



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITÉ KASDI MERBAH – OUARGLA
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Sciences de l'Environnement et Aquaculture

Mémoire de Fin d'Études
Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière

Spécialité : Écologie végétale et environnement

Présenté par :

Mlle **GOUARAH YAMINA**

Thème :

Effets du changement climatique sur la flore des palmeraies
(cas de la région de Ouargla)

Soutenu publiquement le : [17/06/2026]

Devant le jury :

Qualité	Nom et Prénom	Grade	Établissement
Président	KORICHI Raouf	MCA	UKM Ouargla
Examineur	HANNANI Amina	MCB	UKM Ouargla
Encadrant	DJELLABI Bouthayna	MCB	UKM Ouargla
Co-Encadrant	BAZZINE Meriem	MCB	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2025/2026

Remerciements

Je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à Mme Djellabi Bouthayna et à Mme Bazzine Meriem pour leurs précieux conseils, leurs sages recommandations et leur soutien constant.

Je tiens également à adresser mes sincères remerciements à tous les professeurs de l'Université de Kasdi Merbah – Ouargla, et en particulier aux professeurs des sections de Sciences de la Nature et de la Vie, pour la qualité de leur enseignement.

Je remercie également Melle. Hannani. A et Mr. Korichi. R d'avoir accepté de soutenir cette mémoire.

Je tiens également à adresser mes sincères remerciements aux agents de la sous-direction de l'agriculture de la circonscription de Sidi Khouiled pour leur aide précieuse et les facilités qu'ils nous ont accordées.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué, directement ou indirectement, à la réalisation de ce travail.



Dédicace

À Dieu le Tout-Puissant

Qui m'a donné la force, la volonté et la patience d'accomplir ce travail.

À ma très chère mère,

Source de tendresse, de courage et de sacrifice. Puisse ce travail être le fruit de tes prières.

À mon cher père,

Pour son soutien indéfectible, ses encouragements et ses sacrifices tout au long de mon parcours.

À mes chers frères et sœurs,

Pour leur affection et leur présence à mes côtés.

À toute ma famille et mes amis,

**À tous ceux qui m'ont aidé, de près ou de loin,
*Je dédie ce modeste travail.***

Effets du changement climatique sur la flore des palmeraies (cas de la région de Ouargla)

Le changement climatique a un impact direct sur le secteur agricole, garant de notre sécurité alimentaire, et provoque de graves crises alimentaires. Afin d'évaluer l'ampleur de cet impact sur les cultures et le système agricole des oasis de Ouargla, dans le désert, et d'identifier leurs mécanismes d'adaptation, nous avons adopté une méthodologie en quatre étapes comprenant : la collecte de données climatiques historiques auprès de l' Office National de la Météorologie, l'application de tests statistiques et d'indicateurs climatiques (test de Mann-Kendall, le coefficient de Pearson et l'indice de sécheresse de Martonne), la réalisation d'une enquête de terrain auprès de 30 palméristes dans des exploitations traditionnelles et des exploitations de mise en valeur, et enfin l'évaluation des dommages agricoles et mécaniques afin de proposer des stratégies d'adaptation durables. Les analyses statistiques ont révélé une hausse significative des températures de (1,87 °C) pour les températures maximales par décennie, avec un changement climatique marqué en 2010, ainsi qu'une forte baisse des précipitations contrastant avec une stabilité générale des vents ponctuée de violentes tempêtes saisonnières. De même, l'indice de sécheresse estimé à (0,8) a confirmé le caractère aride et chronique de la région au cours des trois dernières décennies, ce qui correspond parfaitement aux observations des agriculteurs ; sur le terrain, ces changements se sont traduits par une aggravation du stress hydrique, une détérioration de la qualité des dattes, la prolifération de ravageurs tels que (*Oligonychusafrasiaticus*) , ainsi que des dommages mécaniques aux serres, ce qui nécessite l'adoption de stratégies d'adaptation institutionnelles et techniques pour protéger ce précieux patrimoine oasien.

Mots-clés : changement climatique, Ouargla, palmeraies, impact, cultures, stratégies adaptatives.

آثار تغير المناخ على النباتات في بساتين النخيل (حالة منطقة ورقلة)

يؤثر التغير المناخي العالمي بشكل مباشر على القطاع الزراعي، الضامن لأمننا الغذائي، مسبباً أزمات غذائية خطيرة. ولتقييم حجم هذا التأثير على المحاصيل والنظام الزراعي لوحدات ورقلة الصحراوية وتحديد آليات تكيفها، اعتمدنا منهجية رباعية الخطوات تشمل: جمع البيانات المناخية التاريخية من الديوان الوطني للأرصاد الجوية، تطبيق اختبارات إحصائية ومؤشرات مناخية (اختبار مان-كيندال، معامل بيرسون، ومؤشر الجفاف لمارتون)، إجراء مسح ميداني شمل 30 مزارعاً للنخيل في المستثمرات التقليدية ومستثمرات الاستصلاح، وأخيراً تقييم الأضرار الزراعية والميكانيكية لاقتراح استراتيجيات تكيف مستدامة. أظهرت التحليلات الإحصائية ارتفاعاً معنوياً في درجات الحرارة بمعدل (1.87°C) في الدرجات القصوى لكل عقد، مع تحول مناخي بارز في عام 2010، وتراجع حاد في الأمطار مقابل استقرار عام للرياح تتخلله عواصف موسمية عنيفة. كما أكد مؤشر الجفاف المقدر بـ (0.8) الطابع القاحل والمزمن للمنطقة خلال العقود الثلاثة الماضية، وهو ما تطابق تماماً مع تمثيلات المزارعين؛ حيث تُرجمت هذه التغيرات ميدانياً في تفاقم الإجهاد المائي، تدهور جودة التمور، انتشار الآفات كحشرة البوفاروة، وأضرار ميكانيكية بالبيوت البلاستيكية، مما يستدعي تبني استراتيجيات تكيف مؤسسية وتقنية لحماية هذا الإرث الواحاتي الثمين.

الكلمات المفتاحية: التغير المناخي، ورقلة، غابات النخيل، تأثير، المزروعات، استراتيجيات التكيف.

ABSTRACT

Effects of Climate Change on the Flora of Palm Groves (Case the Ouargla Région)

Climate change has a direct impact on the agricultural sector—which ensures our food security—and causes severe food crises. To assess the extent of this impact on crops and the agricultural system in the Ouargla oases in the desert, and to identify their adaptation mechanisms, we adopted a four-step methodology comprising: the collection of historical climate data from the National Meteorological Office, the application of statistical tests and climate indicators (the Mann-Kendall test, Pearson's correlation coefficient, and the Martonne drought index), conducting a field survey of 30 date palm farmers on traditional and development farms, and finally, assessing agricultural and mechanical damage in order to propose sustainable adaptation strategies. Statistical analyses revealed a significant increase of 1.87°C in maximum temperatures per decade, with a marked climate shift around 2010, as well as a sharp decline in precipitation, contrasting with generally stable winds punctuated by violent seasonal storms. Similarly, the drought index, estimated at (0.8), confirmed the region's arid and chronic nature over the past three decades, which is fully consistent with farmers' observations; on the ground, these changes have resulted in increased water stress, a decline in date quality, the proliferation of pests such as the Boufaroua pest, and mechanical damage to greenhouses, necessitating the adoption of institutional and technical adaptation strategies to protect this precious oasis heritage.

Keywords : climate change, Ouargla, palm groves, impact, cultures, sustainable strategies.

LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviations	Signification
A.N.R.H	Agence Nationale des Ressources Hydriques
APFA	Accession à la Propriété Agricole Foncière
CCNUCC	La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
DPAT	Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire
DSA	Direction des Services Agricoles
EAI	Exploitation Agricole Individuelle
Em	Indice de l'écart à la moyenne
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GMV	Groupements de mise en valeur
H B A	Hassi Ben Abdallah
H₀	Hypothèse nulle (Absence de tendance)
Ha	Hectare
IDM	Indice d'aridité de De Martonne
ITDAS	L'institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne
Km	Kilomètre
Km²	Kilomètre carré
M	La moyenne mensuelle des températures minimales en °C.
OMM	L'Organisation Météorologique Mondiale
ONM	Office National de la Météorologie
ONU	Organisation des Nations Unies
p (p-value)	Valeur de probabilité
pH	Potentiel d'hydrogène
PP	Précipitations (mm)
Q3	Quotient pluviothermique d'Emberger
Qtx	Quintaux
SAU	Surface Agricole Utile
u(t)	Statistique séquentielle progressive de Mann-Kendall
V (moy)	Vitesse moyenne de vent.
Z	Statistique standardisée du test de Mann-Kendall

LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
Figure 1	Situation géographique de la région d'Ouargla	7
Figure 2	Localisation des stations de suivi sur la carte de la wilaya d'Ouargla (Google Earth, 2026).	19
Figure 3	Vue générale d'une palmeraie de région d'étude.	23
Figure 4	Approche méthodologique	25
Figure 5	Diagramme Ombrothermique de la région d'Ouargla durant trente ans (1994 à 2024)	29
Figure 6	Climagramme d'Emberger de la région d'Ouargla (1995 à 2024)	30
Figure 7	Test de Mann-Kendall séquentiel appliqué simultanément aux températures maximales (TM) et minimales (Tm) dans la cuvette d'Ouargla (1995-2024).	34
Figure 8	Evolution du cumul annuel des précipitations à la région de Ouargla (1995-2024).	35
Figure 9	Évolution interannuelle et tendance de la vitesse moyenne du vent à la station de Ouargla (1995-2024).	36
Figure 10	Tendance de l'évolution linéaire de la température minimale de l'air à Ouargla (Tm) (1995-2024) et sa projection à l'horizon 2055	39
Figure 11	Tendance de l'évolution linéaire de la température maximale de l'air (Tmax) à Ouargla (1995-2024) et sa projection à l'horizon 2055	40
Figure 12	Tendance de l'évolution linéaire des précipitations à Ouargla (en mm) sur la période (1995-2024) et son extrapolation à l'horizon 2055.	41
Figure 13	Répartition de l'expérience des agriculteurs par régions d'études.	44
Figure 14	Répartition des palmeraies selon le statut foncier dans la région d'Ouargla.	45
Figure 15	Emplacement des exploitations agricoles	45
Figure 16	Taux de perception de la hausse des températures par les agriculteurs dans la région d'Ouargla.	46
Figure 17	Taux de perception de la diminution des précipitations par les agriculteurs dans la région d'Ouargla.	47
Figure 18	Taux de perception de l'augmentation des vents de la vitesse dans la région d'Ouargla	47

LISTE DES PHOTOS

N°	Titre	Page
Photo 1	Dégâts mécaniques liés aux aléas climatiques sur les cultures protégées.	37
Photo 2	Phénomène d'ensablement et ensevelissement des jeunes palmiers suite aux vents violents et à la défaillance des brise-vents.	37
Photo 3	L'impact des vents violents sur la destruction des brise-vent traditionnels.	38
Photo 4	Impact visuel du déficit hydrique sur le <i>Panicum sp.</i> à l'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne (ITDAS, Hassi Ben Abdellah).	38
Photo 5	Impact de l'échec de la pollinisation (Siche) sur les régimes de dattes	49
Photo 6	Régime de palmier dattier montrant un échec de la pollinisation	51
Photo 7	Altération de la qualité des dattes (Hachef).	52
Photo 8	L'impact de la sécheresse et de la chaleur sur la stimulation de l'activité du (Boufaroua)	52
Photo 9	Utilisation des arbres de Casuarina comme alternative aux brise-vents traditionnels dans les nouvelles exploitations agricoles.	56
Photo 10	Système d'irrigation goutte-à-goutte sous serre pour la préservation des ressources en eau.	56

LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
Tableau 1	Division administrative de la région d'Ouargla	6
Tableau 2	Répartition des cultures dans la wilaya d'Ouargla	12
Tableau 3	Caractéristiques structurales et agro-écologiques des palmeraies étudiées dans la région de Ouargla.	20
Tableau 4	Répartition des cultures dans les stations d'étude	21
Tableau 5	Méthode d'échantillonnage adoptée et répartition des agriculteurs par station	24
Tableau 6	Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales exprimées en (° C).de la région d'Ouargla pour la période (1995-2024).	26
Tableau 7	Précipitations mensuelles exprimées en (mm) durant trente ans (1995-2024)	27
Tableau 8	Évolution des moyennes mensuelles de la vitesse du vent dans la région d'Ouargla (1995-2024)	27
Tableau 09	Classification des climats selon l'IDM	32
Tableau 10	Synthèse des résultats du questionnaire sur la perception des changements climatiques et leurs impacts agricoles selon les différentes zones d'étude à Ouargla	43
Tableau 11	Répartition des adventices et plantes spontanées à travers les stations d'étude	49

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	I
DÉDICACE	II
RÉSUMÉ	III
المخلص	IV
ABSTRACT	V
LISTE DES ABREVIATIONS	VI
LISTE DES FIGURES	VII
LISTE DES PHOTOS	VIII
LISTE DES TABLEAUX.....	IX
TABLE DES MATIÈRES.....	X

INTRODUCTION	1
--------------------	---

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique sur la région de Ouargla

1.1. Situation et limites géographique des régions d'étude	6
1.1.1. Limites géographiques	6
1.2. Facteurs abiotiques des régions d'étude	7
1.2.1. Facteurs édaphiques des régions d'étude	7
1.2.1.1. Facteurs géologiques d'Ouargla	8
1.2.1.2. Facteurs pédologiques d'Ouargla	8
1.3. Aperçu de l'agriculture dans la région d'Ouargla	9
1.3.1. Importance de l'agriculture dans la région d'étude	10
1.3.2. Principales cultures dans la région d'étude	11
1.4. Principaux éléments du climat	12
1.4.1. Températures	12
1.4.2. Précipitations	13
1.4.3. Vents	13
1.4.4. Humidité	13
1.5. Changement climatique	13
1.5.1. Impacts du changement climatique	14

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1. Présentation de la région d'Ouargla.....	16
2.2. Choix des stations d'étude	16

TABLE DES MATIÈRES

2.2.1. Station de Hassi Ben Abdallah	16
2.2.1.1. Système de mise en valeur des terres agricoles.....	16
2.2.1.2. Sous-tation (ITDAS)	17
2.2.1.3. Sous-station des nouveaux périmètres agricoles	17
2.2.2. Station de Sidi Khouiled	17
2.2.3. Station Ain El Beida	18
2.2.4. Station Chott	18
2.2.5. Station de N’Goussa	18
2.2.6. Station de Rouissat	18
2.2.7. Station Mekhadma	19
2.3. Enquête de terrain	20
2.3.1. Nombre d’agriculteurs interrogés	24
2.3.2. Approche méthodologique et structure du questionnaire	24
2.3.3. Matériel d'étude et outils techniques	26
2.4. Facteurs climatiques étudiés	26
2.4.1. Températures	26
2.4.2. Précipitations	26
2.4.3. Vent	27
2.4.4. Humidité.....	28
2.5. Collecte et traitement informatique des données	28
2.6. Synthèse climatique des régions d’étude	28
2.6.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	28
2.6.2. Climagramme pluviothermique d’Emberger	29
2.7. Outils de traitement et méthodes d’analyse statistique des données	30
2.7.1. Test de tendance de Mann-Kendall	30
2.7.2. Indice d’aridité de De Martonne(IDM)	32

Chapitre3 : Résultats et Discussion

Partie 1 : Analyse des données climatiques, modélisation et projections	34
3.1. Analyse des données climatiques d’Ouargla	34
3.1.1. Test de tendance de Mann-Kendall	34
3.1.1.1. Analyse de la tendance et détection des ruptures thermiques	34
3.1.1.2. Analyse de la tendance des précipitations.....	35

TABLE DES MATIÈRES

3.1.1.3. Analyse de la tendance de la vitesse du vent	36
3.1.2. Classification climatique de la région d'Ouargla selon l'IDM	38
3.2. Modélisation et projections à l'horizon 2055	39
3.2.1. Modélisation et projections de la température minimale de l'air dans la cuvette d'Ouargla.....	39
3.2.2. Modélisation et projections de la température maximale de l'air dans la cuvette d'Ouargla	40
3.2.3. Modélisation et projections des précipitations dans la cuvette d'Ouargla	41
Partie 2 : Résultats de l'enquête de terrain.....	42
3.3. Expérience des agriculteurs dans la zone d'étude	44
3.3.1. Identification des exploitations agricoles	45
3.4. Paramètres climatiques et taux de perception de leurs impacts par les agriculteurs dans la région d'Ouargla	46
3.4.1. Situation de la phœniciculture et prolifération des adventices	48
3.4.2. Perceptions des phœniciculteurs concernant le changement du climat	49
3.5. Impacts du climat sur les dates	50
Chapitre 4 : Discussion générale et stratégies d'adaptation	
4.1. Discussion et comparaison des résultats avec les travaux antérieurs	54
4.1.1. Points communs	54
4.1.2. Points de divergence	54
4.2. Stratégies d'adaptation et de modernisation agricole	55
Conclusion	57
Références bibliographiques	61
ANNEXES	65

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (**CCNUCC**), adoptée lors du Sommet de la Terre à Rio de Janeiro, constitue le premier cadre international de lutte contre le changement climatique. Son objectif principal est de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique (**BOUCETA, 2018**).

Selon **FACI (2021)**, ce changement climatique a accentué la fréquence et l'intensité des extrêmes climatiques, tels que les sécheresses prolongées, les pluies diluviennes et les canicules répétitives. Ces phénomènes engendrent des catastrophes majeures, particulièrement dans les régions vulnérables. À ce titre, l'**ONU (2019)** rapporte qu'en 2018, les catastrophes naturelles ont affecté 61,7 millions de personnes et causé 10 733 décès dans le monde, touchant 35,4 millions de personnes par des inondations, 12,8 millions par des tempêtes et 9,3 millions par la sécheresse.

Dans les régions sahariennes, l'agriculture s'impose comme le moteur historique du développement socio-économique. D'une part, elle représente une activité économique vitale pour les populations oasiennes ; d'autre part, sur le plan écologique, la palmeraie constitue un maillon fondamental pour atténuer l'hostilité du climat saharien en remplissant des fonctions écologiques et sociales indéniables (**KADIK, BOUMARAR & NOUAR, 2018**).

Grâce à cet "effet oasis", un microclimat propice à la croissance de plantes thermosensibles est créé, favorisant ainsi l'intégration de l'élevage. Reposant sur une gestion rationnelle et durable des ressources en eau et en terres, ce système traditionnel utilise le palmier dattier comme base biologique pour modérer le climat local, maintenir la biodiversité et lutter contre la désertification. (**KAZOUZ, 2025**).

Le palmier dattier s'impose ainsi comme l'armature biologique de cet écosystème et l'élément structurant du paysage saharien (**SALHI, 2017**).

L'impact du changement climatique sur l'agriculture représente aujourd'hui un enjeu sociétal majeur. Au-delà des mutations physiques de l'environnement, l'évolution des systèmes agricoles dépend étroitement des mécanismes d'adaptation développés par les exploitations pour atténuer ces impacts (**HAMBLLOT, 2025**).

