

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire Salhi Ahmed – NAAMA

Institut des Sciences et de Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



MEMOIRE

En vue de l'obtention du **diplôme de MASTER (Académique)**

En : Séance du Nature et de la Vie

Spécialité : Agro-pastoralisme

Présenté Par : Mlle BENDEBICHE IKRAM

Intitulé

**Essai de germination d'une plante fourragère *Sesbania aculeata*
et suivi de croissance sous l'effet du stress hydrique**

Soutenu, devant le jury composé de :

Président	Dr. BENHAMZA Messaouda	MCB	Centre Universitaire de Naâma
Encadreur	Dr. GUERINE Lakhdar	MCA	Centre Universitaire de Naâma
Examinatrice	Dr. BABOU Fatima Zohra	MAB	Centre Universitaire de Naâma

Session : **Juillet 2021**

Promotion : **2021 / 2022**

REMERCIEMENTS

Je remercie avant tout notre DIEU tout puissant qui m'A comblé de ses bienfaits et m'a donné assez de force pour achever ce travail et de venir au bout de cette formation

Mes sincères remerciements et notre profonde gratitude s'adressent à notre promoteur Dr. GUERINE LAKHDAR, maîtres de conférences A et Chef du département SNV (centre universitaire de Naâma) pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa patience, ses encouragements, ses orientations et ses conseils précieux.

Mes remerciements vont aussi Mme BENHAMZA qui m'a fait l'honneur de présider le jury et au Mme BABOU d'avoir pris sur le temps pour examiner et juger ce travail.

Nombreux sont ceux qui ont contribué d'une façon ou d'un autre à l'aboutissement de ce travail. Mes remerciements vont en particulier à Mr OTHMANI ABDELGHANI.

Que toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de cette thèse en particulier Mme BOUHAFS.S (HCDS) trouve ici l'expression de mon entière gratitude.

Je tiens également à exprimer mes vifs remerciements vont également :

A tout le corps enseignant de Centre universitaire de Naâma particulièrement ceux du département de SNV. Et précisément Mr. NOURI. T pour son aide précieuse.

MERCI

DEDICACE

Grâce à dieu ce mémoire été réalisé je tiens à le dédier:

A ma mère BENDEBICHE FATNA et mon père MAHMOUD les deux êtres les plus cher à mon cœur.

A mes très chers frères : Réda et Abdelghani

A mes sœurs : Zoubida, Nassima, Nour el houda, Amel et Soumia

A ma grand-mère : Bendebiche Dahbia

A la mémoire de mon cousin Bendebiche Mohamed, qu'il repose en paix.

A mes professeurs : GUERINE .L ; BENHAMZA ; BABOU ; NOURI

A toutes mes cousines, et tous les amis avec qui j'ai étudié (Centre université de Naâma)

A tous ceux qui m'aiment.

BENDEBICHE IKRAM

الملخص:

تركز هذه الدراسة على اختبار الانبات ومراقبة النمو وعلى وجه الخصوص على الاستجابة المورفولوجيا لنبات *Sesbania aculeata* تحت ظروف الاجهاد المائي.

سيذكر الملخص الببليوغرافي أولاً خصائص النظام الغذائي العلفي، ثم سيتم تحديد خصائص الأنواع، ثم شرح الإجهاد المائي وتأثيراته على النباتات. سيتم بعد ذلك عرض النتائج ومناقشتها

الهدف العام من هذا العمل هو توفير عناصر الاستجابات المورفولوجيا في نوع من البقوليات العلفية تخضع نبات

لواحدة من الظروف البيئية في البحر الأبيض المتوسط ، وهي الإجهاد المائي. أظهرت النتائج التي تم *Sesbania aculeata*

الحصول عليها انخفاضاً في طول الجزء الهوائي الذي يظهر بمجرد تطبيق الضغط بأطوال 41.5 لكل جرعة تحكم مقارنة بـ

18.96 لكل جرعة 25%. تفاعل جذر النظام خاص تماماً والذي يختلف. مع تباين الإجهاد المائي للبيئة، من خلال تحليل

الاستجابات الفسيولوجية مثل قياس الجزء الجوي والجذر، وسطح الأوراق والجذور على عوامل الماء.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد المائي، السيسبانيا كولياطا، الجزء الهوائي والجذري، عدد الأوراق

Résumé :

Cette présente étude se focalise sur l'essai de germination et de suivi de la croissance, notamment sur la réponse morphologique de *Sesbania aculeata* en conditions de stress hydrique.

La synthèse bibliographique rappellera tout d'abord les caractéristiques de l'alimentation fourragère, puis on définira les caractéristiques de l'espèce, par la suite on exposera le stress hydrique et ses effets sur les plantes. Les résultats seront ensuite exposés et discutés.

L'objectif général de ce travail est de fournir des éléments de réponses morphologiques chez une espèce de légumineuse fourragère *Sesbania aculéate* soumises à l'une des conditions environnementales de la Méditerranée à savoir le stress hydrique. Les résultats obtenus ont montré une diminution de la longueur de la partie aérienne qui s'affiche dès que le stress est

appliqué. Nous avons enregistré une longueur moyenne de 41,5 cm de la partie aérienne chez la dose témoin. Par ailleurs 18,96 cm a été enregistré pour la dose d'irrigation 25%. La réaction du système racinaire est tout à fait particulière et qui varie avec la variation du stress hydrique du milieu, par d'analyser les réponses physiologiques telles que la mesure de la partie aérienne et racinaire, de la surface des feuilles et des racines sur les différents facteurs hydrique.

Mots clés : stress hydrique, *Sesbania aculeata*, partie aérienne et racinaire, nombre de feuille

Summary :

This present study focuses on germination testing and growth monitoring and in particular on the morphological response of *Sesbania aculeata* under water stress conditions.

The bibliographical summary will first of all recall the characteristics of fodder diet, then the characteristics of the species will be defined, then water stress and its effects on plants will be explained. The results will then be presented and discussed.

The general objective of this work is to provide elements of morphological responses in a species of forage legume *Sesbania aculeata* subjected to one of the environmental conditions of the Mediterranean, namely water stress. The results obtained showed a decrease in the length of the aerial part which appears as soon as the stress is applied with lengths of 41.5 per the control dose compared to 18.96 per the 25% dose. The reaction of the system root is quite particular and which varies with the variation of the water stress of the environment, by analyzing the physiological responses such as the measurement of the aerial and root part, of the surface of the leaves and of the roots on the water factors.

Keywords: water stress, *Sesbania aculeata*, aerial and root part, number of leaves.

Sommaire

Remercîment	
Dédicace	
Sommaire	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	4
<i>Partie bibliographique</i>	
<i>Chapitre I Situation de l'alimentation des ruminants en Algérie</i>	
I-1. Le potentiel fourrager en Algérie	8
I-1-1. Les fourrages cultivés	8
I-1-2. Les fourrages naturels	9
a- Les jachères	9
b- Les prairies permanentes et parcours forestiers	9
c-La steppe	10
d-Le Sahara Algérien	11
<i>Chapitre II</i>	
<i>Généralités sur le genre sesbania</i>	
II.1.Présentation du genre Sesbania	14
II.2.Présentation de Sesbania aculeata	14
II.2.1.Distribution	14
II 2.2.Synonymes	14
II.2.3.La description botanique	15
II.2.3.1.partie aérienne	15
II.2.3.1.partie souterrain (racinaire).....	17

II.2.4.Systématique et Classification	17
II.2.5.Écologie de la plante	17
II.2.6.Les usages du la plante	18
II .2.7.Intérêts de la culture	19
II.2.7.1.Intérêt agronomique	19
II.2.7.2. Intérêt alimentaire	20
II.2.7.3. Intérêt économique	20
II.2.7.4. Intérêt médicinal.	20
II.2.8.Cultivation	20
II.2.9.Récolte	20
II.2.10.Ennemis de culture	21

