

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



Université Blida1



Faculté Des Sciences De la Nature et de la vie
Département De Biotechnologie et Agroécologie

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Système de production Agroécologique

Mémoire de Fin d'étude

En Vue de l'obtention Du Diplôme en Master Académique

THEME

**Etude comparative des paramètres physiologiques et
biochimiques du jujubier commun *Ziziphus jujuba*
récolté dans trois régions différentes en Algérie.**

Préparé par :

AMEDJKOUK Kenza

Devant le jury :

Pr. CHAOUIA C.

Professeur (U. Blida 1)

Présidente

Dr. HAMIDI Y.

MCA (U. Blida 1)

Examineur

Dr. MOUAS Y.

MCA (U. Blida 1)

Promotrice

Mme. BOUKEROUI N.

Doctorante (U. Blida 1)

CO- promotrice

Année universitaire 2024/2025

Remerciement

*Avant toute chose, je rends grâce à **Dieu Tout-Puissant** pour Sa bénédiction, Sa guidance et la force qu'Il m'a accordée tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

Par Sa grâce, j'ai pu surmonter les défis, les doutes et les moments de fatigue pour mener à bien ce travail.

*Je tiens tout d'abord à exprimer ma sincère gratitude à **Dr MOUAS.Y**, pour son expertise, ses conseils avisés et son soutien constant durant mes recherches. Ses orientations ont été d'une importance capitale pour la qualité de ce mémoire.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à **Mme BOUKEROUI.N**, pour son accompagnement, ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de ce travail. Ses orientations ont été essentielles pour la réalisation de ce mémoire.*

*Je tiens à exprimer ma sincère reconnaissance et ma profonde gratitude aux membres du jury **Mme CHAOUIA** et **Mr HAMIDI** pour avoir accepté d'évaluer mon travail.*

*Un grand Merci, **Mr WALID**, responsable de laboratoire d'amélioration des plantes, **Mr GHERIBI YOUSSEF** responsable de laboratoire d'analyses pour son aide précieuse, ses conseils et ses encouragements dans la réalisation de ce travail.*

Je remercie toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

merci!

Dédicace

A l'aide de dieu "Allah" tout puissant qui m'a tracé le chemin de ma vie, et que m'a donné la santé, le courage et la patience durant les périodes difficiles.

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, la reconnaissance, c'est tout simplement je dédie ce mémoire de fin d'étude :

Aux plus chères personnes dans ma vie ; mes parents :

"À mon cher père, Ton amour a été ma force, Tes conseils, ma lumière. Que Dieu te préserve, te bénisse, Et te comble de bonheur Comme tu as comblé ma vie.

Allah Accorde-lui une longue vie remplie de bonheur et de paix. Amin."

"À ma mère, Ton amour est le souffle qui m'a porté, Tes prières, la lumière qui m'a guidé. Que Dieu te préserve, T'entoure de santé et de bonheur,

Et te récompense pour tout ton dévouement. Amin."

*"À ma sœur **LYNDA**, Compagne de vie, confidente fidèle. Que Dieu te préserve, t'entoure de bonheur et de réussite. Merci pour ton soutien sans faille.*

*À mon meilleur ami **ABDELBASSET.B** Je tiens à te remercier du fond du cœur pour ton soutien constant Merci d'avoir été présent dans les moments de doute, de fatigue et de stress, toujours avec les mots justes pour me redonner confiance.*

*À ma meilleur amie **Leila**, Malgré tes propres défis et ton mémoire, tu as toujours trouvé le temps de m'écouter, de m'encourager et de me soutenir. Ta générosité et ta présence ont été précieuses. Merci du fond du cœur.*

*À mes **grands-parents** et mes très chères tantes **Zohra, Nadia, souad, Malika** et **Hassina** pour leurs aides, leurs douaa et leurs encouragements.*

*À Cousine **Hafida** et son mari **Ishak**, pour leurs aides et leurs encouragements.*

*À toute la famille **AMEDJKOUK** et la famille **KHERMOUS**.*

*À ma promotrice **Dr. MOUAS** et ma co-promotrice **Madame BOUKEROUI** qui ont été toujours là pour nous,*

*"À mes deux précieux professeurs de l'école primaire, Monsieur **KHEDAIRIA SAMIR** et Monsieur **AMAD BOUALAM**, Qui ont allumé en moi la flamme du savoir Avec patience et bienveillance.*

*Et à mon professeur de lycée, Monsieur **BOUALI ADEL**,*

Que Dieu vous bénisse et vous récompense Pour les graines de connaissance que vous avez semées Dans le cœur de vos élèves.



Résumé

Le *Ziziphus jujuba* (jujubier commun) est une espèce fruitière très répandue dans les régions méditerranéennes, connue pour ses vertus médicinales et nutritives.

Le travail consiste à étudier l'influence du facteur région sur les paramètres physiologiques et biochimiques du jujubier commun, en récoltant les feuilles dans trois régions appartenant à différentes étages bioclimatiques : Blida (**Taberant**), Constantine (**Chaabet arssas**) et El Tarf. (**El Kala**).

L'étude des paramètres physiologiques et biochimiques notamment la teneur relative en eau (TRE), le taux de déperdition d'eau (RWL), les pigments photosynthétiques (chlorophylles a, b, a+b), les caroténoïdes, les sucres solubles et la proline a permis de mettre en lumière l'existence d'une relation entre les variations climatiques/ géographiques et la réponse de l'espèce.

Les résultats ont montré des différences significatives de la TRE, le RWL, les caroténoïdes et la proline, indiquant une réponse adaptative face aux contraintes environnementales, (principalement le stress hydrique). Les chlorophylles et les sucres solubles n'ont pas présenté de variations notables.

Ces résultats soulignent la plasticité physiologique et biochimique de *Ziziphus jujuba*, qui lui permet de s'adapter à différents environnements. Le *Ziziphus jujuba* présente ainsi un potentiel intéressant pour la valorisation écologique, notamment dans les programmes de reforestation et de lutte contre la désertification.

Mots-clés : *Ziziphus jujuba*, régions, paramètres physiologiques, paramètres biochimiques,

Abstract

Ziziphus jujuba (common jujube) is a fruit species widely distributed in Mediterranean regions, known for its medicinal and nutritional properties.

This work involves studying the influence of regional factors on the physiological and biochemical parameters of the common jujube, by harvesting leaves in three regions related to different bioclimatic zones: Blida (Taberant), Constantine (Chaabet erssas), and El Tarf (El Kala).

The study of physiological and biochemical parameters, including relative water content (RWC), water loss rate (RWL), photosynthetic pigments (chlorophylls a, b, a+b), carotenoids, soluble sugars, and proline a, highlights the existence of a relationship between climatic/geographic variations and the species' response. The results showed significant differences in TRE, RWL, carotenoids and proline, indicating an adaptive response to environmental constraints (mainly water stress). Chlorophylls and soluble sugars did not show significant variations.

These results highlight the physiological and biochemical plasticity of *Ziziphus jujuba*, which allows it to adapt to different environments. *Ziziphus jujuba* thus offers interesting potential for ecological development, particularly in reforestation and desertification control programs.

Keywords: *Ziziphus jujuba*, regions, physiological parameters, biochemical parameters,

الملخص

العناب (العناب الشائع) نوع من الفاكهة ينتشر على نطاق واسع في مناطق البحر الأبيض المتوسط، ويعرف بخصائصه الطبية والغذائية.

يتضمن هذا العمل دراسة تأثير العوامل الإقليمية على المعايير الفسيولوجية والكيموحيوية للعناب الشائع، من خلال قطف الأوراق في ثلاث مناطق ذات مناخ حيوي مختلف: البلدة (تابرانت)، وقسنطينة (شعبة الرصاص)، والطارف (القاله).

تُبرز دراسة المعايير الفسيولوجية والكيموحيوية، بما في ذلك محتوى الماء النسبي (TRE)، ومعدل فقد الماء (RWL)، والأصبغ الضوئية (الكلوروفيل أ، ب، أ+ب)، والكاروتينات، والسكريات الذائبة، والبرولين أ، وجود علاقة بين التغيرات المناخية/الجغرافية واستجابة الأنواع. أظهرت النتائج اختلافات كبيرة في محتوى الماء النسبي (TRE)، ومعدل فقد الماء النسبي (RWL)، والكاروتينات، والبرولين، مما يشير إلى استجابة تكيفية للقيود البيئية (وخاصة الإجهاد المائي). لم تُظهر الكلوروفيل والسكريات الذائبة اختلافات كبيرة.

تُبرز هذه النتائج المرونة الفسيولوجية والكيموحيوية لشجرة العناب، مما يسمح لها بالتكيف مع مختلف البيئات. وبالتالي، تُتيح هذه الشجرة إمكاناتٍ واعدةً للتنمية البيئية، لا سيما في برامج إعادة التحريج ومكافحة التصحر.

الكلمات المفتاحية: العناب، المناطق، المعايير الفسيولوجية، المعايير الكيميائية الحيوية.

Liste des abréviations

Chl a : Chlorophylle a.

Chl b : Chlorophylle b.

DO : Densité optique (valeur donnée par le spectrophotomètre aux longueurs d'ondes 645nm et 663nm).

MF : Matière fraîche.

MS: Matière sèche.

Pf: Poids initial frais.

Pi : poids initial.

Ppt: Poids en pleine turgescence.

Ps: Poids sec.

RWL: Taux de déperdition de l'eau (Relative Water Loss).

SF: Surface foliaire.

T: Temps.

TRE: Teneur relative en eau.

Liste des figures

Figure 1 : Arbre du jujubier *Ziziphus jujuba*.

Figure 2 : Répartition géographique de *Ziziphus jujuba* mill.

Figure 3 : Feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Figure 4 : Fleures de *Ziziphus jujuba*.

Figure 5 : *Ziziphus jujuba* So'.

Figure 6 : *Ziziphus jujuba* Lang.

Figure 7 : *Ziziphus jujuba* Li.

Figure 8 : Carte géographique des trois régions d'étude.

Figure 9 : Situation géographique d'El Kala.

Figure 10 : Diagramme ombrothermique de Bagnols et Gaussen de la région d'El Kala.

Figure 11 : Situation géographique Blida.

Figure 12 : Diagramme Ombrothermique de la région Blida période 2003-2012.

Figure 13 : Situation géographique Constantine.

Figure 14 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Constantine (2005-2014).

Figure 15 : Position des zones d'étude sur le climagramme d'Emberger.

Figure 16 : Un lot de feuille de jujubier *Ziziphus jujuba*.

Figure 17 : Dosage de la TRE.

Figure 18 : Dosage de la RWL.

Figure 19 : Dosage de la RWE.

Figure 20 : Dosage de la chlorophylle.

Figure 21 : Tubes préparés pour le dosage de la chlorophylle.

Figure 22 : Tubes préparés pour le dosage des sucres solubles.

Figure 23 : Tubes préparés pour le dosage de la proline.

Figure 24 : Teneur relative en eau (%) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Figure 25 : Taux de déperdition d'eau (%) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Figure 26 : Teneur en Chlorophylle (a) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Figure 27 : Teneur en Chlorophylle (b) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Figure 28 : Teneur en Chlorophylle (a+b) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Figure 29 : Teneur en Caroténoïde des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Figure 30 : Teneur en sucres solubles des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Figure 31 : Teneur en proline des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification du jujubier.

Tableau 2 : Teneur de la pulpe du jujubier frais en métabolites primaires.

Tableau 3 : Composition en métabolites secondaires des différents organes du *Ziziphus jujuba*.

Tableau 4 : Teneur relative en eau (%) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Tableau 5 : Teneur relative en eau : résultats de test post hoc (test de Dunn).

Tableau 6 : Teneur relative en eau : Groupes homogènes.

Tableau 7 : Taux de déperdition d'eau (mg H₂O.cm⁻² min⁻¹) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Tableau 8 : Taux de déperdition d'eau : Les résultats de test post hoc (Dunn).

Tableau 9 : Taux de déperdition d'eau : Groupes homogènes.

Tableau 10 : Teneur moyenne en chlorophylle (a) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Tableau 11 : Teneur moyenne en chlorophylle (b) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Tableau 12 : Teneur en chlorophylle (a+b) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Tableau 13 : Teneur en Caroténoïde des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Tableau 14 : Teneur en carotenoides résultats de test de Tukey.

Tableau 15 : Caroténoïde : Groupes homogènes.

Tableau 16 : Teneur en sucres solubles des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Tableau 17 : Teneur en proline des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Tableau 18 : Teneur en proline : résultat de test de Tukey.

Tableau 19 : Teneur en Proline : Groupes homogènes.

Table des matières

Introduction	1
---------------------------	----------

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique.

1. Historique.....	3
2. Origine et répartition géographique.....	4
3. Caractéristiques de jujubier.....	5
4. Classification botanique.....	6
5. Variétés du jujubier commun <i>Ziziphus jujuba</i>	6
6. Composition biochimique de <i>Zizyphus jujuba</i>	8
7. Utilisations de <i>Ziziphus jujuba</i>.....	10

Chapitre 2 : Matériel et méthodes.

1. Objectif.....	13
2. Présentation des régions d'études	13
2.1. Situation géographique	14
2.2. Climat et bioclimat de la zone d'étude	14
2.3. Climagramme d'Emberger	17
3. Matériel végétal	19
4. Mesures effectuées.....	19
5. Paramètres étudiés	20
5.1. Paramètres physiologiques	20
5.1.1. La teneur relative en eau (TRE) de la feuille.....	20
5.1.2. Le taux de déperdition d'eau (RWL)	21
5.1.3 Dosage de la chlorophylle et caroténoïdes.....	22
5.2. Paramètres biochimiques.....	23
5.2.1. Dosages des sucres solubles	23
5.2.2. Dosages de proline.....	24
6. Analyses statistiques	25

Chapitre 3 : Résultats et discussion.

1. Paramètres physiologiques.....	26
1.1. La teneur relative en eau (TRE).....	26
1.2. Taux de déperdition d'eau (RWL)	28
1.3 Teneur en chlorophylle et caroténoïde	30
2. Paramètres biochimiques	35
2.1. Teneur en sucres solubles	35
2.2. Teneur en proline	36
Conclusion	38
Références bibliographiques	40
ANNEXE	

Introduction

L'Algérie, par sa diversité climatique et géographique, abrite un grand nombre d'espèces naturelles dont les schémas de répartition spatiale et leur rôle dans l'équilibre écologique représentent un patrimoine phylogénétique très important (**Snoussi et al., 2003**). Les plantes médicinales algériennes méritent une attention particulière. En fait, **Quézel et Santa (1962)** ont décrit 3139 espèces.

Face aux changements climatiques marqués par des stress abiotiques de plus en plus fréquents, l'étude de la réponse des plantes à ces contraintes devient indispensable. En particulier, les paramètres physiologiques comme la teneur relative en eau (TRA) et le taux de déperdition hydrique, ainsi que les paramètres biochimiques tels que la teneur en chlorophylles, caroténoïdes, sucres solubles et proline, permettent de mieux comprendre les mécanismes d'adaptation des végétaux (**Farooq et al., 2009 ; Ashraf & Foolad, 2007**).

Dans ce contexte, s'inscrit notre travail de recherche, d'où nous nous sommes intéressés à une espèce végétale *Ziziphus jujuba*, une des espèces les plus répandues dans la région méditerranéenne notamment en Algérie (Tlemcen, Annaba et Tipasa) (**Benahmed Djilali et al., 2015**).

Le jujubier *Ziziphus jujuba* est une plante médicinale fruitière épineuse, largement utilisée en médecine traditionnelle et cultivée en Asie tropicale et subtropicale, notamment en Chine, en Amérique et en Europe. Sa présence a également été documentée en Afrique du Nord. C'est une espèce polyvalente : ses fruits, ses feuilles et ses racines possèdent plusieurs propriétés nutritionnelles, médicinales et cosmétiques (**Rsaissi et Bouche, 2002**).

Le *Ziziphus jujuba* connue sous le nom de "**jujube**". Appartient taxonomiquement à la famille des *Rhamnaceae* (**Gao, Wu, & Wang, 2013**). Les extraits de cette plante sont une source importante de biomolécules telles que les flavonoïdes, les saponines, les triterpènes, les tanins et les alcaloïdes, ainsi que des protéines et une variété de vitamines (**L. Zhang et al., 2019**) grâce auxquelles ils présentent d'excellentes propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, antitumorales et anticancéreuses (**Asimuddin et al., 2020 ; Mahmoud et al., 2022 ; L. Zhang et al., 2019**). Les feuilles du jujubier sont utilisées pour leur effets hypoglycémiant, comme diurétique, émollientes, fluidifiantes pour favoriser la croissance des cheveux, anticancéreux, sédatif, purificateur du sang et dans le traitement de la diarrhée (**Mahmoud et al., 2022**).

