



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Constantine 1 Frères Mentouri
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Ecologie et Environnement

قسم : علم البيئة و المحيط

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Écologie et Environnement

Spécialité : Protection des écosystèmes

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Utilisation de *Ampelodesmos mauritanicus* comme indicatrice de stress en milieu urbain : cas de la wilaya de Constantine.

Présenté par : ZERADE Rayene

Le : 10/06/2024

MEBARKI Med Iskander

Jury d'évaluation :

Président : GANA M (MCB - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrante : ALATOU H (MCB - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Examinatrice: HADJOUJJA N (MCB - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Année universitaire
2023 - 2024

Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail. La première personne que nous tenons à remercier est notre encadrante madame **Alatou Hana** (MCB) pour l'orientation, la confiance, la patience et ses bonnes explications qui ont constitué un apport considérable sans lequel ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port. Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury **Mr. Gana M** (MCB) et **Mme Hdjoudja N** (MCB) pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant de présider et d'examiner notre travail. Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous nos enseignants pour leurs compétences et leur savoir durant toute la période de nos études. Enfin, nous tenons également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*



Dédicaces

A mes très chers parents

Je vous dois ce que je suis aujourd'hui grâce à votre amour, à votre patience et vos innombrables sacrifices.

Que ce modeste travail, soit pour vous une petite compensation et reconnaissance envers ce que vous avez fait d'incroyable pour moi.

Que dieu, le tout puissant, vous préserve et vous procure santé et longue vie afin que je puisse à mon tour vous combler.

A mes très chères sœurs et très chers frères

Aucune dédicace ne serait exprimée assez profondément ce que je ressens envers vous.

Je vous dirais tout simplement, un grand merci, je vous aime.

A mes très chers ami(e)s

En témoignage de l'amitié sincère qui nous a liés et des bons moments passés ensemble. Je vous dédie ce travail en vous souhaitant un avenir radieux et plein

De bonnes promesses.

Mebarki Iskandar



Dédicaces

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui, quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

*À l'homme, le plus précieux que dieu m'a offert, à qui je dois ma vie, ma réussite et tout mon respect: **PAPA***

*À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir, qui n'a jamais dit non à mes exigences et qui n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse: **MAMA***

*À ma chère sœur **AYA**, et mon frère **OUSSAMA**, qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études. Que Dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.*

À ceux qui attendaient ces moments pour être fiers de moi,

*À la source de ma force, à ceux qui m'ont dessiné l'avenir avec des lignes de confiance et d'amour, **Grand-père** .*

*À ma merveilleuse **grand-mère** perdue, j'aurai aimé que tu sois à mes côtés lors d'une journée comme celle-ci. Mais malheureusement, tu es partie avant que j'aie obtenu mon diplôme. Ta présence me manque !*

*À celle qui était avec moi à chaque instant, mon amie **Yasmine**.*

ZERADE RAYENE

Résumé

L'urbanisation croissante a entraîné une série de défis environnementaux pour les végétaux, mettant en lumière la nécessité d'étudier leurs réponses aux stress biotiques et abiotiques. Notre étude se concentre sur une espèce méditerranéenne *Ampelodesmos mauritanicus* et son adaptation aux environnements urbains. La présente étude met en relief l'intérêt de l'utilisation d'une espèce *Ampelodesmos mauritanicus* en raison de sa résilience et de sa présence dans les zones urbaines comme modèle pertinent pour étudier ces interactions avec l'environnement dans lequel elle croît et évaluer le stress qu'elle peut en subir. Pour cela, des échantillons de l'espèce en question ont été prélevés dans deux zones différentes ; une zone urbaine où le trafic routier est jugé intense et une zone témoin éloignée de toutes sources de perturbations anthropiques. Le dosage de trois marqueurs biochimiques révélateurs de stress a été réalisé (chlorophylle, proline et sucres solubles). Les principaux résultats obtenus montrent qu'*Ampelodesmos mauritanicus* présente en milieu urbain subit un stress anthropique comparé à celle de la zone témoin éloignée de toutes sources de perturbations anthropiques. En effet, l'augmentation des teneurs en proline et en sucres solubles ainsi que la diminution des taux en chlorophylle enregistrées en zone urbaine témoignent de ce stress. Ces conclusions soulignent l'impact du milieu urbain sur la physiologie et le fonctionnement des végétaux en mettant en évidence leur capacité à s'adapter aux conditions stressantes.

Mots clés : *Ampelodesmos mauritanicus*, stress abiotique, zone urbaine, Constantine.

Abstract

Increasing urbanization has brought a series of environmental challenges to plants, highlighting the need to study their responses to biotic and abiotic stresses. Our study focuses on a Mediterranean species *Ampelodesmos mauritanicus* and its adaptation to urban environments. This study highlights the interest in using a species *Ampelodesmos mauritanicus* due to its resilience and its presence in urban areas as a relevant model to study these interactions with the environment in which it grows and assess the stress she may experience. To do this, samples of the species in question were taken in two different areas; an urban area where road traffic is considered intense and a control zone far from all sources of human disturbance. The dosage of three biochemical markers revealing stress was carried out (chlorophyll, proline and soluble sugars). The main results obtained show that *Ampelodesmos mauritanicus* present in an urban environment is subject to anthropogenic stress compared to that of the control area far from all sources of anthropogenic disturbance. Indeed, the increase in proline and soluble sugar contents as well as the decrease in chlorophyll levels recorded in urban areas reflect this stress. These conclusions highlight the impact of the urban environment on the physiology and functioning of plants by highlighting their ability to adapt to stressful conditions.

Key words: *Ampelodesmos mauritanicus*, abiotic stress, urban area, Constantine.

ملخص

جلبت زيادة التحضر سلسلة من التحديات البيئية للنباتات، مما سلط الضوء على الحاجة إلى دراسة استجاباتها للضغوط الحيوية والغير حيوية. تركز دراستنا على نوع من النبات (نبات الديس) الخاص بالبحر الأبيض المتوسط وتكيفه مع البيئات الحضرية. تسلط هذه الدراسة الضوء على الاهتمام باستخدام نوع نبات الديس بسبب مرونته ووجوده في المناطق الحضرية كنموذج مناسب لدراسة هذه التفاعلات مع البيئة التي ينمو فيها وتقييم الإجهاد الذي قد يتعرض له. وللقيام بذلك، تم أخذ عينات من الأنواع المعنية في منطقتين مختلفتين؛ منطقة حضرية تعتبر حركة المرور فيها كثيفة ومنطقة مراقبة بعيدة عن كل مصادر الإزعاج البشري. تم إجراء جرعة من ثلاث علامات بيو كيميائية تكشف عن الإجهاد (الكلوروفيل والبرولين والسكريات القابلة للذوبان). تظهر النتائج الرئيسية التي تم الحصول عليها أن نبات الديس الموجود في البيئة الحضرية يخضع للإجهاد البشري المنشأ مقارنة بمنطقة المراقبة البعيدة عن جميع مصادر الاضطرابات البشرية. وبالفعل فإن الزيادة في محتوى البرولين والسكر القابل للذوبان وكذلك انخفاض مستويات الكلوروفيل المسجلة في المناطق الحضرية تعكس هذا الإجهاد. تسلط هذه الاستنتاجات الضوء على تأثير البيئة الحضرية على فسيولوجيا وأداء النباتات من خلال تسليط الضوء على قدرتها على التكيف مع الظروف العصبية.

الكلمات المفتاحية: نبات الديس، الإجهاد اللاحيائي، المنطقة الحضرية، قسنطينة.

Liste des abréviations

Chl : Chlorophylle

MS : Matière sèche

P : Précipitation

T : Température

ZU : Zone urbaine

ZT : Zone témoin

Liste des figures

Figure 1 :	Les stress biotiques et abiotiques chez les plantes.....	7
Figure 2 :	Localisation de la zone urbaine et de la zone témoin.....	14
Figure 3 :	Localisation des points d'échantillonnage dans la zone d'étude.....	15
Figure 4 :	Diagramme ombrothermique de la station d'Ain El bey.....	17
Figure 5 :	Bioclimat de la région de Constantine (station météorologique d'Ain El-bey) selon le climagramme d'Emberger.....	17
Figure 6 :	Moyenne mensuelle de l'humidité (station d'Ain El bey 1996- 2022).....	18
Figure 7 :	Schéma simplifié du réseau routier de la ville de Constantine (ANIREF, 2011)....	19
Figure 8 :	Composition du parc automobile à Constantine avec les immatriculations et réimmatriculations pour l'année 2020.....	20
Figure 9 :	Pourcentage des sources d'énergies utilisées en 2020.....	20
Figure 10 :	Situation géographique de l'arboretum de Draa Naga.....	21
Figure 11 :	Diagramme ombrothermique de la forêt de Djebel Ouahch.....	23
Figure 12 :	Photos représentatives du Diss.....	24
Figure 13 :	Spectrophotomètre utilisé pour la mesure des différents marqueurs biochimiques.	27
Figure 14 :	Teneurs en chlorophylle (a) chez l'espèce d'Ampelodesmos mauritanicus dans les deux zones étudiées.....	29
Figure 15 :	Teneurs en chlorophylle (b) chez l'espèce Ampelodesmos mauritanicus dans les deux zones étudiées.....	30
Figure 16 :	Teneurs en chlorophylle (tot) chez l'espèce Ampelodesmos mauritanicus dans les deux zones étudiées.....	31
Figure 17 :	Teneurs en sucres solubles chez l'espèce Ampelodesmos mauritanicus dans les deux zones étudiées.....	32
Figure 18 :	Teneurs en proline chez l'espèce Ampelodesmos mauritanicus dans les deux zones étudiées.....	33

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Variabilité des précipitations mensuelles de la ville de Constantine (1996-2022).....	16
Tableau 2 :	Les gradients mensuels des minimal et des maxima de température de la ville de Constantine (1996 - 2022).....	16
Tableau 3 :	Moyennes de vitesse de vent de Constantine durant la période 1997- 2022.....	19
Tableau 4 :	Caractéristiques écologiques de l'arboretum de Draa Naga (Alatou, 2015).....	22
Tableau 5 :	Variabilité des précipitations mensuelles de la forêt de Djebel Ouahch (1996-2022).....	22
Tableau 6 :	Les gradients mensuels des minima, des maxima et des moyennes mensuelles de la forêt de Djebel Ouahch (1996- 2022).....	22

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

ملخص

Résumé

Abstract

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique

I.1. Notion du stress	3
I.1.1. Le froid.....	4
I.1.2. Le gel.....	4
I.1.3. Acclimatation.....	4
I.1.4. Endurcissement.....	4
I.1.5. Adaptation.....	5
I.1.6. Résistance, évitement et tolérance.....	5
I.1.6.1. La résistance.....	5
I.1.6.2. L'évitement.....	5
I.1.6.3. La tolérance.....	6
I.1.7. L'esquive.....	6
I.2. Catégories de stress	6
I.2.1. Stress biotique.....	6
I.2.2. Stress abiotique.....	7
I.3. Les différents types de stress abiotique	8
I.3.1. Le stress hydrique.....	8
I.3.2. Le stress thermique.....	8
I.3.3. Le stress salin.....	9
I.3.4. Le stress urbain.....	9
I.4. Les effets de stress abiotique	10
I.4.1. Les effets du stress hydrique.....	10
I.4.2. Les effets de stress thermique.....	11
I.4.3. Les effets du stress salin.....	11

I.4.4. Effet de stress urbaine	13
--------------------------------------	----

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Présentation de la zone urbaine.....	14
II.1.1. Situation géographique.....	14
II.1.2. Etude des données climatiques.....	15
II.1.2.1. Précipitations.....	15
II.1.2.2. Température.....	16
II.1.2.3. Diagramme ombrothermique.....	16
II.1.2.4. Climagramme d'Emberger.....	17
II.1.2.5. Humidité atmosphérique.....	18
II.1.2.6. Les vents.....	18
II.1.3. Trafic routier et parc automobile.....	19
II.2. Présentation de la zone témoin « Arboretum de Draa Naga ».....	21
II.2.1. Situation géographique.....	21
II.2.2. Caractéristiques écologiques de la zone d'étude.....	21
II.2.2.1. Précipitations.....	22
II.2.2.2. Température.....	22
II.2.2.3. Diagramme ombrothermique.....	23
II.3. Présentation de l'espèce étudiée : <i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	23
II.3.1. Description botanique de la plante.....	23
II.3.2. Nomenclature.....	24
II.3.3. Classification botanique.....	25
II.3.4. Répartition géographique.....	25
II.3.5. Utilisation traditionnelle et moderne.....	25
II.4. Détermination des marqueurs biochimiques chez l'espèce <i>Ampelodesmos mauritanicus</i>.....	25
II.4.1. La chlorophylle.....	26
II.4.2. Les sucres solubles.....	26
II.4.3. La proline.....	27

Chapitre III : Résultats et Discussion

III. Les réponses physiologiques d'espèce <i>Ampelodesmos mauritanicus</i> au stress en milieu urbain.....	28
III.1. La Chlorophylle.....	28
III.2. Les sucres solubles.....	31
III.3. La proline.....	32
Conclusion.....	37
Références bibliographiques.....	39

INTRODUCTION

Dans le contexte de l'urbanisation croissante et de ses impacts environnementaux, il devient essentiel de comprendre comment les plantes réagissent aux différents stress environnementaux. Les environnements urbains présentent une multitude de défis pour les plantes, tels que la pollution atmosphérique, le compactage du sol, les fluctuations de température et l'accès limité à l'eau (Jones et Brown, 2020).

Les stress environnementaux peuvent être classés en deux catégories principales : biotiques et abiotiques. Les stress biotiques incluent les interactions avec d'autres organismes vivants tels que les herbivores, les pathogènes et les compétiteurs végétaux. Les stress abiotiques, quant à eux, incluent des facteurs non vivants comme la pollution atmosphérique, les températures extrêmes, la sécheresse et la salinité du sol (Garcia et Mendez, 2019). En milieu urbain, la pollution atmosphérique, en particulier, pose un problème sérieux pour la végétation. Les polluants comme le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, l'ozone et les particules fines peuvent affecter négativement la photosynthèse, la respiration et d'autres processus physiologiques essentiels des plantes (Williams et al. 2017 ; Lopez et al. 2021).

Ampelodesmos mauritanicus, une espèce de graminée méditerranéenne, offre un modèle pertinent pour étudier ces interactions en raison de sa résilience et de sa présence dans divers habitats, y compris les zones urbaines (Smith et al. 2018).

Pour cela, l'objectif de ce travail est de :

- ✓ Combiner des observations de terrain et des analyses au laboratoire afin de déterminer des paramètres biochimiques révélateurs de stress chez cette espèce.
- ✓ Fournir des observations de terrain qui incluent des signes de stress visibles comme la décoloration des feuilles et la réduction de la vigueur. Les tests de laboratoire porteront sur des paramètres tels que les teneurs en chlorophylle, proline et sucres solubles (Garcia et Mendez, 2019).
- ✓ Comparer deux zones différentes ; une zone urbaine où l'infrastructure et le trafic routier est jugé intense et une zone témoin éloignée de toutes sources de perturbations anthropiques.

Ce manuscrit est organisé en trois chapitres. Le premier chapitre constitue une **synthèse bibliographique** qui aborde les différents mécanismes de stress chez les végétaux.

Le deuxième chapitre (**Matériel et méthodes**) est consacré à la description de la zone d'étude et à la méthodologie (échantillonnage et protocoles expérimentaux) poursuivie pour la réalisation de ce travail.