Chapitre III

Effet du stress hydrique sur Sesbania aculeata

III _1_ Définition de stress hydrique	23
III _2_ Effet du stress hydrique sur les plantes	23
III _3_ Effet du stress hydrique sur la germination	25
III _4_ Mécanismes de résistance contre le déficit hydrique	26

Partie expérimentale Chapitre IV Matériels et méthodes

IV-1- Objectif de l'étude	30
IV-2-Le matériel végétal	30
IV-3-Méthodes	31
IV-3-1- Manipulation du matériel végétal	31
a_ Choix les graines	31
IV-3-2- Condition de culture	31
a- Substrat	31
b- semis des graines	32
C_ Irrigation et le semis des graines	33

D_ l'application de l'engrais NPK	34
E_ Transplantation des plants dans les sachets et application du stress hydrique ...	35
IV-4-Les paramètres morphologiques mesurés	38
IV.4.1.-Longueur de la partie aérienne	38
IV.4.2.-Longueur de la partie racinaire	38
IV.4.3.- Le nombre de feuilles par plante	38
IV-5-Le dispositif expérimental	39
IV-6- Présentation des résultats	39
<i>Chapitre V Résultats et discussion</i>	
V-Paramètres morphologiques	43
V.1. Résultats de germination après l'effet de stress hydrique	43
V.2. Effet du stress hydrique sur les échantillons irrigués avec la dose 100% (témoin)	43
V.3. Effet du stress hydrique sur les échantillons irrigués avec la dose 75%	44
V.4. Effet du stress hydrique sur les échantillons irrigués avec la dose 50%	45
V.5. Effet du stress hydrique sur les échantillons de dose (25%)	47
V.7.Comparaison du résultat	48
A_ Nombre des feuilles	48
B_ Longueur des racines et tiges	49
C_ Teneur en eau	50
D_ comparaison de la surface des feuilles et racines	51
E_ Comparaison de la matière minérale des racines et tiges dans les doses d'irrigation	52
E_ Comparaison de la matière organique des racines et tiges dans les doses d'irrigation	53
V.6. Discussion générale	56
Conclusion	58

Référence bibliographique	60
Les sites	64

Liste des tableaux :

Tableau 1: Résultats de germination	43
Tableau 2: Moyennes et résultats de l'analyse des plants irrigués avec la dose 100%(témoin)	44
Tableau 3: Moyennes et résultats de l'analyse des plants irrigués avec la dose 75%	45
Tableau 4: Moyennes et résultats de l'analyse des plants irrigués avec la dose 50%	46
Tableau 5: Moyennes et résultats de l'analyse des plants irrigués avec la dose 25%	47
Tableau 6 : Comparaison de nombre des feuilles dans les doses d'irrigation	48
Tableau 7 : Comparaison de la longueur des racines et tiges dans les doses d'irrigations	49
Tableau 8 : Comparaison de la teneur en eau dans les doses d'irrigation	50
Tableau 9 : Comparaison de la surface des feuilles et racines dans les doses d'irrigation	51
Tableau 10 : Matières minérales des racines et tiges dans les doses d'irrigation...	52
Tableau 11 : Matières organiques des racines et tiges dans les doses d'irrigation	53

Listes des figures :

Figure 1 : Espaces steppiques Algériennes (Nedjraoui Dalila et Bédarni Slimane, Avril 2008)	11
Figure 2 : Carte bioclimatique de l'Algérie selon d'Emberger (ANAT, 2004).....	12
Figure 3 : Feuille de Sesbania (ITDAS.2016).	16
Figure 4 : Fruit de Sesbania (ITDAS.2016).	16
Figure 5 : Fleurs de Sesbania (ITDAS.2016).	16
Figure 6 : Les racines de Sesbania (ITDAS, 2016).	17
Figure 7 : Les graines de Sesbania aculeata	30
Figure 8 : Mesure de 100 graines de Sesbania aculeata	31
Figure 9 : Le substrat utilisé dans le travail	32
Figure 10 : Semis des graines	32
Figure 11 : Quantité d'eau dans chaque alvéole	33
Figure 12 : L'irrigation des graines par 45ml d'eau	33
Figure 13 : Les premiers plants dans (10 à 12) jours	34
Figure 14 : L'application de NPK	35
Figure 15 : L'irrigation avec le NPK	35
Figure 16 : transplantation des semences dans les sacs	36
Figure 17 : Mesure de la quantité d'eau et étude de l'effet du stress hydrique	37
Figure 18 : Les plantes arroser par les doses de stress hydrique	38
Figure 19 : Mesure de la longueur des deux parties (feuille et racine)	39
Figure 20 : Utilisation de logiciel IMAGEJ	40
Figure 21 : Séchage des plants dans l'étuves à 105c° et mise dans le four à moufle à 450c°	41
Figure 22 : Effet du stress hydrique sur le nombre des feuilles des plants Sesbania aculeata	48
Figure 23 : Effet du stress hydrique sur la longueur des racines et tiges dans les plants Sesbania aculeata	49

Figure 24 : Effet du stress hydrique sur le teneur en eau des plants <i>Sesbania aculeata</i>	50
Figure 25 : Effet du stress hydrique sur la surface des feuilles et racines des plants <i>Sesbania aculeata</i>	51
Figure 26 : Effet du stress hydrique sur la matière minérale des racines et tiges des plants <i>Sesbania aculeata</i>	53
Figure 27 : Effet du stress hydrique sur la matière organique des racines et tiges des plants <i>Sesbania aculeata</i>	54
Figure 28 : Photo de <i>Sesbania aculeata</i> après 45 jours de germination.....	55

Liste des abréviations :

Ecocrop : Crop Ecological Requirements Database

% : pourcentage

C° : degré Celsius

CE : Conductivité électrique

Cm : centimètre

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

G /l : Gramme par litre

Gr : gramme

Ha : hiktar

ILDIS : Internationale légume data base and information service

IMAGEJ : logiciel pour mesuré la surface du plant (feuille et racine)

IPTRID : Programme international de technologie et de recherche en irrigation et drainage

IRD : Institut de recherche pour le développement

ITIDAS : Institut technique de développement de l'agronomie saharienne

L.T : Long de la tige

L.R : Long de racine

M : mètre

MADR : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural

Mg : milligramme

MM : Matière minérale

MO : Matière organique

MS : Matière sèche

N.F : Nombre de la feuille

NAS: National Academy of Sciences

NPK: Engrais soluble N .P.K

PF : Poids frais

PS : Poids sèche

S.R : Surface de racine

S.T : Surface de tige

TE : teneur en eau

Unités

Introduction générale

L'alimentation des animaux d'élevage est une problématique multidimensionnelle et récurrente pour les éleveurs. Ils doivent répondre au même temps à plusieurs préoccupations à savoir, satisfaire les besoins nutritionnels d'entretien et de production des animaux, assurer la qualité des produits, optimiser les charges ayant trait à l'alimentation et éviter le gaspillage et la pollution.

En Algérie, selon **Senousis et Behir (2010)**, les terres impliquées dans la production fourragère représentent 40 Millions d'hectares, composés principalement de chaumes de céréales, de la végétation des jachères pâturées et des parcours qui représentent 97,7 % de la surface fourragère totale. Tandis que pour les fourrages cultivés et naturels, ils ne représentent respectivement que 1,95 % et 0,51%.

Les superficies fourragères en Algérie (fourrages cultivés et naturels) sont estimées à environ 1,1 millions d'ha et demeurent insuffisantes, compte tenu des besoins du cheptel (2,1 millions de Bovins, 27, 8 millions d'Ovins, 5,1 millions de Caprins, 354 000 Camelines et 207 000 Equins) (**MADR, 2014**). Rapportées à la superficie utilisée par l'agriculture, elles ne représentent que 2,6 %.

