



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohammed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Aménagement Hydro-Agricole

Intitulé :

**Etude de la relation entre quelques paramètres
climatiques et le rendement de l'olivier dans la région
de Bordj Bou Arreridj**

Présenté par :

BOUDAA Melissa & BENCHIKH Radhia

Soutenu le 25 / 06 / 2023. Devant le Jury :

	Nom & Prénom	Grade	Affiliation / institution
Président :	Mme. SALAMANI Amel	MCB	Université de B.B.A.
Encadrant :	Mme. CHOURGHAL Nacera	MCA	Université de B.B.A.
Examineur :	M. TIAIBA Mohammed	MCB	Université de B.B.A.

Année Universitaire 2022/2023

REMERCIEMENT

‘Louange à Allah. Que la paix et la bénédiction soient sur son serviteur et prophète, notre messager, notre imam et notre maître Muhammad, ainsi que sur sa famille, ses compagnons et tous ceux qui suivent le chemin qu’il a tracé, jusqu’au jour de la résurrection.’

Après avoir rendu grâce à Dieu le Tout Puissant et le Tout Miséricordieux, je tiens à remercier vivement tous ceux et celles qui ont jalonné ce travail pour lui permettre d’aboutir.

Il nous est agréable d’exprimer nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à notre promotrice **Mme Chourghal N**, d’avoir acceptée de nous encadrer et de nous avoir orienté durant toute la période du travail.

Nous remercions également **Mme Salamani** qui nous a fait l’immense honneur de présider notre jury et **M. Tiaiba M** pour avoir accepté de juger ce travail.

Nous remercions également tous les enseignants spécialement **M. Zorai A**, qui ont contribué à notre formation, grâce à eux nous avons beaucoup appris dans ce domaine.

Nous tenons à remercier **Pr. Ben Rami Mustapha** pour qui nous exprimons notre profonde reconnaissance pour son aide précieuse. Son soutien a été d’une importance capitale pour nous et a contribué de manière significative à notre réussite.





DÉDICACE



*A ma merveilleuse et si douce **maman, Taous** sans laquelle je ne serais jamais ou je suis et comme je suis, tu as toujours été ma source d'inspiration, ma plus grande supportrice et ma confidente. Ton amour et ton soutien inconditionnels m'ont donné la force et la détermination nécessaires pour atteindre mes objectifs.*

*À mon cher **papa, Mouloud** alors que je termine ce chapitre important de ma vie, je tiens à te dédier ce mémoire. Tu as été une figure paternelle incroyable, un exemple de force, de sagesse et de détermination.*

*Mon cher frère **Ramzi**, je tiens à te dédier ce mémoire spécialement pour toi, tu as toujours été là pour moi, prêt à m'écouter sans jugement, à me guider avec sagesse et à me pousser à donner le meilleur de moi-même. Tu as cru en moi lorsque je doutais de moi-même, et tu m'as encouragé à poursuivre mes rêves les plus audacieux. Je te remercie du fond du cœur pour tout ce que tu es pour moi. Tu es mon modèle, mon confident et mon ami le plus cher. Je t'aime de tout mon cœur.*

*Mon cher frère **Billel**, cette déclaration t'est dédiée en signe de gratitude et d'amour éternels. Même si nous sommes loin l'un de l'autre physiquement, notre lien reste indissoluble. Je t'aime de tout mon cœur et je suis impatiente de te retrouver.*

*Mon cher grand frère **lounis**, pour je t'exprime tout mon amour sincère et tout mon respect. Je t'aime de tout mon cœur.*

*À mon cher grand-père **Said**, qu'Allah le bénisse et le protège, je tiens à te dédier ce mémoire en souvenir de toi, mon grand-père bien-aimé. Ta présence aimante et bienveillante a marqué ma vie de manière indélébile, et ta mémoire restera à jamais gravée dans mon cœur.*

*Mon cher ami **Taki Eddine**, Ce témoignage est une preuve indéfectible de mon amitié et de ma gratitude infinie envers toi.*

*Sans oublier mon binôme **Radhia***

Melissa



DÉDICACE



*A mon cher père **ALI** rahimaho allah, quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

La lumière de ma vie ma mère la source de la tendresse et de l'amour, à qui je dois mon éducation et ma réussite, que Dieu te garde pour nous.

A mes merveilleuses sœurs que Dieu les protèges.

*A mes chers et adorables frères et particulièrement le petit **SABER**.*

*Une spéciale dédicace à mon amie intime **KHOUIDEM ASMA***

*A ma sœur adorable **SIHEM***

*Une grande dédicace à mes amies proches : **OUMAIMA. LOUBNA. SOUNIA. MALAK. KENZA***

*A mon binôme **MELISSA***

Radhia

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Partie I : Matériel et Méthodes

I. Présentation de la zone d'étude..... 3

I.1. Localisation..... 3

I.2. Climat..... 3

I.2.1. Températures..... 4

I.2.2. Précipitations..... 4

I.3. Topographie et sols..... 5

I.4. Vocation de Bordj Bou Arreridj..... 5

I.5. Oléiculture dans la région de Bordj Bou Arreridj..... 6

I.5.1. Les superficies..... 6

I.5.2. La production et le rendement..... 6

II. Etude du climat passé récent 7

II.1. Données climatiques..... 7

II.2. Description du climat historique..... 7

II.2.1. Moyenne arithmétique..... 7

II.2.2. Ecart type..... 8

III. Etude de la tendance du climat du passé récent..... 8

III.1. Le test de Mann-Kendall..... 9

III.2. La méthode du Sen'slope..... 9

IV. Estimation de l'impact de la variabilité climatique sur l'olivier..... 10

IV.1. Données sur le rendement de l'olivier..... 10

IV.2. La relation climat- olivier..... 10

Partie II : Résultats Et Discussions

I. Caractéristiques du climat du passé récent.....	11
I.1. Précipitations.....	11
I.2. Températures.....	12
I.2.1. Températures minimales.....	12
I.2.2. Températures maximales.....	14
II. Les tendances du climat du passé récent.....	15
II.1. Précipitations.....	15
II.2. La températures.....	17
II.2.1. Températures minimales.....	17
II.2.2. Températures maximales.....	18
III. Relation climat – rendement en huile d’olive	20
III.1. Précipitations– rendements.....	20
III.2. Températures–rendements.....	21
III.2.1. Températures minimales – rendements.....	21
III.2.2. Températures maximales – rendements.....	21
Conclusion générale.....	23
Références bibliographiques.....	25

Liste des tableaux

Tableau 01. Moyenne mensuelles des températures en C° de BBA de 1990 -2018 (Station météorologique de BBA.. 2018).....	4
Tableau 02. Moyenne mensuelles des précipitations en mm de BBA de 1990 -2018 (Station météorologique de BBA.. 2018).....	4
Tableau 03. La répartition spatiale des zones agricoles de Bordj Bou Arreridj (DSA. 2020).....	6
Tableau 04. Résultats des tests de tendance des précipitations durant la période (1990-2009) dans la région de Bordj Bou Arreridj.....	16
Tableau 05. Résultats des tests de tendance des températures minimale durant la période (1990-2009) dans la région de Bordj Bou Arreridj.....	17
Tableau 06. Résultats des tests de tendance des températures maximale durant la période (1990-2009) dans la région de Bordj Bou Arreridj.....	18

Liste des figures

Figure 01. Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (Andi. 2013).....	3
Figure 02. L'évolution de la précipitation moyenne annuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.....	11
Figure 03. L'évolution de la précipitation moyenne mensuelle interannuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.....	12
Figure 04. L'évolution de la température minimale moyenne annuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.....	13
Figure 05. L'évolution de la température minimale mensuelle interannuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.	13
Figure 06. L'évolution de la température maximale moyenne annuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.....	14
Figure 07. L'évolution de la température maximale mensuelle interannuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.....	15
Figure 08. Tendance des précipitations durant la période (1990-2009) de la région de Bordj Bou Arreridj.....	16
Figure 09. Tendance des températures minimales durant la période (1990-2009) de la région de Bordj Bou Arreridj.....	17
Figure 10. Tendance des températures maximales durant la période (1990-2009) de la région de Bordj Bou Arreridj.....	18
Figure 11. Régression linéaire entre la précipitation et le rendement de l'huile d'olive.....	19
Figure 12. Régression linéaire entre la température minimale et le rendement de l'huile d'olive.....	20
Figure 13. Régression linéaire entre la température maximale et le rendement de l'huile d'olive.....	21

Liste des abréviations

Symbole	Définition
AFNOR	Association française de normalisation
ANDI	Agence nationale de développement de l'investissement.
DSA	Direction de services agricoles de Bordj Bou Arreridj.
ONM	Office Nationale Météorologique.
SAU	Superficie agricole utile

Introduction

Introduction

Dans le monde, l'olivier est localisé entre 250 et 450 de latitude Nord et Sud (**Leger, 2003**). Aujourd'hui il y a près d'un milliard d'oliviers cultivés. Près de 95% de ces oliviers sont situés dans le bassin méditerranéen essentiellement en Espagne, en Italie et en Grèce. Dans certains pays comme la Tunisie ou la Palestine, ils occupent une place majeure, car 20 à 50% de la population vivent de ces arbres (**Breton et Berville, 2013**).

L'olivier est un arbre cultivé depuis les temps les plus reculés dans toutes les régions qui bordent la méditerranée (**Tissot, 1937**). Cette dernière est la zone la plus privilégiée par rapport au reste du monde pour la culture de l'olivier grâce à son climat adéquat tant au niveau de la température et de l'hydrométrie (**Verdier, 2003**).

L'Algérie fait partie des principaux pays méditerranéens dont le climat est plus favorable à la culture de l'olivier où il constitue l'une des principales essences fruitières à l'échelle nationale (**Benderradji et al., 2007 ; Babouche et Kellouche, 2012**). L'olivier, de par ses fonctions multiples de lutte contre l'érosion, de valorisation des terres agricoles et de fixation des populations dans les zones de montagne, s'étend sur tout le territoire national (**Chaux in Sekour, 2012**).

