



Université Constantine 1 Frères Mentouri Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie	جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري كلية علوم الطبيعة والحياة
--	--

Département : Écologie et Environnement **قسم :** البيئة و المحيط
Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Écologie et Environnement
Spécialité : Protection des Ecosystème

N° d'ordre :
N° de série :

Intitulé :

Etude prospective des potentialités de plantation de l'arganier (*Argania spinosa* L.) dans la wilaya de Constantine

Présenté par : BOUMECHOUN Baha Eddine
BOUCHAIR Faten

Le : 10/06/2024

Jury d'évaluation :

Président : KERROUCHE Ibrahim (MAB- U Constantine 1 Frères Mentouri).
Encadrant : MELIANI Aziz (MAB – U Constantine 1 Frères Mentouri).
Examineur(s): ARFA Azzedine Mohamed Touffik (MCB - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Année universitaire
2023 - 2024



Remerciement

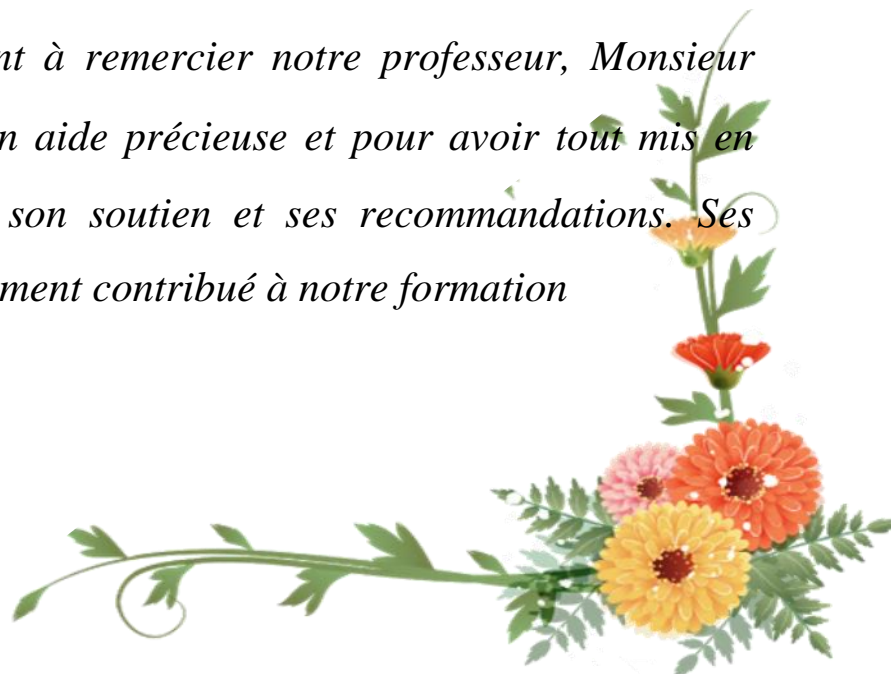
Tous d'abord nous tenons à remercier le bon **Dieu** tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.


Nous exprimons nos profondes gratitude et respectueuses reconnaissances à notre encadrant Monsieur **Meliani Aziz** pour son encadrement, conseils et sacrifices afin de donner le meilleur et pour son suivi durant la période de préparation de notre mémoire de fin d'étude.

Nous remercier Monsieur **Kerrouche Ibrahim**, pour avoir accepté de présider notre jury.

Nous remercier également à Monsieur **Arfa Azzedine** pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous tenons également à remercier notre professeur, Monsieur **Gana Mohamed**, pour son aide précieuse et pour avoir tout mis en œuvre pour nous apporter son soutien et ses recommandations. Ses précieux conseils ont grandement contribué à notre formation





*Nous tenons également à remercier **la Conservation de Forêt** qui nous a fait l'honneur de sa présence en tant qu'invité d'honneur.*

Nous tenons également à remercier tous nos professeurs qui nous ont transmis leurs connaissances et leur expertise tout au long de nos études de premier cycle, nous permettant ainsi d'atteindre le niveau scientifique nécessaire à la réalisation de ce travail.

Enfin, nous adressons nos sincères remerciements et notre gratitude à tous ceux qui nous ont aidés et encouragés de près ou de loin dans la réalisation de ce projet.





Dédicace



En témoignage d'amour et d'affection, je dédie ce modeste travail avec une grande fierté à tous ceux qui me sont chers :

**Ma très chère mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.*

** Mon très cher père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.*

***Que Dieu vous protège et que la réussite soit toujours à ma portée pour que je suis puisse vous combler de bonheur.*

** Mes chère frères **lamin ramzi ninous** et mes belles sœurs **feriel et nabila** puisse Dieu vous donne santé, bonheur et réussite.*

** À mes camarades de classe, merci beaucoup pour votre soutien.*

**A mes amis, merci pour vos bons mots et votre soutien moral.*

**Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont soutenue, qui m'ont souhaité du succès, qui ont cru en ma réussite et qui m'ont soutenue dans mon parcours académique.*

*Merci à tous mes professeurs pour ce qu'ils ont fait pour moi durant ces années, en particulier **M. Meliani Aziz, Mme Hana Allatou M. Gana Mohamed***

Faten



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes plus chers êtres au monde :

À mes parents en témoignage de ma reconnaissance pour tout ce que je leur dois. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude et de mon amour.

À mes frères et sœurs. Pour leurs encouragements et pour leur soutien moral et physique.

Pour ma famille pour leurs encouragements et leurs soutiens.

*À tous ce qui ont enseigné moi au long de ma vie scolaire. Pour tout leur amour, leur soutien, leur encouragement, leur assistance et leur présence dans ma vie Surtout **M. Meliani Aziz, M. Gana Mohamed, M. Ben Jaballah Mohamed, Mme. Bouchoukh Iman.***

*À toute mes chères ami (e)s : **abdo, itidale, rayen, mouhamed, ahmed, zouhir, louay ar, takoua, soria***

Merci de votre présence, soutien et de m'avoir encouragée à aller plus loin.

À tous les autres que je n'ai pas cités mais à qui je pense aussi.

Bahaa



Résumé

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une collaboration avec les services forestiers de la wilaya de Constantine qui ont pris part au programme national de valorisation de l'arganier (*Argania spinosa L.*) durant l'année 2023.

Notre approche a été de faire d'abord une synthèse bibliographique des exigences écologiques de l'arganier afin de repérer ses facteurs limitants, puis de procéder d'une part à une spatialisation dans la wilaya de Constantine de ces facteurs, à savoir les minimas des mois les plus froids et de l'humidité relative de l'air en hiver et en été, et d'autre part à une collecte de données climatiques pour connaître l'évolution des minimas, de l'humidité relative de l'air et des gelées.

Nos résultats montrent que les trois facteurs climatiques et limitants pour l'arganier constituent une entrave à sa plantation dans l'ensemble de la wilaya de Constantine : Les minimas qui sont en-dessous de sa température minimale critique pour les mois les plus froids (2,6°C) ; L'humidité qui est trop basse dans l'ensemble de la wilaya, surtout en été (45 %) ; Et les gelées, qui sont assez fréquents pour une espèce qui ne les supporte pas.

Mots clés : *Argania spinosa L.*, Constantine, Facteurs limitants, Etude prospective .

Abstract

Our study is part of collaboration with the forest services of the province of Constantine who took part in the national argan tree development program (*Argania spinosa L.*) during the year 2023.

Our approach was to first make a bibliographic synthesis of the requirements ecological aspects of the argan tree in order to identify its limiting factors, then to proceed on the one hand to aspatialization in the province of Constantine of these factors, namely the minimums of the months colder temperatures and the relative humidity of the air in winter and summer, and on the other hand to a collection of climatic data to know the evolution of minimums, relative humidity of the air and frozen.

Our results show that the three climatic and limiting factors for the argan tree constitute an obstacle to its planting throughout the province of Constantine: The minimums which are below its critical minimum temperature for the coldest months (2.6°C); Humidity which is too low throughout the province, especially in summer (45%); And the frosts, which are quite common for a species that does not support them.

Keywords: *Argania spinosa L.*, Constantine, Limiting factors, Prospective study

ملخص

دراستنا هي جزء من التعاون مع مصالح الغابات لولاية قسنطينة التي شاركت في البرنامج الوطني لتنمية شجرة الأركان (*Argania spinosa L.*) خلال عام 2023

كان نهجنا هو القيام أولاً بتوليف بيليوغرافي للمتطلبات البيئية لشجرة الأركان من أجل التعرف على العوامل المحددة لها، ثم المضي من ناحية إلى تحديد مكاني لهذه العوامل في ولاية قسنطينة ، وهي الحد الأدنى من الأشهر الباردة والرطوبة النسبية للهواء في فصل الشتاء والصيف، ومن جهة أخرى إلى مجموعة من البيانات المناخية لمعرفة تطور الحد الأدنى والرطوبة النسبية للهواء والصقيع

تظهر نتائجنا أن العوامل المناخية الثلاثة والمحددة لشجرة الأركان تشكل عائقاً أمام زراعتها في جميع أنحاء ولاية قسنطينة: الحد الأدنى لدرجة الحرارة الدنيا التي تكون أقل من درجة الحرارة الدنيا الحرجة للأشهر الباردة (2.6 درجة مئوية)؛ الرطوبة منخفضة للغاية في جميع أنحاء الولاية، خاصة في فصل الصيف (45٪)؛ والصقيع، وهو أمر شائع جداً بالنسبة للأنواع التي لا تستطيع تحملها

الكلمات المفتاحية: أرغانيا سبينوزا ، قسنطينة، العوامل المحددة، دراسة استطلاعية

Liste des figures

FIGURES	TITRE DE FIGURE	PAGE
Figure : 01	Étude de la croissance de l'arganier cultivé en présence ou en absence d'un champigno.	05
Figure : 02	Situation géographique et administrative de la Wilaya de Constantine.	09
Figure : 03	Arbre de l'argania spinosa.	14
Figure : 04	les fruits de l'Argania spinosa.	15
Figure : 05	La noix (graine) avec amande d'arganier.	15
Figure : 06	Les feuilles et les fleurs de l'arganier	16
Figure : 07	Caractères botaniques de l'arganier A : branche avec inflorescences ; B : rameau avec fruit ; C : fleur ; D : graine.	17
Figure : 08	Emplacement des stations climatiques de Précipitations.	21
Figure : 09	Emplacement des stations climatiques de Températures moyennes.	21
Figure : 10	Emplacement des stations climatiques de Température max et Température min.	22
Figure : 11	exemple de présentation de Température mensuel dans le site info climat.	23
Figure : 12	exemple de présentation des données climatique pour une région par le climat-data.	24
Figure : 13	exemple d'extrait des données climatique par le POWER Data Access Viewer.	25
Figure : 14	Répartition des Températures minimal du mois de novembre dans la wilaya de Constantine.	28
Figure : 15	Répartition des Températures minimal du mois de Décembre dans la wilaya de Constantine.	29
Figure : 16	Répartition des Températures minimal du mois de Janvier dans la wilaya de Constantine.	30
Figure : 17	Répartition des Températures minimal du mois de Février dans la wilaya de Constantine.	30
Figure : 18	Répartition des Températures minimal du mois de Mars dans la wilaya de Constantine.	31

Figure : 19	Répartition des Températures minimal du mois d'Avril dans la wilaya de Constantine.	32
Figure : 20	Moyennes des Température minimal dans les six mois froid pondant (2004-2005 jusqu'au 2023-2024).	33
Figure : 21	Evolution de l'humidité pour la commune de Constantine (1990-2022).	34
Figure : 22	Les jours de gelée entre 1980 – 2024 dans la wilaya de Constantine.	35

Liste des tableaux

NUM DE TABLEAU	SUJET DE TABLEAU	PAGE
TABLEAU 01	Données climatiques de Constantine (Station de Aïn El Bey) pour la période (1978-2015).	11
TABLEAU 02	Classification botanique de l'argania spinosa.	12
TABLEAU 03	Le taux de Température minimal de chaque saison hivernal en Constantine.	23
TABLEAU 04	le taux d'humidité pour chaque année dans un point à la commune de Constantine durant (1990-2022).	26
TABLEAU 05	L'd'humidité relative de l'aire mensuelle pour quelques stations dans la wilaya de Constantine (1991-2021).	33

Liste des Abréviations

- **Avr** : Avril
- **CEPMMT** : Le Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme
- **Déc** : Décembre
- **DGF** : La Direction Générale des Forêts
- **Esri**: Environmental Systems Research Institute, Inc.
- **Fév** : Février
- **Jan** : Janvier
- **NASA**: National Aeronautics and Space Administration
- **Nov** : Novembre
- **ONM**: L'Office National de la Météorologie
- **SIG** : Système de l'Information Géographique.
- **T min** : moyenne mensuelle de la température minimale.
- **T moy** : moyenne mensuelle de la température moyenne.
- **Tmax** : moyenne mensuelle de la température maximale.
- **UTM**: Universal Transverse Mercator.
- **WGS 84**: World Geodetic System 1984.