Selon **Houmani (1999) et Issolah (2008)**, le bilan fourrager national enregistre un déficit de quatre milliards d'UF et les surfaces consacrées aux fourrages demeurent faibles par rapport à l'importance de l'élevage notamment bovin. La production fourragère et pastorale est très limitée et représente souvent un frein à l'essor de l'élevage (**Abdelguerfi et Laouar, 1999**).

Du point de vue nutritionnel, un fourrage est caractérisé par sa valeur nutritive et par son ingestibilité. Dans les conditions d'alimentation du cheptel en Algérie et lorsque les

Introduction générale

rations sont calculées, ce qui n'est pas systématique, ce sont les tables françaises (INRA) de composition chimique et de valeur nutritives des fourrages qui sont utilisées.

Les ressources fourragères sont de deux types ; fourrages cultivés et fourrages naturels (spontanés). Les fourrages cultivés en Algérie ont fait l'objet d'un inventaire et de calcul de leur valeur nutritive par (**Chibani et al, 2010 ; Chabaca et Chibani, 2010**). Concernant les fourrages naturels, plusieurs études ont été menées par des équipes de recherche à travers le territoire Algérien. Ces travaux nous renseignent sur un nombre important d'espèces spontanées et couvrant les herbacées, les arbres et les arbustes fourragers assurant l'essentiel de l'alimentation du bovin et du caprin dans les parcours forestiers dans le nord, de l'ovin dans les parcours steppiques et du camelin dans les parcours sahariens.

L'objectif de cette étude a été :

- Essai de germination d'une plante fourragère *Sesbania aculeata* et suivi de la croissance
- L'étude morphologique de *Sesbania aculeata* et effets du stress hydrique

Pour aboutir à cet objectif, le présent travail vient sous forme d'étude consacrée à la connaissance de la germination et le suivi de la croissance de *Sesbania aculeata*

La synthèse bibliographique rappellera tout d'abord les caractéristiques de l'alimentation fourragère, puis on définira les caractéristiques de l'espèce, ensuite on exposera le stress hydrique et ses effets sur les plantes. Puis le matériel végétal et les méthodes utilisées dans l'expérimentation. Les résultats seront ensuite exposés et discutés. Enfin une conclusion ainsi que les perspectives seront dégagées.

Partie bibliographique

Chapitre I :
Situation de l'alimentation des
ruminants en Algérie

L'alimentation représente la partie la plus importante des charges opérationnelles de la production animale, alors que l'aliment fourrager demeure le principal facteur limitant en Algérie, c'est ainsi que les charges ayant trait à l'alimentation sont élevées. L'alimentation des animaux est l'un des postes les plus coûteux d'élevage, variant de 25 à 70 % du coût total de production (**Phocas et al, 2014**).

La production fourragère et pastorale est très limitée et représente souvent un frein à l'essor de l'élevage (**Abdelguerfi et Laouar, 1999**). Ce problème d'alimentation du cheptel se résume à la pauvreté de l'offre fourragère due à la faiblesse des superficies emblavées, au manque d'eau et à la non maîtrise des techniques culturales (**Kadi et Djellal, 2009 ; Belhadia et al, 2013**). Les éleveurs sont alors obligé d'alimenter leur cheptel avec des fourrages de moindre qualité mais surtout d'utiliser les concentrés d'une manière abusive ce qui déprécie la productivité, augmente les coûts de production et présente un risque élevé de troubles métaboliques (**Kadi et al, 2007; Boousebia et al, 2014**)

Selon **Houmani (1999)**, les élevages en Algérie, se caractérisent par l'usage excessif des foins secs et des concentrés au détriment des fourrages verts et de l'ensilage.

I -1. Le potentiel fourrager en Algérie :

L'Algérie couvre une superficie de 23814 100 Ha, avec une SAT de 42 5990 Ha, et une SAU de 424 760 Ha soit 3,84 % de la surface du territoire (**MADR, 2014**). Le potentiel productif agricole est très faible dû à la faiblesse des superficies en terres cultivables.

D'après **Senoussi et Behir (2010)**, les terres impliquées dans la production fourragère représentent 40 Millions d'hectares, composés principalement de chaumes de céréales, de la végétation des jachères pâturées et des parcours qui représentent 97,7 % de la surface fourragère totale. Tandis que pour les fourrages cultivés et naturels, ils ne représentent respectivement que 1,95 % et 0,51%.

Les superficies fourragères, estimées à environ 1 096 768 ha, demeurent insuffisantes, compte tenu des besoins du cheptel (2 049 652 Bovins, 27 807 734 Ovins, 5 129 839 Caprins, 354 465 Camelines et 207 120 Equins) (**MADR 2014**). Rapportées à la superficie utilisée par l'agriculture, elles ne représentent que 2,6 %. Cette surface est constituée de fourrages cultivés et de fourrages non cultivés (naturels).

I -1-1. Les fourrages cultivés :

Les fourrages cultivés occupent environ 18 à 20% de la superficie totale fourragère et sont composés essentiellement, de vesce avoine, qui représente 70% de la surface cultivée; 10% de la surface sont affectés aux céréales (orge, avoine, seigle) (**Abdelguerfi, 1987**).

I -1-2. Les fourrages naturels :

Les superficies occupées par les fourrages non cultivés, sont beaucoup plus importantes, elles représentent 82 à 88% de la surface fourragère (**Abdelguerfi, 1987**), et constituent l'essentiel des apports fourragers. Selon le même auteur, ils sont fournis par : les jachères fauchées ou pâturées, qui constituent les prairies temporaires annuelles; les prairies permanentes; les parcours forestiers; et les ressources pastorales steppiques.

a- Les jachères :

La jachère constitue une partie intégrante des systèmes de production céréales ovins de la zone semi-aride, caractérisée par des sols fragiles et une pluviométrie limitante. D'après **Abbas et Abdelguerfi (2005)**, la part de la jachère travaillée diminue alors que celle de la jachère pâturée augmente et représenterait 9% de l'offre fourragère totale.

b- Les prairies permanentes et parcours forestiers :

- Les surfaces des pacages et parcours ont nettement régressé, les prairies naturelles, selon leur situation écologique, ont été reconverties en: céréales, vesce avoine, arboriculture, et cultures maraîchères. Avec le partage des terres étatiques, le processus de défrichement s'est accéléré, et les cultures rentables ont pris place (plasticulture, arboriculture...) (**Laouar et al, 1997**).

- Quant aux parcours forestiers, ils ont régressé avec la réduction des surfaces boisées, ces dernières ont diminué d'un million d'hectare entre 1955 et 1997 (**Bédrani, 2002**). Le patrimoine forestier s'étale sur une superficie de 4 149 400 Hectares dont deux millions sont composés de forêts dans un état de dégradation très avancé, du aux

effets conjugués des incendies, du défrichement et des pacages ainsi que d'attaque de parasites (**Bensouiah, 2004**).

c-La steppe :

Durant des siècles, la steppe Algérienne a été exploitée par des tribus nomades qui vivaient de l'élevage pastoral transhumant de petits ruminants. Selon **Bencherif (2011)**, l'exploitation collective et régulée des parcours a laissé place à un mode d'exploitation familial concurrentiel. Et d'après le même auteur, pour répondre à une demande croissante de viande ovine, avec l'accroissement démographique, les éleveurs ont accru leur troupeaux, étendus la céréaliculture fourragère motorisée et surchargés les parcours qui ont été dégradés. Selon **Senoussi et al (2011)**, les labours s'étendent et les parcours sont systématiquement défrichés favorisant l'extension du phénomène de désertification en fragilisant l'écosystème steppique.

La steppe est située entre l'Atlas Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud et couvre une superficie globale de 20 millions d'hectares (**Figure 1**).