L'oléiculture algérienne est localisée principalement dans la partie nord du pays, où la plupart des vergers (80% constituée d'environ 32 millions d'arbres) sont situés dans des zones montagneuses avec des sols pauvres (**Bensemmane, 2009 ; Mendil, 2009**). Ils sont répartis sur une superficie d'environ 438.828 hectares permettant une production de 1079508 Tonne (**FaoSTAT, 2020**).

Depuis 2014, la production d'olives en Algérie a augmenté de 12.1% an et en 2019, le pays était classé 8^{ème} parmi les pays les plus producteurs avec une production d'olives de 8687551 Qx et un rendement de 75.92 kg/ arbre (**ITAFV, 2019**).

La culture de l'olivier est associée particulièrement à la zone méditerranéenne dont le climat est caractérisé par la douceur de l'hiver qui est la saison humide et un été chaud pratiquement sans pluie correspondant à une saison sèche. Mais les zones de plus grande diffusion de l'olivier sont caractérisées par des hivers doux, des températures rarement inférieures à zéro degré et des étés secs avec des températures élevées.

Une des caractéristiques du climat méditerranéen est l'irrégularité des précipitations annuelles et la mauvaise répartition des pluies (**Loussert et Brousse, 1978**), indiquée encore plus désavantageuses dans le contexte du climat futur (**Schilling et al., 2020**).

Faisant part du bassin méditerranéen, L'Algérie présente une grande sensibilité au climat à cause de la grande variabilité des pluies saisonnières et annuelles (**Laib, 2015**). Selon les experts, L'Algérie connaîtra une réduction des précipitations de l'ordre de 5 à 13% et une augmentation des températures de 0.6 à 1.1°C (**Nichane et Khelil, 2015**).

En zone semi-aride, les pluies sont projetées diminuer de -8% et les températures augmenteront de +3.6°C dans le scénario climatique médium SRES A1B selon les projections du modèle ARPEGE de Météo France (**Chourghal, 2016**).

Les changements climatiques devraient avoir un impact important et négatif sur l'agriculture dans la région méditerranéenne (**Olesen et Bindi, 2002**) et donc sur l'agriculture en Algérie dont l'oléiculture.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude dont l'objectif est d'étudier la relation entre les principaux paramètres climatiques (température minimale et maximale, précipitation) et le rendement en huile de l'olivier à travers une série observée de 20 années durant la période 1990-2009 dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.

Pour répondre à ces objectifs ; le manuscrit a été organisé selon la méthode IMRaD :

-Une introduction qui apporte des généralités sur l'olivier et les changements climatique et impacts.

- Une partie « Matériel et méthode » qui est consacrée à la présentation de zone d'étude, la description des séries de données et l'exposition des méthodes d'analyse employées.

- Une partie « Résultats et discussion » dans laquelle les résultats obtenus sont présentés analysés puis discutés.

Et enfin une conclusion.

Partie I :

Matériel et Méthodes

1. Présentation de la zone d'étude

1.1. Localisation

La wilaya de Bordj Bou Arreridj (latitude : 36°4'60" Nord, longitude 04°45'41" Est, altitude 906 m) est située sur les Haut-Plateaux au Nord- Est du pays. Elle occupe une place stratégique au sein de l'Est algérien et s'étend sur 10 982 km² et se trouve à mi-parcours du trajet séparant Alger de Constantine et est délimitée :

- À l'ouest par la wilaya de Bouira.
- Au sud par la wilaya de M'sila.
- À l'est par la wilaya de Sétif.
- Au nord par la wilaya de Bejaia.

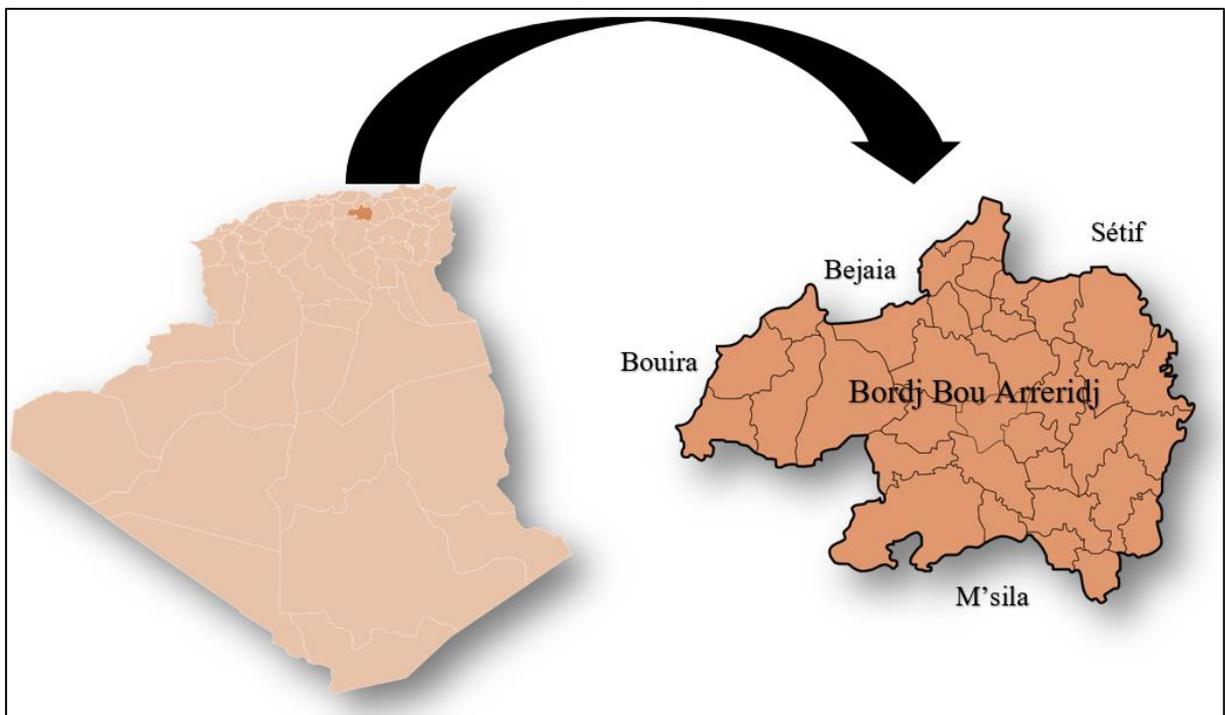


Fig 1 : Situation géographique de la wilaya de Bordj Bou Arreridj (Andi, 2013).

Elle est divisée administrativement en 34 communes et 10 daïras, avec un taux d'encadrement moyen de 3 communes par daïra (Andi, 2014).

1.2. Climat

La région se caractérise par un climat de type continental avec un étage bioclimatique semi-aride marqué par un été chaud et un hiver plus ou moins rigoureux (Bouragba, 2015).

1.2.1. Températures

La température est l'un des facteurs climatiques les plus importants. C'est celui qu'il faut examiner en tout premier lieu du fait de son action écologique sur les êtres vivants (**Dreux, 1980 in Mourida, 2014**).

La température intervient dans le déroulement de tous les processus physiologiques de la plante : la croissance, la reproduction et par conséquent impacte les rendements des cultures et leurs répartition géographique (**Alouane, 2012**).

Tableau 1: Moyenne mensuelles de la température en C° de BBA de 1990 -2018.

Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T moy °C	6.2	6.9	10.3	13.3	18.4	23.9	27.6	26.6	21.4	16.7	10.5	7.2
T min °C	2.1	2.3	5	7.5	11.9	16.6	20	19.5	15.5	11.6	6.2	3.3
T max °C	11.1	12.2	15.9	19.5	25.1	31.3	35.3	34.3	28.2	22.7	15.6	12

Source : Station météorologique de BBA.. 2018.

L'analyse des valeurs de la température moyenne (Tableau 1) montre que la température moyenne maximale correspond au mois de juillet (**27.6 C°**) et la température moyenne minimale correspond au mois de janvier (**6.2 C°**).

1.2.2. Précipitations

La probabilité de jours de précipitation à Bordj-Bou-Argeridj varie au cours de l'année. La pluviométrie annuelle est de 300 à 700 mm (**Andi. 2013**).

L'observation des valeurs mentionnées dans le tableau 2, montre que le mois le plus pluvieux est le mois de Janvier avec (**45.9mm**) de pluie, cependant le moins le plus sec est le mois de juillet (**9.5mm**).

Tableau 2: Moyenne mensuelles des précipitations en mm de BBA de 1990 -2018

Paramètre	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P (mm)	45.9	28.5	31.2	39.2	40.3	20.1	9.5	16.1	44.6	29.4	31.7	44.5	381.6

Source : Station météorologique de BBA. 2018.

1.3. Topographie et sols

Selon **Bender (2008)** ; au niveau de la wilaya de Bordj Bou Arreridj on peut distinguer 3 types de zones :

- **La zone montagneuse** : est caractérisée par la chaîne des Bibans, s'étendant d'Ouled Sidi Brahim à l'ouest jusqu'à Bordj Zemoura à l'est. Les altitudes varient dans la région, avec des sommets tels que Djebel El-Chlendj à 1885 m, Djebel Mansoura à 1862 m, Djebel Thoukchout à 1852 m, Djebel Mouten à 1705 m et Djebel Mourissane à 1497 m. Le point le plus bas se situe à 302 m, le long de l'Oued Bousselem à l'est.

Les sols de la région sont généralement argilo-limoneux, avec des sols plus profonds dans les montagnes de taille moyenne à élever composés de calcaire, de marnocalcaire et de grès.

- **La zone des hautes plaines** : Elle s'étend de la chaîne des Bibans à l'ouest jusqu'au barrage de Ain Zada à l'est. Elle est bordée au nord par les hauteurs de Teniet Ennasr et Bordj Zemoura, et au sud par les monts des Maâdid. Cette région est prédominante dans la wilaya et est principalement consacrée à la culture céréalière.