Dans le but de préserver notre patrimoine floristique et étudier le comportement de cette espèce dans différents habitats nous avons fixé comme objectif l'étude de facteurs régionaux (provenance) sur les paramètres physiologiques et biochimiques de cette même espèce.

Pour cela nous avons choisi trois régions d'étude appartenant à différents étages bioclimatiques El Tarf (humide) et Blida (subhumide), Constantine (semi-aride).

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique.

1. Historique

Le jujubier (*Ziziphus jujuba*) est un arbuste épineux et fruitier, appartenant à la famille des *Rhamnacées*. Il est indigène de la Chine et connu comme un fruit dans ce pays au moins 4000 années avant l'ère chrétienne (**Gao et al., 2013**). Cette espèce est cultivée dans des régions tropicales et subtropicales de l'Asie et de Méditerranée (France, Maroc, Tunisie et nord d'Algérie). Découvert en 1767, le nom de *Ziziphus* dérive de l'appellation Berbère « *Zizoufou Zuzaifo* » (**Laamouri, 2009**). Cette appellation est liée à l'ancien nom Persique « *Zizfum ou Zizafun* », alors que les Grecs utilisent le mot « *Ziziphon* » (**Kirkbride, Wiersema, & Turland, 2006**).

La classification des espèces est basée principalement sur des caractéristiques morphologiques et leur mode d'utilisation. Ce genre regroupe plusieurs espèces environ 170 telles que *Ziziphus spina-christ* (L.), *Ziziphus vulgaris* (Mill.), *Ziziphus lotus* (L.), *Ziziphus mauritiana* (Lam.). Les deux espèces qui produisent des fruits comestibles sont *Ziziphus mauritiana* et *Ziziphus jujuba* ; cette dernière est l'espèce la plus populaire.

L'arbre de jujube (**Figure 1**) est appelé dans les pays arabes : **Sidre, Nabk, Anneb, jujube** et en Chine **datte chinoise** (**Vines, 1960**). L'espèce *jujuba* s'adapte facilement à la salinité des sols, aux excès d'eau et à la sécheresse, la propagation de cet arbre se fait généralement par la graine, parfois par bouturage de racine ou par la greffe.



Figure 1 : Arbre du jujubier (*Ziziphus jujuba*) (François, 2009).

2. Origine et répartition géographique

2.1. Origine

Le jujube est originaire de Chine, de Japon et d'Asie du Sud-est. Il est cultivé dans les régions tropicales d'Asie et de la méditerranée (**Iserin, Masson, & Kedellini, 2001**). Actuellement il existe sur tous les continents (**Bärtel, 1997**).

2.2. Répartition géographique

➤ Dans le monde

Originaire de Chine (**Li, 2006**) avec 12 espèces (dont six sont endémiques), le genre *Ziziphus* est répandu dans tout le bassin méditerranéen. Les espèces de ce genre ont été introduites dans plus de 30 pays (**Mengjun et al., 2003a**). Elles sont devenues de plus en plus répandues grâce à leurs capacités d'adaptation à des conditions écologiques variées (**Liu et al., 2003a**). Elles sont localisées dans des régions tropicales et subtropicales de l'Asie et de l'Amérique du Nord (**Lui et Cheng, 1995**). On en trouve quelques espèces en Afrique (Egypte, Maroc, Sénégal et Tunisie) et en Australie (**Huang et al., 2008**). Laamouri (2009) affirme que l'Afghanistan pourrait être considéré comme le pays d'origine de *Z. jujuba*.

➤ En Algérie

L'espèce *Ziziphus jujuba* est l'une des espèces la plus répandue sur le Nord d'Algérie surtout dans les régions de Tlemcen, Annaba, Tipaza et Bejaïa (**Benahmed Djilali et al., 2017**).

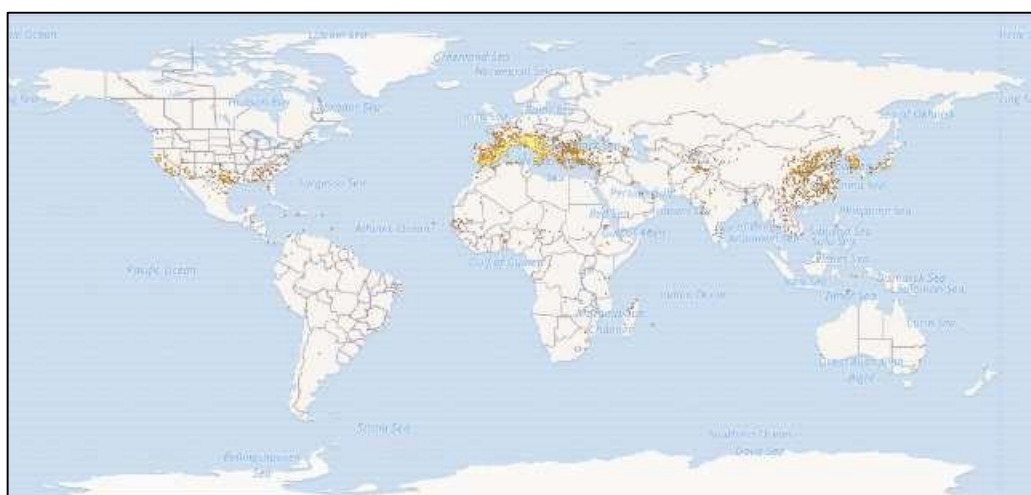


Figure 2 : Répartition géographique de *Ziziphus jujuba* mill (gbif.org).

3. Caractéristiques de jujubier

Type de plante : Arbre fruitier

Famille : *Rhamnacées*

Origine : Chine, Japon et Europe

Feuillage : Caduc

Couleurs des fleurs : Jaunes et blanches

Exposition : Soleil, mi-ombre

Sol : Sol calcaire, sableux, caillouteux

Résistance : Rustique, résiste à des températures jusqu'à -15°C

Plantation : Pleine terre

Floraison : De mai à septembre

Mode de multiplication : Semis, division, bouturage ou greffe

Hauteur : 5 à 10 mètres

Espèces : 80 espèces, la plus connue étant « *Ziziphus jujuba* », jujubier commun où dattier chinois. Son environnement de prédilection est une colline sèche et pierreuse au sol Calcaire (Quezel et Santa, 1962).



Figure 3 : Feuilles de *Ziziphus jujuba* (Soule, 2011)



Figure 4 : Fleures de *Ziziphus jujuba* (Soule, 2011).

4. Classification botanique

La classification de *Z. jujuba* est complexe, ce qui a laissé les auteurs attribuer les mêmes nominations à cette espèce. Mais actuellement, la classification adoptée est celle de **Laamouri, (2009)**. La classification de *Ziziphus jujuba* est indiquée dans le **Tableau I**.

Tableau 1 : Classification du jujubier (Laamouri, 2009).

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Rhamnales</i>
Famille	<i>Rhamnaceae</i>
Genre	<i>Ziziphus</i>
Espèce	<i>Ziziphus jujuba</i> Mill.

5. Variétés du jujubier commun *Ziziphus jujuba* :

- ***Ziziphus jujuba* So'** : Cet arbre produit des fruits ronds (Figure 5), dont le goût reste semblable à ceux que l'on rencontre en Provence, à la seule différence, que leur récolte est plus tardive par (**ANONYME & LA DRAGUE, 2019**).



Figure 5: *Ziziphus jujuba* So' (Soule, 2011).

- ***Ziziphus jujuba* Lang** : le *Ziziphus jujuba* Lang produit rapidement de fruits au bout de 1 à 2 ans. A maturité, elle présente une particularité : c'est à dire présente deux saveurs différentes, selon qu'il est marron (mûr) et ferme, ou marron et flétri. Les deux saveurs sont

agréables, mais certaines personnes trouvent que la saveur du fruit flétri est meilleure que celle du fruit mûr et encore ferme. Le fruit de cette variété a une bonne aptitude au séchage (ANONYME & LA DRAGUE, 2019).



Figure 6 : *Ziziphus jujuba* Lang (Soule, 2011).

- ***Ziziphus jujuba* Li** : les fruits de cette variété de jujubier se distinguent par leur grande taille, leur forme ronde ou ovoïde (Figure 7). Ils murissent après les jujubes « *Lang* », mais avant ceux trouvés en Provence. Malgré la taille un peu grande des fruits de « *Li* », leur noyau est minuscule, assez tendre. Il arrive même de trouver des fruits sans noyau. (François, 2009).



Figure 7 : *Ziziphus jujuba* Li (Soule, 2011).

- ***Ziziphus jujuba* Qiyue Xian** : (Ou "**Autumn Beauty**" en anglais) : cette variété précoce produit de gros fruits ovales ou ronds.

- ***Ziziphus jujuba* Sherwood** : ses fruits tardifs se distinguent par leur chair dense et leur excellente saveur.

- ***Ziziphus jujuba* Honey Jar** : ses jujubes sont petits, à la peau fine et à la chair ferme, juteuse et sucrée.

D'autres variétés de jujubiers se distinguent par leurs fruits aux formes irrégulières et renflées, leur donnant un aspect original. (ANONYME & LA DRAGUE, 2019).

6. Composition biochimique de *Ziziphus jujuba*

Les études phytochimiques menée sur le *Ziziphus jujuba* montrent la présence de métabolites primaires et secondaires.

6.1. Métabolites primaires

Les métabolites primaires sont les sucres qui représentent une proportion importante suivis des protides ensuite des lipides (**Tableau 2**).

Tableau 2 : Teneur de la pulpe du jujubier frais en métabolites primaires (**Catoire et al., 1999**).

Fraction de la pulpe du fruit	Taux (g/100g)
Sucres	20 à 32
Lipides	0,1 à 0,3
Protides	0,8 à 2,1

6.2. Métabolites secondaires

Le *Ziziphus jujuba* est connu par son contenu en molécules biologiquement actives tels que les polyphénols (flavonoïdes, tanins) qui lui procurent un important effet antimicrobien (**Benahmed-Djilali, 2016**), les triterpènes, les alcaloïdes, les saponosides, les caroténoïdes et les vitamines (**Tableau 3**).

Plusieurs études ont affirmé la richesse de jujubier en alcaloïdes, en flavonoïdes, en stérols, en tanins, en saponines et en triterpénoïdes (**Ganachari et al., 2004**).

En particulier, les feuilles contiennent des alcaloïdes différents, y compris la *Ziziphine* (**Figure**), coclaurine, isoboldine, norisoboldine, iusiphine, iusirine (**Preeti et Shalini, 2014**).

Tableau 3 : Composition en métabolites secondaires des différents organes du *Ziziphus jujuba*

Organe végétale	Compositions chimiques	Références
Feuille	- Alcaloïdes (coclaurine, isoboldine, norisoboldine, iusiphine, iusirine, et en particulier la ziziphine) - Flavonoïdes (quercetine, kaempferol, rhamnoside) - Tanins - Saponines (jujubasponines 1, 2, 3, 4, 5, jujubosides B) - Triterpénoïdes (acide alphaltolique, acide caffeoyle alphaltolique) - Caroténoïdes - Vitamines (A, C, B, et E)	(Preeti et Shalini, 2014)
Fruit	- Alcaloïdes (sanjoinine, franguloine, amphibineD) - Flavonoïdes (Puerarin, 6-feruloylspinosin, Apigenin-6-C-β-Dglucopyranoside, 6-feruloylisospinosin, Isospinosin et Isovitexin-2-O-βD-glucopyranoside) - Tanins - Saponines (1, 2,3, jujubosides B, D, E.) - Triterpénoïdes - Caroténoïdes - Vitamines (A, C, B, et E)	(Preeti et Shalini, 2014 ; Hasan et al., 2014)
Graine	- Alcaloïdes (franguloine, amphibine D, sanjoinines B-D-F-G2) - Flavonoïdes (Puerarin, 6-feruloylspinosin, Apigenin-6-C-β-Dglucopyranoside, 6-feruloylisospinosin, Isospinosin et Isovitexin-2-O-βD-glucopyranoside) - Saponines (jujubosides A-B-C, acetyljujubosides B, protojujubosides A-B) - Tanins - Triterpénoïdes - Caroténoïdes - Vitamine (A, C et B)	(Preeti et Shalini, 2014)

7. Utilisations de *Ziziphus jujuba*

7.1. Utilisations de *Z. jujuba*

Le *Z. jujuba* est une espèce polyvalente. Ses fruits, ses feuilles et ses racines présentent plusieurs intérêts sur le plan nutritif (**Li et al., 2006**). Ainsi sa demande en médecine et en industrie pharmaceutique ne cesse d'augmenter ce qui explique que la production de jujube a diminué en Chine dans les 10 dernières années (**Li et al., 2006**). Les fruits, les feuilles, les graines, les racines et les épines sont utilisés en médecine traditionnelle (**Belford, 1994 ; Croueour et al., 2002 ; Abdel-Zaher et al., 2005 et Li et al., 2006**).

7.2. Utilisations thérapeutiques

Les différentes espèces de *Ziziphus* sont largement utilisées dans le traitement de certaines maladies comme : les maladies inflammatoires, les troubles digestives, la faiblesse, les affections du foie, l'obésité, les troubles urinaires, le diabète, les infections cutanées, la fièvre, la diarrhée et l'insomnie (**Abdel-Zaher, Salim, Assaf, & Abdel-Hady, 2005 ; Suksamrarn et al., 2005 ; Zarga, Sabri, Al-Aboudi, Ajaz, & Sultana, 1995**).

7.3. Utilisations des feuilles

Les feuilles de *Z. jujuba* peuvent être utilisées dans la préparation du thé sous forme d'infusion (**Zhao et al., 2008**). Elles contiennent plusieurs alcaloïdes comme la coclaurine, l'isoboldine, la norisoboldine, l'asimilobine, l'iusiphine et l'iusirine. Ces substances ont été le point d'intérêt de plusieurs études (**Erenmemisoglu et al., 1995**) qui ont montré l'utilisation de ces feuilles comme agent hypoglycémiant pour les diabétiques dans certaines régions de la Turquie. D'autres études ont prouvé les effets hypnotiques et sédatifs des feuilles, connues comme régulatrices de l'activité du système nerveux central en réduisant l'anxiété en favorisant le sommeil et en réduisant l'obésité (**Azam-Ali, 2006**).

7.4. Utilisation des fleurs

Outre le fait qu'elles présentent un nectar de bonne qualité (**Zhao et al., 2008**), les fleurs de *Z. jujuba* peuvent traiter quelques maladies (**Azam-Ali, 2006**). Le miel de jujubier est très recherché pour ses qualités thérapeutiques, notamment pour soigner le diabète, les maladies du foie et de l'estomac. Il est de loin considéré comme le miel le plus cher au monde, il est également appelé "**Or du Yémen**". Pour plusieurs espèces de *Ziziphus*, notamment *Z. mauritiana*, les fleurs émettent une substance volatile odoriférante, le scatol (ou scatole) qui

possède la particularité d'avoir un parfum agréable à faible concentration et d'avoir une odeur à forte concentration (**Z. Zhao et al., 2008**).

7.5. Utilisations des fruits

Les fruits secs du jujubier sont fréquemment utilisés contre les maladies immunitaires et anti-infectieuses. Ils présentent plusieurs activités biologiques antimicrobiennes et anti-HIV (**Guo et al., 2010**). Ces jujubes sont aussi utilisés traditionnellement dans la pharmacopée pour ses propriétés antalgiques, anti-inflammatoires, broncho-dilatatrices et ils protègent contre les caries dentaires (**Gusakova et al., 1999**). Ils sont utilisés dans le traitement des maladies hépatiques (**Yamaoka et al., 1996 ; Guo et al., 2010**). Riche en vitamines (A, C et B complexe), la pulpe est souvent utilisée dans l'industrie pharmaceutique et entre dans la composition de nombreuses pâtes pectorales (**El Raout, 2002**). Elle contient des ingrédients actifs et diminue le taux du cholestérol (**Mood et al., 2008**).