Les palmeraies d'Ouargla illustrent parfaitement ce système écologique unique mais extrêmement vulnérable. Le choix de ce territoire permet d'étudier la résilience de ces écosystèmes oasiens face aux pressions climatiques exacerbées. La datte demeurant le pilier

INTRODUCTION

économique local, évaluer l'impact du climat sur la productivité des palmiers est essentiel pour la sécurité alimentaire.

En tant que pôle de l'agriculture des zones arides, Ouargla constitue un modèle d'étude pertinent pour analyser les mutations des systèmes de culture traditionnels et modernes face au stress environnemental, afin de proposer des solutions durables pour la sauvegarde de ce patrimoine écologique et économique.

Cette problématique est étroitement liée à l'activité agricole de la population locale, offrant ainsi l'opportunité de valoriser les résultats de cette recherche par la formulation de solutions et de recommandations visant à mettre en œuvre des **stratégies d'adaptation agricole** durables face au changement climatique.

L'objectif général de ce travail est de contribuer à l'étude des changements climatiques et de leurs effets sur les cultures dans la région d'Ouargla :

- Étudier l'évolution historique des facteurs et des indices climatiques de Ouargla.
- Élaborer des scénarios climatiques futurs pour la région d'Ouargla.
- Rechercher la corrélation entre les changements climatiques actifs d'une part et les paramètres agricoles d'autre part dans la région d'étude.
- Analyser la perception du changement climatique par les agriculteurs de la région d'Ouargla et identifier les effets et les stratégies d'adaptation.

La réponse à ces questions nous impose de formuler trois hypothèses que nous essayerons de confirmer ou d'infirmer dans notre étude :

- Les modifications des facteurs, notamment les températures et les précipitations, se traduiront par une hausse des températures et une baisse des pluviométries d'Ouargla au cours des prochaines décennies.
- Il existe des influences du changement climatique actuel sur les paramètres agricoles dans la région d'étude.
- Une bonne perception du changement climatique par les agriculteurs de la région de Ouargla est observée. Face aux différents effets liés à l'accroissement de la variabilité climatique (un bouleversement des saisons, une perturbation du cycle des cultures, une dégradation des sols et un déficit hydrique), les stratégies d'adaptation restent limitées.

Dans cette étude, nous nous appuyons sur des recherches où les données climatiques ont été collectées auprès de l'Office National de la Météorologie (ONM). En ce qui concerne

INTRODUCTION

l'enquête sur le terrain, l'étude repose sur une approche descriptive et analytique, visant à analyser l'impact du changement climatique sur les cultures des oasis sahariennes dans la région de Ouargla. À travers la combinaison des données climatiques et d'une enquête de terrain, nous avons mené une enquête auprès des agriculteurs de différentes exploitations agricoles dans la région d'Ouargla et d'autres zones agricoles de la même région, afin de me rapprocher des agriculteurs pour connaître l'ampleur de l'impact du changement climatique sur les plantes cultivées dans des oasis sahariennes.

Chapitre 1 :
Synthèse bibliographique sur la
région d'Ouargla

1.1. Situation et limites géographique de la région d'étude :

La région de Ouargla est située au Nord-Est du Grand Sahara algérien, à 850 km au sud de la capitale, Alger. Elle demeure l'une des collectivités administratives les plus étendues du pays. Les coordonnées géographiques de la ville de Ouargla sont : 31°57' de latitude Nord, 5°19' de longitude Est, avec une altitude moyenne de 157 m (SMAILI, 2025). La wilaya d'Ouargla couvre une superficie totale de 163 233 km², dont la cuvette s'étend sur une superficie de 99 000 km² (DIAB, 2010).

1.1.1. Limites géographiques :

D'après le décret présidentiel n° 21-117 du 8 Chaâbane 1442 correspondant au 22 mars 2021, qui a été publié au Journal officiel n°22, relative à l'organisation territoriale du pays, la région d'Ouargla se limite ainsi :

- Nord : Djelfa, Touggourt, Biskra et El Oued ;
- Sud : Illizi et Tamanrasset et Ain Salah ;
- Est : la Tunisie et El Oued ;
- Ouest : Ghardaïa. (SALHI, 2022).

Elle comporte 08 communes, regroupées en 04 Daïras, comme le montre le tableau suivant :

Tableau N°01 : division administrative de la région d'Ouargla

Daïras	Communes	Localités
Ouargla	Ouargla	KsarBamendil,BourElhaicha
	Rouissat	El hadeb, SokraBoughoufala
Sidi Khouiled	Hassi Ben Abdallah	Hassi Ben Abdallah
	Ain Beida	Ain Beida, Chott, Adjadja
	Sidi Khouiled	Oum Raneb, Aouinet Moussa
N'Goussa	N'Goussa	Larbaa, El Bour, El Koum, GhersBoughaoufala
Hassi Messaoud	Hassi MessaoudEl Borma	Houed El Hamra,GassiTouil

Source : DPAT d'Ouargla (2021)

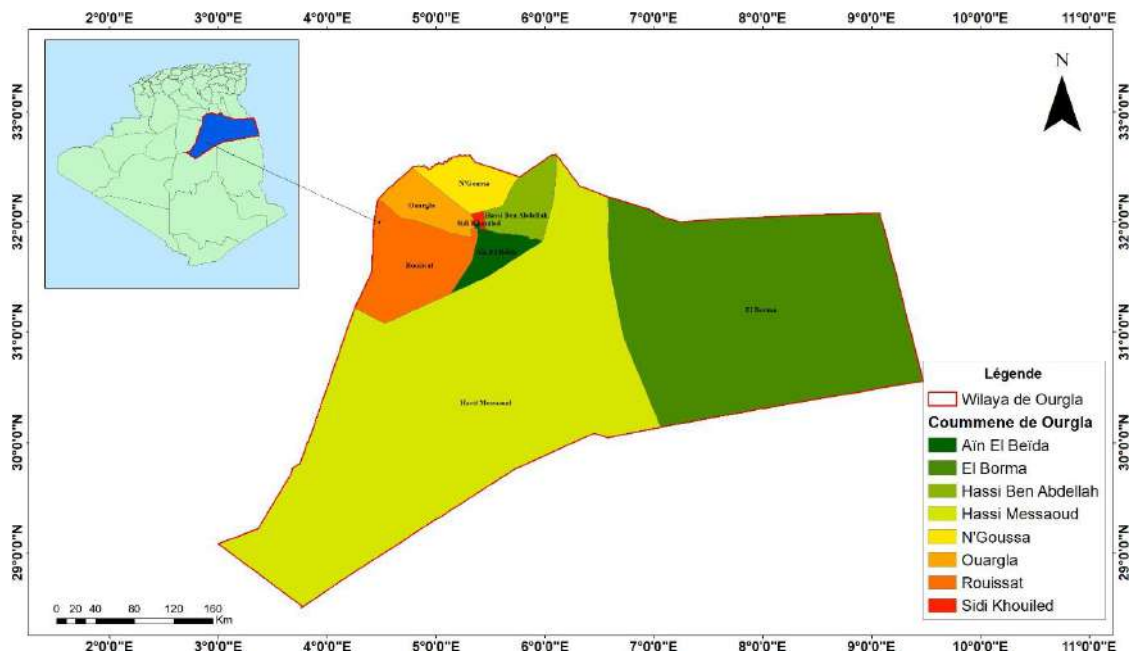


Figure N°01 : Situation géographique de la région d'Ouargla(Gouarah,2026)

1.2. Facteurs abiotiques des régions d'étude :

Les facteurs abiotiques sont ceux liés à l'action du non-vivant sur le vivant ils sont dû principalement à des facteurs environnementaux. **(KHOULDI ,2020).**

DREUX (1980) indique que tout être vivant est influencé par un certain nombre de Facteurs dits abiotiques qui sont les facteurs climatiques (température, humidité, vent). Les caractères physiques et chimiques du sol jouent eux aussi un rôle important. Ils sont désignés sous le nom de facteurs édaphiques. **(ATTIA &MANNA, 2017)**

1.2.1. Facteurs édaphiques de la région d'étude :

Selon **DREUX (1980)**, les facteurs édaphiques comprennent toutes les propriétés physiques et chimiques du sol qui ont une action écologique sur les êtres vivants les sols d'Ouargla possèdent une texture généralement sableuse, avec une structure particulière, faible en matières organiques, un pH alcalin et une bonne aération.

La région d'Ouargla est caractérisée par des sols à prédominance sableuse et à structure particulière. Elle est caractérisée également par un faible taux de matière organique, un pH alcalin. La plupart des sols sont salins à cause de la remontée des eaux de la nappe phréatique et le manque de réseaux de drainage **(BEDDA, 1995 in BAZZINE - DEROUCHE, 2022)** D'après **HAMDI-AISSA et GIRARD (2000)**, l'étude des sols de la région de Ouargla, a permis de définir les 5 pédo-paysages suivants, d'Ouest en Est, selon la dénomination des sols du référentiel pédologique :

- LITHOSOL pétro-calcique de Hamada à encroutement gypseux en profondeur, situent sur le plateau, ce sont des sols présentent une surface graveleuse (reg graviers ou reg à pierre).
- REGOSOL sableux à graviers saliques sur le glacis à 140 m d'altitude.
- SALISOL chloruré-sulfaté à horizon gypseux et pétro-gypsique de surface dans le Chott.
- SALISOL chloruré-sulfaté, avec ou sans horizon gypseux et/ou calcaires dans la Sebkh.
- Les dunes qui sont des REGOSOLS sableux.

1.2.1.1. Facteurs géologiques d'Ouargla :

Selon **PASSAGER (1957)**, le relief d'Ouargla est constitué des roches sédimentaires, alluvions et colluvions dérivées. Ce relief est caractérisé par la prédominance des dunes. Il n'y a pas de plissement à l'ère tertiaire, si bien que le relief revêt fréquemment un aspect tubulaire aux strates parallèles. D'après l'origine et la structure des terrains, trois zones sont distinguées :

À l'Ouest et au Sud, des terrains calcaires et gréseux ; À l'Est, la zone est caractérisée par la synclinale de l'Oued Mya ; À l'Est, le Grand Erg Oriental occupe près de trois quarts de la surface totale de la cuvette ; des marnes jaunâtres plus ou moins gréseuses, salées et gypseuses, calcaires jaunâtres ou ocre, gréseux ou marneux, Argiles sableuses rouges à ocres, salées et gypseuses, Grés, sables et conglomérats, calcaires lacustres et les sables récents du quaternaire. (**LATRECHE, 2014**).

1.2.1.2. Facteurs pédologiques d'Ouargla :

D'une manière générale, la région d'Ouargla se caractérise par des sols légers à prédominance sablonneuse et à structure particulière. Ces couvertures pédologiques sont reconnues pour leur faible teneur en matière organique, leur salinité élevée, leur pH alcalin et leur bonne aération. Dans cette zone aride, trois grands types de sols se distinguent : les sols sodiques (salsodiques), les sols hydromorphes et les sols minéraux bruts (**ATTIA & MANNA, 2017**).

Selon **DAOUD et HALITIM (1994)**, ces profils présentent une forte hétérogénéité spatiale. La fraction minérale est constituée dans sa quasi-totalité de sables éoliens, tandis que la fraction organique demeure infime, ce qui empêche une bonne agrégation des particules. Par conséquent, ces sols squelettiques s'avèrent très peu fertiles et leur capacité de rétention en eau est extrêmement faible.

À l'échelle locale, sur le plateau d'Ouargla, les sols présentent une surface graveleuse formant un reg à pierres associé à des voiles éoliens. Cet horizon superficiel surmonte une croûte calcaro-dolomitique très dure de 30 cm d'épaisseur, suivie d'un horizon nodulaire moins rigide (entre 35

et 60 cm). Au-delà de 60 cm, apparaît un horizon pétro-gypsiqne dense contenant jusqu'à 57 % de gypse. En revanche, sur le glacis situé à 140 m d'altitude, le profil est constitué d'un matériau meuble, exclusivement détritique du Mio-Pliocène. Ce dernier représente le sol le plus pauvre en gypse de la région (pouvant atteindre 8 m de profondeur) et ne présente aucun niveau d'encroûtement durci (**DAOUD & HALITIM, 1994 in LEBSSISSE & ASMANI, 2014**).

D'une manière générale, la région d'Ouargla se caractérise par des sols légers à prédominance sablonneuse et à structure particulière. Ces couvertures pédologiques sont reconnues pour leur faible teneur en matière organique, leur salinité élevée, leur pH alcalin et leur bonne aération. Dans cette zone aride, trois grands types de sols se distinguent : les sols sodiques (salsodiques), les sols hydromorphes et les sols minéraux bruts (**ATTIA & MANNA, 2017**).

Selon **DAOUD & HALITIM (1994)**, ces sols présentent une forte hétérogénéité et ils se composent essentiellement par des sols minéraux bruts, des sols peu évolués, des sols halomorphes et des sols hydro morphes. La fraction minérale est constituée dans sa quasi-totalité de sable. La fraction organique est très faible et ne permet pas une bonne agrégation. Ses sols squelettiques sont très peu fertiles et leur rétention en eau est très faible.

Pour ce qui est de Ouargla, sur le plateau, les sols présentent une surface graveleuse, formant un reg à graviers, ou pierreux, un reg à pierres et des voiles éoliens, cet horizon de surface surmonte une croûte calcaire à dolomie, très dure, de 30 cm d'épaisseur, ensuite un horizon calcaire, nodulaire, moins dur entre 35 et 60 cm puis, au delà de 60 cm, un horizon pétro-gypsiqne à 57 % de gypse. Sur le glacis, à 140 m d'altitude, le sol est constitué d'un matériau meuble, exclusivement détritique du miopliocène. C'est le sol le plus pauvre en gypse de la région lequel atteint jusqu'à 8 m de profondeur, il ne présente aucun niveau d'encroûtement. (**DAOUD & HALTIM, 1994 in LEBSSISSE & ASMANI, 2014**).

1.3. Aperçu de l'agriculture dans la région d'Ouargla :

L'agriculture de la région d'Ouargla se distingue deux types de zones agricoles dans la vallée d'Oued Mya ; des oasis anciennes (ou des anciennes palmeraies) et des zones nouvelles de mise en valeur agricole. Les anciennes palmeraies sont localisées à El Ksar, Mkhadma, Bamendil, Ruissat, Ain Beida, Chott et Ngoussa. Les zones de mise en valeur agricole se situent au niveau de Hassi Ben Abdallah et N'goussa essentiellement.

Elle est essentiellement basée sur la Phœniciculture intercalée dans l'espace par un autre groupe de cultures grâce au micro-climat favorable qu'offre la palmeraie. (**DIAB ,2010**). Selon **BOUAMMAR et BEKHTI (2008)**, l'agriculture dans cette région se distingue par deux systèmes agricoles :

Les anciens systèmes agricoles, ou l'agriculture dans les anciennes palmeraies, qui sont l'objet d'une dégradation importante et qui impliquent l'intervention de l'Etat par un soutien aux agriculteurs due à des impératifs écologiques, sociaux, économiques et culturels. Le nouveau système agricole ou les nouvelles palmeraies, créées dans le cadre de la mise en valeur des terres agricoles et des différents programmes de développement. Deux types d'agriculture peuvent être distingués dans ces nouveaux espaces :

Le premier type à travers l'extension des palmeraies qui a donné naissance à une agriculture "périurbaine" ou encore petite mise en valeur parce qu'elle est constituée de petites et moyennes exploitations.

Le deuxième type que l'on qualifie de grande mise en valeur à travers de vastes programmes de concession.

L'agriculture dans la région d'Ouargla a connu une évolution rapide et des mutations, grâce aux efforts entrepris par les pouvoirs de croissance économique et les développements socioéconomiques. **(BOUAMMAR & BEKHTI, 2008 in SLIMANI, 2017).**

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) est l'espèce cultivée la mieux adaptée, dominant le complexe phoenicicole. Il est l'arbre providence pour les hommes, les bêtes et les cultures associées qu'il protège, nourrit et approvisionne en matériaux utiles à la vie (bois de feu, bois d'œuvre, corderie...). Malheureusement, la plupart du temps, il n'est pas soigné pour lui-même et ne reçoit de l'eau et de la fumure que lorsqu'on cultive sous lui, ce qui montre l'importance cruciale de cette culture dans les périmètres oasiens **(TOUTAIN, 1981 in AZIB, 2010).**

1.3.1. Importance de l'agriculture dans la région d'étude :

Le système agricole oasien paraît incontournable dans cette région car il y joue un rôle identitaire fondamental, d'équilibre et de stabilité régionale. Le fonctionnement d'une oasis est basé sur trois éléments fondamentaux qui sont : l'eau, la palmeraie et l'organisation sociale. Basée sur le palmier dattier comme pilier de l'agriculture oasienne, l'agriculture était, jusqu'au milieu des années 1950, la principale activité économique d'une population en constante transformation. **(SALHI, 2017).**

Le palmier dattier (phoeniculture) est l'arbre de base du système oasien. Il constitue une importante part dans l'activité agricole, environ 65% de la SAU (Surface Agricole Utile). Aussi, la disponibilité en eau permet la pratique de l'arboriculture fruitière et du maraîchage, sous palmier dattier, à grande échelle. Ces cultures ont permis, ces dernières années, un passage d'une agriculture de subsistance et du marché local à une agriculture d'intérêt national et international. Des cultures de primeurs (sous serres) et des agrumes sont vendus dans les marchés du territoire national et certains sont même exportés. Les oasis ne se ressemblent pas. D'une région à l'autre

et d'une wilaya à l'autre, la manière et les pratiques culturelles diffèrent. Ce qui nous donne une gamme variée d'oasis. **(BOUMADDA, 2019).**

L'importance socioéconomique et environnementale du palmier dattier en Algérie est une donnée connue et non discutable, que soit par la sédentarisation de la population, le marché d'emploi qu'elle offre dans les régions oasiennes et par la part de devise générée par l'exportation des dattes. **(BEN ZIOUCHE, 2012).**

Autrement dit, le palmier dattier constitue le pivot central du système oasien, où la vie était presque impossible en dehors de l'oasis ; c'est un écosystème très particulier, car il est fragile et complexe à la fois. **(FACI, 2021).**

La palmeraie revêt une importance socio-économique et culturelle majeure pour les familles ouarglies. Au-delà de sa fonction de subsistance en tant que source alimentaire principale, elle constitue un véritable patrimoine foncier et un espace de vie central pour la majorité des habitants d'Ouargla. Historiquement, ce système oasien traditionnel garantissait une autonomie alimentaire quasi-totale aux populations locales. Les exploitations phœnicicoles familiales assuraient la couverture de la quasi-totalité des besoins en produits agricoles de base, limitant ainsi la dépendance vis-à-vis des marchés extérieurs aux seules denrées non cultivables localement, telles que le thé ou certains produits d'élevage **(BOUMADDA, 2019).**

1.3.2. Principales cultures dans la région d'étude :

Les dattes représentent la principale richesse agricole dans les zones sahariennes, et plus particulièrement dans les oasis. Elles jouent un rôle crucial dans l'économie nationale, en assurant la continuité de la vie dans le désert et en favorisant sa mise en valeur. En outre, elles constituent une source importante de devises grâce à l'exportation de plus de 71 % de la variété Deglet Nour, reconnue mondialement pour sa qualité. Ce secteur génère également de nombreux emplois à travers les unités de conditionnement, les entreprises d'exportation et les marchés spécialisés. **(GAZOUZ, 2025).**

Le nombre de palmiers dattiers en Algérie est estimé à environ 21,2 millions, répartis sur une superficie variant entre 181 000 et 211 000 hectares. Ces palmeraies mobilisent environ 121 000 producteurs, avec une production annuelle avoisinant 1,1 million de tonnes de dattes. Ces chiffres placent l'Algérie au quatrième rang mondial en termes de volume de production et au premier rang en matière de qualité, notamment grâce à la renommée de la variété Deglet Nour. **(DSA, 2025)**

Le tableau N° 02 présente la répartition des cultures agricoles dans la wilaya d'Ouargla :

Tableau N02 :Répartition des cultures dans la wilaya de Ouargla.

