présentation de la station météorologique.....	13
3.2.2.2. La production de figuier dans la wilaya de Batna	14
3.3. Données climatiques et méthodes d'étude.....	15
3.3.1. Ré-analysées	15
3.3.2. Cartes de prédiction	16

Chapitre 04: Résultats et discussion

4.1. Evolution des données climatiques	17
4.1.1. Températures moyennes annuelles	17
4.1.1.1 Températures moyennes annuelles de la région de Biskra	17
4.1.1.2. Températures moyennes annuelles de la région de Batna.....	18
4.1.2. Précipitations moyennes annuelles	19
4.1.2.1. Précipitations moyennes annuelles de la région de Biskra	19
4.1.2.2. Précipitations moyennes annuelles de la région de Batna.....	20
4.2. Prédiction des données climatiques (Cartes)	21
Conclusion.....	25
Bibliographie	27

Annexes

Résumés

Liste des figures

Figure 1 : fruit de figuier	4
Figure 2: pied de figuier.....	4
Figure 3: figues-fleurs	5
Figure 4: Répartition de la production du figuier en Algérie 2019 (MADR ,2021).....	8
Figure 5: Localisation de la wilaya de Biskra.....	11
Figure 6: la production de figuier dans la wilaya de Biskra (2016-2019) (MADR, 2021).....	12
Figure 7: Localisation de la wilaya de Batna.	13
Figure 8: la production de figuier dans la wilaya de Batna (MADR, 2021).....	14
Figure 9: Surface agricole du figuier dans les régions d'études (MADR, 2021)	15
Figure 10: Evolution Températures moyennes annuelles de la wilaya de Biskra (1901-2011)	17
Figure 11: Evolution Températures moyennes annuelles de la wilaya de Batna (1901-2011)	18
Figure 12: Précipitations moyennes annuelles de la wilaya de Biskra (1901-2011).....	19
Figure 13: Précipitations moyennes annuelles de la wilaya de Batna (1901-2011)	20
Figure 14: Température maximale de la wilaya de Biskra (2021-2040) selon le modèle ssp 126.....	21
Figure 15: Température maximale de la wilaya de Biskra (2021-2040) selon le modèle ssp 585.....	21
Figure 16 : température maximale de la wilaya de Biskra (2021-2040) selon le modèle ssp126.....	22
Figure 17 : température maximale de la wilaya de Biskra (2021-2040) selon le modèle ssp585.....	22
Figure 18 : température maximale de la wilaya de Batna (2021-2040) selon le modèle ssp126	23
Figure 19 : température maximale de la wilaya de Batna (2021-2040) selon le modèle ssp585	23
Figure 20 : température maximal de la wilaya de Batna (2041-2060) selon le modèle ssp126	24
Figure 21 : température maximale de la wilaya de Batna selon le modèle ssp585.....	24

Liste des tableaux

Tableau 1: Evolution des superficies et la production de figuier en Algérie (FAOSTAT, 2021).....	8
Tableau 2 : Présentation la station météorologique de Biskra (ONM, 2022)	12
Tableau 3: Présentation La station de Batna (ONM, 2022)	13

Liste des abréviations

% : Pourcent.

°C : Degré Celsius.

DSA : Direction des services agricoles.

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture.

Ha : hectare

ITAF : Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne (Boufarik).

L: Linné.

MADR : Ministère de l'agriculture et développement rural.

Mm : millimètre.

ONM : Organisation national météorologique.

PNDA : Programme National du Développement Agricole

PP : Précipitation totale annuelle de pluie et/ou neige fondue (mm)

T° : Température moyenne annuelle.

TM : Température maximale moyenne annuelle.

Tm : Température minimale moyenne annuelle.

IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change.

CRSTRA : centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides

Introduction

Introduction

La région méditerranéenne représente une des ensembles-modèles des effets écologiques engendrés par l'impact des changements climatiques et divers signaux biologiques et climatiques enregistrés affirment le réchauffement de cette zone (Médail et Quézel, 2003). D'après Giorgi(2006), les changements climatiques au cours du XXIème siècle seront plus prononcés au niveau de la Méditerranée. Durant la décennie 1980-1990, une élévation de température de 0.8 °C est observée mais le Nord Afrique est particulièrement sensible avec près de 2°C. Une hausse de température plus importante en hiver est enregistrée, surtout en ce qui concerne les températures minimales (Nicholson., 2001 et Collins., 2011) associée à une tendance de baisse de 20 % de précipitation dans certaines régions (Cislighi *et al.*, 2005 , Alpert *et al.*, 2008 et IPCC., 2013) à différentes échelles spatio-temporelles (New *et al.*, 2002; Norrant et Douguédroit,2005).

Le figuier *Ficus carica* L. est une espèce rustique appartenant à la famille des Moracées, il occupe une place importante dans l'arboriculture fruitière surtout au sein du bassin méditerranéen qui abrite le potentiel le plus important de cette espèce dans le monde.

De plus de l'importance culturelle du figuier, sa capacité d'adaptation lui a permis de propager dans plusieurs régions du monde : en Méditerranée, en Europe, mais aussi en Amérique, en Afrique du Sud, et en Australie (Vidaud, 1997), ce qu'il permet de mettre en valeur de nombreuses régions déshéritées, par sa présence, en tant que couverture permanente du sol et par ses fruits très appréciés dans le marché grâce à leur valeur nutritive, gustative et ethno-médicinale.

Il est considéré avec l'olivier, les agrumes et le palmier dattier comme l'une des arbres fruitiers les plus importants en Algérie (Bourayou *et al.*, 2005). Selon la FAO (2022), l'Algérie occupe la cinquième place dans la production des figues dans le monde avec un taux de 114092 tonnes. Malgré l'importance des plantations avec une superficie qui dépasse les 39438 hectares, la production est considérée relativement faible, en raison de l'adoption encore de l'activité traditionnelle dans la culture du figuier et du changement climatique, principalement des hausses températures

Les dernières décennies ont subi des changements climatiques et plusieurs auteurs ont été intéressés par l'étude des effets des changements climatiques sur la production agricole (Seguin, 2003 et SBEITI A., 2016,Boucetta D., 2018., William R. Cline. (2008).

Ces changements ont contribué positivement ou négativement à la production agricole et peuvent modifier la production de la biomasse végétale et la composition des communautés végétales, soit par des effets directs sur la croissance des plantes, soit indirectement tels que par les effets sur les agents pathogènes (Kardol *et al.*, 2010).

Les projections climatiques indiquent que l'Algérie par sa position géographique et sa surface constitue l'un des pays les plus concernés du réchauffement climatique. Elle est située dans une zone de transition, entre les régimes tempérés et subtropicaux, un pays majoritairement aride et semi-aride, l'Algérie va éventuellement subir encore plus de variations importantes des hausses des températures et des baisses conséquentes des précipitations (Chabane, 2012).

Selon Yahiaoui (2015), une augmentation assez sensible de la température moyenne annuelle avec un décalage des saisons, une baisse des précipitations et un glissement de plusieurs régions d'un étage climatique à un autre.

En 2021, une canicule a été enregistré non seulement dans le sud des Aurès mais tous l'Aurès et qui a pu affectée la qualité des figes (communication personnelle, 2022). C'est pour cela, l'idée de l'altération de la qualité du fruit du figuier voire même la répartition du figuier dans le futur a sonné l'alarme pour préservé la culture de figue.

C'est dans ce contexte que notre sujet de recherche s'inscrit dont l'objectif consiste à améliorer nos connaissances sur l'impact des changements climatiques sur la culture du figuier dans les régions aride et semi-aride.

Pour ce faire, nous avons suivi la démarche suivante :

D'abord, nous avons effectué une synthèse bibliographique comprenant deux parties dont la première étudie la systématique et les notions botaniques du figuier et la deuxième met en évidence l'écologie du figuier.

Puis l'étude expérimentale, qui est consacré au matériel et méthodes, ciblant le végétal et la méthodologie d'analyse suivie qui est basée essentiellement sur la collecte des données climatiques. Le troisième chapitre permet de présenter les résultats et la discussion en rapport à la bibliographie dont nous avons tenir compte de l'évolution et la prédiction des températures.

Ce document se termine par une conclusion qui résume les différents résultats obtenus et les perspectives de ce travail.

Première partie :
Synthèse bibliographique

Chapitre 1 :

**Aperçu bio-écologique sur le figuier
(*Ficus carica* L.)**

Chapitre 1 : Aperçu bio-écologique sur le figuier (*Ficus carica* L.)

1.1. Présentation du figuier

1.1.1. Origine et distribution géographique

Les origines du figuier sont encore quelque peu confuses. Il est originaire d'Asie occidentale, d'Afrique du Nord ou des îles Canaries. Ceci peut être le résultat de l'hybridation de plusieurs espèces sauvages (Vilmorin, 2003). Selon El Rayes (1995), la région Est de la méditerranée est considérée comme le berceau d'origine du figuier *Ficus carica* L. où se rencontrent jusqu'à nos jours. Des exemplaires de figuiers spontanés très âgés en Turquie, en Syrie. La culture du figuier s'est étendue, ensuite, pour atteindre l'ensemble des pays méditerranéens.

La figue est un fruit très ancien et est connu partout dans le monde et dont l'histoire commence depuis l'antiquité, elle est reconnue comme fruit sacré et figure dans tous les livres saints. Elle est citée dans la "Sourate Attine" du Coran. La culture des figes dans leur mère patrie l'Anatolie, remonte à 3000 - 2000 ans avant Jésus Christ. Avec le temps, elle s'est répandue dans tout le bassin méditerranéen (Jeddi, 2009).

L'intérêt que l'homme a porté au figuier a entraîné sa dispersion dans plusieurs régions du monde, prouvant sa grande faculté d'adaptation et ses affinités avec les climats chauds. Son aire de répartition s'étend des îles Canaries à l'Inde et au Pakistan, le long de la côte atlantique et tout le long des côtes méditerranéennes et du Moyen-Orient (Bachi, 2012).

Ficus carica L. est la seule espèce tempérée véritablement cultivée. Il est considéré comme l'un des arbres typiques du bassin méditerranéen. Elle s'étend de 300 m d'altitude jusqu'à la chaîne montagneuse du Djurdjura (Kabylie) à 800 m d'altitude (Mauri, 1939). On le trouve parfois plus haut que ne peuvent atteindre les oliviers, à 1000 m voire 1200 m d'altitude (Rebour, 1968).

1.1.2. Position systématique

La figue au nom botanique *Ficus carica* L. a un qualificatif universel signifiant de Ficus (le lait du figuier utilisé pour traiter les verrues), tandis que carica fait allusion à une région de Turquie. Il appartient à la famille des Moracées qui comprend environ 1500 espèces classées en 52 genres, dont le genre ficus décrit par Linné (Vidaud, 1997).

La classification botanique du figuier telle qu'elle a décrit Ferchichi et Aljan (2007) est comme suit :

Règne : Végétale

Embranchement : Phanérogames

Sous Embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous classe : Apétales

Ordre : Urticales

Famille : Moracées

Genre : *Ficus*

Espèce : *Ficus carica* L.