7.6. Utilisations des graines

Les graines de *Z. jujuba*, sous forme de poudres, assurent la purification du sang et facilite la digestion (**Tripathi et al., 2001 ; Su et al., 2002**). Plusieurs études leur accordent d'autres activités (hypnotique, sédative, hypotensive et hypothermique). Elles peuvent aussi agir comme tranquillisantes des muscles (**Goncharova et al., 1990 ; Peng et al., 2000 et Zhao et al., 2006**). De ces graines, on extrait des huiles à plusieurs activités industrielles et pharmaceutiques (**Li et al., 2006**). En 2006, Zhao et al. Ajoutent d'autres applications immunitaires et cosmétiques à ces organes qui peuvent être utilisés aussi dans le traitement des maladies des yeux (**Oudhia, 2001-3**).

7.7. Utilisation des racines

Le *Z. jujuba* est connu par ses racines trop développées lui conférant ainsi une résistance à la sécheresse. Plusieurs auteurs ont signalé l'intérêt médicinal et pharmaceutique de ces organes.

En effet, outre leurs effets tonifiants, ces racines apaisent les maux de l'estomac et du foie. Elles sont utilisées comme décoction puis bues comme un thé. Elles sont aussi utilisées en médecine traditionnelle sous forme de poudres pour cicatriser les blessures (**Laamouri, 2009**).

7.8. Utilisation du bois

Le jujubier produit un bois de bonne qualité très recherché pour l'ébénisterie. Il est commercialisé sous le nom d'acajou d'Afrique. Il est utilisé localement comme combustible et produit 4900 kcal Kg-1 et un charbon de bonne qualité (Bouet,1998(**Laamouri, 2009**). (**Abdelgalil & El-Jissry, 1991**) ont signalé que les cendres du bois de jujubier soignent les piquûres de serpents. En médecine populaire, un mélange de cendres de bois du jujubier et du vinaigre est appliqué sur les plaies causées par des morsures de vipères (**Bastianetto, 2007**).

7.9. Utilisations alimentaires

La majorité des fruits des espèces de jujubier sont comestibles, mais tous ne sont pas aussi savoureux. La pulpe du jujube bien mûr favorise le transit intestinal, mais il faut utiliser des fruits arrivés à maturité et si possible sans la peau. Les jujubiers de Chine et les variétés sélectionnées de *Z.mauritiana* en Inde possèdent des fruits commercialisables qui sont consommés frais, cuits, séchés ou fermentés. Les fruits bien mûrs permettent de préparer une boisson fermentée analogue au cidre ou à la bière avec un faible taux d'alcool, et qui contient des vitamines du groupe B. Ce sont des fruits "naturels" diététiquement intéressants, et qui se conservent facilement. On outre, il est possible de préparer du jus de fruit, de la marmelade, de la farine de pulpe sèche et des galettes de pulpe sèche à base de jujube. En Chine, le fruit fournit du vinaigre de jujube ou encore un vin appelé jiuzaohong. Certaines ethnies peules ou Touaregs, fabriquent avec les fruits secs une sorte de pain non levé appelé “ Oufers ” qui prend la forme de galette épaisse, percée d'un trou au centre (**Orwa et al., 2009**).

7.10. Utilisations cosmétiques

L'huile extraite des noyaux de jujube broyés est un produit cosmétique de haute qualité, adapté à tous les types de peaux. Dotée de propriétés régénérantes, elle nourrit les peaux sèches tout en équilibrant les peaux grasses. Elle agit également comme un anti-rides naturel, tout en apportant éclat et luminosité au teint. En plus de ses vertus cosmétiques, cette huile est utilisée en dermatologie pour soulager diverses affections cutanées comme le psoriasis, l'eczéma, les furoncles ou encore l'acné (**Laamouri, 2009**).

2.1. Région 1 : El Tarf, (El Kala).

2.1.1. Situation géographique :

El Kala est située au nord-est de l'Algérie, dans la wilaya d'El Tarf, à 85 kilomètres à l'est d'Annaba et à 35 kilomètres de la frontière tunisienne. Elle occupe 10 % de la superficie totale de la wilaya. Elle est reliée à la route nationale 44.

La ville se situe dans la Kroumirie, une région montagneuse frontalière. Elle abrite un écosystème exceptionnel qui a été déclaré réserve de biosphère par l'UNESCO en 1990.

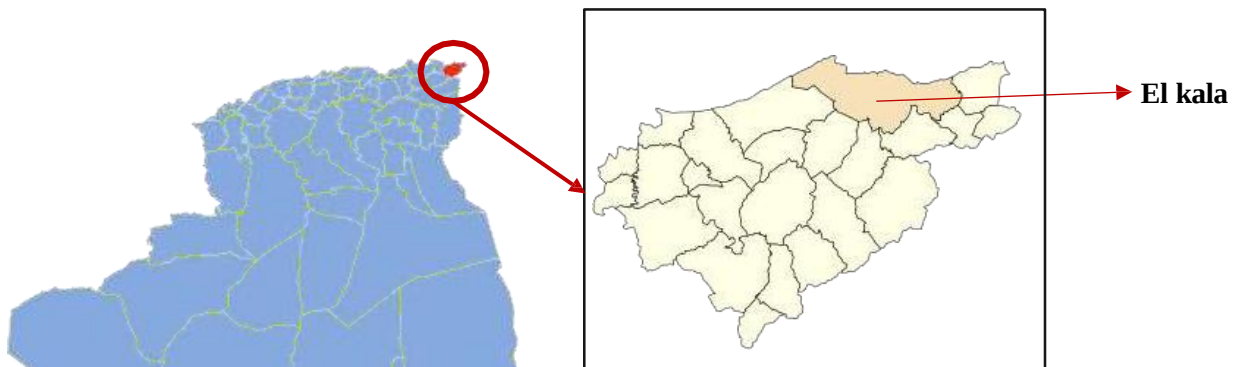


Figure 9 : situation géographique d'El Kala

2.1.2. Climat et bioclimat de la zones d'étude :

Le climat est un facteur essentiel de l'évolution des espèces, il intervient dans leur apparition et succession ainsi que dans la répartition des grandes formations végétales à travers le monde. L'analyse du contexte climatique est la première étape à toute étude écologique, c'est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes. Il joue un rôle prépondérant dans la distribution spatiale des espèces animales et végétales. **(DREUX, 1980).**

La détermination de la période de sécheresse dans la région d'EL KALA se fait par l'utilisation du diagramme de pluviométrie de Gaussen :

L'indice xérothermique de Bagnols et Gaussen permet de trouver la sécheresse estivale en prenant en considération les moyennes mensuelles des précipitations (P en mm) et les températures (T en c°) avec le rapport : $P/2T$.

Dans le diagramme suivant on remarque que la période sèche commence le début mai et se

termine au mi-août, et les périodes humides sont ce qui reste de l'année ou les températures sont faibles et les précipitations sont élevées.

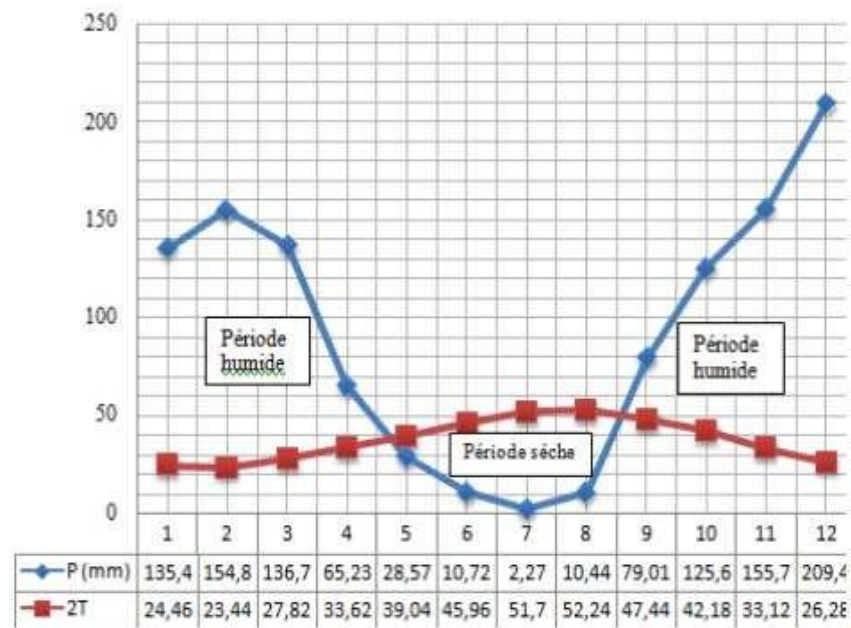


Figure 10 : diagramme ombrothermique de Bagnols et Gaussen de la région d'El Kala (1970-2015).

2.2. Région 2 : Blida (Tabrant)

2.2.1. Situation géographique :

La wilaya de Blida est une collectivité publique territoriale algérienne située au Nord du pays. La périphérie nord de la wilaya tend à s'agglomérer progressivement avec les banlieues internes à la wilaya d'Alger

La wilaya de Blida est située dans le Tell central, elle est délimitée :

- Au nord, par les wilayas de Alger et de Tipaza
- À l'est, par les wilayas de Boumerdès et de Bouira ;
- Au sud, par la Médéa et de Aïn Defla.

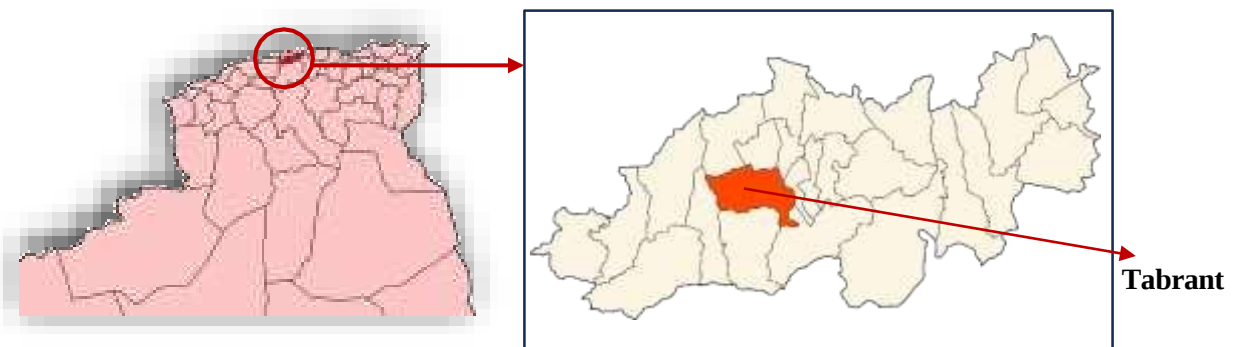


Figure 11 : situation géographique Blida.

2.2.2. Climat et bioclimat de la zones d'étude :

Le climat est l'un des facteurs écologiques dont dépend étroitement l'équilibre et le maintien en vie des êtres vivants. C'est un ensemble de facteurs climatiques ayant une influence directe sur le développement et la répartition des êtres vivants.

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région (**Dajoz, 2000**). Il met en évidence les régimes thermiques et pluviométriques d'un site donné (**Faurie et al., 2003**). (**Bagnouls et Gaussen, 1953**) définissent le mois sec comme celui où le total mensuel des précipitations exprimé en millimètre est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degré celsius ($P \leq 2 T$).

La Figure 12 représente le diagramme ombrothermique de la région de Blida. Elles montrent clairement la présence d'une période sèche d'environ 4 mois : de fin mai à la mai septembre. Le reste des mois de l'année correspond à la période humide.

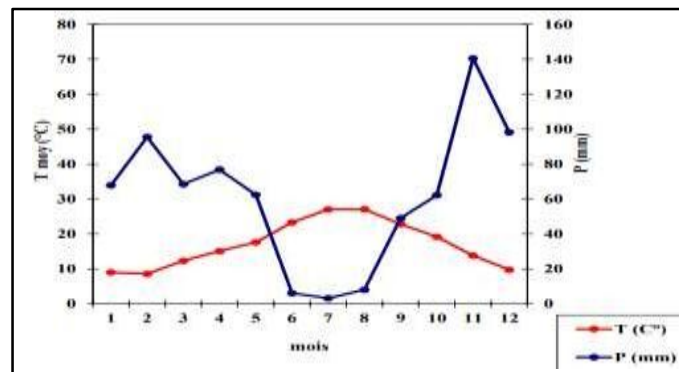


Figure 12 : Diagramme Ombrothermique de la région Blida période 2003-2012 (ONM de Dar El Beida).

2.3. Région 3 : Constantine (Chaabat erssas).

2.3.1. Situation géographique :

La wilaya de Constantine, l'une des wilayas du Nord-Est Algérien, est limitée au Nord par la wilaya de Skikda, au Sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi, à l'Est et à l'Ouest, respectivement, par les wilayas de Mila et de Guelma. (**Madaci, 1991**).

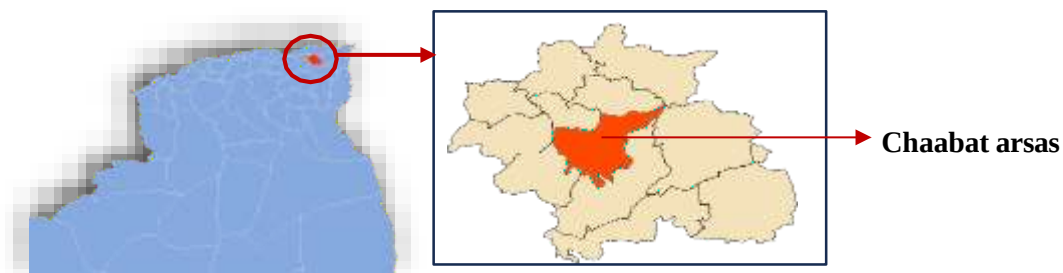


Figure 13 : situation géographique Constantine

2.3.2. Climat et bioclimat de la zones d'étude :

Le climat est un facteur principal qui joue un rôle fondamental de contrôle de la distribution des êtres vivants et la dynamique des écosystèmes (Lévêque, 2001 ; Faurie et al ; 1998-2003). Les réactions des êtres vivants face aux variations des facteurs physico-chimiques du milieu intéressent la morphologie, la physiologie et le comportement (**Dajoz, 2003**).

Ils sont construits en portant en abscisses les mois et en ordonnées les précipitations sur un axe et les températures sur le second en prenant soin de doubler l'échelle par rapport à celle des précipitations (Faurie et al ; 1998-2003). La saison aride apparaît quand la courbe des précipitations recoupe celle des températures (**Dajoz, 1985**). Un mois est réputé « sec » si les précipitations sont inférieures à 2 fois la température moyenne, et réputé « humide » dans le cas contraire (Frontier et al ; 2004).

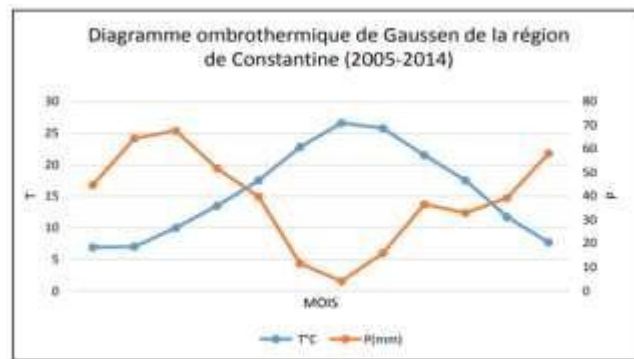


Figure 14 : diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Constantine (2005-2014).

2.3. Climagramme d'Emberger :

Emberger a défini pour le bassin méditerranéen un quotient pluviométrique Q2 qui tient compte à la fois la température et la pluviométrie, le calcul de ce quotient est nécessaire pour déterminer l'étage bioclimatique d'une station. La formule proposée par Emberger (1955) est la suivante :

$$Q2 = 2000P / M2 - m2$$

Donc, le (Q2) est déterminé par la combinaison des 3 principaux facteurs du climat.

M : moyenne du maxima du mois le plus chaud en degré absolu °K.

m : moyenne du minima du mois le plus froid en degré absolu °K.

P : précipitation annuelle en mm

Le Q2 de la région de Blida et de 101.2 pour $m=7.11$, il montre l'appartenance de la région à l'étage bioclimatique subhumide à hiver chaud.

Le quotient $Q_2=48.65$ de la region Contantine, place notre region d'étude dans un climat semi-aride à hiver frais.

Le quotient $Q_2= 181$ de la region El Tarf, place notre region d'étude dans un climat humide à hiver tempéré.