Les sols de cette zone se sont bruns calcaires avec ou sans encroûtements sur les pentes, avec quelques formations vertiques, lithiques et/ou rigosoliques (**CF BBA, 2009**).

- **La zone Sud** : se situe dans la partie sud-ouest et se caractérise par une vocation agropastorale importante.

Cependant, les sols de la sous-zone traversée par l'Oued Lakhdar qui offre des opportunités pour la culture maraîchère et l'arboriculture fruitière grâce à l'irrigation sont principalement constitués d'une combinaison de sols lithiques et marneux (**DSA, 2016**).

1.4. Vocation de Bordj Bou Arreridj

La wilaya est à vocation agricole, notamment céréalière. Les potentialités sont de 246 154 ha de terres agricoles dont 187 000 ha de SAU avec 7 300 ha en irrigué et 48.600 ha de pacage et parcours (**DSA, 2021**).

L'arboriculture est bien présente dans la région avec une superficie de 30583 ha dominée par l'olivier (**DSA, 2021**).

1.5. Oléiculture dans la région de Bordj Bou Arreridj

1.5.1 Les superficies

A Bordj Bou Arreridj, la superficie occupée par l'olivier au titre de la saison 2019-2020 est estimée à 26319.5 hectares, sur une superficie agricole totale de 245120 ha (DSA, 2020).

Les oliveraies sont localisées essentiellement dans les communes suivantes : Djafra 9.85 %, Ouled Sidi Brahim 9.09 %, El Euhe 8.37 %, El main 8.16 % (DSA, 2021).

Tableau 3 : La répartition spatiale des zones agricole de Bordj Bou Arreridj (DSA, 2020).

Destination	Superficie (ha)
Totale de la wilaya	392252
Superficie agricole totale	245120
Céréale	78270
Légumes secs	161.5
Fourrage	4217.5
Cultures maraichères	1764
Pomme de terre	48
Totale Arboriculture	30583
Olives	26319.5
Vigne	14.5

1.5.2. La production et le rendement

La culture de l'olivier dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj occupe en 2022 (27457 ha) avec une production d'olives de 170995Qx et un rendement en huile d'olive de 14.9 l/q.

Pendant la période (1990-2022), et grâce aux programmes nationaux de subvention rurale, la surface occupée a augmenté de 4510 ha à 27457 ha et la production totale d'olive de table a pu atteindre 8804Qx et 162191Qx d'olive à l'huile (DSA, 2022). En effet la wilaya de Bordj Bou Arreridj se classe en sixième position en matière de production d'huile d'olive en Algérie.

2. Etude du climat passé récent

2.1 Données climatiques

Les données de l'ONM (Office Nationale Météorologique) ne sont pas accessibles du fait de l'absence de convention entre ce dernier et l'université de BBA. A cet effet, nous nous sommes contentés de travailler avec une série climatique mensuelle de 20 ans de longueur contenant les paramètres climatiques suivant ; les températures minimales et maximales et les précipitations dont la source sont les travaux de **Chourghal et al. (2016)**.

Néanmoins, ces données ne seront certainement pas fortement concluantes en raison de la période qui nous a été imposée. Dans le domaine du changement climatique, les séries climatiques doivent être aussi longue que possible afin d'améliorer la précision.

2.2 Description du climat historique

Pour la caractérisation du climat historique, nous avons procédé au calcul des paramètres statistiques de position (moyenne) et de dispersion (variance et écart type) de différentes composantes climatiques à savoir; les valeurs interannuelles, mensuelles interannuelles, annuelles et mensuelles. Les fichiers climatiques journaliers (1990-2009) ont été d'abord réorganisés puis transformés en fichier mensuels avec en ligne le mois et en colonne l'année.

Des représentations sous forme de tableaux et graphiques ont été ensuite élaborées pour permettre l'interprétation des résultats.

Le calcul s'est déroulé au moyen du tableur Microsoft Excel 2010.

2.2.1 Moyenne arithmétique

La moyenne est la valeur de la variable qui affectant uniformément l'ensemble des unités d'observation conserverait l'effet total de la variable (**Levy, 1979**).

La « moyenne » se note « \bar{X} »: Si la variable statistique est donnée sous forme d'une série x_1, x_2, \dots, x_n , la moyenne arithmétique est la somme des « x_i » divisée par le nombre « n » (« n » étant égal au nombre de « x » de la série appelé aussi le nombre d'observation ou taille de l'échantillon).

La moyenne arithmétique est égale au rapport :

$$\bar{X} = \frac{X_1+X_2+\dots+X_n}{n} \dots\dots\dots (1)$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum x_i \dots\dots\dots (2)$$

2.2.2 Ecart type

L'écart-type est la mesure de dispersion la plus couramment utilisée en statistique lorsqu'on emploie la moyenne pour calculer une tendance centrale. Il mesure donc la dispersion autour de la moyenne.

En raison de ses liens étroits avec la moyenne, l'écart-type peut être grandement influencé si cette dernière donne une mauvaise mesure de tendance centrale (**Afnor, 2002**). L'écart-type est aussi utile quand on compare la dispersion de deux ensembles de données séparés qui ont approximativement la même moyenne.

La dispersion des mesures autour de la moyenne est plus étroite dans le cas d'un ensemble de données dont l'écart-type est plus petit. Habituellement, un tel ensemble renferme comparativement moins de valeurs élevées ou de valeurs faibles. Un élément sélectionné au hasard à partir d'un ensemble de données dont l'écart-type est faible peut se rapprocher davantage de la moyenne qu'un élément d'un ensemble de données dont l'écart-type est plus élevé (**Levy, 1979**).

On définit l'écart-type d'une variable discrète composée de n observations comme suit :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{X})^2}{n}} \dots\dots\dots (3)$$

3. Etude de la tendance du climat du passé récent

Pour étudier les tendances linéaires du climat, nous avons utilisé les tests statistiques de Sen (**Sen, 1968**) et de Mann- Kendal (**Mann, 1945**). Les tendances ont été calculées pour

Si N'est autre :

$$Q = \left[Q_{\frac{N}{2}} + Q_{N+2/2} \right] \dots \dots \dots (8)$$

Pour obtenir une estimation de B dans l'équation (5), les valeurs n des différences $x_i - Q_{ti}$ sont calculées. La médiane de ces valeurs donne une estimation de B. Les estimations pour la constante B des lignes des 99% et les intervalles de confiance à 95% sont calculés par une méthodologie similaire.

4. Estimation de l'impact de la variabilité climatique sur l'olivier

4.1. Données sur le rendement de l'olivier

Afin d'obtenir les données nécessaires à la réalisation de notre objectif qui demeure ; la relation entre climat et rendements en huile de la culture de l'olivier dans la wilaya de BBA, nous avons réalisé un stage pratique au niveau de la direction des services agricoles (DSA) de la wilaya pendant lequel nous avons procédé à la collecte des informations relatives à la culture de l'olivier (superficie, production et rendement) durant la période allant de l'année 1990 à 2009.

4.2. La relation climat- rendement en huile de l'olivier

La relation climat-rendement a été approchée à travers une simple régression linéaire sous Microsoft Excel. Le coefficient de détermination R² est un moyen puissant de déterminer la force qui lie le paramètre à expliquer (les rendements) au paramètre explicative (le paramètre climatique). Le R² varie entre 0 et 1 ; plus il est faible (inférieur à 0.5) plus le lien est faible ; A l'inverse si le R² prend des valeurs proches de 1, le niveau de signification est haut. Les trois paramètres climatiques choisis pour expliquer les rendements sont ; précipitations, températures maximum et températures minimum.

Partie II :

Résultats Et Discussions

1. Caractéristiques du climat récent observé

1.1. Précipitation

a/ Moyenne interannuelles

La précipitation moyenne interannuelle calculée sur la série historique (1990-2009) de la région de Bordj Bou Arreridj est caractérisée par une moyenne de 381.322 mm et un écart type de 87.53 mm .Ce cumul pluviométrique reflète bien le caractère aride de la région.

b/ Moyennes annuelles

La valeur annuelle de la précipitation de notre zone d'étude varie entre une valeur maximale de 601.2 mm calculée sur 2003 et une valeur minimale de 215.8 mm calculée sur 2001. Le caractère aléatoire et irrégulier est bien souligné dans notre zone d'étude chose clairement visible à travers la figure 2 ci-dessous.

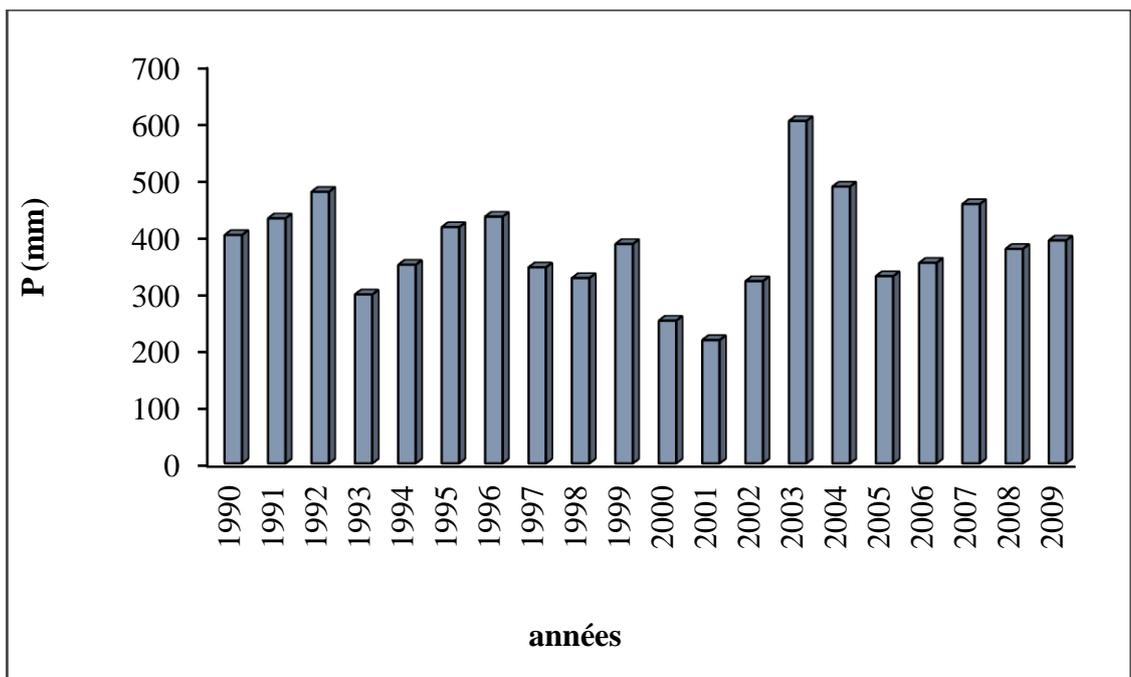


Fig 2. L'évolution de la précipitation moyenne annuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.

c/ Moyenne mensuelle interannuelle

A Bordj Bou Arreridj la précipitation mensuelle interannuelle augmente progressivement de l'automne à l'hiver, marquant un maximum en septembre 53.1 mm, puis diminuent pour atteindre un minimum en été, le mois le plus sec étant Juillet avec 12.2 mm.