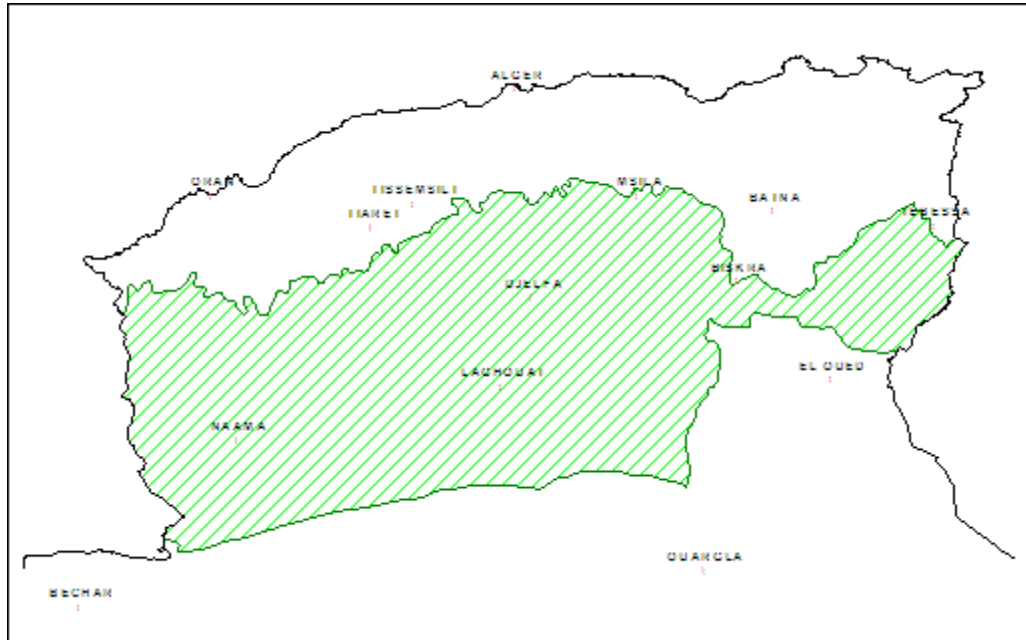


Figure 1 : Espaces steppiques Algériens (Nedjraoui Dalila et Bédarni Slimane, Avril 2008)

d-Le Sahara Algérien :

Le Sahara Algérien occupe plus de 80% de la surface totale du pays (**Figure2**), c'est un immense réservoir, naturel, culturel et historique jouant un rôle primordial dans l'activité économique du pays (**Chahma, 2011**).

L'élevage camelin, conduit d'une façon extensive, se base sur l'exploitation des parcours sahariens, c'est d'ailleurs la seule espèce d'élevage capable de valoriser ces très vastes espaces, très maigres et très contraignants (**Chahma et al, 2008**). Et selon les mêmes auteurs, malgré l'irrégularité du couvert éphémère, il reste très appréciable et très recherché par les camelidés et représente la principale ressource fourragère des parcours sahariens pour les petits ruminants (notamment les caprins) exploitant ces parcours.

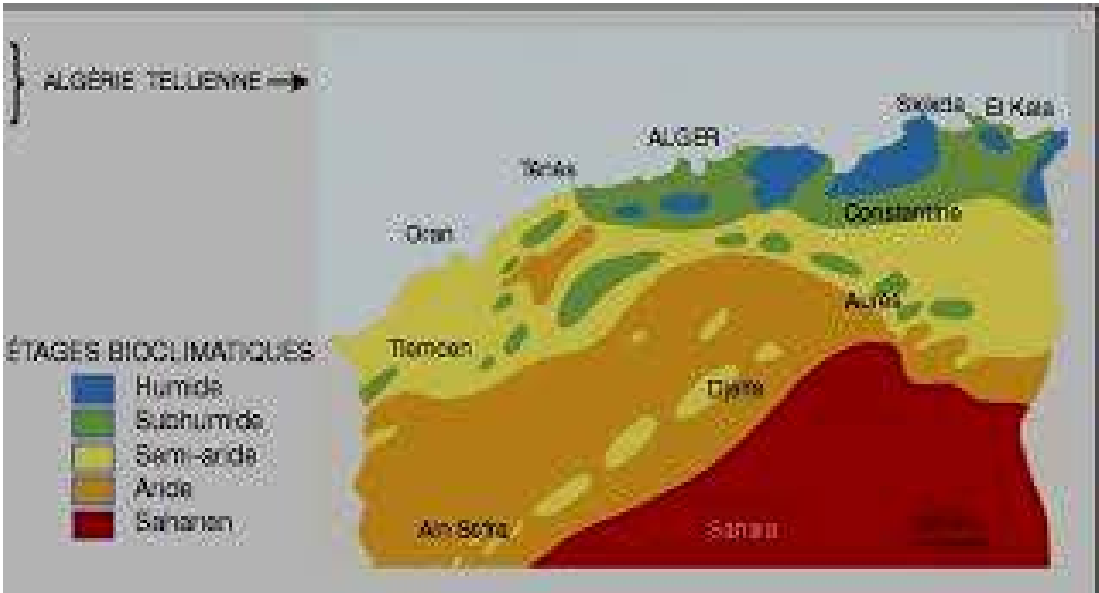


Figure 2 : Carte bioclimatique de l'Algérie selon d'Emberger (ANAT, 2004).

Chapitre II :

Généralités sur *Sesbania aculeata* :

II.1.Présentation du genre *Sesbania*

Sesbania est une espèce de plantes à fleurs de la famille des pois. Les fabacées ou légumineuses sont une troisième plus grande famille de plantes à fleurs, communément appelée famille des légumineuses, famille des pois, famille des haricots ou famille des légumineuses. Le nom 'Fabaceae' vient du genre défunt *Faba*. Cinquante espèces de *Sesbania* ont été décrites dans les régions tropicales et subtropicales du monde (Char, 1983).

II.2.Présentation de *Sesbania aculeata*

Sesbania bispinosa est un arbuste, annuelle à croissance rapide qui peut produire du bois de chauffage en seulement 6 mois. Il peut être utilisé comme culture de rotation pour cultiver du carburant ainsi que fertiliser le sol en préparation pour les cultures vivrières. (NAS, 1980).

II.2.1.Distribution

Originnaire du nord de l'Inde, du Pakistan, de la Chine, du Sri Lanka et de l'Afrique tropicale, cette culture est cosmopolite dans les tropiques de l'Ancien Monde et a été introduite dans le sud des États-Unis et aux Philippines; une mauvaise herbe commune en Afrique tropicale du Sénégal au Cameroun.

II 2.2.Synonymes

Sesbania aculeata (Willd.)Poir.

Aeschynomene aculeata Shreber.

Aeschynomene bispinosa Jacq.

Sesbania bispinosa (Jacq.) Steud.

Sesbania cannabina (Retz.) Pers. (Orwa et al. 2009).

II.2.3. La description botanique :

Le Sesban épineux (*Sesbania bispinosa* (Jacq.) W. F. Wight) est une légumineuse annuelle à croissance rapide. Il atteint 2-7 m de haut. Il est bien ramifié et les tiges sont assez épaisses. Les feuilles sont pennées et composées de 18 à 55 paires de folioles oblongues. Les folioles mesurent 1,2-2,5 cm de long et 0,3 cm de large. Les inflorescences sont des grappes portant 1 à 12 fleurs tachetées jaunes et violettes. Les fleurs sont auto fertiles, les gousses sont courbes, 25-48 graines. Les graines et l'écorce produisent de la gomme à haute teneur en protéines (Ecocrop, 2010; Orwa et al. 2009; Duke, 1983).

II.2.3.1. partie aérienne :

- Le Sesban épineux est un arbuste polyvalent. Ses tiges fournissent une fibre solide et durable, qui est utilisée dans l'industrie du papier et dans les activités liées à l'eau car elle est considérée comme supérieure à la fibre de jute. Il est cultivé comme engrais vert (Arunin et al. 1987; Orwa et al. 2009).