Table des matières

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des Abréviations

Introduction.....01

Chapitre01 : Synthèse Bibliographique	Page
1. Exigences abiotiques de l'arganier	02
1.1. Caractéristiques édaphiques	02
1.1.1. Types de substrats	02
1.1.2. Le pH	02
1.1.3. Humidité	02
1.1.4. Salinité du sol	02
1.1.5. Mycorhization	02
1.2. Caractéristiques climatique	03
1.2.1. Température	03
1.2.2. Précipitations	03
1.2.3. Humidité de l'air	04
1.2.4. Le vent	04
1.2.5. La luminosité	04
2. L'exigence biotique de l'arganier	04
2.1. Les symbioses mycorhizienne	04
2.2. Phytosociologie de l'arganeraie	06
Chapitre 02 : Approche Méthodologique	09
1. Présentation de la wilaya de Constantine	09
1.1. Situation géographique et administrative	09
1.2. Le sol	10
1.2.1. Les sols minéraux bruts	10
1.2.2. Les sols peu évolués	10
1.2.3. Les verti-sols	10
1.2.4. Les sols calcimagentiques	10
1.2.5. Les sols isohumiques	11
1.3. Le climat	11
2. Présentation du matériel végétale	12
2.1. La systématique de l'arganier	12

2.2. Botanique	13
2.2.1. Classification botanique de l'arganier	13
2.2.2. Description botanique	16
3. Méthodologie	17
3.1. Objectifs de l'étude et approche	17
3.2. Sources des données utilisées	18
3.2.1 La base de données climatique WorldClim	18
3.2.2. Le site Infoclimat	22
3.2.3. Le site Climat-data	24
3.2.4. Le POWER Data Access Viewer	25
3.3 .Outils et Logiciels utilisés	26
3.3.1. Logiciels utilisés ArcGIS (V 10.8)	26
3.3.2. Logiciels utilisés Excel	27
Chapitre 03 : Résultats et discussion	28
1. Cartographie numérique des Températures minimal	28
1.1. Température minimal mensuelle	28
1.1.1. La saison automnale	28
1.1.2. La saison hivernale	29
1.1.3. La saison printanière	31
1.1.4. Discussion concernant les températures minimales	32
2. La spatialisation d'humidité	32
3. Contexte des changements climatiques	33
3.1. Evolution des températures minimales	33
3.2. Evolution de l'humidité	34
3.3. Discussion sur l'évolution des minimas et de l'humidité	34
4. Les jours de gelées	35
5. Synthèse	36
5.1. Facteurs édaphiques	36
5.2. Facteurs climatiques	37
6. Conclusion	38
Références Bibliographiques	39

INTRODUCTION

Introduction

L'arganier (*Argania spinosa L.*) est un arbre endémique du sud-ouest algérien et du sud marocain. Il a un grand intérêt économique, notamment pour ses fruits qui produisent des graines riches en huile d'argan, utilisée en cuisine et dans les produits de beauté. Ainsi qu'un grand intérêt, puisque il joue un rôle crucial dans la préservation des écosystèmes fragiles, offrant un habitat vital à de nombreuses espèces de plantes et d'animaux. Cette étude s'inscrit dans le cadre du plan national de la Direction Générale des Forêts (DGF) visant à développer la plantation de l'arganier. Nous avons entamé cette collaboration avec les services forestiers l'année passée (2023), dans le but de promouvoir et d'étendre la culture de cet arbre précieux au-delà de ses régions traditionnelles. L'arganier, connu pour sa robustesse et ses multiples usages, il contribue à la lutte contre la désertification, à la préservation de la biodiversité et soutient les économies locales grâce à la production d'huile d'argan, reconnue pour ses vertus nutritives, cosmétiques et médicinales. L'objectif de cette étude est de proposer un outil d'aide à la décision destiné aux services forestiers ainsi qu'aux chercheurs pour évaluer la faisabilité de la plantation de l'arganier dans la wilaya de Constantine. Pour cela nous avons opter d'abord pour une synthèse bibliographique pour connaître ses exigences écologiques et repérer ses facteurs limitants, puis nous avons spatialisé ses facteurs au niveau de la wilaya, à l'aide du Système d'Information Géographique (SIG), et étudier leurs évolutions par une collecte de données dans la plateforme infoclimat et Le POWER Data Access Viewer.

Chapitre 01 : Synthèse Bibliographique

Chapitre 01 : synthèse bibliographique

1. Exigences abiotiques de l'arganier

1.1. Caractéristiques édaphiques

1.1.1. Types de substrats

L'arganier (*Argania spinosa* L) est adapté à tous les sols, avec une large gamme de sols que l'on retrouve dans le Sud-Ouest, à l'exception des sables mobiles. Cette forte adaptabilité permet à l'arganier de pousser sur des sols schisteux, quartzites, calcaires ou alluviaux (Nouaim, 2005 ; M'Hirit et al, 1998). Les arganiers sont situés sur différents substrats, à savoir : sableux, caillouteux et rocheux (M.Kechebar, 2016). Il colonise différents types de sols, notamment la couche arable et le sol squelettique des pentes abruptes, Uniquement dans les bassins et vallées profondes à profondes (M'Hirit et al, 1998).

1.1.2. Le pH

L'arganier semble supporter une large gamme de valeurs de pH allant de 4,6 à 7,55 (Nouaim et al, 1991).

1.1.3. Humidité

Il est intéressant de noter que le sol est plus fertile sous l'arganier car il est constamment plus humide (Quezel, 2000). Il fuit aussi les sols à forte humidité permanente (Benkheira, 2009).

1.1.4. Salinité du sol

Ils ne sont pas adaptés à la forte salinisation associée aux climats arides où l'évaporation est susceptible de dépasser les précipitations (Rains, 1991). L'arganier est une espèce sensible à la salinité (Bani-Aameur et Sipple-Michmerhuizen, 2001).

1.1.5. Mycorhization

Les activités microbiennes sont plus importantes, en particulier pour ce qui concerne la minéralisation d'azote et la disponibilité du phosphore (Nouaïm, 1994). La longueur moyenne des plants mycorhizes est 3 à 4 fois plus élevée que celle des témoins à l'âge de six mois (Nouaïm et Chaussod, 1994). La difficulté de résoudre le problème de croissance des

racines chez l'arganier peut être due à l'absence de mycorhizes (endomycorhizes à arbuscule) qui favorisent souvent le développement des racines (Nouaïm et Chaussod, 1991).

Nous y reviendrons plus bas, dans la partie des facteurs biotiques, avec plus de détails.

1.2. Caractéristiques climatique

1.2.1 Température

L'arganier est une essence thermoxérophile qui peut faire face à des températures extrêmement élevées pouvant atteindre 50°C, ainsi qu'à des températures extrêmement basses inférieures à 2,6°C. (Ethali, Hammou, 2022) Alors qu'il ne serait persistant que d'une façon exceptionnelle à des températures inférieures à 0° C et encore pour une courte durée (Boudy, 1950). L'arganier ne peut pas résister aux gelées ni aux températures minimales 3°C. (Nouaïm et al., 1991)

La température moyenne annuelle est de 22,9 °C de son aire naturelle, avec des températures extrêmes variant de 6,8 °C à 42,0 °C. La période des grandes chaleurs s'étend d'avril à octobre, avec des pics en juillet et août. En effet, les températures hivernales, même si elles sont les plus basses de l'année, sont relativement douces, ce qui fait que l'on compte 5 mois tempérés et 7 mois chauds (M. Abdelkader Benkheira, 2009).

1.2.2. Précipitations

De Safi à Agadir, les précipitations annuelles varient de 250 à 400 mm. Les précipitations annuelles s'élèvent de 250 à 150 mm de la plaine du Souss à l'Anti-Atlas. Au Sud, dans les régions désertiques, elles sont généralement bien inférieures à 100 mm (Msanda, 2005).

La floraison est favorisée par les précipitations du printemps et le grossissement du fruit est favorisé par les précipitations de l'automne. Cependant, en général, la productivité des fruits dépend de la fréquence des arbres fruitiers pendant l'année de récolte (BANI AAMEUR, 2002).

1.2.3. Humidité de l'air

Une forte nébulosité estivale associée à une humidité atmosphérique élevée (qui dépasse souvent 90 % pendant de nombreux mois de l'année, en particulier en été et en automne), constitue l'un des principaux traits climatiques de l'aire géographique de l'arganier, du moins dans les secteurs littoraux et expositions vers l'océan atlantique (M'hirit et al. , 1998; Msanda et al. , 2005; Nouaïm, 1994).

1.2.4. Le vent

Le renouvellement de l'air dans le voisinage des feuilles favorise l'évaporation. L'agitation accrue de l'air provoque donc d'abord l'ouverture des stomates. Toutefois, lorsque l'agitation dépasse un certain seuil, elle les fermera. Le vent est d'autant plus puissant qu'il retire la "couche limite" qui assure la protection des feuilles (Mme Djied Souad, 2017).

1.2.5. La luminosité

La lumière provoque l'ouverture des stomates pour la plupart des plantes, ce qui entraîne une augmentation de la transpiration. Toutefois, la sensibilité des plantes diffère d'une espèce à l'autre. Contrairement aux éléments mentionnés précédemment, la lumière n'affecte pas l'évaporation de l'eau cellulaire, mais influence le métabolisme des cellules stomatiques en activant leurs ATPases membranaires (qui sont responsables de l'entrée d'ions K^+ contre la sortie d'ions H^+). De cette manière, le K^+ s'accumule dans les vacuoles, ce qui favorise l'infiltration d'eau dans les cellules de garde, l'augmentation de la pression de turgescence et donc l'ouverture des stomates (Mme DJIED Souad, 2017).

2. L'exigence biotique de l'arganier

2.1. Les symbioses mycorhizienne

En réalité, le principal atout de l'arganier réside dans son système racinaire. L'arganier tire de l'eau dans les couches profondes du sol grâce à un vaste système racinaire pivotant qui plonge jusqu'à plus de 30 mètres de profondeur. En plus de ces racines verticales, on trouve des racines superficielles et horizontales qui absorbent l'eau de condensation qui s'écoule du feuillage à la fin de la nuit (L. Ouahmane et al., 2007).

Le système racinaire de l'arganier accueille une association à bénéfices réciproques (une symbiose) avec des champignons du sol, ce qui crée des endomycorhizes : les filaments (les

hyphes) des champignons pénètrent dans les cellules des racines, contrairement aux ectomycorhizes où ils restent autour des cellules (L. Ouahmane et al., 2007).

Comme chez l'arganier, les racines de ces arbres ne possèdent pas de poils absorbants, ce qui rend nécessaire les hyphes de leurs partenaires mycorhiziens qui augmentent la surface de contact avec le sol afin de s'appropriier l'eau et les minéraux. En réalité, Il a été prouvé démontré de manière expérimentale que l'arganier ne peut pas se développer sans cette interaction. Seule cette dernière fournit à l'arbre une quantité adéquate de phosphates et d'oligoéléments pour lui garantir une croissance normale, même dans un environnement pauvre. Si l'arbre est bien nourri, il peut développer des racines profondes qui lui permettent d'atteindre les couches humides du sol et de résister à la sécheresse (L. Ouahmane et al., 2007).

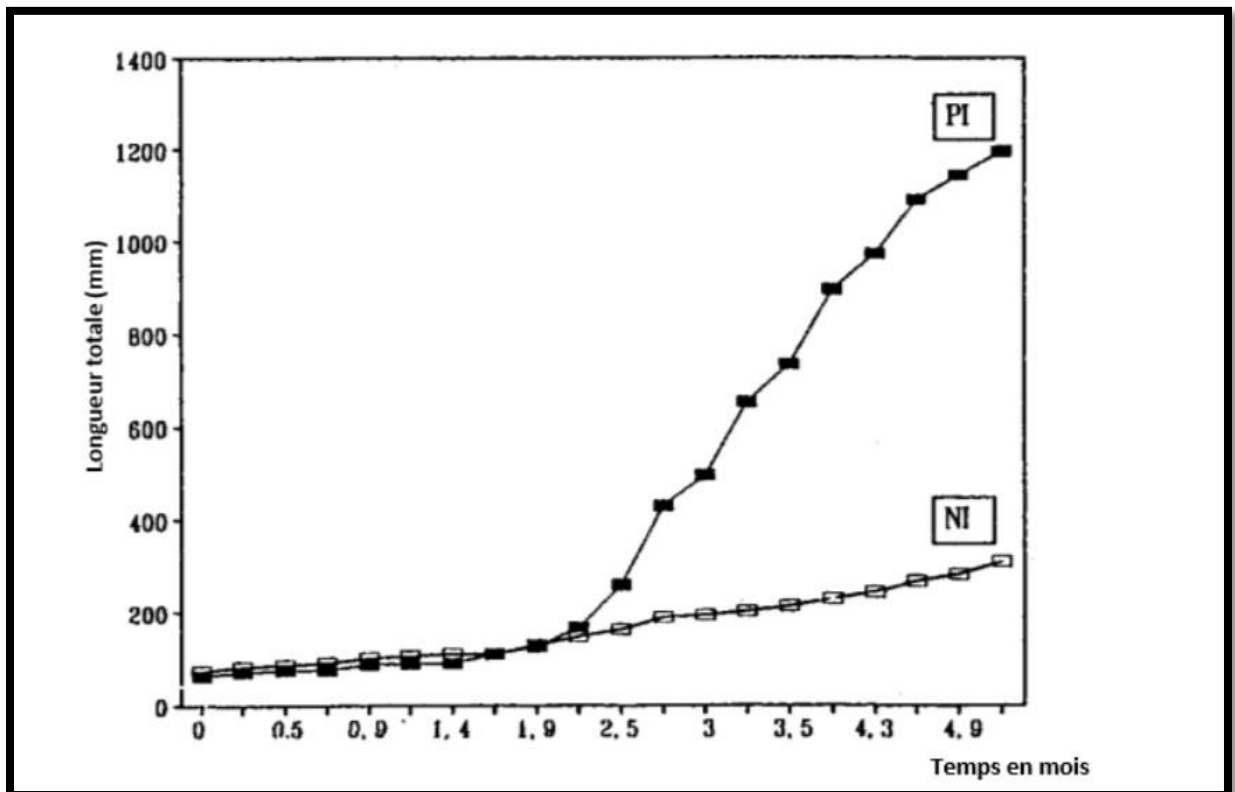


Figure 01 : Étude de la croissance de l'arganier cultivé en présence ou en absence d'un champignon

La moyenne de la longueur de la tige et de ses ramifications pour deux lots d'arganiers mycorhizés (PI) ou non (NI) (D'après Nouaïm R et Chaussod R ,1997).

Plusieurs dizaines d'espèces de champignons endomycorhiziens des genres *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora* ont été identifiées dans les sols des arganeraies. Le genre *Glomus*, le plus répandu, comprend de nombreuses espèces. La relation entre les champignons endomycorhiziens et les plantes est peu précise, c'est-à-dire qu'un arganier peut être associé à différentes souches de champignons endomycorhiziens, chacune ayant probablement des caractéristiques écologiques différentes et complémentaires (Ouahmane et al., 2007).

2.2. Phytosociologie de l'arganeraie

La physionomie des arganeraies est très ouverte et éparse. Selon Ionesco et Sauvage (1962), les plantes du secteur aride peuvent être associées à un type de végétation selvatique qui correspond à une steppe ligneuse arborée. D'autre part, les arganeraies semi-arides sont généralement des formations pré steppiques évidentes (Benabid, 2000) ou des matorrals (Nouaïm, 1994).

Phytosociologiquement, la majorité des associations ont été associées à un ordre spécifique, l'Acacio-Arganietalia (Barbero et al., 1982 ; Peltier, 1982). Elles rassemblent les groupes potentiels du secteur macaronésien marocain, qui se distinguent par des espèces *cactoïdes* et *crassulescentes* telles que *Euphorbia Echinus*, *Euphorbia regisjubae*, *Euphorbia beaumierana*, la *Salsola longifolia*, etc., ainsi que des groupes des zones continentales arides telles que *Acacia gummifera* et la *Warionia saharea* (Farid EL WAHIDI 2013).