Une période sèche s'étalant du mois de Mai jusqu'au mois d'Aout est bien visible à travers la figure 3.

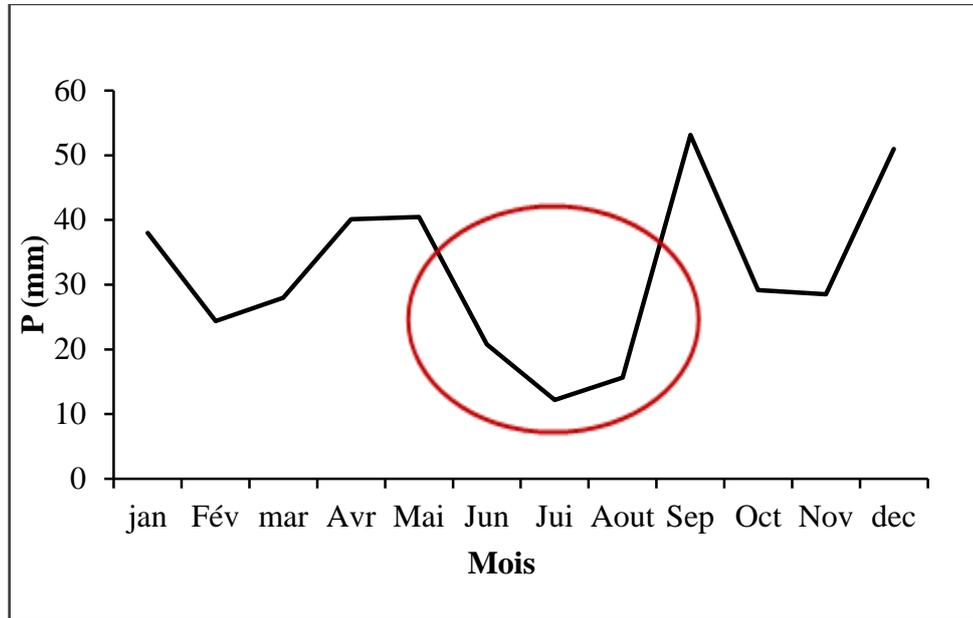


Fig 3. L'évolution de la précipitation moyenne mensuelle interannuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.

1.2. Température

1.2.1. Températures minimales

a/ Moyenne interannuelle

La température minimale interannuelle à Bordj Bou Arreridj est caractérisée par une moyenne de 10.3 °C et d'un écart type de 0.76 °C.

Le climat de l'étage bioclimatique semi-aride, caractérisé être froid en hiver est bien souligné. Ici les valeurs indiquent qu'il s'agit plutôt d'une composante cyclique, ce qui explique la faible variabilité du paramètre en comparaison avec les précipitations.

b/ Moyennes annuelles

La moyenne annuelle varie entre la valeur maximale de 11.5 C° en 1999 et la valeur minimale de 8.8 C° en 1991 (figure 4).

Les températures augmentent pendant notre période d'étude, particulièrement entre 1994-2004, mais ont tendance à diminuer par la suite.

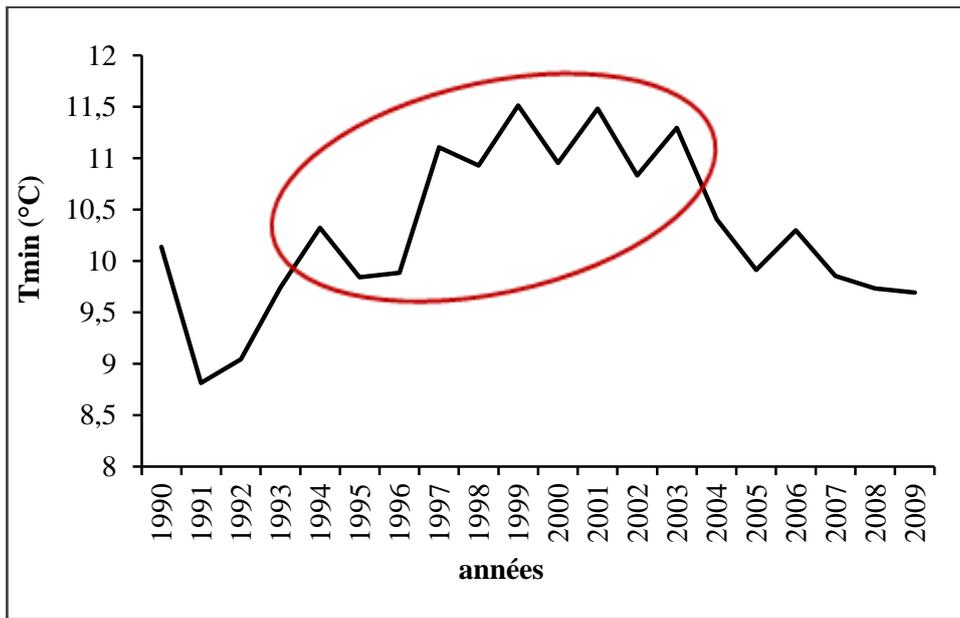


Fig 4. L'évolution de la température minimale moyenne annuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.

c/ Moyennes mensuelles interannuelles

A Bordj Bou Arreridj, les températures minimales mensuelles interannuelles augmentent progressivement de l'hiver à l'été marquant un maximum en juillet 21.2 C°, puis diminuent pour atteindre un minimum en février 2.3 C° (figure 5).

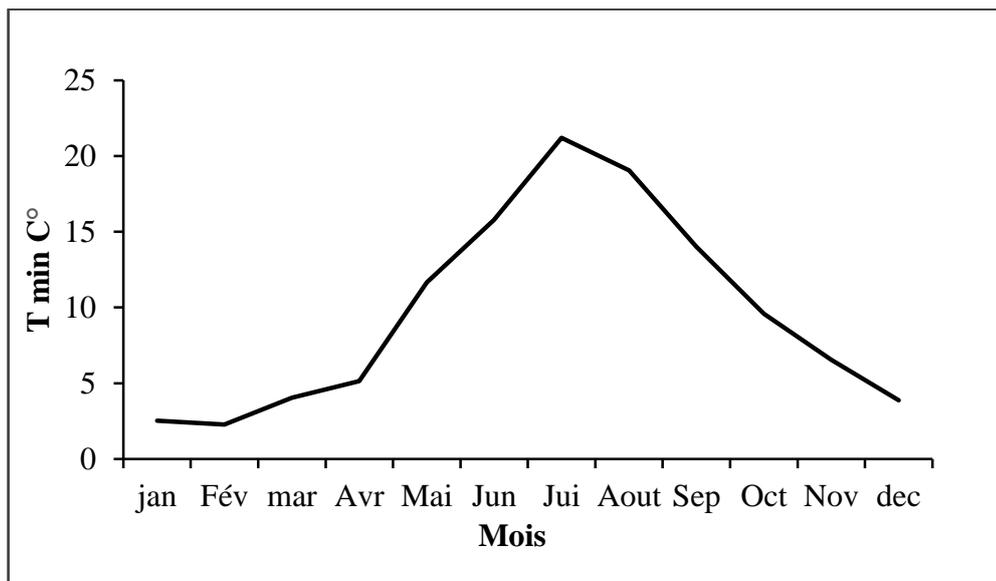


Fig 5. L'évolution de la température minimale mensuelle interannuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.

Une saison chaude s'étalant du mois d'avril jusqu'au le mois de septembre et une saison froide s'étalant du mois d'octobre jusqu'au mois de mars est bien visible à travers la représentation graphique de cette composante.

III .1.2.2. Température maximale

a/ Moyenne interannuelle

Sur la base de la période 1990-2009, la température maximale interannuelle à Bordj Bou Arreridj est caractérisée par une moyenne de 21.5 C° et d'un écart type de 1.03 C°. L'écart entre température minimale et maximale est assez important et avoisine les 10 °C.

Dans les régions semi-arides, l'écart entre la température minimale et la température maximale peut être assez important, atteignant souvent jusqu'à 10°C ou plus (Bates et al., 2008).

b/ Moyenne annuelle

L'évolution de la température maximale moyenne annuelle varie entre la valeur maximale de 23.2 C° en 2006 et la valeur minimale 19.5 C° en 1991 (figure 6).