Culture	Superficie (Ha)	Nombre de palmiers	Production (Qtx)	Remarques
Palmier dattier	201,68	22,457.00	256354	Culture dominante à Ouargla
Cultures maraîchères	2,811.51	-	773,419.56	Deuxième culture pratiquée
Cultures fourragère	788.26	-	940,067.00	Base de l'alimentation du bétail et très pratiquée
Plasticulture (Sous serres)	991,69	-	244259,5	Développée depuis les années 1980
Cultures de plein champ	1818.07	-	529,160.06	Cultures en plein air
Céréaliculture	7,872.00	-	244,675.40	Extension grâce à l'irrigation sous pivot

Source : DSA 2025

D'après les statistiques de la Direction des Services Agricoles (DSA) présentées dans le tableau ci-dessus, il ressort clairement une prédominance et une importance majeure de la phéniculture (culture du palmier dattier) par rapport aux autres cultures dans la région de Ouargla.

1.4. Principaux éléments du climat :

La région de Ouargla est un modèle exemplaire du climat saharien aride, soumise à des conditions climatiques extrêmes caractérisées par une chaleur excessive et une rareté des précipitations, ce qui définit la nature de la vie et de l'écosystème dans cette wilaya oasienne.

1.4.1. Températures :

Le climat thermique du Sahara est relativement uniforme ; dès la partie septentrionale, on rencontre des étés brûlants qui ne sont guère plus dure que ceux qui s'observent dans la partie centrale et même soudanaise. **(OZENDA, 1991).**

La température du sol en surface peut dépasser 70 °C. Cependant, en profondeur, les températures vont diminuer rapidement et s'équilibrer. Il ne peut geler, normalement, que dans la partie Nord du Sahara et bien entendu sur les montagnes **(OZENDA, 1991).**

1.4.2.Précipitations :

Selon **DUBIEF (1953)**, les précipitations ont pratiquement toujours lieu sous forme de pluies. Ces dernières sont caractérisées par leur faible importance quantitative et les pluies torrentielles sont rares. Elles sont liées aux perturbations soudano-sahariennes ou sahariennes. Cette insuffisance de pluies sahariennes est accompagnée d'une irrégularité très marquée du régime pluviométrique et d'une variabilité interannuelle considérable, ce qui accentue la sécheresse (**OZENDA, 1991**).

1.4.3.Vents:

D'après (**RAMADE, 2003**), il constitue dans certains biotopes un facteur écologique limitant. Une gronde influence sur les êtres vivants (**FAURIE et al. 1980**).

Dans la région d'Ouargla, le vent tourbillonnant avec des particules de sable ; soufflent du Nord Est et du Sud, les plus fréquents en hiver sont d'Ouest. Tandis qu'au printemps, le du Nord-est et Sud-ouest sont dominants (**DUBIEF, 1969**).

La fréquence et l'intensité des vents sont également un des caractéristiques majeures du climat Saharien. Il joue un rôle considérable, en provoquant une déflation et une corrosion sur les reliefs, ainsi que sur les plantes surtout sur les parties aériennes, il s'agit en accentuant l'évaporation (**Ozenda, 1983**).

1.4.4.Humidité :

D'une manière générale, l'humidité désigne l'état de l'atmosphère chargée de vapeur d'eau. Cette dernière provient continuellement de l'évaporation des surfaces liquides (mers, lacs, fleuves) et de l'évapotranspiration du sol et des végétaux. Selon **MAZOYER et al. (2002)**, l'humidité absolue correspond à la masse de vapeur d'eau (**en grammes**) contenue dans un mètre cube (**1 m³**) d'air. Pour une température et une pression donnée, un volume d'air ne peut contenir qu'une quantité limite de vapeur d'eau. Lorsque ce seuil de saturation est atteint, l'air est dit saturé et l'eau passe à l'état liquide : la vapeur se condense alors sous forme de fines gouttelettes, générant ainsi les nuages, la rosée le brouillard ...etc.

1.5. Changement climatique :

Le changement climatique est défini comme un changement dans l'état du climat identifié par des changements dans la moyenne et/ou la variabilité de ses propriétés qui persistent pendant une période prolongée, généralement plusieurs décennies ou plus (**GIEC, 2021**). Bien que ces variations puissent avoir des causes naturelles, il est établi que l'activité humaine en est le principal moteur depuis le milieu du XXe siècle. Économiquesi les mutations climatiques prévues peuvent engendrer des effets contrastés sur les systèmes environnementaux et socio-

économiques, il n'en demeure pas moins que "plus l'ampleur et le rythme de ces changements seront importants, plus les effets **néfastes prédomineront** (GIEC, 2001).

1.5.1. Impacts du changement climatique :

Les changements climatiques, du fait de l'augmentation prononcée de température, de la baisse significative des précipitations et des sécheresses plus fréquentes et intenses, ne permettent pas la régénération du couvert végétal et constitueront une menace grave pour le secteur agricole. Le processus de changement climatique se traduirait également par une chute des rendements agricoles. Des études affirment que l'augmentation des températures et de leur variabilité implique un décalage et une réduction des périodes de croissance, ainsi qu'une accélération de la dégradation des sols et de la perte de terres productives. (BOUCETTA, 2018).

Chapitre 2

Matériel et méthodes

2.1. Présentation de la région d'Ouargla :

Située au Sud-est de l'Algérie et s'étendant sur une superficie de 163 233 km², la wilaya d'Ouargla abrite l'une des plus vastes oasis du Sahara algérien. Cette dernière occupe le centre d'une cuvette endoréique, dite (Cuvette de Ouargla), qui s'étire sur une soixantaine de kilomètres le long du lit de l'Oued Mya, depuis les vestiges de Sadrata et Gara Krima au Sud jusqu'à Hassi El Khefif au Nord (**Rouvillois-Brigol, 1975**). La région est marquée par un climat saharien hyperaride, défini par des températures élevées et une pluviométrie très faible, des conditions qui influencent de manière déterminante les activités agricoles locales, au premier rang desquelles figure la phœniciculture (culture du palmier dattier).

2.2. Choix des stations d'étude :

Suite aux enquêtes préliminaires et aux sorties de prospection effectuées sur le terrain, le choix des stations d'étude a été dicté par une approche multicritère «visant à garantir la représentativité et la faisabilité de l'étude. Les principaux critères retenus sont :

- **La productivité des palmeraies** : La productivité des palmeraies : Nous avons privilégié les sites disposant de palmiers dattiers productifs.
- **L'accessibilité et la diversité des systèmes** : Le choix s'est porté sur des zones facilement accessibles, englobant à la fois le système oasien traditionnel (palmeraies anciennes) et les dynamiques de mise en valeur (périmètres agricoles récents).
- **La coopération des exploitants** : Un critère décisif a été la réceptivité des agriculteurs, leur disponibilité, ainsi que la richesse de leur savoir-faire expérience, ce qui facilite l'acquisition de données fiables.

Les données ont été collectées auprès des stations suivantes:

2.2.1. Station de Hassi Ben Abdallah :

La commune de Hassi Ben Abdallah est située à l'Est de la wilaya d'Ouargla. Elle est définie par les coordonnées géographiques 32° 01' Nord et 5° 28' Est, avec une pente dirigée de l'Est vers l'Ouest et une altitude de l'ordre de 157 m. Cette commune, issue du dernier découpage administratif de 1984, est distante de 26 km du chef-lieu de la wilaya et de 8 km du chef-lieu de la daïra de Sidi Khouiled. Elle s'étend sur une superficie agricole totale de 265 281 .00 ha, pour un nombre de palmiers de 9 530,00 (**DSA d'Ouargla, 2026**).

2.2.1.1. Le système de mise en valeur agricole:

La mise en valeur des terres agricoles dans cette région a commencé bien avant l'année 1983, année de la promulgation de la loi portant accession à la propriété foncière agricole par la mise

en valeur (Loi n° 83-18 du 13 août 1983). La zone a été créée en 1969 par le ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire comme zone agricole modèle, et cela après aménagement d'une superficie de 620 ha pour former des groupements de mise en valeur (**GMV**). Les agriculteurs, ainsi choisis, étaient assistés par des équipes techniques pour les orienter dans l'application des programmes et la gestion des GMV. Les missions confiées aux équipes techniques étaient les opérations d'aménagement, la plantation des palmiers et leur irrigation.

À la fin de cette première étape, le périmètre a été divisé en lots de 24 parcelles chacun et distribuées à 24 agriculteurs. En 1985, elles ont été restructurées en Domaines Agricoles Socialistes (DAS), avec l'assistance des mêmes équipes techniques, et cela après le succès de l'opération de la mise en valeur et l'invasion des marchés locaux par les produits de Hassi Ben Abdallah. En 1987, le régime des DAS a été dissout et les terres distribuées aux agriculteurs sous formes d'E.A.I. (267 exploitations) d'une superficie de 1,5 ha chacune, plantée de 100 palmiers comme indiqué dans la loi 19-87 (**Subdivision, 2010 ; AZIB, 2010**).

2.2.1.2. Sou-station (ITDAS) :

La station de l'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne (**ITDAS**) de Hassi Ben Abdallah est située dans le secteur Sud-Est de la palmeraie de Hassi Ben Abdallah. La station couvre une superficie de 21 ha. Elle se trouve à une altitude de 135 m, latitude de 32°30' N et longitude de 5°04' E. La station de l'ITDAS est divisée en trois sous-stations : la palmeraie, les serres et le plein champ (**BEN CHRAA, 2020**).

2.2.1.3. Sous-station des nouveaux périmètres agricoles :

Dans le cadre de la loi 83-18 sur l'accession à la propriété foncière, cette visite sur le terrain, menée à des fins de questionnaire, se focalise sur les nouveaux périmètres agricoles **Chabab 01 (El Kalidj) et Gnifida 02 à Hassi Ben Abdallah**. Ces sites, attribués aux jeunes promoteurs, permettent d'analyser l'intégration des diplômés, la dynamique de mise en valeur des terres sahariennes et l'impact de ces exploitations sur l'économie locale.

2.2.2. Station de Sidi khouiled :

La commune de Sidi Khouiled est une oasis située approximativement à 750 km d'Alger et à environ 20 km à l'Est de Ouargla. Elle couvre une superficie totale de 131 km² (**SALHI, 2022**). Les coordonnées géographiques de la ville sont de 31° 58' 47" Nord pour la latitude et 5° 25' 06" Est pour la longitude. Elle est limitée :

- **Au Nord par** : la commune de N'goussa ;
- **Au Sud par** : la commune d'Ain El Beida ;
- **À l'Ouest par** : la commune de Ouargla.

Sur le plan agricole, la zone de Sidi Khouiled couvre une superficie agricole totale (SAT) de 9 136,00 Ha, avec un patrimoine phoenicicole estimé à 571 000 palmiers (**DSA d'Ouargla, 2026**).

C'est dans ce contexte que j'ai effectué une visite de terrain, visant à réaliser une enquête par questionnaire auprès des exploitations des périmètres de (El-Wifaq, Chabab du 08 Mai 1945 et Dhiaiba). Cette démarche a permis de recueillir des données directes sur la réalité de la mise en valeur agricole dans ces zones.

2.2.3. Station Ain El Beida :

Ain El Beida se localise au Sud-est d'Ouargla. Ses coordonnées géographiques sont : altitude : 130m, latitude : 31° 56' N, longitude : 5° 23'E (**KASMIORI, 2016**).

La zone d'Ain El Beida couvre une superficie agricole totale de 196134.00 Ha et le nombre de palmiers est de 2933,00. (**DSA d'Ouargla, 2026**).

2.2.4. Station Chott :

La palmeraie chott se localise à 8 Km à l'est de la ville d'Ouargla à proximité du chef-lieu de la commune d'Ain Beida. Elle est limitée par : Bour El Haicha au nord, Adjadja au sud, des formations dunaires à l'est et le chott à l'ouest. Ses coordonnées géographiques sont : altitude : 140 m, latitude : 31° 58' N, longitude : 5° 22'E. (**KASMIORI, 2016**).

2.2.5. Station de N'Goussa :

La région de N'Goussa est située au Nord de la cuvette d'Ouargla et couvre une superficie de 2 907 km². Elle est limitée :

- Au Nord, au Sud et à l'Ouest par la station d'Ouargla ;
- À l'Est par la station de Hassi Ben Abdallah et Sidi Khouiled.

La zone de N'Goussa couvre une superficie agricole total de 262743.00 Ha et le nombre de palmiers est de 3680,00. (**DSA d'Ouargla, 2026**).

2.2.6. Station de Rouissat :

Rouissat (31°56' N. ; 5°21' E.) est située à l'ouest de la ville d'Ouargla, à 136 m d'altitude. Elle occupe une superficie totale de (7331 km²) et comportent environ 6 périmètres agricoles qui sont : Gara Krime 1 ; Gara Krime 2 ; Ain Zoga ; Ain Remtha; Djalli Gharbi et Oasis. Avec un nombre de 1300 exploitants (**KASMIORI, 2016**).

La zone de Rouissat couvre une superficie agricole totale de 511919,00Ha et le nombre de palmiers est de 993,00 (**DSA d'Ouargla, 2026**).

2.2.7. Station Mekhadma :

Mekhadma est un secteur de la commune d'Ouargla. Il est situé à 6 km au Nord-Ouest du centre- ville. (KASMIORI, 2016).

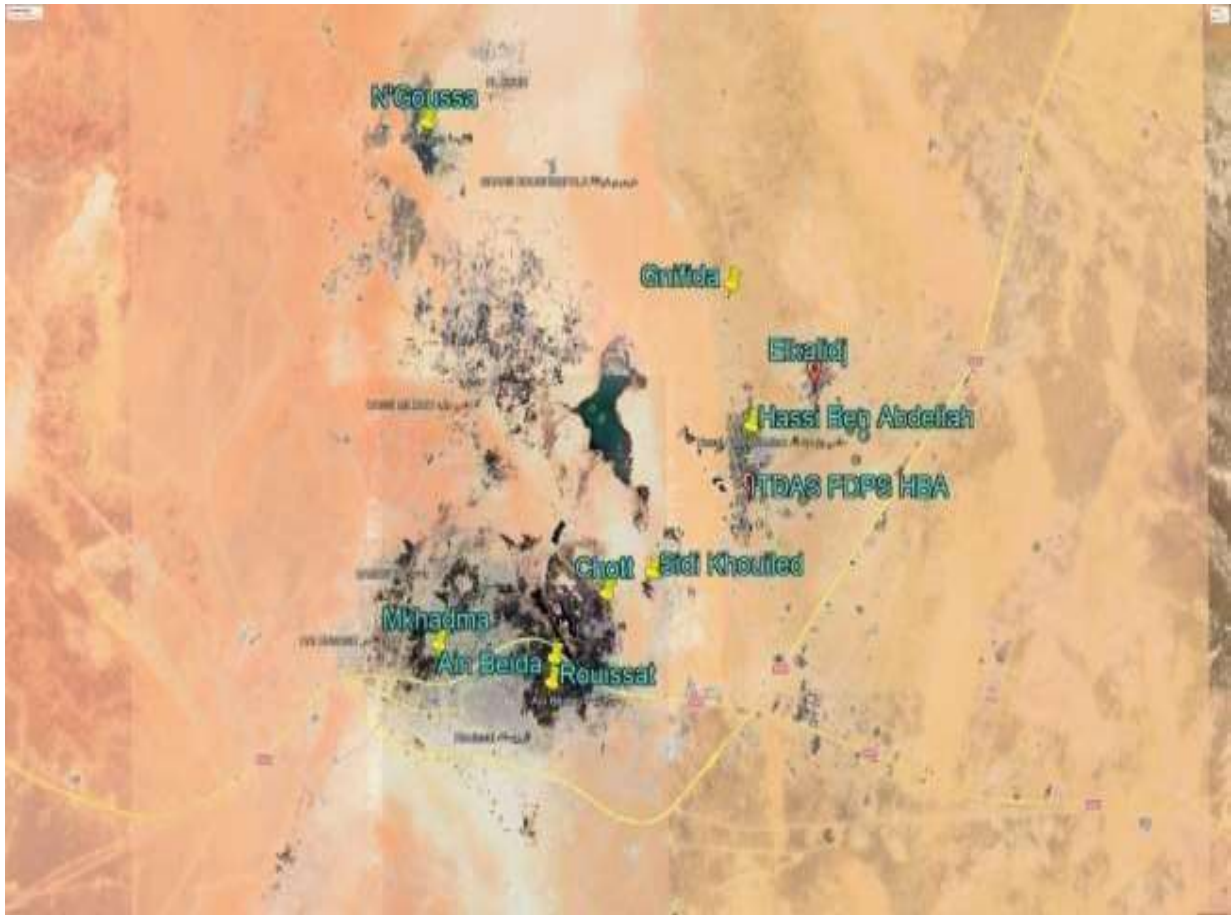


Figure N°2 : Localisation des stations d'étude sur la carte de la wilaya d'Ouargla (Google Earth, 2026).

Afin d'évaluer l'organisation spatiale et la composition floristique des écosystèmes phénicoles dans la région de Ouargla, nous présentons dans le **Tableau N°03** une analyse comparative des caractéristiques structurales et agro-écologiques des différentes palmeraies étudiées. Ce tableau met en évidence les variations quantitatives du patrimoine phénicole, la dominance de la variété (Deglet Nour), ainsi que la diversité des arbres fruitiers associés sous le palmier.

Tableau N°03 : Caractéristiques structurales et agroécologiques des palmeraies étudiées dans la région d'Ouargla.

Palmeraies	Hassi Ben Abdallah	Sidi Khouiled	Ain El Beida	Chott	Rouissat	N'Goussa	Mekhadma
Nombre de palmiers	2100	880	700	260	300	200	500
Dont Deglet Nour	2000	700	600	220	250	180	450
Hauteur moyenne des palmiers (m)	2-6	5-6	1.5-2	3-4	1.5-3	1.5-3	6-7
Espacement entre palmiers (m)	5-8	4-5	4	8-10	4	08	4-5
Présence d'arbres fruitiers	Figuier, grenadier, vigne, citronnier et olivier	Figuier, grenadier et olivier	Figuier, grenadier.	Figuier, vigne	Figuier, vigne	Figuier, Grenadier, Vigne, Citronnier, et Oranger	Figuier, grenadier

Il ressort du tableau ci-dessus une variabilité des caractéristiques structurales et de la biodiversité agricole entre les différentes palmeraies étudiées. En effet, la région de Hassi Ben Abdallah présente le plus grand nombre de palmiers avec 2100 phénix, dont la grande majorité (2000 palmiers) appartient au cultivar (Deglet Nour) à forte valeur économique. Sur le plan structural, la hauteur moyenne des palmiers varie globalement entre (1,5 et 7 mètres), les hauteurs les plus importantes étant enregistrées à Mekhadma (6-7 m), suivie de Sidi Khouiled (5-6 m). Quant à l'espacement entre les palmiers, il oscille entre (4 et 10 mètres) ; les densités les plus serrées (4 m) sont observées à Ain El Beida et Rouissat, tandis que l'écartement maximal (8-10 m) est enregistré à Chott, ce qui témoigne d'une hétérogénéité des systèmes de plantation. De plus, on observe une diversité agro-écologique illustrée par la variété des arbres fruitiers ; le figuier et le grenadier constituent le dénominateur commun entre la plupart des exploitations, avec une richesse spécifique remarquable dans la palmeraie de N'Goussa qui intègre également la vigne, le citronnier et l'oranger.