Boudy (1952), signale que l'association de l'arganier est complexe en raison d'un mélange d'influence saharo-tropicale (Mohamed Seif Allah KECHEBAR 2016):

Au Maroc, l'arganier se trouve en association avec :

* *Juniperus oxycedrus* * *Ziziphus lotus*

* *Olea europaea* * *Ceratonia siliqua*

* *Tetraclinis articulata* * *Les Euphorbes cactoïdes*

* *Pistacia atlantica* * *L'Acacia gummifère*

* *Rhus tripartitum* * *Les lianes*

En Algérie, une liste floristique établie par une équipe de recherche de l'Agence Nationale de la Conservation de la Nature (ANN) à Tindouf, comprend les espèces suivantes :

- * *Acacia radiana* * *Aristida plumose*
- * *Antirrhinum ramosissimum* * *Anvillea radiata*
- * *Asphodelus tenuifolius* * *Astragalus gombo*
- * *Brassica muricata* * *Bubonium graveolens*
- * *Cleome arabica* * *Colocynthis vulgaris*
- * *Ifloga spicata* * *Marrubium deserti*
- * *Moricandia arvensis* * *Ziziphus lotus*
- * *Panicum sp* * *Rumex vesicarium*
- * *Cotula cineria* * *Crotalaria saharae*
- * *Echium sp* * *Erodium glaucophyllum*
- * *Euphorbia guyoniana* * *Fagonia glutinosa*
- * *Farsetia aegyptica* * *Gymnocarpos decander*
- * *Heloxylon scoparium* * *Helianthemum lippi*
- * *Pergularia aegyptiaca* * *Pergularia tomentosa*
- * *Retama retam* * *Neurada procumbens*
- * *Rhus tripartitum* * *Salvia aegyptiaca*

2.2.1. La flore de l'arganeraie de Tindouf

Plus de 50 espèces et sous espèces vasculaires sont présentes dans le cortège floristique de la formation à base d'Arganier, ce qui explique la diversité botanique de ces milieux aujourd'hui dénudés. La région du Sud-Ouest de l'Algérie, en particulier la région des wilayas de Tindouf et Béchar (Saoura et Draâ), est un lieu de rencontre de plantes d'origines variées qui lui confèrent une particularité phytogéographique unique, une richesse et une spécificité endémique. Même si la flore est principalement saharo-méditerranéenne,

Chapitre 01 : Synthèse Bibliographique

on y trouve une grande variété d'espèces de souche tropicale africaine associées à l'Arganier (genres : *Acacia*, *Rhus*, *Gymnospora*, *Cymbopogon*,...). C'est le cas des espèces de souche macronésienne qui apportent une touche particulière à la région (genres : *Euphorbia*, *Senecio*) (M. Abdelkader Benkheira,2009).

Chapitre 02 : Approche Méthodologique

Chapitre 02 : Approche Méthodologique

1. Présentation de la wilaya de Constantine

1.1. Situation géographique et administrative

La wilaya de Constantine est une unité géographique importante située à l'est du pays, entre $36^{\circ}05'25''$ et $36^{\circ}37'22''$ de latitude Nord et entre $06^{\circ}18'15''$ et $07^{\circ}02'40''$ Est des longitudes. Sa superficie est de 225 548 hectares et elle comprend six daïras et douze communes, s, à savoir : Constantine, El Khroub, Ain Smara, Hamma Bouziane, Didouche Mourad, Zighoud Youcef, Beni Hamidène, Ben Badis, Aïn Abid, Ouled Rahmoune, Ibn Ziad, et Messaoud Boudjeriou (Figure 02).

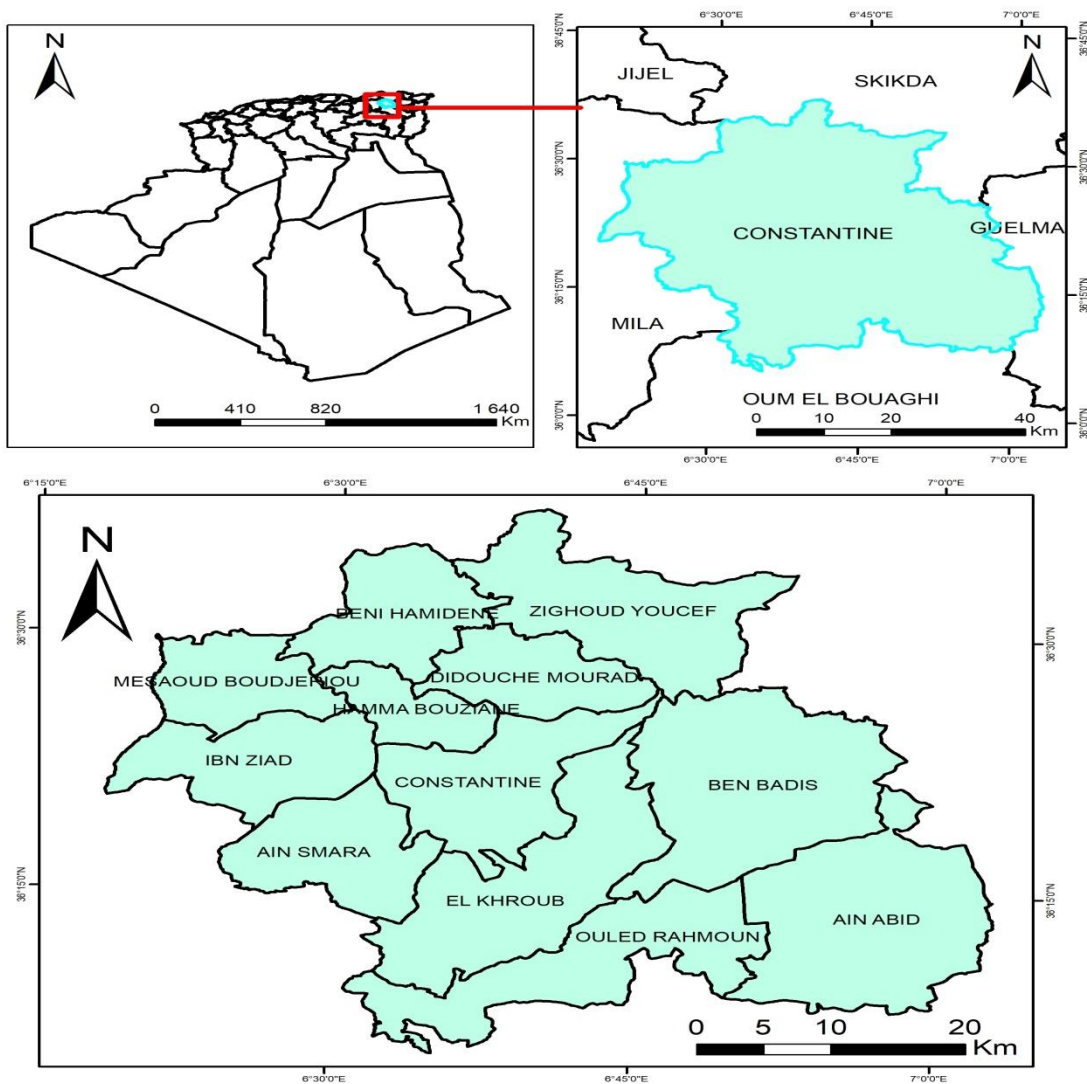


Figure 02 : Situation géographique et administrative de la Wilaya de Constantine

La Wilaya de Constantine est limitée :

- Au Sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi.
- A l'Ouest par la wilaya de Mila.
- Au Nord par la wilaya de Skikda.
- A l'Est par la wilaya de Guelma.

1.2. Le sol

Les roches qui forment le substrat de base sont à l'origine des principaux types de sols rencontrés (Boulfefel, 1979) :

1.2.1. Les sols minéraux bruts

Il s'agit de sols peu profonds, avec une surface très caillouteuse (blocs de grés) et une texture sableuse ou limono-sableuse, en raison du type de roche mère (grénumidien). Ces sols se trouvent généralement dans les régions montagneuses telles que Djebel Djenane EL Lobba, El Haria et Ain Abid (M.Gana, 2018).

1.2.2. Les sols peu évolués

Généralement, tous les sols peu développés, qu'ils soient vertique, hydromorphe, modaux ou autres, se trouvent uniquement dans les dépressions, et plus spécifiquement autour des cours d'eau et des chaabets. D'un point de vue géologique, ils sont associés au quaternaire moyen, c'est-à-dire l'alluvion en terrasses recoupées par les cours d'eau actuels (M.Gana, 2018) .

1.2.3 Les verti-sols

Ce genre de sols est présent près des sources et correspond géologiquement au quaternaire ancien et principalement moyen (M. Gana, 2018).

1.2.4. Les sols calcimagentiques

Ces sols sont généralement présents sur les reliefs, où l'influence de l'eau est faible. En profondeur, ils présentent une texture grossière à moyenne (M. Gana, 2018).

1.2.5. Les sols isohumique

De la dépression d'El Haria jusqu'aux versants des massifs qui la entourent, ces sols s'étendent. Le quaternaire ancien est une formation conglomératique d'une épaisseur supérieure à 50 mètres (Boulfefel, 1979).

1.3. Le climat

Le climat de Constantine est influencé par le climat méditerranéen, avec des précipitations irrégulières et une sécheresse estivale prolongée. Le climat est caractérisé par des hivers froids et des étés chauds, principalement en raison de l'influence de la continentalité (M.Gana, 2018).

Les précipitations annuelles moyennes fluctuent entre 500 et 600 mm/an (Tableau 01), avec une grande variabilité entre le Nord et le Sud. Elles jouent un rôle essentiel dans la restauration des approvisionnements en eau. La durée moyenne des précipitations annuelles est de 40 à 60 jours. Elles se distinguent par leur dispersion instable dans l'espace et dans le temps, souvent sous la forme de fortes précipitations avec des inondations immédiates (M.Gana, 2018).

Tableau 01 : Données climatiques de Constantine (Station de Aïn El Bey) pour la période (1978-2015) (M.Gana, 2018).

Mois	P (mm)	M (°C)	m (°C)	(M+m) / 2	Hum (%)	Vent (Km/h)
Janvier	70,09	12,14	2,33	7,24	77,21	9,43
Février	63,8	13,16	2,79	7,98	74,88	9,78
Mars	60,9	16,13	4,52	10,32	72,02	9,63
Avril	54,82	19,3	6,67	12,98	69,54	9,71
Mai	43,82	24,44	10,37	17,41	64,71	8,51
Juin	17,62	30,4	14,8	22,6	53,58	8,35
Juillet	5,77	34,38	17,93	26,15	45,64	7,9
Aout	14,27	34,09	18,26	26,18	48,8	7,66
Septembre	37,64	28,92	15,22	22,07	60,82	7,7
Octobre	38,61	23,88	11,4	17,64	66,42	7,82
Novembre	51,66	17,25	6,66	11,95	72,88	9,01
Décembre	70,33	13,16	3,48	8,32	77,7	9,66
Total	529,33	267,26	114,43	190,84	784,25	105,14
Moyenne	44,11	22,27	9,54	15,9	65,35	8,76

Source : (ONM).

La situation géographique de la station de référence (Ain El Bey) à une altitude différente de celle de la zone d'étude nous a obligés à ajuster la pluviométrie et la température pour nous rapprocher davantage du climat local (la région de Djebel El Ouahch et Chettaba).

De nombreux écrivains, tels que (Seltzer, 1946 ; Chaumont et Paquin, 1971 ; Lucido, 1972 ; Vernet, 1995) ont observé une corrélation linéaire entre les (Précipitations / température) et l'altitude. En d'autres termes, il existe une variation altitudinal qui augmente pour les précipitations et diminue pour les températures (Tir, 1997).

2. Présentation du matériel végétale

2.1. La systématique de l'arganier

Argania spinosa (L.) Skeels, l'arganier, fait partie d'une famille tropicale, les Sapotaceae, qui regroupe environ 10 genres et 600 espèces différentes. L'arganier, une espèce endémique du Maroc, est un arbre fruitier-forestier de petite taille, mesurant environ 8 à 10 mètres de haut, avec des rameaux épineux (M'hirit, Benzyane et al. 1998).

Argania Roem et Schult sont un genre monotype. Il fait partie du phylum des Ebénales et de la famille des Sapotacées tropicales et subtropicales qui comprend une cinquantaine de genres et plus de 600 espèces (M'Hirit *et al.* 1998).

Argania spinosa (L.), l'arganier Les synonymes de Skeels est *Argania sideroxylon* Roem. Et Schult. = *Spinusum Sideroxylon* L. est le nom d'un arbre à argan. Elle est connue sous le nom d'argan (berbère). Son classement botanique est le suivant (Tableau 2).

Tableau 02: Classification botanique de *l'argania spinosa*.

Nom	<i>Argania spinosa</i> L (Skeels)
Embranchement	<i>Phanérogammes</i>
Sous-embranchement	<i>Angiosperme</i>
Classe	<i>Dicotylédones</i>
Sous-classe	<i>Gamopétales</i>
Ordre	<i>Ebenales</i>
Famille	<i>Spotacées</i>
Genre	<i>Argania</i>
Espèce	<i>Spinosa</i>

La classification phylogénétique de l'arganier selon APG III (2009) est comme suit :

- Règne : *Plantae* ;
- Clade ; *Astéridées* ;
- Ordre : *Ericales* ;
- Famille : *Sapotaceae* ;
- Sous-famille : *Sapotoideae* ;
- Genre : *Argania* ;
- Espèce : *Argania spinosa* L ;

2.2. Botanique

2.2.1. Classification botanique de l'arganier

L'arganier est un arbre oléagineux qui présente des épines, d'où son nom d'espèce « *spinosa* ». Il peut atteindre une hauteur de 8 à 10 mètres en fonction des conditions environnementales. Sa cime est très élargie et étalée, dense et avec des contours arrondis (Figure 3). Les chèvres peuvent grimper dans la couronne, très vigoureuse et courte, et l'écorce rugueuse, craquelée en « peau de serpent », permettant aux chèvres de brouter les feuilles et les fruits. Cela entraîne une diminution de l'arganier à l'état de feuillus médiocres (7 à 10 mètres) (F.Ethali et D.Hammou ,2022).

La résistance de l'arganier à la chaleur et à l'aridité est remarquable. Il est capable de résister à des températures pouvant atteindre 50°C. Le système racinaire puissant de l'arganier permet de préserver les sols, de les maintenir fertiles et de les protéger contre l'érosion hydrique et l'éolienne qui menacent de désertifier les sols, en particulier au sud (F.Ethali et D.Hammou ,2022).



Figure 03 : Arbre de *l'argania spinosa* (F.Ethali et D.Hammou ,2022).

Le polymorphisme de l'arganier est fréquent, car il présente des formes très diverses en fonction des secteurs et du stade de développement de l'arbre (F.Ethali et D.Hammou ,2022).