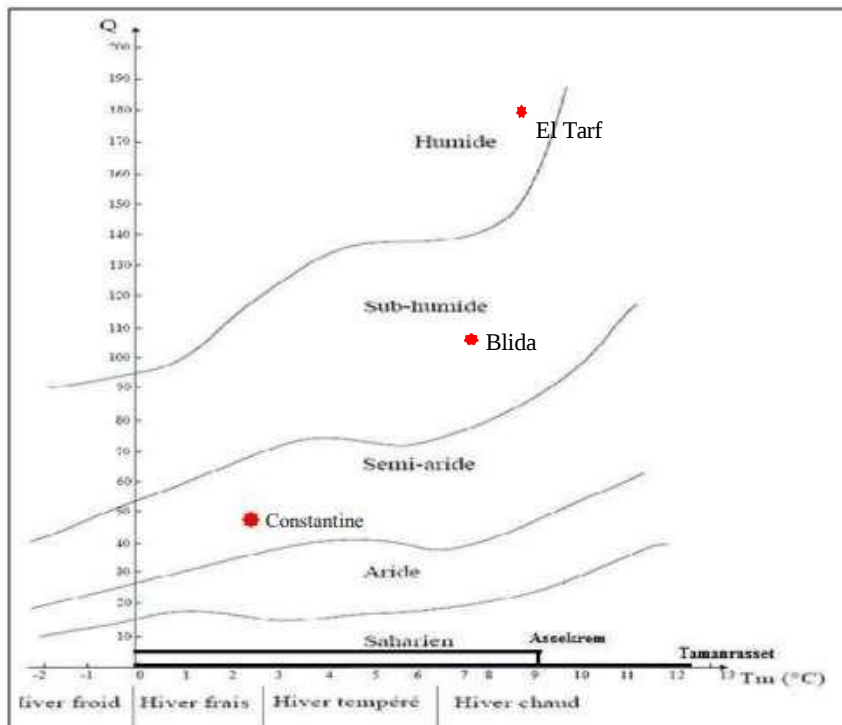


Figure 15 : Position des zones d'étude sur le climagramme d'Emberger.

3. Matériel végétal

Le matériel végétal ayant fait l'objet de notre étude est les feuilles de *Ziziphus jujuba* récoltées dans trois régions différentes **El tarf (El kala)**, **Blida (Tabrant)**, **Constantine (chaabet erssas)**. Durant la période automnale : Septembre 2024.



Figure 16 : Un lot de feuille de jujubier (*Ziziphus jujuba*). (Original 2024).

- **Echantillonnage**

La méthode d'échantillonnage adoptée dans notre travail est un échantillonnage aléatoire. Elle consiste à récolter le matériel végétal sur des individus prélevés au hasard. Les arbres retenus pour la récolte doivent être homogènes et présentant un bon état végétatif et se situent en dehors des bordures de routes. (Mouas, 2018).

4. Mesures effectuées

Les mesures ont été réalisées à la fin de l'expérimentation sur les paramètres physiologiques et biochimiques des feuilles de jujubier *Ziziphus jujuba*

- **La surface foliaire (SF)**

Elle a été déterminée par une méthode traditionnelle de **Paul et al, (1979)** qui consiste à

- Prendre la feuille de jujubier sur papier calque et découper les contours de la feuille, ce dernier est pesé (Pf).
- Couper un carré de 1cm (S (1cm²) de côté de ce même papier qui est également pesé P (1cm²).
- Déduire la surface foliaire SF par la formule suivante :

$$SF \text{ (cm}^2\text{)} = Pf. S \text{ (1cm}^2\text{)} / P \text{ (1cm}^2\text{)}.$$

5. Paramètres étudiés

5.1. Paramètres physiologiques :

5.1.1. La teneur relative en eau (TRE) de la feuille

La feuille coupée à la base du limbe est pesée immédiatement, ce qui représente le poids frais (pf). La partie sectionnée est trempée dans un tube à essai contenant de l'eau distillée. L'ensemble est maintenu à l'obscurité et à une température de 4°C pendant 24 heures.



Figure 17 : Dosage de la TRE.

Les feuilles sont récupérées et délicatement essuyées en surface avec un papier buvard et pesées à nouveau, ce qui donne le poids en pleine turgescence (Ppt).

Le poids de la matière sèche (Ps) de chaque feuille est obtenu par passage à l'étuve à une température de 80°C pendant 48 heures.

La teneur relative en eau est calculée selon la formule suivante (**Barrs et Weatherley, 1962**) :

$$\text{TRE (\%)} = ((\text{pf-ps}) / (\text{ppt-ps})) * 100$$

Où :

Pf : poids frais de la feuille excisée.

Ps : poids sec de la feuille.

Ppt : poids en pleine turgescence.

5.1.2. Le taux de déperdition d'eau (RWL) :

Les feuilles sont prélevées à leurs bases et trempées par leurs parties sectionnées dans des tubes à essai contenant de l'eau distillée. L'ensemble est placé à l'obscurité et à une température de 4°C pendant 24 h.



Figure 18 : Dosage de la RWL.

A la pleine turgescence, les feuilles sont ensuite retirées, l'eau de surface est absorbée par du papier buvard, et pesé ce qui constitue le poids initial (P_i). Ensuite, elles sont mises dans un dispositif et placées sur la paillasse du laboratoire. Des pesées des feuilles sont effectuées après 60mn (pt). Ensuite la surface foliaire est déterminée. (Clark et al, 1989).

Le taux de déperdition est calculé selon la formule suivante :

$$RWL (mg H_2O.cm^{-2} min^{-1}) = (p_i - p_{2h}) / temps * sf$$

Où : P_i : poids initial de la feuille.

Sf : surface foliaire.

P_{2h} : poids de la feuille après 2 heures (120).



Figure 19 : Dosage de la RWE.

5.1.3. Dosage de la chlorophylle(a) et (b) et caroténoïde :

Le dosage des chlorophylles et caroténoïde est réalisé selon la méthode de **FRANCIS (1970)**, qui consiste en une macération de 100 mg de feuilles dans 10 ml d'un mélange de l'acétone à 80% et de l'éthanol à 40% (75% et 25% de volume). Les feuilles sont fragmentées et mises dans des tubes à essai fermés et couverts par du papier aluminium (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière). Les tubes sont mis au repos pendant 48 heures.

On procède ensuite à la lecture des densités optiques des solutions à l'aide d'un spectrophotomètre, à trois longueurs d'ondes : 645 nm pour la chlorophylle(a) et 663 nm pour la chlorophylle (b). 470 nm pour les caroténoïdes.



Figure 20 : Dosage de la chlorophylle.

La détermination des teneurs en chlorophylles se réalise selon les formules suivantes :

$$\text{Chl(a) (mg/g MF)} = 12,6 \times \text{Do } 663 - 2,59 \times \text{Do } 645 \times V / (1000 \times W)$$

$$\text{Chl(b)(mg/gMF)} = 22,9 \times \text{Do } 645 - 4,68 \times \text{Do } 663 \times V / (1000 \times W)$$

$$\text{Chl (a+b)} = \text{Chl (a)} + \text{Chl (b)}$$

V : Volume de la solution extraite l'échantillon.

W : Poids de la matière fraîche de l'échantillon.

La détermination des teneurs en caroténoïdes se réalise selon la formule suivante :

$$\text{Caroténoïdes (mg/g MF)} = [(1000 \times \text{DO } 470) - ((1.82 \times \text{Chl a}) + (85.02 \times \text{Chl b}))] / 198$$



Figure 21 : Tubes préparés pour le dosage de la chlorophylle.

5.2. Paramètres biochimiques :

5.2.1. Dosage des sucres solubles :

Selon la méthode de **DUBOIS et al., (1956)**. Elle consiste à prendre 100 mg de matière végétale fraîche dans des tubes à essai auxquels on ajoute 2 ml d'éthanol à 80 %, et on laisse les tubes fermés au repos pendant 48 heures. Faire évaporer l'alcool en mettant les tubes à essai dans un bain-Marie à 70°C. Après refroidissement, on ajoute 20 ml d'eau distillée dans chaque tube à essai.

Prendre 1ml de la solution et ajouter 1 ml de phénol à 5% et bien agiter. Ajouter 5 ml d'acide sulfurique concentré dans chaque tube à essai puis les passer au vortex. Laisser au repos pendant 10 minutes puis les passer au bain Marie pendant 15 minutes à $30 \pm 2^\circ\text{C}$. Procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 490nm,

La détermination de la teneur des sucres solubles est réalisée selon la formule :

$$\text{Sucres solubles (ug/gMF)} = \text{Do } 490 \times 1,657.$$



Figure 22 : Tubes préparés pour le dosage des sucres solubles.

5.2.2. Dosage de la proline :

La proline est dosée selon la technique utilisée par TROLL et LINDSELEY simplifiée et mise au point par DREISER et GORING, et modifiée par MONNEVEUX et al., (1986).

Le principe est la quantification de la réaction proline ninhydrine par mesure en spectrophotomètre, la proline se couple avec la ninhydrine en formant un complexe coloré, l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l'échantillon.

La méthode consiste à mettre 100 mg de matière végétale fraîche dans des tubes à essai et on ajoute 2 ml de méthanol à 40%. Les tubes couverts (pour éviter la volatilisation de l'alcool) sont portés à l'ébullition au bain Marie à $85 \pm 5^{\circ}\text{C}$ pendant 60 minutes. Après refroidissement, 1ml de la solution est prélevé de chaque tube et mis dans de nouveaux tubes auxquels nous ajoutons : 1ml d'acide acétique, 25 mg de ninhydrine et 1ml d'un mélange contenant :

- 120ml d'eau distillée
- 300ml d'acide acétique
- 80 ml d'acide ortho phosphorique

On porte les tubes à essai à ébullition dans bain Marie pendant 30 minutes. Après refroidissement des solutions on ajoute 5ml de toluène dans chaque tube, après agitation au vortex Deux phases se séparent après refroidissement et après déshydratation de la phase supérieure par l'ajout de 5 mg de sulfate de sodium.

Après 48 heures, la densité optique (DO) est mesurée à 528 nm en utilisant le spectrophotomètre. La détermination de la teneur en proline est réalisée selon la formule :

$$\text{Proline (ug/g MF)} = \text{Do } 528 \times 0,62.$$



Figure 23 : Tubes préparés pour le dosage de la proline.

6. Analyses statistiques

Dans cette étude, les analyses statistiques ont combiné des tests paramétriques et non paramétriques en fonction des caractéristiques des données.

Le test de Shapiro-Wilk a été utilisé pour vérifier la normalité, tandis que le test de Bartlett ou de Levene a évalué l'homogénéité des variances. Lorsque ces conditions étaient satisfaites, une analyse de variance à un facteur (ANOVA) au seuil de signification conventionnel de 0,05, a permis de comparer les moyennes. En cas de contrevenance des hypothèses, des tests non paramétriques tels que Kruskal-Wallis ont été privilégiés.

En présence de différences significatives, des analyses post-hoc, comme le test de Tukey ou Dunn, ont été réalisées pour identifier précisément les groupes différenciés. L'ensemble de ces analyses a été effectué avec logiciel R 4.4.3.

Chapitre 3 : Résultats et discussion.

1. Paramètres physiologiques

1.1. La teneur relative en eau (TRE) de la feuille

La TRE d'El Tarf indique la valeur moyenne la plus élevée avec $43,55 \pm 7.68$ %, indiquant une hydratation plus importante des tissus végétaux. Alors que Blida présente une teneur en eau intermédiaire, avec une TRE moyenne de $35,76 \pm 1.75$ %. Cette valeur suggère un équilibre modéré entre la capacité de rétention d'eau et les pertes hydriques potentielles, Par contre Constantine, avec une TRE moyenne de $33,91 \pm 3.83$ %, montre la valeur la plus faible parmi les trois régions étudiées. Cela peut indiquer une contrainte hydrique plus marquée dans cette région.

Tableau 4 : Teneur relative en eau (%) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Régions	El Tarf	Blida	Constantine
TRE %	43.55 ± 7.68	35.76 ± 1.75	33.91 ± 3.83

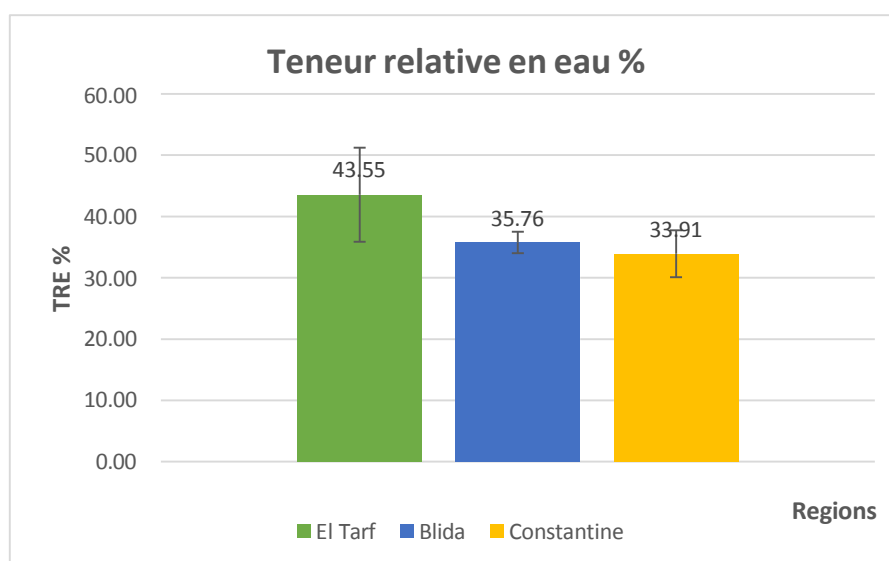


Figure 24 : Teneur relative en eau (%) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

L'analyse de la variance (Kruskal-Wallis) a un seul facteur de classification montre qu'il existe une différence significative ($P=0.01 < 0.05$) entre au moins deux groupes. Le test de Dunn (tableau) a classé les moyennes.

Tableau 5 : Teneur relative en eau : résultats de test post hoc (test de Dunn).

Comparison	Z	P.adj	Signification
Blida- Constantine	0.813	1.000	Non significative
Blida – El Tarf	-1.956	0.151	Non significative
Consatantine -El Tarf	-2.769	0.017	Significative

Tableau 6 : Teneur relative en eau : Groupes homogènes.

Régions	El Tarf	Blida	Constantine
TRE %	43.55	35.76	33.91
Groupes homogènes	a	b	b

Le traitement statistique des données a montré une différence significative entre les résultats de Constantine et de l'El Tarf (P ajusté = 0,017), présentent des niveaux de résultats statistiquement distincts. En revanche, aucune différence significative n'a été observée entre Blida et El Tarf (P ajusté = 0,151), ni entre Blida et Constantine (P ajusté = 1,000). En résumé, seules les régions de Constantine et de l'El Tarf diffèrent significativement, tandis que Blida ne montre pas de différence significative avec ces deux régions.

Discussion

La TRE constitue un paramètre physiologique fondamental qui reflète l'état hydrique de la plante et sa capacité à maintenir un bon équilibre osmotique face aux conditions environnementales.

Les résultats montrent que les feuilles provenant de El Tarf présentent une teneur en eau plus élevée comparativement à celles issues d'autres régions. Cette richesse en eau pourrait être attribuée à des conditions climatiques plus favorables dans cette région, notamment une humidité relative élevée, des précipitations suffisantes et un sol plus rétenteur en eau. En revanche, une TRE plus faible, comme observée à Constantine, peut indiquer que les plantes y sont soumises à un stress hydrique plus prononcé, ce qui entraîne une perte d'eau ou une régulation plus stricte de la transpiration.

Ces résultats rejoignent ceux rapportés par **Benhizia et al. (2019)** qui ont montré une variabilité interrégionale de la TRE chez *Ziziphus lotus*, liée aux conditions édapho-climatiques locales. Ainsi, les différences observées entre les sites d'El Tarf, Blida et Constantine suggèrent que *Ziziphus jujuba* ajuste son état hydrique selon les contraintes du milieu, traduisant une plasticité physiologique importante.

Selon **Taïbi et al. (2016)**, la TRE diminue généralement en conditions de stress hydrique ou osmotique, ce qui entraîne une réduction de la croissance cellulaire et de la photosynthèse.

1.2. Taux de déperdition d'eau (RWL) :

La comparaison faite entre les régions (El Tarf, Blida, Constantine). Selon le diagramme de l'évolution du taux de déperdition d'eau des feuilles de *Ziziphus jujuba* sur une période de 120 minutes, mesurée toutes les 30 minutes on observe que :

La région d'El Tarf présente les valeurs les plus élevées $1.16 \pm 0.50\%$, $1.14 \pm 0.51\%$, $1.08 \pm 0.49\%$, $1.03 \pm 0.47\%$ de perte d'eau tout au long de l'expérience, tandis que Blida enregistre les plus faibles valeurs $0.42 \pm 0.20\%$, $0.36 \pm 0.15\%$, $0.33 \pm 0.14\%$, $0.30 \pm 0.13\%$. En tant que Constantine marque les valeurs moyennes $0.67 \pm 0.28\%$, $0.59 \pm 0.24\%$, $0.53 \pm 0.21\%$, $0.49 \pm 0.19\%$.