1.2. Description botanique

Le figuier est un arbre qui peut atteindre une hauteur de 12 à 15 m ou au moins, constituant tout une forte cépée. Toutes ses parties contiennent un latex, et ses feuilles sont alternes, palmées mais très polymorphes (Figure 1). Ses fleurs ont la particularité d'être enveloppées d'inflorescences appelées sycones. Le fruit ou figue (Figure 2) proprement dite est constituée par le sycone devenu charnu après fécondation ou par parthénocarpie (Bretaud et Faure, 1990).



Figure 2: pied de figuier



Figure 1 : fruit de figuier

Dans la nature, le figuier est une espèce dioïque donc se présente sous deux formes sexuelles décrites comme suit :

1.2.1. Fiquier mâle (caprifiguier)

Donnant des figes immangeables, ne produisent que des figes-fleurs (Figure 3) qui ne parviennent jamais à maturité, donc fruits impropres à la consommation mais qui abritent en hiver un insecte, le blastophage (*Blastophaga psenes* L.) qui assurera la pollinisation des figes en mai et juillet, en effet certaines variétés ont besoin de pollinisation pour faire fructifier leurs figes d'automne (Kjellberg et al, 1984).

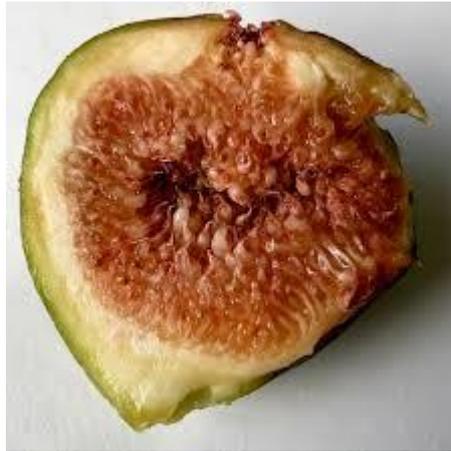


Figure 3: figes-fleurs

1.2.2. Fiquier femelle

Produisent les figes comestibles et sont subdivisés en deux types :

1.2.2.1. Fiquiers bifères

Les variétés bifères donnent deux récoltes par an : une première récolte de fige-fleurs au dessous des feuilles sur le bois de l'année antérieure au Juin-Juillet qui représente environ un quart de la production méditerranéenne et une deuxième récolte de figes d'automne sur le bois de l'année en cours à partir du mois d'Août, avec des figes plus petites mais plus sucrées et plus savoureuses (Mauri,1952).

- Des variétés bifères adaptées à un climat frais : madeleine des deux saisons brunswick, dalmatie, doree ou goutte d'or (voir annexe.1)
- Des variétés bifères adaptées à un climat chaud : douchine ou boule d'or, fige de marseille (voir annexe.2)

1.2.2.2. Fiquiers unifères ou d'automne

Ses figes se forment au printemps et mûrissent en août-septembre. Ses figes se développent à l'aisselle des feuilles des pousses de l'année, les premières formées arrivent à temps pour être caprififiées tandis que celles dont la formation a débuté tardivement viennent

après l'époque de maturité des dokkars et n'étant pas caprifiées ne parviennent généralement pas à maturité (Kjellberg *et al* ;.1983).

- Des variétés unifères adaptées à un climat frais : Pastilière, Ronde de Bordeaux.

- Des variétés unifères adaptées à un climat chaud : Belledone, Bourjasotte noire, col de dame noir, grise de Saint-Jean, panachée, sucre vert.

1.3. Exigences climatiques du figuier

1.3.1. Température

Le figuier est une espèce rustique qui s'adapte presque à tous les climats et à tous les écosystèmes. Cette espèce craint le froid hivernal intense. Pour cet arbre, -17°C est la température hivernale limite de résistance au froid, on constate une destruction de son système racinaire et la mort de l'arbre. Les températures de 32 à 37°C sont très favorables au développement et à la maturité des fruits. Mais si la température s'élève à 43°C, le fruit durcit (Vidaud, 1997).

Vidaud (1997) assure que dans les pays où les températures moyennes ne descendent pas en dessous de 12°C, la végétation et la fructification du figuier sont continués.

Selon Laumonier (1960), le bois de l'année gèle à -15°C et des températures en dessous de -10°C empêchent la bonne conservation des boutons à fleurs. Pour une bonne conservation de figue de qualité, Mauri (1939) recommande 8°C comme moyenne minimale hivernale. Les gelées printanières (Avril-Mai), peuvent détruire certaines années, la production partielle des figues fleurs des variétés bifères, notamment lorsque les températures sont inférieures à -4°C (Vidaud, 1997).

1.3.2. Luminosité

La culture du figuier est plus appréciée dans des conditions moins lumineuses ce qui indique que les régions tropicales et subtropicales fournissent des récoltes de bonne qualité. Cet arbre requiert huit heures par jour de plein soleil pour développer les qualités gustatives de ses fruits, sans pour autant être trop exposé aux insolation et à l'aridité extrême. (Walali *et al.*, 2003)

1.3.3. Hygrométrie

L'humidité relative de l'atmosphère influe tout d'abord sur la hâtivité de la récolte, puis sur la qualité du fruit (Mauri, 1939).

Il convient d'éviter les climats où l'humidité dépasse fréquemment 60% pendant les premiers jours de septembre pour les variétés qui se prêtent au séchage (Mauri, 1939)

1.3.4. Pluviométrie et exigences hydriques

Les besoins en eau du figuier sont de l'ordre de 600 à 700 mm/an. La production de la figue sèche exige un mois de septembre qui doit être sec.

Bien que le figuier soit tolérant à la sécheresse, des arrosages améliorent la production en quantité et en qualité. Certaines régions sont souvent marquées par des orages c'est le cas de la Kabylie où des précipitations de 20 à 30 mm voire 40 mm en hauteur provoquent l'éclatement de l'épiderme des figues (REBOUR, 1968). Les pluies peuvent être néfastes car elles provoquent des pertes en fruits qui peuvent aller jusqu'à 50% de la récolte (Vidaud, 1997).

Le changement de la quantité de l'eau d'irrigation pendant le développement du fruit peut diminuer sa qualité et affecter les craquelures de la peau des fruits. Une augmentation brusque de l'irrigation au cours de la période de maturation peut causer l'éclatement des fruits. Alors que l'excès d'eau en été entraîne une croissance végétative excessive qui se répercute sur la qualité des fruits (Melgarejo, 1996).

1.3.5. Vent

Le figuier a moins de prise au vent que sur un bon nombre d'autres espèces fruitières. Il ne provoque pas de chute des fruits, mais par contre il peut, selon sa violence, provoquer des dégâts directs sur les feuilles ou indirectement sur les fruits (par frottement des fruits contre d'autres rameaux que ceux qui les portent) (Vidaud, 1997).

Le vent a moins de prise sur le figuier que sur un bon nombre d'autres espèces fruitières cultivées. Il ne provoque pas de chute de fruits, les figues étant fortement attachées par leurs pédoncules au rameau porteur (Mauri, 1939). Il peut, cependant, selon sa puissance, provoquer des dégâts directs sur les feuilles ou indirecte sur les fruits par frottement contre d'autres rameaux.

1.4. Importance de la culture du figuier en Algérie

Le figuier est présent sur l'ensemble du territoire national même dans la zone sud du pays, ce qui montre sa capacité d'adaptation à différentes conditions climatiques et surtout son acceptation par la population. Le figuier se localise essentiellement dans la zone Centre du pays qui regroupe près de 78 % des plantations et assure près de 63 % de la production (Sahraoui, 2014) dont les wilayas de Béjaïa, Tizi Ouzou et Sétif (Bourayou *et al.*, 2005) (Figure 4). L'évolution de la figuiculture présente des fluctuations d'une année à l'autre.

D'après l'avènement du plan national de développement agricole (P.N.D.A) en 2000, une augmentation notable a été observée entre 2000 et 2006, les superficies sont passées de 35730ha à 49180ha. Depuis, la superficie figuicole est en constante régression et est arrivée à 42248 ha en 2016 et 39438 ha en 2019 (tableau 2).

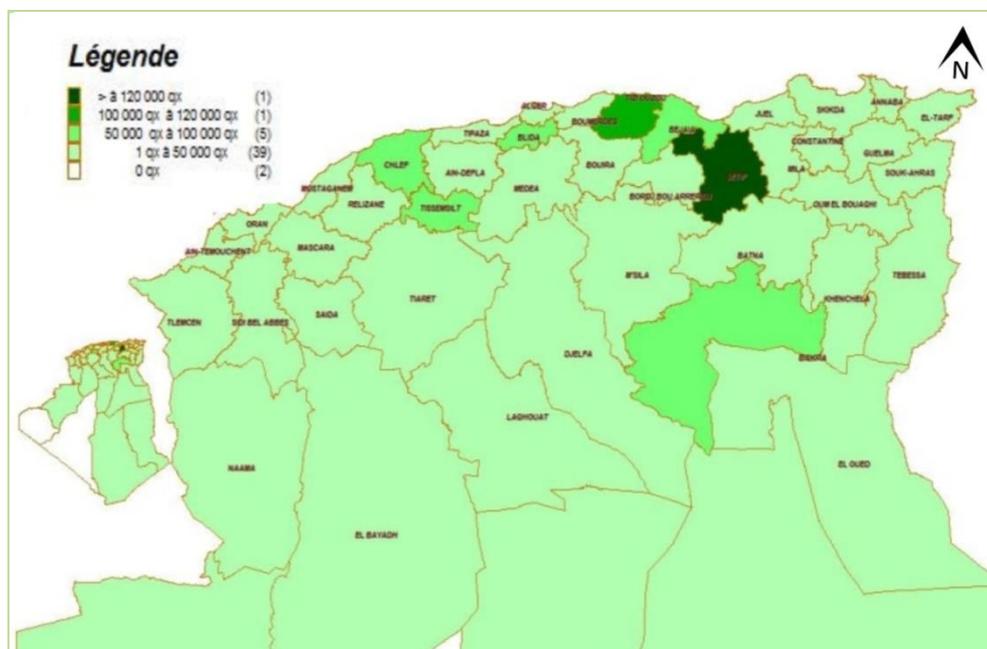


Figure 4: Répartition de la production du figuier en Algérie 2019 (MADR ,2021)

Tableau 1: Evolution des superficies et la production de figuier en Algérie (FAOSTAT, 2021)

Année	Superficie (ha)	Production de figue (tonnes)
2010	46 921	123 763
2011	46 331	120 187
2012	45 125	110 058
2013	44 608	117 100
2014	44 395	128 620
2015	43 130	139 137
2016	42 248	131 798
2017	40 932	128 684
2018	39 356	109 214
2019	39 438	114 092

Chapitre 2 :

Climat et changement climatique

CHAPITRE 2 : Climat et changement climatique

2.1. Le climat

Le mot climat provient du grec klima (κλίμα) ; signifiant « inclinaison », évoquant le rôle majeur de l'inclinaison des rayons solaires sur la surface terrestre. L'étymologie du mot rappelle que la température moyenne de notre planète est influencée, au moins en partie, par le cycle naturel de notre roi Soleil. Cependant, la hausse actuelle de la température est trop forte pour être exclusivement liée à l'activité solaire. <http://www.co2solidaire.org>

Selon l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM), le climat est la synthèse des conditions météorologiques d'une région donnée, caractérisée par les statistiques à long terme des variables de l'état de l'atmosphère. Le climat inclut un certain nombre de variables (la température, les précipitations, les vents, etc.) et se décrit comme un système où l'ensemble de ses variables sont liées. www.coalition-eau.org

2.2. Changement climatique

Les changements climatiques sont une modification statistiquement significative, sur plusieurs décennies, de l'état moyen du climat (précipitations, température, humidité relative, etc.) sous l'effet combiné persistant des activités humaines et des processus naturels de forçages interne et externe au système climatique lui-même (William R. Cline. (2008).