Feuilles alternes, fréquemment groupées en fascicules, entièrement lancéolées, de 2 à 3 cm de long, vert foncé à la face supérieure, plus clair en dessous, glabres, à nervure médiane très nette et à nervures latérales très fines et ramifiées. Les feuilles d'arganier ont une durée de vie inférieure même pendant les périodes de sécheresse (F.Ethali et D.Hammou ,2022).

L'arganier possède une fleur monoïque (hermaphrodite), pentamère, formée de glomérules situés aux entrenœuds et à l'aisselle des feuilles, pouvant être composées de 15 fleurs ou plus. Elles ont une teinte de blanc à jaune verdâtre. Les cinq sépales pubescents succédant à deux bractées forment le calice de la fleur. C'est une corolle en forme de cloche, avec cinq pétales obtus et arrondis. La floraison se produit en mai-juin et donne naissance à des fruits mûrés vers septembre (F.Ethali et D.Hammou ,2022).

Selon Bani-Aameur *et al.* (2000), le fruit de l'arganier est une drupe dont la couleur à maturité change vers le jaune ou le rouge. Il a six formes : fusiforme ; ovale apiculée, ovale, goutte, arrondie et globuleuse. Elle mesure entre 1 et 5cm .Il se compose d'un péricarpe charnu qui recouvre un noyau très dur (ou noix), qui représente environ un quart du poids du fruit frais (Figure 4) (Adlouni, 2010).



Figure 04 : les fruits de *l'Argania spinosa* (F.Ethali et D.Hammou ,2022).

La graine c'est une noix composée d'une à trois amandes albuminées et huileuses, avec jusqu'à 55 % d'huile au centre du fruit (Figure 5). À la maturité, le fruit acquiert une teinte jaune ou jaune brun clair selon les arbres. La couleur foncée se forme après l'abcès (F.Ethali et D.Hammou ,2022).



Figure 05 : La noix (graine) avec amande d'arganier (F.Ethali et D.Hammou ,2022).

L'huile d'argan est extraite de cette amande, ce qui donne une huile comestible et un tourteau.

Le bois de l'arganier est extrêmement solide et compact, avec une densité de 0,9 à 1, connu sous le nom de bois de fer, d'un blanc jaunâtre. On l'emploie comme bois de feu (Jaccard, 1926 ; Nouaïm *et al.* 1991).

Les racines profondes de l'arganier (30 mètres de profondeur) permettent de récupérer les eaux à partir de couches profondes, ce qui permet à l'arganier de s'adapter à un climat semi-aride et aride (Mokhtari, 2002).

L'huile d'argan est considérée comme une essence forestière originale et remarquable en Afrique du Nord, en raison de son intérêt botanique et de ses nombreuses applications à caractère écologique et socio-économique (F.Ethali et D.Hammou ,2022).

2.2.2. Description botanique

Argania spinosa (L.) Skeels est le seul arbre de la famille tropicale des Sapotaceae présent en Algérie. Adulte, sans être mutilé ou soumis à l'action des troupeaux, ce qui est rare, c'est un arbre de grande taille, à tronc court et tourmenté, à très-grande couronne. Son bois est extrêmement dur et lourd, son écorce rugueuse craquelée en « peau de serpent », ses rameaux sont épineux et ses feuilles sont d'un vert plus clair en dessous que sur le dessus. La ramification est extrêmement dense, les feuilles sont subpersistantes, coriaces, alternes ou fasciculées, aborales à lancéolées atténuées à la base en un court pétiole, avec une nervure médiane très nette et des nervures latérales très fines et ramifiées (Figure 06).



Figure 06 : Les feuilles et les fleurs de l'arganier (F.Ethali et D.Hammou ,2022).

Les fleurs, qui sont hermaphrodites et se déploient en mai-juin, sont de couleur blanche à jaune verdâtre et sont gamopétales (avec un tube très court) (Figure 07). Cinq sépales pubescents suivent deux bractées dans le calice de la fleur (Emberger, 1938 ; Mensier, 1995). C'est une corolle en cloche elle est constituée de cinq pétales obtus et arrondis.

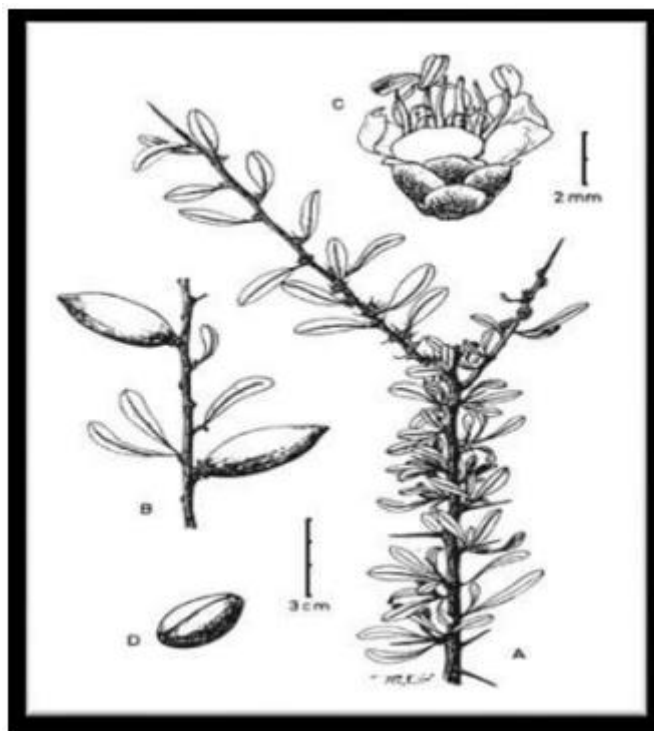


Figure 07 : Caractères botaniques de l'arganier A : branche avec inflorescences ; B : rameau avec fruit ; C : fleur ; D : graine (F.Ethali et D.Hammou ,2022).

Le fruit est une baie vert jaunâtre qui se développe après 9 à 16 mois. Il peut avoir différentes formes et dimensions, allant de l'olive à la noix de forme variable. Son péricarpe est charnu et son noyau central est très dur, avec une amande d'huile d'argan.

3. Méthodologie

3.1. Objectifs de l'étude et approche

L'objectif de notre travail est d'étudier la potentialité de plantation de l'arganier selon ses exigences écologiques dans la wilaya de Constantine. Pour cela nous avons commencé par faire une synthèse bibliographique pour connaître les exigences écologiques de l'arganier et pour repérer ses facteurs limitants. Nous avons ainsi identifié trois facteurs limitants pour l'arganier :

- Les minimas ne doivent pas descendre sous les 3°C (Nouaïm et al, 1991)
- L'humidité 90% (M'hirit et al. , 1998; Msanda et al. , 2005; Nouaïm, 1994) .
- Les gelées (Nouaïm et al, 1991)

NB : En plus de ces facteurs, essentiellement climatiques, la littérature évoque un facteur capital pour la croissance de l'arganier c'est la présence de mycorhizes dans le sol. Ce facteur n'est pas cité comme étant un facteur limitant mais plutôt nécessaire pour une bonne croissance de l'arganier.

➤ Les minimas

Nous avons élaboré des cartes des minimas des six mois les plus froids (janvier, février, mars, avril, novembre, décembre) pendant la période de (1970 / 2000), dans le but de spatialiser les zones propices pour l'arganier en considérant ce facteur.

Et pour connaître la tendance climatique concernant ce facteur nous avons élaboré un histogramme des minimas de la saison froide (depuis 2004 / 2005 jusqu'à 2023 / 2024).

➤ L'humidité relative de l'air

Nous avons opté pour une spatialisation à travers une collecte de données climate-data, dans un tableau, d'humidité relative de l'air mensuelle pour quelques stations (Constantine, Ali Mendjeli, Sissaoui, El Khroub, Hama Bouziane) durant la période 1991 – 2021, dans le but de spatialiser les zones propices pour l'arganier en considérant ce facteur.

Pour connaître la tendance climatique concernant ce facteur nous avons élaboré un histogramme représentant le taux d'humidité relative de l'air dans la commune de Constantine durant la période 1990 - 2022. Nous nous sommes basés sur les données disponibles sur POWER Data Access Viewer

➤ Les gelées

Nous présentons dans cette partie les courbes des jours de gelées dans la wilaya de Constantine disponible sur le site **infoclimat** durant la période 1980 – 2024, pour connaître la tendance de ce facteur.

3.2. Sources des données utilisées

3.2.1. La base de données climatique WorldClim

La base de données « WorldClim » (<http://www.worldclim.org/Version2>) est utilisée pour les données climatiques. WorldClim fournit des données mensuelles sur le climat, la pluviométrie, la température maximale et la température minimale, qui sont interpolées à une

même résolution spatiale sur l'ensemble du monde, à l'exception de l'Antarctique, incluant les prévisions des données antérieures, actuelles et à venir.

Les concepteurs de ces données ont effectué l'interpolation des données climatiques en utilisant le logiciel ANUSPLIN 4.3, qui utilise une méthode de lissage expliquée par Hutchinson (1995). Les données habituelles représentent la moyenne sur la période 1970-2000, qui est utilisée comme référence. On peut les télécharger gratuitement, dans deux formats raster (génériques grids, Esri grids), avec des résolutions spatiales de 30 secondes d'arc (environ 1 km), 2,5, 5 et 10 minutes d'arc.

Les informations utilisées par WorldClim sont issues de la collecte de diverses bases de données provenant de stations météorologiques à travers le monde.

-Il faut noter que les variables incluses dans les fichiers ESRI Grids téléchargés sont :

*T moy = moyenne mensuelle de la température moyenne

*T min = moyenne mensuelle de la température minimale

*T max = moyenne mensuelle de la température maximale

*Prec = moyennes mensuelles des précipitations (mm)

-BIO = les dérivés des variables bioclimatiques à partir de T moy, T min, T max et

Prec, sont codés comme suit :

- BIO1 = Température moyenne annuelle.
- BIO2 = Amplitude quotidienne moyenne.
- BIO3 = Isothermalité.
- BIO4 = Saisonnalité de la température (coefficient de variation).
- BIO5 = Température maximale de la période la plus chaude.
- BIO6 = Température minimale de la période la plus froide.
- BIO7 = Amplitude annuelle de la température (BIO5 – BIO6).
- BIO8 = Température moyenne du trimestre le plus humide.

- BIO9 = Température moyenne du trimestre le plus sec.
 - BIO10 = Température moyenne du trimestre le plus chaud.
 - BIO11 = Température moyenne du trimestre le plus froid.
 - BIO12 = Précipitations annuelles.
 - BIO13 = Précipitations de la période la plus humide.
 - BIO14 = Précipitations de la période la plus sèche.
 - BIO15 = Saisonnalité des précipitations (coefficient de variation).
 - BIO16 = Précipitations du trimestre le plus humide.
 - BIO17 = Précipitations du trimestre le plus sec.
 - BIO18 = Précipitations du trimestre le plus chaud.
 - BIO19 = Précipitations du trimestre le plus froid.
- **Alt** = Altitude (altitude au-dessus niveau de la mer) (m) (à partir de SRTM)
- **m** = Mois de l'année, de 1 à 12 (Janvier à Décembre).
- **x** = Code de la variable bioclimatique.

La base de données WorldClim se compose des enregistrements de précipitations à partir de 47 554 stations (fig.08), la température moyenne de 24 542 stations (fig.09) et la température maximale et minimale pour 14 835 stations (fig.019) (Hijmans *et al.* 2005). L'ensemble de variables bioclimatiques ont été obtenues à partir des données mensuelles. Les cartes ci-dessous montrent la répartition spatiale des stations climatiques des données Prec, Tmoy, Tmin et Tmax.