2.3. Enquête de terrain :

Afin de confronter les connaissances théoriques à la réalité du terrain dans la région d'Ouargla, nous avons adopté une démarche méthodologique basée sur l'enquête de terrain. Cette approche nous permet d'étudier les phénomènes dans leur environnement naturel et de recueillir des données concrètes directement auprès des acteurs concernés. À cet effet, le tableau suivant présente la répartition des cultures au niveau des différentes stations d'étude.

Tableau N°04 : Répartition des cultures dans les stations d'étude :

N°	Stations	Arbresfruitiers	Cultures maraîchères(Oui/Non)	Culturesfourragères (Oui/Non)	Superficie (ha)
01	Hassi Ben Abdellah	Oui	Oui	Oui	50 Ha
02	Sidi Khouiled	Oui	Oui	Oui	18 Ha
03	Ain El Beida	Oui	Oui	Oui	10 Ha
04	Chott	Oui	Non	Oui	08 Ha
05	N'Goussa	Oui	Oui	Oui	10 Ha
06	Rouissat	Oui	Non	Oui	05Ha
07	Mekhadma	Oui	Oui	Oui	06Ha

Il ressort du tableau que toutes les stations d'étude présentent une diversité agricole globale sur des superficies variables. En effet, la totalité des exploitations visitées durant la période d'enquête possèdent des arbres fruitiers associés aux palmiers dattiers, et les agriculteurs s'appuient largement sur les cultures fourragères. En revanche, on remarque que certaines exploitations délaissent la culture maraîchère. Ce constat s'explique par les exigences techniques de cette pratique ainsi que par ses besoins hydriques élevés.

	
Palmeraies de la station de HBA (Traditionnelle)	Palmeraies de la station de HBA (ITDAS)
	
Palmeraies de sous- station de HBA (Mise en Valeur Gnifida 02)	Palmeraies de la station de Sidi Khouiled (Traditionnelle)
	
Palmeraies de la station de Chott (Traditionnelle)	Palmeraies de la station de Ain El Beida (Mise en valeur Elbakrat)



Palmeraies de la station
de Mekhadma



Palmeraies de la station Rouissat
(mise en valeur Kréma 2)



Palmeraies de la station N'Goussa
(mise en valeur)

Figure N°3 : Vue générale d'une palmeraie de la région d'étude

2.3.1. Nombre d'agriculteurs interrogés :

Afin de recueillir des données représentatives et fiables, nous avons mené des enquêtes sur le terrain auprès d'un échantillon de 30 agriculteurs (hommes et femmes). La collecte des données s'est étalée sur une période de 5 mois, allant de fin novembre 2025 jusqu'au début avril 2026, au niveau de 07 stations dans la wilaya d'Ouargla. La répartition du nombre d'agriculteurs interrogés par station est présentée dans le tableau ci-dessous :

Tableau N°05 :Méthode d'échantillonnage adoptée et répartition des agriculteurs par station

Wilaya	Stations	Nombre d'agriculteurs
Ouargla	Hassi Ben Abdallah (ITDAS, Anciens systèmes agricoles, Chabab I (elkalidj) (Gniffida 02)	08
	Sidi khouiled	05
	Ain elbaida	05
	Chott	03
	Rouissat	03
	Mekadma	03
	N'goussa	03
Total		30

Cet échantillon permet d'assurer une bonne représentativité des différentes stations d'étude et des dynamiques agricoles de la région.

2.3.2. Approche méthodologique et structure du questionnaire

Pour cette étude, nous avons opté pour une approche méthodologique mixte basée sur l'utilisation d'un questionnaire. Ce dernier contient des questions fermées (réponses par (Oui ou Non) et à choix multiples, ainsi que des questions ouvertes à la fin, permettant aux agriculteurs de s'exprimer librement sur l'impact du climat et de décrire leurs stratégies d'adaptation.

Le guide du questionnaire est structuré en trois axes principaux :

- **Axe 1 : Informations générales et profil de l'exploitant :** Cet axe est dédié à l'identification de l'enquêté et aux caractéristiques globales de son exploitation. Il englobe des paramètres tels que l'âge, l'expérience professionnelle, la superficie totale, les types de cultures pratiquées, les sources d'eau d'irrigation et la localisation géographique du site.
- **Axe 2 : Impact et perception du changement climatique :** Ce volet aborde les constats des agriculteurs face aux perturbations des facteurs climatiques locaux. L'accent est mis sur les variations de température, la modification du régime des précipitations, l'évolution de l'humidité et l'action des vents dominants. Il évalue également les répercussions directes sur

le système agricole (manque d'eau, apparition de maladies et baisse globale de la production).

- **Axe 3 : Stratégies d'adaptation et solutions adoptées** : Composé de 15 questions, cet axe analyse les solutions techniques et les plans d'adaptation mis en œuvre ou proposés par les exploitants pour faire face aux contraintes climatiques. Il s'intéresse particulièrement aux modes d'irrigation appliqués, aux traitements phytosanitaires et aux pratiques culturales spécifiques développées localement.

Cette diversité d'approches permet d'obtenir une vision globale et représentative des pratiques agricoles dans la région d'Ouargla. Les différentes étapes de cette démarche sont synthétisées dans la figure ci-dessous.

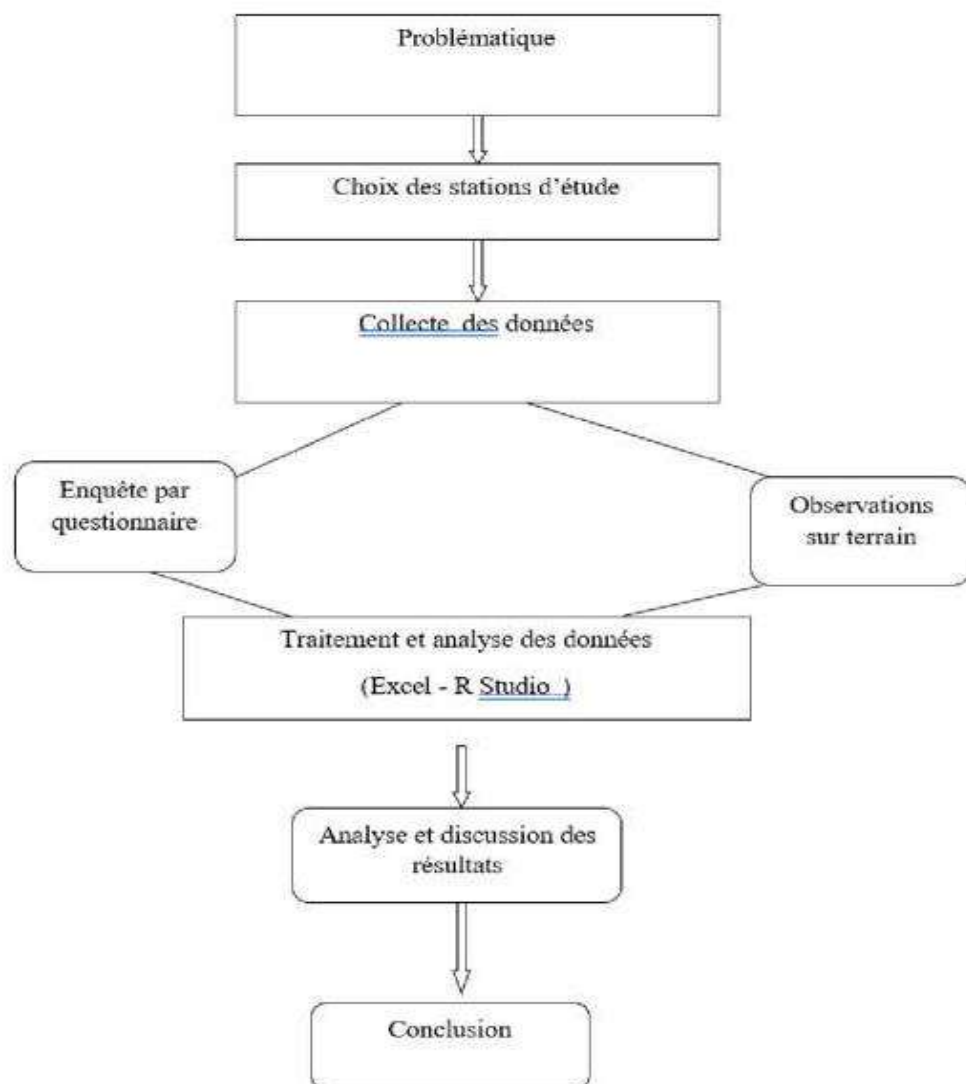


Figure N°4 : Approche méthodologique.

2.3.3. Matériel d'étude et outils techniques :

- Questionnaire auprès des agriculteurs ;
- Observations de terrain ;
- Appareil photo ;
- Matériel informatique Excel / Google Earth ;
- Traitement des données climatique (par le logiciel R Studio).

2.4. Facteurs climatiques étudiés :

Le climat de la région est défini par un ensemble de facteurs abiotiques, notamment la température, les précipitations, le vent et l'humidité. Ces éléments agissent ensemble pour influencer directement les conditions de production agricole.

2.4.1. Températures :

Afin d'analyser les caractéristiques thermiques de la région d'étude, le Tableau N° 06 résume les températures mensuelles moyennes, maximales et minimales de la région d'Ouargla pendant trente ans (1995-2024).

Tableau N° 06 :Températures mensuelles moyennes, maximales et minimales exprimées en (°C) de la région d'Ouargla pour la période (1995-2024).

Années	Température (°C)	MOIS											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2024	M	18,84	21,03	25,53	30,23	34,25	40,31	43,79	42,65	37,95	31,68	24,42	19,52
1995	M	4,97	6,91	10,68	15,35	20,28	25,35	28,23	27,74	23,86	17,6	10,78	6,31
	(M+m)/2	11,90	13,97	18,10	22,79	27,26	32,83	36,01	35,19	30,90	24,64	17,60	12,91

Source : (O.N.M. Ouargla2025)

M : est la moyenne mensuelle des températures maximales en °C.

M : est la moyenne mensuelle des températures minimales en °C.

(M+m)/2: est la moyenne mensuelle des températures en °C.

À la région de Ouargla pour la période de trente ans (1995-2024), le mois le plus chaud est celui de juillet avec une température moyenne de **(36.01°C)**, par contre le mois le plus froid est celui de janvier avec une moyenne des températures égale à **(11.90°C)** (Tableau N° 06).

2.4.2. Précipitations :

Dans la cuvette d'Ouargla, les précipitations constituent un facteur écologique d'importance fondamentale pour le fonctionnement et la répartition des écosystèmes

terrestres (RAMADE, 1984). Les quantités pluviométriques enregistrées durant la période allant de 1995 à 2024 au niveau de la région d'Ouargla sont consignées dans le Tableau N°07.

Tableau N°07: Précipitations mensuelles moyennes (mm) durant trente ans (1995-2024).

Années	MOIS												Cumul
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1995 à 2024	7.37	1.87	3.91	15.05	3.3	0,35	0,76	1.04	4,36	3,94	5,6	2,48	50.03

Source : (O.N.M.Ouargla, 2025)

PP: Précipitations (mm)

Les précipitations enregistrées durant la période de trente ans (1995-2024) montrent que les pluies sont rares et irrégulières dans la région d'étude. Les quantités les plus importantes de pluies sont enregistrées au mois d'avril avec **(15.05 mm)**, tandis que le cumul annuel de précipitations est de **(50.03 mm)** (Tableau N°07).

2.4.3. Vent :

L'étude de la dynamique éolienne est essentielle pour comprendre les contraintes climatiques de la zone. À cet effet, les données relatives à la vitesse du vent sont consignées ci-dessous :

Tableau N°08 : Évolution des moyennes mensuelles de la vitesse du vent dans la région d'Ouargla (1995-2024)

Années	MOIS												Moyenne
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Vmoy (km/h) 1995 - 2024	9.5	11.38	13.50	15.88	17.21	15.59	13.51	13.64	14.69	11.15	9.03	8.51	12.80

Source : (O.N.M Ouargla, 2025)

V (moy) : vitesse moyenne de vent.

À partir de ce tableau, l'analyse de la vitesse moyenne du vent pour la période de trente ans (1995-2024) dans la région d'Ouargla montre que la valeur la plus faible est enregistrée au mois de décembre avec une moyenne de **(8.51 km/h)**, indiquant des conditions atmosphériques relativement stables et peu ventées. En revanche, la valeur la plus élevée est observée au mois de mai avec **(17.21 km/h)**. Globalement, nous avons enregistré une vitesse moyenne annuelle de **(12.80 km/h)**.

2.4.4. L'humidité :

L'humidité relative de l'air dans la région d'Ouargla est un élément climatique secondaire par rapport à la température. Elle est caractérisée par des taux très bas tout au long de l'année en raison de l'aridité saharienne, et enregistre ses niveaux les plus bas durant l'été sous l'effet d'une forte évaporation. En revanche, elle connaît une hausse relative et légère en hiver ainsi qu'aux premières heures matinales, influençant directement le rythme de transpiration des plantes et les besoins hydriques des oasis.

2.5. Collecte et traitement informatique des données :

Les données climatiques brutes (températures minimales, moyennes et maximales, précipitations et vitesse du vent) ont été obtenues auprès de la station météorologique d'Ouargla, relevant de l'Office National de la Météorologie (ONM). La période d'étude s'étale sur 30 ans, allant de 1995 à 2024 ; une durée conforme aux normes de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) pour l'analyse des tendances climatiques. L'accent a été particulièrement mis sur la variabilité des précipitations ainsi que sur les extrêmes thermiques afin de caractériser l'évolution du climat dans cette région.

Le traitement informatique, La tabulation et la mise en forme de ces données ont été réalisés via le logiciel Excel, tandis que la première phase d'analyse des tendances a été effectuée à l'aide du logiciel **R studio**.

2.6. Synthèse climatique des régions d'étude :

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres ; il est par conséquent nécessaire d'étudier l'impact de la combinaison de ces facteurs sur le milieu pris en considération. Pour caractériser le climat de la présente région d'étude et préciser sa position à l'échelle méditerranéenne, une synthèse climatique s'impose (**Attia & Manna, 2017**). À cet effet, deux outils biogéographiques majeurs sont utilisés, à savoir le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) ainsi que le climagramme pluviothermique d'Emberger (1955).

2.6.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

L'application du diagramme ombrothermique pour la région d'Ouargla, sur la période allant de 1995 à 2024, repose sur le principe d'une graduation de l'échelle des précipitations correspondant à deux graduations de l'échelle des températures (**$P = 2T$**).

L'analyse de ce graphique révèle une sécheresse continue tout au long de l'année, où la courbe des températures reste systématiquement supérieure à celle des précipitations. De ce fait, la

région d'Ouargla se caractérise par une période sèche qui s'étale sur les 12 mois de l'année, sous l'effet combiné de précipitations très faibles et de températures élevées.

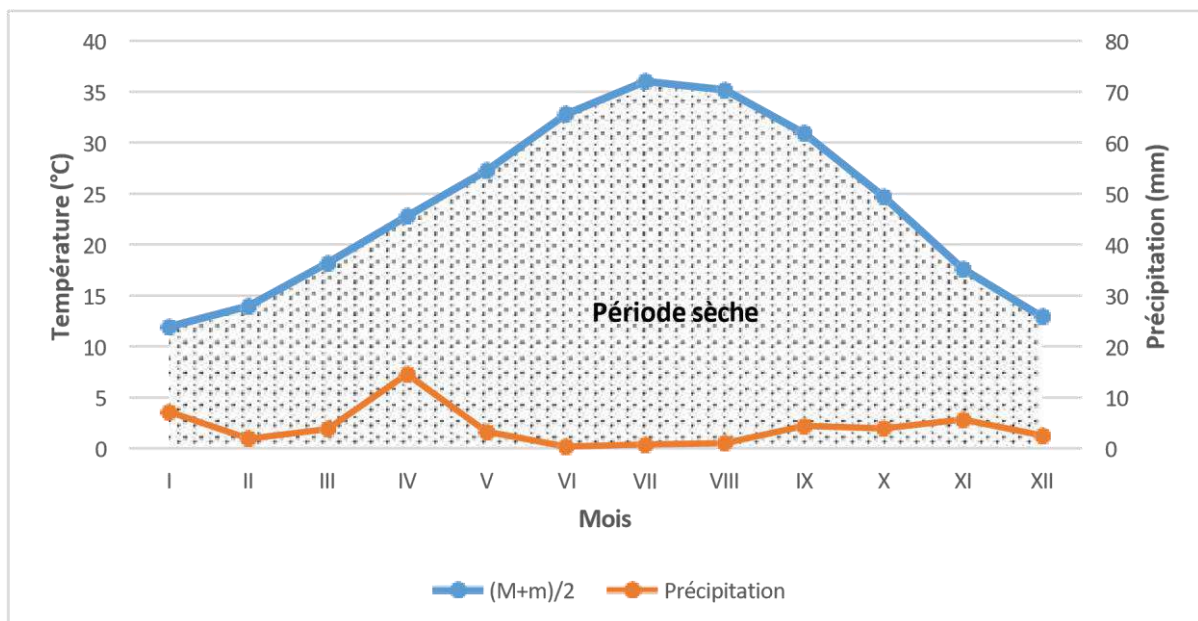


Figure N°05:Diagramme Ombrothermique de la région d'Ouargla durant trente ans(1994 à 2024)

2.6.2. Climagramme pluviothermique d'Emberger :

Le quotient pluviométrique d'Emberger (**Q3**) prend en compte les précipitations annuelles P, la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud (M en °C) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (m en °C) EMBERGER (1955). Il permet de positionner une région donnée dans son étage bioclimatique. Ce dernier est calculé en appliquant la formule suivante : **$Q_3 = 3.43 P/(M-m)$** , où :

- P : Les précipitations annuelles en mm ;
- M : La température maximale du mois le plus chaud ;
- m : La température minimale du mois le plus froid.

Donc : P = 50.03 mm. M = 43,79 °C. m = 4.97 °C.