Selon le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), le changement climatique est une modification durable du climat, qui peut être dû à des paramètres intrinsèques de la terre et à des influences extérieures telles que les activités humaines (GIEC., 2007).

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC, 1992), dans son article premier, définit les changements climatiques comme : des changements qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables. <https://unfccc.in>

2.3. Influence du changement climatique

2.3.1. Sur l'agriculture

Les changements climatiques peuvent influencer de diverses manières sur 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 (Cline., 2008).

2.3.2. Sur les plantes

Les conditions pédo-climatiques feront en sorte que l'environnement de la plante soit favorable à ces besoins, ou qu'un environnement défavorable (stress biotiques et abiotiques) perturbe son métabolisme et provoque des anomalies (Beebe *et al.* 2011).

La température joue un rôle important dans la croissance des plantes, elle agit sur le volume et la taille, et affecte la productivité des plantes. Une petite augmentation de la température peut avoir un effet positif sur la croissance des plantes car la plante reçoit le moins d'énergie thermique, ce qui se traduit par une croissance maximale des plantes. Alors que les températures élevées réduisent l'activité microbienne du sol et réduisent la disponibilité des éléments nutritifs des plantes (Sardans et Peñuelas, 2005).

Des températures plus élevées pendant les périodes plus froides peuvent soulager le stress des plantes, mais augmenter le stress pendant les périodes plus chaudes. Lors d'un stress thermique élevé, la réponse de la plante peut être similaire à celle induite par le stress hydrique, avec des symptômes tels que le flétrissement, la brûlure des feuilles et des modifications métaboliques des enzymes et des hormones liées à la croissance de la plante (Garrett *et al.*, 2006).

De ce fait, il apparaît clairement que ces changements climatiques peuvent modifier la production de la biomasse végétale et la composition des communautés végétales (Kardol *et al.*, 2010) entraîné des extinctions d'espèces et modifié l'abondance de certaines autres espèces dans certaines régions (Parmesan, 2006 ; Lenoir *et al.*, 2008).

Deuxième partie :
Partie expérimentale

Chapitre 3 :

Matériel et méthodes

3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal choisi est le figuier *Ficus carica* L. Le recours à étudier cette espèce est dû à la dégradation du fruit dans certaines régions connues par la qualité de ce produit

3.2. Présentation des régions d'étude

Afin de mettre en exergue l'influence du climat sur l'état de dégradation du fruit du figuier, deux wilayas ont été étudiées l'une à climat aride: Biskra et l'autre à climat semi-aride: Batna.

3.2.1. Présentation la wilaya de Biskra

La wilaya de Biskra ($34^{\circ}48'$ N, $05^{\circ},44'$ E) est un véritable espace tampon entre le Nord et le Sud, à environ 400 km au Sud-est du capital (Alger), est de 120 m au-dessus du niveau de la mer. Elle s'étend sur une superficie d'environ 21671 km². Elle est limitée au Nord par la Wilaya de Batna, au Nord-est par Khenchela et au Nord-Ouest par la Région de M'sila, cependant au Sud, au Sud-est et au Sud-ouest elle est limitée successivement par la wilaya d'Ouargla, El Oued et Djelfa (figure 5).

La wilaya de Biskra est considérée comme un pôle agricole par excellence dont la culture maraîchère prend le premier rang, ainsi elle est connue au niveau mondial par sa vocation phoenicicole, puis céréalière (DSA Biskra, 2021).

Le climat de cette région est aride caractérisé par une faiblesse et irrégularité des précipitations, luminosité intense, forte évaporation et un grand écart de température (Chemar, 2012).



Figure 5: Localisation de la wilaya de Biskra

3.2.1.1. Présentation de la station météorologique

Tableau 2 : Présentation la station météorologique de Biskra (ONM, 2022)

Nom	BISKRA, AG
Réseau : ID	GHCND/AGE00147718
Coordonnées	34.85°N ,5.72°E
Altitude	125 m
Période d'enregistrement	
Date de début	1880-01-01
Date de fin	2022-05-16
Couverture des données	60%

3.2.1.2. La production de figuier dans la wilaya de Biskra

Selon les statistiques menées par le ministère de l'agriculture et développement rural (MADR, 2021), la production des figes consommées fraîches est généralement en diminution au niveau de la wilaya de Biskra avec 58140 qx en 2016 et 55064 qx en 2019.

D'autre part, la production du fige sèches est constante avec 2260 ; 2260 ; 2295 ; 2278 qx en 2016.2017.2018.2019 respectivement. Concernant la production des figes soumises au séchage est relativement absente.

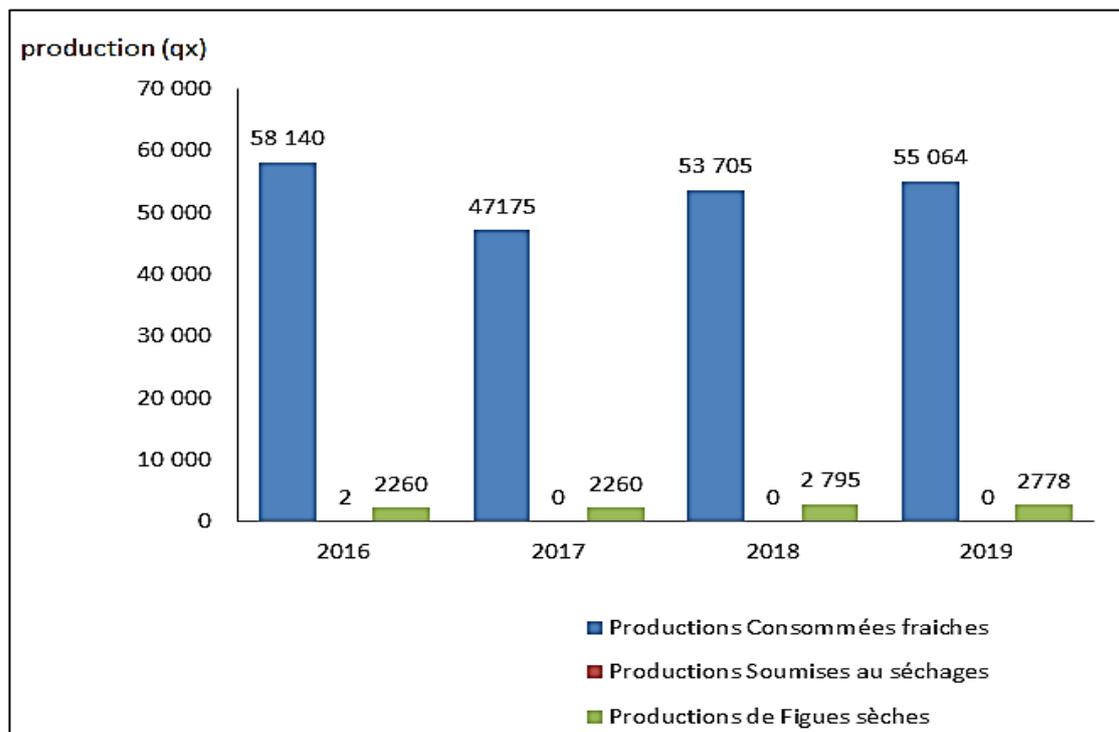


Figure 6: la production de figuier dans la wilaya de Biskra (2016-2019) (MADR, 2021)

3.2.2. Présentation de la wilaya de Batna

La wilaya de Batna est localisée dans la partie orientale de l'Algérie entre les 4° et 7° de longitude Est et 35° et 36° de latitude Nord.

Batna, est d'une superficie de 12.038,76 km², elle est surnommée « **Capitale des Aurès** ». Elle est caractérisée par un climat semi-aride (un été chaud et sec et un hiver froid et pluvieux). Elle est à vocation agricole et pastorale sur une superficie de 165810 Ha avec une dominance de la céréaliculture. L'aviculture qui est devenue d'envergure nationale puisqu'elle participe avec un taux appréciable à la production nationale ainsi l'élevage ovin et l'apiculture qui présente un potentiel important (DSA Batna, 2021).



Figure 7: Localisation de la wilaya de Batna.

3.2.2.1. Présentation de la station météorologique

Tableau 3: Présentation La station de Batna (ONM, 2022)

Nom	BATNA, AG
Réseau : ID	GHCND/AGM00060468
Coordonnées	35.55°N ,6.183°E
Altitude	1052 m
Période d'enregistrement	
Date de début	1973-04-03
Date de fin	2022-05-16
Couverture des données	88%

3.2.2.2. La production de figuier dans la wilaya de Batna

Selon les statistiques menées par le ministère de l'agriculture et développement rural (MADR, 2021), la production des figes consommées fraîches est généralement en diminution au niveau de la wilaya de Batna avec 18849 qx en 2016 et 17203 qx en 2019. Par contre la production des figes soumises au séchage restent constante 2335 qx en 2016 ; 1508 qx en 2018 et 1924 qx en 2019.