Le troisième et dernier chapitre (**Résultats et Discussion**), présente et discute les différents résultats obtenus dans cette étude en mettant l'accent sur le stress des végétaux présents en milieu urbain.

Enfin, une **conclusion** qui clôturera ce manuscrit sous forme de synthèse et de propositions de mesures qui peuvent être mises en place pour minimiser le stress de la végétation urbaine.

SYNTHÈSE
BIBLIOGRAPHIQUE

I.1. Notion du stress

En 1935, Hans Selye fut le premier à avoir utilisé le terme stress. Il l'a défini comme une «réponse non spécifique de l'organisme à toute sollicitation ». D'origine anglaise, le mot «stress » était employé en mécanique et en physique signifiant « force, poids, tension, charge ou effort».

Le terme « stress » définit l'ensemble des perturbations biologiques provoquées par une agression quelconque sur un organisme. C'est un processus qui induit une contrainte potentiellement néfaste sur un organisme vivant (Bouchoukh, 2010).

Selon Jones et Jones, (1989), le stress est une force ou une influence hostile qui tend à empêcher un système normal de fonctionner (Hopkins, 2003).

Le stress chez les plantes apparaît avec des significations différentes en biologie, le terme stress est attribué à n'importe quel facteur environnemental défavorable pour une plante (Levitt, 1982).

En biologie végétale, Le terme « stress » représente les facteurs responsables des perturbations, et des changements, plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales de la plante subies au cour de son développement (Bouchoukh, 2010).

Selon Lambers et al. (2008), le stress est un facteur environnemental qui tend à réduire la vitesse de certains processus physiologiques, de sorte qu'elle devient inférieure à la vitesse maximale que la plante pourrait soutenir dans des conditions non stressantes ».

Benkoli et Bouzeghaia, (2016) rapportent que le stress signifie la déviation dans le développement et les fonctions normaux de la physiologie des plantes, il est perçu au niveau cellulaire puis transmis à la plante entière. Le changement dans l'expression des gènes qui s'ensuit modifie la croissance et le développement, et influence les capacités reproductives de la plante, causant ainsi des dommages aux plantes.

Si le stress devient sévère et/ou persiste une longue période, il peut induire la mort des plantes (Guo et David ho, 2008).

Hopkins (2003) résume le stress étant l'ensemble des conditions qui provoquent des changements au niveau des processus physiologiques résultant éventuellement en dégâts, dommage blessures, inhibition de la croissance ou de développement.

I.1.1. Le froid

Charrier (2011), le définit comme étant un état thermodynamique pour lequel les molécules ont une faible énergie cinétique. On considère généralement qu'une température inférieure à 5°C est froide, du moins en biologie.

I.1.2. Le gel

Le gel est un terme qui n'est utilisée que lorsque la température est inférieure à la température de cristallisation de l'eau pure. En delà de cette température, l'eau passe de l'état liquide à l'état solide sous forme de glace ou de neige (Charrier, 2011).

I.1.3. Acclimatation

C'est l'adaptation morphologique et physiologique des plantes « à l'état d'individu » pour compenser la baisse de la performance suite à la réponse initiale au stress (Hopkins, 2003).

L'acclimatation se produit en réponse aux changements environnementaux grâce à des changements dans l'activité ou la synthèse de nouveaux constituants biochimiques tels que des enzymes, souvent associés à la production de nouveaux tissus. Ces changements biochimiques, déclenchent alors une cascade d'effets observés à d'autres niveaux d'organisation, comme des changements dans le taux ou la sensibilité à l'environnement d'un processus spécifique (par exemple, la photosynthèse), le taux de croissance des plantes entières, et la morphologie des organes ou de la plante entière. (Lambers et al. 2008).

L'acclimatation au stress se produit toujours dans la vie d'un individu, généralement dans un intervalle de quelques jours à plusieurs semaines ; comme elle peut être démontrée en comparant des plantes génétiquement semblables qui sont exposées à des environnements différents (Lambers et al. 2008).

I.1.4. Endurcissement

La plante est capable de s'endurcir au froid si elle rencontre des températures fraîches au préalable. Cet endurcissement peut être rapide, 1 ou 2 jours à des températures proches du gel suffisent pour élever le niveau de résistance au froid de la plante. Il est d'autant plus efficace que les températures sont froides sans être létales. Plus les conditions favorables à l'endurcissement se prolongent, plus la résistance progresse (Deswarte, 2019).

I.1.5. Adaptation

L'adaptation est la réponse évolutive résultant de modifications génétiques dans les populations qui tendent à compenser la baisse de rendement (performances) causée par le stress.

Les mécanismes physiologiques de la réponse sont souvent similaires à celles de l'acclimatation, parce que les deux exigent des changements dans l'activité ou la synthèse des constituants biochimiques et provoquer des changements dans les taux des différents processus physiologiques, le taux de croissance et la morphologie etc...

L'adaptation, diffère de l'acclimatation en ce qu'elle exige des changements génétiques dans les populations et par conséquent nécessite généralement de nombreuses générations pour se produire. On peut étudier l'adaptation en comparant des plantes génétiquement distinctes poussant dans un environnement identique (Hopkins, 2003).

I.1.6. Résistance, évitement et tolérance

Divers termes sont utilisés pour caractériser le comportement et/ou la réponse des plantes en fonction des mécanismes et stratégies déclenchées chez celles-ci pour survivre dans des conditions environnementales extrêmes.

a- La résistance

La résistance au stress est définie comme étant « la capacité à endurer un stress appliqué à l'extérieur ». Exemple, la capacité de survivre à un faible potentiel hydrique.

La résistance peut être réalisée soit par l'évitement, soit par la tolérance au stress, ou bien une combinaison des deux, à divers degrés (Charrier, 2011).

b- L'évitement

Prend forme grâce au maintien, par divers mécanismes, d'un état interne satisfaisant. Cet état permet à la plante de continuer ses activités métaboliques sans être fortement perturbée par le milieu extérieur qui peut être très stressant (Levitt, 1980).

En d'autres termes l'évitement est « la capacité de prévenir un stress appliqué à l'extérieur et de produire une contrainte interne équivalente ». Exemple, la capacité à maintenir une forte teneur en eau cellulaire, même lorsque le potentiel hydrique externe est faible.

c- La tolérance

La tolérance est « la capacité à supporter une contrainte interne engendrée par un stress appliqué à l'extérieur » (Lambers et al. 2008).

Elle correspond aux changements physiologiques et biochimiques qui réduisent l'impact de la contrainte sur le protoplasme ou réparent les dommages causés par le stress. Exemple, la capacité de survivre à une faible teneur en eau dans les cellules.

La tolérance permet de maintenir la capacité d'une activité métabolique. Cette activité assure l'intégrité fonctionnelle aux structures cellulaires et autorise la reprise des activités de la plante dès que les conditions de croissance redeviennent plus normales (Lambers et al. 2008).

I.1.7. L'esquive

Est la situation où la plante, grâce à un rythme de développement spécifique, réussit à s'harmoniser à l'environnement de production, en échappant partiellement ou complètement au stress (Levitt, 1980).

I.2. Catégories de stress

On distingue deux grandes catégories de stress qui peuvent être d'origine biotique ou abiotique (Figure 1).

I.2.1. Stress biotique

Un stress biotique est un stress résultant de l'action néfaste d'un organisme vivant sur un autre organisme vivant telle qu'une attaque par un pathogène. Ces agents peuvent être des champignons, des bactéries, des virus, des nématodes, et des insectes. Ces pathogènes, en infectant les végétaux, vont affecter la croissance et le rendement et peuvent causer leur mort (Vranova et al. 2002).

Les maladies biotiques des plantes incluent les bactéries, les virus et les champignons qui se développent à la faveur de conditions particulières (chaleur, humidité, insecte vecteur, et blessures) provoquant ainsi des pertes considérables de production variant selon le type de la culture. Comme tout stress, les maladies parasitaires affectent la croissance, la fertilité et la productivité des plantes (Schumann et D'Arcy, 2015).

I.2.2. Stress abiotique

Selon Madhava Rao et al (2006), les stress environnementaux nés de la fluctuation des facteurs abiotiques (sécheresse, salinité et température) affectent les conditions de croissance, le développement et le rendement des plantes.

Le stress chez les plantes apparait avec des significations différentes en biologie, qui convergent principalement en attribuant le stress à n'importe quel facteur environnemental défavorable pour une plante (Levitt, 1980). Tsimilli-Michael et al. (1998), considèrent que le stress a une signification relative avec un contrôle comme état de référence.

En résumé, on peut dire que pour la plante le stress est une agression ou contrainte provoqué par variations des facteurs climatiques ou liés au sol.

On parle par exemple de stress hydrique (manque d'eau), de stress thermique (chaud ou froid), de stress salin (brusque élévation de la teneur en sel dans le milieu racinaire), de stress azoté (exemple: carence momentanée en azoté), de stress lumineux (exemple: intensité lumineuse excessive)...

De nombreuses recherches visent actuellement à accroître la résistance des plantes cultivées aux différents stress (Mazoyer, 2002).

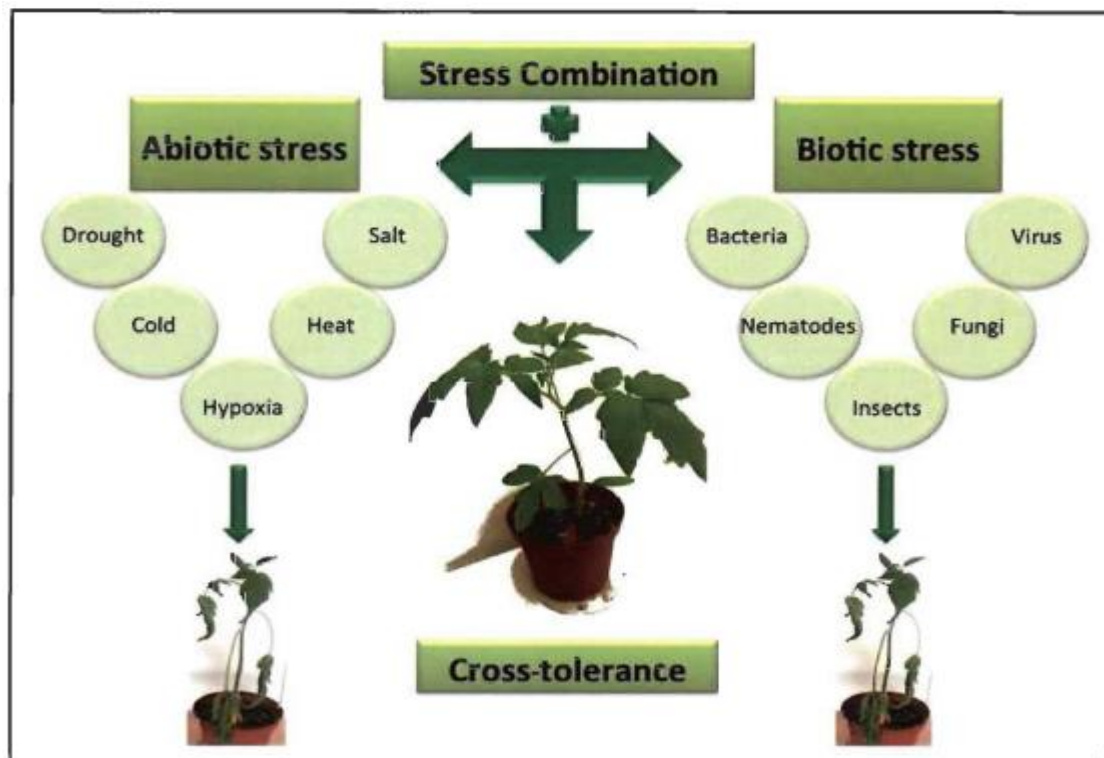


Figure 1. Les stress biotiques et abiotiques chez les plantes
(Schubert, 1985 ; Nilsen et Ocrutt 1996).

I.3. Les différents types de stress abiotique

I.3.1. Le stress hydrique (déficit hydrique et sécheresse)

Le stress hydrique a été défini comme une baisse de la disponibilité de l'eau se traduisant par une réduction de la croissance de la plante et /ou de sa reproduction par rapport au potentiel du génotype. La contrainte hydrique est le facteur ou l'ensemble de facteurs ayant pour conséquence le stress. D'autres auteurs limitent la définition du stress aux seules conditions correspondant à une hydratation sub-optimale des tissus (Lamaze et al. 1994).

Le stress hydrique peut se définir comme le rapport entre la quantité d'eau nécessaire à la plante et la quantité d'eau disponible dans son environnement sachant que la réserve d'eau utile pour la plante est la quantité d'eau du sol accessible par son système racinaire (Laberche, 2004).

Le déficit hydrique est l'un des stress environnementaux les plus importants, affectant la productivité agricole autour du monde. Il occupe et continuera d'occuper une très grande place dans les chroniques agro-économiques. C'est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi-arides où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit (Laberche, 2004).

I.3.2. Le stress thermique

Pour effectuer sa croissance et son développement, chaque plante exige une gamme bien particulière de températures. Chaque plante possède une température optimale de croissance et de développement, qui ne peuvent se dérouler qu'entre des limites supérieures et inférieures. Lorsque la température avoisine ces limites, la croissance diminue et au-delà, elle s'annule et la réponse des plantes est très variée. Certaines sont tuées alors que d'autres plantes s'acclimatent ou tolèrent (Hopkins, 2003).

Le stress thermique est souvent défini quand les températures sont assez hautes ou basses pendant un temps suffisant pour qu'elles endommagent irréversiblement ou réversiblement, la fonction ou le développement des plantes et par foi la mort de la plante. Elles peuvent être endommagées de différentes manières, soit par des températures élevées de jour ou de nuit, par l'air chaud ou froid ou par les températures élevées du sol. La contrainte thermique est une fonction complexe qui varie selon l'intensité (degré de la température), la durée et les taux d'augmentation ou de diminution de la température (Oukarroum, 2007).

I.3.3. Le stress salin

La salinisation est le processus par lequel les sels solubles s'accumulent dans le sol et a été identifié comme un processus majeur de la dégradation des terres (Morsli, 2007).

La concentration en sels dans l'environnement d'une plante varie énormément, elle peut être insuffisante ou excessive. Alors que le terme de stress salin induit par de faibles concentrations (carence en ion) ou bien s'applique surtout à un excès d'ions. Donc la présence de concentrations élevées de sel dans la rhizosphère crée un stress (Hopkins, 2003).

I.3.4. Le stress urbain

Le stress urbain affecte la santé des plantes de plusieurs manières. Les principales sources de stress pour les végétaux urbains sont la pollution atmosphérique, le bruit, la lumière artificielle, la congestion du trafic et la pollution sonore. Ces facteurs peuvent entraîner des problèmes tels que la dégradation des feuilles, la diminution de la croissance et la vulnérabilité aux maladies (Blásquez Martínez, 2009).

La pollution atmosphérique, notamment la pollution par les gaz toxiques et les particules fines, peut entraîner une réaction de défense chez les plantes, ce qui peut entraîner des dommages à long terme à leur santé. Le bruit peut également affecter la santé des plantes, en provoquant des réactions de stress physiologique et en perturbant les processus biologiques.

La lumière artificielle, en particulier la lumière bleue, peut également avoir un impact négatif sur la santé des plantes, en perturbant le cycle de croissance et en provoquant des déficits nutritifs. La congestion du trafic et la pollution sonore peuvent également contribuer au stress des plantes, en provoquant des réactions de défense et en perturbant les processus biologique (Anaut, 2015 ; Michallet, 2009).