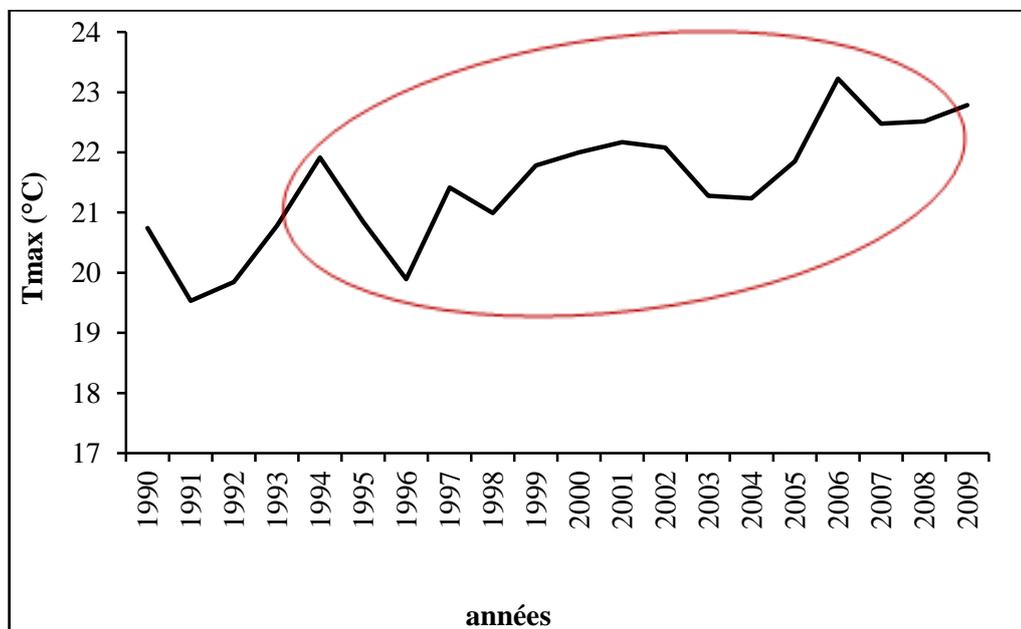


Fig 6. L'évolution de la température maximale moyenne annuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.

La variabilité demeure faible car la température est une variable cyclique. Cependant une croissance de ce paramètre est bien visible sur le graphique témoignant une tendance au réchauffement dans le climat de la région.

c/ Moyennes mensuelles interannuelles

A Bordj les températures maximales mensuelles interannuelle augmentent progressivement de l'hiver à l'été marquant un maximum en Juillet 37.9 C°, puis diminuent pour atteindre un minimum en Janvier 10.5 C° (figure 7). L'écart entre saison chaude et saison froide est assez conséquent.

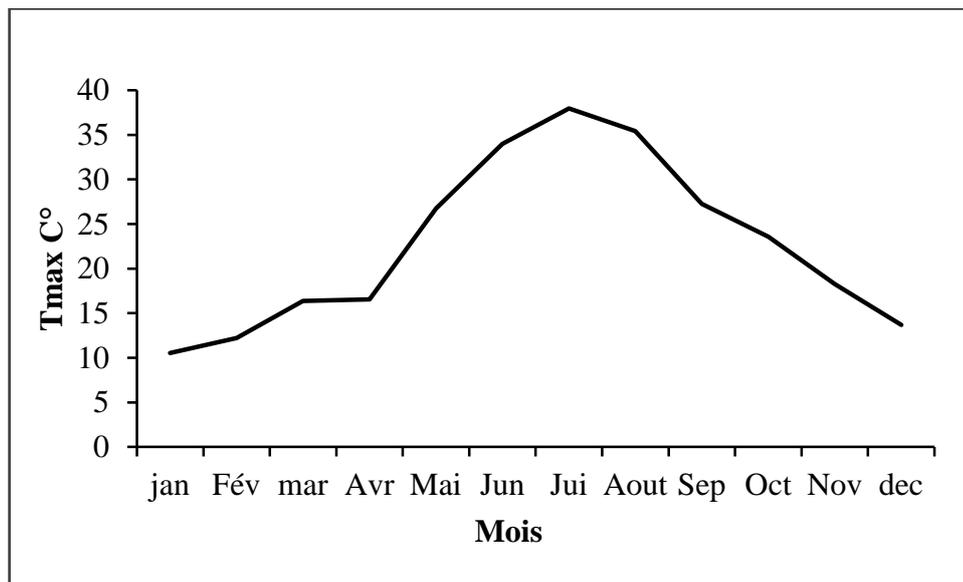


Fig 7. L'évolution de la température maximale mensuelle interannuelle au niveau de la région de BBA durant la période 1990-2009.

L'étude de **Meng et al., (2019)** établie pour des régions à climat similaire, indique que les températures maximales et minimales ainsi que l'écart entre eux ont augmenté au cours des dernières décennies.

2. Les tendances du climat observé durant le passé récent

2.1. Précipitation

Aucune tendance n'est indiquée par les tests statistiques pour la précipitation et le test de Mann-Kendall montre un niveau de signification nul.

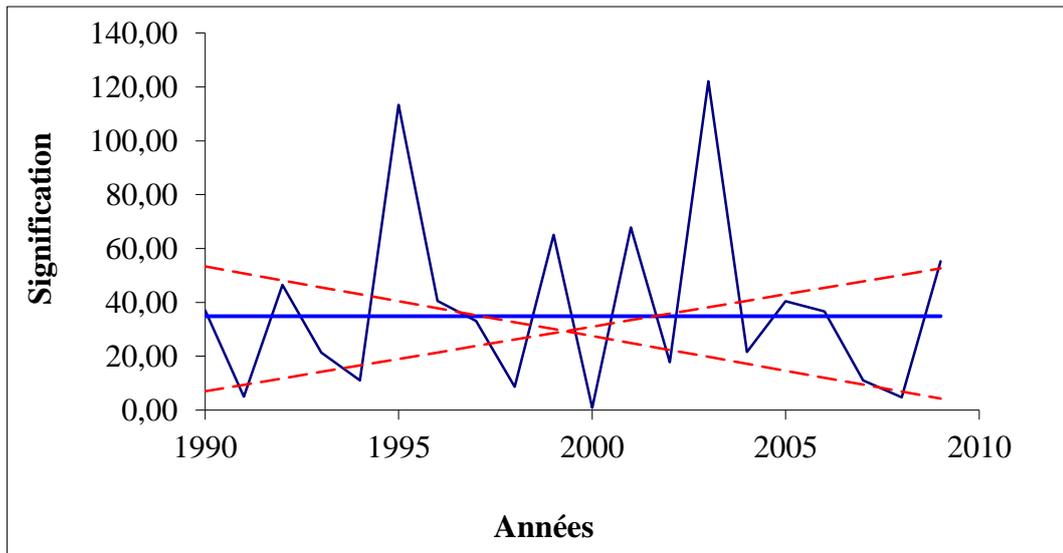


Fig 8. Tendence des précipitations durant la période (1990-2009) de la région de Bordj Bou Arreridj

Ceci est confirmé par le Sen'slope, dans lequel aucune signification positive ou négative n'est indiquée (Tableau 4).

Tableau 4 Résultats des tests de tendance des précipitations durant la période (1990-2009) dans la région de Bordj Bou Arreridj

Mois	Début	Fin	N	Test Sen'Slope	Test Mann-Kendal	Signification
Janvier	1990	2009	20	-0.002	0.00	/
Février	1990	2009	20	0.550	0.88	/
Mars	1990	2009	20	-0.841	-0.62	/
Avril	1990	2009	20	1.282	1.01	/
Mai	1990	2009	20	-1.070	-0.29	/
Juin	1990	2009	20	-0.136	-0.45	/
Juillet	1990	2009	20	-0.085	-0.36	/
Aout	1990	2009	20	0.329	0.62	/
Septembre	1990	2009	20	-0.869	-0.49	/
Octobre	1990	2009	20	0.092	0.19	/
Novembre	1990	2009	20	0.437	0.68	/
Décembre	1990	2009	20	0.853	0.62	/

Les résultats du test de Mann-Kendall ont montré qu'il n'y avait pas de tendance significative pour la plupart des variables de précipitation étudiées en Algérie (**Boukhemacha et al., 2018**).

Malgré son importance et du fait de la limite du temps et des données, l'aspect qui concerne l'évolution des sécheresses pendant la période 1990/2009, n'a pas été abordé par notre étude. En effet, pour un olivier, les précipitations doivent être supérieures à 400 mm et la distribution doit permettre qu'il n'y ait pas de périodes de sécheresse supérieures à 30-45 jours ni d'inondations prolongées (**Tombesi et Tombesi., 2007**).

2.2 La température

2.2.1 Température minimale

Les températures minimales ont tendance à diminuer pendant notre période d'étude mais de manière non significative selon les tests. A l'inverse, le test de Mann-Kendall indique un niveau de signification positive pour la température minimale concernant les mois d'Avril et Juillet (figure 9).

Ces résultats sont confirmés par le test de Sen'slope (Tableau 5).