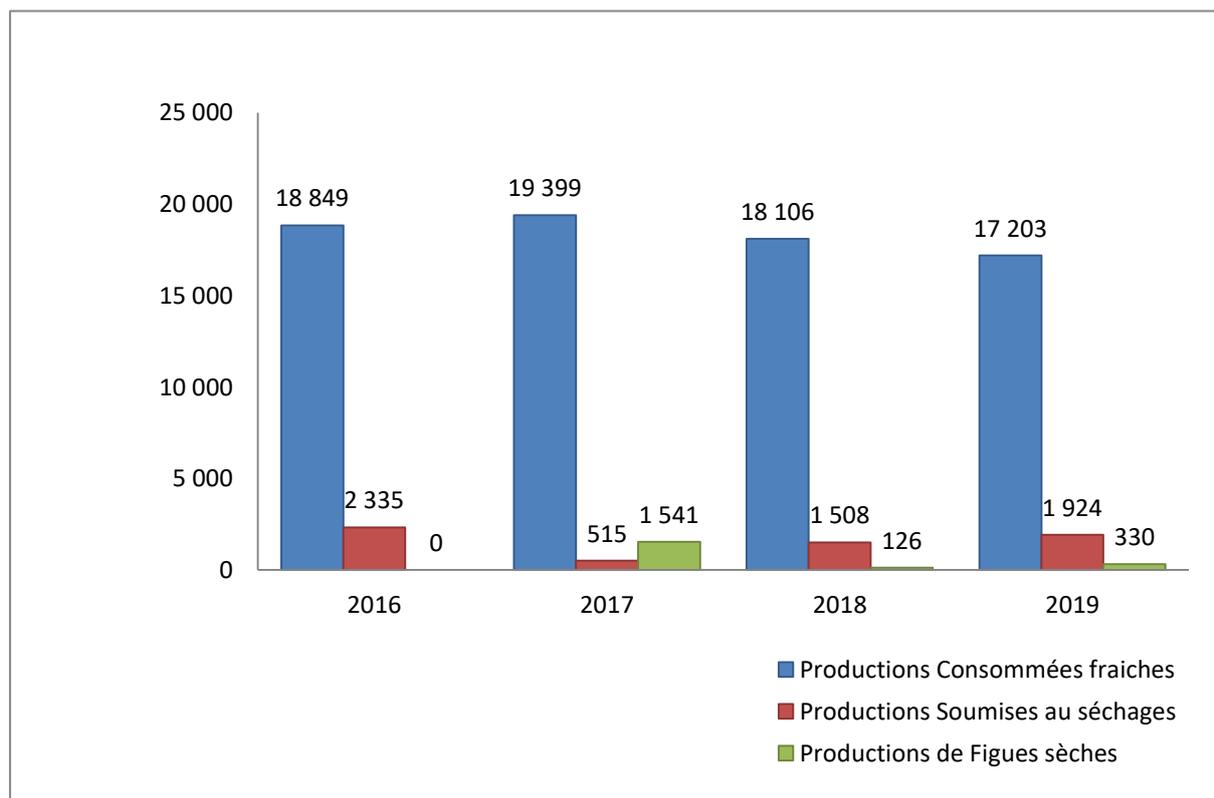


Figure 8: la production de figuier dans la wilaya de Batna (MADR, 2021)

Selon les données de la MADR (2021), la surface agricole de Batna et Biskra mesurée durant la période 2016-2019 est présentée comme suit:

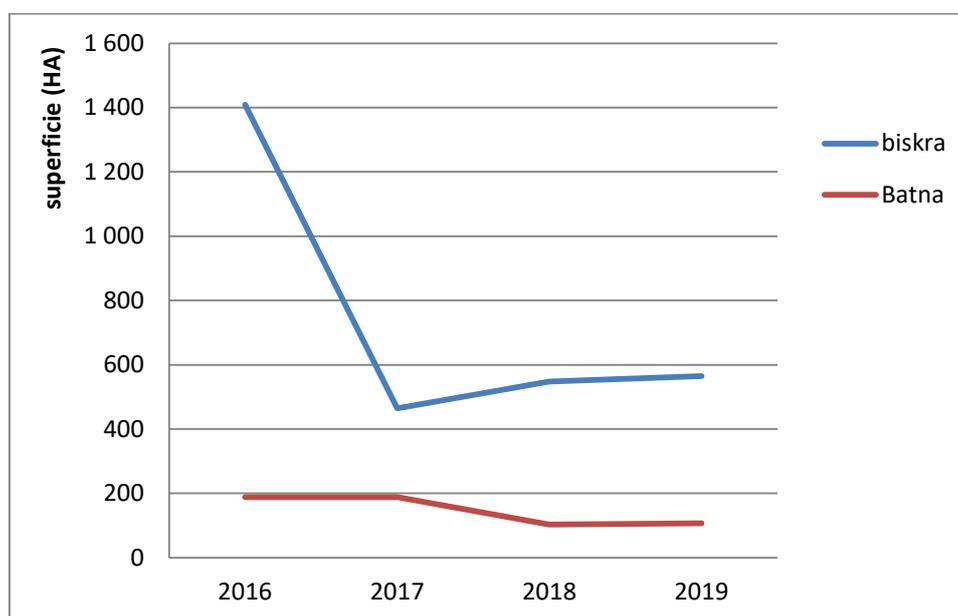


Figure 9: Surface agricole du figuier dans les régions d'études (MADR, 2021)

Au cours des deux années (2016-2017), la superficie est fixe au niveau de Batna à 188 Ha. Contrairement à Biskra où elle a diminué de manière terrible avec 1409 Ha en 2016 et 464 Ha en 2017.

Au (2017-2019) la superficie augmente légèrement à Biskra avec 565 Ha. Par contre, au niveau de la wilaya de Batna, elle diminue en moitié (de 200 à 100 Ha).

3.3. Données climatiques et méthodes d'étude

La partie expérimentale de notre travail a été réalisée au niveau du Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides CRSRTA à Biskra.

3.3.1. Ré-analyses

Le recours au site web (<https://www.globalclimatemonitor.org/>), nous a permis d'obtenir des données sur les températures moyennes annuelles et les précipitations annuelles générées par Global Climate Monitor. Elles s'étendent depuis 1901 jusqu'à 2021 sous forme de graphes (Camarillo-Naranjo *et al.*, 2019).

3.3.2. Cartes de prédiction

Dans l'objectif de prédire les changements au niveau de la température de l'air durant la période entre 2021- 2060, des cartes prédictives sur les wilayas d'étude ont été élaborées par le logiciel Arc gis 10.8 (Annexe.3). Nous avons utilisé le modèle développé Canadien Earth System Model (CanESM5) pour prédire les températures moyennes annuelles et les températures maximales du mois le plus chaud. On a choisi les deux sous modèles : ssp126 qui donne les températures les plus proches à la réalité alors que l'autre sous modèle ssp585 donne des températures un peu plus que ceux réelles.

Chapitre 4 :

Résultats et discussion

4.1. Evolution des données climatiques

4.1.1. Températures moyennes annuelles

Les données des températures moyennes annuelles durant la période (1901- 2011) pour les deux régions étudiées sont représentées comme suit :

4.1.1.1 Températures moyennes annuelles de la région de Biskra

La figure (Figure 10) représente les températures moyennes annuelles de la wilaya de Biskra durant la période (1901- 2011) a permis de remarquer que :

La température moyenne annuelle a connu une augmentation pendant la période (1901-1951) où elle a dépassée 21.4 °C en 1915, et plus de 22,2°C en 1951.

Pendant la période (1956-1980) la température moyenne annuelle est diminuée dépassant 19.9 °C en 1976.

La période (1981-2011) a marqué une augmentation de la température moyenne annuelle où elle a dépassé 22.8°C en 2001.

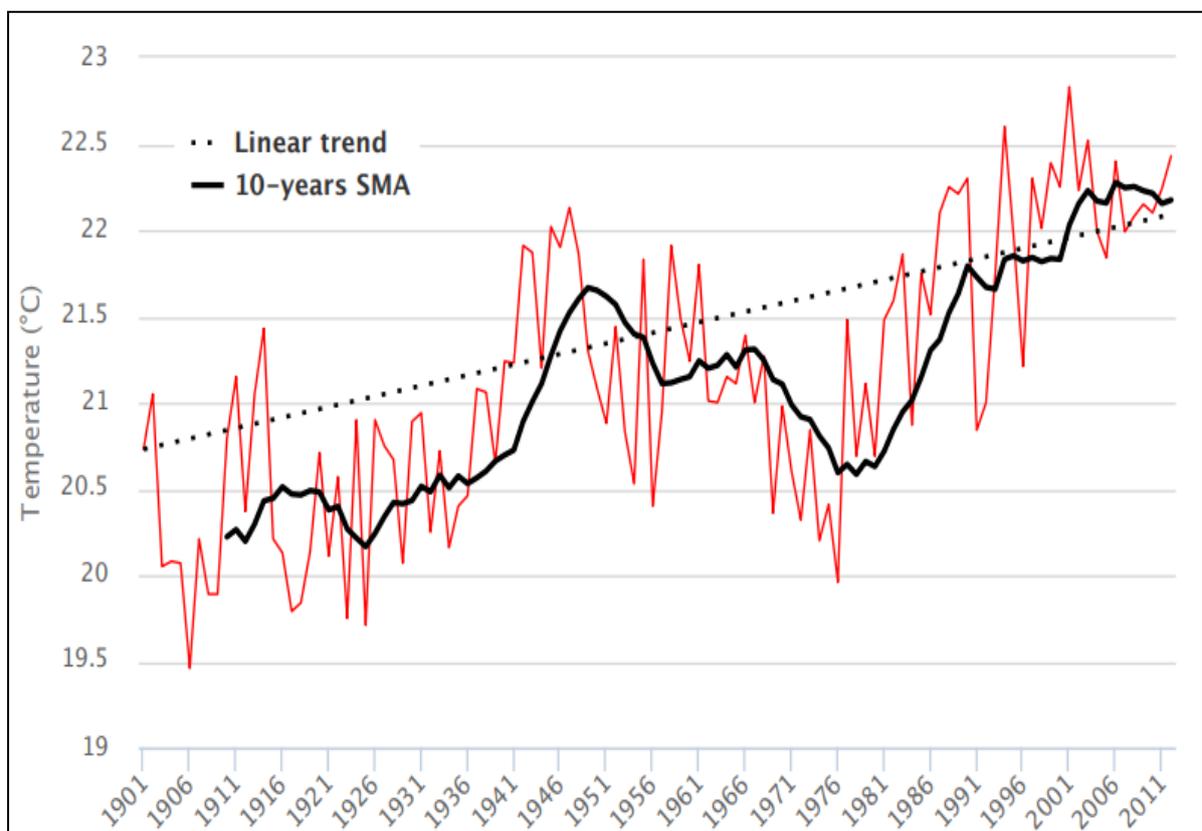


Figure 10: Evolution Températures moyennes annuelles de la wilaya de Biskra (1901-2011)

4.1.1.2. Températures moyennes annuelles de la région de Batna

La figure (Figure 11) représente les températures moyennes annuelles de la wilaya de Biskra durant la période (1901- 2011) a permis de remarquer que :

La température moyenne annuelle a connu une augmentation pendant la période (1901-1944) où elle a dépassée 14,6°C en 1945, une tendance à l'élévation de plus de 22,2°C en 1951.

Pendant la période (1957-1980) la température moyenne annuelle est diminuée dépasse 12,6°C en 1976.

La période (1981-2011) a marqué une augmentation de la température moyenne annuelle dépasse 15,1°C en 1994.