Après l'application de la formule précédente on obtient : $Q_3 = 3,43 \times 50.03 / (43,79 - 4.97)$

Donc : $Q_3 = 4.42$

Donc, ces valeurs nous permettent de classer la région d'OUARGLA selon le Climagramme d'EMBERGER dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux (**Fig.5**)

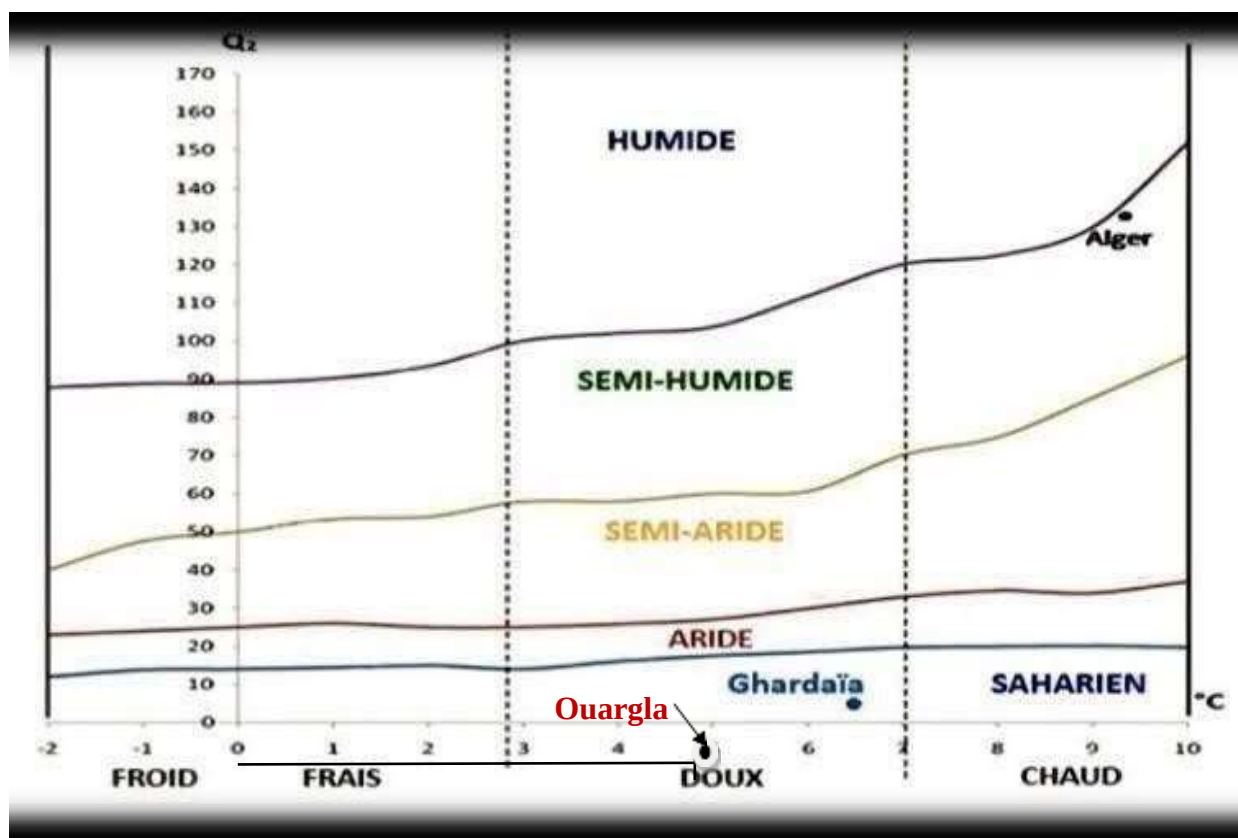


Figure N° 06: Climagramme d'Emberger de la région d'Ouargla (1995 à 2024)

2.7. Outils de traitement et méthodes d'analyse statistique des données

Cette démarche méthodologique rigoureuse s'appuie sur l'utilisation avancée de l'environnement R Studio. Elle vise à mettre en évidence la variabilité, l'évolution et les corrélations entre les différents paramètres étudiés, afin de caractériser l'impact réel des changements climatiques sur le milieu oasien.

Pour ce faire, les critères, indices et tests statistiques suivants ont été retenus

2.7.1. Test de tendance de Mann-Kendall

Dans le cas des séries d'observations météorologiques, le test de Mann-Kendall est le plus utilisé pour détecter l'existence d'une tendance à la hausse ou à la baisse. Ce test non paramétrique est très adapté aux données climatiques car il ne nécessite pas une distribution normale des données (MCLEOD et al., 1990 ; BRAUD, 2011 in FASSI, 2021).

Selon SNEYERS (1990 in FASSI, 2021), ce test consiste à comparer chaque valeur de la série avec les valeurs précédentes. La statistique du test $\tau(t)$ est alors calculée par l'équation suivante :

n

$$t = \sum_{i=1}^n n_i$$

$i=1$

Et sa fonction de distribution, sous l'hypothèse nulle, est asymptotiquement normale, avec moyenne et variance. La moyenne et la variance de la statistique du test sont calculées, respectivement, par :

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4} \text{ et } \text{var } t = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

n : le rang

La statistique réduite du test est donnée par :

$$u(t) = \frac{|t - E(t)|}{\sqrt{\text{var}(t)}}$$

Il est clair qu'en l'absence de toute hypothèse sur l'existence d'une tendance dans une direction donnée, le test n'est correct que sous sa forme bilatérale. L'hypothèse nulle doit donc être rejetée pour des valeurs élevées de **(vertu(t)\vert)**. En particulier, si la probabilité (α_1) est déterminée à l'aide de la loi normale centrée réduite telle que :

$$\alpha_1 = \text{Prob}|u| > |u(t)|$$

L'hypothèse nulle est acceptée ou rejetée au niveau α_0 , selon que l'on a $\alpha_1 > \alpha_0$ ou $\alpha_1 < \alpha_0$. Lorsque les valeurs de $u(t)$ sont significatives, une tendance à la hausse ou à la baisse peut être observée selon que $u(t) > 0$ ou $u(t) < 0$ (**SNEYERS, 1975 in FASSI, 2021**). Toutefois, lorsqu'on désire situer l'époque à partir de laquelle la tendance s'est manifestée, la statistique du test se prête mieux au calcul progressif et rétrograde nécessaire à cet effet. En inversant la direction du calcul, la variable $u(t)$ obtenue est appelée série rétrograde. Le point d'intersection de $u'(t)$ avec $u(t)$ donne le début de la tendance (**MEDDI et al., 2005 in FASSI, 2021**).

Les résultats d'applications ont été représentés, en choisissant un seuil de signification de **(5%)** ; afin de garantir un intervalle de confiance (**SLIMANI, 2016 in FASSI, 2021**).

Afin de confirmer ou d'infirmer l'existence d'une tendance des températures de l'air de Ouargla, que ce soit vers la hausse ou vers la baisse, nous avons analysé une série de données annuels de températures maximales et minimales enregistrées dans la station météorologique de l'ONM à Ouargla. La série de données disponibles est d'une durée de 30 ans (1995-2024).

2.7.2. Indice d'aridité de De Martonne (IDM) :

L'indice d'aridité de De Martonne est un bioclimatique classique et largement utilisé pour évaluer le degré de sécheresse et l'intensité de l'aridité d'une région donnée. Dans le cadre de notre étude sur la wilaya d'Ouargla, cet indice revêt une importance capitale pour caractériser les contraintes climatiques réelles qui pèsent sur le développement et le rendement des cultures oasiennes. Afin de suivre de près les fluctuations saisonnières du climat saharien, nous appliquons l'indice d'aridité mensuel (IDM).

2.7.2.1. Indice d'aridité annuel de De Martonne :

Pour une année donnée caractérisée par un cumul pluviométrique annuel (P) et une température moyenne annuelle (T), l'indice d'aridité annuel est calculé selon la formule suivante :

$$\text{IDM} = \frac{P}{T + 10}$$

Où :

- (IDM) : Indice d'aridité annuel de De Martonne.
- (P) : Cumul des précipitations annuelles (mm).
- (T) : Température moyenne annuelle (°C).

Tableau N°09 : Classification des climats selon l'IDM

IDM < 5	Climat hyper-aride
5 ≤ IDM < 10	Climat aride
10 ≤ IDM < 20	Climat semi-aride
20 ≤ IDM < 30	Climat subhumide
IDM ≥ 30	Climat humide

Afin d'étudier les caractéristiques climatiques d'Ouargla, nous allons analyser les principales données météorologiques disponibles via des tests et des indices de traitement des séries temporelles, tels que le test de tendance et les indices de la sécheresse météorologique. Ensuite, nous allons exposer quelques probabilités de l'évolution future du climat dans la région de la cuvette d'Ouargla.

Chapitre 3:

Résultats et Discussion

Partie 1 : Analyse des données climatiques, modélisation et projections

3.1. Analyse des données climatiques d'Ouargla

3.1.1. Test de tendance de Mann-Kendall

3.1.1.1. Analyse de la tendance et détection des ruptures thermiques

L'analyse séquentielle de Mann-Kendall (Sneyers, 1975) appliquée aux chroniques de températures de Ouargla (1995-2024) met en évidence une dynamique thermique complexe, caractérisée par un comportement distinct entre les valeurs diurnes et nocturnes.

En effet, l'examen de la température maximale (TM) confirme une tendance globale à la hausse hautement significative, avec une statistique réduite $u(t)$ qui atteint des valeurs maximales ($u(t) = 7,261$) largement supérieures au seuil critique de $\pm 1,96$ ($\alpha = 5\%$). Selon l'approche de Sneyers (1975) et Meddi et al. (2005), l'évolution simultanée des séries progressive $u(t)$ et rétrograde $u'(t)$ permet d'identifier graphiquement les périodes de divergence thermique majeure. Ce comportement thermique différencié entre les chroniques maximales (TM) et minimales (Tm) est illustré par les courbes d'évolution suivantes (Figure N°07).

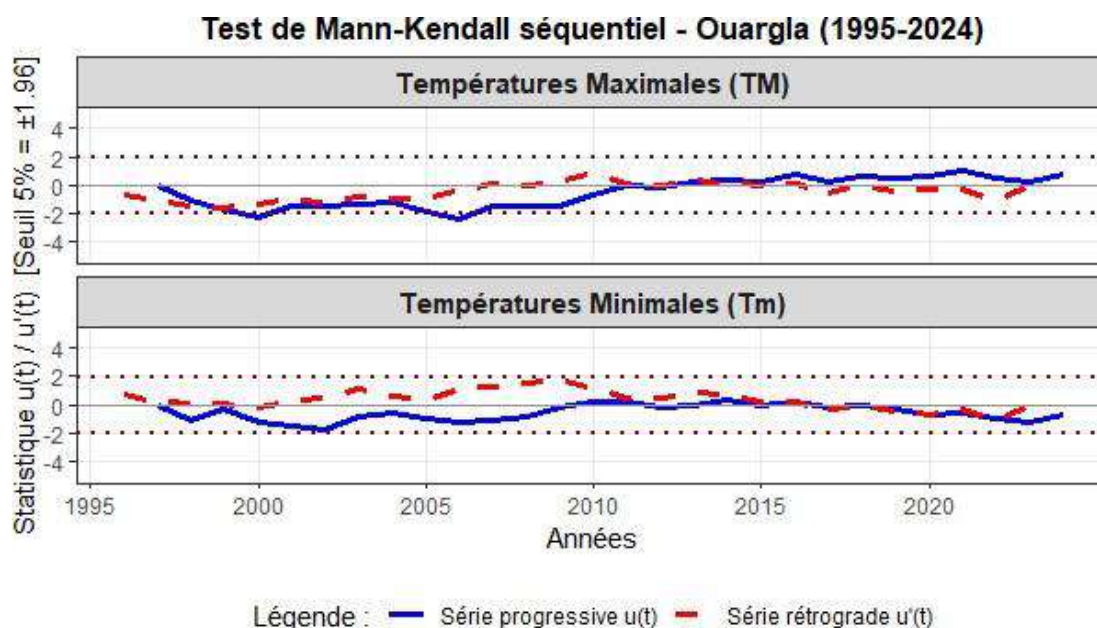


Figure N°07: Test de Mann-Kendall séquentiel appliqué simultanément aux températures maximales (TM) et minimales (Tm) dans la cuvette d'Ouargla (1995-2024).

Les résultats du test de Mann-Kendall (Figure N°07) montrent un comportement thermique distinct et hautement significatif entre les deux variables étudiées dans la région de Ouargla (1995-2024).

- **En ce qui concerne les températures maximales (TM) :** Un changement climatique marqué est identifié. La courbe progressive $u(t)$ augmente de manière continue et

franchit le seuil critique de $+1,96$, confirmant l'existence d'une tendance à la hausse statistiquement très significative des températures diurnes. Cette dynamique valide le réchauffement global estimé par la régression à $(+1,87\text{ }^{\circ}\text{C})$ par décennie.

- **En ce qui concerne les températures minimales (T_m) :** Contrairement à une situation de stabilité, la courbe progressive $u(t)$ s'écarte négativement au-delà du seuil critique de $(-1,96)$. Cela confirme graphiquement l'existence d'une tendance à la baisse statistiquement significative des températures nocturnes, en parfaite concordance avec le rythme de refroidissement de $(-0,44\text{ }^{\circ}\text{C})$ par décennie calculé par notre modèle linéaire.

3.1.1.2. Analyse de la tendance des précipitations

La figure (N°08) illustre l'évolution interannuelle des précipitations à la station de Ouargla (1995-2024). L'analyse visuelle du graphique met en évidence une forte variabilité interannuelle, caractérisée par une alternance irrégulière d'années pluvieuses et d'années particulièrement sèches.

Confirmant cette observation, le test global de Mann-Kendall ($Z = -0.74$) ; ($p = 0.459$) montre l'absence de tendance statistiquement significative à la hausse ou à la baisse des précipitations. Cela indique que les variations observées d'une année à l'autre, bien qu'elles se traduisent graphiquement par des fluctuations importantes, relèvent uniquement de cycles naturels et non d'un changement climatique continu ou d'une modification dynamique du régime pluviométrique local.

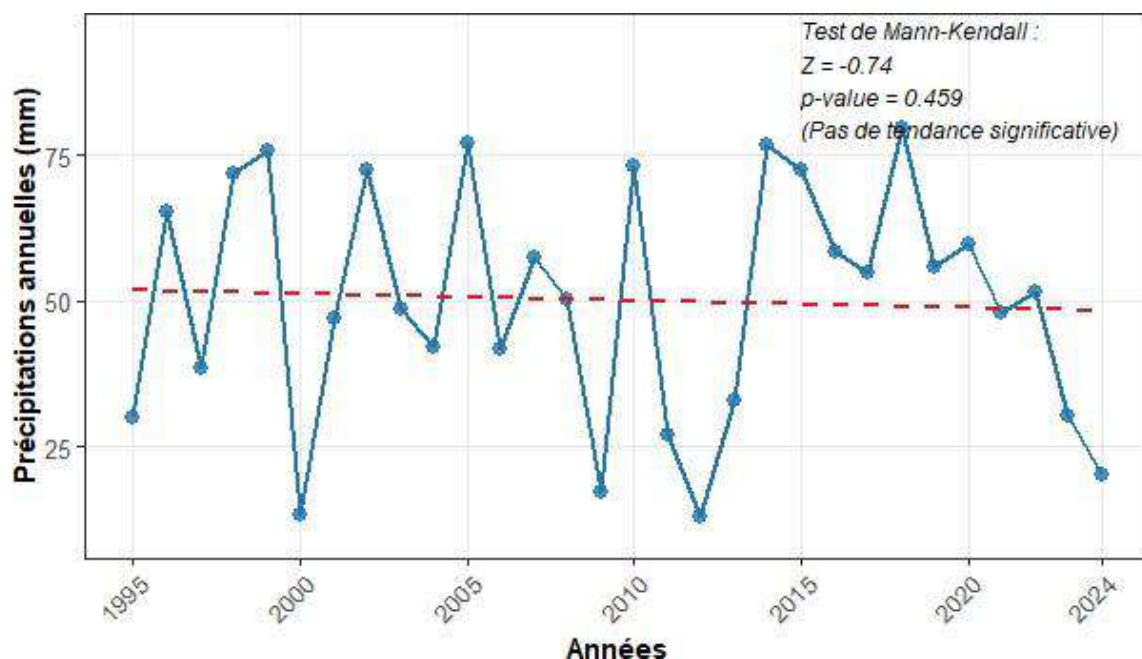


Figure N°08:Évolution du cumul annuel des précipitations à la région d’Ouargla (1995-2024).

3.1.1.3. Analyse de la tendance de la vitesse du vent

L'évolution interannuelle de la vitesse moyenne du vent à la station météorologique de Ouargla sur une période de trois décennies (1995-2024). L'analyse statistique par le test nonparamétrique de Mann-Kendall montre une stabilité rigoureuse du régime éolien à long terme. En effet, la statistique du test est de ($Z = -0.11$) avec une probabilité associée La valeur- ($p = 0.914$). Puisque cette valeur est largement supérieure au seuil de signification de (0.05), l'hypothèse nulle (H_0) d'absence de tendance est officiellement acceptée, ce qui se traduit graphiquement par une ligne de tendance (en pointillé rouge) quasi-horizontale.

Néanmoins, cette stabilité globale à long terme cache une forte variabilité interannuelle propre aux écosystèmes sahariens. On observe une alternance irrégulière entre des années relativement calmes (creux inférieurs à (3.5 m/s) enregistrés en 1995, 2001 et 2023) et des années à forte dynamique éolienne. Les pics de vitesse moyenne annuelle les plus marqués apparaissent en 1998, 2008, 2011, 2017 et 2021, où la vitesse dépasse le seuil de (5.3 m/s).

Sur le plan agronomique, bien que le régime éolien soit statistiquement stable sur 30 ans, la récurrence de ces pics annuels et des rafales saisonnières (souvent liées au Sirocco) engendre des contraintes majeures pour la phœniciculture locale. La force mécanique du vent provoque des bris de régimes et le déchirement des palmes, tout en exacerbant l'évapotranspiration. De plus, ces conditions éoliennes dynamiques favorisent la dissémination rapide du **Boufaroua** (*Oligonychus afrasiaticus*) et augmentent considérablement les risques de propagation des incendies au sein des palmeraies anciennes et nouvelles.