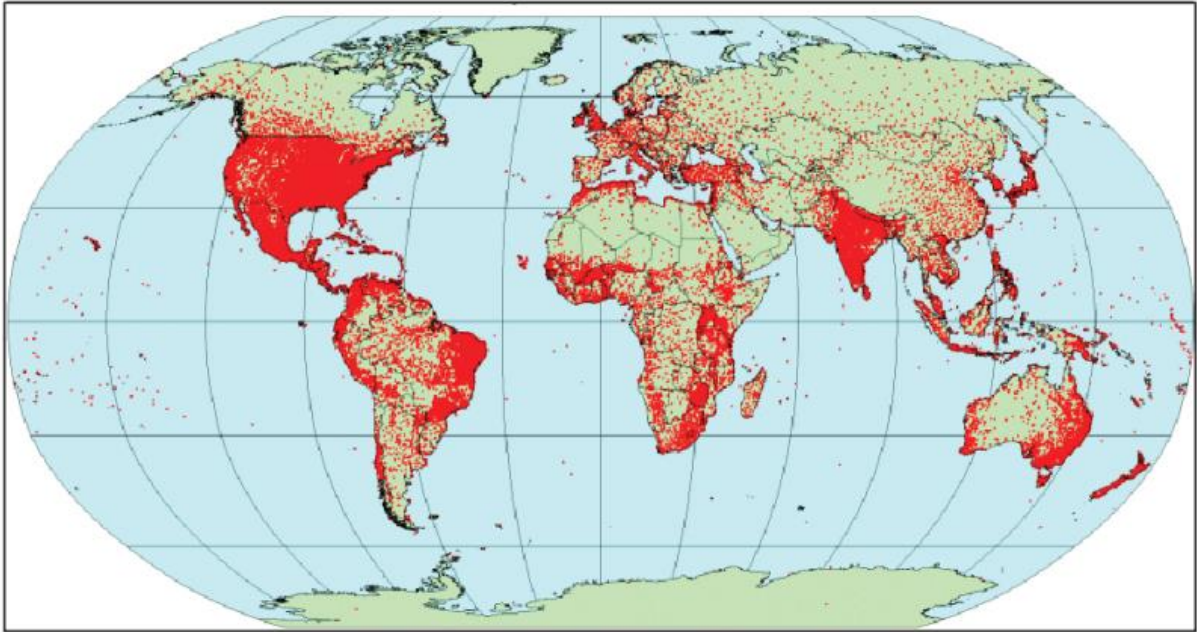


Figure 08: Emplacement des stations climatiques de Précipitations

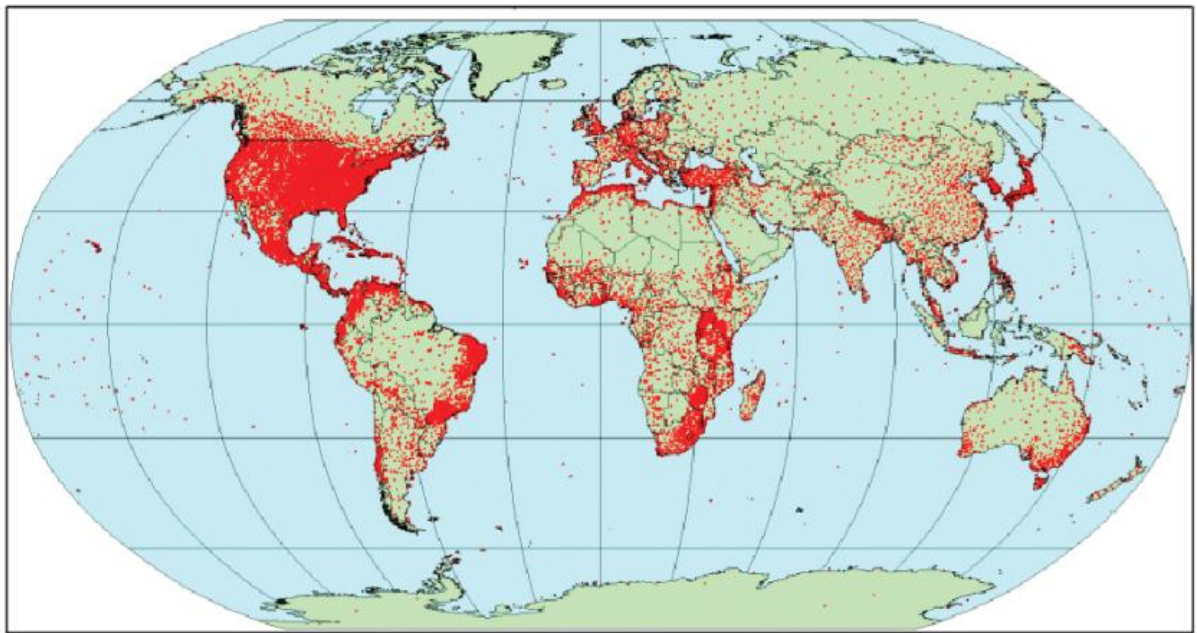


Figure 09: Emplacement des stations climatiques de Températures moyennes

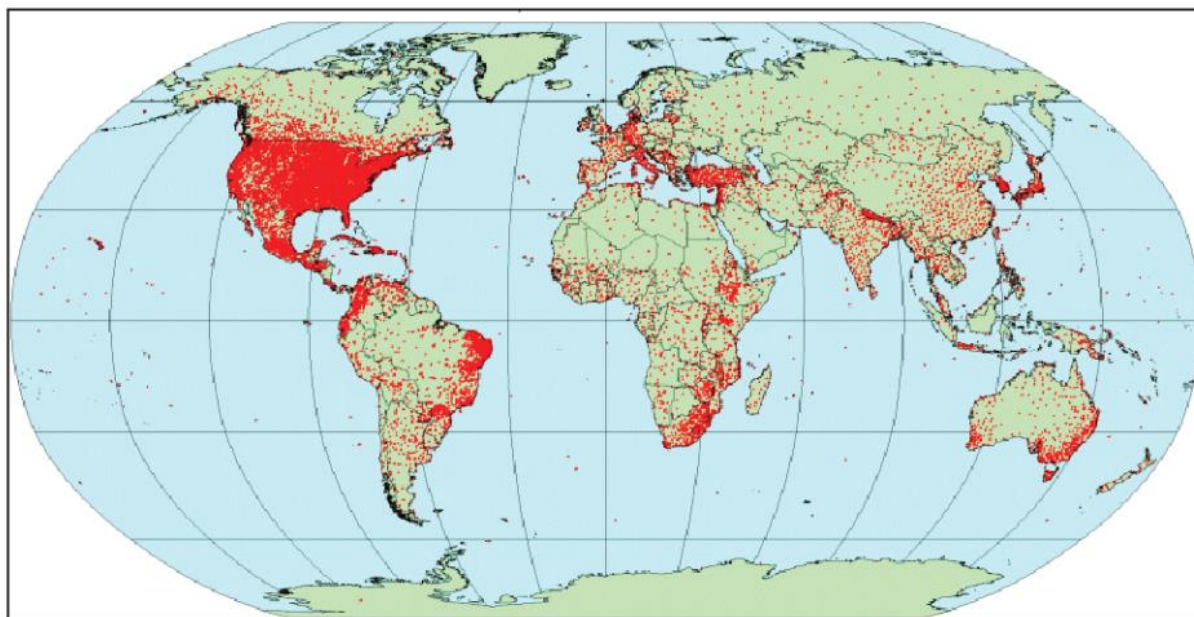


Figure 10: Emplacement des stations climatiques de Température max et Température min

3.2.2. Le site Infoclimat

Infoclimat est une association loi de 1901 à but non lucratif d'intérêt public¹, Créée en 2003. Elle vise à rendre les connaissances sur la météo et le climat accessibles et à encourager le partage et les échanges sur ces sujets.

Les objectifs affichés de l'association sont de :

- Créer un commun numérique libre de données météorologiques et climatologiques, qu'elles soient produites par les passionnés et citoyens, ou par les institutions publiques qui mettent à disposition des données sous licence libre ;
- Vulgariser la climatologie et la météorologie ;
- Promouvoir l'échange des connaissances.

Le site regroupe différentes sources de données météorologiques, à l'échelle mondiale, et possède une base de données de plus de 6 milliards d'enregistrements climatiques. Grâce à des outils d'exploitation des séries de données, il est possible de visualiser les variations climatiques.

En complément des stations météorologiques officielles et de celles installées par les contributeurs du site internet, l'association installe son propre matériel. En 2022, il s'agit d'une

Chapitre 02 : Approche Méthodologique

trentaine de sites de mesure, dont le Mont Ventoux9, qui a été réinstrumenté en 2015, après avoir été créé par la Météorologie Nationale en 1930 puis fermé en 1967.

En fonction des données fournies par le site infoclimat nous avons élaboré une courbe qui montre les dates des gelées / chaleur pendant la période 1980-2024.



Figure 11 : exemple de présentation de Température mensuel dans le site infoclimat

Depuis le site infoclimat nous avons obtenus la Température mensuel de chaque année pendant la période 2004-2024 et on a calculé le taux de la Température minimal de chaque saison hivernale depuis l'hiver 2004-2005 jusqu'à l'hiver 2023-2024 :

$$\text{Taux Tmin de chaque saison hivernale} = \Sigma \text{Tmin (nov+ déc+ jan+ fév + mars + avr)} / 6$$

Tableau 03 : Le taux de Température minimal de chaque saison hivernal en Constantine.

Saison	Tmin moyenne	Saison	Tmin moyenne
2004-2005	4.33	2014-2015	4.76
2005-2006	4.7	2015-2016	4.88
2006-2007	5.06	2016-2017	5.18
2007-2008	3.58	2017-2018	4.63
2008-2009	3.88	2018-2019	3.85
2009-2010	5.22	2019-2020	4.75
2010-2011	4.78	2020-2021	5.15
2011-2012	4.12	2021-2022	4.18
2012-2013	4.73	2022-2023	4.52
2013-2014	4.5	2023-2024	5.85

3.2.3. Le site Climate-data

Climate-data c'est un site où tous leur données climatiques sont basées sur les données du CEPMMT. Le modèle possède plus de 1,8 milliard de points de données et une résolution de 0,1 à 0,25. Ces données météorologiques ont été collectées entre 1991 et 2021 pour les variables température, précipitations, température de l'eau, humidité, jours de pluie. Les heures d'ensoleillement utilisent la période 1999-2019

Les graphiques et tableaux sont générés à partir des informations du service Copernicus sur le changement climatique entre 1991 et 2021. Ces données seront également actualisées de temps en temps. La dernière actualisation a eu lieu en mai 2022. La précédente actualisation a eu lieu en février 2021. Tous nos graphiques et ensembles de données peuvent être utilisés sous cette licence. Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). L'attribution nécessite un lien valide vers le site Web sur lequel les données ou les graphiques sont extraits : par ex. Données climatiques Londres de Climate-Data.org.

TABLEAU CLIMATIQUE ALI MENDJELI

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sep- tembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	6.4	6.8	10.1	13.3	17.3	22.4	26.1	25.7	21.4	17.5	11.2	7.5
Température minimale moyenne (°C)	1.7	1.8	4.5	7.3	10.9	15.3	18.6	18.7	15.8	12.1	6.6	3.2
Température maximale (°C)	11.8	12.4	16.2	19.8	24.1	29.7	34	33.4	28.2	23.8	16.6	12.7
Précipitations (mm)	50	45	52	55	53	20	9	21	33	39	44	48
Humidité(%)	75%	73%	70%	67%	62%	51%	43%	46%	58%	62%	70%	75%
Jours de pluie (jrée)	7	6	7	7	6	4	2	4	6	6	6	6
Heures de soleil (h)	5.7	6.3	7.8	9.0	10.4	12.3	12.6	11.7	9.7	8.2	6.4	5.5

Data: 1991 - 2021 Température minimale moyenne (°C), Température maximale (°C), Précipitations (mm), Humidité, Jours de pluie. Data: 1999 - 2019: Heures de soleil

Figure 12 : exemple de présentation des données climatiques pour une région par le climate-data

Sur la base des informations fournies par le site, nous avons collecté les données d'humidité dans un tableau qui représente la proportion d'humidité mensuelle pour quelques stations (Constantine, Ali Mendjeli, Sissaoui, El Khroub, Hamma Bouziane) dans la wilaya de Constantine pendant (1991 – 2021).

3.2.4. Le POWER Data Access Viewer

Le POWER Data Access Viewer contient des paramètres météorologiques et solaires géospatiaux formulés pour l'évaluation et la conception de systèmes d'énergie renouvelable.

Widgets de carte : Découvrez divers widgets pour les outils de cartographie, d'analyse et de téléchargement de données.

Le widget « **POWER Single Point Data Access** » permet aux utilisateurs finaux d'accéder aux données moyennes quotidiennes pour des plages de dates et des paramètres spécifiques pour un seul site. Les utilisateurs finaux peuvent afficher des graphiques interactifs, des tableaux de données et télécharger divers formats de fichiers tabulaires et géospatiaux.

Le widget « **POWER Global Downloads** » donne accès aux ensembles de données de climatologie $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ degré pour l'ensemble du globe.

Le widget « **POWER Layer List** » offre aux utilisateurs la possibilité de visualiser les paramètres climatologiques globaux de POWER sur une carte quadrillée.

Le widget « **POWER Reports** » offre aux utilisateurs la possibilité de générer des rapports et des données climatologiques personnalisés par point unique (lat/lon)

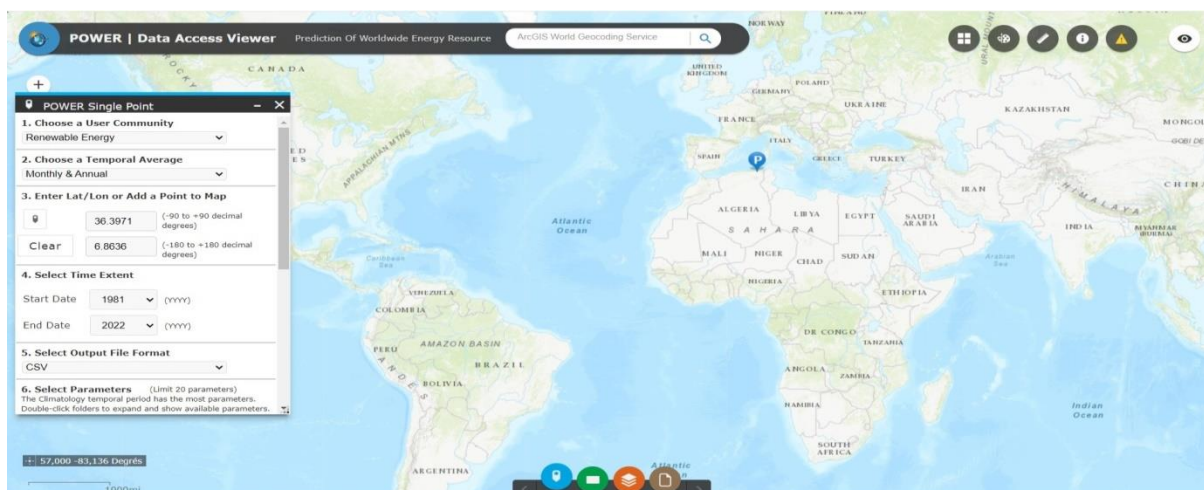


Figure 13 : exemple d'extrait des données climatique par le POWER Data Access Viewer

Depuis de le POWER Data Access Viewer on extrait un tableau qui représente le taux d'humidité pour chaque année dans un point a la commune de Constantine.

Tableau 04 : le taux d'humidité pour chaque année dans un point à la commune de Constantine durant (1990-2022).

Année	Humidité%	Année	Humidité%
1990	67.31	2007	68.75
1991	70.19	2008	67.0
1992	69.81	2009	69.25
1993	66.81	2010	67.12
1994	64.06	2011	70.5
1995	68.31	2012	67.38
1996	68.94	2013	68.88
1997	65.94	2014	64.19
1998	68.31	2015	68.06
1999	66.12	2016	64.88
2000	64.56	2017	62.75
2001	64.19	2018	70.25
2002	64.19	2019	68.06
2003	70.62	2020	64.94
2004	69.75	2021	63.38
2005	71.38	2022	59.0
2006	65.62		

3.3. Outils et Logiciels utilisés

3.3.1. Logiciels utilisés ArcGIS (V 10.8)

ArcGIS est un ensemble de logiciels de géoinformation (ou SIG) développés par l'entreprise américaine Esri (Environmental Systems Research Institute, Inc.).

Ce système se compose de diverses plateformes qui offrent aux utilisateurs des SIG la possibilité de les utiliser qu'ils soient bureautiques, web ou mobiles, pour de travailler ensemble et de partager des informations géographiques.

Selon l'ESRI ArcGIS Users Guide (2015), ArcGIS Desktop est un système complet, intégré et à géométrie variable qui a été conçu pour satisfaire les besoins d'une grande diversité d'utilisateurs SIG. Cela nous permet de :

- Créer, partager et utiliser des cartes intelligentes
- Rassembler les informations géographiques
- Créer et gérer des bases de données géographiques
- Résoudre des problèmes avec l'analyse spatiale
- Créer des applications basées sur la carte

Communiquer et partager des informations grâce à la puissance de la géographie et de la visualisation.

3.3.2. Logiciels utilisés Excel

Excel est un tableur appartenant à la famille Microsoft Office, développé et distribué par Microsoft. Il offre diverses caractéristiques, dont les principales sont le calcul, la visualisation des résultats des calculs sous forme de graphiques et l'analyse des résultats.

Excel a été utilisé dans ce travail pour La création des graphes et des courbes à partir des résultats de calcul.