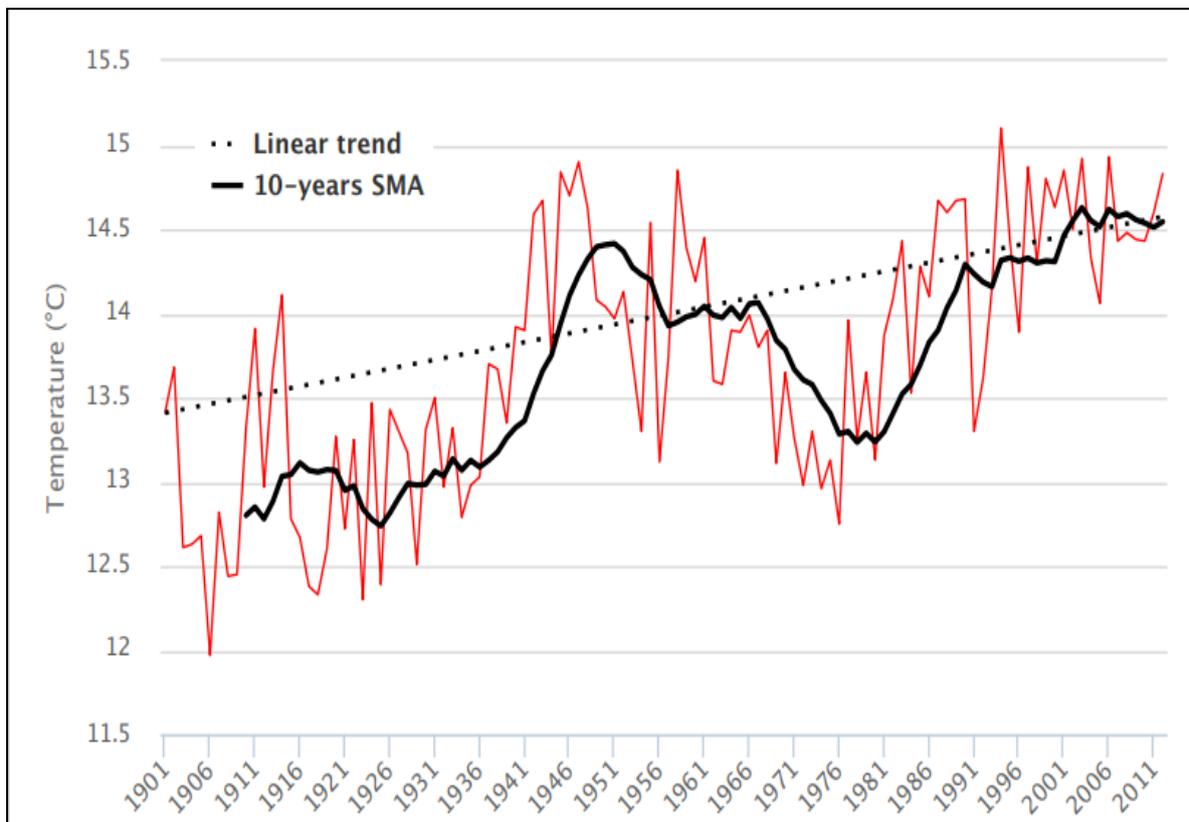


Figure 11: Evolution Températures moyennes annuelles de la wilaya de Batna (1901-2011)

La comparaison des données de la région de Biskra et Batna montre des différences dans les températures annuelles durant la période (1901-2011), Biskra est la plus chaude par rapport à Batna.

Nous concluons que les températures moyennes annuelles dans les deux régions présentent une tendance à l'augmentation. L'un des indicateurs de changement climatique est le réchauffement et l'augmentation de la température de surface sur la terre.

4.1.2. Précipitations moyennes annuelles

Les données des précipitations moyennes annuelles durant la période (1901- 2011) pour les deux régions étudiées sont représentées comme suit :

4.1.2.1. Précipitations moyennes annuelles de la région de Biskra

La visualisation graphique des distributions pluviométriques en fonction des années pour la période (1901-2011) montre une tendance légèrement perceptible (décroissante). En moyenne, La moyenne annuelle la plus élevée est enregistrée en (1998-1999) avec 455 mm par contre la plus faible est enregistrée en année (1944-1945) avec 55 mm.

L'évolution des précipitations annuelles montre en général, une tendance décroissante (Figure 12).

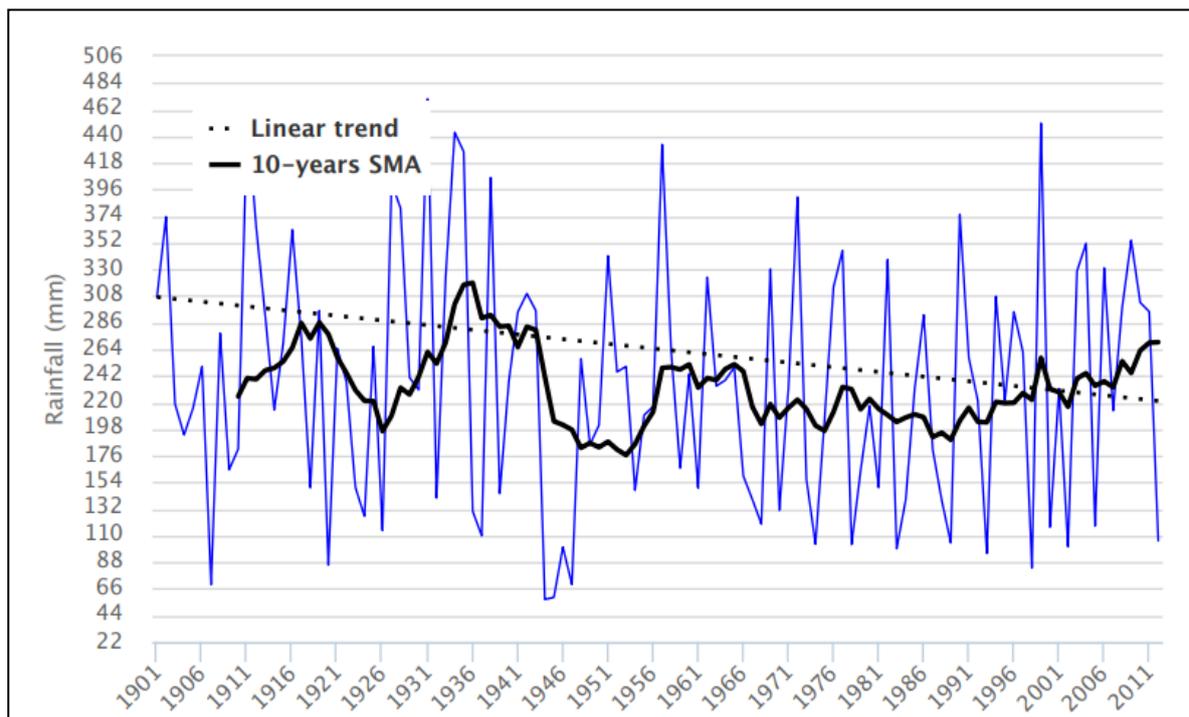


Figure 12: Précipitations moyennes annuelles de la wilaya de Biskra (1901-2011)

4.1.2.2. Précipitations moyennes annuelles de la région de Batna

La visualisation graphique des distributions pluviométriques en fonction des années pour la période (1901-2011), montre une tendance légèrement perceptible (décroissante). La moyenne annuelle la plus élevée est enregistrée en année de (1974-1975) avec 774 mm par contre la plus faible est enregistrée en année (1929-1947) avec 252 mm.

L'évolution des précipitations annuelles montre en général, une tendance décroissante. (Figure13).

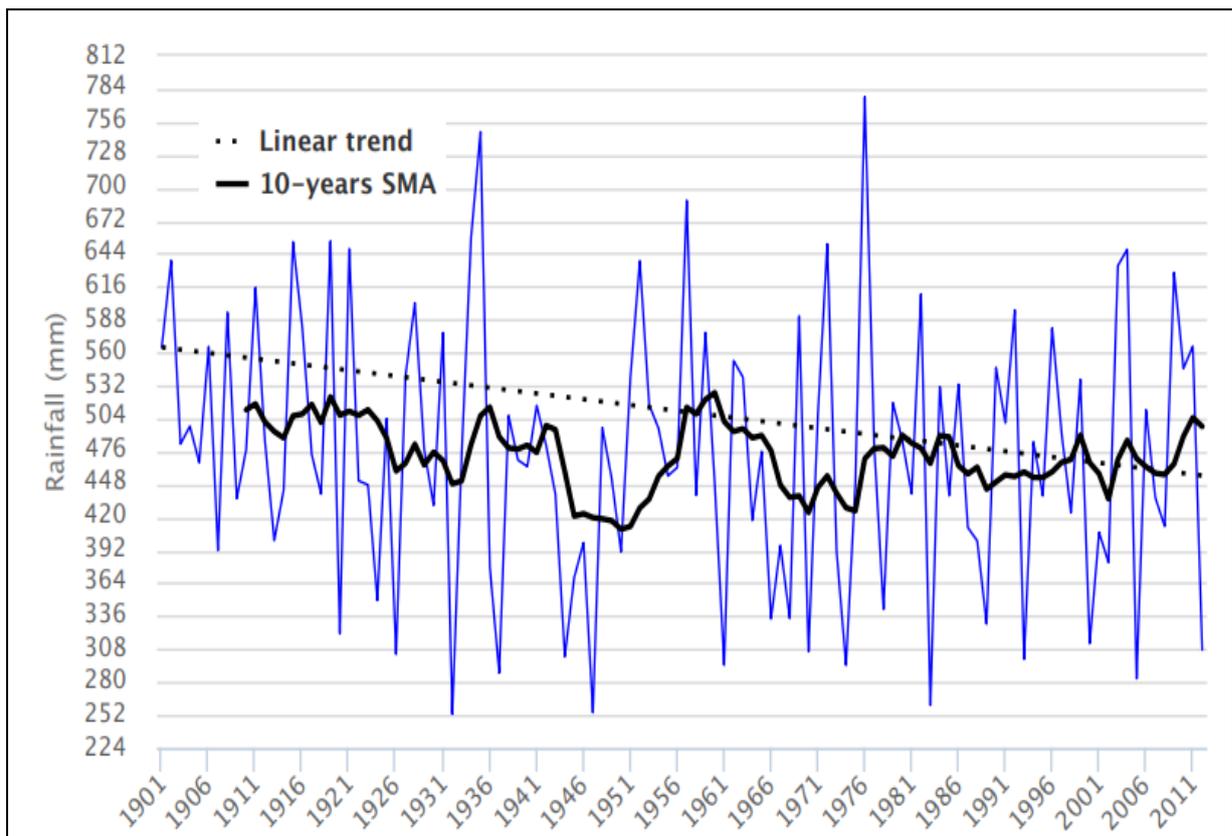


Figure 13: Précipitations moyennes annuelles de la wilaya de Batna (1901-2011)

En Algérie, les cumuls des précipitations vont diminués au cours des trente prochaines années (Faci, 2021) ; le déficit annuel sera, selon Saadi *et al.*, (2015), de 25 à plus de 100 mm selon la répartition régionale. La réduction saisonnière prévue sur Biskra, est de 0-25 mm au printemps, ont été et en automne ; par contre il y a aura une augmentation en hivers, qui peut atteindre les 25 mm (Faci, 2021).

4.2. Prédiction des données climatiques (Cartes)

Les figures 14 et 15 représentent des cartes de prédiction montrant les températures maximales au niveau de Biskra pour la période (2021-2040) selon le logiciel Arc gis 10.8 par les modèles ssp126 et ssp585.