Le stress urbain peut affecter la santé des plantes de diverses manières, en provoquant des réactions biologiques qui peuvent détériorer la qualité de leur vie. Il est donc important de prendre en compte ces facteurs lors de la conception et de la gestion des espaces verts urbains, afin de protéger et de promouvoir la santé des plantes et de leurs écosystèmes (Anaut, 2015).

I.4. Les effets du stress abiotique

I.4.1. Les effets du stress hydrique

La croissance des plantes en période de sécheresse est influencée par une modification de la photosynthèse, de la respiration, de la translocation, de l'absorption d'ions, des glucides, du métabolisme des nutriments et des hormones (Seyed et al. 2012).

- **Sur la photosynthèse**

Le stress hydrique affecte plusieurs fonctions de la plante, telles que la conductance somatique, la photosynthèse et la surface foliaire (Benjelloun et al. 2013). L'activité physiologique de la feuille, et plus particulièrement la photosynthèse est fortement affectée lors d'un déficit hydrique, et liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire est supposée dépendre à la fois de la fermeture des stomates, avec pour conséquence une diminution de la conductance à la diffusion du CO₂, d'une limitation biochimique du chloroplaste pour fixer le CO₂ (Maury et al. 2011).

- **Sur le développement des plantes**

La sécheresse, en tant que stress abiotique, est de nature multidimensionnelle et affecte les plantes à différents niveaux de leur organisation. En effet, en cas de sécheresse prolongée, de nombreuses plantes se déshydratent et meurent. Le stress hydrique des plantes réduit le potentiel hydrique et la turgescence de la cellule végétale, ce qui élève les concentrations des solutés dans le cytosol et les matrices extracellulaires. En conséquence, l'élargissement cellulaire diminue, ce qui entraîne une inhibition de la croissance et un échec de la reproduction. Ceci est suivi par une accumulation d'acide abscisique et d'osmolytes compatibles comme la proline, qui provoquent un flétrissement (Seyed et al. 2012).

- **Sur le rendement et ses composantes**

Le rendement en grains est la résultante de diverses composantes qui sont déterminées à différentes périodes du cycle de la plante (Day et al, 1978). Chez les céréales, le rendement en grains dépend du génotype, de l'environnement et de la disponibilité en éléments minéraux du sol (Benbelkacem et Kellou, 2001).

I.4.2. Les effets du stress thermique

- **Température critique**

Le stress thermique est souvent défini par l'action de températures critiques. On entend par températures critiques, les températures minima et maxima au-dessous et au-dessus desquelles le végétal est tué. Elles sont extrêmement variables suivant les espèces et selon le stade de végétation (Diehl, 1975).

La fourchette des températures compatibles avec la croissance des plantes est généralement comprise entre 0°C et 45°C. Dans ces limites la tolérance à la température dépend fortement de l'espèce (Hopkins, 2003).

- **Stress due au froid**

Beaucoup de plantes en particulier celles originaires de régions à climat chaud sont endommagées par une exposition à des températures basses. Des plantes comme le maïs, le concombre, le cotonnier et le bananier sont particulièrement sensibles et montrent des lésions lorsqu'elles sont exposées à des températures inférieures à 10° ou 15°C. Même certaines espèces des régions tempérées comme le pommier, la pomme de terre et l'asperge présentent des lésions à des températures légèrement supérieures à 0°C (de 0°C à 5°C) (Hopkins, 2003).

- **Le stress provoqué par le gel**

Le stress provoqué par le gel est fréquemment rencontré chez les arbres et les buissons des régions tempérées. Les plantes les plus résistantes peuvent subir des dommages importants ou mourir lorsqu'elles sont exposées à des températures de zéro degrés ou situées juste en dessous, lors de périodes de croissance active (Hopkins, 2003).

C'est la formation de glace et non pas la basse température en soit qui endommage les cellules végétales (Hopkins, 2003).

- **Le stress induit par les températures élevées**

L'un des problèmes auxquels les plantes sont confrontées dans des conditions où les radiations solaires sont intenses et la température élevée est l'absorption d'énergie par les feuilles dont la température peut facilement être de 5°C au-dessus de la température ambiante (Sterk et al. 2017).

I.4.3. Les effets du stress salin

- **Effet de la salinité sur la germination:** La plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (Maillard, 2001). Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (Ungar, 1978 et Kabar, 1986 in Bouchoukh, 2010). Bien que les halophytes possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade germination (Belkhodja et Bidai, 2004).

Le stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (Bouda et Haddioui, 2011).

- **Effet de salinité sur la croissance et le développement :** La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes (Bouaouina et al. 2000). La salinité affecterait de plusieurs manières la croissance de la plante notamment dans les racines ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs du sol (Jabnourne, 2008).

- **Effet de la salinité sur l'eau dans la plante :** Le potentiel hydrique et le potentiel osmotique des plantes deviennent de plus en plus négatifs avec l'augmentation de la salinité ainsi que la pression de la turgescence (Romeroaranda et al. 2001 in Parida et Das, 2005).

Dans les conditions de concentrations élevées de salinité accrue, le potentiel hydrique de la feuille et la vitesse d'évaporation diminuent significativement chez l'halophyte (Lu et al. 2002 in Parida et Das, 2005).

- **Effet de la salinité sur la biochimie de la plante :** La salinité réduit la vitesse de la photosynthèse suite à une diminution de la conduction stomatique de CO₂ (Santiago et al. 2000). La diminution de la vitesse photosynthétique est due à plusieurs facteurs comme la déshydratation des membranes cellulaires ce qui réduit leur perméabilité au CO₂, la toxicité du sel, la réduction de l'approvisionnement en CO₂ à cause de la fermeture des stomates, la sénescence accrue induite par la salinité et le changement dans l'activité des enzymes causé par le changement dans la structure cytoplasmique (Iyengar et Reddy, 1996 in: Parida et Das, 2005). Chez diverses espèces plus ou moins résistantes, un taux élevé des sucres totaux résultant du blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une grande hydrolyse de l'amidon (Asloum, 1990).

- **Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante :** Un excès de sel dans le protoplasme conduit à des modifications dans la balance ionique entraînant une faible production d'énergie par les réactions de phosphorylation et photorespiration. L'assimilation de l'azote et de nombreuses voies métaboliques sont perturbés. Si la concentration en sel excède le niveau de tolérance de la plante, des perturbations fonctionnelles apparaissent au niveau de la photosynthèse, par effet du sel dans le stroma des chloroplastes qui perturbe le transport des électrons. La glycolyse et le cycle de Krebs sont aussi affectés. Les feuilles deviennent sclérosées avant même d'avoir terminées leur croissance et développement, et l'organisme tout entier risque de dépérir assez vite (Ben-Hayyim et al. 1989 ; Speer et Kaiser, 1991).

I.4.4. Les effets du stress urbain

Le stress urbain a des effets significatifs sur les plantes, notamment en raison de stress abiotiques tels que la pollution de l'air, la sécheresse, les températures extrêmes et la salinité du sol, qui peuvent limiter la capacité des arbres plantés en milieu urbain à exprimer pleinement leur potentiel génétique.

Les polluants chimiques peuvent avoir des effets néfastes sur les plantes, perturbant leur métabolisme, leur croissance et leur santé.

Les arbres et les plantes grimpantes en milieu urbain peuvent jouer un rôle important en tant qu'agents réducteurs du stress urbain, contribuant à améliorer la qualité de l'environnement et à atténuer certains effets négatifs sur les plantes.

La présence d'espaces verts en ville a des effets bénéfiques sur la santé mentale des citoyens en particulier le stress, l'anxiété et en favorisant le bien-être général.

Le stress urbain peut avoir des conséquences néfastes sur les plantes en milieu urbain en raison de divers facteurs abiotiques et de pollution. Cependant, la présence d'espaces verts et d'arbres en ville peut contribuer à atténuer ces effets négatifs et à améliorer la qualité de vie des habitants.

MATÉRIEL
ET
MÉTHODES

L'objectif de la présente étude est de mettre en évidence l'intérêt de l'utilisation des végétaux comme indicateurs de stress en milieu urbain. Pour cela le Diss (*Ampelodesmos mauritanicus*), espèce très présente dans ce milieu a été choisie afin d'aboutir au but de cette étude.

En parallèle deux zones ont été choisies pour mettre en œuvre cette problématique ; elles sont localisées dans le constantinois au Nord-Est Algérien. L'une en zone urbaine à perturbation anthropique importante, et l'autre en zone témoin éloignée de toutes sources de perturbations anthropiques (figure 2).

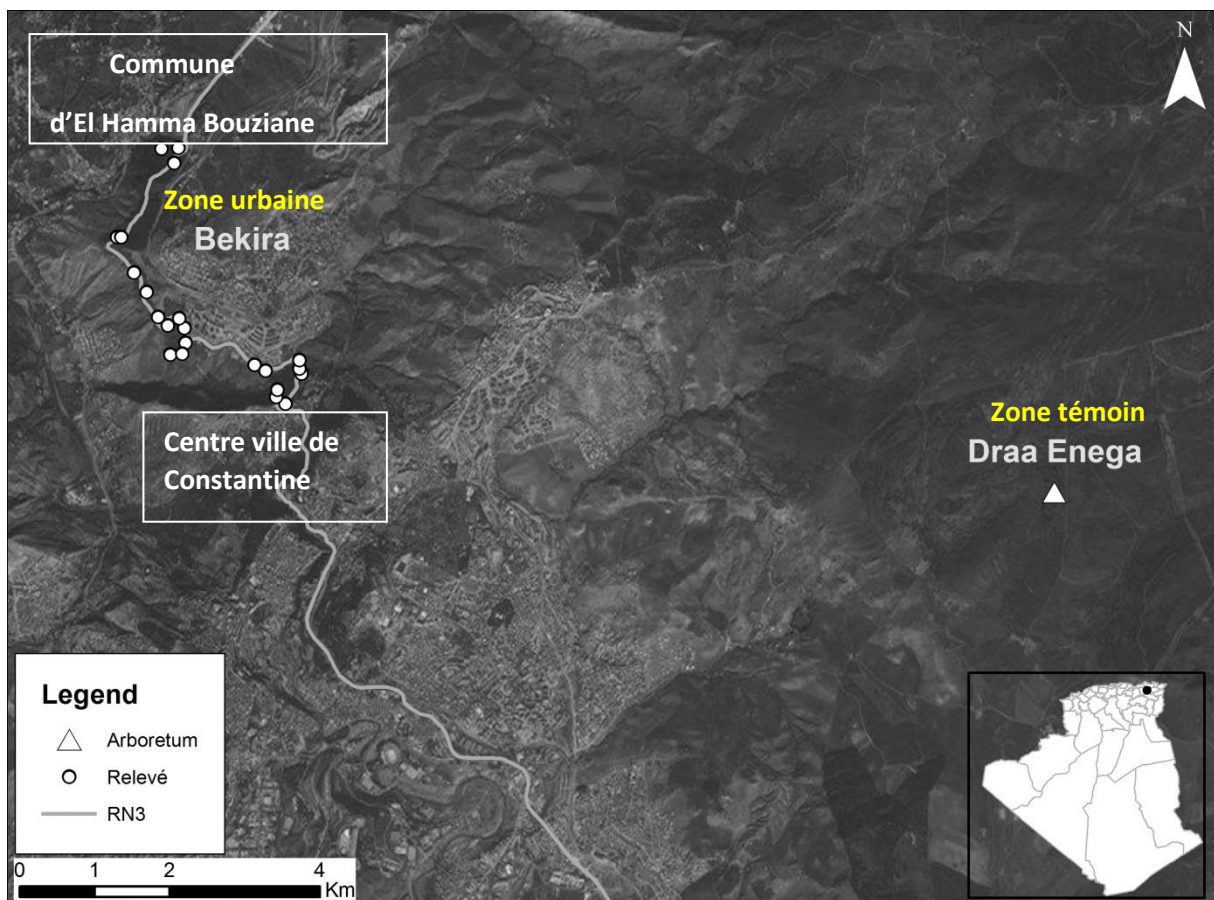


Figure 2 : Localisation de la zone urbaine et de la zone témoin.

II.1. Présentation de la zone urbaine

II.1.1. Situation géographique

La zone urbaine est située le long de la route nationale RN 03 reliant le centre de la ville de Constantine à la commune d'El Hamma Bouziane, cette route est caractérisée par un trafic routier jugé intense (figure 3).

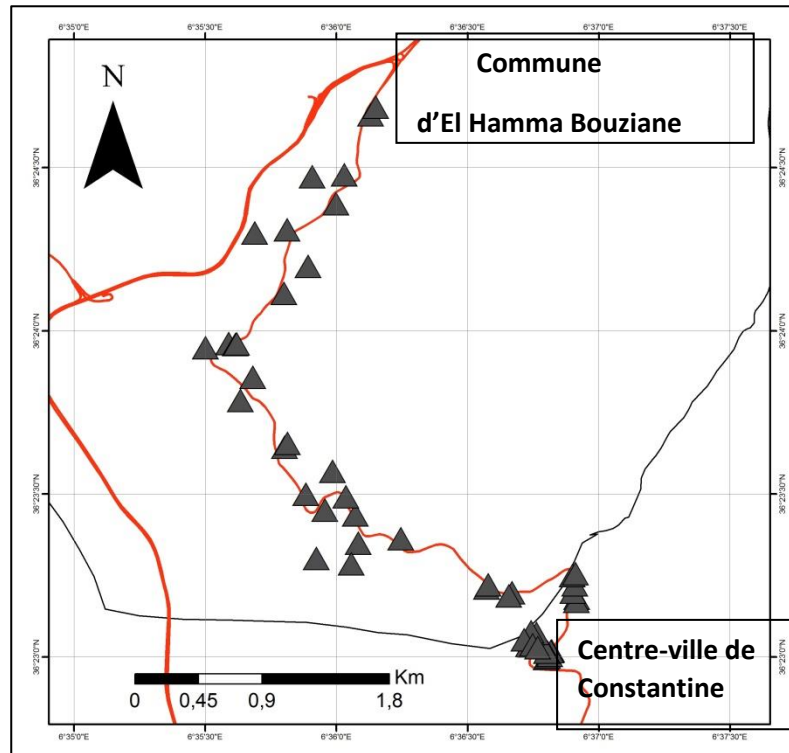


Figure 3 : Localisation des points d'échantillonnage dans la zone d'étude.

II.1.2. Etude des données climatiques

L'Algérie est sous l'influence d'un climat méditerranéen. Comme l'ensemble de l'aire méditerranéenne, la région de Constantine est caractérisée par des précipitations irrégulières et soumises à l'alternance bien marquée d'une saison sèche et d'une saison de pluies.

Les données climatiques, concernant la température, les précipitations, vent et humidité ont été obtenus à partir de la station météorologique d'Ain El Bey pour la période de 1996- 2022, et sont récapitulées dans les tableaux 1, 2 et 3.

II.1.2.1. Précipitations

L'analyse du tableau 1, nous permet de constater que, la moyenne annuelle de la pluviométrie est de 384 mm. La valeur maximale est de 79 mm enregistrée pendant le mois de mars, par contre le mois le plus sec est le mois de juin avec une pluviométrie de 2 mm.

Tableau 1 : Variabilité des précipitations mensuelles de la ville de Constantine (1996- 2022).