Une diminution progressive du taux de déperdition est observée dans toutes les régions, indiquant que la plus grande perte d'eau se produit dans les premières 30 minutes, puis elle diminue avec le temps.

Tableau 7 : Taux de déperdition d'eau ($\text{mg H}_2\text{O} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Périodes Régions	RWL 30 min	RWL 60 min	RWL 90 min	RWL 120 min
El Tarf	1.08 ± 0.18	1.05 ± 0.17	0.98 ± 0.15	0.94 ± 0.14
Blida	0.44 ± 0.14	0.37 ± 0.11	0.33 ± 0.11	0.31 ± 0.09
Constantine	0.64 ± 0.20	0.55 ± 0.16	0.50 ± 0.13	0.47 ± 0.12

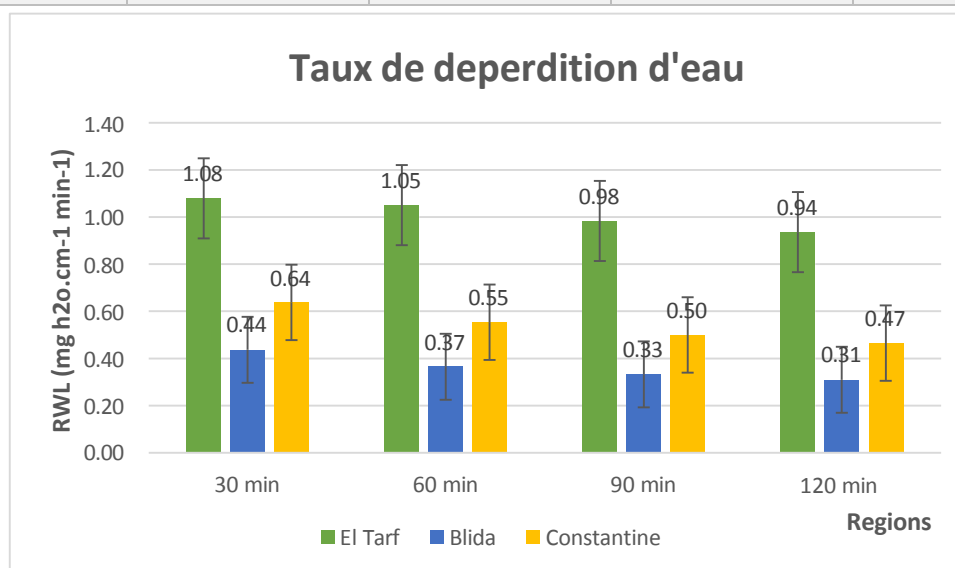


Figure 25 : Taux de déperdition d'eau ($\text{mg H}_2\text{O} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

L'analyse de la variance (Kruskal-Wallis) a un seul facteur de classification montre qu'il existe une différence hautement significative ($P=0.00 < 0.05$). Le test de Dunn (tableau) a classé les moyennes.

Tableau 8 : Taux de déperdition d'eau : Les résultats de test post hoc (**Dunn**).

Comparaison	Différence de Moyennes	P-value	Signification
Blida – Costantine	-3.11	0.0009	Significative
Costantine – Taref	-8.32	0.0000	Significative
Blida – Taref	-5.21	0.0000	Significative

Tableau 9 : Taux de déperdition d'eau : Groupes homogènes.

Régions	El Tarf	Blida	Constantine
RWL	1.16	0.42	0.67
Groupes homogènes	a	c	b

Les résultats montrent que les différences de moyenne entre les régions sont toutes statistiquement significatives. En particulier, la différence entre Blida et Taref marque un résultat hautement significatif, suivie de celle entre Constantine et Taref, puis entre Blida et Constantine. Cela indique que ces régions présentent des écarts significatifs.

Discussion

La perte relative en eau (RWL) représente un indicateur crucial de la capacité des feuilles à retenir l'eau après prélèvement, en simulant une situation de dessèchement.

Des résultats similaires ont été observés par **Benhizia et al. (2019)** sur *Ziziphus lotus*, où la RWL variait entre 25 % et 41 % selon l'origine géographique, les plantes issues de zones arides (El Oued) montrant une RWL plus faible comparées à celles des zones plus humides (El Kala). Ces observations appuient l'idée que les conditions environnementales façonnent la plasticité physiologique de l'espèce en matière de gestion de l'eau.

Bouchenak et al. (2020) dans une étude sur des espèces méditerranéennes, confirment que la déperdition d'eau varie significativement selon l'origine géographique.

1.3. Teneur en chlorophylle (a) et (b) et caroténoïde :

1.3.1 Chlorophylle (a) :

Nous constatant que la région d'El Tarf présente la teneur la plus élevée en chlorophylle a : $18,8 \pm 2.91$ mg/g MF. Par contre Blida affiche la moyenne plus faible a : 14.20 ± 1 mg/g MF. Tandis que Constantine montre la valeur moyenne a : 14.73 ± 1.97 mg/g MF.

Tableau 10 : Teneur moyenne en chlorophylle (a) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Région	El Tarf	Blida	Constantine
Chl (a) mg/g MF.	18.80 ± 2.91	14.2 ± 1	14.73 ± 1.97

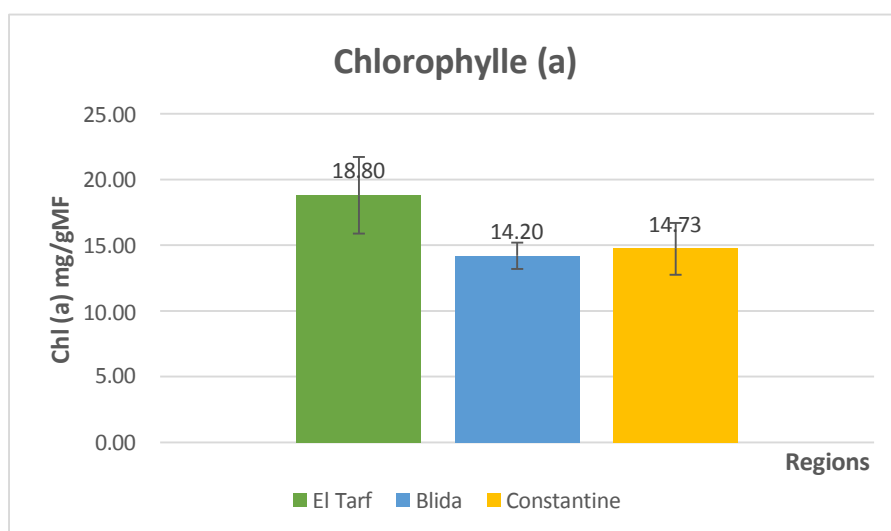


Figure 26 : Teneur en Chlorophylle (a) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

L'analyse de la variance (ANOVA) a un seul facteur de classification montre qu'il n'existe pas une différence significative au seuil de signification conventionnel de 0,05, ($P=0,136 > 0.05$) entre les moyennes des régions.

1.3.2. Chlorophylle (b) :

Le résultat montre que la région de El Tarf présente une teneur en chlorophylle (b) plus élevée avec 12.64 ± 1.76 mg/g MF suivi par Constantine et Blida respectivement avec 11.02 ± 0.48 mg/g MF et 9.96 ± 1.08 mg/g MF.

Tableau 11 : Teneur moyenne en chlorophylle (b) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Région	El Tarf	Blida	Constantine
Chl (b) mg/g MF.	12.64 ± 1.76	9.96 ± 0.48	11.02 ± 1.08

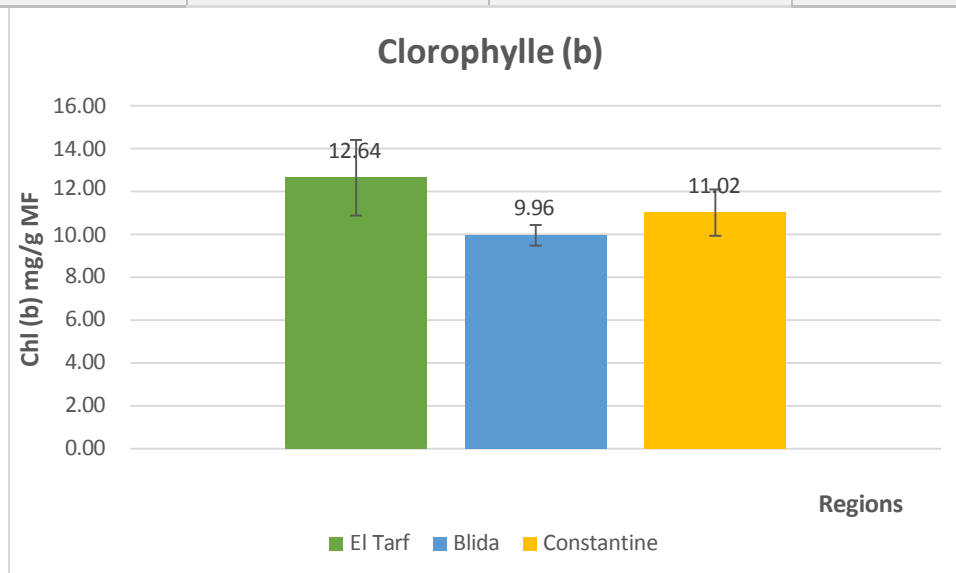


Figure 27 : Teneur en Chlorophylle (b) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

L'analyse de la variance (ANOVA) a un seul facteur de classification montre qu'il n'existe pas une différence significative au seuil de signification conventionnel de 0,05, ($P=0,168 > 0.05$) entre les résultats.

1.3.3. Chlorophylle (a+b) :

Les résultats présentes dans la figure montrent que El Tarf prendre la valeur plus élevée 31.44± 4.66 mg/g MF Constantine la valeur 25.76± 1.46 mg/g MF et Blida 24.17± 3.04 mg/g MF.

Tableau 12 : Teneur en chlorophylle (a+b) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Région	El Tarf	Blida	Constantine
Chl (a+b) mg/g MF.	31.44 ± 4.66	24.17 ± 1.46	25.76 ± 3.04

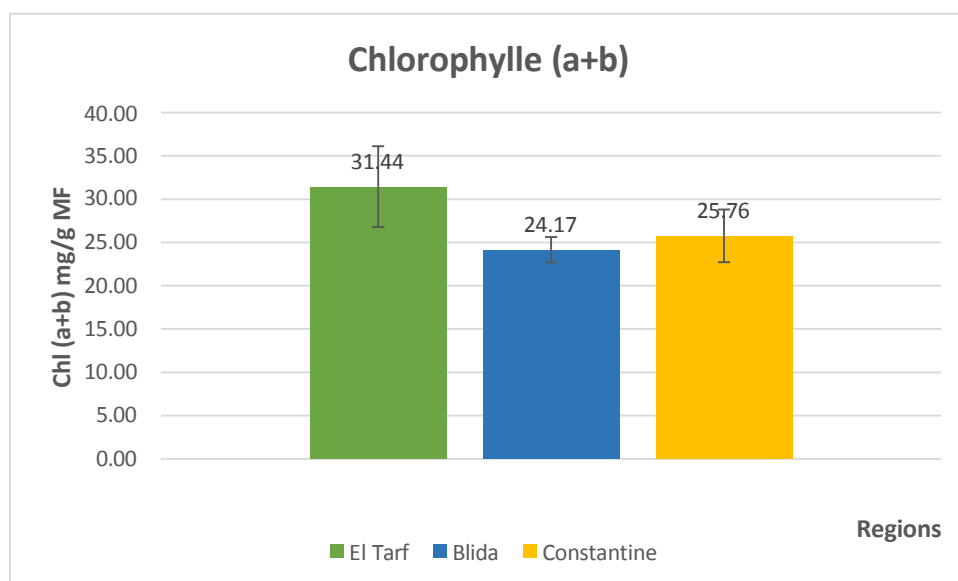


Figure 28 : Teneur en Chlorophylle (a+b) des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

L'analyse de la variance (ANOVA) a un seul facteur de classification montre qu'il n'existe pas une différence significative au seuil de signification conventionnel de 0,05 ($P=0,149 > 0.05$) entre les résultats.

Discussion

Les dosages de chlorophylle (a), (b) et totale (a + b) dans les feuilles de *Ziziphus jujuba* n'ont pas montré de différence significative entre les trois régions. Ces résultats, suggérant une stabilité du pigment photosynthétique malgré les variations climatiques. Cette constance pourrait refléter une stratégie de conservation de la capacité photosynthétique face aux stress environnementaux.

Suivant **Taïbi et al. (2016)** ont montré que les teneurs en chlorophylle ne varient pas toujours de manière significative sous stress modéré, en raison d'un mécanisme de stabilisation du complexe photosynthétique.

1.3.4. Caroténoïde :

Nous avons enregistré une quantité plus élevée en caroténoïdes chez Constantine avec $2.35 \pm 0.18 \text{ mg/g MF}$, avec une quantité plus faible chez El Tarf avec $0.15 \pm 0.23 \text{ mg/g MF}$ et Bida avec une quantité de $1.23 \pm 0.085 \text{ mg/g MF}$.

Tableau 13 : Teneur en Caroténoïde des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Région	El Tarf	Blida	Constantine
Caroténoïde mg/g MF.	0.15 ± 0.18	1.23 ± 0.23	2.35 ± 0.085

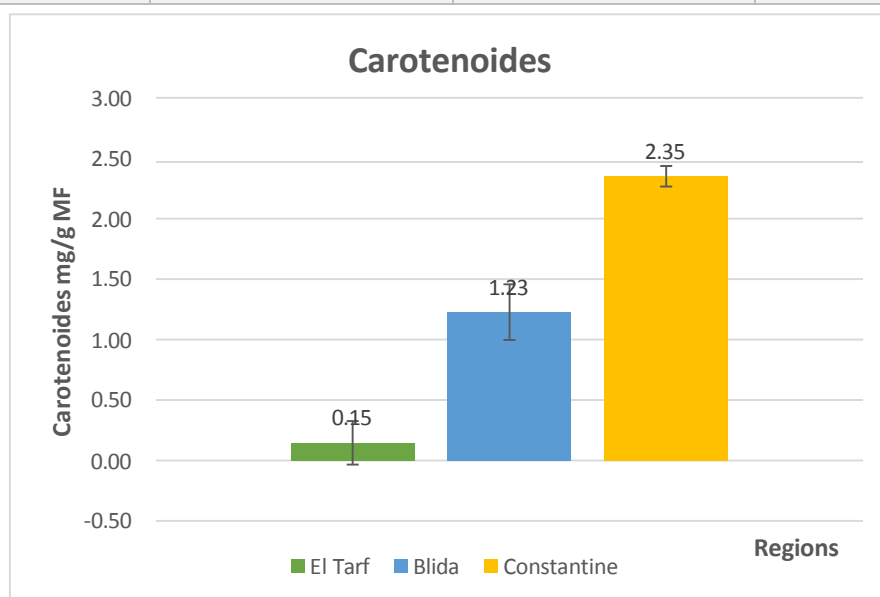


Figure 29 : Teneur en Caroténoïde des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

L'analyse de la variance (ANOVA) a un seul facteur de classification montre qu'il existe une différence hautement significative au seuil de signification conventionnel de 0,05 ($P=0.00<0.05$) entre les résultats. Le test de Tukey (tableau) a classe les moyennes.

Tableau 14 : Teneur en carotenoides résultats de test de Tukey.

Comparaison	Différence de Moyennes	p-value	Signification
Blida – Costantine	1.08	0.0020	Significative
Costantine – Taref	1.12	0.0016	Significative
Blida – Taref	2.20	0.000038	Hautement Significative

Tableau 15 : Caroténoïde : Groupes homogènes.

Régions	El Tarf	Blida	Constantine
Caroténoïde mg/g MF	43.55	35.76	33.91
Groupes homogènes	a	c	b

L'analyse montre des différences significatives de taux entre les régions, avec El Tarf ayant le taux le plus élevé, suivie de Constantine, puis Blida, qui affiche des taux faibles ou nuls. Les comparaisons confirment que toutes les paires de région diffèrent significativement.

Discussion

Les caroténoïdes ont présenté une différence significative, ce qui indique une activation différentielle des mécanismes de défense antioxydante.