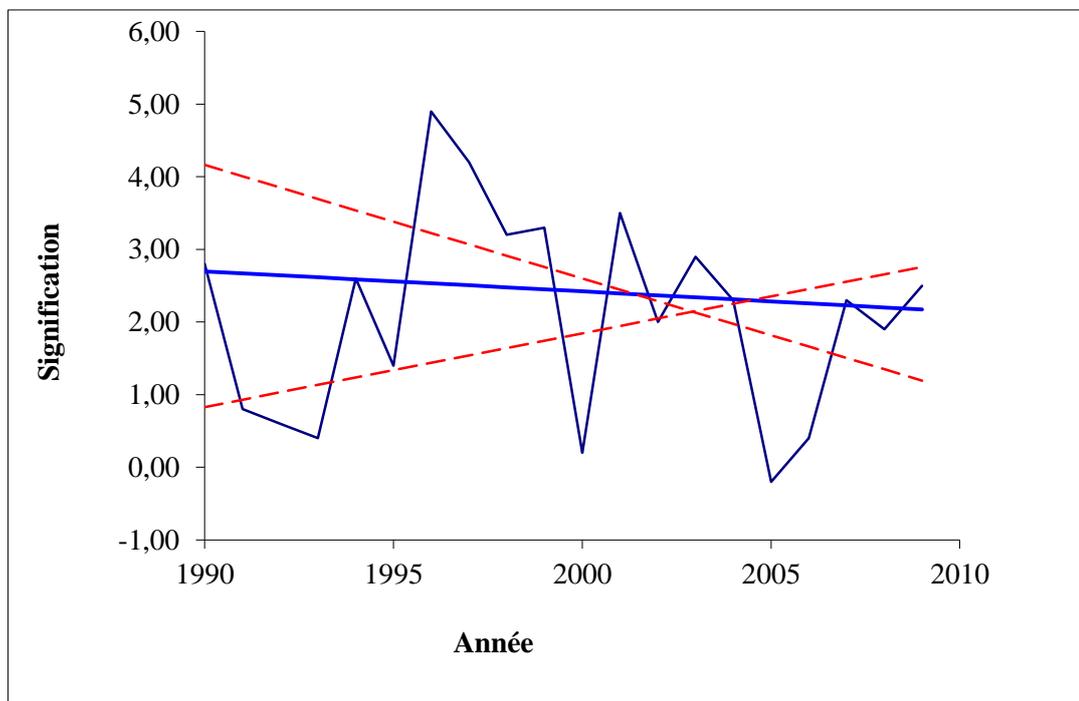


Fig 9. Tendence des températures minimale durant la période (1990-2009) de la région de Bordj Bou Arreridj

Tableau 5. Résultats des tests de tendance des températures minimale durant la période (1990-2009) dans la région de Bordj Bou Arreridj

Mois	Début	Fin	n	Test Sen'Slope	Test Mann-Kendal	signification.
Janvier	1990	2009	20	-0.028	-0.42	
Février	1990	2009	20	-0.013	-0.26	
Mars	1990	2009	20	0.035	0.68	
Avril	1990	2009	20	0.122	1.98	*
Mai	1990	2009	20	0.095	1.23	
Juin	1990	2009	20	0.019	0.20	
Juillet	1990	2009	20	0.126	2.57	*
Aout	1990	2009	20	0.033	0.29	
Septembre	1990	2009	20	-0.078	-1.43	
Octobre	1990	2009	20	0.006	0.26	
Novembre	1990	2009	20	-0.047	-1.20	
Décembre	1990	2009	20	0.000	-0.03	

Nos résultats s'opposent à celles constatées par **Lionello et al.. (2013)** pour le sud de l'Italie, mais moyennant une beaucoup plus convaincante et différente de la nôtre (1951-2005). L'olivier peut résister à des températures de l'ordre de -12°C à -13°C si celles-ci surviennent graduellement, alors que des températures de -7°C provoquent des dégâts importants si elles surviennent brutalement. (**Loussert et Brousse., 1978**)

2.2.2 Température maximale

Les températures maximales ont tendance à augmenter pendant notre période d'étude. Le test de Mann-Kendall indique un niveau de signification positive pour la température maximale concernant les mois de mars et mai et Octobre, hautement significatif en Avril et Juin et aout, très hautement significatif en Juillet (figure 10).

Ces résultats sont confirmés par le test de Sen'slope (Tableau 6).

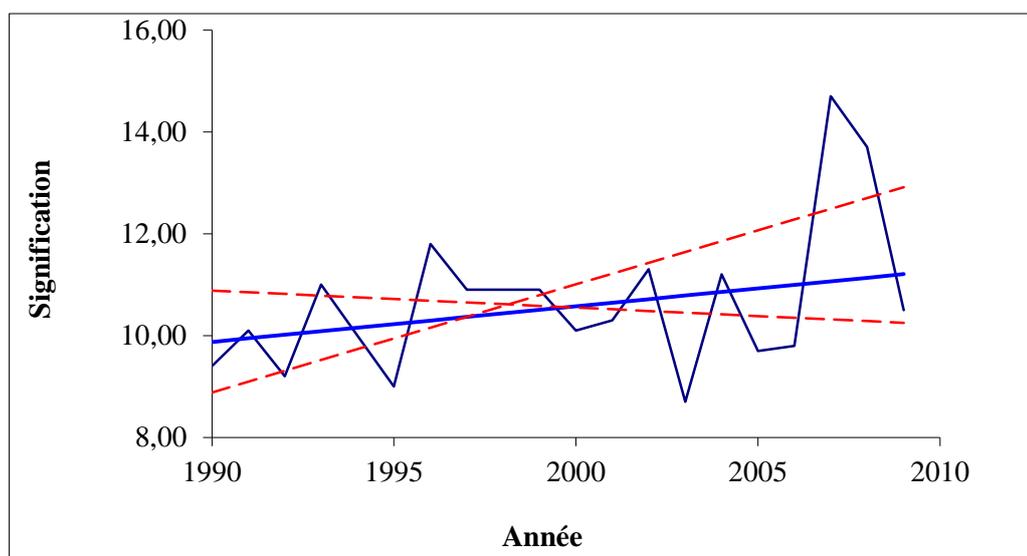


Fig 10. Tendence des températures maximale durant la période (1990-2009) de la région de Bordj Bou Arreridj

Des résultats similaires montrent une tendance positive pour la température maximale en Algérie pendant la période 1961-2010, avec une pente moyenne annuelle de 0.28°C par décennie (Belhani et al., 2017).

Tableau 6. Résultats des tests de tendance des températures maximale durant la période (1990-2009) dans la région de Bordj Bou Arreridj

Mois	Début	Fin	n	Test de Sen'Slope	Test Mann-Kendal	signification.
Janvier	1990	2009	20	0.070	1.27	
Février	1990	2009	20	-0.012	-0.10	
Mars	1990	2009	20	0.145	1.82	*
Avril	1990	2009	20	0.276	2.86	**
Mai	1990	2009	20	0.240	1.88	*
Juin	1990	2009	20	0.167	2.60	**
Juillet	1990	2009	20	0.255	3.70	***
Aout	1990	2009	20	0.168	2.76	**
Septembre	1990	2009	20	0.023	0.52	
Octobre	1990	2009	20	0.169	1.95	*
Novembre	1990	2009	20	0.059	0.94	
Décembre	1990	2009	20	0.031	0.39	

3. Relation climat – Rendement en huile d’olives :

3.1. Précipitation – Rendement :

La figure 11 représente la régression entre la précipitation et le rendement en huile d’olive qui affiche une équation de la forme $Y = 0.0436x + 0.3789$, avec un coefficient de détermination $R^2 = 0.7094$.

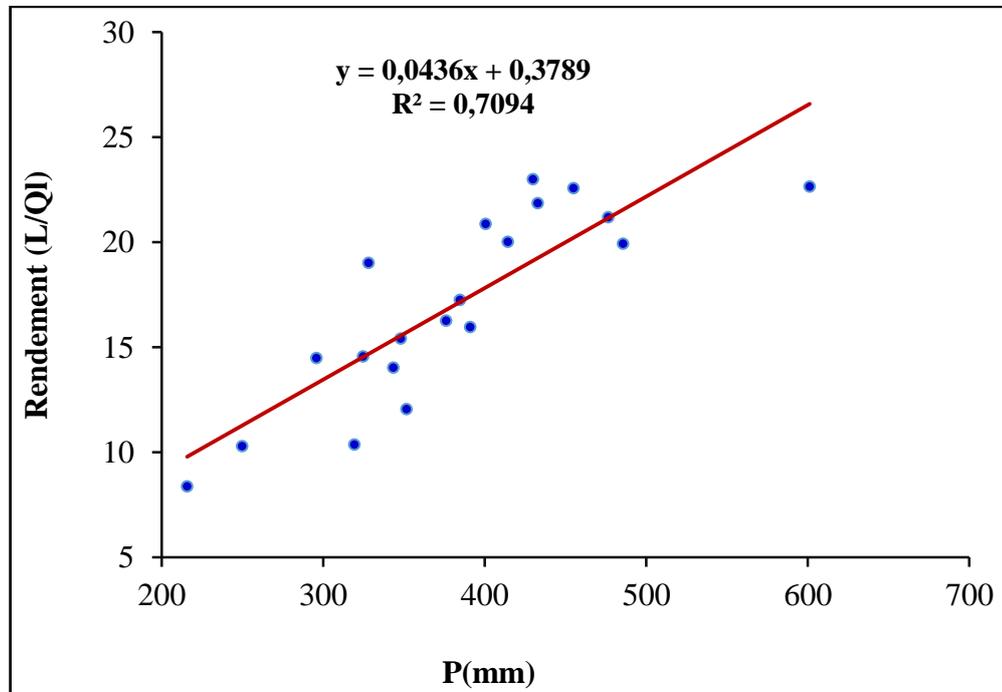


Fig 11. Régression linéaire entre la précipitation et rendement en huile d’olive dans la région de Bordj Bou Arreridj (1990-2009).

Cela signifie qu’il existe une relation linéaire entre les deux variables, la précipitation explique significativement le niveau de rendement en huile d’olive dans la région.

Ces résultats confirment ceux de **Sghaier et al., (2012)** concernant la corrélation significative entre le rendement en huile d’olive et les précipitations annuelles moyennes, tel que déterminée par une régression linéaire simple ($R^2 = 0.67$), à un niveau de signification $p < 0.05$).

Cette relation explique la variation des rendements en fonction des précipitations et peut être utilisée pour prédire les rendements en huile d’olives.

Il est à noter que la croissance dans la concentration en CO_2 de l’atmosphère engendré par le changement climatique n’est pas prise en considération dans cette relation.

3.2 Température – Rendement :

3.2.1 Température minimale – Rendement :

La figure 12, représente la régression entre la température minimale et le rendement en huile d’olive qui affiche une équation de la forme $Y = -3.073x + 48.592$, avec un coefficient de détermination $R^2 = 0.2764$.

Cela signifie qu’il y a une relation inverse entre les deux variables, mais que la température minimale n’explique pas significativement la variation observée dans le rendement de l’olivier.