- Ses feuilles sont utilisées comme fourrage pour les ovins, caprins et bovins. Ils sont également utilisés comme aliments pour volaille en Afrique du Sud (Pugalenthi et al., 2004). Les feuilles peuvent faire de l'ensilage (Orwa et al., 2009) et il est possible de nourrir les bovins avec de la farine de graines de Sesban épineuses (Orwa et al., 2009). Le Sesban épineux donne jusqu'à 12 t de fourrage ou d'engrais vert / ha / an (Prasad, 1993). Il est possible de faire 2 récoltes par an sous les tropiques (Ecocrop, 2010).

- Les graines mûres sont cuites et consommées par les tribus indiennes, Katkharis et Ghonds (**Siddhuraju et al, 1995**). Cependant, les informations nutritionnelles sur le Sesban épineux en tant qu'alimentation humaine sont encore pauvres (**Pugalenthi et al., 2004**). Les rendements moyens en graines varient de 600 kg à 1000 kg / ha (**Ecocrop, 2010**).
- Les graines mélangées à de la farine sont utilisées dans le traitement de la teigne, des maladies de la peau et des plaies (**Orwa et al., 2009**). Des recherches récentes ont indiqué qu'il contenait de grandes quantités de pintoïlle, une substance antidiabétique (**Misra et al., 2004**).



Figure 1 : Feuille de Sesbania (ITDAS.2)



Figure 2 : Fruit de Sesbania (ITDAS.2016).



Figure 3 : Fleurs de Sesbania (ITDAS.2016).

II.2.3.2. Partie souterrain (racinaire)

Les racines sont pivotantes à nodosités.



Figure 4 : Les racines de *Sesbania* (ITDAS, 2016).

II.2.4. Systématique et Classification : (ILDIS, 2014)

Règne : Plantae

Embranchement : Tracheophyta

Classes : Dicotylédone

Familles : Fabacée

Ordre : Fabales

Genre : *Sesbania*

Espèce : *Sesbania aculeata*

II.2.5. Écologie de la plante

Culture adaptée aux zones humides et aux sols lourds, qui ne nécessitent pas beaucoup de préparation. Dans des conditions gorgées d'eau, la tige produit une masse spongieuse d'aérenchyme. Il se développe à des altitudes faibles à moyennes (0–1200 m), le

long des ruisseaux, dans les zones humides ouvertes ou souvent comme mauvaise herbe dans les rizières. Allant des zones subtropicales humides aux zones tropicales sèches à humides de la forêt, le Sesban épineux tolérerait des précipitations annuelles de 5,5 à 22,1 dm (moyenne de 4 cas = 3,4), la température moyenne annuelle de 19,9 à 27,3 ° C (moyenne de 4 cas = 23,8), et un pH de 5,8 à 7,5 (moyenne de 3 cas = 6,9) mais a été cultivé à pH 9,2 (**Duke, 1981a; NAS, 1980**). La salinité et les températures diurnes élevées (36-44 ° C), (**Orwa et al. 2009 ; Arunin et al. 1987 ; Prasad, 1993**).

Le sol *Sesbania bispinosa* est bien adapté aux sols difficiles: il poussera sur les friches salines et alcalines et humides. Presque, les sols gorgés d'eau (les zones De sache restent souvent restant stériles faute de cultures adaptées) (**NAS, 1980**).

II.2.6. Les usages de la plante

Les tiges de *Sesbania bispinosa*, utilisées pour les tiges de tuyaux, fournissent une fibre solide et durable, substituée au chanvre dans la corde, la ficelle, le cordage pour le filet de poisson, les sacs de jute et transformée en un tissu utilisé pour les voiles. Selon **NAS (1980)**, l'usine, avec des fibres similaires à celles du boulot, c'est une nouvelle source potentielle passionnante de produits en papier." La culture est cultivée sous forme d'engrais vert (ajout de 150 kg N / ha), de feuilles pour le fourrage et, en Afrique du Sud, pour l'alimentation des volailles. La plante est consommée en période de famine. Les graines contiennent une gomme de gaur utilisée dans les films pour le dimensionnement des textiles et des produits en papier et pour l'épaississement et la stabilisation des solutions. Cultivée également pour le bois de chauffage, la plante est utilisée pour le contrôle de l'érosion, les haies, les "plantes mères" intercalaires, la fixation de l'azote et les brise-vent. Au Vietnam, il est planté dans les rizières et

récolté pour le bois de chauffage avant la récolte du riz. *Imperata cylindrica* en milieu humide (Duke, 1981; NAS, 1980).

-Médecine populaire

Médicinalement, les graines sont mélangées à de la farine et appliquées à la teigne, à d'autres maladies de la peau et aux blessures (Duke, 1981). Les ayurvédiques considèrent la racine comme alexitérique, anthelminthique, collyre, diurétique et lactagogue. (Kirtikar et Basu, 1975), signalent qu'autour de Las Bela, il est utilisé pour les plaies et que des racines en poudre sont administrées aux victimes de morsures de serpent, provoquant des vomissements et peut-être un remède.

II .2.7.Intérêts de la culture :

II.2.7.1.Intérêt agronomique :

- Utilisée comme engrais vert (amélioration de la structure du sol)
 - Piège à nématodes
 - Une meilleure tolérance aux sels
 - Une croissance rapide lui permettant une avance sur les autres plantes compétitives.
 - Une exigence minimale aux travaux de préparation du sol
- Produit du bois de chauffe
- Produit du fourrage

II.2.7.2. Intérêt alimentaire:

Alimentation animale (fourrage) et Peut être consommé pour l'alimentation humaine (fleurs) et permet d'assurer un affouragement en vert durant la période estivale.

II.2.7.3. Intérêt économique: coût de production réduit.

II.2.7.4. Intérêt médicinal : traitement de certaines maladies de la peau. (ITDAS, 2016).

II.2.8. Cultivation

En Inde, les graines ont été semées en juin – juillet au début de la mousson du Sud-ouest; les semis après septembre produisent une mauvaise production de semences. Dans le sud des États-Unis, les semences sont diffusées après que le sol a été humidifié par les pluies d'avril ou de mai et hersé. En Inde, les graines sont généralement diffusées, mais parfois semées en rangs espacés de 30 cm.

Les semences peuvent être semées ou diffusées à raison de 20 à 60 kg / ha. Une plantation plus épaisse facilite la récolte de petites plantes. La culture croît rapidement et nécessite peu de désherbage. Habituellement, aucun engrais n'est appliqué. En Inde, cultivé soit comme culture principale dans la rotation du riz, soit comme culture frontalière en bordure des rizières. (Duke, 1981).

II.2.9. Récolte

Prêt à couper en septembre ou octobre, mais la fibre ne souffre pas si elle est laissée debout jusqu'à ce que les graines soient mûres en novembre. En Inde, les graines arrivent à maturité en 5 à 5 mois et demi environ; aux États-Unis dans environ 2 mois. Les gousses mûres

ne se brisent normalement pas. En Inde, les gousses sont généralement cueillies à la main et battues en les battant avec des bâtons; cependant, si la cueillette manuelle est retardée au-delà de mars, certaines gousses se brisent. Aux États-Unis, la récolte est récoltée à la machine et en andains, puis battue avec une batteuse à grains ordinaire. Les graines doivent être traitées avec des insecticides avant d'être stockées, car elles sont susceptibles d'être endommagées par les insectes. Les processus de trempage et de nettoyage de la fibre sont similaires à ceux du chanvre solaire (*Crotalaria juncea*). On peut habiller environ 2 kg de fibres par jour (Duke, 1981).