Nos résultats sont globalement cohérents avec ceux rapportés par **Jiang et al. (2018)**, qui ont évalué l'effet du stress hydrique sur *Z. jujuba* et ont trouvé des concentrations en caroténoïdes variant de 1,2 à 2,1 mg/g MF dans les feuilles, selon l'intensité du stress. L'augmentation des caroténoïdes sous stress léger à modéré observée dans leur étude s'explique par leur rôle clé en tant qu'antioxydants photoprotecteurs. Cette accumulation est probablement liée à un stress abiotique plus accentué dans la région de Constantine, comme la chaleur ou l'ensoleillement élevé.

En proportion de **Abdallah et al. (2018)** ont observé une augmentation significative des caroténoïdes chez *Ziziphus lotus* sous stress hydrique, ce qui témoigne d'une réponse antioxydante. **Munné-Bosch & Alegre (2000)** affirment que les caroténoïdes jouent un rôle clé dans la photoprotection en cas de stress environnemental.

2. Paramètres biochimiques :

2.1. Teneur en sucres solubles :

D'après les résultats on observe une teneur élevée en sucres solubles dans la région de Constantine avec une moyenne de $4.73 \pm 0.90 \mu\text{g/g MF}$. Blida montre la plus faible teneur $3.06 \pm 0.21 \mu\text{g/g MF}$. Tandis que El Tarf a marqué $4.18 \pm 0.34 \mu\text{g/g MF}$.

Tableau 16 : Teneur en sucres solubles des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Région	El Tarf	Blida	Constantine
Sucres solubles $\mu\text{g/g MF}$.	4.18 ± 0.34	3.06 ± 0.21	4.73 ± 0.90

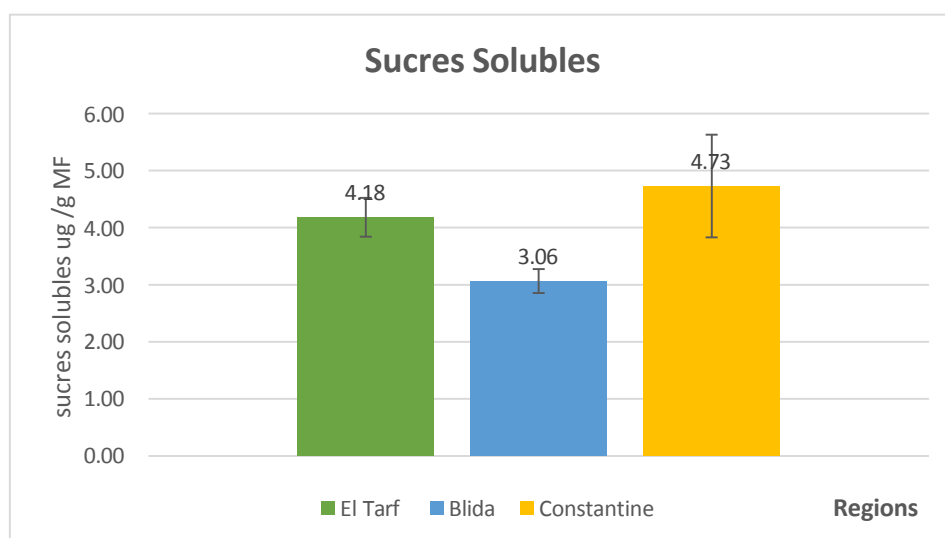


Figure 30 : Teneur en sucres solubles des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

L'analyse de la variance (ANOVA) a un seul facteur de classification indique une tendance à une différence entre les groupes ($p \approx 0.065$), mais cette différence n'est pas statistiquement significative au seuil traditionnel de 0.05.

Discussion

Les sucres solubles n'ont pas montré de différence significative, ce qui pourrait être dû à une régulation homogène du métabolisme énergétique de base entre les régions, ou à la nature transitoire de ces composés.

À l'imitation de **Ghaderi et al. (2012)**, dans une étude sur le *Ziziphus*, ont noté que les sucres n'augmentent pas toujours de manière significative selon les conditions climatiques.

Et d'après **Kramer & Boyer (1995)**, la teneur en sucres solubles peut rester stable si le stress est modéré ou si la plante utilise d'autres voies de régulation.

2.2. Teneur en proline :

Les résultats obtenus montrent que la teneur en proline des feuilles de *Ziziphus jujuba* marque la plus moyenne élevée à Constantine avec $0.77 \pm 0.13 \mu\text{g/g MF}$. Par contre El Tarf marque la teneur plus faible avec $0.08 \pm 0.01 \mu\text{g/g MF}$, alors que Blida montre une teneur de $0.63 \pm 0.09 \mu\text{g/g MF}$.

Tableau 17 : Teneur en proline des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

Région	El Tarf	Blida	Constantine
Proline $\mu\text{g/g MF}$.	0.08 ± 0.01	0.63 ± 0.09	0.77 ± 0.13

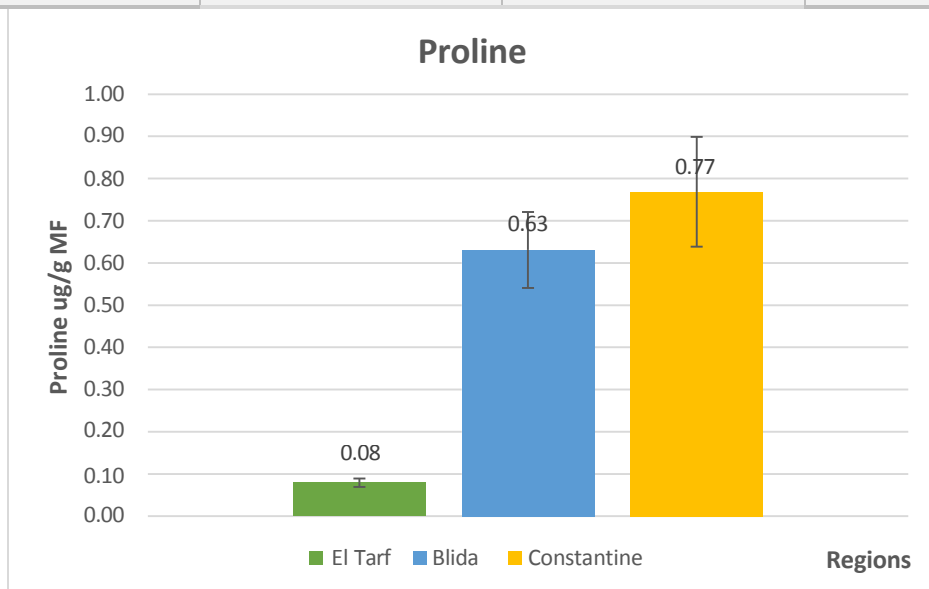


Figure 31 : Teneur en proline des feuilles de *Ziziphus jujuba*.

L'analyse de la variance (ANOVA) à un seul facteur de classification montre qu'il existe une différence significative au seuil de signification conventionnel de 0,05 ($P=0.00 < 0.05$) entre les résultats. Le test de Tukey (tableau) a classé les moyennes.

Tableau 18 : Teneur en proline : résultat de test de Tukey.

Comparaison	Différence de Moyennes	P-value	Signification
Blida – Constantine	0.137	0.3.781	Non Significative
Constantine – Taref	-0.683	0.0009	Significative
Blida – Taref	-0.547	0.0028	Significative

Tableau 19 : Teneur en Proline : Groupes homogènes.

Régions	El Tarf	Blida	Constantine
Proline ug/g MF	0.08	0.63	0.77
Groupes homogènes	a	b	b

L'analyse indique que les différences sont significatives ($p < 0,05$) entre El Taref et Blida, ainsi qu'entre El Taref et Constantine. En revanche, la différence entre Constantine et Blida n'est pas significative, ce qui suggère qu'il n'y a pas de différence statistiquement notable.

Discussion

La teneur en proline a révélé une différence hautement significative, confirmant son rôle crucial en tant qu'osmorégulateur et protecteur cellulaire en réponse au stress hydrique

Bates et al. (1973) ont été parmi les premiers à démontrer que la proline s'accumule sous stress hydrique, en tant que marqueur de tolérance. **Ben Ahmed et al. (2010)** ont également rapporté une augmentation significative de la proline chez les espèces méditerranéennes en réponse à la sécheresse.

Taïbi et al. (2016) ont observé une accumulation élevée de proline chez *Ziziphus lotus* dans les régions arides d'Algérie.

CONCLUSION

Le présent travail avait pour objectif principal la détermination des paramètres physiologiques et biochimiques des feuilles de jujubier *Z. jujuba*, dans le but d'étudier l'influence du facteur région sur le comportement et l'adaptation de l'espèce. Cette étude comparative a été réalisée par le dosage de la teneur relative en eau, le taux de déperdition d'eau, la teneur en caroténoïdes et en proline, la teneur en chlorophylle (a, b et totale) ainsi que les sucres solubles.

Les résultats obtenus ont montré que certains paramètres ont varié de manière significative ($p < 0,05$) entre les régions. Les feuilles de *Z. jujuba* récoltées dans les régions El Tarf et Blida possèdent une TRE de $43,55 \pm 7.68 \%$, et $35,76 \pm 1.75 \%$ respectivement. Les échantillons de la région de Constantine révèlent une valeur de $33,91 \pm 3.83 \%$.

Concernant le taux de déperdition d'eau, les feuilles de *Ziziphus jujuba* de la région d'El Tarf ont présenté les valeurs les plus élevées ($1.16 \pm 0.50\%$, $1.14 \pm 0.51\%$, $1.08 \pm 0.49\%$, $1.03 \pm 0.47\%$), tandis que les plus faibles valeurs ont été enregistré chez les échantillons de Blida avec $0.42 \pm 0.20\%$, $0.36 \pm 0.15\%$, $0.33 \pm 0.14\%$, $0.30 \pm 0.13\%$. Les teneurs en caroténoïdes enregistrées chez les échantillons d'El Tarf, Blida et Constantine ont montré respectivement les valeurs suivantes : $0.15 \pm 0.23 \text{ mg/g MF}$, $1.23 \pm 0.085 \text{ mg/g MF}$, $2.35 \pm 0.18 \text{ mg/g MF}$.

Les résultats obtenus par le dosage de la proline montrent que les échantillons de la région d'El Tarf présentent la teneur la plus faible avec $0.08 \pm 0.01 \mu\text{g/g MF}$, suivis par ceux de Blida avec une teneur de $0.63 \pm 0.09 \mu\text{g/g MF}$ et Constantine $0.77 \pm 0.13 \mu\text{g/g MF}$. Les différences enregistrées traduisent une réponse adaptative aux conditions environnementales locales, en particulier au stress hydrique.

Les résultats obtenus par le dosage de la chlorophylle (a), montrent que la région d'El Tarf présente la teneur la plus élevée en chlorophylle (a) ($18,8 \pm 2.91 \text{ mg/g MF}$). Par contre les valeurs les plus faibles ont été enregistrées chez les échantillons de Blida avec une moyenne de : $14.20 \pm 1 \text{ mg/g MF}$.

Le résultat obtenu par le dosage de la Chlorophylle (b), montrent que les échantillons de la région de El Tarf ont présenté une teneur en chlorophylle (b) la plus élevée avec $12.64 \pm 1.76 \text{ mg/g MF}$ suivi par les échantillons des deux autre régions Constantine et Blida avec respectivement $11.02 \pm 0.48 \text{ mg/g MF}$ et $9.96 \pm 1.08 \text{ mg/g MF}$.

Les teneurs enregistrées de la chlorophylle totale (a+b), les échantillons d'El Tarf ont présenté la valeur la plus élevée : 31.44 ± 4.66 mg/g MF, suivi par les échantillons de Constantine et Blida avec respectivement : 25.76 ± 1.46 mg/g MF et 24.17 ± 3.04 mg/gMF.

Le dosage des sucres solubles révèle une valeur de 4.73 ± 0.90 µg/g MF chez les feuilles récoltées dans la région de Constantine. La plus faible teneur est enregistrée chez les feuilles récoltées dans la région de Blida avec 3.06 ± 0.21 µg/g MF. Les variations enregistrées sont non significatives ($p > 0,05$). Ce qui suggère une certaine stabilité de l'appareil photosynthétique et du métabolisme carboné chez le *Z. jujuba*, indépendamment du site de prélèvement.

Le *Z. jujuba* démontre une grande plasticité physiologique et biochimique, lui permettant de s'adapter efficacement à différents environnements. Ces résultats mettent en évidence l'intérêt de cette espèce pour des programmes de valorisation agroforestière ou de reforestation dans des zones soumises à des conditions climatiques variables.

Afin de compléter ce travail, d'autres études plus poussées sont souhaitables pour plus d'efficacité, de nombreuses perspectives peuvent être envisagées :

- ✓ Elargir l'échantillonnage sur d'autres territoire national pour mieux appuyer nos résultats.
- ✓ Elargir l'échantillonnage sur d'autres espèces de genre *Ziziphus* en Algérie et déterminer leurs propriétés fonctionnelles.
- ✓ Étudier d'autres paramètres à aspect thérapeutiques.
- ✓ Effectuer une caractérisation morphologique de l'espèce.
- ✓ Effectuer une cartographie a l'aire de répartition de l'espèce en Algérie.

Références bibliographiques

1. **Abdallah, F., Lahbib, K., & Benchaabane, A. (2018).** Réponses physiologiques et biochimiques de *Ziziphus lotus* aux stress hydriques. *Revue des Sciences Biologiques*, 37(2), 45–54.
2. **Abdel-galil, F. M., & El-Jissry, M. A. (1991).** Cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus spinachristi*. *Phytochemistry*, 30(4), 1348-1349.
3. **Abdel-Zaher A.O., Salim S.Y., Assaf M.H. et Abdel-Hady R.H., 2005** -Antidiabetic activity and toxicity of *Ziziphus spina-christi* leaves. *Journal of Ethnopharmacology*, 3 (101), 129-138.
4. **ANONYME, S., & LA DRAGUE, E. L. C. (2019).** AUX BACK-ROOMS1. Des mots, des pratiques et des risques : Études sur le genre, les sexualités et le sida, 105.
5. **Asimuddin, M., Shaik, M. R., Fathima, N., Afreen, M. S., Adil, S. F., Siddiqui, R. H., & Khan, M. (2020).** Study of antibacterial properties of *Ziziphus mauritiana* based green synthesized silver nanoparticles against various bacterial strains. *Sustainability*, 12(4),1484.
6. **Azam-Ali S., Bonkougou E., Bowe C., Dekock C., Godara A., Williams J.T., 2006-** Ber and other jujubes SO17 1BJ, UK. Centre for Underutilised Crops, 289 P.
7. **Azam-Ali, S., Bonkougou, E., Bowe, C., de Kock, C., Godara, A., & Williams, J. T. (2006).** Ber and other jujubes. In: Williams et al. (Eds.), *International Centre for Underutilized Crops*, Southampton, UK, pp 18-23.
8. **BAGNOULS H. ET GAUSSEN F. (1953).** Saison sèche et indice xérothermique. *Bulletin Histoire Naturelle de Toulouse*, 88: 193–240.
9. **Barrs. H.D et Weatherley. P.E, (1962):** A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Aust. J. Biol. Sci.* Vol.15, p : 413-428.
10. **Bärtels, A. (1997).** Guide des plantes de basin méditerranéées. Ed Engen Ulmen, 58 p.
11. **Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973).** Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39(1), 205–207.
12. **Belford R., 1994** - Chinese herbal medicine treatment of chronic hepatitis. *Australian Journal of Medical Herbalism*, 6 (4), 94-98.
13. **Ben Ahmed, C., Ben Rouina, B., Sensoy, S., Boukhris, M., & Ben Abdullah, F. (2010).** Exogenous proline effects on photosynthetic performance and antioxidant defense system of young olive tree. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(7), 4216–4222.
14. **Benahmed Djilali, A., Nabiev, M., Gelicus, A., Benamara, S., & Allaf, K. (2017).** Evaluation of Physical- Chemical, Pharmacodynamic and Pharmacological Attributes of

Hot Air Dried and Swell Dried Jujube Powders. Journal of Food Process Engineering, 40(2), p e12364.