Chapitre 03 : Résultat et Discussion

Chapitre 03 : Résultats et Discussion

1. Cartographie numérique des Températures minimal

Dans cette section, nous nous concentrons sur la reproduction des caractéristiques observées des températures minimales en utilisant le système d'information géographique (SIG). La méthode géostatistique est utilisée pour la cartographie numérique des températures minimales à l'échelle mensuelle, les résultats nous donneront la possibilité d'évaluer les températures minimales mensuelles en n'importe quel point de la région d'étude, ainsi que de mettre en évidence les zones potentiellement propices l'arganier en considérant un de ses facteur limitant : les températures minimales.

1.1. Température minimal mensuelle

1.1.1. La saison automnale

La répartition des températures minimales de la wilaya de Constantine est illustrée par la figure (14), pour le mois de novembre.

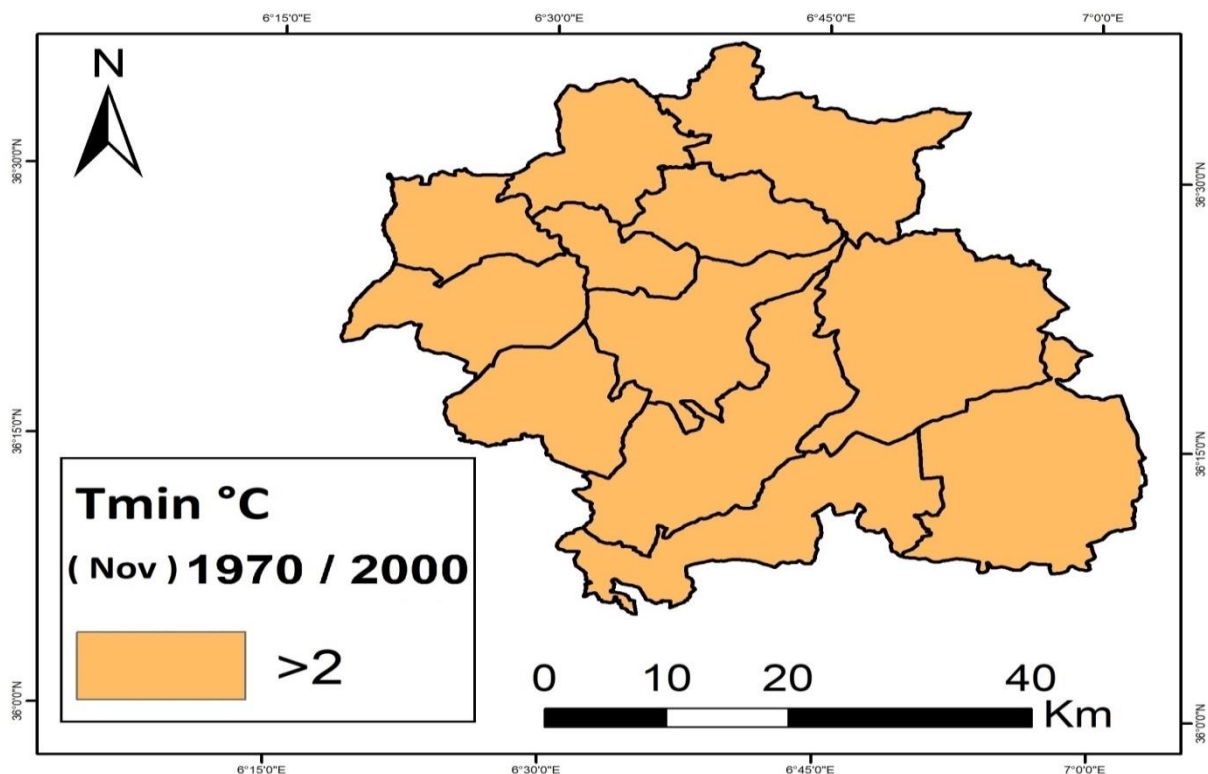


Figure 14 : Répartition des Températures minimal du mois de novembre dans la wilaya de Constantine

Selon cette première carte, l'ensemble de la wilaya est au-dessus de la température minimale critique pour l'arganier $2,6^{\circ}\text{C}$ selon (Ethali, Hammou.2022).

1.1.2. La saison hivernale

Les figures 15, 16 et 17 représentent la répartition des Températures dans la wilaya de Constantine, respectivement pour les mois d'hiver : décembre, janvier et février.

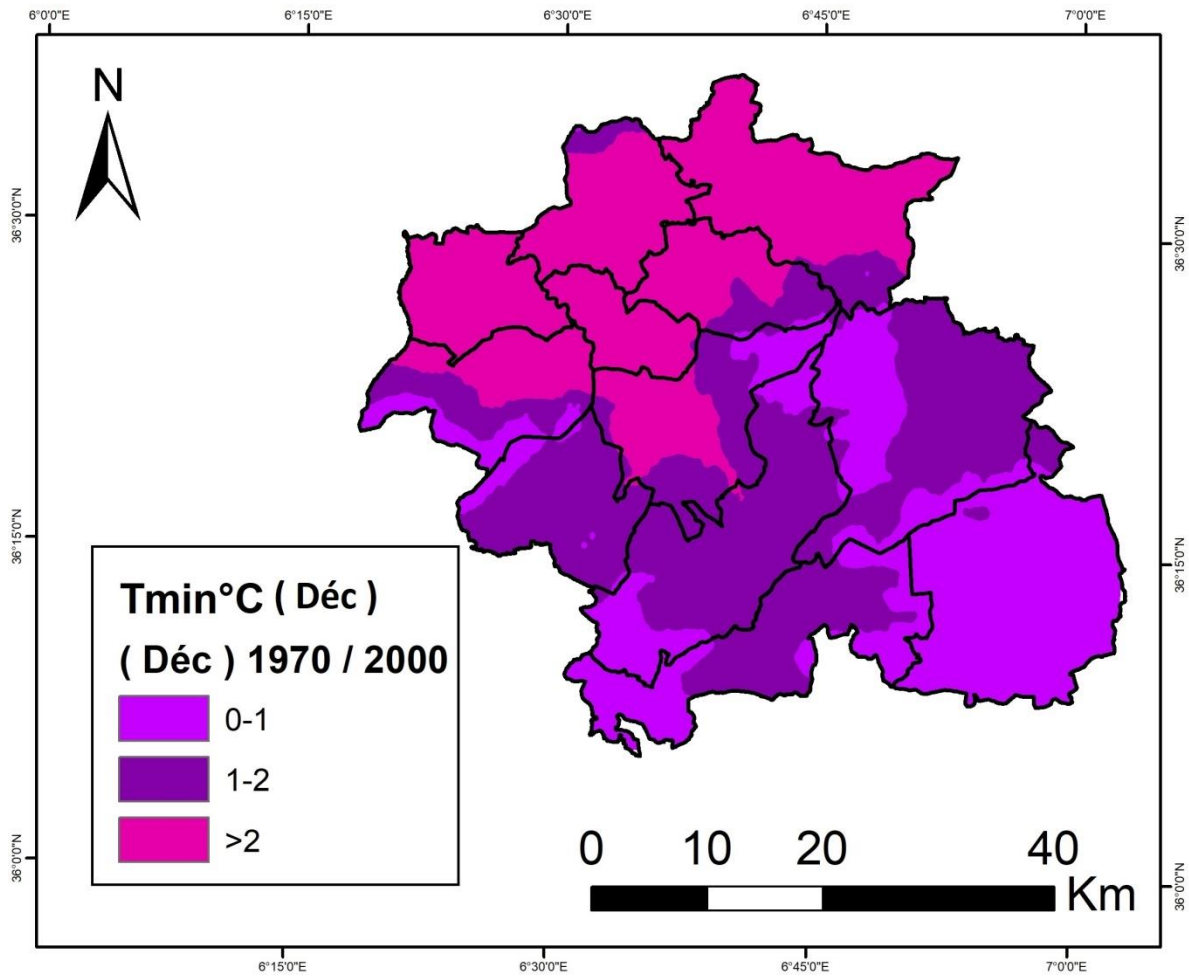


Figure 15 : Répartition des Températures minimal du mois de Décembre dans la wilaya de Constantine

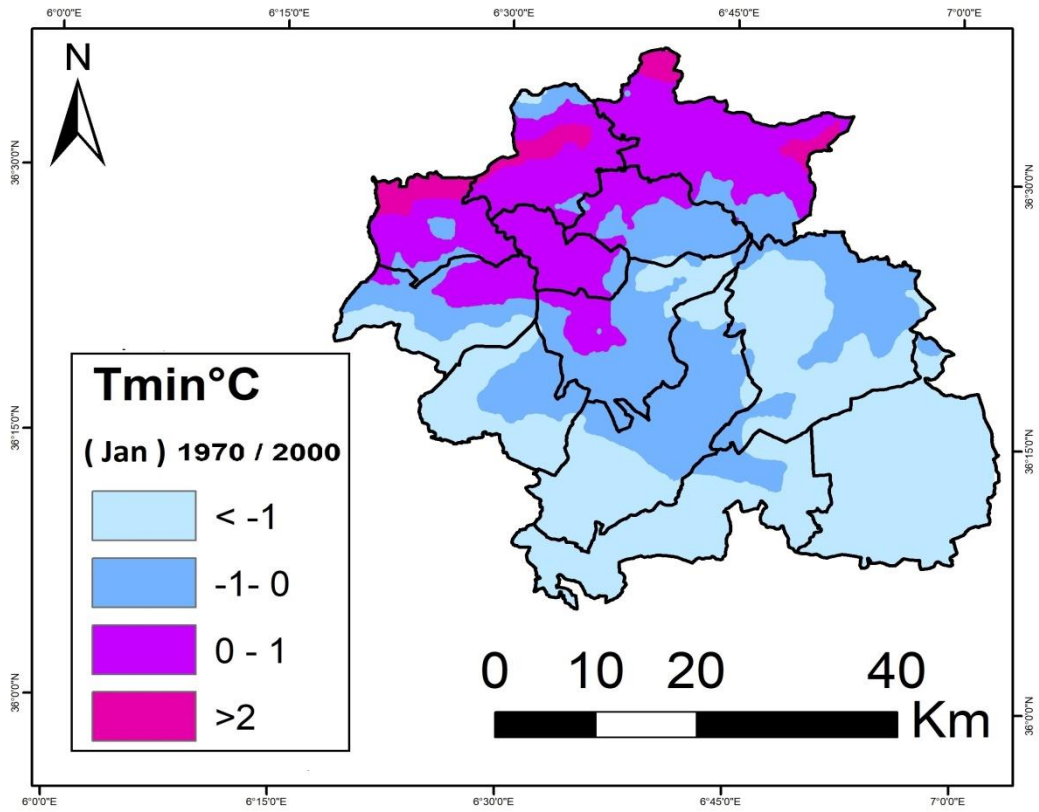


Figure 16 : Répartition des Températures minimal du mois de Janvier dans la wilaya de Constantine

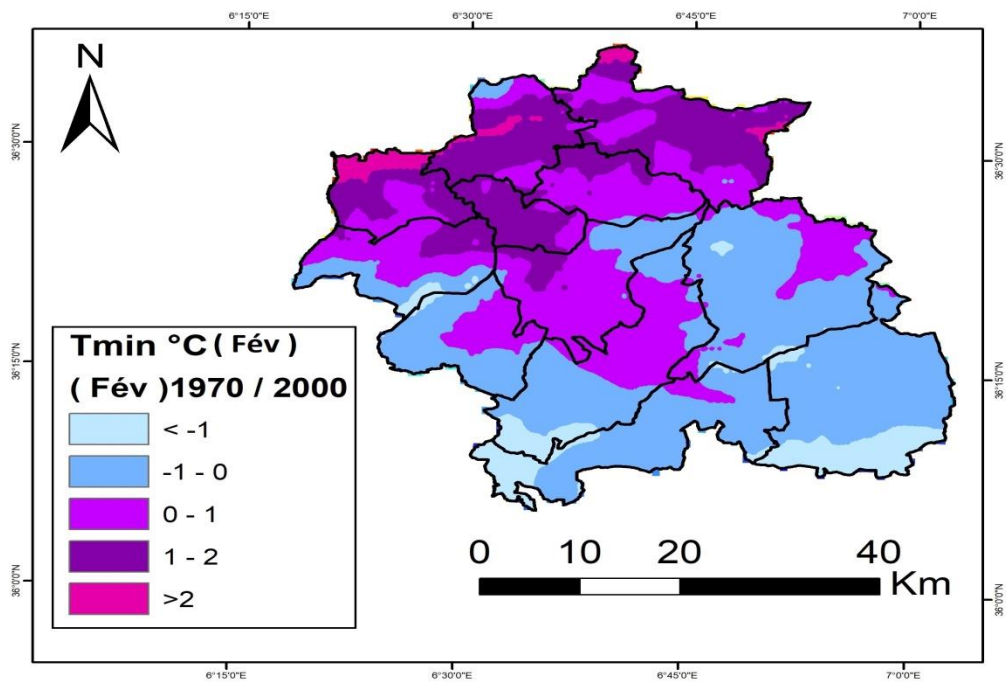


Figure 17 : Répartition des Températures minimal du mois de Février dans la wilaya de Constantine

La saison hivernale est généralement marquée par de très faibles températures minimales, en-dessous de la température minimale critique pour l'arganier $2,6^{\circ}\text{C}$ selon (Ethali,Hammou.2022)., sur l'ensemble de la wilaya, mise à part, une petite zone au nord-ouest de la wilaya.

1.1.3. La saison printanière

Les figures 18, 19 représentent la répartition des Températures minimal dans la wilaya de Constantine, respectivement pour les mois de printemps : Mars, Avril.