MOIS	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
1996-2022 (mm)	43	35	79	44	50	2	3	9	34	19	54	12

II.1.2.2. Température

L'examen du tableau 2, montre que la température moyenne annuelle est de l'ordre de 16.30°C. Le maximum des températures minimales est observé au mois de juillet (19,3°C) alors que les valeurs les plus faibles sont enregistrées pendant le mois de janvier (1.0°C). L'étude des moyennes des maximas montre que les températures les plus basses sont de l'ordre de (12,7°C) en janvier tandis que les valeurs les plus élevées sont celles du mois de juillet (36,5 °C).

Tableau 2 : Les gradients mensuels des minimal et des maxima de température de la ville de Constantine (1996 - 2022).

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
T°max	12.7	15.2	17.1	20.0	26.3	35.8	36.5	35.6	32.7	29.7	21.2	18.8
T°min	1.0	3.1	5.2	7.6	11.8	17.6	19.3	18.7	18.2	13.0	8.8	5.8

II.1.2.3. Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Gaussen est utilisé dans le monde entier. Les courbes des valeurs mensuelles des températures et des précipitations le long d'une année permettent d'identifier la période sèche et humide ainsi que les seuils des températures et des précipitations mensuelles.

Le diagramme ombrothermique de Gaussen fait apparaître deux périodes bien délimitées :

- ❖ Une période sèche qui s'étale du mois de mai jusqu'à la fin du mois d'octobre
- ❖ Une période humide qui s'étale sur le reste de l'année (figure 4).

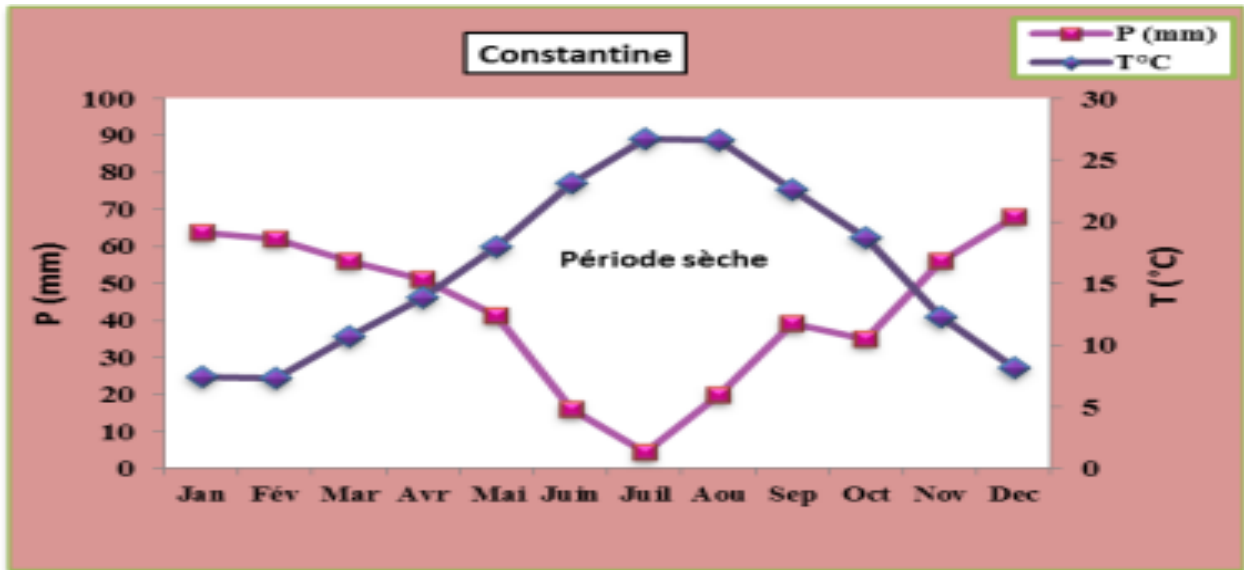


Figure 4 : Diagramme ombrothermique de la station d'Ain El bey.

II.1.2.4. Climagramme d'Emberger

Les coordonnées climatiques de la région de Constantine (Station météorologique d'Ain El-Bey) sont calculées à partir des données de la même période (1996- 2022). La projection des coordonnées de cette station sur le climagramme d'Emberger (fig.5) a permis de déterminer le bioclimat à la région de Constantine. Il s'agit d'un bioclimat de type semi-aride à hiver frais.

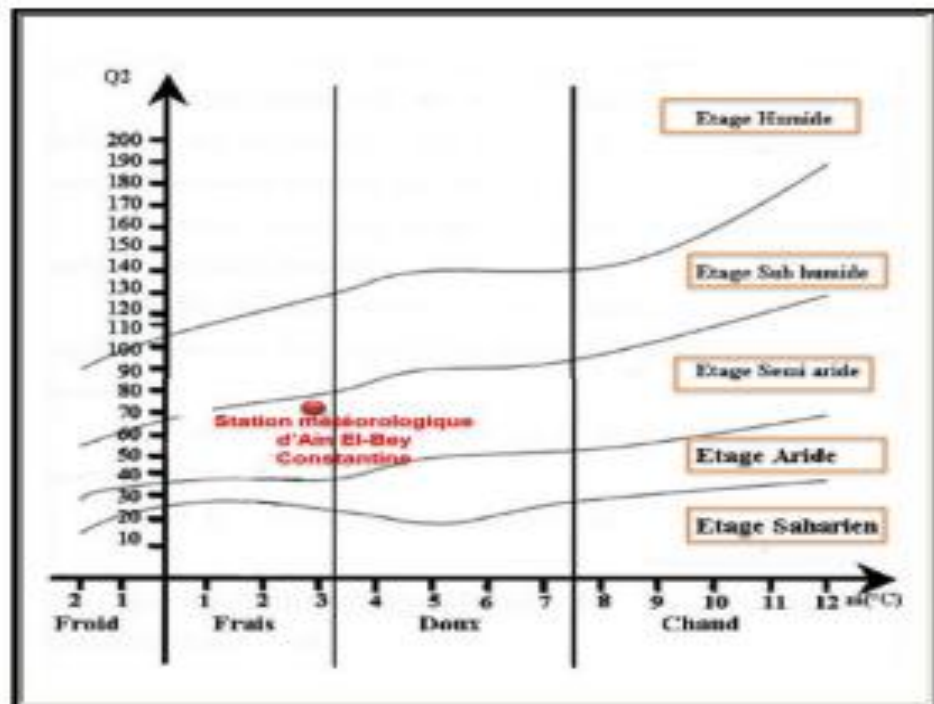


Figure 5 : Bioclimat de la région de Constantine (station météorologique d'Ain El-bey) selon le climagramme d'Emberger.

II.1.2.5. Humidité atmosphérique

L'Humidité a une grande importance pour les végétaux. C'est la source de toutes les précipitations, et contrôle une large part les taux d'évaporation du sol et de la couverture végétale.

L'évolution mensuelle de l'humidité mesurée dans la station d'Ain El bey sur une période de vingt-six ans (1996- 2022) est représentée dans la figure 6 qui montre que l'humidité est souvent supérieure à 50 % sauf en été avec une valeur minimale de l'ordre 47,6 % au mois de juillet. La valeur maximale du mois de janvier est de 78,8 % ceci indique que l'atmosphère se trouve dans un état plus ou moins proche de la saturation.

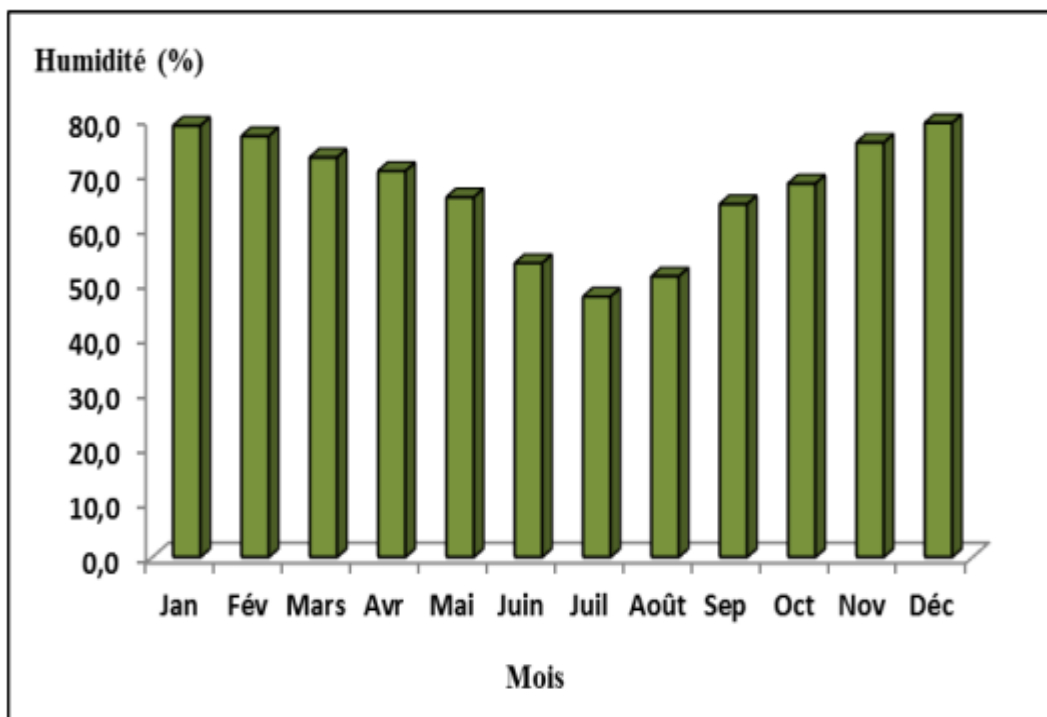


Figure 6 : Moyenne mensuelle de l'humidité (station d'Ain El bey 1996- 2022).

II.1.2.6. Les vents

En ce qui concerne les vents (tableau 3), ils soufflent dans une direction dominante Nord-Ouest et Nord avec des masses d'air provenant des monts de la région de Constantine. Aussi, la région est caractérisée par des vents du Sud qui soufflent surtout en été et à la fin de l'automne. Ces derniers sont souvent chargés d'une quantité appréciable de sable, de limon, et de particules qui peuvent être nuisibles pour la végétation en accentuant l'évaporation.

Tableau 3 : Moyennes de vitesse de vent de Constantine durant la période 1997- 2022.

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
Vent (m/s)	1,6	1,7	1,7	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,7	1,5	2,0	1,6

II.1.3. Trafic routier et parc automobile

De par sa position de carrefour entre le sud-est du pays et la côte méditerranéenne d'une part et entre l'est et le centre du pays d'autre part, la wilaya de Constantine est relativement bien équipée en infrastructure de base. La wilaya est traversée par 07 routes nationales, 21 chemins wilaya et une multitude de chemins communaux (Figure 7).

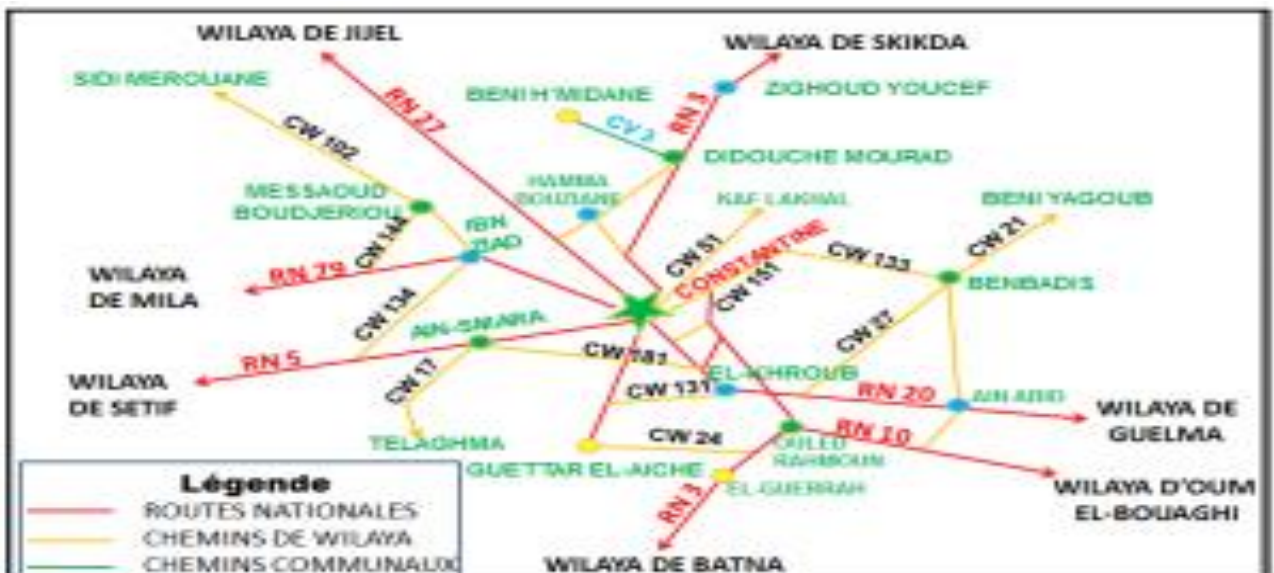


Figure 7 : Schéma simplifié du réseau routier de la ville de Constantine (ANIREF, 2011).

La pollution atmosphérique liée à la circulation automobile est un mélange de polluants provenant des gaz d'échappement des véhicules, de l'usure des pneus et des freins, ainsi que des particules telles que la poussière des routes. Cette analyse porte sur le parc national automobile à Constantine selon les données fournis par le Centre National de Statistique (2020). Le parc national automobile compte 7.731.664 véhicules en circulation dans le pays dont 727.605 à Constantine.

La figure 8 représente la répartition hétérogène du parc automobile de la wilaya de Constantine par genre de véhicules. En effet, les immatriculations des véhicules neufs qui sont les moins polluants sont de 115 868 véhicules (pour l'année 2020), on note une baisse de 56 % par rapport aux années précédentes. Les véhicules de tourisme représentent la plus grande partie avec 62.56%

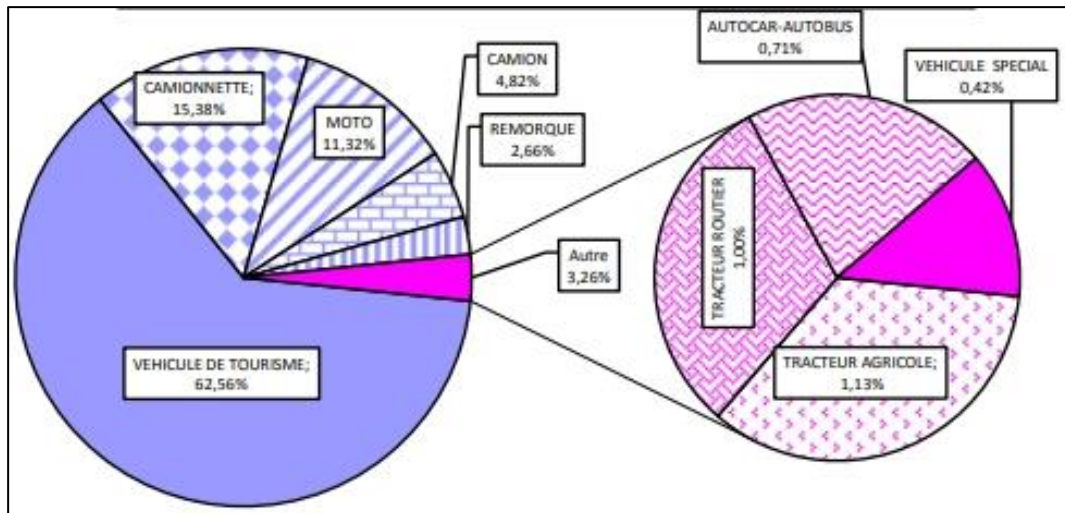


Figure 8 : Composition du parc automobile à Constantine avec les immatriculations et réimmatriculations pour l'année 2020.