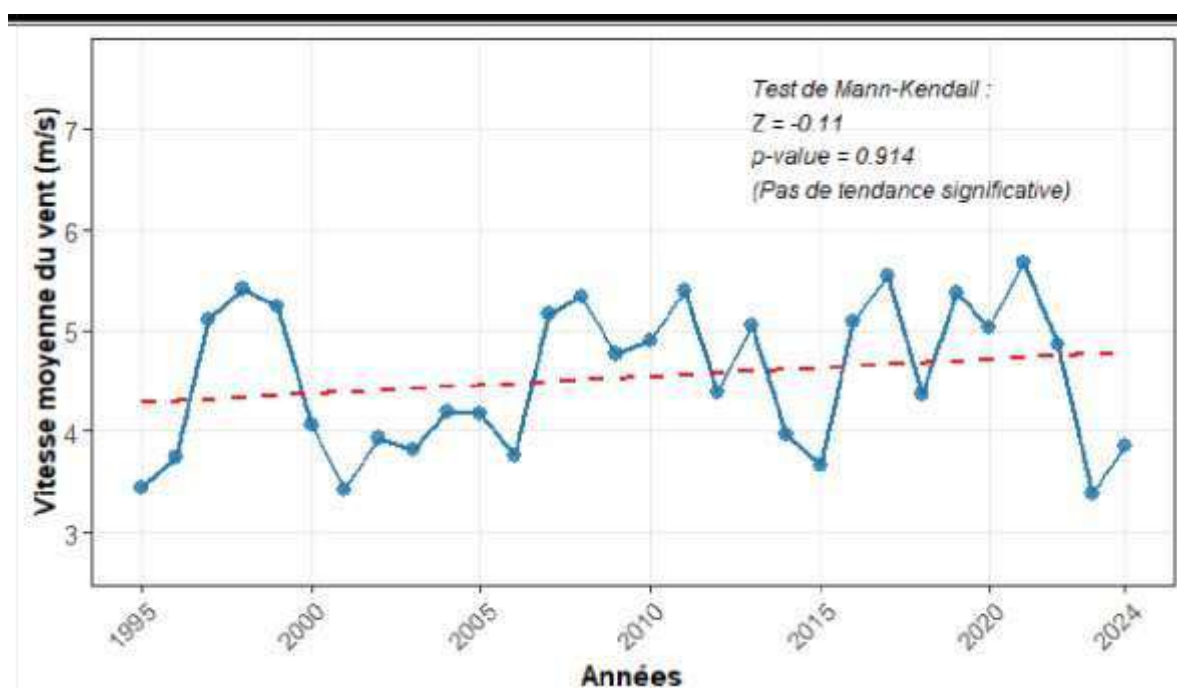


Figure N°09: Évolution interannuelle et tendance de la vitesse moyenne du vent à la station de Ouargla (1995-2024).

Ceci est confirmé par les résultats de l'enquête sur le terrain, où une grande majorité des agriculteurs, soit **(79,41 %)**, s'accordent à souligner l'impact négatif de la dynamique éolienne sur leurs exploitations. Ces déclarations concordent parfaitement avec nos observations effectuées dans la région de Hassi Ben Abdellah (Gnèfida 02). En effet, nous y avons enregistré des dégradations majeures caractérisées par un ensablement actif, l'effondrement des brise-vents, ainsi que la destruction mécanique des structures des serres plastiques. (Voir photos ci-dessous).



Photo N°01: Dégâts mécaniques liés aux aléas climatiques sur les cultures protégées.



Photo N°02: Phénomène d'ensablement et ensevelissement des jeunes palmiers suite aux vents violents et à la défaillance des brise-vents.



PhotoN°03:L'impact des vents violents sur la destruction des brise-vent traditionnels.

3.1.2. Classification climatique de la région d'Ouargla selon l'IDM

L'application de la formule annuelle de l'indice d'aridité de De Martonne pour la région d'Ouargla a indiqué une valeur de **(0,8)**. Cette valeur étant largement inférieure au seuil critique fixé à 5, elle confirme scientifiquement l'appartenance de la région d'Ouargla au domaine bioclimatique **hyperaride**.

Au cours de l'enquête au niveau de l'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne (ITDAS) à Hassi Ben Abdallah, nous avons constaté un stress hydrique chez le plant de fourrage *Panicum spce* que confirme l'indice de sécheresse.



Photo N°04 : Impact visuel du déficit hydrique sur le *Panicum sp.* à l'Institut Technique de développement de l'Agronomie Saharienne (ITDAS, Hassi Ben Abdellah).

3.2. Modélisation et projections à l'horizon 2055 :

3.2.1. Modélisation et projections de la température minimale de l'air dans la cuvette d'Ouargla:

La Figure N°10 illustre la tendance de l'évolution linéaire de la température minimale de l'air (T_m) à Ouargla sur la période (1995-2024), calculée par le modèle de régression linéaire.

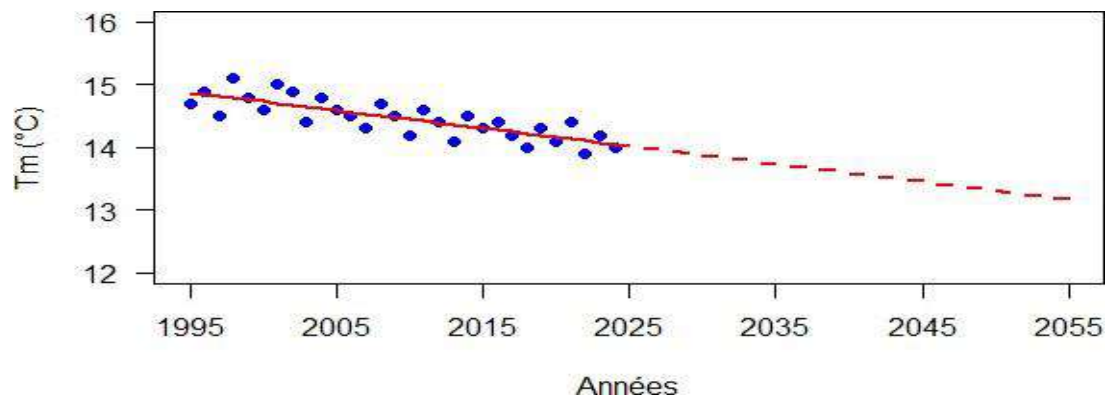


Figure N°10 : Tendance de l'évolution linéaire de la température minimale de l'air à Ouargla (T_m) (1995-2024) et sa projection à l'horizon 2055.

La Figure N°10 illustre la modélisation de cette tendance thermique nocturne, calculée par le modèle de régression linéaire simple. L'analyse statistique par la droite de régression montre une diminution très importante et significative des températures minimales (p-value inférieure à 0,05), avec un coefficient de détermination élevé ($R^2 = 0,7894$). Cette baisse de température confirme l'intensité du refroidissement de la nuit observé dans la cuvette d'Ouargla durant les trois dernières décennies:

- **Période observée (1995-2024) :** Selon les résultats du modèle, les températures minimales moyennes sont passées d'environ (**$14,80\text{ °C}$**) en 1995 à $14,00\text{ °C}$ en 2024, marquant une baisse globale nette sur l'ensemble de la chronique.
- **Période de projection (Horizon 2055) :** Les prévisions statistiques basées sur ce modèle, matérialisées par la ligne en pointillé rouge, indiquent la poursuite de ce refroidissement nocturne. À l'horizon 2055, la température minimale moyenne devrait atteindre environ (**$13,10\text{ °C}$**)(et non $12,06\text{ °C}$).

3.2.2. Modélisation et projections de la température maximale de l'air dans la cuvette d'Ouargla

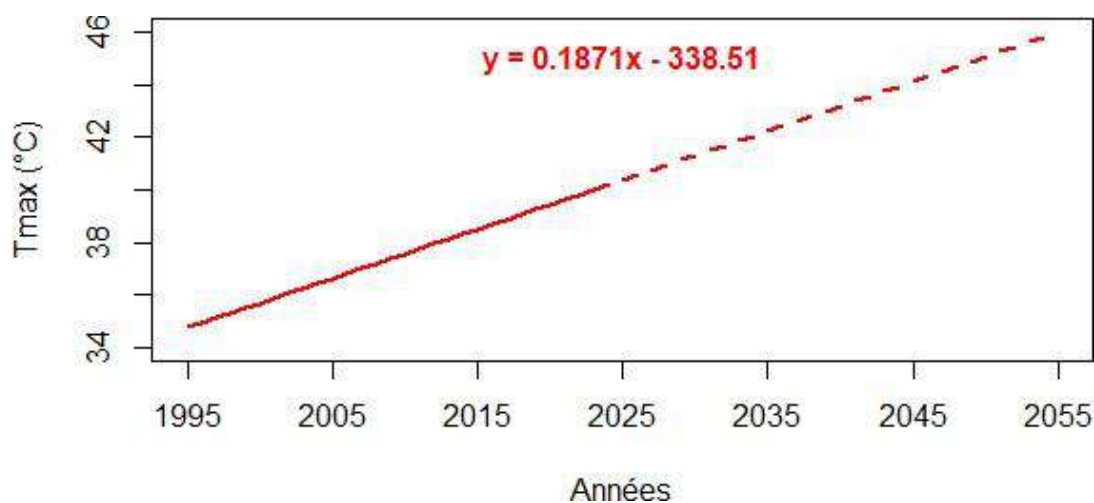


Figure N°11 : Tendence de l'évolution linéaire de la température maximale de l'air (T_{max}) à Ouargla (1995-2024) et sa projection à l'horizon 2055

Le graphique montre la modélisation et les projections de la tendance linéaire de la température maximale de l'air (**T_{max}**) dans la cuvette d'Ouargla sur une période de **six décennies** (1995-2055). La courbe affiche une progression ascendante continue et accentuée des températures maximales, confirmant ainsi l'intensification du réchauffement climatique dans la région.

Durant la période observée allant de 1995 à 2024, les températures maximales réelles enregistrées sont passées d'environ **(34,2 °C)** en 1995 pour atteindre près de **(40 °C)** ces dernières années. Pour la période de projection future s'étalant de 2025 à 2055, les résultats indiquent une poursuite constante de cette hausse, où la température maximale devrait ainsi avoisiner les **(46 °C)** à l'horizon 2055.

De plus, l'interprétation statistique de l'équation de régression linéaire intégrée (**$y = 0,1871x - 338,51$**) confirme que le taux d'augmentation annuel des températures maximales est d'environ 0,187 °C par an, ce qui représente une hausse majeure de **(1,87 °C)** par décennie, un rythme d'évolution nettement supérieur à celui des températures minimales (T_{min}).

3.2.3. Modélisation et projections des précipitations dans la cuvette d'Ouargla

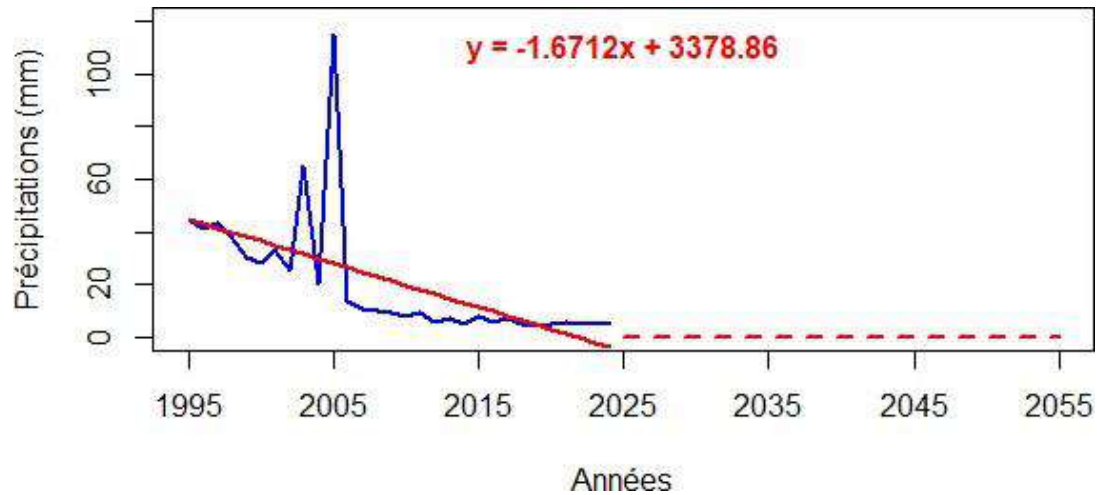


Figure N°12 : Tendance de l'évolution linéaire des précipitations à Ouargla (en mm) sur la période (1995-2024) et son extrapolation à l'horizon 2055.

La Figure N°12 illustre la modélisation par régression linéaire simple du cumul annuel des précipitations à Ouargla (1995-2024) et son extrapolation à l'horizon 2055.

L'analyse de la droite de régression formalise une tendance théorique légèrement ascendante, dictée par l'équation $y = 0,4079x - 781,56$. Toutefois, cette hausse apparente de +0,41 mm par an doit être interprétée avec une grande prudence. En effet, elle ne traduit pas une augmentation réelle et continue des ressources hydriques, mais résulte plutôt de l'impact mathématique d'années exceptionnellement pluvieuses (comme les pics enregistrés en 2003, 2005 ou 2018) sur un échantillon d'étude de 30 ans.

•**Horizon 2055 :** Bien que la projection linéaire trace une ligne atteignant théoriquement environ 56 mm en 2055, la forte hétérogénéité temporelle et l'absence de tendance globale confirmée par le test de Mann-Kendall ($p = 0,459$) indiquent que l'écosystème oasien restera soumis à une irrégularité interannuelle aiguë. Plus que le cumul annuel, c'est la polarisation des pluies sous forme d'événements extrêmes, combinée à une hausse sévère de l'évapotranspiration (Figure N°11), qui accentuera la vulnérabilité de la cuvette d'Ouargla face au stress hydrique.

Partie 2 : Résultats de l'enquête de terrain

Dans cette partie, nous présentons et analysons les résultats enregistrés et compilés tout au long de notre enquête de terrain menée auprès des phoeniculteurs de la région d'Ouargla. Ce volet est spécifiquement consacré à l'étude du profil des agriculteurs et à la caractérisation de leurs exploitations, afin de mettre en relation l'état de la culture du palmier dattier avec les perceptions des exploitants face aux changements climatiques et les impacts observés sur le système de culture oasien.

Le tableau suivant résume les résultats du questionnaire adressé aux agriculteurs des différentes exploitations agricoles (anciennes et modernes) dans la région d'Ouargla. Il présente leur profil professionnel, leur perception des changements climatiques, ainsi que les impacts observés sur la filière phénicicole et les autres cultures.

Tableau N°10: Synthèse des résultats du questionnaire sur la perception des changements climatiques et leurs impacts agricoles selon les différentes zones d'étude à Ouargla.

Régions d'étude	Hausse de température	Diminution des précipitations	Augmentation des vents	Impact sur lesdattes	Augmentation des mauvaisesherbes	Maladies et insectes	Cultures les plus touchées	Moyenne d'âge d'expérience	Niveau deconscience des agriculteurs
Hassi BenAbdellah	87.5% Oui	62.5% Oui	62.5% Oui	100% Oui	75% Oui	87.5% Oui	Palmier dattier, serres agricoleset fourrages	20-25 ans	Élevé
Sidi Khouiled	80% Oui	100% Oui	80% Oui	60% Oui	60% Oui	80% Oui	Palmier dattier	10-15 ans	Moyen
Aïn El Beïda	100% Oui	100% Oui	80% Oui	100% Oui	100% Oui	100% Oui	Palmier dattier et serresagricoles	10-15ans	Moyen
Chott	100% Oui	100% Oui	100% Oui	66.66% Oui	66.66% Oui	100% Oui	Palmier dattier	15-20 ans	Élevé
N'Goussa	66.66% Oui	66.66% Oui	100% Oui	100% Oui	100% Oui	33.33%	Palmier dattier	20-25 ans	Élevé
Rouissat	100% Oui	66.66% Oui	33.33% Oui	66.66% Oui	66.66% Oui	66.66% Oui	Palmier dattier	20-25ans	Élevé
Mekhadma	80% Oui	100% Oui	100% Oui	100% Oui	66.66% Oui	100% Oui	Palmier dattier	Plus de 25 ans	Moyen

3.3. Expérience des agriculteurs dans la zone d'étude:

Afin de déterminer l'ancienneté des agriculteurs dans la pratique de l'activité agricole et son impact sur leur compréhension de l'environnement oasien, le tableau suivant présente en détail les catégories d'années d'expérience professionnelle des exploitants, répartis selon les zones d'étude.

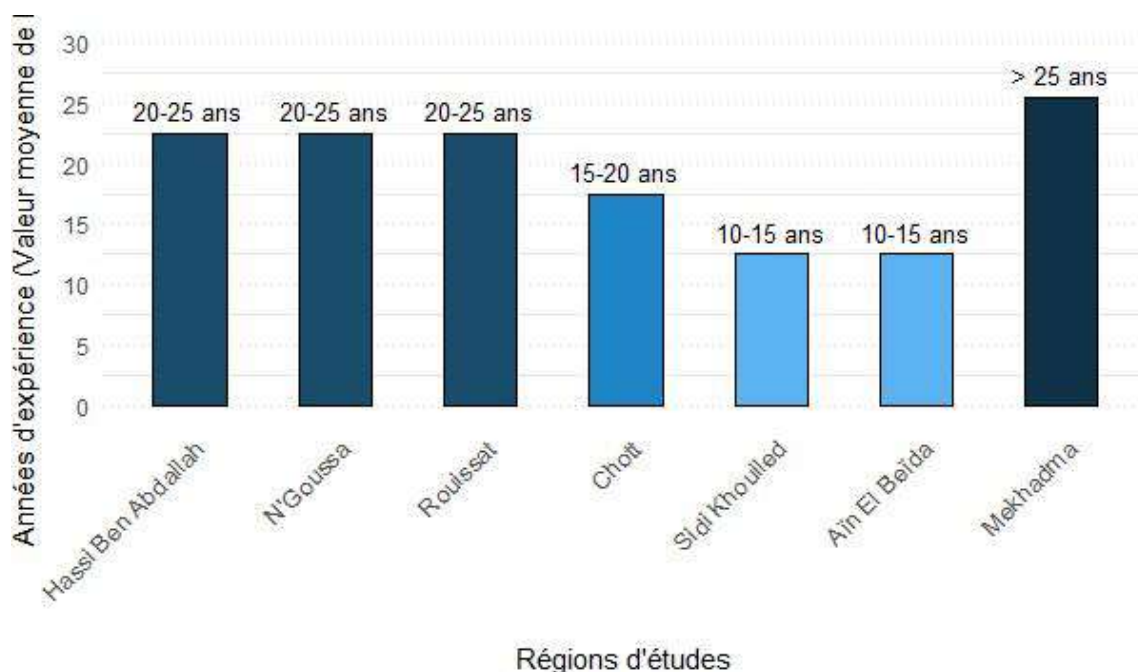


Figure N°13 : Répartition de l'expérience des agriculteurs par régions d'études.

Les graphiques ci-dessus montrent une nette disparité dans le nombre d'années d'expérience des agriculteurs interrogés selon les zones étudiées. Certaines zones se caractérisent par la présence une communauté agricole très expérimentée (de 20 à 25 ans), notamment à Hassi **Ben Abdallah, Rouissat et N'Goussa**, ce qui reflète l'existence d'un savoir-faire ancestral, d'une certaine stabilité et d'un intérêt constant pour la pratique de l'activité agricole. L'importance de cette expérience accumulée se manifeste directement sur le terrain par la capacité de ces agriculteurs à observer avec précision et à comparer historiquement l'impact des changements climatiques sur leurs récoltes. Ainsi, ces savoirs hérités et cette expérience de longue date le pilier fondamental qui sous-tend la précision de l'évaluation e l'ampleur des dommages agricoles, et oriente leurs pratiques vers des mécanismes d'adaptation adaptés pour faire face à ces changements climatiques.

Quant à la région de Chott, elle présente un niveau d'expérience moyen (de 15 à 20 ans), où les agriculteurs manifestent un intérêt pour leurs anciennes pratiques agricoles héritées.