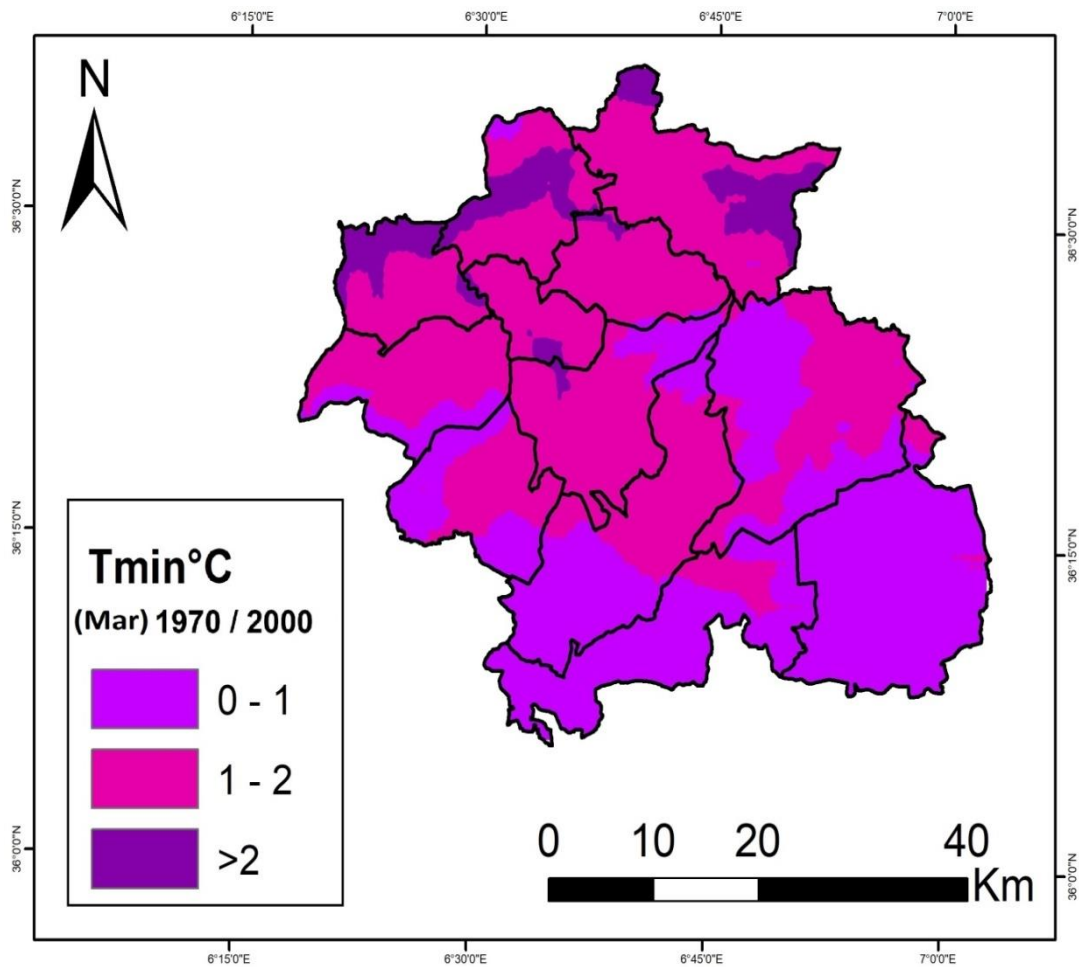


Figure 18 : Répartition des Températures minimal du mois de Mars dans la wilaya de Constantine

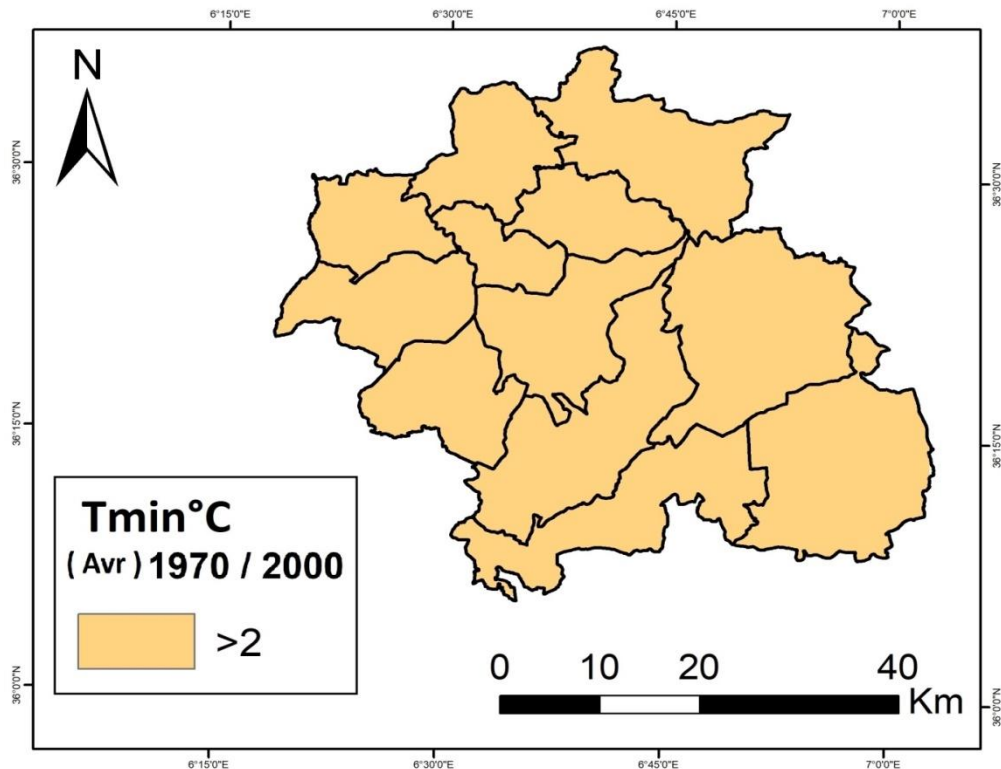


Figure 19 : Répartition des Températures minimal du mois d’Avril dans la wilaya de Constantine

Le mois de mars, contrairement à avril, est marqué par une température minimal en-dessous de la température minimale critique pour l’arganier 2,6°C selon (Ethali,Hammou.2022).

1.1.4. Discussion concernant les températures minimales

Les mois les plus froids pourraient être fatales à l’arganier, puisqu’ils présentent des températures minimales en-dessous de son seuil de tolérance.

2. La spatialisation d’humidité

Dans cette section, nous nous concentrons sur la production des caractéristiques observées de l’humidité en utilisant le site *climate-data*. La méthode géostatistique est utilisée pour connaître l’humidité à l’échelle mensuelle, les résultats nous donneront les zones potentiellement propices à l’arganier en considérant un autre facteur limitant : l’humidité relative de l’air.

Tableau 05 : L'd'humidité relative de l'aire mensuelle pour quelques stations de la wilaya de Constantine (1991-2021) (source : *climate-data*)

	janvier	Février	Mars	avril	Mai	juin	juillet	Aout	sept	Octobre	Novembre	Décembre
Constantine	75%	74%	71%	68%	63%	52%	44%	47%	59%	62%	69%	75%
Ali Mendjeli	75%	73%	70%	67%	62%	51%	43%	46%	58%	62%	70%	75%
Sissaoui	75%	73%	69%	66%	62%	50%	43%	46%	58%	61%	69%	75%
El Khroub	75%	73%	69%	66%	62%	50%	43%	46%	58%	61%	69%	75%
Hamma Bouziane	75%	74%	71%	68%	63%	52%	44%	47%	59%	62%	69%	75%

Le premier constat, est que les stations présentent des taux d'humidité assez proches. Puis selon la littérature l'arganier nécessite une humidité supérieure à 90% (Nouaïm, 1994) dû à l'influence de l'océan Atlantique, mais nous constatons qu'à Constantine durant l'été, l'humidité chute à un taux avoisinant les 45 %, ce qui pourrait constituer une entrave à la plantation et au développement de l'arganier.

3. Contexte des changements climatiques

3.1. Evolution des températures minimales

La figure 20 montre l'évolution des moyennes des températures minimales des six mois les plus froid (2004 - 2024).

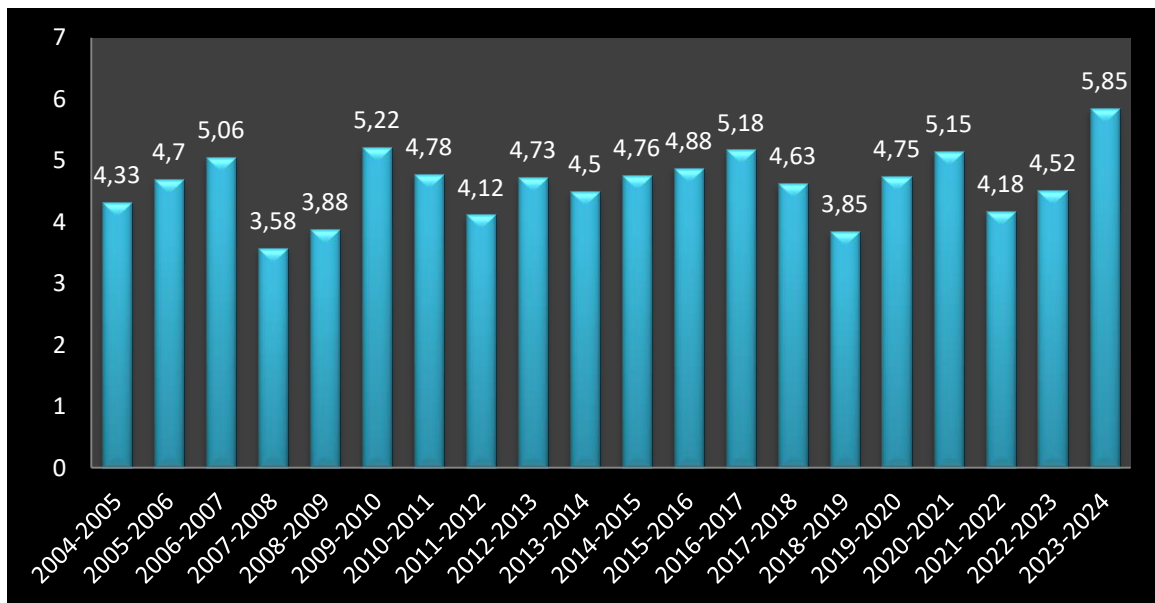


Figure 20 : Moyennes des Température minimales des six mois les plus froids (2004-2024) selon Le POWER Data .

D'après la figure 20 nous remarquons des fluctuations des taux de Tmin pour les six mois les plus froids (2004 - 2024), ce qui rend difficile de conclure quoi que ce soit de la tendance des Tmin dans le contexte actuel des changements climatiques. Il est à noter que le réchauffement climatique pourrait s'observer plus pour les mois d'été que pour les mois d'hiver, qui par ailleurs a tendance à devenir un peu plus doux (et aride) qu'auparavant.

3.2. Evolution de l'humidité

D'après la figure 21 nous remarquons des fluctuations des taux d'humidité durant la période 1990 – 2022, on ne constate ni augmentation ni diminution pour la période considérée. Cela ne rejoint pas le ressenti de la population de la ville qui parle d'une augmentation de l'humidité, ni des études sur le climat méditerranéen qui parlent aussi d'une augmentation de l'humidité à une échelle régionale. Cela nécessite probablement une investigation sur le terrain plus précise.

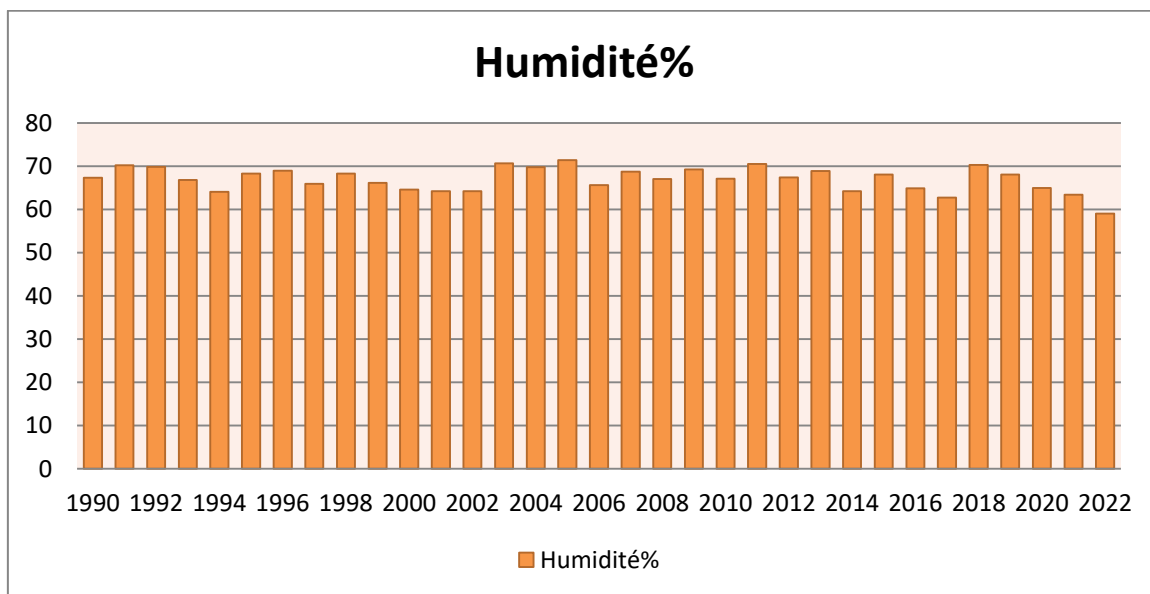


Figure 21 : Evolution de l'humidité pour la commune de Constantine (1990-2022) selon Le POWER Data.

3.3 Discussion sur l'évolution des minimas et de l'humidité

Il est à noter que ces deux paramètres nécessitent une étude sur terrain plus précise, néanmoins la tendance qui ressort ne présage pas qu'avec les changements climatiques les conditions pourraient devenir plus favorables à la plantation de l'arganier.

4. Les jours de gelées

La figure suivante montre le troisième facteur limitant pour l'arganier, à savoir les gelées, durant la période 1980 – 2024 dans la wilaya de Constantine.

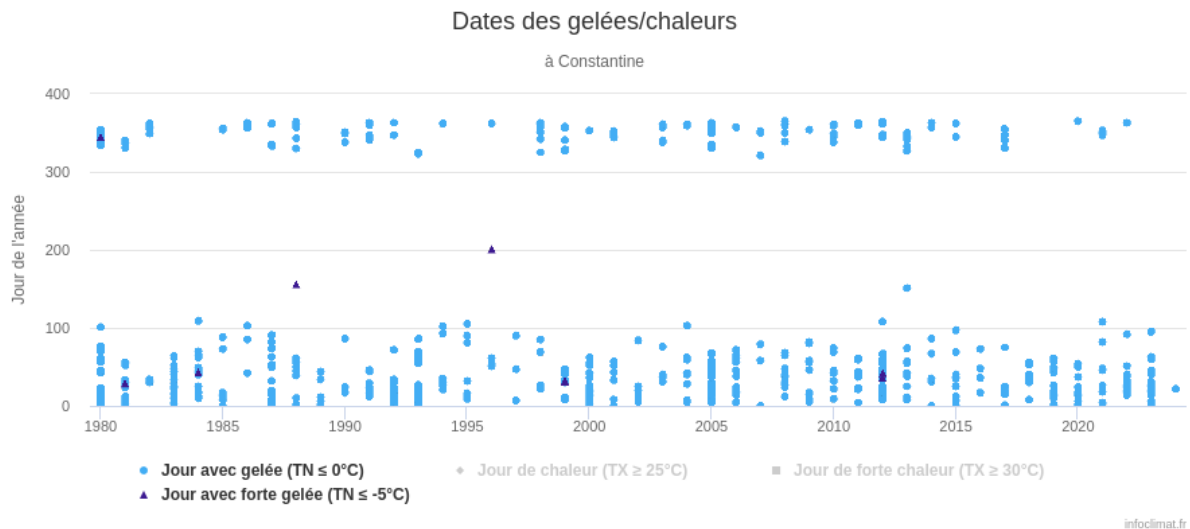


Figure 22 : Les jours de gelée entre 1980 – 2024 selon infoclimat.