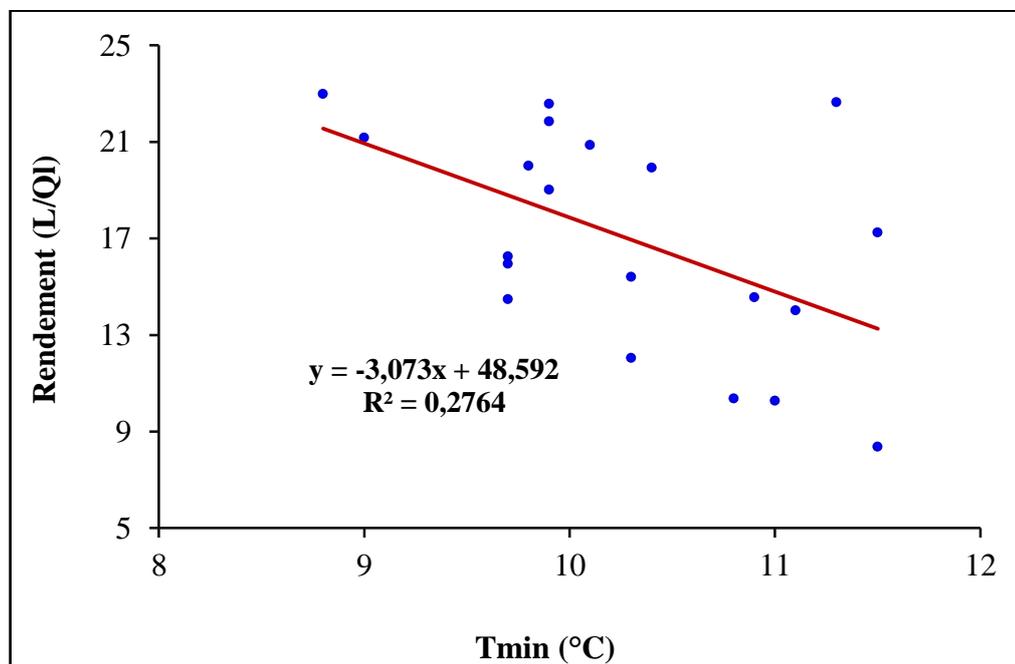


Fig 12. Régression linéaire entre la température minimale et le rendement en huile d’olive dans la région de Bordj Bou Arreridj (1990-2009).

Ces résultats confirment ceux de **Ma et al., (2018)** concernant la faible corrélation entre le rendement en huile d’olive et la température minimale, tel que déterminé par une régression linéaire simple avec un coefficient de détermination $R^2 = 0.12$.

3.2.2 Température maximale – rendement :

La figure 13, représente la régression entre la température maximale et le rendement en huile d’olive qui affiche une équation de la forme $y = -2.5022x + 70.71$, avec un coefficient de régression $R^2 = 0.3135$. Cela peut être interprété comme une corrélation faible entre les deux variables.

Ces résultats confirment ceux de **García-Ruiz et al. (2016)** qui montrent une corrélation faible à modérée entre le rendement en huile d'olive et la température maximale, tel que déterminé par une régression linéaire simple avec un coefficient de détermination $R^2 = 0.35$.

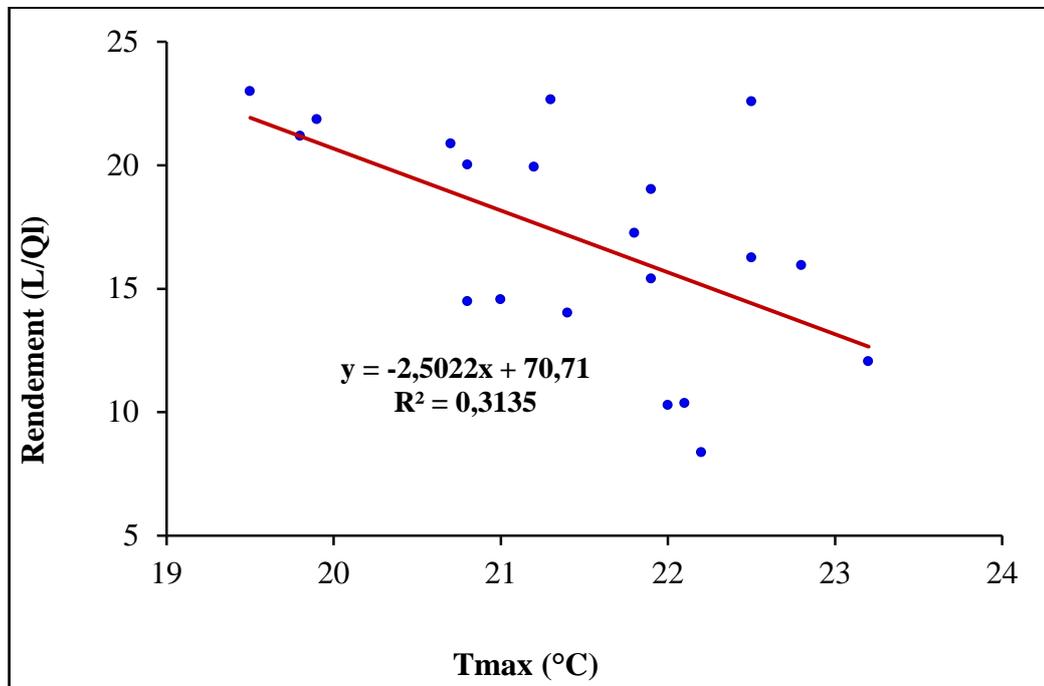


Fig 13. Régression linéaire entre la température maximale et le rendement en huile d'olive dans la région de Bordj Bou Arreridj (1990-2009).

Conclusion

Conclusion

En conclusion et pour mieux situer l'objectif de notre étude, nous rappellerons que notre initiative a porté sur l'évolution du climat et son impact sur le rendement en huile d'olive dans la région de Bordj Bou Arreridj.

L'analyse de l'évolution du climat dans le temps s'est basée sur de trois principaux paramètres à savoir ; les précipitations et les températures maximales et minimales en se basant sur trois composantes ; les moyennes interannuelles, annuelles et mensuelles interannuelles.

L'analyse statistique des séries climatiques a révélé que :

- Les précipitations dans la région semi-arides de Bordj Bou Arreridj se caractérisent par un aspect irrégulier et variable où la moyenne interannuelle convergent vers la valeur de 381.3 mm. L'évolution des valeurs mensuelles a indiqué la présence d'une période de sécheresse sévère qui commence à partir de Mai et s'étale sur tout l'été.

- La température minimale moyenne interannuelle se situe autour de 10 °C et la température maximale moyenne interannuelle avoisine les 22°C avec deux saisons bien distinctes. La première saison est plutôt chaude, tandis que la seconde est assez froide. L'écart de température entre l'été et l'hiver peut atteindre jusqu'à 10 °C.

L'analyse des tendances au moyen des tests statistiques de Man Kendall et de Sen 'Slope ont révélé que :

- Les précipitations ne montrent ni une tendance positive ni une tendance négative ce qui a été bien documenté par d'autres travaux dans la région sud méditerranéenne.

- Les températures minimales ont tendance à diminuer pendant notre période d'étude mais uniquement concernant les mois d'Avril et juillet, ce qui s'opposent avec les conclusions de quelques travaux de recherche mais qui ont porté sur une période d'étude beaucoup plus longue que la nôtre.

- Les températures maximales ont tendance à augmenter pendant notre période d'étude avec un niveau de signification positive concernant les mois de Mars, Mai et octobre, hautement significatif en Avril et Juin et Aout et très hautement significatif en Juillet ce qui est confirmé par d'autres études réalisées en Algérie.

L'analyse de la relation climat-rendement a révélé une faible corrélation entre les températures minimales et maximales et le rendement en huile d'olive mais une corrélation

significative avec les précipitations. En effet, la documentation indique que l'olivier peut résister aux fortes températures mais des sécheresses intenses et longues peuvent impacter son rendement négativement.

Il est à noter que notre travail aurait été plus pertinent si les séries climatiques employées dans l'étude auraient été plus longues. L'information collectée sur le climat est d'autant plus complète et précise que la taille du climat historique est importante. L'intégration de la dimension du changement climatique futur aurait indéniablement rendu notre étude beaucoup plus intéressante. Cependant, en raison de l'indisponibilité des données climatiques nécessaires concernant le climat futur, nous nous sommes limités sur l'étude du climat du passé récent. Par conséquent, nos résultats restent préliminaires et requièrent une vérification sur des séries climatiques plus longues afin de mieux comprendre les implications du changement climatique sur le rendement de l'huile d'olive.

Références bibliographiques

- AFNOR (2002)** Statistiques – Vocabulaire et symboles – Partie 1 : Probabilité et termes statistiques généraux. ISO TC 69/SC 1 N26.
- Alouane H (2012)** Evaluation des teneurs en nitrates dans les et dans les eaux captées et émergentes en zones à vocation agricole. Impact des nitrates sur la qualité des eaux destinées à la consommation humaine. Mémoire de magister. Université de Constantine. 78.
- ANDI (2013)** Agence nationale de développement de l'investissement. Wilaya de Bordj Bou Arreridj, 17 pages.
- ANDI (2014)** Agence nationale de développement de l'investissement. wilaya de Bordj Bou Arreridj. 17.
- Babouche A & Kellouche A (2012)** Variabilité phénotypique des caractères agronomiques chez les variétés locales d'olivier (*Olea europaea* L.) en Algérie. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*. **81**: 45-56.
- Bates B C, Kundzewicz Z, W, Wu S & Palutikof J P (2008)** Climate change and water. Technical paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Secretariat. Geneva, Switzerland.
- Belhani A, Derradji F, Meddi M, & Morsli B (2017)** Trend analysis of temperature and precipitation in the Algerian steppe zone during 1961-2010. *Journal of Water and Land Development*. **32(1)** : 99-105.
- Bender (2008)** Bureau National d'étude pour le développement Rural. Alger. Rapport : Etude préliminaire. Option : étude agro-pédologique sur 80000 hectares dans la wilaya de Bordj Bou Arreridj.
- Benderradji L, Bouzerzour H, Ykhlef N, Djekoun A, & Kellou K (2007)** Réponse à la culture in vitro de trois variétés de l'olivier (*Olea europaea* L.). *Sciences & Technologie. C. Biotechnologies*, 27-32.
- Bensemmane S (2009)** Étude de la fertilité des sols et de l'impact des pratiques culturales sur la production de l'olivier dans la région de Tizi-Ouzou. Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, Algérie.