La figure 9 représente les sources d'énergie les plus utilisées (Essence et Gazoil). En effet, un moteur diesel émet moins de CO₂ et de gaz à effet de serre qu'un moteur essence. Cela est dû notamment au type de carburant et à l'efficacité interne du moteur. Concrètement, le carburant utilisé dans les moteurs diesel bénéficie d'un taux de compression plus élevé que l'essence, et le moteur diesel a aussi un meilleur rendement que le moteur essence. Résultat, on utilise moins de carburant pour parcourir la même distance, ce qui fait économiser du CO₂. La plupart des estimations indiquent qu'un diesel émet ainsi environ 10% de moins qu'une essence de même catégorie.

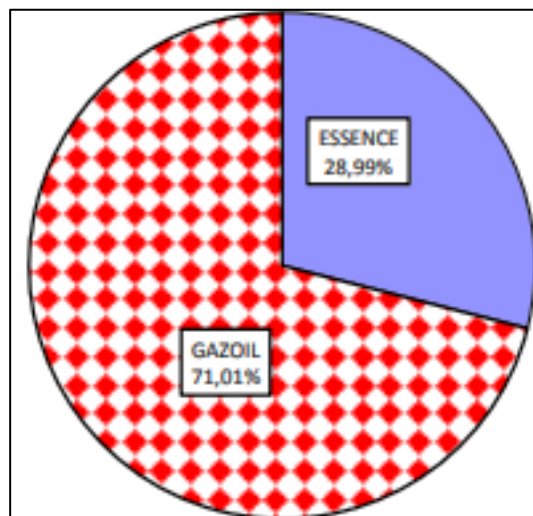


Figure 9 : Pourcentage des sources d'énergies utilisées en 2020.

II.2. Présentation de la zone témoin « Arboretum de Draa Naga »

II.2.1. Situation géographique

Gérée par la Conservation des Forêts de Constantine, la station forestière « Draa Naga » appartenant administrativement à la wilaya de Constantine est formée d'un arboretum de 77 parcelles (implanté entre 1954 et 1967). Plusieurs espèces sylvicoles (feuillus et résineux) de provenances diverses sont plantées. Ces espèces ont été introduites dans le but de connaître leurs potentialités, adaptations, productivités et de mettre à la disposition des forestiers une gamme d'espèces leur permettant d'orienter la reconstitution de la forêt. Il occupe une superficie totale de 30 ha, sur le territoire de la commune d'El-khroub (figure 10).

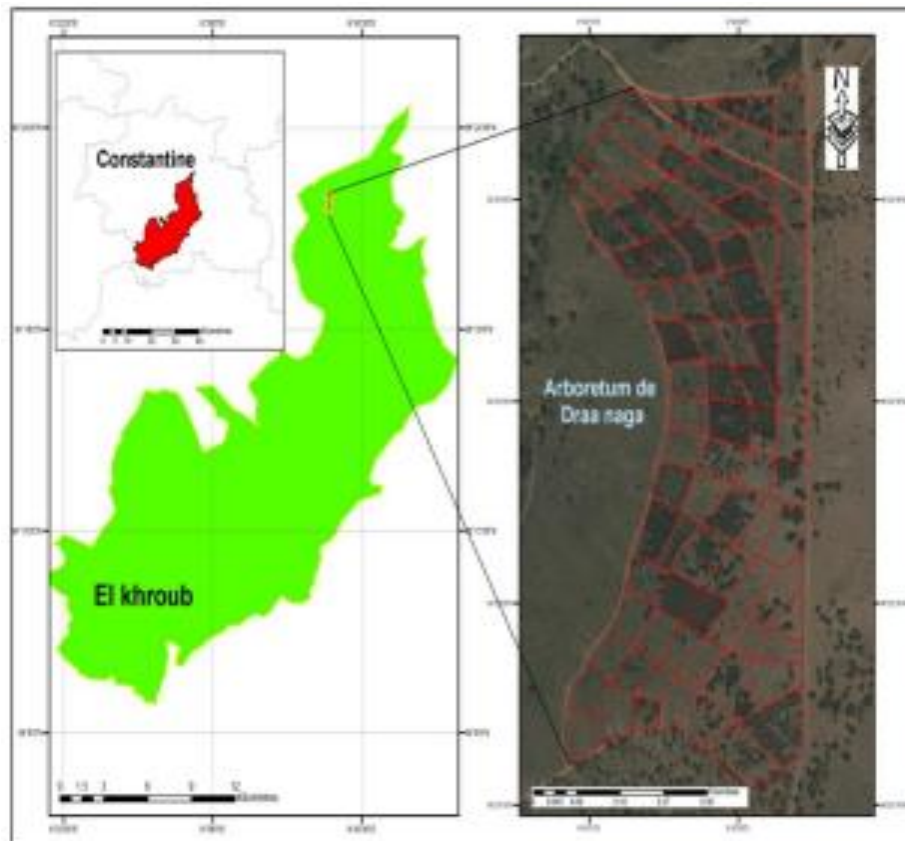


Figure 10 : Situation géographique de l'arboretum de Draa Naga (Alatou, 2015).

II.2.2. Caractéristiques écologiques de la zone d'étude

Les caractéristiques écologiques de l'arboretum de Draa Naga sont résumées dans le tableau 4.

Tableau 4 : Caractéristiques écologiques de l’arboretum de Draa Naga (Alatou, 2015).

Situation géographique	Relief et hydrographie	Climat	Sol
<p>- Longitude : X1 : 6° 42' 5'' X2 : 6° 42' 30''</p> <p>- Latitude : Y1 : 36° 20' 45'' Y2 : 36° 22' 15''</p> <p>- Altitude : 950 m</p>	<p>- Le relief se caractérise par une faible pente (3 à 12%).</p> <p>-Le réseau hydrographique est constitué par quelques ravins encaissés à d’écoulement temporaire.</p>	<p>-Etages bioclimatiques : semi-aride et subhumide.</p> <p>- Climat : été chaud et sec, et un hiver froid et humide.</p>	<p>Le type du sol de la station forestière de Draa Naga est silico-argileux.</p>

II.2.2.1. Précipitations

La distribution des précipitations dans la forêt de Djebel Ouahch est irrégulière comme le montre le tableau 5 le maximum de pluie est atteint au mois de mars et mai, tandis que les mois de juin et juillet ne reçoivent que de faibles quantités.

Tableau 5 : Variabilité des précipitations mensuelles de la forêt de Djebel Ouahch (1996- 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
P	52	35	89	37	60	2	3	8	40	25	52	11

II.2.2.2. Température

Du tableau 6 on remarque que la température moyenne annuelle dans la station de Djebel Ouahch est de 16,5°C. Le maximum des températures minimales est observé au mois de juillet (20,0°C) alors que les valeurs les plus faibles sont enregistrées pendant le mois de janvier (2,0°C). L’étude des moyennes des maxima montre que les plus basses d’entre elles sont de l’ordre de (11.6°C) en janvier tandis que les valeurs les plus élevées sont observées au mois de juillet enregistrant 34,8°C.

Tableau 6 : Les gradients mensuels des minima, des maxima et des moyennes mensuelles de la forêt de Djebel Ouahch (1996- 2022).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc
T°max	11,6	14,0	16,0	18,9	25,0	34,5	34,8	34,1	31,4	28,3	20,1	18,0
T°min	2,0	3,9	6,0	8,2	12,6	18,5	20,0	19,6	19,3	14,1	9,8	7,0
T°moy	6,8	8,9	11,0	13,5	18,8	26,5	27,4	26,8	25,4	21,2	14,9	12,5

II.2.2.3. Diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique de Gaussen de la station forestière de Djebel Ouahch fait apparaître deux périodes bien délimitées :

- ❖ Une période sèche, qui s'étale du mois du Mai jusqu'au début du mois d'octobre ;
- ❖ Une période humide qui s'étale sur le reste de l'année (Figure 11).

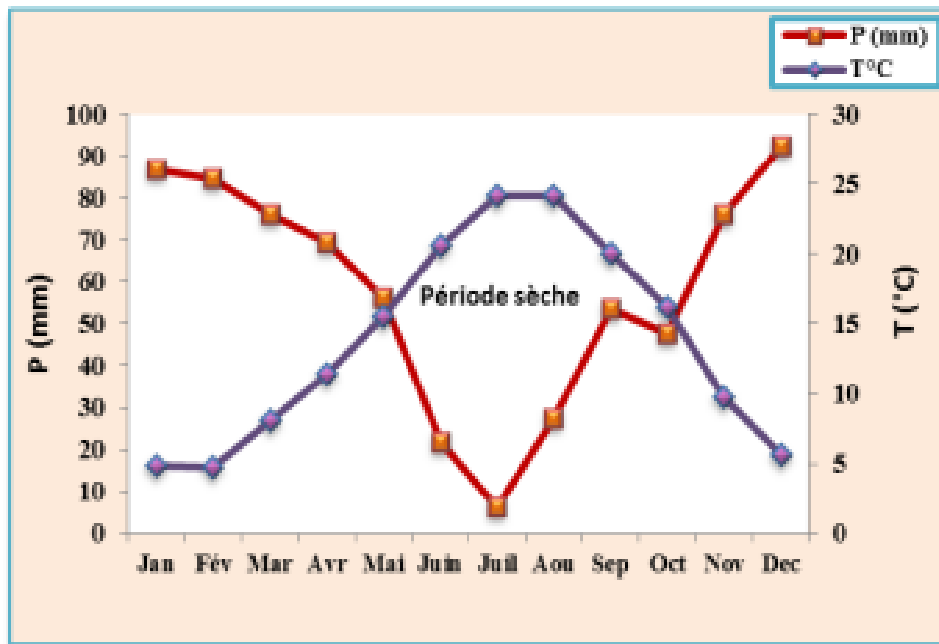


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de la forêt de Djebel Ouahch (Alatou, 2015).

II.3. Présentation de l'espèce étudiée : *Ampelodesmos mauritanicus*

II.3.1. Description botanique de la plante

Le Diss (*Ampelodesmos mauritanicus*) fait partie de la famille des poacées, c'est une grande graminée vigoureuse aux longues feuilles linéaires persistantes, vert foncé, décoratives toute l'année. Les inflorescences très hautes au-dessus de la touffe sont d'abord vert-jaune en mai, puis dorées en automne, plante vivace de 2-3 mètres, à souche fibreuse densément gazonnante, tige robuste et très tenaces.



A : fleurissante



B : non fleurissante

Ampelodesmos mauritanicus



C : Rhizomes



D : Tiges après la récolte

Figure 12 : Photos représentatives du Diss.

II.3.2. Nomenclature

Son appellation change d'un pays à l'autre, voici quelques exemples.

Nom scientifique : *Ampelodesmos mauritanicus* ou *Ampelodesma mauritanica*

Nom français : Ampelodesmos de Mauritanie

Nom anglais : Mauritanian grass

Nom arabe : Diss

II.3. 3. Classification botanique

Le Diss appartient à la famille des poaceae, elles comptabilisent à elles seules plus de douze mille espèces, répartie dans sept cents genres. Ci-dessous la classification donnée selon *APG III* :

Super division : Spermatophytes

Sous règne : Angiospermes

Classe : Monocotylédones

Sous classe : Commelinidées

Ordre : Poales

Famille : Poaceae

Genre : *Ampelodesmos*

Espèce : *Ampelodesmos mauritanicus*

II.3.4. Répartition géographique

Le Diss (*Ampelodesmos mauritanicus*), est répandue dans l'Afrique du-Nord méditerranéenne et les régions sèches, la Grèce et l'Espagne.

II.3.5. Utilisation traditionnelle et moderne

La plante est utilisée comme tressage et sert comme matériel pour la fabrication du papier, en outre des études récentes ont montré qu'elle peut être utilisée comme additif pour renforcer le béton, elle est aussi utilisée par les éleveurs de bœufs comme antiparasitaire et en médecine traditionnelle comme antidiabétique.

Les tiges sont utilisées fraîches ou sèches en infusion c'est un remède pour les diabétiques et l'obésité. Possède aussi une activité antioxydante et antibactérienne.

Un criblage phytochimique d'*Ampelodesmos mauritanicus* révèle la présence de flavonoïdes.

II.4. Détermination des marqueurs biochimiques chez l'espèce *Ampelodesmos mauritanicus*

Les végétaux sont exposés en continu à de multiples stress qui peuvent être soit d'origine biotique comme les infections par les virus, les bactéries et les champignons, soit abiotiques comme les variations extrêmes de température, de sécheresse et d'inondations. Outre ces stress d'origine

naturelle, les plantes subissent d'innombrables agressions d'origine anthropique provenant en partie de la pollution de l'atmosphère (Elloumi et al. 2003).

Les échantillons de feuilles de l'*Ampelodesmos mauritanicus* ont été prélevés le long de RN°3 reliant la commune d'El Hamma Bouaziane au centre-ville de Constantine. Les feuilles récoltées sont mises dans du papier aluminium dans des sacs en papier kraft et transportées au laboratoire pour analyse.

Les échantillons de la même espèce ont été prélevés dans la zone témoin.

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés principalement à trois marqueurs biochimiques révélateurs de stress : la chlorophylle, les sucres solubles et la proline.

II.4.1. La chlorophylle

La chlorophylle est extraite selon la méthode de Mac Kiney (1941) et Arnon (1949). Qui consiste en une macération des feuilles dans un mélange de l'acétone et de l'éthanol (75 % et 25%); les feuilles sont coupées en petits morceaux et mises dans des boîtes noires (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière).

Après 48h, la densité optique est mesurée au spectrophotomètre aux longueurs d'onde 663 et 645 nm respectivement pour les chlorophylles (a) et (b).

Les résultats sont exprimés en mg/g MF. Les concentrations en chlorophylles (a) et (b) sont déterminées à l'aide des équations suivantes :

- ❖ Chl. (a) mg/g MF = $[12.7\text{DO}(663) - 2.69\text{DO}(645)] \cdot 0.1$
- ❖ Chl. (b) mg/g MF = $[22.9\text{DO}(645) - 4.69\text{DO}(663)] \cdot 0.1$
- ❖ Chl. totale (mg/g) = Ch. (a) + Ch. (b)

II.4.2. Les sucres solubles

Les sucres solubles totaux sont dosés par la méthode au phénol de Dubois et al, (1956). Qui consiste à peser 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais. Pour faire l'extraction des sucres 3 ml d'éthanol à 80% sont ajoutés, laisser le tout à température ambiante pendant 48h à l'obscurité.

Dans chaque tube 20ml d'eau distillée sont ajoutés à l'extrait, C'est la solution à analyser. 2ml de la solution à analyser sont mis dans des tubes à essais propres plus d'1ml de phénol à 5% et 5ml d'acide sulfurique à 1.8N, une solution jaune orange est obtenue, ensuite ils sont placés au bain-marie à 30°C pendant 10 à 20 minutes.

La lecture de la densité optique est effectuée sur une longueur d'onde de 490 nm et le calcul de la concentration se fait par l'équation suivante:

$$\diamond 1.65 \times DO (490nm) / MS$$

II.4.3. La proline

La proline est dosée dans les feuilles des espèces, La méthode suivie est celle de Trolls et Lindsley, (1955), simplifiée et mise au point par Rasio et al., (1987).elle consiste à peser pour chaque échantillon 100 mg de matière fraîche et ont mis dans des tubes à essai pour ajouter 2 ml de méthanol à 40%.