II.2.10. Ennemis de culture

Cette culture est autogame et ne nécessite aucun isolement pour la production de semences pure. Plusieurs nématodes attaquent ce *Sesbania* : *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* et *Trichodorus minor*. Dans le sud des États-Unis, cette culture précède généralement les légumes plantés en automne. Cependant, en raison de l'attaque des nématodes, il n'est pas recommandé pour la culture dans des sols sablonneux avec d'autres cultures sensibles, comme les cucurbitacées. Les charançons et les chenilles attaquent les gousses et les graines stockées. Ceux-ci peuvent être contrôlés avec des insecticides. Les plantes sont attaquées par la plante à fleurs parasites, *Dendrophthoe falcata*.

Chapitre III :

EFFET DU STRESS HYDRIQUE SUR SESBANIA ACULEATA

Chapitre III Effet Du Stress Hydrique Sur Sesbania Aculeata

III _1_ Définition de stress hydrique :

Le stress hydrique a été défini comme une baisse ou un excès de la disponibilité de l'eau dans le milieu d'installation de telle culture, 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 suboptimale des tissus (**Lamaze et al. 1994**).

L'installation d'une sécheresse se manifeste par la combinaison d'une part, de la restriction de la disponibilité en eau du sol et, d'autre part, de l'augmentation de la demande évaporatrice (**Kiani, 2007**).

Le manque d'eau peut se manifester aussi bien dans le sol que dans l'atmosphère (**Veselovsky H., 1985**). Généralement, la sécheresse du sol est lente (**Larcher, 1995**), mais la diminution de l'humidité de l'air peut parfois être rapide (**Yokota et al. 2006**). D'un point de vue physique, le stress hydrique résulte d'un abaissement du potentiel hydrique dans l'air et/ou dans le sol en dessous d'une certaine valeur, dépendant du génotype, du phénotype et des caractéristiques du milieu (type de sol, température, vent) (**Lamaze et al, 1994**).

III _2_ Effet du stress hydrique sur les plantes

Les stress abiotiques, notamment le stress hydrique, limitent sérieusement la croissance des plantes ainsi que la productivité végétale (**Wang et al. 2003**).le déficit hydrique constitue un

Chapitre III Effet Du Stress Hydrique Sur Sesbania Aculeata

important facteur limitant pour la production des cultures céréalière dans les zones arides et semi-arides (**El Mourid et al. 1996**) qui se caractérisent par une forte irrégularité des précipitations (**Boutifirass et al. 1994**).

Le climat méditerranéen est caractérisé par des périodes de sécheresse erratiques imprévisibles, ce qui limite considérablement les productions végétales et celle des céréales en particulier (**Adda et al. 2005**).

Chaque année, les surfaces perdues à cause des stress hydrique et salin varient autour de 20 millions d'ha dans le monde. En Algérie, la rareté et le caractère irrégulier des précipitations (200 à 600 mm/an) peuvent être les facteurs d'une perte partielle ou totale de production, en particulier dans le cas des céréales.

L'effet du stress dépend de son degré, sa durée, le stade de développement de la plante, le génotype et son interaction avec l'environnement (**Yokota et al2006**).

Chez le blé dur, le déficit en eau affect son développement et ralenti son taux de croissance, ceci engendre un faible tallage, une réduction de la surface foliaire (**Legg et al, 1979**), ceci se traduit par réduction de biomasse finale (**Villegas et al. 2001**).

La répercussion du déficit hydrique se traduit par la diminution de la matière sèche durant la période végétative et reproductrice et par conséquent diminue les rendements (**Tanner et Sinclair., 1983**).

Le déficit hydrique n'affecte pas seulement la partie aérienne, mais la partie racinaire prend aussi sa place. La répercussion se traduit par ralentissement de la croissance du

Chapitre III Effet Du Stress Hydrique Sur Sesbania Aculeata

système racinaire (**Benlaribi et al., 1990**). Le blé dur met en place un système racinaire très développé dans le cas d'un déficit hydrique, ce qui a une conséquence sur les produits photosynthèse qui seront détournés la production de grains (**Baldy, 1973**).

Selon **Meyer et Alston (1978)**, le rendement du blé dépend essentiellement à la configuration du système racinaire et la disponibilité en eau.

Le déficit hydrique peut affecter la durée des stades de croissance, en effet la durée du cycle de semis à l'anthèse se raccourcit au fur et à mesure qu'augmente le déficit hydrique, particulièrement le stade de la floraison qui se manifeste par sa diminution (**Garcia Del Moral et al.,2003; Magrin, 1990**).

III _3_ Effet du stress hydrique sur la germination

En absence d'humidité suffisante, la graine même si elle est correctement placée dans le sol, elle n'évolue pas, retardant ainsi, la levée de la culture, et en cas de persistance de sécheresse, la situation peut se traduire par une absence de levée (**Feliachi et al., 2001**).

La sécheresse est l'un de principaux facteurs environnementaux qui affecte grandement la germination des espèces cultivées et réduit leur survie au cours des stades précoces de développement.

Chapitre III Effet Du Stress Hydrique Sur Sesbania Aculeata

Au cours de cette phase, c'est le métabolisme des carbohydrates qui se trouve fortement affecté (**Ingram et al., 1996**), à travers la perturbation du fonctionnement enzymatique impliqué dans ce processus. Il a été démontré que le glyceraldéhyde-3-déshydrogénase cytosolique est fortement induite par le déficit hydrique ce qui est l'origine d'un changement de l'acuité de la glycolyse (**Velasco et al., 1994**).

De nombreux gènes contrôlant le métabolisme des sucres simples sont régulés en amont par les variations de l'hydratation cellulaire. Quoique l'hydrolyse de l'amidon et la libération des sucres réducteurs énergétiques constituent une étape incontournable dans le déroulement de la germination, mais indirectement la disponibilité des carbohydrates pendant cette phase assure un rôle de protection contre le déficit hydrique. Ils constituent les principaux osmolytes impliqués dans l'ajustement osmotique, assurent une protection des macromolécules essentiellement membranaires (**Bray et al. 1989**).

III _4_ Mécanismes de résistance contre le déficit hydrique

Du point de vue agronomique, l'adaptation à la sécheresse est la capacité d'une plante à maintenir un rendement à travers des environnements où les périodes de sécheresse, leurs durées et l'intensité sont fluctuantes.

De ce fait, une réflexion sur les stratégies à entreprendre pour comprendre les mécanismes mis en jeu par les plantes afin de s'adapter aux conditions de l'environnement et de maintenir leur croissance et leur productivité s'impose (**Hassani et al., 2008**).

Chapitre III Effet Du Stress Hydrique Sur Sesbania Aculeata

Plusieurs études ont montré que, lors d'un déficit hydrique, les plantes adoptent des stratégies d'adaptation qui diffèrent d'une espèce à une autre et qui font intervenir une large combinaison de facteurs morphologiques, physiologiques et biochimiques (**Zerrad et al., 2008 ; El Fakhri et al., 2010 ; Hayak et al., 2000**).

Turner (1986) a classé les mécanismes d'adaptation à la sécheresse :

✓ L'esquive permet à certains génotypes d'échapper au stress en accomplissant leur cycle de développement en dehors des périodes de sécheresse. Ce phénomène est largement expliqué par la phénologie.

Mais la sécheresse est imprévisible et les plantes sont forcément confrontées au stress une année ou l'autre.

✓ Certains caractères d'adaptation, inductibles, permettent une tolérance avec maintien du potentiel hydrique foliaire ou évitement (système racinaire développé, réduction de la surface foliaire, présence de cires à la surface des feuilles, enroulement foliaire).

Lorsque le potentiel hydrique foliaire est réduit, certaines plantes sont capables de maintenir leur turgescence cellulaire par ajustement osmotique (AO) (**Turner et Jones, 1980**).