L'expérience est limitée (entre 10 et 15 ans) à **Aïn El Beïdaet Sidi Khouiled**. On observe dans ces deux régions un déclin du système agricole oasisien, résultant de la négligence de certains agriculteurs vis-à-vis de leurs anciens investissements agricoles hérités, et de leur orientation vers la recherche de sources de revenus alternatives en dehors du secteur agricole. Ce phénomène de déclin s'observe également dans la région de **Makhadma**, où, malgré une expérience très élevée dépassant 25 ans (> 25 ans), les agriculteurs se sont néanmoins vers des activités non agricoles. Cette négligence générale et le manque d'entretien continu ont directement affaibli la capacité de ces exploitations à résister aux perturbations et aux changements climatiques rapides et violents, tels que la sécheresse et la hausse des températures.

3.3.1. Identification des exploitations agricoles :

Les données collectées indiquent que (97 %) des agriculteurs enquêtés sont de véritables propriétaires de leurs exploitations, qu'il s'agisse d'exploitations anciennes ou d'extensions agricoles attribuées aux jeunes bénéficiaires de la mise en valeur (**Figure N°14**). De plus, (83 %) de ces exploitations sont situées au sein de périmètres agricoles éloignés des agglomérations. (**Figure N° 15**)

L'enquête a également ciblé des agriculteurs au niveau de l'Institut Technique de Développement de l'Agronomie Saharienne (**ITDAS**) à Hassi Ben Abdallah, qui bénéficient de conseils et d'orientations prodigués par les accompagnateurs et les ingénieurs agronomes qui y sont rattachés.



Figure N°14 : Répartition des palmeraies selon le statut foncier dans la région d'Ouargla.



Figure N°15 : Emplacement des exploitations agricoles

D'après la figure N°14, la plupart des agriculteurs (**97%**) sont propriétaires de leurs exploitations, ce qui témoigne de l'intérêt qu'ils y portent et de leur capacité à atteindre l'autosuffisance grâce à leurs propres produits(**03%**)sont des locataires dont l'objectif est la commercialisation.

D'après la **figure N° 15**, la plupart des exploitations des agriculteurs Interrogés (**83%**) sont situées dans des zones agricoles, ce qui les protège de l'expansion urbaine.

3.4.Paramètres climatiques et taux de perception de leurs impacts par les agriculteurs dans la région d'Ouargla :

Les résultats de l'étude révèlent les conclusions majeures suivantes concernant la perception des agriculteurs de la région d'Ouargla et les caractéristiques structurelles du verger oasien.

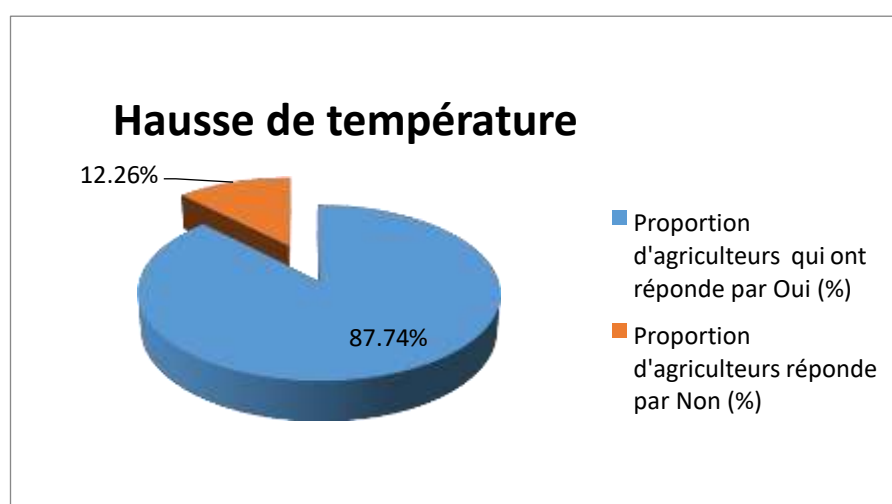


Figure N°16:Taux de perception de la hausse des températures par les agriculteurs dans la région d'Ouargla.

L'analyse de cette figure met en évidence une tendance très nette concernant la perception de la dynamique thermique actuelle par les exploitants de la région d'Ouargla. Une écrasante majorité des agriculteurs enquêtés, représentant (**87,74%**)de l'échantillon global, affirme avoir observé une hausse des températures au cours des dernières années.

De plus, la sensibilité au stress hydrique augmente considérablement en raison des caractéristiques morphologiques du verger. Les palmiers les plus hauts et les plus âgés, tant dans les anciennes palmeraies de **Hassi Ben Abdellah** que dans la région de **Mekhadma**qui témoignent du vieillissement des structures agricoles affichent une tolérance bien moindre face aux chocs thermiques actuels.

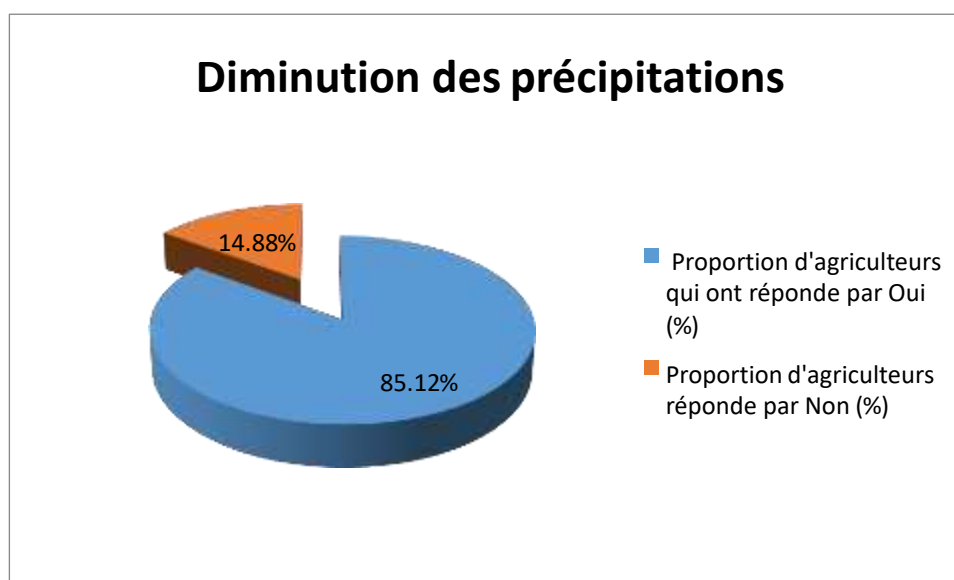


Figure N°17 : Taux de perception de la diminution des précipitations par les agriculteurs dans la région d'Ouargla.

L'analyse de cette figure met en évidence une tendance claire concernant la perception de la baisse du niveau des précipitations par les exploitants de la région d'Ouargla. Une écrasante majorité des agriculteurs enquêtés, représentant **(85,12%)** de l'échantillon global, affirme avoir observé une diminution des précipitations au cours des dernières années. Pluviométrie local.

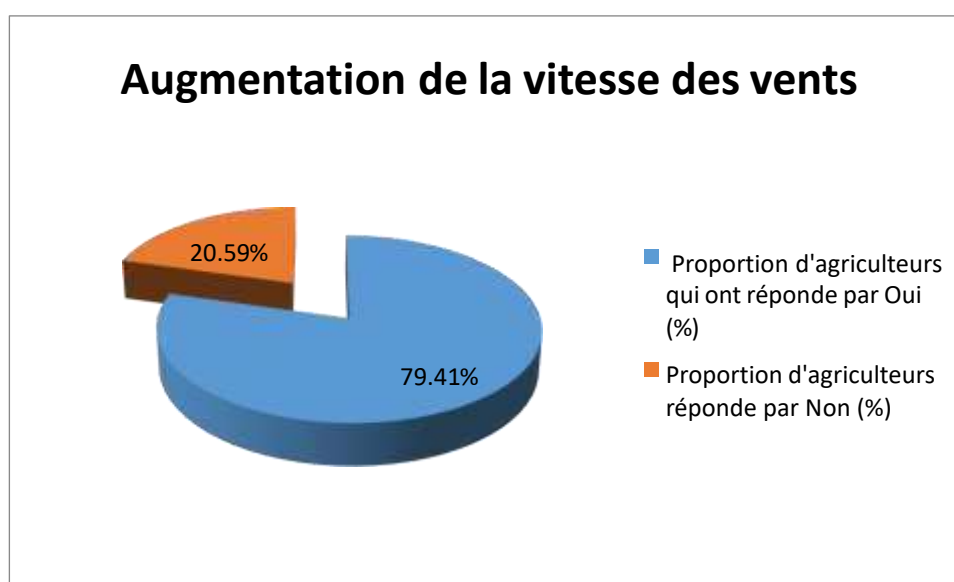


Figure N°18 : Taux de perception de l'augmentation des vents de la vitesse dans la région d'Ouargla.

À travers ce diagramme circulaire, on note une convergence dans la perception de l'impact de l'augmentation de la vitesse des vents chez les agriculteurs de la région d'Ouargla. En effet, les résultats indiquent qu'une grande majorité des enquêtés, soit **(79,41%)**, a clairement perçu cette

évolution au cours des dernières années. Ce stress éolien menace directement les exploitations, provoquant la destruction des serres plastiques, l'ensablement des parcelles, ainsi que la propagation du **Boufaroua**.

Nos observations sur le terrain confirment ces déclarations, notamment dans les nouveaux périmètres agricoles de **Hassi Ben Abdellah et d'Aïn El Beïda**. Dans ces zones, les palmiers dattiers plantés en plein champ sont fortement exposés aux tempêtes, car les brise-vents traditionnels (buttes de terre ou remblais de sable) s'avèrent insuffisants freiner l'impact des vents à tous les stades de croissance du verger oasien.

D'une part, un espacement réduit entre les palmiers âgés (**4 à 5 mètres**) perturbe la gestion de l'ombre et de l'humidité, créant un microclimat propice aux maladies, tout en les exposant au stress thermique et à la rupture mécanique. D'autre part, bien que les jeunes plantations bénéficient d'un espacement plus aéré (**8 à 10 mètres**) renforçant leur tolérance thermique, ces jeunes strates subissent de plein fouet l'action éolienne qui perturbe leur croissance végétative. Cela prouve que la vulnérabilité face aux changements climatiques touche l'ensemble des strates d'âges.

3.4.1. Situation de la phœniciculture et prolifération des adventices:

La majorité (**83%**) des agriculteurs enquêtés ont exprimé des craintes face à la persistance des précipitations durant la période de pollinisation (mars et avril), ce qui entraîne une dégradation de la qualité de la production de dattes, un phénomène connu localement sous le nom de **(Siche) (photo N°05)**. De plus, l'ensemble des répondants se sont accordés à classer le Boufaroua (*Oligonychusafrasiaticus*) comme l'un des ravageurs les plus dangereux et les plus répandus.

En ce qui concerne les plantes spontanées et les plantes adventices, selon le tableau ci-dessous, la plupart des agriculteurs s'accordent à dire que leur prévalence a augmenté dans leurs exploitations. Selon eux, cela est dû à la propagation de leurs graines par les déjections des animaux et de la volaille. Nous citons entre autres :

Tableau N°11 : Répartition des adventices et plantes spontanées à travers les stations d'étude

les stations les espèces	Hassi Ben Abdellah	Sidi Khouiled	Ain El Beida	Chott	N'Goussa	Rouissat	Mekhadma
G'sab ou le roseau (<i>Phragmites sp.</i>).	+	+	+	+	-	-	-
Enjem ou chiendent (<i>Cynodon dactylon</i>).	+	+	+	+	+	+	+
Eddis (<i>Imperata cylindrica</i>).	+	+	-	-	-	-	-
Essammar (<i>Juncus arabica</i>).	-	-	+	-	-	-	-
<i>Tamarix</i> sp	+	-	-	-	-	-	-
<i>Zygophyllum</i>	-	+	-	-	-	-	+

**Photo N°05**: Impact de l'échec de la pollinisation (Siche) sur les régimes de dattes.

3.4.2. Perceptions des phœniciculteurs concernant le changement du climat :

La majorité des producteurs de dattes interrogés ont déclaré avoir directement constaté une tendance à la hausse des températures atmosphériques pendant l'été au cours des trois dernières décennies, une impression sur le terrain qui correspond parfaitement aux conclusions de **Cramer et al. (2019)**, selon lesquels la fréquence et l'intensité de la sécheresse ont considérablement augmenté en Algérie, ce qui risque à l'avenir d'avoir un impact négatif sur le rendement de la

production de dattes à Ouargla, d'autant plus que le Bureau national d'études sur le développement rural (**BNEDER, 2018**) classe la région comme une zone menacée et géographiquement exposée aux risques de sécheresse sévère et de stress hydrique. D'autre part, les palmeraies se caractérisent par un « microclimat » qui rend les niveaux d'humidité à l'intérieur plus élevés qu'à l'extérieur, procurant ainsi une sensation de fraîcheur. (40 %) des agriculteurs (en particulier ceux qui dépendent de puits individuels dans les régions de **Sidi Khouilid** et **Chott** estiment que l'humidité a connu une hausse notable ces derniers temps, une fluctuation que les chercheurs ont tenu à considérer comme un facteur critique et préjudiciable à la qualité des dattes, car l'excès d'humidité, lorsqu'il est élevé, constitue un environnement idéal pour la propagation des maladies des palmiers et des épidémies fongiques, notamment le ravageur qu'est l'araignée rouge (**Boufaroua**), tandis qu'une baisse excessive de l'humidité au stade de maturation des fruits (maturation) provoque l'évaporation de leur eau, ce qui conduit inévitablement au dessèchement des dattes et à la baisse de leur valeur commerciale.

3.5. Impacts du climat sur les dattes :

Selon **Chouicha et al, 2010**), Les dattes sont des fruits particulièrement exigeants sur le plan climatique ; tout au long de leur cycle de développement, elles requièrent des températures élevées ainsi que de faibles taux d'hygrométrie. En plus de ces deux paramètres, les fruits exigent, au début de leur maturation, de faibles quantités de précipitations conjuguées à une disponibilité suffisante en eau d'irrigation. En effet, l'insuffisance de l'eau d'irrigation impacte négativement le développement du fruit en réduisant son calibre et en provoquant le dessèchement de son extrémité ; ce manque d'eau peut même parfois entraîner la chute des dattes. **Chouicha et al, 2010 in FACI ,2021**).

Pendant la période de floraison, une forte humidité favorise les attaques cryptogamiques (fongiques) entraînant la pourriture des inflorescences **Photo N° 06** (régimes), tout comme elle entrave le processus de pollinisation en déclenchant une germination prématurée du pollen (Ben Abdallah, 1990). De même, des taux élevés d'humidité relative de l'air lors de la phase de maturation provoquent la pourriture (Khamaj) et/ou l'acidification des dattes, le dégagement d'odeurs désagréables, voire le décollement de l'épiderme externe des fruits. À l'inverse, l'enregistrement de très faibles pourcentages d'hygrométrie peut entraîner le dessèchement des fruits. Les précipitations coïncidant avec la période d'ouverture des spathes peuvent, quant à elles, avorter les inflorescences et/ou faire pourrir les spathes, ce qui est susceptible de limiter la nouaison selon Ben Abdallah (1990).



Photo N° 06 : Régime de palmier dattier montrant un échec de la pollinisation.

Selon les informations collectées auprès des phœniciculteurs de Ouargla, à travers des questions ouvertes, les fortes températures provoquent :

- i) Le dessèchement et le changement de la forme des dattes ;
- ii) Le brunissement des fruits ;
- iii) La perte du poids ;
- iv) La prématuration des dattes, appelés (Hachaf) (**Photo N° 07**) ;
- v) L'accélération de l'activité du Boufaroua. (**Photo N°08**).



Photo N°07 : Altération de la qualité des dattes (Hachef).



Photo N°08 : L'impact de la sécheresse et de la chaleur sur la stimulation de l'activité du (Boufaroua)

Chapitre 4 :
Discussion Générale et Stratégies
d'Adaptation

4.1. Discussion et comparaison des résultats avec les travaux antérieurs :

La comparaison de notre étude avec les thèses de **BOUCETTA (2018)** et **FACI (2021)** portant sur la région de Biskra repose sur la similitude des objectifs (effets du changement climatique, dynamique des données climatiques, impacts sur les cultures oasiennes et stratégies d'adaptation). Les régions d'Ouargla et de Biskra partagent un contexte bioclimatique aride commun, caractérisé par de faibles précipitations et une dépendance stricte vis-à-vis de l'agriculture oasienne.

4.1.1. Points de convergence :

Les enquêtes de terrain à Ouargla confirment un impact marqué du changement climatique. Les observations des agriculteurs (hausse des températures, déficit pluviométrique) concordent parfaitement avec les conclusions de **BOUCETTA (2018)** et **FACI (2021)** quant à l'aggravation de la sécheresse. Ce stress hydrique thermique accru accentue les besoins en eau d'irrigation, exacerbant la vulnérabilité structurelle du système oasien et sa dépendance irréversible vis-à-vis des eaux souterraines. Sur le plan statistique, la forte hausse de nos températures maximales ($u(t) = 7,261$), marquée par une rupture climatique en 2010, s'accorde avec l'accélération du réchauffement saharien décrite par **FACI (2021)**. De plus, la forte variabilité cyclique des précipitations à Ouargla ($Z = -0,74$) confirme l'hypothèse de **FACI (2021)** selon laquelle les pluies sahariennes suivent des dynamiques soudaines et irrégulières plutôt qu'une tendance linéaire continue. Enfin, notre calcul de l'indice d'aridité de De Martonne ($IDM = 0,8$) corrobore ces schémas théoriques par une preuve biologique concrète : le stress hydrique aigu subi par le *Panicum sp.* à l'ITDAS (Hassi Ben Abdallah).

4.1.2. Nuances et points de divergence :

Malgré ces similitudes, des spécificités biophysiques et microclimatiques distinguent notre zone d'étude:

- **Spécificité des cultures :** Alors que **BOUCETTA (2018)** a abordé globalement l'ensemble des cultures à Biskra, notre approche centrée sur le bassin d'Ouargla a permis de cibler les impacts directs sur le palmier dattier, notamment la recrudescence du ravageur *Boufaroua*.
- **Comportement thermique nocturne :** Contrairement aux modèles généraux (**FACI, 2021**) prévoyant un réchauffement homogène, nos séries chronologiques locales révèlent une baisse inattendue des températures minimales nocturnes ($-1,87\text{ °C}$). Ce phénomène propre au bassin d'Ouargla induit un élargissement significatif de l'amplitude thermique diurne.

- **Nuance du régime éolien :** Bien que le régime des vents soit statistiquement stable à long terme ($Z = -0,11$), l'analyse de notre enquête (79,41 % de dégâts déclarés) nuance la conclusion globale de **FACI (2021)** : la stabilité mathématique de la variable n'exclut pas sa dangerosité mécanique immédiate sur le terrain (ensablement, destruction des structures des serres).