Durant cette période, le modèle ssp126 a permis d'enregistrer des températures maximales estimées à 31°C dans l'extrême nord et peuvent atteindre 44,09 °C distribuées principalement dans le centre et le sud-est de la wilaya, tandis que pour le modèle ssp585, les températures maximales varient entre 31,09 °C dans le nord et l'ouest et 44,59 °C dans le centre et le sud de la wilaya.

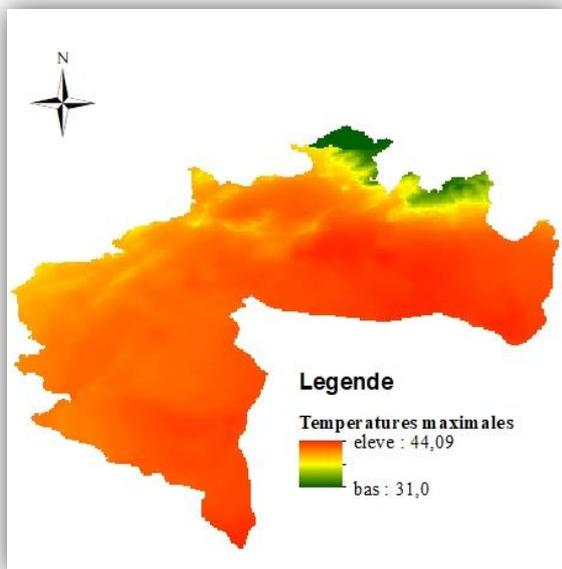


Figure 14: Température maximale de la wilaya de Biskra (2021-2040) selon le modèle ssp 126

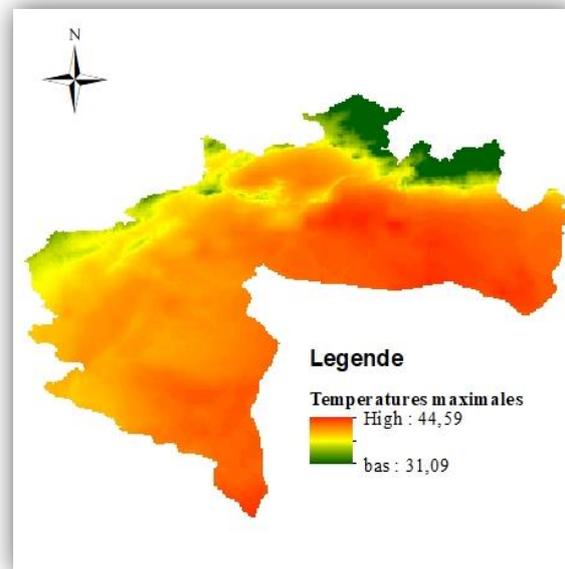


Figure 15: Température maximale de la wilaya de Biskra (2021-2040) selon le modèle ssp 585

Les figures 16 et 17 représentent des cartes de prédiction montrant les températures maximales au niveau de Biskra pour la période (2041-2060) selon le logiciel Arc gis 10.8 par les modèles ssp126 et ssp585.

Durant cette période, le modèle ssp126 a permis d'enregistrer des températures maximales estimées à 32°C dans l'extrême nord-est de la wilaya, et peuvent atteindre 44,9 °C distribuées principalement dans le centre et le sud-est de la wilaya, tandis que pour le modèle ssp585, les températures maximales varient entre 33,2 °C dans le nord et l'ouest et 46,6 °C dans le centre et le sud de la wilaya.

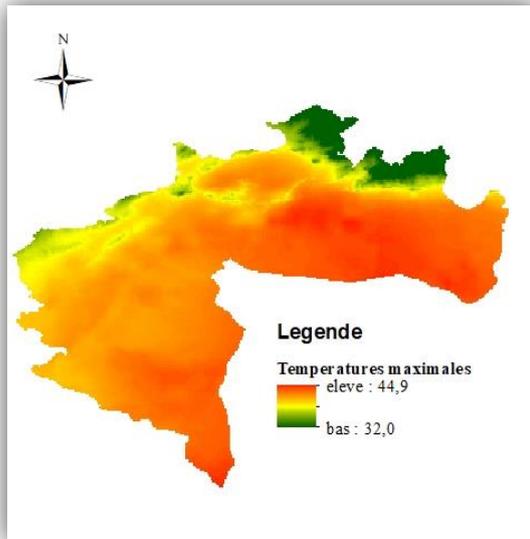


Figure 16 : température maximale de la wilaya de Biskra (2021-2040) selon le modèle ssp126

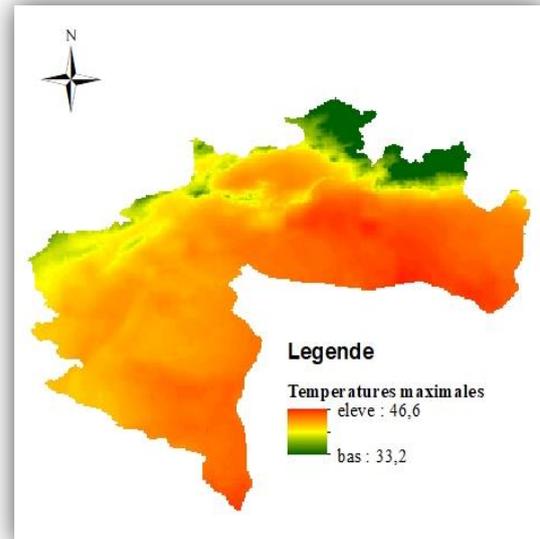


Figure 17 : température maximale de la wilaya de Biskra (2021-2040) selon le modèle ssp585

Les figures 18 et 19 représentent des cartes de prédiction montrant les températures maximales au niveau de Batna pour la période (2021-2040) selon le logiciel Arc gis 10.8 par les modèles ssp126 et ssp585.

Durant cette période, le modèle ssp126 a permis d'enregistrer des températures maximales estimées à 28,0 °C dans le centre de la wilaya, et peuvent atteindre 42,79 °C dans Sud-ouest et Sud-est de la wilaya, tandis que pour le modèle ssp585, les températures maximales varient entre 43,09 °C dans le Sud-ouest et Sud-est de la wilaya et 29,2 °C dans le centre de Batna.

Remarque La couleur vert foncé dans la figure 19 de la wilaya de Batna modele ssp126 2021-2040 rapporte à l'absence des données

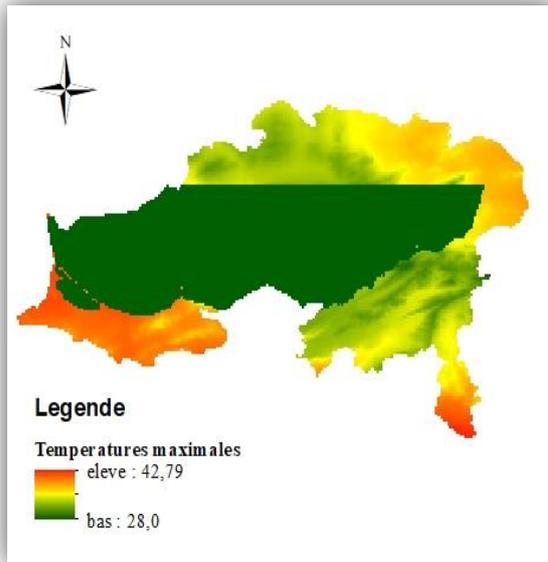


Figure 18 : température maximale de la wilaya de Batna (2021-2040) selon le modèle ssp126

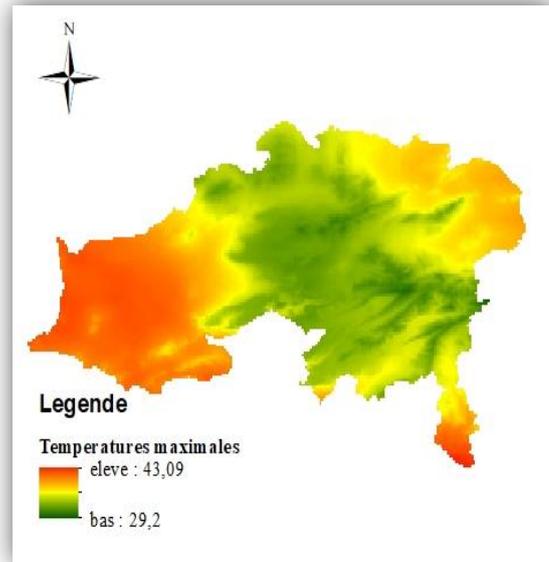


Figure 19 : température maximale de la wilaya de Batna (2021-2040) selon le modèle ssp585

Les figures 20 et 21 représentent des cartes de prédiction montrant les températures maximales au niveau de Batna pour la période (2041-2060) selon le logiciel Arc gis 10.8 par les modèles ssp126 et ssp585.

Durant cette période, le modèle ssp126 a permis d'enregistrer des températures maximales estimées à 28,7°C dans le centre de la wilaya, et peuvent atteindre 43,5 °C distribuées principalement dans le sud-ouest de la wilaya, tandis que pour le modèle ssp585, les températures maximales varient entre 30,1 °C dans le centre et 44,9 °C dans le sud-ouest de la wilaya.

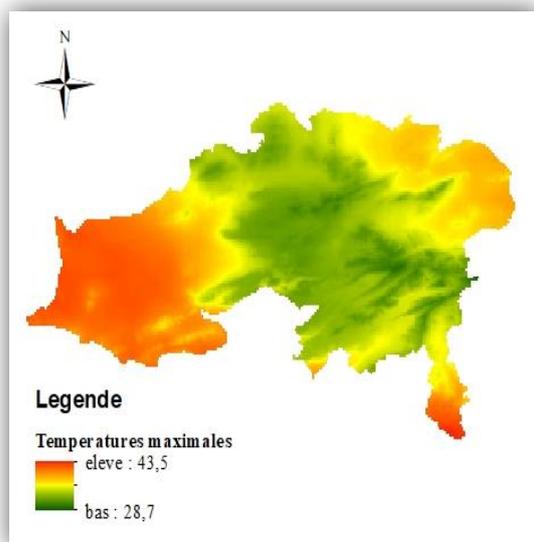


Figure 20 : température maximal de la wilaya de Batna (2041-2060) selon le modèle ssp126

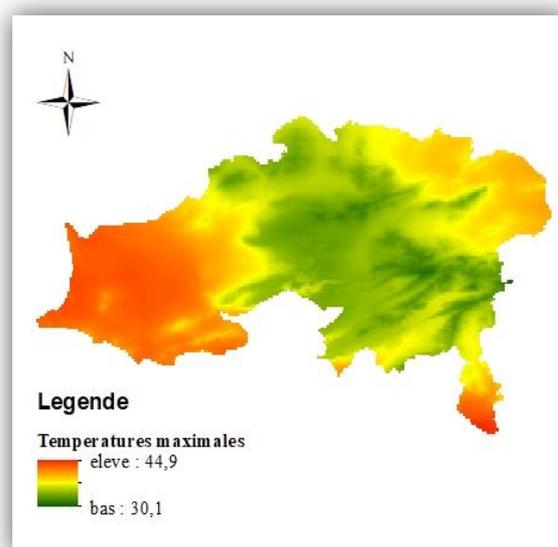


Figure 21 : température maximale de la wilaya de Batna selon le modèle ssp585

D'après nos résultats il apparait qu'il existe une influence du climat et notamment les hausses températures sur la qualité de la production du figuier. Lorsque la température maximale est portée à 43°C, c'est la température produisons des figues sèches, Cela indique que la culture des figues va disparaître après 100 ans dans ces régions

Conclusion

Conclusion

D'après l'ensemble des scientifiques internationaux, l'humanité connaîtrait un changement climatique dont les conséquences sont nombreuses et difficiles à identifier. Ces conséquences varieraient d'une région à une autre. L'une des activités les plus menacées serait l'agriculture.