D'après la figure 22 nous remarquons des fluctuations des jours avec gelées (1980-2024) difficile de parler d'une augmentation ou d'une diminution, même si on remarque des périodes avec diminution des gelées automnales.

Plusieurs processus météorologiques sont à l'origine des gelées, d'où les différents types :

- **Les gelées blanches :** Elles apparaissent lorsque qu'il-y-a un fort taux d'humidité dans l'air ambiant associé à un froid intense. Le givre se forme alors à la surface des plantations leur donnant cet aspect blanc. C'est pour cela qu'on les appelle des gelées blanches.
- **Les gelées noires :** Elles apparaissent lorsque l'air est sec. En effet, le faible taux d'humidité ambiant, ne permet pas à l'eau de se condenser sur la plante. La couche de glace protectrice ne peut donc pas se former et le froid sec s'insinue directement dans la structure moléculaire des plantes, détruisant les tissus internes. Ce phénomène donne à la plante cette couleur sombre tirant sur le noir, qui précède sa destruction totale.
- **Le gel d'advection :** Ce type de gel se forme lors de l'apparition soudaine de grandes masses d'air froid très épaisses pouvant atteindre jusqu'à 2 kilomètres. La particularité de ce gel est qu'il est issu d'une inversion thermique qui induit un réchauffement de l'air avec l'altitude. L'air froid est donc "coincé" dans les zones les plus basses.

- **Le gel par radiation** : Il trouve son origine dans un refroidissement du sol suite au transfert de sa chaleur vers l'atmosphère durant la nuit. C'est un processus connu sous le nom de radiation. Ce type de gel n'apparaît que dans certaines conditions. Il ne faut pas qu'il y ait de vent car celui-ci interromprait la radiation. Il faut également que la nuit ait été longue et que la température du jour précédent ait été très basse. Les fonds de vallées sont très propices à ce type de gel. Mais ce qui caractérise réellement le gel par radiation, c'est l'inversion thermique qui se produit.
- **Le gel par évaporation** : Dans les processus d'évaporation, la température des plantes baisse de façon notable lorsque l'eau qui les recouvre s'évapore. L'eau s'évapore principalement à l'aube lors de la rosée du matin produisant alors ce type de gelées.

Selon la période à laquelle elles se produisent, les gelées peuvent être :

- **Les gelées de printemps** : Elles sont fréquentes lorsqu'il y a une baisse de la température ambiante. Au cours du cycle annuel, elles affectent surtout les cultures dans la phase d'ouverture des bourgeons.
- **Les gelées automnales** : Les gelées automnales sont parfois appelées gelées précoces et peuvent endommager les cultures. Elles peuvent en effet interrompre les processus de formation des fleurs et la phase de maturation des fruits. Elles influencent le volume de la production agricole pendant les mois suivant l'été.
- **Les gelées hivernales** : Elles se produisent pendant l'hiver lorsque la température ambiante diminue beaucoup. Elles affectent surtout les arbres aux caractéristiques pérennes.

NB : Les gelées constituent un facteur limitant pour l'arganier, donc elles pourraient constituer une entrave sérieuse à sa plantation à Constantine. Il suffit pour certains genres de plante (comme certaines espèces de Fucus) d'une gelée pour être brûlé par le froid. Reste à déterminer le nombre de gelées que pourraient supporter un arganier.

5. Synthèse

5.1. Facteurs édaphiques

L'Arganier est une essence qui semble être indifférente à la structure physico-chimique des substrats du sol, il pousse sur tous types de sols, y compris les sols salés, on le retrouve également sur les schistes, les roches calcaires et les alluvions.

Donc du point de vue édaphique le type de sol n'est pas déterminant de le choix d'une zonation propice à l'arganie dans la wilaya de Constantine

5.2. Facteurs climatiques

Nos résultats montrent que les trois facteurs climatiques et limitants pour l'arganier constituent une entrave à sa plantation dans l'ensemble de la wilaya de Constantine, à savoir :

- Les minimas : en-dessous de sa température minimale critique pour les mois les plus froids ($2,6^{\circ}\text{C}$) selon (Ethali,Hammou.2022) ;
- L'humidité : Surtout celle de l'été, trop basse (45 %) dans l'ensemble de la wilaya ;
- Et les gelées : assez fréquents pour une espèce qui ne les supporte pas.

Conclusion

Conclusion :

L'arganier est certainement une essence à grand intérêt écologique et économique. Notre étude a consisté à évaluer la pertinence et la faisabilité de sa plantation dans la wilaya de Constantine, en s'appuyant sur une synthèse bibliographique pour connaître ses exigences écologiques et repérer ses facteurs limitants d'une part, et spatialiser et étudier l'évolution de ses facteurs à Constantine d'autres part.

Nos résultats montrent que les trois facteurs climatiques et limitants pour l'arganier constituent une entrave à sa plantation dans l'ensemble de la wilaya de Constantine, à savoir :

- Les minimas : en-dessous de sa température minimale critique pour les mois les plus froids (2,6°C) selon (Ethali,Hammou.2022) ;
- L'humidité : Surtout celle de l'été, trop basse (45 %) dans l'ensemble de la wilaya ;
- Et les gelées : assez fréquents pour une espèce qui ne les supporte pas.

Ce travail pourrait peut-être inspirer d'autres études, soit pour proposer une zonation plus propice à l'arganier en fonction de ses exigences, soit pour apporter des solutions quant aux contraintes éventuelles qui pourraient se présenter pour l'entreprise d'une plantation dans des régions hors de ses exigences.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

-A-

- **Adlouni . A . 2010.** L'huile d'argan, de la nutrition à la santé. *Phytothérapie* 8, 89-97.

-B-

- **Barbero, M., Benabid, A., Quezel P., Rivas Martinez S. and Santos A., 1982.** Contribution à l'étude des Acacio-Arganetalia du Maroc sud-occidental. *Document de Phytosociologie*(6): 311-338.
- **Benabid, A., 2000.** Flore et écosytèmes du Maroc: Evaluation et préservation de la biodiversité, Paris, France, 359 pp.
- **BENKHEIRA A., (2009).** L'arganeraie algérienne. N° 9 Juin 2009, Numéro spécial, pp 03-11.
- **Bani-Aameur F.** Phenological phases of *Argania spinosa* (L.) Skeels flower. *For Genetics*. 2000 ;7 : 333-8.
- **BANI AAMEUR F., (2002).** *Argania spinosa* (L) Skeels flowering phenology. *Genetic resources and crop evolution*. 2002 ; 49 : 11-9.
- **Bani Aameur, F. & Sipple Michmerhuizen, J. (2001).** Germination and seedling survival of Argan (*Argania spinosa*) under experimental saline conditions. *Journal of Arid Environments* 49, 533–540.
- **Boudy P. (1952).** Guide forestier en Afrique de Nord. Edition Maison Rustique
- (Paris).
- **Boudy P. (1950)** Monographies et traitements des essences forestières, fascicule 1. Economie forestière nord-africaine, Tome 2. Paris: Larousse.

-C-

- **Cerasoli, Francesco, Paola D'Alessandro, and Maurizio Biondi.** "Worldclim 2.1 versus Worldclim 1.4: Climatic niche and grid resolution affect between-version mismatches in habitat suitability models predictions across Europe." *Ecology and evolution* 12.2 (2022): e8430.

-J-

- **Jaccard, P.**, "L'Arganier Sapotaceae oléagineuse du Maroc", *Pharmaceutica Acta Helvetiae*, (1926), 203-209.

-G-

- **Garcelon, Laurent, et al.** "Infoclimat: les passionnés au service de la météorologie participative." *La Météorologie* 2018.100 (2018): 111-116.
- **Gana, Mohamed, and Med El Habib Benderradji.** Valorisation des potentialités écologiques dans la wilaya de Constantine. Diss. Université Frères Mentouri-Constantine 1.(2018), pp 40-43 .

-K-

KECHEBAR M.(2016) . CARACTERISATION DE L'ARGANIER (*Argania spinosa* L.) EN ALGERIE ET IMPACT DE LA SALINITE. EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DEDOCTORAT. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Des Frères Mentouri Constantine, pp 20 +112.

-L-

- **L. Ouahmane et al., 2007.** Soil functional diversity and P solubilisation from rock phosphate after inoculation with native or allochthonous arbuscular mycorrhizal fungi, in *Forest Ecology and Management*, vol. 241, pp. 200-208.

-M-

- **M'herit, O., Benzyane, M., Benchekroun, F., El Yousfi, S.M. and Bendaanoun, M., 1998.** L'arganier, une espèce fruitière-forestière à usages multiples., Belgique, 145 pp.
- **M'herit O., BENZEYANE M., BENCHEKROUN F., ELYOUCFI M., BENDAANOUN M., (1998).** L'arganier : une espèce fruitière-forestière à usage multiple. Edition Mardaga, Sprimont (Belgique), 11p.
- **M'herit O, Benzyane M, Benchekroune F. 1998.** L'arganier : une espèce fruitière forestière à usage multiple. Ed Sprimont [Belgique] : Mardaga. p 150.

- **Mokhtari, 2002; Mokhtari et al., 2011; Taou q et al., 2011**
- **Msanda F., Aboudi A. E., Peltier J.-P. (2005).** Biodiversité et biogéographie de l'arganeraie marocaine. 8.
- **Msanda, F., El Aboudi, A. and Jean-Paul, P., 2005.** Biodiversité et biogéographie de l'arganeraie marocaine. Cahiers Agricultures, 14(4): 357 - 364.

-N-

- **Nouaim R., Chaussod R., EL Aboudi A., Schnabel C. (1991).** L'arganier : essai de synthèse des connaissances sur cet arbre. Physiologie des arbres et arbustes des zones arides et semi-arides, Groupe d'étude de l'arbre, Edit. Paris, 1 – 16.
- **Nouaim, R., Chaussod, R., El Aboudi, A., Schnabel, C. et Peltier, J. P.,** "L'Arganier. Essai de synthèse des connaissances sur cet arbre. Physiologie des arbres et arbustes en zone sari des et semi-arides", Groupe d'étude de l'arbre (Paris), (1991) ,373-388.
- **Nouaim R., Chaussod R., El Aboudi A., Schnabel C. et Peltier J. P. (1991).** L'arganier, Essai de synthèse des connaissances sur cet arbre. In : physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides. Ed. Groupes d'études de l'arbre, Paris, pp : 373-388.
- **NOUAIM R., et CHAUSSOD R., (1991).** Les mycorhizes de l'arganier In Colloque International « L'arganier, recherches et perspectives ». Agadir (Maroc), 05/03/1991.
- **Nouaïm, R., 1994.** Ecologie microbienne des sols d'arganeraies: activités microbiologiques des sols et rôle des endomycorhizes dans la croissance et la nutrition de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels). ES Sciences Thesis, Université Ibnou Zohr - Agdir, 193 pp.
- **Nouaim R., Chaussod R. (1994).** Mycorrhizal dependency of two clones of micropropagated Argan tree (*Argania spinosa*) Growth and biomass production, Agroforestry Systems, (27): 53-65.
- **Nouaim, R. (1994).** Ecologie microbienne des sols d'arganeraies : activités microbiologiques des sols et rôle des endomycorhizes dans la croissance et la nutrition de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels). Thèse de doctorat d'Etat, 19 /03/1994, 193p + annexes.
- **Nouaim, R. (2005).** L'arganier au Maroc. Entre mythes et réalités: une civilisation née d'un arbre. Livre p. 17-18. Lavoisier 2000-2009.

-P-

- **Peltier, J.P., 1982.** La végétation du bassin versant de l'Oued Souss (Maroc). Doctorat d'Etat Thesis, Université de Grenoble (France), 201 pp.

-Q-

- **Quezel P., (2000).** Réflexion sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Univ. D'Aix-Marseille III. Paris. Ibis Press, 117p.

-R-

- **Rains, D.W. (1991).** Salinity and alkalinity as an issue in world agriculture. In: Choukr-Allah, R. (Ed.), Plant Salinity Research: New Challenges. pp. 19–31. Agadir, Maroc: Les Editions de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, 380 pp.

-S-

- **Safi, M. Ould, Réda Kechairi, and Benamar Benmahioul.** "Situation sanitaire de l'arganeraie de Tindouf (Algérie): rôle des termites et champignons associés." *Forêt Méditerranéenne* 36.3 (2015): 311-318.
- **Stussi, Isabelle, et al.** "Argania spinosa–." How ecological farming, fair trade and sustainability can drive the research for new cosmetic active ingredients. *Söfw. J* 131 (2005): 46-58.

Année universitaire : 2023-2024

Présenté par : Baha Eddine BOUMECHOUN

Faten BOUCHAIR

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Etude prospective des potentialités de plantation de l'arganier (*Argania spinosa L.*) dans la wilaya de Constantine

Résumé

Notre étude s'inscrit dans le cadre d'une collaboration avec les services forestiers de la wilaya de Constantine qui ont pris part au programme national de valorisation de l'arganier (*Argania spinosa L.*) durant l'année 2023.

Notre approche a été de faire d'abord une synthèse bibliographique des exigences écologiques de l'arganier afin de repérer ses facteurs limitants, puis de procéder d'une part à une spatialisation dans la wilaya de Constantine de ces facteurs, à savoir les minimas des mois les plus froids et de l'humidité relative de l'air en hiver et en été, et d'autre part à une collecte de données climatiques pour connaître l'évolution des minimas, de l'humidité relative de l'air et des gelées.

Nos résultats montrent que les trois facteurs climatiques et limitants pour l'arganier constituent une entrave à sa plantation dans l'ensemble de la wilaya de Constantine : Les minimas qui sont en-dessous de sa température minimale critique pour les mois les plus froids (2,6°C) ; L'humidité qui est trop basse dans l'ensemble de la wilaya, surtout en été (45 %) ; Et les gelées, qui sont assez fréquents pour une espèce qui ne les supporte pas.

Mots-clefs : *Argania spinosa L.*, Constantine, Facteurs limitants, Etude prospective

Laboratoire de : Développement et Valorisation des Ressources Phytogénétiques

Président du jury : Dr KERROUCHE Ibrahim (MAB / PROF - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : Dr MELIANI Aziz (MAB/ PROF - UFM Constantine 1).

Examineur(s) : Dr ARFA Azzedine Mohamed Touffik (MCB / PROF – UFM Constantine 1),