15. **Benahmed-Djilali, A., Nabiev, M., Allaf, K., Benamara, S. (2015).** Evaluation de certaines propriétés biochimiques et pharmacodynamiques des poudres du jujube sèche à air chaud et en dic. 5è Séminaire Maghrébin sur les Sciences et les Technologies du Séchage (SMSTS) Ouargla (Algérie).
16. **Benahmed-Djilali, A., Nabiev, M., Gelicus, A., Benamara, S., & Allaf, K. (2016).** Evaluation of Physical-Chemical, Pharmacodynamic and Pharmacological Attributes of Hot Air Dried and Swell Dried Jujube Powders. Journal of Food Process Engineering, 40 (2), e12364.
17. **Benhizia, Y., et al. (2019).** Effet du stress hydrique sur les paramètres physiologiques de *Ziziphus lotus*. Rev. des Bio. & Environ., Vol 19(2): 75-83.
18. **Bouchenak, B., Ghouli, H., & Yahiaoui, H. (2020).** Étude de la tolérance au stress hydrique chez des espèces méditerranéennes. Journal Algérien des Régions Arides, 17(2), 65–73.
19. **Catoire C., Zwang H., & Bouet C. (1999).** Les jujubiers ou le *Zizyphus*, fruits oubliés. In " Extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle" Mompon B., Lemaire B., Mengal P., et Surbled M. Ed. INRA, Paris, pp 145-149.
20. **Clarke. J.M, Romagosa .I, Jana .S, Srivastava. J.P, M.c,Caig .T.N,(1989):** Relationship of excised-leaf loss rate and yield of durum wheat in diverse environments. Edit. Can. J. Plant. Sci, Vol. 69, p: 1075-1081.
21. **Croueour G.L., Thepenier P., Richard B., Petermann C., Ghedira K. et Zeches-Hanrot M., 2002 -** Lotusine G: A new cyclopeptide alkaloid from *Zizyphus lotus*. Fitoterapia, ISSN 0367- 326X, 73 (1), 63-68.
22. **DAJOZ R., (1985).** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquées. 5ème édition Gauthier Villard. Paris: 505p.
23. **Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., & Smith, F. (1956).** *Colorimetric method for determination of sugars and related substances.* Analytical Chemistry, 28(3), 350–356.
24. **El Rhouat N., 2002 -** Les jujubiers au Maroc : état actuel, germination des graines, valeur pastorale du feuillage et relations hydriques cas de *Zizyphus vulgaris*, Mémoire de 3ieme cycles, Ecole National Forestier d'Ingénieurs 178p.
25. **EMBERGER L. (1955).** Une classification biogéographique des climats. Recueil des Travaux du Laboratoire de Botanique, Géologie et Zoologie, Faculté des Sciences, Université de Montpellier, 7: 3–43.
26. **Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2009).** Plant drought stress: effects, mechanisms and management.

27. **Faurie, C., Médina, F., & Labeyrie, E. (2003).** Écophysiologie végétale : des organismes aux adaptations. Dunod, Paris, 288 pages.
28. **Francis, C. M., & Worthington, C. M. (1970).** Chlorophyll determination in leaves using spectrophotometry. *Journal of Experimental Botany*, 21, 232–241.
29. **François. (2009).** Les fruitiers rares. Confrérie des Planteurs de Fruitiers Rares : Répertoire des articles, p 134.
30. **Ganachari, M. S., Kumar, S., & Bhat, K. G. (2004).** Effect of *Ziziphus jujuba* leaves extract on phagocytosis by human neutrophils. *Journal of Natural Remedies*, 4 (1), 47-51.
31. **Gao, Q.-H., Wu, C.-S., & Wang, M. (2013).** The jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit: a review of current knowledge of fruit composition and health benefits. *Journal of Agricultural and food Chemistry*, 61(14), 3351-3363.
32. **Ghaderi, N., Siosemardeh, A., & Fatahi, R. (2012).** Changes in proline and soluble sugars content in response to drought stress in *Ziziphus jujuba*. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4(20), 1541–1545.
33. **Goncharova, N., Isamukhamedov, A. S., & Glushenkova, A. (1990).** Lipids of *Zizyphus jujuba*. *Chemistry of Natural Compounds*, 26(1), 16-18.
34. **Guo S., Tang Y.P., Duan J.A., Su S. et Ding W., 2010** - Two new terpenoids from fruits of *Ziziphus jujube*. *Chinese Chemical letters*, 20 (2), 197-200.
35. **Gusakova S.D., Sagdullaev Sh.Sh., Aripov K.N., Basher K.H.C., Kurkcuoglu M. et Demirci B., 1999** - Isomers of palmitolic acid in lipids and volatile substances from the fruits of *Ziziphus jujuba*, *Chemistry of Natural Compounds*, 35 (4), 401-403.
36. **Huang Y.L., Yen G.H., Sheu F. et Chau Ch.F., 2008** - Effet of water-soluble carbohydrate concentrate from Chinese Jujube on different intestinal and fecal indices, *J. Agric, Food Chem*, 56 (5), 1734-1739.
37. **Iserin, P., Masson, M., & Kedellini, J. (2001).** Encyclopédie des Plantes Médicinales, Identifications. Préparations. Soins.
38. **Jiang, Y., et al. (2018).** Effect of drought stress on photosynthetic pigments and antioxidant systems in jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) leaves. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40: 98.
39. **Kirkbride, J. H., Wiersema, J. H., & Turland, N. J. (2006).** Proposal to conserve the name *Ziziphus jujuba* against *Z. zizyphus* (*Rhamnaceae*). *Taxon*, 5, 1027-1052.
40. **Kramer, P. J., & Boyer, J. S. (1995).** Water relations of plants and soils. Academic Press.
41. **Laamouri, A. (2009).** Contribution à l'étude des jujubiers en Tunisie : Identification, caractérisation, adaptation au déficit hydrique et multiplication. Thèse de Doctorat, National Agronomic Institute, Tunisia, p 272.

42. **Li J.W., Ding S.D. et Ding X.L., 2006** - Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of chinese jujube. *Process Biochemistry*, 40 (11), 3607-3613.
43. **Liu M.J. et Cheng C.Y., 1995** - A taxonomic study of the genus *Ziziphus*. *Acta Horticulturae*, 390, 161-165.
44. **Mahajan R.T. et Chopda M.Z., 2009** - Phyto-Pharmacology of *izZiphus jujuba* Mill., 3 (6), 320-329.
45. **Mahmoud, K. B., Wasli, H., Mansour, R. B., Jemai, N., Selmi, S., Jemmali, A., & Ksouri, R. (2022)**. Antidiabetic, antioxidant and chemical functionalities of *Ziziphus jujuba* (Mill.) and *Moringa oleifera* (Lam.) plants using multivariate data treatment. *South African Journal of Botany*, 144, 219-228.
46. **Monneveux, P., Monastério, J.I., and Bélhassen, E. (1986)**. "Méthodes d'étude de la tolérance à la sécheresse chez les plantes. Application au maïs (*Zea mays* L.). *Agronomie Tropicale*, 41(2), pp. 97–112.
47. **Mood S.G., 2008** - A contribution to some ethnobotanical aspects Pak. of Birjand flora. *J. Bot.*, 40 (4), 1783-1791.
48. **Mouas. Y (2018)**. Effet comparatif des parametres physiologiques, biochimiques et therapeutique de romarin *Rosmarinus officinalis* L.p 34.
49. **Munné-Bosch, S., & Alegre, L. (2000)**. Changes in carotenoids, tocopherols and diterpenes during drought and recovery, and their biological significance in *Rosmarinus officinalis* plants. *Planta*, 210(6), 925–931.
50. **O.N.M. « OFFICE NATIONAL DE LA METEOROLOGIE », 2005** : Données météorologiques de l'Algérie.
51. **Oudhia P., (2001 - 2003)** - Research Note on Medicinal herb of Chhattisgarh, India having less known traditional uses, IX. Boir (*Ziziphus nummularia*, family: *Rhamnaceae*).
52. **Paul.M.H, Planchton.C, Ecochard.R, (1979)** : Etude des relations entre le développement foliaire, le cycle de développement et la productivité chez le soja. *Ann Amélio plants*, Vol.29, p : 49-492.
53. **Paul.M.H, Planchton.C, Ecochard.R, (1979)** : Etude des relations entre le développement foliaire, le cycle de développement et la productivité chez le soja. *Ann Amélio plants*, Vol.29, p : 49-492.
54. **Peng, W.-H., Hsieh, M.-T., Lee, Y.-S., Lin, Y.-C., & Liao, J. (2000)**. Anxiolytic effect of seed of *Ziziphus jujuba* in mouse models of anxiety. *Journal of Ethnopharmacology*, 72(3), 435-441.
55. **Preeti, Tripathi, S. (2014)**. A phytopharmacological review on “ziziphus jujube”, *International Journal of Research and Development in Pharmacy and Life Sciences*, 3, 959-966.

56. **QUEZEL P et SANTA S., 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionale. CNRS.Paris.p :1170.
57. **Rsaissi N., Bouhache M., 2002.** La lutte chimique contre le jujubier. Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD (Ed). N0 94. Rabat ,4p.
58. **Snoussi, M., Cheggour, M., & Achab, M. (2003).** Étude de la biodiversité et des écosystèmes côtiers en Algérie : enjeux et perspectives.
59. **Soule, A. (2011).** Plantes ligneuses de Mauritanie : caractéristiques et usages. Ed. Fondation MON-3, p 211.
60. **Su, B.N., Cuendet, M., Farnsworth, N. R., Fong, H. H., Pezzuto, J. M., & Kinghorn, A. D. (2002).** Activity-guided fractionation of the seeds of *Ziziphus jujuba* using a cyclooxygenase-2 inhibitory assay. *Planta Medica*, 68(12), 1125-1128.
61. **Suksamrarn, S., Suwannapoch, N., Aunchai, N., Kuno, M., Ratananukul, P., Haritakun, R., . . . Ruchirawat, S. (2005).** Ziziphine N, O, P and Q, new antiplasmodial cyclopeptide alkaloids from *Ziziphus oenopia* var. *brunoniana*. *Tetrahedron*, 61(5), 1175-1180.
62. **Taïbi, K., Taïbi, F., Abderrahim, L. A., Ennajah, A., Belkhodja, M., & Mulet, J. M. (2016).** Effect of drought stress on physiological and biochemical parameters in three wild relatives of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 20(2), 276–288.
63. **Taïbi, K., Taïbi, F., Abderrahmane, H., Ennajah, A., Belkhodja, M., & Mulet, J. M. (2016).** Effect of salt stress on growth, chlorophyll content, antioxidant enzyme activities and proline accumulation in two varieties of *Medicago sativa*. *Ecological Engineering*, 87, 9–16.
64. **Tripathi, M., Pandey, M., Jha, R., Pandey, V., Tripathi, P., & Singh, J. (2001).** Cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus jujuba*. *Fitoterapia*, 72(5), 507-510.
65. **Vines, R. A. (1960).** Trees, shrubs and woody vines of the southwest: University of Texas at Austin.
66. **Yamaoka Y., Kawakita T., Kaneko M. et Nomoto K., 1996** - A polysaccharide fraction of *Zizyphi Fructus* in augmenting natural killer activity by oral administration. *Biol. Pharm. Bull.*, 19, 936-939.
67. **Zarga, M. A., Sabri, S., Al-Aboudi, A., Ajaz, M. S., & Sultana, N. (1995).** New cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus*. *Journal of Natural products*, 58(4), 504-511.
68. **Zhang P., Wang Y., Zhan J., Wang X. et Wu P., 2010** - Scheduling irrigation for jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.). *African Journal of Biotechnology*, 9 (35), 5694-5703.
69. **Zhang, L., Liu, P., Li, L., Huang, Y., Pu, Y., Hou, X., & Song, L. (2019).** Identification and antioxidant activity of flavonoids extracted from Xinjiang jujube (*Ziziphus jujube* Mill.) leaves with ultra-high pressure extraction technology. *Molecules*, 24(1), 122.

70. **Zhao, J., Li, S., Yang, F., Li, P., & Wang, Y. (2006).** Simultaneous determination of saponins and fatty acids in *Ziziphus jujuba* (Suanzaoren) by high performance liquid chromatography-evaporative light scattering detection and pressurized liquid extraction. *Journal of Chromatography A*, 1108(2), 188-194.
71. **Zhao, Z., Liu, M., & Tu, P. (2008).** Characterization of water-soluble polysaccharides from organs of Chinese Jujube (*Ziziphus jujuba* Mill. cv. Dongzao). *European Food Research and Technology*, 226(5), 985-989.
72. **(gbif.org)** <https://www.gbif.org/species/3039423>.

ANNEXE

Matériels et méthodes :



Annexe : Balance de précision.



Annexe : réfrigérateur



Annexe : Etuve



Annexe : vortex.



Annexe : Bain marie



Annexe : Spectrophotomètre



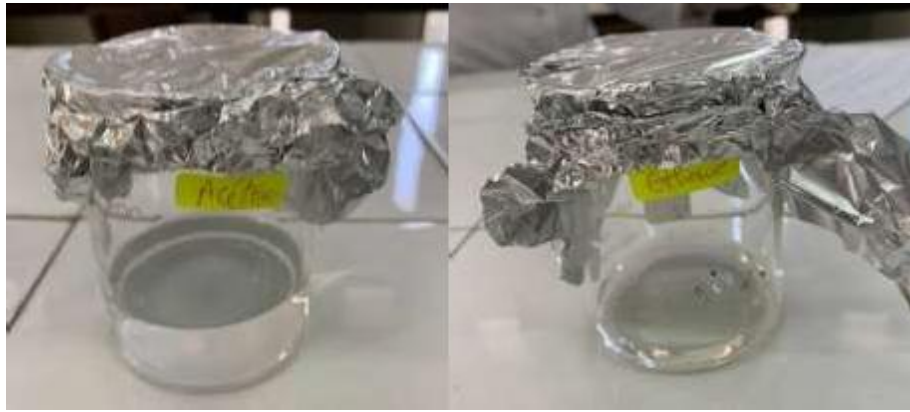
Annexe : Essuyez la surface des échantillons avec du papier buvard.



Annexe : les échantillons après séchage a l'étuve



Annexe : Macération des feuilles a l'ombre pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière



Annexe : Préparation de l'acétone a 80% et l'éthanol a 40%. (Dosage chlorophylle)



Annexe : filtration de la solution chlorophyllienne avec un papier filtre



Annexe : évaporation de l'alcool dans un bain marie a 70 °C (dosage des sucres solubles)



Annexe : les échantillons sont mis à l'ébullition au bain marie a 85 °C pendant 1h (dosage proline).

Résultats :

teneur relative en eau de la regions el teref				
	poids frais	poids pleine turg	poids seche	TRE %
1	0.059	0.0931	0.0266	48.72
2	0.0464	0.0712	0.0213	50.30
3	0.0504	0.0867	0.0292	36.87
4	0.0548	0.0843	0.025	50.25
5	0.0429	0.0824	0.0255	30.58
6	0.0396	0.0676	0.0254	33.65
7	0.0685	0.1151	0.034	42.54
8	0.0522	0.0878	0.0282	40.27
9	0.0625	0.101	0.0284	46.97
10	0.0791	0.1173	0.0317	55.37
		100		43.55

Annexe 1 : teneur relative en eau de la région El Tarf

teneur relative en eau de la regions blida				
	poids frais	poids pleine turg	poids seche	TRE %
1	0.067	0.1143	0.0421	34.49
2	0.061	0.0989	0.0382	37.56
3	0.0548	0.0961	0.0324	35.16
4	0.0359	0.0628	0.0229	32.58
5	0.0579	0.1	0.034	36.21
6	0.0682	0.1186	0.0378	37.62
7	0.0518	0.0876	0.0336	33.70
8	0.0536	0.0871	0.0354	35.20
9	0.042	0.0697	0.0249	38.17
10	0.0411	0.0702	0.0241	36.88
		100		35.76

Annexe 2 : teneur relative en eau de la région Blida

teneur relative en eau de la regions constantine				
	poids frais	poids pleine turg	poids seche	TRE %
1	0.0433	0.0757	0.0298	29.41
2	0.0529	0.0958	0.027	37.65
3	0.0395	0.0697	0.0223	36.29
4	0.0406	0.0696	0.0234	37.23
5	0.0529	0.0909	0.0341	33.10
6	0.0508	0.0795	0.0346	36.08
7	0.0471	0.0862	0.029	31.64
8	0.0355	0.0603	0.0191	39.81
9	0.0547	0.0878	0.0406	29.87
10	0.0311	0.0629	0.0187	28.05
		100		33.91

Annexe 3 : teneur relative en eau de la région Constantine

	S ref blida	SF blida cm ²		S ref constantine	SF constantine cm ²		S ref el taref	SF el taref cm ²
1	0.0322	3.74		0.0398	4.63		0.052	6.05
2	0.0289	3.36		0.0342	3.98		0.0382	4.44
3	0.0327	3.80		0.0299	3.48		0.045	5.23
4	0.0338	3.93		0.0273	3.17		0.0449	5.22
5	0.0271	3.15		0.0342	3.98		0.0413	4.80
6	0.0218	2.53		0.0294	3.42		0.0503	5.85
7	0.0303	3.52		0.0363	4.22		0.0464	5.40
8	0.0308	3.58		0.0385	4.48		0.0416	4.84
9	0.0361	4.20		0.034	3.95		0.0396	4.60
10	0.0234	2.72		0.0407	4.73		0.0656	7.63

Annexe 4 : calcul de la surface foliaire de/ blida /constantine /el taref en Cm2

	Pi	P ₃₀ min	P ₆₀ min	P ₉₀ min	P ₁₂₀ min	SF	RWL ₃₀	RWL ₆₀	RWL ₉₀	RWL ₁₂₀
1	76.9	70.2	64.2	59.4	55	6.05	1.35	1.28	1.18	1.10
2	66.2	60.9	56	51.6	47.8	4.44	0.78	0.75	0.72	0.68
3	83.4	77.1	70.8	66.2	61.7	5.23	1.10	1.10	1.00	0.95
4	87.7	82	77	73	68.8	5.22	0.99	0.93	0.85	0.82
5	64.5	59.9	55.3	51.5	47.8	4.8	0.74	0.74	0.69	0.67
6	90.5	83.9	77.6	72.2	67.3	5.85	1.29	1.26	1.19	1.13
7	74.6	68.4	62.2	57	52.1	5.4	1.12	1.12	1.06	1.01
8	63.8	58.3	53.3	48.8	44.7	4.84	0.89	0.85	0.81	0.77
9	74.5	69.1	63.7	58.7	54.4	4.6	0.83	0.83	0.81	0.77
10	125.2	115.2	105.1	96.2	88.3	7.63	2.54	2.56	2.46	2.35

Annexe 5 : résultat taux de déperdition d'eau El Tarf .