Les tubes sont ensuite fermés et chauffés au bain marie à 85°C pendant 1 heure après refroidissement : 1ml de l'extrait est prélevé auquel il faut ajouter 1ml d'acide acétique, 1ml du mélange (120ml d'eau distillée, 300ml d'acide acétique et 80ml d'acide orthophosphorique) et 25mg de ninhydrine, le mélange est bouillir à 100°C pendant 30 minutes, la couleur vire au rouge.

Après refroidissement, il faut ajouter 5ml du toluène (C7 H8) et agiter au vortex, deux phases sont formées : une supérieure contenant la proline et une inférieure, aqueuse sans proline et après récupération de la phase supérieure, 5mg de sulfate de sodium oxydé (Na2SO4) Sont ajoutés pour la déshydratation.

Pour la lecture des densités optiques des échantillons, nous avons utilisé un spectrophotomètre à une longueur d'onde ($\lambda = 528nm$). Les teneurs en proline sont obtenues par l'équation suivante :

$$\diamond 0.62 \times DO (528nm) MS$$



Figure13. Spectrophotomètre utilisé pour la mesure des différents marqueurs biochimiques.

RÉSULTATS

ET

DISCUSSION

III. Réponses physiologiques de l'espèce *Ampelodesmos mauritanicus* au stress abiotique en milieu urbain

Dans cette étude, il nous a paru intéressant d'élucider les effets du stress abiotique en domaine routier, notamment celui induit par les polluants issus du trafic routier et l'infra structure routière, sur l'espèce *Ampelodesmos mauritanicus* implantée le long de la route nationale N°03 reliant le centre-ville de Constantine à la commune de Hamma Bouziane. Ainsi, plusieurs marqueurs biochimiques révélateurs de stress ont été déterminés, à savoir : la chlorophylle (a et b), les sucres solubles et la proline.

III.1. La Chlorophylle

Les chlorophylles sont des pigments photosynthétiques les plus dominants chez les plantes vertes ; l'évaluation de leurs concentrations dans le système foliaire peut fournir une estimation du potentiel photosynthétique (Weinman et Méhul, 2004), ainsi qu'un aperçu sur le statut physiologique du végétal (Moran et al. 2000). En effet, la teneur en chlorophylle totale (a+b) est un indicateur important du stress chez les végétaux (Zarco-Tejada et al. 2002 ; Rejskova et al. 2007). Elle est très instable et se décompose facilement sous l'effet de la lumière. Cependant, d'autres facteurs environnementaux peuvent intervenir dans la décomposition et la diminution de la chlorophylle tel que la température (basse ou haute) qui crée un stress thermique, le manque d'eau qui crée un stress hydrique, ou encore la présence de polluants (Karp, 2004 ; Joshi et Swami, 2007; Lambert et al. 2008 ; Saquib, 2008 ; Pathak et al. 2015).

❖ La chlorophylle (a)

Les résultats relatifs aux teneurs en chlorophylles (a) quantifiées pour l'espèce *Ampelodesmos mauritanicus* en zones urbaine et en zone témoin sont illustrés par la **figure 14**.

Les teneurs en Chl (a) enregistrées en zone urbaine (ZU) sont largement plus faibles que celles enregistrées pour la zone témoin (ZT) (figure14). De plus, les teneurs en Chl (a) enregistrées en zone urbaine (ZU) sont largement plus faibles que celles enregistrées pour la zone témoin (ZT) (figure14). Pour la zone urbaine nous avons enregistrées le minimum (3.6 mg/MS), le maximum (4.9 mg/MS), et la moyenne (4.33 mg/MS). Et pour la zone témoin nous avons enregistrées le minimum (10,45 mg/MS), le maximum (11.7 mg/MS), et la moyenne (11 mg/MS).

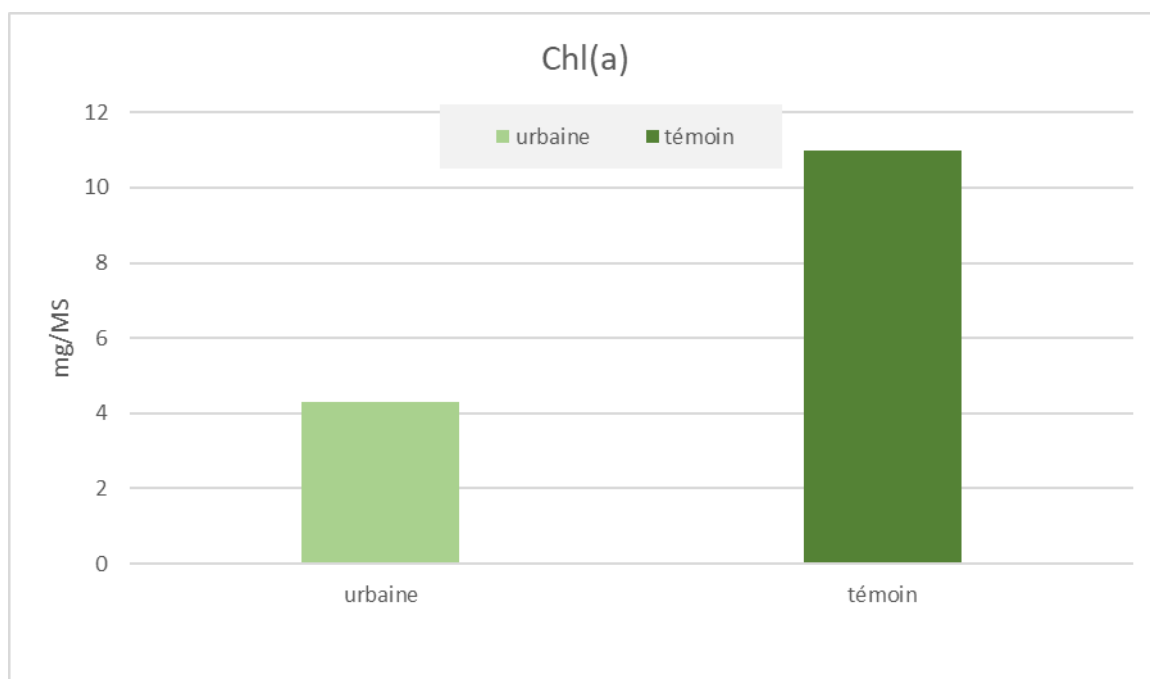


Figure 14 : Teneurs en chlorophylle (a) chez l'espèce d' *Ampelodesmos mauritanicus* dans les deux zones étudiées.

❖ La chlorophylle (b)

De même que pour la chlorophylle (a), des variations de la teneur en chlorophylle (b) ont été enregistrées sur l'espèce étudiée (figure15).

De plus, les teneurs en Chl (b) enregistrées en zone urbaine (ZU) sont plus faibles que celles enregistrées pour la zone témoin (ZT) (figure15). Pour la zone urbaine nous avons enregistrées le minimum (0.6 mg/MS), le maximum (1.7 mg/MS), et la moyenne (1.99 mg/MS). Et pour la zone témoin nous avons enregistrées le minimum (1,8 mg/MS), le maximum (2,9 mg/MS), et la moyenne (2,3 mg/MS).

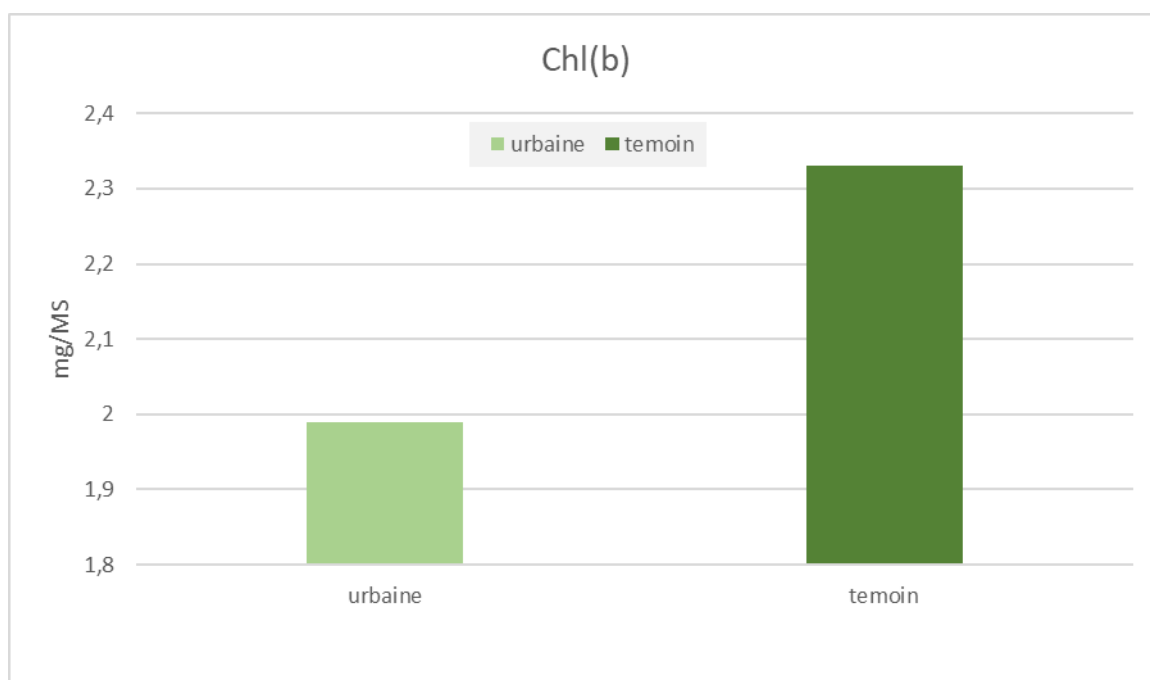


Figure 15: Teneurs en chlorophylle (b) chez l'espèce *Ampelodesmos mauritanicus* dans les deux zones étudiées.

❖ La chlorophylle totale (Chl tot)

Les teneurs en chlorophylle totale (Chl tot) calculées pour l'espèce sont illustrées par la figure 16.

Les teneurs en Chl (tot) enregistrées en zone urbaine (ZU) sont largement plus faibles que celles enregistrées en zone témoin (ZT) (figure16). Pour la zone urbaine le minimum enregistré est de (4,9mg/MS), le maximum (6,1mg/MS) et la moyenne (5,7mg/MS).

Par ailleurs, en zone témoin nous avons enregistré un minimum de (12,7mg/MS), un maximum de (13,8mg/MS) et une de moyenne (13,325mg/MS).

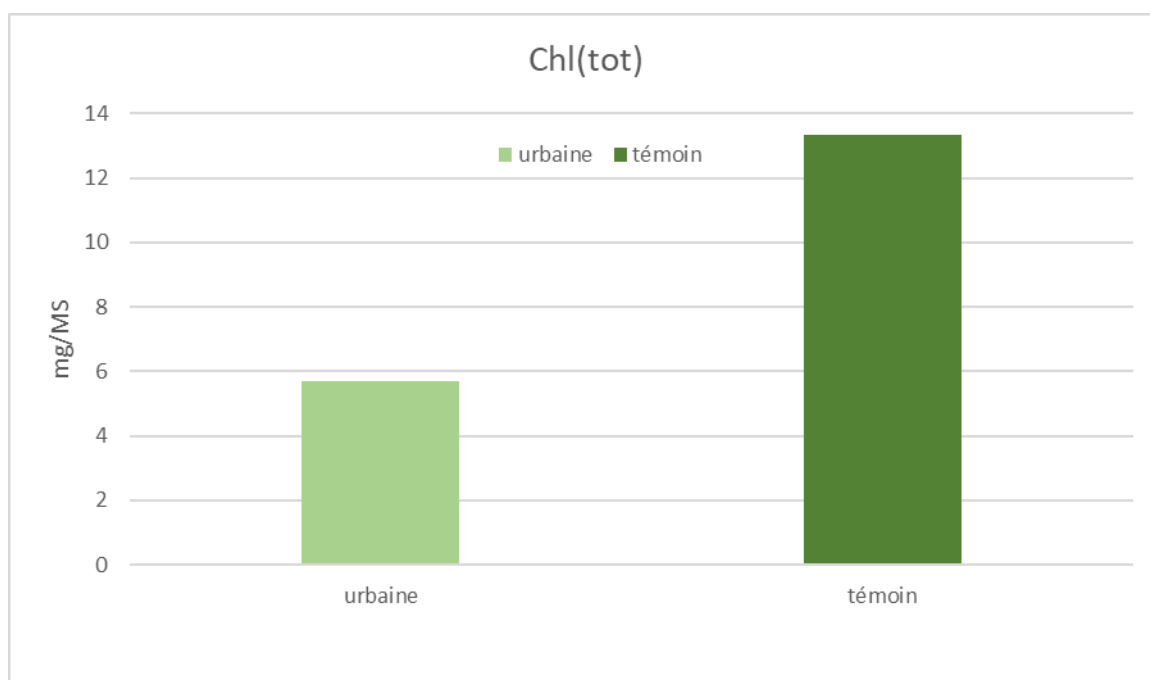


Figure16 : Teneurs en chlorophylle (tot) chez l'espèce *Ampelodesmos mauritanicus* dans les deux zones étudiées.

III.2. Les sucres solubles

Les sucres jouent un rôle central dans la vie des plantes (Loretti et al. 2001) ; ils sont produits par la photosynthèse, transportés dans les tissus, affectés à la respiration ou convertis en composés de stockage qui seront dégradés en glucides constitutifs (Jouve, 2004). Les changements en glucides à la suite d'une exposition au stress peuvent être, dans une large mesure, causés par une photosynthèse affaiblie, ce qui n'est pas un mécanisme de défense au stress (Rejskova et al. 2007). L'accumulation des sucres solubles est un moyen adopté par les plantes en cas de stress, afin de résister aux contraintes du milieu (Martinelli, 2008).

Les résultats du dosage des sucres solubles chez l'espèce *Ampelodesmos mauritanicus* sont illustrés par la figure 17.

Les teneurs en sucres solubles enregistrées en zone urbaine (ZU) sont largement plus élevées que celles enregistrées en zone témoin (ZT) (figure17). En effet, nous avons enregistré pour la zone urbaine et la zone témoin respectivement une moyenne de (56,33 mg/MS) et (11,275 mg/MS), un minimum de (23,1 mg/MS et 9,7 mg/MS) et un maximum de (96,9 mg/MS et de moyenne de (13,7 mg/MS).