- Boukhemacha M A, Bougherira N & Morsli B (2018)** Recent trends and variability of rainfall and temperature over Algeria. *Theoretical and Applied Climatology*. **131(1-2)** : 159-170.
- Bouragba N (2015)** Contribution à l'étude des minéralisations de la chaîne des Azerou (chaîne des Bibans. Bordj Bou Arreridj). Thèse de Magister. Université Ferhat Abbas-Sétif. 79 pages.
- Breton C & Bervillé A (2013)** From the Olive Flower to the Drupe: Flower Types. Pollination. Self and Inter-Compatibility and Fruit Set. *Agricultural and biological science. The Mediterranean genetic code-grapevine and olive*. **12**: 290-314.
- CF (2009)** Conservation des Forêts de la wilaya de Bordj Bou Arreridj.
- Chourghal N (2016)** Impacts des changements climatiques sur la culture du blé dur en Algérie. Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, 189 pages.
- D.S.A. (2016)** Direction de services agricoles de Bordj Bou Arreridj.
- D.S.A. (2020)** Direction de services agricoles de Bordj Bou Arreridj.
- D.S.A. (2021)** Direction de services agricoles de Bordj Bou Arreridj.
- D.S.A. (2022)** Direction de services agricoles de Bordj Bou Arreridj.
- FAOSTAT (2020)** Site web : <http://faostat.fao.org/>
- García-Ruiz R, Moreno R, Mena A & Pérez-Ruiz M (2016)** Effects of maximum and minimum temperatures on olive fruit production and oil quality. *Scientia Horticulturae*. **201** : 10-16.
- I.T.A.F.V. (2019)** Institut technique d'arboriculture fruitière et de la vigne. Tessala el Mardja . Birtouta. Alger.
- Laib M (2015)** Vulnerability of Rainfed Agriculture to Climate Change in Algeria. In M. Laib (Ed.). *Climate Change and Food Security with Emphasis on Wheat*. Springer International Publishing, 77-93.
- Lévy M L (1979)** Comprendre les statistiques. Editions du seuil.
- Léger F (2003)** L'olivier : arbre millénaire pour une économie moderne. Centre technique de développement de l'oléiculture et de la culture des plantes aromatiques et médicinales, Tunisie.

- Lionello P & Giorgi F (2013)** Climate change projections for the Mediterranean region. *Global and planetary change*. **63 (2-3)** : 90-104.
- Loussert R & Brousse G (1978)** L'Olivier. Collection. des Techniques agricoles et productions méditerranéennes. Maisonneuve et la rose. Paris. 447 pages.
- Ma Y, Karimi P, Gracia-Romero A, Yang X & Liu J (2018)** Effect of climate variability on olive oil yield in the Mediterranean region. *Agricultural Water Management*. **204** : 247-254.
- Mendil D (2009)** Étude de la distribution et de la caractérisation de la culture de l'olivier en Algérie. Mémoire de Magister. Université d'Oran. Algérie.
- Meng Q, Wang Q & Li Z (2019)** Changes in temperature and precipitation regimes in the Chinese Tianshan Mountains during 1960–2016. *Theoretical and Applied Climatology*. **136 (3-4)** : 1163-1173.
- Mourida A (2014)** Etude du changement climatique et des sécheresses dans la région de Batna. Thèse de doctorat. Université de Batna. Algérie.
- Nichane M & Khelil M A (2015)** Changements climatiques et ressources en eau en Algérie vulnérabilité. *impact et stratégie d'adaptation*. **21**: 15-23.
- Olesen J E & Bindi M (2002)** Consequences of climate change for European agricultural productivity. land use and policy. *European Journal of Agronomy*. **16(4)**: 239-262.
- Schilling J, Freitag M, Hagemann S & Scheffran J (2020)** The Olive Tree in the Mediterranean Basin. It's Role in Past. Present and Future Adaptation to Climate Change. *Sustainability*. **12(2)** : 641.
- Sekour B (2012)** Phytoprotection de l'huile d'olive vierge (H .O .V) par ajout des Plantes végétales (thym. ail. romarin) mémoire de magister. Université de Boumerdes.
- Sghaier W, Ayadi M, Hamdi S, Msallem M & Rezgui F (2012)** Effet des précipitations sur la production d'huile d'olive dans la région de Sfax en Tunisie. *Options Méditerranéennes. Série A : Séminaires Méditerranéens*. **101** : 257-262.
- Tissot P (1937)** L'Olivier dans le bassin méditerranéen. *Journal d'agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*. **17(192)** : 586-610.

Tombesi A & Tombesi S (2007) Conception et installation de l'olivieraie.
In. Techniques de production en oléiculture. 1 ère. Ed: COI, 17-39.

Verdier E (2003) Huile d'olive. Etude bibliographique sur l'huile d'olive et l'effet des conditions de stockage sur sa qualité (Doctoral dissertation. Université Mouloud Mammeri). Pp 26-14.

Annexes

La méthodologie du test de Mann-Kendall.

Dans le Mann-Kendall, la statistique S est d'abord calculée

Formule suivante :

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k) \quad (A1)$$

Où x_j et x_k sont les valeurs annuelles des années j et k , $j > k$, respectivement. et

$$\text{sgn}(x_j - x_k) = \begin{cases} 1 & \text{if } x_j - x_k > 0 \\ 0 & \text{if } x_j - x_k = 0 \\ -1 & \text{if } x_j - x_k < 0 \end{cases} \quad (A2)$$

Deuxièmement, nous calculons la variance de S comme suit :

$$\text{VAR}(S) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right] \quad (A3)$$

Ici q est le nombre de groupes liés et t_p est le nombre de valeurs de données dans le p ième groupe.

Les valeurs de S et VAR (S) sont utilisées pour calculer la tester la statistique Z comme suit :

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S-1}{\sqrt{\text{VAR}(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases} \quad (A4)$$

La statistique Z a une distribution normale. La présence d'une tendance statistiquement significative est évaluée à l'aide de la valeur Z. Une valeur positive (négative) de Z indique une tendance à la hausse (à la baisse). Pour tester une tendance monotone à la hausse ou à la baisse (un test bilatéral) au niveau de signification α . H_0 est rejeté si la valeur absolue de Z est supérieure à $Z_{1-\alpha/2}$. où $Z_{1-\alpha/2}$ est obtenu à partir des tables de distribution cumulative

normale standard. Différents niveaux de signification peuvent être utilisés (0.1. 0.05. 0.01 et 0.001 et dans notre étude nous utilisons 0.05 $\alpha = 0.5$).

Résumé

L'étude vise deux principaux objectifs ; L'estimation des tendances du climat du passé récent et l'analyse de la relation climat et rendement en huile d'olive dans la région de Bordj Bou Arreridj. La base des données climatique a été collectée auprès de l'ONM et est composée de 20 ans à l'échelle mensuelle concernant les paramètres ; précipitation, températures maximales et températures minimales. Les tendances climatiques ont été analysées moyennant des méthodes statistiques robustes, à savoir ; les tests de Mann-Kendall et Sen's slope. Les résultats montrent une tendance nulle pour la précipitation. une tendance à diminuer pour la température minimale et une tendance à augmenter concernant la température maximale. En ce qui concerne la relation entre le climat et le rendement, il existe une corrélation linéaire significative entre la précipitation et le rendement en huile d'olive, tandis que la corrélation entre les températures (maximales. Minimales) et le rendement est faible.

Mots clés :

Climat passé, région de Bordj Bou Arreridj, précipitations, températures, corrélation, tendance.

Abstract

The study aims to achieve two main objectives: estimating climate trends in the recent past and analyzing the relationship between climate and olive oil yield in the Bordj Bou Arreridj region. The climate database was collected from the National Meteorological Office (ONM) and consists of 20 years of monthly data for precipitation, maximum temperatures and minimum temperatures. Climate trends were analyzed using robust statistical methods. namely the Mann-Kendall and Sen's slope tests. The results show no trend for precipitation. a decreasing trend for minimum temperature and an increasing trend for maximum temperature. Regarding the relationship between climate and yield, there is a significant linear correlation between precipitation and olive oil yield, while the correlation between temperatures (maximum and minimum) and yield is weak.

Mots clés :

Past climate, Bordj Bou Arreridj region, precipitation, temperature, correlation, trend.

ملخص

تهدف الدراسة إلى هدفين رئيسيين؛ تقدير اتجاهات المناخ في الماضي القريب وتحليل العلاقة بين المناخ وإنتاج زيت الزيتون في منطقة برج بو عريريج. تم جمع قاعدة بيانات المناخ من المكتب الوطني للأرصاد الجوية وتتألف من 20 عامًا على مقياس شهري للمعطيات المتعلقة بالأمطار ودرجات الحرارة القصوى والدنيا. تم تحليل اتجاهات المناخ باستخدام أساليب إحصائية قوية، وهي اختبارات مان-كندال و سان سلوب. تظهر النتائج عدم وجود اتجاه للأمطار، واتجاه انخفاض للحرارة الدنيا، واتجاه ارتفاع للحرارة القصوى. فيما يتعلق بالعلاقة بين المناخ والإنتاج، هناك ارتباط خطي مهم بين الأمطار وإنتاج زيت الزيتون، في حين أن الارتباط بين درجات الحرارة القصوى والدنيا والإنتاج ضعيف.

الكلمات المفتاحية:

المناخ الماض، منطقة برج بو عريريج ، هطل الأمطار، درجات الحرارة ، الاتجاه ، الارتباط.