L'objectif principal de ce travail consiste à une contribution à l'étude des changements climatiques et de leurs effets sur la culture du figuier et son qualité dans les régions arides et semi-arides en Algérie, cas des wilayas de Biskra et Batna. Il s'agit d'une étude de la prédiction des changements climatiques au niveau de ces deux régions et la possibilité de la répartition du figuier au cours de la période 2021-2060.

Les principaux résultats obtenus à partir de ce travail sont :

Une modification importante de l'ensemble des facteurs climatiques (notamment les températures). Les indices climatiques indiquent que les régions étudiées ont une tendance à s'aridifier. Les projections climatiques à l'horizon 2060 indiquent une augmentation de la température dans les deux régions étudiée.

Il existe des influences du climat sur la qualité du figuier. Lorsque la température maximale est portée à 43°C, c'est la température produisant des figues sèches, Cela indique que la culture des figues va disparaître après 100 ans dans ces régions

D'après les agriculteurs de ces régions, les changements climatiques actuels notamment l'augmentation des températures, des sécheresses et des vagues de chaleur, avec la diminution des pluies, provoquent des stress thermiques et hydriques et des forts risques d'échaudages ainsi que des perturbations des périodes semi, floraison, pollinisation, fructification et récolte. Les besoins en chaleur des plantes atteints plus rapidement ce qui donne une accélération du rythme des phases de végétation (rythmes phénologiques).

Ces résultats intéressants nous permettent d'ouvrir les perspectives de poursuivre cette étude par :

- Procéder d'autres essais de prédiction et l'évaluation de l'impact du changement climatique sur d'autres cultures (vigne par exemple) dans le cadre de la préservation et la conservation des ressources végétales naturelles afin d'envisager une agriculture durable qui pourrait développer le niveau social et économique des populations de ces régions.
- On peut procéder par exemple à l'intégration des vergers de palmier dattier, c'est un microclimat permet de maintenir l'adaptation des cultures figuicoles et autres aux conditions climatiques hostiles.
- La préservation du patrimoine figuicole par le stockage génétique (par exemple sélection des variétés précoces et résistante à la sécheresse et à la chaleur) constitue un intérêt majeur qui devient toute une étude pour beaucoup de sujets de recherche.

Bibliographie

Bibliographie

Aljane, F., Toumi, I., & Ferchichi, A. 2007. HPLC determination of sugars and atomic absorption analysis of mineral salts in fresh figs of Tunisian cultivars. *African Journal of Biotechnology*, 6(5), 599-602.

Alpert P., S. O. Krichak K.O., Shafir H., Hairin D., and Osetinsky I., 2008. Climatic trends to extremes employing regional modeling and statical interpretation over the E. Mediterranean. *Global and planetary change*, vol.63, pp.163-173.

APCA, 2018 : Plan de développement et d'aménagement urbain

Bachik, 2012. Etude de l'infestation de différentes variétés de figuier (*Ficus carica* L) par la mouche méditerranéenne des fruits *Ceratitiscapitata* (Diptera, trypetidae). Effets des huiles essentielles sur la longévité des adultes. thèse magistère Tizi-ouzo.

Beebe, S., J. Ramirez, A. Jarvis, I.M. Rao, G. Mosquera, J.M. Bueno, and M.W. Blair. 2011. "Genetic Improvement of Common Beans and the Challenges of Climate Change." In *Crop Adaptation to Climate Change*, edited by Shyam S. Yadav, Robert J. Redden, Jerry L. Hatfield, Hermann Lotze-Campen, and Anthony E. Hall, 356–69. Oxford, UK : Wiley-Blackwell. <http://doi.wiley.com/10.1002/9780470960929.ch25>.

Boucetta D., 2018. Effets des changements climatiques sur les cultures pratiquées et les ressources en eau dans la région de Biskra. Mémoire de Magister. Université de Biskra, 186p.

Bourayou, K., Bouzid, L., Azzouz, M., Boukari, N., Saibi, Z., Khamellah, O. 2005. Possibilité de réhabilitation du figuier (*Ficus carica* L.) en fonction de ses ressources génétique et en conditions agronomique et socioéconomique Algérienne. Séminaire International Sur l'amélioration des Productions Végétales. INRA-Alger, Alegria.

Bretaudeau J. et Faure Y. 1990. Atlas d'arboriculture fruitière. 4: 227-241

Camarillo-Naranjo, J. M.; Álvarez-Francoso, J. I.; Limones-Rodríguez, N.; Pita-López, M. F. & Aguilar-Alba, M. 2019 The Global Climate Monitor System: From Climate Data-Handling to Knowledge Dissemination. *International Journal of Digital Earth*, 12(4), 394-414. doi: 10.1080/17538947.2018.1429502.

CHABANE M., 2012. Comment concilier changement climatique et développement agricole en Algérie ? , Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement [En ligne], 14-15 | 2012, mis en ligne le 01 juillet 2014, consulté le 24 avril 2017. URL : <http://tem.revues.org/1754> ; DOI : 10.4000/tem.1754

Cislaghi M., De Michele C., Ghezzi A. and Rosso R., 2005. Statistical assessment of trends and oscillations in rainfall dynamics: analysis of long daily Italian series. *Atmospheric Research*: 77,pp.188–202.

Cline., 2008 Cline, William R., 2007, Réchauffement climatique et agriculture, Les effets de la sécheresse dans le sud-ouest du Zimbabwe.

DSA Batna, 2021. <https://Batna/Dsa-directions-des-services-agricoles->

DSA Biskra, 2021 <https://Biskra/Dsa-directions-des-services-agricoles->

Dsasi Dec, 2017 : direction des services agricole statistiques information depuis monographie décembre 2017.

El-Rayes R., 1995. The Fig Tree dans la région méditerranéenne et en Syrie. *Cahiers Options Méditerranéennes* 13 : 79-83.

Faci M. 2021. Impacts du changement climatique sur le cycle phénologique du palmier dattier (Cas de Deglet Nour aux Ziban). Thèse de doctorat. Université de Biskra. 208 p.

FAO stat. 2022. Statistiques récentes de la FAO dans le domaine relatif au secteur de la figue. Site web:www.faostat.org. Consulter en Juin 2022-06-02. <http://faostat.fao.org>.

Garrett, K.A., S.P. Dendy, E.E. Frank, M.N. Rouse, and S.E. Travers. 2006. “Climate Change Effects on Plant Disease : Genomes to Ecosystems.” *Annual Review of Phytopathology* 44 (1) : 489– 509. doi : 10.1146/annurev.phyto.44.070505.143420.

Gilman, S.E., M.C. Urban, J. Tewksbury, G.W. Gilchrist, and R.D. Holt. 2010. “A Framework for Community Interactions under Climate Change.” *Trends in Ecology & Evolution* 25 (6) : 325–31. doi : 10.1016/j.tree.2010.03.002.

Giorgi, F. (2006). Climate change hot – spots. *Geophysical Research Letters* 23. doi: 10.1029/2006GL025734.

Institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne. LA CULTURE DE FIGUIER.2014

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change),, 2013. Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New-York, NY, USA, 1535 p.

Jeddi L, 2009. Valorisation des figues de Taounate, potentiel, Modes, et stratégies proposées. Industries Agricoles et Alimentaires, Direction provinciale d'agriculture de Taounate, Maroc, 4-29.

Kardol, P., C.E. Campany, L. Souza, R.J. Norby, J.F. Weltzin, and A.T. Classen. 2010. "Climate Change Effects on Plant Biomass Alter Dominance Patterns and Community Evenness in an Experimental OldField Ecosystem : Plant Communities Under Climate Change." *Global Change Biology* 16 (10) : 2676– 87. doi : 10.1111/j.1365-2486.2010.02162.x.

Kjellberg, F. &Valdeyron, G.(1984). The pollination of the fig tree (*Ficus carica*L.) and its control in horticulture. *Acta OEcologica*, 5(4) :407-412

La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC, 1992)

Le Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat GIEC., 2007

Lenoir, J., J.C. Gégout, P.A. Marquet, P. de Ruffray, and H. Brisse. 2008. "A Significant Upward Shift in Plant Species Optimum Elevation during the 20th Century." *Science (New York, N.Y.)* 320 (5884) : 1768–71. doi : 10.1126/science.1156831.

MADR (Ministère de l'agriculture et du développement Rural d'Algérie). Département des Statistique agricol serie A et B

Mauri, N., 1952. Les figuiers cultivés en Algérie. Documents et renseignements agricoles, bulletin n°105, Alger.57P.

Mauri, N., 1939. Les figuier cultivés en Kabylie. Contribution à leur détermination et étalonnage. Documents et renseignements agricoles, bulletin N° 5, Alger. 64p

Médail, F.,et Quézel P., 2003. Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. *Bocconea* 16(1): 397-422p..

Melgarejo, P., 1996. La higuera (*Ficus carica* L.). Universidad Politécnica de Valencia. Orihuela, España. pp. 82

New M., Lister D., Hulme M. and Makin I., 2002. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. *Climate Research*. 21:pp.1–25.

Newton, A.C., L. Torrance, N. Holden, I.K. Toth, D.E.L. Cooke, V. Blok, and E.M. Gilroy. 2012. “Climate Change and Defense against Pathogens in Plants.” In *Advances in Applied Microbiology*, 81:89–132. Elsevier. <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123943828000034>.

Nicholson, S.E., 2001. Climatic and environmental change in Africa during the last two centuries. *Climate Research* 17 (1), pp. 123-144.

Norrant, C. et Douguédroit A., 2005. Monthly and daily precipitation trends in the Mediterranean (1950–2000). *Theoretical and Applied Climatology*. Volume 83, Issue 1– 4, pp.89–106.

ONM 2022 Office National de la Météorologie

Parmesan, C., 2006. “Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change.” *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37 (1) : 637–69. doi : 10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100.

Rebour H., 1968. Fruit méditerranéens autre que les agrumes. Ed. La maison rustique : pp 190-206.

Root T.L., Price J.T., Hall K.R., Schneider S.H., Rosenzweig C., and Pounds J.A., 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421: 57–60p.

Saadi S, Todorovic M, Tanasijevic L, Pereira L.S, Pizzigalli C et Lionello P 2015 Climate change and Mediterranean agriculture: impacts on winter wheat and tomato crop evapotranspiration, irrigation requirements and yield. *Agric. Water Manage*, 147, 103-115.