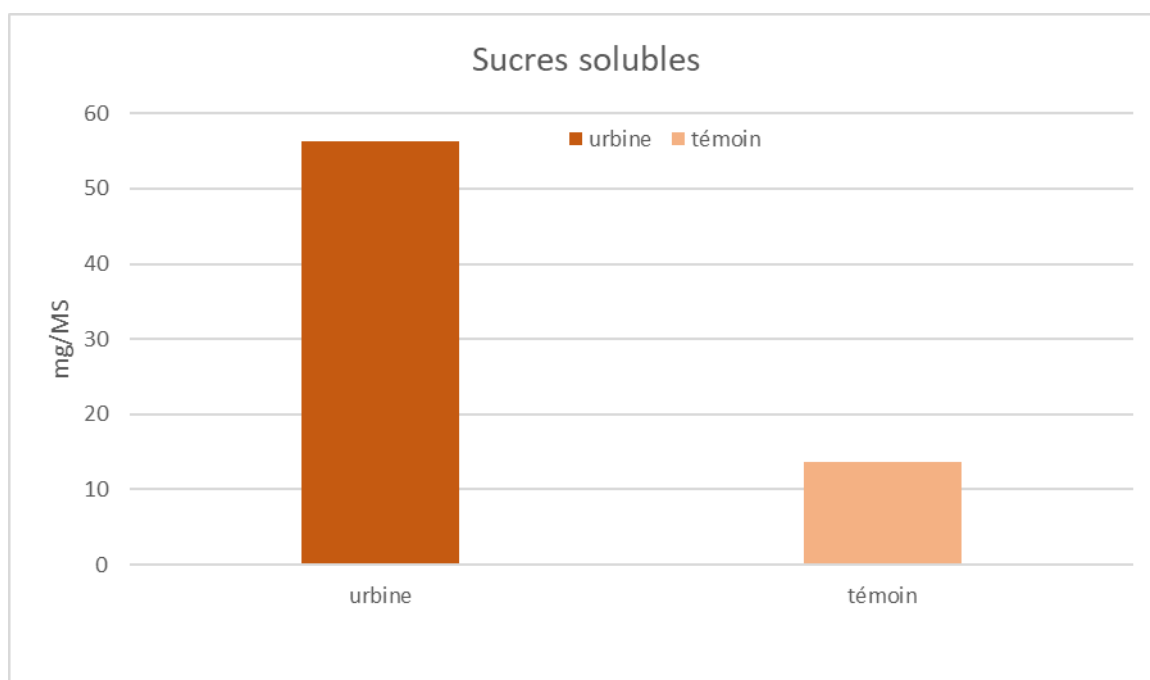


Figure 17 : Teneurs en sucres solubles chez l'espèce *Ampelodesmos mauritanicus* dans les deux zones étudiées.

III.3. La proline

Les acides aminés sont des métabolites énergétiques dont beaucoup sont des nutriments indispensables. Les protéines sont formées de 20 acides aminés standards (Rejskova et al. 2007). La proline est un acide aminé cyclique à fonction amine secondaire (Vereyken et al. 2003). Elle est connue pour être un soluté compatible dans les cellules sous conditions de stress (Ashraf and Foolad, 2007). Elle s'accumule dans de nombreuses plantes en réponse aux températures extrêmes, au manque d'eau, aux conditions ultraviolettes et à la présence de polluants (Banu et al. 2009).

Les résultats relatifs au dosage de ce biomarqueur chez l'espèce *Ampelodesmos mauritanicus* sont illustrés par la figure 18.

Les concentrations en proline enregistrées en zone urbaine (ZU) présentent une grande variation et sont beaucoup plus élevées que celles enregistrées en zone témoin (ZT) (figure 18).

Nous avons enregistré pour la zone urbaine et la zone témoin respectivement une moyenne de (21,38 mg/MS vs 2,75 mg/MS), un minimum de (5,7 mg/MS vs 2,1 mg/MS) et un maximum de (34,1 mg/MS vs 3,4 mg/MS).

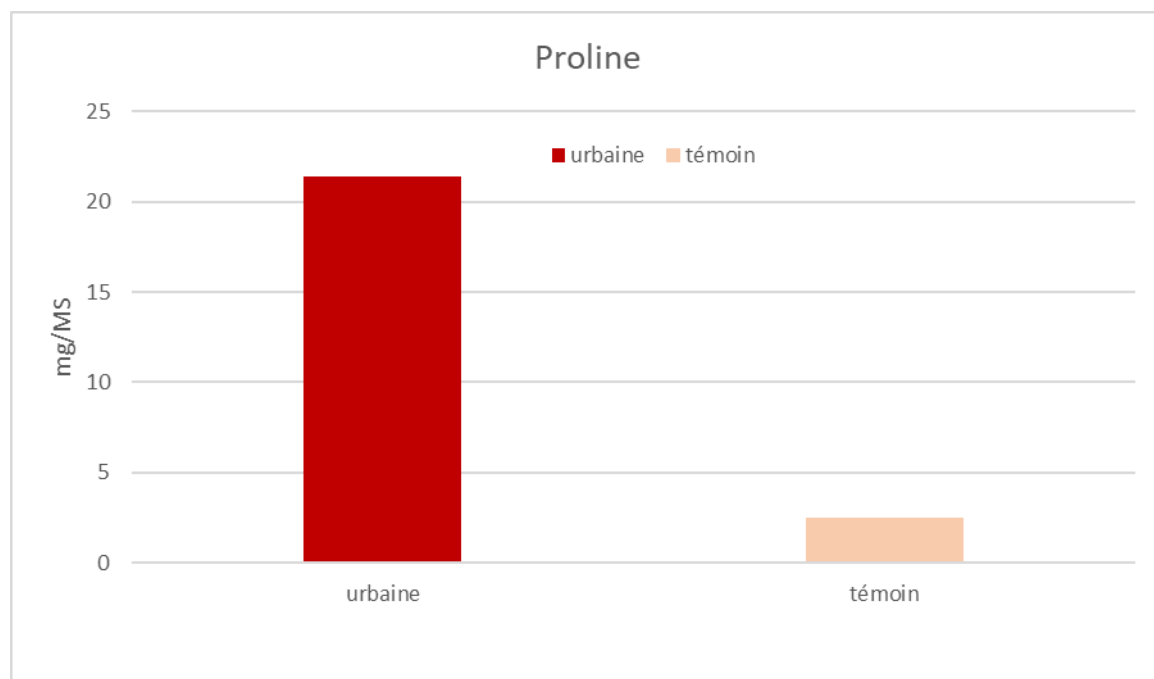


Figure18 : tenures en proline chez l'espèce *Ampelodesmos mauritanicus* dans les deux zones étudiées.

Discussion :

Les résultats obtenus montrent une différence dans les teneurs en chlorophylle entre la zone urbaine (ZU) et la zone témoin (ZT). En effet, les valeurs enregistrées pour la zone urbaine sont significativement plus faibles que celles de la zone témoin. Cette disparité pourrait être liée à plusieurs facteurs environnementaux propres aux zones urbaines, tels que la pollution atmosphérique, la présence de polluants chimiques et le manque d'espaces verts. Ces éléments pourraient affecter négativement la santé des plantes et réduire leur capacité à produire de la chlorophylle. En revanche, la zone témoin, étant moins impactée par ces facteurs de stress environnementaux, présente des teneurs en chlorophylle plus élevées et plus stables. Cela suggère que l'environnement urbain peut avoir un effet délétère sur la santé des plantes et leur capacité à photosynthétiser efficacement. Ces résultats soulignent l'importance de prendre des mesures pour réduire la pollution et améliorer la qualité de l'air et des sols en milieu urbain, afin de favoriser la croissance et la survie des végétaux dans ces environnements fortement urbanisés.

En effet, les plantes urbaines sont souvent exposées à plus de pollution atmosphérique, ce qui peut affecter négativement leur capacité à produire de la chlorophylle, essentielle à la photosynthèse. Une baisse de la chlorophylle conduit à une détérioration des cellules du parenchyme, ce qui entraîne une ouverture anormale des stomates, entraînant une transpiration excessive qui peut

causer des dommages aux plantes telles que les nécroses observées sur les feuilles de la zone urbaine. Par contre, les végétaux implantés dans les zones où l'activité anthropique est pratiquement inexistante ou faible telle que la zone témoin bénéficient généralement d'un air plus propre, favorisant ainsi une production plus importante de chlorophylle (Gunthardt-Goerg et Vollenweider, 2007). Les changements des teneurs en chlorophylle est un indicateur de stress (Naumann et al. 2008). Ainsi, la diminution de la teneur en chlorophylle des feuilles peut servir d'indicateurs relatifs de la vigueur de la plante et la qualité de l'environnement (Carter et Spiering, 2002). Chez les végétaux stressés, les teneurs en chlorophylle foliaire diminuent, changeant ainsi la proportion de pigments absorbant la lumière et affectant l'absorption globale (Zacro-Tejada et al. 2001).

Suite à ces résultats, il est évident que la chlorophylle constitue un bon indicateur de stress de l'impact de la pollution urbaine. Cette pollution a un impact sur l'accumulation de la chlorophylle, ce qui entraîne une baisse du taux de sa biosynthèse, qui est souvent associée à une augmentation des taux de sucres et de proline.

Les sucres solubles chez les plantes sont essentiels pour leur croissance et leur développement. Ces sucres sont produits lors de la photosynthèse, où la lumière du soleil est convertie en énergie chimique. Le principal sucre soluble dans les plantes est le saccharose, mais on trouve également du glucose et du fructose (Mahi et al. 2015).

Les teneurs en sucres solubles sont plus élevées dans la zone urbaine en raison de plusieurs facteurs, notamment la pollution de l'air, le stress environnemental et la présence accrue de dioxyde de carbone. Ces conditions peuvent stimuler la production de sucre chez les plantes pour les aider à résister aux stress environnementaux. Les fortes concentrations enregistrées en sucres solubles indiquent une activation de la dégradation des réserves glucidiques, ce qui suggère une adaptation de la plante aux contraintes de la pollution au risque de provoquer un épuisement des réserves surtout qu'à ce niveau, une baisse des taux en chlorophylle a été remarquée ; cette baisse se traduit par une faible élaboration de la matière organique, principalement les glucides (Alatou, 2020).

Aussi, les fortes teneurs en sucres solubles laissent supposer qu'à ce niveau, la pollution agirait de deux manières différentes : soit qu'elle inhibe l'activité de la dégradation des réserves glucidiques ou que ces espèces ne sont plus en mesure d'élaborer des réserves leurs permettant de s'adapter au climat de pollution, ce qui appuie l'hypothèse de dépérissement que subissent les arbres urbains de la région. Les cellules végétales peuvent adapter leur métabolisme aux conditions de pollution en

dégradant des sucres. Une concentration élevée en sucres suggère un bon métabolisme comme les basses teneurs indiquent un imminent manque (Loretti et al. 2001).

Dans la zone témoin, où les conditions environnementales sont généralement moins perturbées par les activités humaines, les niveaux des sucres solubles sont plus stables et plus faibles en comparaison avec ceux enregistrées en zone urbaine. Cela peut être dû à une exposition moindre aux stress environnementaux et à une concentration de dioxyde de carbone plus faible (Hellman et al. 2000).

Les concentrations en proline enregistrées chez l'espèce étudiée (*Ampelodesmos mauritanicus*) sont plus élevées en zone urbaine qu'en zone témoin. En effet, dans les zones urbaines, la concentration de polluants atmosphériques comme les oxydes d'azote (NOx) est généralement plus élevée en raison de l'activité industrielle et du trafic routier. Les concentrations en proline peuvent varier en fonction de divers facteurs, notamment la pollution atmosphérique, le stress environnemental et la disponibilité des nutriments dans le sol. La proline est un acide aminé qui peut être produit par les plantes en réponse au stress oxydatif causé par la pollution. Ainsi, dans les environnements urbains, les plantes peuvent synthétiser davantage de proline pour se protéger contre les effets néfastes de la pollution, ce qui peut conduire à une concentration plus élevée de proline dans ces zones.

La proline peut servir de source facilement disponible de carbone et d'azote équivalents, durant la restauration du stress. En effet, de nombreux auteurs rapportent que l'accumulation de la proline dans les plantes est la conséquence d'une grande diversité de stress environnementaux (Kishore et al. 2005) y compris celui du stress en milieu urbain (Hare and Cress, 1997 ; Lagriffoul et al. 1998 ; Pavlikova et al. 2008).

Dans les zones témoins, qui sont généralement des zones moins urbanisées ou non exposées à des niveaux élevés de pollution atmosphérique, la concentration de polluants est généralement plus faible. Par conséquent, les plantes dans ces zones peuvent être moins exposées au stress lié à la pollution et produire en réponse moins de proline et de sucres solubles. Nos résultats obtenus sont similaires à ceux enregistrées par (Alatou, 2020) sur quelques espèces d'arbres urbains étudiés à Constantine tels que *Nerium oleander*, *Fraxinus excelsior*, *Eucalyptus globulus*, *Cupressus sempervirens*, *Acacia cyanophylla*, *olea europaea*, *Tamarix gallica* et *Pinus Halepensis Mill.*

Outre son rôle dans le métabolisme primaire en tant que constituant des protéines, la proline est l'un des solutés compatibles le plus fréquemment accumulé en réponse à des contraintes

environnementales variées et joue un rôle important dans la tolérance des plantes (Zhu et al. 2005). La concentration intracellulaire de la proline dépend d'une régulation fine entre sa biosynthèse et sa dégradation. Cependant le rôle exact de la proline et les voies de signalisation impliquées dans la régulation de son métabolisme ne sont pas encore complètement élucidés (Arnault, 2015).

CONCLUSION

Les végétaux sont exposés en continu à de multiples stress qui peuvent être soit d'origine biotique comme les infections par les virus, les bactéries et les champignons, soit abiotiques comme les variations extrêmes de température, de sécheresse et d'inondations. Outre ces stress d'origine naturelle, les plantes subissent d'innombrables agressions d'origine anthropique provenant en partie de la pollution de l'atmosphère et l'urbanisation.

L'objectif de ce travail est de mettre en évidence l'impact de l'urbanisation notamment le trafic routier et l'infrastructure routière sur une espèce (*Ampelodesmos mauritanicus*) implantée le long d'une route nationale où l'action anthropique est jugée intense et une zone témoin éloignée de toutes sources de perturbations anthropiques, en utilisant trois marqueurs biochimiques indicateurs de stress : la chlorophylle, la proline et les sucres solubles.

Les teneurs enregistrées montrent en effet une grande variabilité entre les deux zones :

➤ Les teneurs en Chlorophylle (tot) enregistrées en zone urbaine sont largement plus faibles que celles enregistrées en zone témoin. La chlorophylle peut être affectée par la pollution atmosphérique en milieu urbain, entraînant une diminution de sa concentration.

➤ Les concentrations en proline enregistrées en zone urbaine présentent une grande variation et sont beaucoup plus élevées que celles enregistrées en zone témoin. La proline, un aminoacide impliqué dans la réponse au stress, peut être produite en plus grande quantité dans les plantes urbaines en réponse à des conditions environnementales stressantes.

➤ Les teneurs en sucres solubles enregistrées en zone urbaine sont largement plus élevées que celles enregistrées en zone témoin. En effet, la végétation urbaine montre une accumulation plus élevée de ces composés en réponse au stress quelle subit du trafic routier et de l'infrastructure routière.

Ces conclusions soulignent l'impact du milieu urbain sur la physiologie et le fonctionnement des plantes et mettent en évidence leur capacité à s'adapter aux conditions stressantes.

Pour atténuer les effets néfastes du stress environnemental sur *Ampelodesmos mauritanicus* et d'autres plantes urbaines, des mesures peuvent être mises en place, telles que :

- Réduire les sources de pollution urbaine.
- Augmenter les espaces verts et les zones de végétation.
- Mettre en œuvre des systèmes d'irrigation efficaces pour minimiser le stress hydrique.

- Sensibiliser le public à l'importance de la biodiversité et de la conservation en milieu urbain.