L'ajustement osmotique joue un rôle primordial dans la résistance ou la tolérance de la plante à la contrainte hydrique (MUNNS et al, 2006). L'ajustement osmotique apparaît aujourd'hui comme un mécanisme majeur d'adaptation à la sécheresse. L'intérêt croissant qui lui est porté est lié à différents facteurs (maintien de la turgescence et de la croissance) (**Boyer, 1985**), retardement de l'enroulement et de la sénescence foliaire, régulation

Chapitre III Effet Du Stress Hydrique Sur Sesbania Aculeata

stomatique (**Hsiao et al., 1984**), relations avec le comportement agronomique (relation entre capacité d'ajustement osmotique et rendement en grains sous stress hydrique) (**Morgan et al., 1986**).

En effet, pour maintenir la balance de la force osmotique, après la chute du potentiel hydrique causée par le stress hydrique (**El Mourid, 1988 ; Casals, 1996**), les plantes accumulent un certain nombre d'osmotocums tel que la proline, les carbohydrates et la betaine (**WanGet al., 2003**) qui en association avec d'autres facteurs tels que la réduction de la transpiration par la fermeture des stomates et la réduction de la surface foliaire (**Bouzoubaa et al., 2001**), permettent de garder la turgescence et le volume cytosolique aussi élevé que possible(**Monneveux et Nemmar, 1986 ; Bouzoubaa et al., 2001 ; Wang et al., 2003**).

Cette chute du potentiel hydrique stimule non seulement le phénomène d'osmorégulation mais également l'inhibition (**Zerrad et al., 2008**), ou la synthèse de nouvelles protéines dont les protéines LEA qui assurent une protection de l'ensemble vitale des protéines cellulaires (**David et Grongnet, 2001**), et les protéines de choc thermique qui permettent un maintien des structures protéiques et membranaires de la cellule végétale (**Baker et al., 1988**).

Enfin, s'il y a perte de turgescence, il peut y avoir une tolérance à la déshydratation des tissus (**Turner, 1986**).

Partie expérimentale

Chapitre IV :

Matériels et méthodes

IV-1- Objectif de l'étude

Cette étude est réalisée dans le but d'accumuler des informations sur la croissance et le développement d'une plante fourragère dans l'intention de son introduction dans la wilaya de Naâma. Des essais de germination de *Sesbania aculeata* et son suivi de croissance ont été réalisés au sein de la serre du Centre universitaire de Naâma. Nous nous sommes intéressés par la même occasion aux effets du stress hydrique sur *Sesbania aculeata*.

IV-2-Le matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cet essai est constitué des graines de *Sesbania aculeata*. Ces dernières ont été aimablement fournies par le Haut-commissariat au Développement de la steppe (HCDS) de la wilaya de Naâma.



Figure 1 : Les graines de *Sesbania aculeata*

IV-3-Méthodes

IV-3-1- Manipulation du matériel végétal

a_ Choix des graines :

Nous avons choisi 100 graines de *Sesbania aculeata* (**Figure 7**) de même diamètre ainsi ont été pesées (**Figure 8**).



Figure 2 : Mesure de 100 graines de *Sesbania aculeata*

IV-3-2- Conditions de culture

a- Substrat

L'essai a été mené dans laboratoire de département des Sciences de la Nature et de la Vie (SNV) du centre université de Naàma durant le mois d'avril.

Notre travail a commencé par le semis direct des graines dans les alvéoles contenant du terreau.



Figure 3 : Le substrat utilisé dans le travail

b- Semis des graines :

Les graines sont semis dans des alvéoles à une profondeur de 2 cm avec un léger tassement, puis immédiatement arrosées à l'eau distillée.



Figure 4 : Semis des graines



Figure 5 : Quantité d'eau dans chaque alvéole

C_Irrigation et le semis des graines :

Dès le premier jour du semis une irrigation tous les jours a été réalisée afin de garder le substrat humide et favoriser la germination.



Figure 6 : L'irrigation des graines par 45ml d'eau



Figure 7 : Les premiers plants après 10 à 12 jours

D_l'application de l'engrais NPK :

L'application de l'engrais NPK (20/20/20) a débuté le quinzième jour après la germination. Une quantité de 1.5 g a été diluée dans 1 litre d'eau qui servira par la suite pour une irrigation alternée.

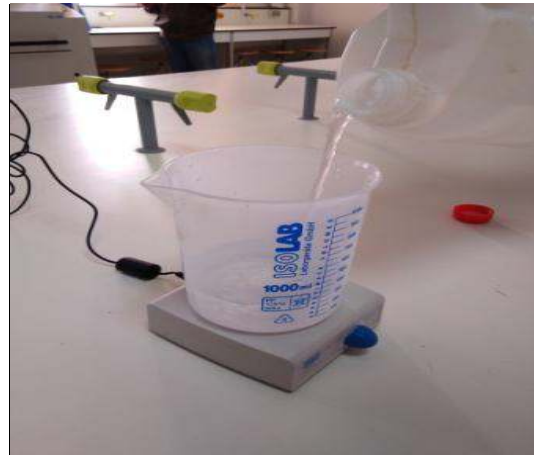


Figure 8 : L'application du NPK



Figure 9 : L'irrigation avec le NPK

E_ Transplantation des plants dans les sachets et application du stress hydrique :

Après 3 semaines qui ont suivi la germination, les jeunes sujets ont été transplantés dans des sacs du plastique. Le mélange utilisé pour la culture contenait 75% du terreau, 15% de matière organique et 10% de sable.

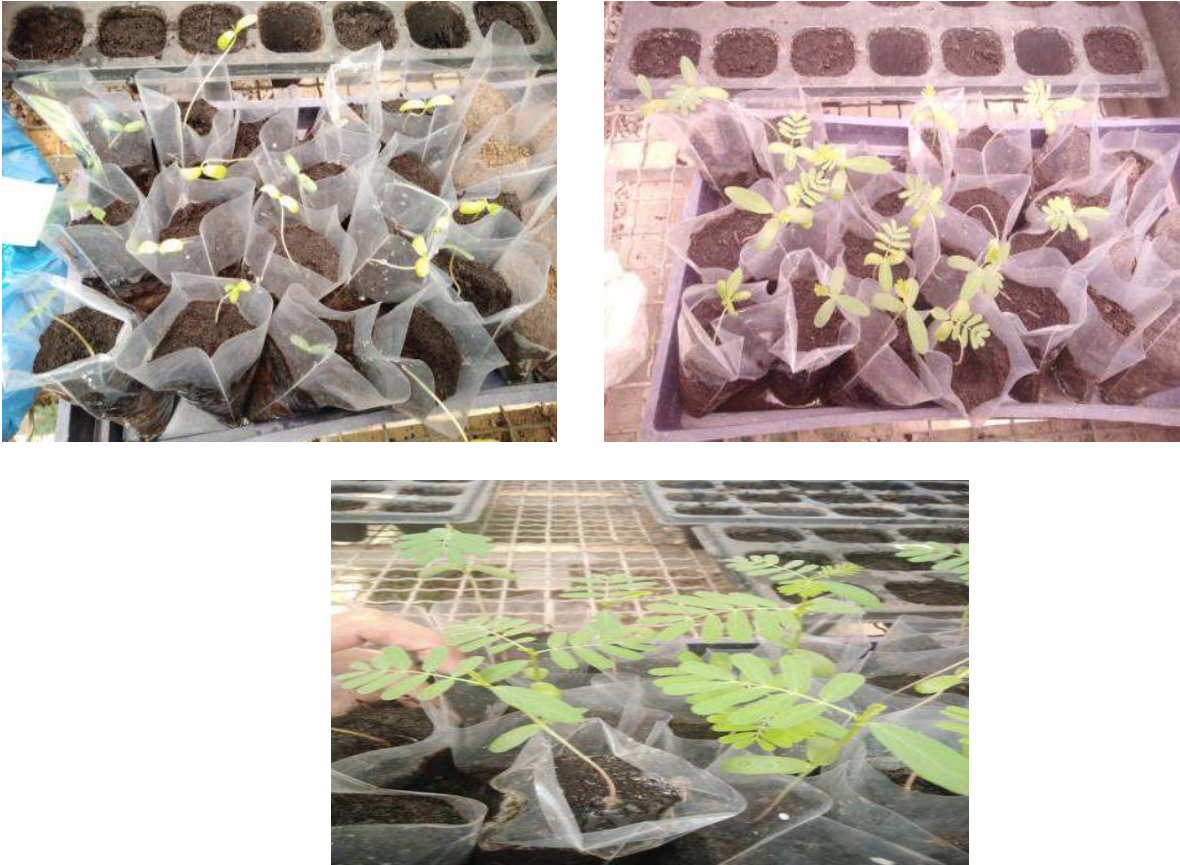


Figure 10 : Transplantation des semences dans les sacs

L'application du stress hydrique a débuté dès l'apparition des vraies feuilles.