Sardans, J., and J. Peñuelas., 2005. “Drought Decreases Soil Enzyme Activity in a Mediterranean *Quercus Ilex* L. Forest.” *Soil Biology and Biochemistry* 37 (3) : 455–61. doi: 10.1016/j.soilbio.2004.08.004.

SBEITI, A., 2016. Effet du changement climatique sur la réponse des plantes et des pathogènes, lors du développement de la maladie racinaire provoquée par les pathogènes du

sol du genre verticillium, chez deux espèces du genre medicago. Thèse de DOCTORAT. Université de TOULOUSE, 341p.

Seguin, B., 2003. “Adaptation des systèmes de production agricole au changement climatique.” Comptes Rendus Geoscience 335 (6–7): 569–75. doi:10.1016/S1631-0713(03)00098-1.

Vidaud, J., 1997. Le figuier monographie du CTIFL (centre technique Interprofessionnel des fruits et légumes), 267p.

Vilmorin, J – B., 2003 .Histoire D’arbre. Ed .Jean – Paul Gisserot. 74 P

Walali L.D., Skiredj a., Elattir H., 2003. L’amendier, l’olivier, le figuier, le grendier, transfert de technologie en agriculture. Bulletin mensuel d’information et de liaison du PNTTA, juin 2003, 105 : 1-4

William R. Cline., 2008. Réchauffement climatique et agriculture, Les effets de la sécheresse dans le sud-ouest du Zimbabwe. Finances & Développement Mars 2008.p24

YEHIAOUI D., 2015. Impact des variations climatiques sur l’agriculture en Oranie. Thèse de Magistère en Biologie. Université d’Oran 1, 121 p.

Site d’internet :

<http://www.co2solidaire.org>

<https://unfccc.in>

<https://www.coalition-eau.org>

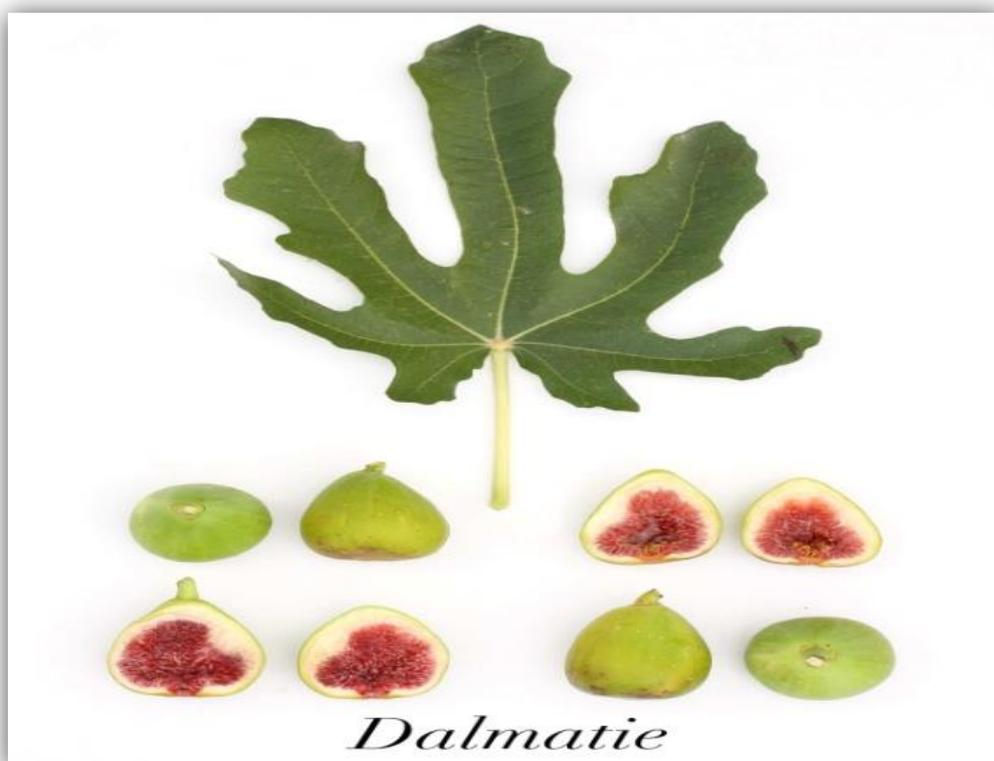
<https://www.globalclimatemonitor.org/>),

Annexes

Annexe 1 : Figue Madeleine des deux saisons Brunswick



Annexe 1 : Figue de Dalmatie



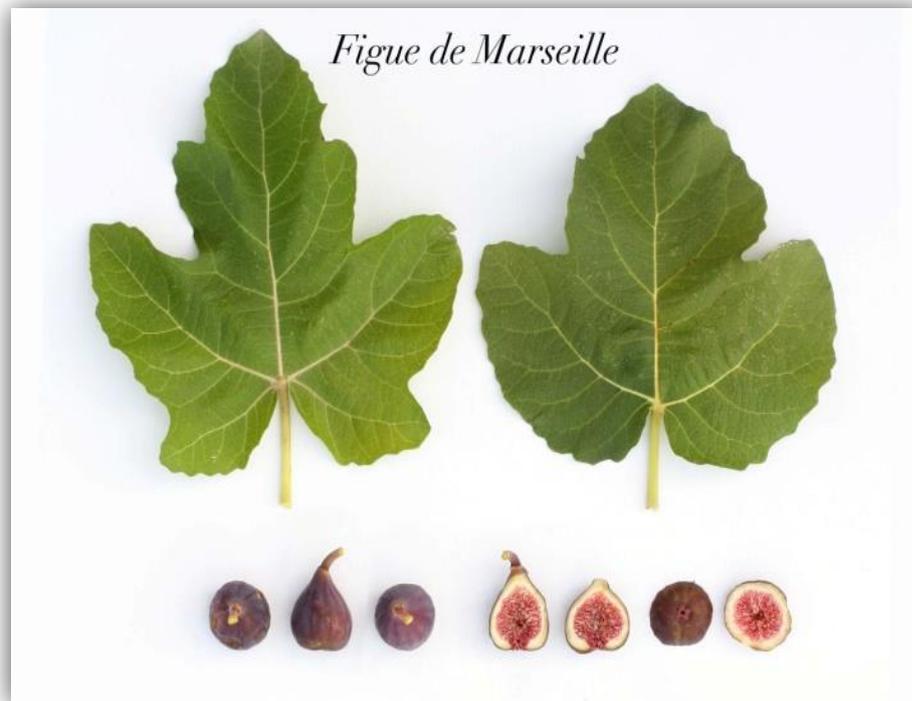
Annexe 1 : Figue dorée ou goutte d'or



Annexe 2 : Figue dauphine ou boule d'or

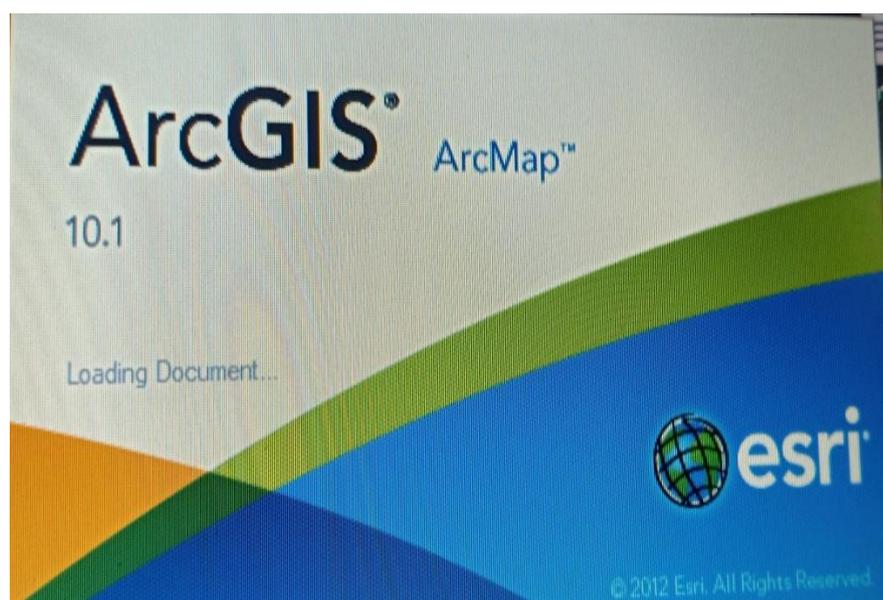


Annexe 2 : Figue de Marseille



<https://figesdumonde.wordpress.com/category/non-classe/page/22/>

Annexe.3 : Logiciel Arc gis 10.8



Résumés

المخلص:

ان ذفئ فيسي م ه ذالان عم م انمسب مففي واسيات فيزان هيخي نئئي زك ع س راعش جزهاتي ه (*Ficus carica* L.) جئبفي لبق بطون لبق بنت شب ع فنتفي ل ش طاز حبيت لابئب سركزة. ببنت. ي واسين هي وبت فيز له خيفي بي ه ل ه طي ه الكويت سري ع ش جزهاتي ه مقبالاً خلال فبزة 0202-0202. فق رتي ه، يذ ان شك نئئي زانه ه خضرت اقب ع درج ب ل ح زارة ع ة جوتاب جش جزهاتي ه ع ي بت ق ع درج ل ح زارة اق ص ان 34 درج م طي فتن درج ح زارة ان مقب ع تحت جاتي و ل ب ف ، ذلي يز ان ان س راعاتي ه سبت ع ي عذ 222 ع بوفي ذلي لبق بطون.

الكلمات المفتاحية: انسي، ان فيز ان لبق ب عت، اني ه درج ب ل ح زارة اق ص، لبق بطون بنت، لبق بطون شب حبيت.

Résumé :

L'objectif principal de ce travail consiste à une contribution à l'étude des changements climatiques et de leurs effets sur la culture du figuier (*Ficus carica* L.) et son qualité dans les régions arides et semi-arides en Algérie, cas des wilayas de Biskra et Batna. Il s'agit d'une étude de la prédiction des changements climatiques au niveau de ces deux régions et la possibilité de la future répartition du figuier au cours de la période 2021-2060. D'après nos résultats il apparait qu'il existe une influence du climat et notamment les hausses températures sur la qualité de la production du figuier. Lorsque la température maximale est portée à 43°C, c'est la température produisons des figes sèches, Cela indique que la culture des figes va disparaître après 100 ans dans ces régions.

Mots clé : prédiction, changement climatique, figuier, *Ficus carica* L., température maximale, régions arides, régions semi-arides.

Abstract :

The main objective of this work is a contribution to the study of climate change and its effects on the cultivation of the fig tree (*Ficus carica* L.) and its quality in arid and semi-arid regions in Algeria, case of the wilayas of Biskra and Batna. It is a study of the prediction of climate change in these two regions and the possibility of future distribution of the fig tree during the period 2021-2060. According to our results, it appears that there is an influence of climate and particularly temperature increases on the quality of fig tree production. When the maximum temperature is raised to 43 ° C, it is the temperature produce dry figs, This indicates that the cultivation of figs will disappear after 100 years in these regions.

Key words : prediction, climate change, fig tree, maximum temperature, arid regions, semi-arid regions.