4.2. Stratégies d'adaptation et de modernisation agricole :

Afin d'assurer la pérennité de ce secteur vital, il est devenu nécessaire d'adopter des stratégies d'adaptation permettant aux agriculteurs de faire face aux changements climatiques. Ces approches (dont des modèles concrets sont illustrés dans les photos ci-dessous) reposent sur les points suivants :

- **Optimisation des techniques de plantation et des structures :** Fixation d'un espacement de **8 à 10 mètres** entre les palmiers lors du plant de jeunes rejets plus résilients aux variations thermiques. Cette densité optimisée permet non seulement l'exploitation de l'espace interlignes par l'intégration de cultures intercalaires ou l'installation de serres plastiques, mais garantit également la mécanisation agricole en facilitant le passage et l'accès fluide des engins de labour comme les tracteurs. En parallèle, il est préconisé de maîtriser les techniques d'ancrage des serres pour maximiser leur résistance aux actions éoliennes.
- **La couverture des régimes de dattes :** en mois d'août, pour protéger les dattes contre les ravageurs ; ainsi que pour créer une certaine humidité environnante, afin de produire des fruits de qualité. Rappelant que le dessèchement des dattes est dû, principalement, au manque d'eau, aux faibles taux d'hygrométrie et aux fortes températures de l'air.
- **Modernisation de la gestion de l'eau et du sol:**Développement et modernisation des systèmes d'irrigation (tels que le goutte-à-goutte) afin d'optimiser l'apport hydrique et rationaliser l'utilisation de l'eau face au déficit pluviométrique chronique. En parallèle, cette approche intègre la mise en place de réseaux de drainage efficaces pour réguler le bilan hydrique, réduire la salinité du sol et empêcher la remontée capillaire des sels.
- Atténuer durablement la surexploitation des nappes souterraines pour contrer le déficit hydrique chronique.
- **Valorisation des ressources et vulgarisation :**Aménagement de bassins de collecte d'eau et encouragement de la pisciculture intégrée pour favoriser la fertilisation, atteindre l'autosuffisance et renforcer la vulgarisation agricole.

- **Utilisation de brise-vents performants** : Recours aux arbres de *Casuarina* en alternative aux brise-vent traditionnels, une espèce hautement tolérante à la salinité et à la chaleur, assurant une protection efficace des jeunes palmiers et des serres.
- **Régulation du microclimat** : Distribution annuelle d'arbres forestiers aux agriculteurs pour atténuer les effets des vents, dans le cadre d'un programme coordonné entre la Conservation des forêts et les subdivisions agricoles municipales.



Photo N°09 : Utilisation des arbres de *Casuarina* comme alternative aux brise-vents traditionnels dans les nouvelles exploitations agricoles.



Photo N°10 : Système d'irrigation goutte-à-goutte sous serre pour la préservation des ressources en eau.

Conclusion

CONCLUSION

En conclusion de cette étude, il apparaît clairement que les changements climatiques constituent aujourd'hui une menace réelle pour les écosystèmes des oasis de la région de Ouargla. L'analyse des séries climatiques couvrant la période comprise entre 1995 et 2024 a permis de mettre en évidence une évolution notable des conditions climatiques, caractérisée principalement par une hausse progressive des températures maximales de l'air de **(1.87 °C)**, une aggravation des phénomènes de sécheresse et un allongement de leur durée.

Les analyses statistiques basées sur le test de Mann-Kendall et le coefficient de corrélation de Pearson ont confirmé l'existence d'une tendance générale au réchauffement. De même, l'indice de sécheresse de **De Martonne** et les diagrammes de **Bagnouls et Gaussen** ainsi qu'**Emberger** ont confirmé cette tendance en classant la région dans la catégorie très sec, ce qui aggrave le déficit hydrique chronique.

Les effets sur le terrain se traduisent par une aggravation du stress hydrique, une détérioration de la productivité et de la qualité des dattes en particulier de la variété « (Deglet Nour) en raison de sa grande valeur économique ainsi que par la propagation du ravageur **(Boufaroua)** et une forte sensibilité de la culture fourragère (*Panicum sp.*).

L'enquête de terrain a démontré l'existence d'une étroite concordance entre les données climatiques enregistrées et les perceptions des agriculteurs des oasis d'Ouargla, qui ont clairement conscience de ces manifestations. Face à cette situation, les savoir-faire traditionnels des agriculteurs restent limités. Bien que des stratégies d'adaptation locales commencent à émerger telles que l'économie de l'eau par l'irrigation goutte-à-goutte, l'introduction de variétés de palmiers plus résistantes, l'utilisation de brise-vent en *Casuarina*, et le développement d'une activité aquacole intégrée ces actions restent des réactions défensives isolées. Il devient donc indispensable de s'orienter vers une modernisation globale et institutionnelle des pratiques agricoles pour préserver durablement l'écosystème oasien.

Recommandations :

Pour traduire ces constats scientifiques en actions concrètes et atténuer les impacts du dérèglement climatique sur l'agriculture oasienne de Ouargla, nous formulons les recommandations suivantes :

1. Renforcement du cadre institutionnel, de la vigilance sanitaire et de la vulgarisation :

- Intensifier le rôle des services de vulgarisation agricole via des campagnes de proximité régulières ;

CONCLUSION

- Valoriser le rôle central des conseillers et techniciens agricoles comme maillon essentiel entre le terrain et l'administration ;
- Assurer un suivi rigoureux pour orienter les agriculteurs vers le dépistage précoce et la notification rapide des ravageurs ;
- Fournir des instructions précises sur l'utilisation rationnelle des pesticides afin de préserver l'écosystème des oasis ;
- Rapprocher l'administration des citoyens pour simplifier les procédures et épargner aux agriculteurs des déplacements pénibles.

2. Garantie des revenus de la filière palmière et assurance agricole :

- Apporter un soutien financier direct et un accompagnement ciblé aux petits exploitants pour garantir la pérennité de leurs revenus ;
- Atténuer les pertes matérielles causées par les conditions climatiques extrêmes à travers des fonds de soutien ;
- Activer des mécanismes d'assurance agricole efficaces pour indemniser les agriculteurs en cas de pertes majeures de production ;
- Couvrir en priorité les risques dévastateurs d'incendies dans les oasis et les zones steppiques.

3. Protection physique des parcelles :

- Développer et réhabiliter les brise-vents biologiques performants (à base de Casuarina) pour lutter contre l'ensablement.
- Sécuriser les infrastructures agricoles et microclimatiques internes de la palmeraie contre les vents desséchants.

Perspectives :

Depuis des temps immémoriaux, le palmier dattier s'impose comme la culture d'excellence et la richesse socio-économique majeure de la cuvette d'Ouargla, grâce à sa remarquable plasticité face aux contraintes édaphoclimatiques de ce milieu. Afin de garantir une durabilité réelle de cet écosystème face aux pressions actuelles, ce travail ouvre des perspectives cruciales pour des investigations complémentaires futures :

- **Modélisation et vulnérabilité hydrique** : Approfondir la modélisation des scénarios climatiques futurs et évaluer la vulnérabilité des ressources en eau souterraines soumises à la surexploitation et aux risques de salinisation.

CONCLUSION

- **Suivi des menaces biotiques émergentes :** Élargir le champ de recherche pour analyser l'impact du dérèglement climatique sur la dynamique d'apparition, la diversité et la prolifération des ravageurs (comme le *Boufaroua*) et des agents pathogènes.
- **Évaluation socio-économique des innovations :** Étudier la viabilité économique et l'accessibilité financière des technologies modernes d'adaptation (systèmes connectés, aquaculture intégrée) pour les petits exploitants de la région.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Asmani, R., & Lebssisse, T. E. (2014).** *Étude des potentialités hydro-édaphiques de l'exploitation agricole de l'université d'Ouargla* (Mémoire d'ingénieur). Université KasdiMerbah Ouargla, p. 5.
- **Attia, B., & Manna, M. A. (2017).** *Interactions entre sol, plantes et arthropodes dans l'exploitation phoenicicole* (Mémoire de master). Université KasdiMerbah Ouargla, pp. 5–9.
- **Azib, S. (2010).** *Gestion des périmètres agricoles au niveau de la zone de mise en valeur de Hassi Ben Abdallah* (Mémoire de Magister). Université KasdiMerbah–Ouargla.
- **Bazzine-Derouiche, R. (2022).** *Biodiversité variétale du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) dans la région d'Ouargla* (Thèse de doctorat). Université de Ghardaïa, p. 25.
- **Ben Cheraa, A. (2020).** *Modélisation de l'irrigation avec des eaux salées en milieux arides (HYDRUS 1D)* (Mémoire de master). Université KasdiMerbah Ouargla, p. 25.
- **Benzouche, S. E., & Cheriet, F. (2012).** Structure et contraintes de la filière dattes en Algérie. *New Medit*, 11(4).
- **Boucetta, D. (2018).** *Effets des changements climatiques sur les cultures et les ressources en eau dans la région de Biskra* (Mémoire de magister). Université Mohamed Khider Biskra, pp. 14–41.
- **Boulal, Y. (2018).** *Étude des fourmis associées aux cultures dans la région de Ouargla* (Mémoire de master). Université KasdiMerbah Ouargla, p. 10.
- **Boumada, A. (2019).** *Dynamique et durabilité des systèmes agricoles oasiens dans le Sahara septentrional algérien* (Thèse de doctorat). Université KasdiMerbah Ouargla, p. 50.
- **Bousnina, I. (2016).** *Situation de l'élevage dans les nouveaux périmètres agricoles de mise en valeur : Cas de la région de Ouargla* (Mémoire de master). Université KasdiMerbah Ouargla, p. 11.
- **Diab, N. (2010).** *Analyse de fonctionnement des exploitations phœnicicoles dans la région de Ouargla* (Mémoire d'ingénieur d'État). Université KasdiMerbah–Ouargla, pp. 13–18.
- **DSA. (2026).** *Données des statistiques agricoles*. Direction des Services Agricoles de la wilaya de Ouargla.
- **Dreux, P. (1980).** *Précis d'écologie*. Presses Universitaires de France.
- **Dubief, J. (1953).** *Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara*. Éditions Service des études scientifiques
- **Dubief, J. (1963).** *Le climat du Sahara* (Tome I). Institut de Recherche Saharienne.

- **Dubief, J. (1969).** *Le climat du Sahara* (Tome II, Mém. Hors-série). Sahariennes, Université d'Algérie.
- **Faci, M. (2021).** *Impacts du changement climatique sur le cycle phénologique du palmier dattier* (Thèse de doctorat). Université Mohamed Khider Biskra, pp. 3–62.-81
- **Faurie, C., Ferra, C., & Medori, P. (1980).** *Ecologie*. Éditions J.-B. Baillière.
- **Faurie, C., Ferra, C., Medori, P., Devaux, J., & Hemptinne, J. L. (1980).** *Ecologie : Approche scientifique et pratique*. Éditions Technique et Documentation (Tec. Doc.).
- **GIEC. (2001).** *Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité* (Troisième Rapport d'évaluation). GIEC.
- **GIEC. (2021).** *Résumé à l'intention des décideurs. In: Changements climatiques 2021 : les éléments scientifiques* (Sixième Rapport d'évaluation). GIEC.
- **Hamdi-Aissa, B., & Girard, M. C. (2000).** Utilisation de la télédétection en régions sahariennes. *Sécheresse*, 11(3), 179–188.
- **Humblot, P. (2025).** *Impacts du changement climatique sur l'agriculture* (Thèse). HAL, p. 2.
- **Kadik, L., Boumarar, B., & Nouar, M. (2018).** Evaluation of floristic diversity in palm groves of Ouargla region, p. 34.
- **Kasmouri, M., & Selmi, H. (2016).** *Diagnostic du système oasien dans la région d'Ouargla* (Mémoire de master). Université KasdiMerbah Ouargla, pp. 13–14.
- **Kazouz, C. (2025).** *Effet des incendies sur l'écosystème oasien de Ouargla* (Mémoire de master), pp. 11–17.
- **Khadraoui, A. (2019).** *Analyse des paramètres climatiques et leur influence sur les zones arides : Cas de la cuvette d'Ouargla* (Mémoire de master). Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université KasdiMerbah Ouargla, p. 28.
- **Khenfer, B. (2020).** *Régénération des ressources fourragères sahariennes* (Thèse de doctorat). Université KasdiMerbah Ouargla, p. 10.
- **Khouildi, S. (2020).** *Étude physiologique du blé dur en conditions sahariennes* (Mémoire de master). Université KasdiMerbah Ouargla, p. 4.
- **Korichi, B. (2020).** *Impact de la vulgarisation agricole sur la pomme de terre* (Thèse de doctorat). Université KasdiMerbah Ouargla, p. 66.
- **Koull, N. (2014).** *Étude phytoécologique des zones humides sahariennes* (Thèse de doctorat). Université KasdiMerbah Ouargla, p. 4.
- **Latreche, N. (2014).** *Inventaire des orthoptères en région saharienne* (Mémoire de master). Université KasdiMerbah Ouargla, pp. 7–8.

Références bibliographiques

- **Le Houérou, H. N. (1990).** Limites bioclimatiques du Sahara. *Sécheresse*, 1(4), 246–259.
- **Léger, N., et al. (2003).** Les phlébotomes de Chypre. *Parasite*, 7, 143–146.
- **ONM. (2025).** *Données météorologiques de la wilaya de Ouargla pour la période 1995-2024*. Office National de Météorologie.
- **Ozenda, P. (1983).** *Flore du Sahara* (2ème Édition). CNRS.
- **Ozenda, P. (1991).** *Flore du Sahara* (3ème Édition). CNRS.
- **Passager, P. (1957).** *Ouargla (Sahara Constantinois)*. Institut Pasteur d'Algérie.
- **Ramade, F. (1984).** *Éléments d'écologie*. Mc Graw-Hill.
- **Ramade, F. (2003).** *Éléments d'écologie : Écologie*
- **Salhi, A. (2017).** *Transformations spatiales de l'oasis de Ouargla*, p. 253.
- **Salhi, S. (2022).** *Biodiversité des espèces cultivées en palmeraies de la région de Ouargla* (Thèse de doctorat). Université KasdiMerbah Ouargla, pp. 2–36.
- **Slimani, N. (2017).** *Diagnostic phytosanitaire des cultures maraîchères* (Mémoire de master). Université de Ghardaïa, p. 11.
- **Smaili, E. (2025).** *Utilisation agricole des nappes à Ouargla* (Mémoire de master). Université KasdiMerbah Ouargla, p. 9.
- **Tzourio-Mazoyer, N., Landeau, B., Papathanassiou, D., Crivello, F., Etard, O., Delcroix, N., Mazoyer, B., & Joliot, M. (2002).** Automated anatomical labeling of activations in SPM using a macroscopic anatomical parcellation of the MNI MRI single-subject brain. *NeuroImage*, 15(1), 273–289.

Reference électroniques :

<https://wikimemoires.net/2022/04/diagramme-ombrothermique-et-climagrammepluviometrique-demberger>.

ANNEXES

استبيان:

عنوان المستثمرة

القسم الاول: المعلومات الشخصية.

1-الجنس: ذكر ☐ انثى ☐

2-السن: أقل من 30 سنة ☐ من 30 الى 40 سنة ☐ من 40 الى 50 سنة ☐ من 50 الى 60 سنة ☐ أكثر من 60 سنة ☐

3- سنوات الخبرة: اقل من 10 سنوات ☐ من 10 الى 15 سنة ☐ من 15 الى 20 سنة ☐ من 20 الى 25 سنة ☐

أكثر من 25 سنة ☐

4-نوع ملكية المستثمرة: ملكية خاصة ☐ مؤسسة عمومية ☐ مستأجرة ☐

5- المستثمرة محاطة: بمصدات الرياح – الطابية- ☐ سياج ☐ غير محاطة ☐

6- مصدر المياه: بئر فردي ☐ بئر جماعي ☐

7 هل يوجد حوض مائي: نعم ☐ لا ☐

8-حوض مائي به اسماك: نعم ☐ لا ☐

ANNEXES

9 موقع المستثمرة : ☐ داخل النسيج العمراني ☐ على جانب الطريق ☐ في المحيطات الفلاحية

10- مساحة المستثمرة : اقل من 03 هكتار ☐ من 03 الى 04 هكتار ☐ أكثر من 04 هكتار ☐

11 هل الفلاحة مصدر الرزق الوحيد: نعم ☐ لا ☐

12 المستوى التعليمي: لم يتم التعليم الابتدائي ☐ ابتدائي ☐ متوسط ☐ ثانوي ☐ جامعي ☐

القسم الثاني: محاور الاستبيان.

المحور الأول(X): تغير المناخ

1- هل لاحظت زيادة في درجة الحرارة في السنوات الأخيرة؟ نعم ☐ لا ☐

2- هل لاحظت زيادة في فترة الجفاف في السنوات الأخيرة؟ نعم ☐ لا ☐

3- هل لاحظت زيادة في درجة الحرارة في فصل الشتاء؟ نعم ☐ لا ☐

4- هل لاحظت انخفاض في التساقط في السنوات الأخيرة؟ نعم ☐ لا ☐

5- هل لاحظت زيادة في سرعة الرياح في السنوات الأخيرة؟ نعم ☐ لا ☐

6- هل لاحظت زيادة في الرطوبة في السنوات الأخيرة؟ نعم ☐ لا ☐

ANNEXES

المحور الثاني(Y): اثار تغير المناخ على الزراعة

1- هل هناك تغيير في موسم الزراعة بسبب ارتفاع الحرارة يعني بدل ما تزرع في شهر بسبب الحرارة تزرع في شهر اخر؟

نعم ☐ لا ☐

2- هل أثرت التغيرات المناخية على مرحلة نمو النباتات خلال السنة؟ نعم ☐ لا ☐

3- هل الانخفاض في درجة الحرارة أثر على نوعية منتوج التمور؟ نعم ☐ لا ☐

4- هل أثر الارتفاع في درجة الحرارة على كمية منتوج التمور؟ نعم ☐ لا ☐

5- هل التغيرات المناخية أدت إلى زيادة في الأعشاب الضارة؟ نعم ☐ لا ☐

6- هل أدت التغيرات المناخية في تنوع الحشرات وأمراض النباتات؟ نعم ☐ لا ☐

7- هل الزيادة في الحرارة تؤثر على سرعة نمو النبات؟ نعم ☐ لا ☐

8- هل لاحظت زيادة الملوحة في؟ الماء ☐ التربة ☐

9- هل تلقيت دعماً ونصائح حول التغيرات المناخية؟ نعم ☐ لا ☐

10- هل ارتفاع درجة الحرارة أثر على الزراعة؟ نعم ☐ لا ☐

ANNEXES

إذا كان هناك تأثير للحرارة على الزراعة، أذكر المحاصيل المتأثرة وكيف تأثرت؟

.....

11- أثر تغير الرطوبة الجوية على الزراعة: نعم ☐ لا ☐

إذا كان هناك تأثير للرطوبة على الزراعة، أذكر المحاصيل المتأثرة وكيف أثرت؟

.....

12- أثر تغير الأمطار على الزراعة: نعم ☐ لا ☐

إذا كان هناك تأثير للأمطار على الزراعة، أذكر المحاصيل المتأثرة وكيف أثرت؟

.....

13- أثر تغير الرياح على الزراعة: نعم ☐ لا ☐

إذا كان هناك تأثير للرياح على الزراعة، أذكر المحاصيل المتأثرة وكيف تأثرت؟

.....

14- ما هي الزراعة التي تأثرت بصورة واضحة بالتغيرات المناخية هي: الحبوب ☐ النخيل ☐

المشاتل ☐ اعات المحمية البيوت البلاستيكية ☐ اعات الحقلية خارج البيوت البلاستيكية ☐

15- ما هي الطرق المتاحة من أجل تأقلم الزراعة مع التغيرات المناخية الحالية، وما هي اقتراحاتكم:

.....