En appliquant ces stratégies, il est possible de créer des environnements urbains plus sains et plus durables, favorisant la survie et le bien-être des plantes urbaines.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

- **Abbassenne F., Bouzerzour H., Hachemi L. 1998.** Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum Desf.*) en zone semi-aride. Ann. Agron. INA. N°18, p.24 -36.
- **Alatou H. 2015.** Viabilité des feuillus de l'arboretum de Draa Naga, Constantine. Mémoire de Master. Université Frères Mentouri- Constantine p 60.
- **ALATO H. 2020.** Utilisation des arbres et des sols des bords de routes comme indicateurs de la pollution métallique : approches physico-chimique, biochimique et écotoxicologique. Doctorat. Université frère Mentouri – constantine p 219.
- Arnon D.I. 1949** Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta Vulgaris. Plant Physiology, 24, 1-15.
- **Ashraf M., FooladM.R. 2007.** Roles of glycinebetaine and proline in improving plant abiotic stress tolerance. Environ. Exp. Bot., 59: 206-216.
- **Banu M.N., Hoque M.A., Watanabe-Sugimoto M., Matsuoka K., Nakamura Y., Shimoishi Y., Murata Y. 2009.** Proline and glycinebetaine induce antioxidant defense gene expression and suppress cell death in cultured tobacco cells under salt stress. Journal of Plant Physiology, 166 (2009), pp. 146-156.
- **Benbelkacem A et Kellou K. 2001.** Évaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) cultivées en Algérie. Options méditerranéennes N° 6, p. 105 -110.
- **Bendarradji L., Hadji N., Kellou K., Benniou R., Brini F. 2016.** Effet du NaCl et PEG 6000 sur le comportement morpho physiologique et biochimique des variétés de blé dur et tendre. Revue Agriculteur, N°1,p.278-286.
- **Benjelloun M., Rais CH., Wahid N., Elghadraoui L., Alaoui Mhamdi M. 2013** Evaluation de la tolérance de *Myrtuscommunis* L. au stress hydrique au stade germinatif. Bulletin de l'institut scientifique, Rabat, section science de la vie, N 35, p.19-26.
- **Bennaceur M., Naily M., Selimi M. 1999.** Effet d'un déficit hydrique, survenant a différents stade de développement du blé sur l'humidité du sol, la physiologie de la plante et sur les composantes du rendement. Médit, N°2/99, P.53-60.
- **Bouchoukh I. 2010.** Comportement écophysologie de deux chénopodiacées des genres Atriplex et Spinacia soumises au stress salin, Mémoire de magister, Ecophysologie et biotechnologie végétale. Univ. Mentouri-Constantine.

- **Bottine D-E. 2011.** Evaluation de l'activité antioxydant et antibactérienne d'une Plante endémique Algérienne *Ampelodesma mauritanica* [en ligne]. Thèse Magister. Annaba: Université Badji Mokhtar, 2011, 90 p Disponible sur: <http://biblio.univ-annaba.dz/wp-content/uploads/2014/12/BOUTINE-Djamel-Eddine .pdf>
- **Carter G-A., Spiering A-B. 2002.** Optimal reflectance, transmittance, and absorptance wavebands and band ratios for the estimation of leaf chlorophyll concentration. *Journal of Environmental Quality*, in press .
- **Charrier G. 2011.** Mécanismes et modélisation de l'acclimatation au gel des arbres : application au noyer *Juglans regia* L. *Sciences agricoles*. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. 203p.
- **Day W., Legg B., French B., Lohnston A., Lawlor D et Jeffers W.1978.** A drought experiment using mobile shelters : The effect of drought on barley yield. *J. Agric. Sci. Camb.* N° 91, p. 599 - 623.
- **Debaeke P., Cabelguenne M., Casals M., Fuech J. 1996.** Élaboration du rendement du blé d'hiver en conditions de déficit hydrique. II. Mise au point et test d'un modèle de simulation de la culture de blé d'hiver en conditions d'alimentation hydrique et azotée variées: *Epie phase-BI*. Elsevier, INRA, *Agronomie: Agronomie and Environnement* N° 16, p. 25 -46.
- **Dielhi, 1975.** *Agriculture générale*. 2eme édition.392p.
- **Djilani S-E.2009.** Antimicrobial Activity of the Butanolic and Methanolic Extracts of *Ampelodesma Mauritanica*. *American-Eurasian Network for Scientific Information (AENSI)* [en ligne]. Vol 3(1): 2009 : p 19-21, ISSN 1995-0772 Disponible sur: <http://www.aensiweb.com/old/anas/2009/19-21.pdf> .
- **Dubois M., Gillesk L., Hamilton J., Reberg A., Smith F. 1956.** Colorimetric method for determination of sugar and related substance analytical, *Chemistry*.Vol 28: 14-15.
- **Elloumi M., Selmi S., Hammami M. 2003.** Agriculture périurbaine dans le Grand Tunis : pression urbaine et stratégies des agriculteurs. In Elloumi M., Jouve A.M. (eds).
- **Gunthardt-Goerg MS., Vollenweider P. 2007.** Linking stress with macroscopic and microscopic leaf response in trees: new diagnostic perspectives. *Environ Pollut* 147:88–467

- **Guo S., Dai s., Singh pk., Wang H., Wang Y., Tan jlh. 2018.** Membran-Bound NAC-Like Transcription Factor OsNTL5 Represses the Flowering in *Oryza sativa*. *Frontiers in Plant Science*. 9.
- **Hare PD., Cress WA. 1997.** Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants. *Plant Growth Regulation* 21, 79–102.
- **Hellmann H., Funk D., Rentsch D., Frommer W-B. 2000.** Hypersensibility of an Arabidopsis sugar signalling mutant toward exogenous proline application. *Plant Physiology* 122: 357-368.
- **Joshi PC., and Swami A. 2007.** Physiological responses of some tree species under roadside automobile pollution stress around city of Haridwar, India. *Environmentalist*. 27: 365-374.
- **Jouve S. 2004.** Etude des Crocodyliformes fini Crétacé-Paléogène du Bassin des Oulad Abdoun (Maroc) et comparaison avec les faunes africaines contemporaines: systématique, phylogénie et paléo-biogéographie. Ph.D. dissertation, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 651 pp.
- **Karp G. 2004.** Biologie cellulaire et moléculaire. De Boeck université. 3rd Eds. 850 p.
- **Kishor PB., Sangam S., Amrutha RN., Sri-Laxmi P., Naidu KR., RKRSS Rao S., Reddy KJ., Theriappan P., and Sreenivasulu N. 2005.** Regulation of proline biosynthesis, degradation, uptake and transport in higher plants: Its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. *Curl. Sci.* 88: 3.
- **Laberche J. C. 2004.** La nutrition de la plante In biologie végétale. Dunod. Zeme(éd) paris; p. 154-163.
- **Lagriffoul A., Mocquot B., Mench M., Vangronsveld J. 1998.** Cadmium toxicity effects on growth, mineral and chlorophyll contents, and activities of stress related enzymes in young maize plants (*Zea mays* L.). *Plant Soil* 200: 241-250.
- **Lambert F., Barbara D., Jean-Robert P., Matthias B., Kaufmann Patrik R., Hutterli Manuel A., Stocker Thomas F., Ruth Urs., Steffensen Jørgen Peder., Maggi Valter M. 2008.** Dust record from the EPICA Dome C ice core, Antarctica, covering 0 to 800 kyr BP. *PANGAEA*, <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.695995>.
- **Lambert O., Pouliquen H., Guilberteau I., L'Hostis M. 2008.** L'Abeille mellifère (*Apis mellifera*) sentinelle de la pollution de l'environnement : étude sur un transect paysager en Pays de Loire. 38ème congrès du Groupe Français des Pesticides, 21-23 mai, Brest (France, 29).

- **Levitt J. 1980.** Responses of to environmental stress. In water radiation, Salt and other stresses. 2nd Ed academic press, New york.
- **Loretti E., De bellis L., Alpi A., Perata P. 2001.** Why and how do plant sensesugars. Annal of botany, 88: 803-812.
- **Mac Kinney G. 1941.** Absorption of light by chlorophyll solution".*Biol. Chem.*, 140, 315-322
- **MahiA., Bedia E-L., TounsiA. 2015.** A new hyperbolic shear deformation theory for bending and free vibration analysis of isotropic, functionally graded, sandwich and chlorophyll content estimation inclosed forest canopies with hyperspectral data.IEEE conditions. J Plant Physiol 164 174–184.
- **Martinelli B. 2008.** Le carrefour centrafricain de la métallurgie du fer en Afrique », Revue Centre-Africaine d’Anthropologie, 1 : « La métallurgie du fer en Centrafrique »,<http://recaa.mmsh.univ-aix.fr/1/Pages/1-1.aspx>
- **Maury P., Langlade N., Grieu P., Rengel D., Sarrafi A., Debaeke P., Vincourt P. 2011.** Écophysiologie et génétique de la tolérance à la sécheresse chez le tournesol. Innovations Agronomiques, N°14. p.123-138.
- **Mazorra, L. M., Nunez, M., Echerarria, E., Coll, F., S'anchez-Blanco, M.J. 2002.** Influence of brassinosteroids and antioxidant enzymes activity in tornato under different temperatures. Plant Biol. 45, 593-596.
- **Merzoud M., Habita Mohamed F.2008.** Elaboration de composite cimentaire à base de diss « Ampelodesma Mauritanica », Afrique SCIENCE [en ligne]. Vol 04(2) : (2008) : p 231 – 245, ISSN 1813-548X. Disponible sur: <http://www.afriquescience.info/docannexe.php?id=1125>
- **Moran E.F., Brondizio E., McCracken S. 2000.** Trajectories of land-use: soils, succession, and crop choice. In: Wood, C. et al (Eds.), Patterns and Process of Land-use and Forest Change in the Amazon. University of Florida Press, Gaines- ville.(2) (PDF) *Effects of Soil Fertility and Land-use on Forest Succession in Amazonia.*
- **Naumann G., Barbosa P., Garrote L., Iglesias A., Vogt J. 2014.** Exploring drought vulnerability in Africa: an indicator based analysis to be used in early warning systemsHydrol. Earth Syst. Sci., 18 (2014), pp. 1591-1604

- **Nemmar M. 1983.** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) évolution des teneurs en proline au cours de cycle de développement. Thèse de Doctorat, ENSAN. p. 142 .
- **Pathak RK., Middeldorp ME., Lau DH. 2015.** Aggressive risk factor reduction study for atrialfibrillation and implications for the outcome of ablation: the ARREST-AF cohort study. *J Am CollCardiol* 2015;64:2222–31.
- **Pavlikova D., Pavlik M., Staszko L., Motyka V., Szakova J., Tlustos P., Balik J. 2008.** Glutamate kinase as a potential biomarker of heavy metal stress in plants.
- **Pepinieres Lepage. 2016.** *AMPELODESMOS mauritanicus* [en ligne]. Disponible sur: <http://www.lepage-vivaces.com/pdfvegecad/100146.pdf>
- **Rasio A., Sorrentino G., Cedola M.C., Pastore D., & Wittner G. 1987.** Osmotic and elastic adjustment of durum wheat leaves under stress conditions. *Genetic Agr.* 41: 427 -
- **Rejskova A., Patkova L., Stodulkova E., Lipavska H. 2007.** The effect of abiotic stresses on carbohydrate status of olive shoots (*Olea europaea* L.) under in vitro conditions. *J Plant Physiol* 164 174–184 .
- **S. Iboukassen.,** *Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) Durand et Schinz. Outil participatif pour la gestion des écosystèmes forestiers et préforestiers du Maghreb [en ligne]. Disponible sur: <http://www.afd-ld.org/~naflo/index.php?lg=fr&rub=fiche&id=600> .
- **Saouib M. 2008.** Effect of coal smoke pollution on the biomass and chlorophyll pigments of *Brassica juncea*. *Ecoprint* 15:1-6.
- **Sayed Y., Mosharraf M., et Ismail M. 2012.** *Water Stress in Plants: Causes, Effects and Responses*, Water Stress, Prof. Ismail Md. MofizurRahman (Ed.), ISBN, p. 978-953-307-9639, In Tech, Available from: <http://www.intechopen.com/books/water-stress/water-stress-inplants-causes-effects-and-responses.2p>
- **T. Durand., Schinz.** *Tela botanica* [en ligne]. Disponible sur: <http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-4179-nomenclature> .
- **Troll W., Lindsley G. 1955.** A photometric method for determination of proline G. *Biol. Chem.* 1955 ; 215 : 655-60.

- **Tsimilli-Michel M., M; pecheux R., J and stresser. 1998.** Vitality and stress adaptation of the symbionts of coral reef and temperate foraminifers probed in hospite dy the flurexence kinties 0-1-1-P ARCHE SCI Geneve. 51: 205. 240 p.
- **Vereyken I., Chupin V., Hoekstra F. A., Smeekens S.C.M.,Kruijff B. 2003.** The effect of fructan on membrane lipid organization and dynamics in the dry state.Biophys. J.
- **Weinman S., Mehul P. 2004.** Toute la biochimie. Dunod.ISBN 978-6-612-47383-8. Vol 1.Sciences sup, ISSN 1636-2217. France.
- **Zarco-Tejada P.J., Miller J. R., Noland T. L., Mohammed G. H., &Sampson P. H. 2001.** Scaling-up and model inversion methods with narrow-band optical indices for chlorophyll content estimation inclosed forest canopies with hyperspectral data.IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing,39, 1491–1507.
- **Zhu X., Gong H., Chen G., Wang S., Zhang C. 2005.** Different solute levels in two spring wheat cultivars induced by progressive field water stress at different developmental stages. Journal of Arid Environments .2005, 62, 1-14.

Année universitaire : 2023-2024

Présenté par : ZERADE Rayene
MEBARKI Med Iskander

Utilisation de *Ampelodesmos mauritanicus* comme indicatrice de stress en milieu urbain : cas de la wilaya de Constantine.

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Protection des Ecosystèmes

Résumé

L'urbanisation croissante a entraîné une série de défis environnementaux pour les végétaux, mettant en lumière la nécessité d'étudier leurs réponses aux stress biotiques et abiotiques. Notre étude se concentre sur une espèce méditerranéenne *Ampelodesmos mauritanicus* et son adaptation aux environnements urbains. La présente étude met en relief l'intérêt de l'utilisation d'une espèce *Ampelodesmos mauritanicus* en raison de sa résilience et de sa présence dans les zones urbaines comme modèle pertinent pour étudier ces interactions avec l'environnement dans lequel elle croît et évaluer le stress qu'elle peut en subir. Pour cela, des échantillons de l'espèce en question ont été prélevés dans deux zones différentes ; une zone urbaine où le trafic routier est jugé intense et une zone témoin éloignée de toutes sources de perturbations anthropiques. Le dosage de trois marqueurs biochimiques révélateurs de stress a été réalisé (chlorophylle, proline et sucres solubles). Les principaux résultats obtenus montrent qu'*Ampelodesmos mauritanicus* présente en milieu urbain subit un stress anthropique comparé à celle de la zone témoin éloignée de toutes sources de perturbations anthropiques. En effet, l'augmentation des teneurs en proline et en sucres solubles ainsi que la diminution des taux en chlorophylle enregistrées en zone urbaine témoignent de ce stress. Ces conclusions soulignent l'impact du milieu urbain sur la physiologie et le fonctionnement des végétaux en mettant en évidence leur capacité à s'adapter aux conditions stressantes.

Mots clés : *Ampelodesmos mauritanicus*, stress abiotique, zone urbaine, Constantine.

Laboratoires de recherche : Laboratoire de Développement et Valorisation des Ressources Phytogénétiques (U Constantine 1 Frères Mentouri).

Membres du jury :

Président : Dr GANA M (MC(B) - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrante : Dr ALATOU H (MC(B) - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Examinatrice : Dr HADJOUJDA N (MC(B) - U Constantine 1 Frères Mentouri).