	Pi	P _{30min}	P _{60min}	P _{90min}	P _{120min}	SF	RWL ₃₀	RWL ₆₀	RWL ₉₀	RWL ₁₂₀
1	75.9	71.4	68.4	65.3	62.9	3.74	0.56	0.47	0.44	0.41
2	56	50.9	47.4	43.9	41.4	3.36	0.57	0.48	0.45	0.41
3	79.3	74.4	71.2	68.3	65.6	3.8	0.62	0.51	0.46	0.43
4	69.8	67.6	66	64.6	63.2	3.93	0.29	0.25	0.23	0.22
5	55.1	50.8	48.1	45.7	43.4	3.15	0.45	0.37	0.33	0.31
6	47	44.1	42.2	40.5	39	2.53	0.24	0.20	0.18	0.17
7	69.6	67.8	66.4	65.3	64.2	3.52	0.21	0.19	0.17	0.16
8	62.5	59.8	57.9	56.6	54.8	3.58	0.32	0.27	0.23	0.23
9	72.9	67.2	63.6	60	57	4.2	0.80	0.65	0.60	0.56
10	57.2	55.3	53.2	51.6	50	2.72	0.17	0.18	0.17	0.16

Annexe 6 : résultat taux de déperdition d'eau Blida.

	Pi	P _{30min}	P _{60min}	P _{90min}	P _{120min}	SF	RWL ₃₀	RWL ₆₀	RWL ₉₀	RWL ₁₂₀
1	72	67.3	64.1	61.3	59.1	4.63	0.73	0.61	0.55	0.50
2	74.2	71	68.8	66.9	65	3.98	0.42	0.36	0.32	0.31
3	63.4	59.8	56.6	53.9	51.3	3.48	0.42	0.39	0.37	0.35
4	61.4	55.6	51.4	48	44.6	3.17	0.61	0.53	0.47	0.44
5	75	67.5	62.5	58.2	54.2	3.98	1.00	0.83	0.74	0.69
6	62.1	60.5	59.1	57.9	56.6	3.42	0.18	0.17	0.16	0.16
7	72	64.7	59.2	54.8	51	4.22	1.03	0.90	0.81	0.74
8	82.6	79.5	76.6	74.2	72.1	4.48	0.46	0.45	0.42	0.39
9	65.3	59	54.5	51	47.7	3.95	0.83	0.71	0.63	0.58
10	92.5	85.9	80.7	76.6	72.7	4.73	1.04	0.93	0.84	0.78

Annexe 7 : résultat taux de déperdition d'eau Constantine.

	Chl(a) (mg/g MF) = 12,6 x Do 663-2,59 X Do 645 X V/ (1000 x W)								
regions	repetitions	12.6	Do 663	2.59	Do 645	volume solu	1000	W pMF	chl a (mg/gMF)
El Tarf	r1	12.6	1.491	2.59	0.591	10	1000	0.1	18.63
	r2	12.6	1.796	2.59	0.678	10	1000	0.1	22.45
	r3	12.6	1.226	2.59	0.479	10	1000	0.1	15.32
Blida	r1	12.6	1.085	2.59	0.454	10	1000	0.1	13.55
	r2	12.6	1.249	2.59	0.488	10	1000	0.1	15.61
	r3	12.6	1.076	2.59	0.433	10	1000	0.1	13.45
Conatantine	r1	12.6	0.974	2.59	0.435	10	1000	0.1	12.16
	r2	12.6	1.207	2.59	0.53	10	1000	0.1	15.07
	r3	12.6	1.357	2.59	0.551	10	1000	0.1	16.96

Annexe 8 : résultat de dosage de la chlorophylle (a)

	Chl(b)(mg/gMF) = 22,9 x Do 645 - 4,68 X Do 663X V/ (1000 x W)								
regions	repetitions	22.9	Do 645	4.68	Do 663	volume solu	1000	W pMF	chl b (mg/gMF)
El Tarf	r1	22.9	0.591	4.68	1.491	10	1000	0.1	12.84
	r2	22.9	0.678	4.68	1.796	10	1000	0.1	14.69
	r3	22.9	0.479	4.68	1.226	10	1000	0.1	10.40
Blida	r1	22.9	0.454	4.68	1.085	10	1000	0.1	9.89
	r2	22.9	0.488	4.68	1.249	10	1000	0.1	10.59
	r3	22.9	0.433	4.68	1.076	10	1000	0.1	9.41
Conatantine	r1	22.9	0.435	4.68	0.974	10	1000	0.1	9.51
	r2	22.9	0.53	4.68	1.207	10	1000	0.1	11.57
	r3	22.9	0.551	4.68	1.357	10	1000	0.1	11.98

Annexe 9 : résultat de dosage de la chlorophylle (b).

	Chl (a)	Chl (b)	Chl (a+b)
El Tarf	18.8	12.64	31.44
Blida	14.2	9.96	24.16
Constantine	14.73	11.02	25.75

Annexe 10 : résultat de dosage de la chlorophylle (a+b).

carotinoides (mg/g MF) = ((1000 x do 470)-((1.82xchl a)+(85.02xchl b)))/198									
regions	replititions	1000	Do 470	1.82	chl a	85.02	chl b	198	carot (mg/gMF)
El Tarf	r1	1000	1.134	1.82	18.63	85.02	12.84	198	0.04
	r2	1000	1.29	1.82	22.45	85.02	14.69	198	0.00
	r3	1000	0.992	1.82	15.32	85.02	10.4	198	0.40
Blida	r1	1000	1.073	1.82	13.55	85.02	9.89	198	1.05
	r2	1000	1.143	1.82	15.61	85.02	10.59	198	1.08
	r3	1000	1.132	1.82	13.45	85.02	9.41	198	1.55
Constantine	r1	1000	1.280	1.82	12.16	85.02	9.51	198	2.30
	r2	1000	1.501	1.82	15.07	85.02	11.57	198	2.47
	r3	1000	1.5	1.82	16.96	85.02	11.98	198	2.28

Annexe 11 : résultat de dosage de caroténoïdes.

DOSAGE SUCRE SOLUBLE EL TARF			DOSAGE SUCRE SOLUBLE BLIDA			DOSAGE DES SUCRE SOLUBLE CONSTANTINE		
	DO 490	SUCRE SOLUBLE (ug/gMF)		DO 490	SUCRE SOLUBLE (ug/gMF)		DO 490	SUCRE SOLUBLE (ug/gMF)
1	2.5331	4.20	1	2.0217	3.35	1	2.5914	4.29
2	2.7668	4.58	2	1.777	2.94	2	2.3577	3.91
3	2.27	3.76	3	1.7466	2.89	3	3.6123	5.99

Annexe 12 : résultat des sucres solubles.

DOSAGE de proline EL TARF			DOSAGE de proline BLIDA			DOSAGE de proline CONSTANTINE		
	DO 520	PROLINE (ug/gMF)		DO 520	PROLINE (ug/gMF)		DO 520	PROLINE (ug/gMF)
1	0.1213	0.08	1	1.2291	0.76	1	1.5383	0.95
2	0.1058	0.07	2	0.9207	0.57	2	1.0144	0.63
3	0.1567	0.10	3	0.9019	0.56	3	1.1662	0.72

Annexe 13 : résultat de la proline.

Résultats de l'analyse statistique :

1. Teneur relative en eau

Shapiro-Wilk normality test
W = 0.90017
p-value = 0.008481

Annexe : Normalité : utiliser le test de Shapiro-Wilk.

Test	Résultat
Test	Kruskal-Wallis Rank Sum Test
Variable	Score par Ville
Statistique du test	$\chi^2 = 8.1006$
Degrés de liberté	df = 2
p-value	0.01742

Annexe : les résultats du test de Kruskal-Wallis.

2. Taux de déperdition de l'eau (Relative Water Loss).

Dose (mg)	Test de Shapiro-Wilk	p-value	Interprétation de la normalité
30	shapiro_test	0.000874	La distribution n'est pas normale (p < 0.05)
60	shapiro_test	0.000188	La distribution n'est pas normale (p < 0.05)
90	shapiro_test	0.0000898	La distribution n'est pas normale (p < 0.05)
120	shapiro_test	0.0000649	La distribution n'est pas normale (p < 0.05)

Annexe : Vérification des Conditions pour l'ANOVA deux facteurs.

Facteur / Interaction	Df	Sum Sq	H (statistique)	p-value	Conclusion
dose	3	3707	3.065	0.38174	Non significatif
region	2	85504	70.687	0.00000	Très significatif
dose:region	6	325	0.269	0.99963	Non significatif

Annexe : résultats de test de Dunn

3 Chlorophylle a :

Condition	Test	Statistique (W ou K ²)	p-value	Interprétation
Normalité pour Tarf	Shapiro-Wilk	W = 0.9983	0.9212	La normalité est confirmée (p > 0,05)
Normalité pour Blida	Shapiro-Wilk	W = 0.78464	0.07834	La normalité est marginalement acceptable p < 0,05.
Normalité pour Constantine	Shapiro-Wilk	W = 0.98517	0.7669	La normalité est confirmée (p > 0,05)
Homogénéité des variances	Bartlett	K ² = 1.6275	0.4432	L'homogénéité des variances est confirmée (p > 0,05).

Annexe : Vérification des conditions pour l'ANOVA.

Source	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ville	2	37.97	18.986	2.839	0.136
Residuals	6	40.13	6.688		

Annexe : Résultats de test d'anova

4 Chlorophylle b

Test	Groupe	Statistique (W / K ²)	p-value	Interprétation
Test de normalité (Shapiro-Wilk)	Tarf	W = 0.99373	p = 0.8487	La distribution est normale (p > 0.05).
Test de normalité (Shapiro-Wilk)	Blida	W = 0.98855	p = 0.7952	La distribution est normale (p > 0.05).
Test de normalité (Shapiro-Wilk)	Constantine	W = 0.87051	p = 0.297	La distribution est normale (p > 0.05).
Test d'homogénéité des variances (Bartlett)	—	K ² = 2.2519	p = 0.3243	L'homogénéité des variances est confirmée (p > 0.05)

Annexe : Vérification des conditions.

Source	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
ville	2	10.93	5.467	2.435	0.168
Residuals	6	13.47	2.245		

Annexe : Résultats de l'Analyse de Variance (ANOVA).

5. Chlorophylle a + Chlorophylle b

Région	Blida	Constantine	Tarf
p-value du test de Shapiro-Wilk	0.312	0.592	0.992
Normalité ($p > 0.05$)	Oui	Oui	Oui
Bartlett's test de variance (p-value)	0.3243	0.3243	0.3243
Homogénéité ($p > 0.05$)	Oui	Oui	Oui

Annexe : vérification des conditions.

6. Caroténoïdes

Ville	p-value (Shapiro-Wilk)	Taille du groupe	Interprétation
Taref	0.183	3	Normalité plausible ($p > 0.05$)
Blida	0.174	3	Normalité plausible ($p > 0.05$)
Constantine	0.102	3	Normalité plausible ($p > 0.05$)

Annexe : vérification des conditions des test statistique.

Composante	Valeur	Interprétation
Degrés de liberté (Df)	Ville : 2, Résidus : 6	3 groupes (villes), total de 9 observations (3 par groupe)
Somme des carrés (Sum Sq)	Ville : 7.283, Résidus : 0.276	La variance expliquée par la ville est importante par rapport à l'erreur résiduelle
Moyenne des carrés (Mean Sq)	Ville : 3.641, Résidus : 0.046	La variance moyenne par groupe et erreur respectivement
F value	79.12	La statistique F, qui compare la variance expliquée par la ville à l'erreur résiduelle
Pr(>F)	4.87e-05 ($p \approx 0.0000487$)	La valeur p associée au test F, très faible, indique une différence significative entre les villes

Annexe : résultat de test d'ANOVA.

Comparaison	Différence de moyennes (diff)	Intervalle de confiance (lwr - upr)	p ajusté (p adj)	Signification
Constantine - Blida	1.08	0.54 – 1.62	0.0020	Significatif
Taref - Blida	2.20	1.67 – 2.74	0.000038	Très significatif
Taref - Constantine	1.12	0.59 – 1.66	0.0016	Significatif

Annexe : résultats de test de Tukey.

7. Sucres solubles

Test	Variable	Résultat	p-value	Conclusion
<i>Normalité (Shapiro-Wilk)</i>	El Taref	W = 0.99822	0.9194	Normalité acceptée ($p > 0.05$)
	Blida	W = 0.83046	0.1895	Normalité acceptée ($p > 0.05$)
	Constantine	W = 0.88164	0.3292	Normalité acceptée ($p > 0.05$)
<i>Homogénéité des variances (Levene)</i>	Tous groupes	F = 0.8012	0.4916	Variances homogènes ($p > 0.05$)

Annexe : vérification des conditions de test d'ANOVA.

Source de variation	Df	Sum Sq	Mean Sq	F-value	p-value	Signification
Groupe	2	4.346	2.1729	4.468	0.0648	Près de la limite ($p \approx 0.065$) — tendance à la différence
Résidus	6	2.918	0.4863			

Annexe : Résultat d'ANOVA.

8. Dosage de proline

Source de	Df	Somme des carrés (Sum Sq)	Moyenne	F value	p-value (Pr(>F))	Signification
groupe	2	0.7845	0.3922	29.3	0.000802 ***	Très significatif ($p < 0.001$)
Residuals	6	0.0803	0.0134			

Annexe : résultat de test ANOVA.

Comparaison	Différence	Borne inférieure (lwr)	Borne supérieure (upr)	p ajusté (p adj)
Constantine - Blida	0.137	-0.1532	0.4265	0.3781
El Taref - Blida	-0.547	-0.8365	-0.2568	0.0028
El Taref - Constantine	-0.683	-0.9732	-0.3935	0.0009

Annexe : résultat de test de Tukey

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique



Université Blida1



Faculté Des Sciences De la Nature et de la vie
Département De Biotechnologie et Agroécologie

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Système de production Agroécologique

Mémoire de Fin d'étude

En Vue de l'obtention Du Diplôme en Master Académique

THEME

Etude comparative des paramètres physiologiques et
biochimiques du jujubier commun *Ziziphus jujuba*
récolté dans trois régions différentes en Algérie.

AF. Dr. Hamid

Préparé par :

AMEDJKOUK Kenza

Devant le jury :

Pr. CHAOUIA C.

Professeur (U. Blida 1)

Présidente

Dr. HAMIDI Y.

MCA (U. Blida 1)

Examineur

Dr. MOUAS Y.

MCA (U. Blida 1)

Promotrice

Mme. BOUKEROUI N.

Doctorante (U. Blida 1)

CO- promotrice

Année universitaire 2024/2025