Quatre doses d'irrigation ont été appliquées :

- La première dose correspond à une irrigation témoin 100% (72ml)
- La deuxième dose consiste à une irrigation avec une solution d'arrosage de 75% (54ml)

- La troisième dose consiste à une irrigation avec une solution d'arrosage de 50% (36ml)
- La quatrième dose consiste à une irrigation avec une solution d'arrosage de 25% (18ml)



Figure 11 : Mesure de la quantité d'eau et étude de l'effet du stress hydrique



Figure 12 : L'arrosage des sujets de Sesbania par les doses de stress hydrique

IV-4-Les paramètres morphologiques mesurés

IV.4.1.-Longueur de la partie aérienne : correspond à la longueur maximale de la partie aérienne (tige) mesuré avec une règle graduée en centimètre (cm).

IV.4.2.-Longueur de la partie racinaire : Correspond à la longueur maximale des racines mesurées avec une règle graduée en centimètre (cm).

IV.4.3.- Le nombre de feuilles par plante : un comptage du nombre de feuilles par plant a été établi après 21 jours d'application des doses du stress hydrique .



Figure 13 : Mesure de la longueur des deux parties (feuille et racine)

IV-5-Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté dans notre étude est un dispositif en randomisation totale à un facteur étudié (stress hydrique), avec 4 traitements (4 doses d'irrigation). Nous soulignons que l'essai comporte 21 unités expérimentales.

IV-6- Présentation des résultats

Les résultats sont soumis à des comparaisons des facteurs étudiés par les paramètres du stress suivants :

1. scanner les plants étudiés puis le calcul de la surface des feuilles et des racines par l'utilisation du logiciel **IMAGJ**

- Evaluation de la biomasse végétale et matière organique pour chaque échantillon (plant).
Nous avons déterminé le poids frais juste après passage à l'étuve à 105c° pendant 24 h par la suite un passage au four à moufle à 450c° pendant 2h.

$$\text{MO} = \text{MS} - \text{MM}(\text{g})$$

- Teneur en eau des plants : la différence entre le poids frais et le poids sec

$$\text{TE} = (\text{PF} - \text{PS}) * 100 / \text{PF}$$

TE : teneur en eau des plants (en%)

PF : poids frais juste après récolte (en g)

PS : poids sec après séchage à l'étuve (en g)

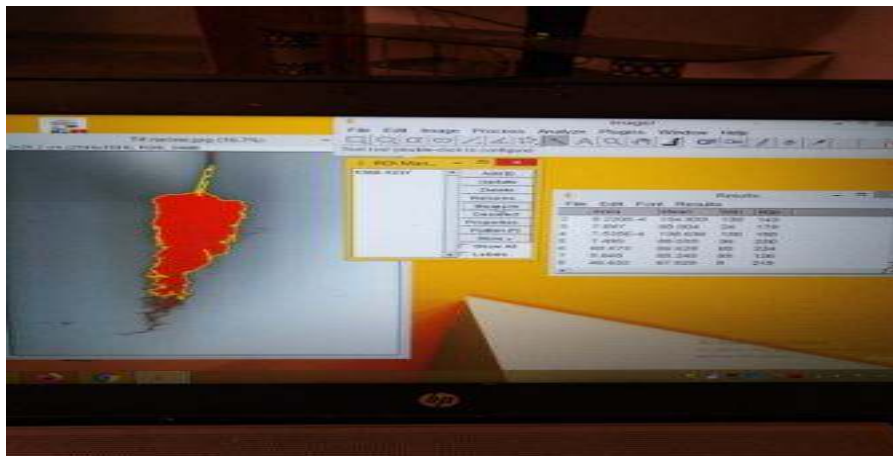


Figure 14 : Utilisation de logiciel IMAGEJ



Figure 15 : Séchage des plants dans l'étuve à 105c° et mise dans le four à moufle à 450c°

Chapitre V :

Résultats & discussion

V-Paramètres morphologique

V.1. Résultats de germination après l'effet de stress hydrique

Les résultats relatifs au taux de germination, la vitesse de germination et le nombre de graines germées sont représentés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1: Résultats de la germination

Semaine	1	2	3	4	5	6	7
Nombre de graine germée	6	12	13	17	19	28	32
Vitesse de germination	6	8	13	15	22	27	30
Taux de germination %	6	12	13	17	19	28	32

V.2. Effet du stress hydrique sur les échantillons irrigués avec la dose 100% (témoin)

Les résultats relatifs aux paramètres morphologiques mesurés et aux paramètres du stress des échantillons témoins sont représentés dans le **Tableau 2**.

Tableau 2: Moyennes et résultats de l'analyse des plants irrigués avec la dose 100%(témoin)

Témoin	1	2	3	4	5	6	Moyenne
N, F	12	10	11	11	13	11	11,33
L, R (cm)	22,5	21,7	31,7	23,5	17,5	22,3	23,2
L, T (cm)	39,7	41,6	43,5	41,4	43,3	39,5	41,5
P, F (gr)	14,5	12,5	13,3	12,4	15,5	14,7	13,81
P, S (gr)	1,7	1,5	1,8	1,8	1,9	1,7	1,73
T, E (%)	88	88	86	85	87	88	87
S, T (cm ²)	7,47	7,89	7,49	5,84	10,4	7,01	7,68
S, R (cm ²)	82,2	75,3	60,6	64,6	76,5	50,3	68,25
M, S tige (gr)	1	1,2	0,8	0,7	1	0,8	0,91
MM tige (gr)	0,29	0,3	0,26	0,27	0,29	0,27	0,28
MO tige (gr)	0,71	0,9	0,54	0,43	0,71	0,53	0,63
MS racine (gr)	0,7	1,3	1	1,1	0,9	0,9	0,98
MM racine (gr)	0,24	0,46	0,32	0,41	0,27	0,26	0,32
MO racine (gr)	0,46	0,84	0,68	0,69	0,63	0,64	0,65

Effet du stress hydrique

Le stress hydrique a induit une diminution notable de la longueur de la partie aérienne et souterraine. En effet, au fur et à mesure que le stress devient sévère, les jeunes plants de *Sesbania aculeata* enregistrent des longueurs plus faibles pendant 45 jours.

V.3. Effet du stress hydrique sur les échantillons irrigués avec la dose 75%

Tableau 3: Moyennes et résultats de l'analyse des plants irrigués avec la dose 75%

La dose (75%)	1	2	3	4	5	Moyenne
N, F	10	12	12	11	10	11
L, R (cm)	26	15	24,5	17	21	20,7
L, T (cm)	40,5	40	40	39	36	39,1
P, F (gr)	10,8	9,1	9,2	9,1	6,7	8,98
P, S (gr)	1,2	1,2	1,3	1,4	1	1,22
T, E (%)	88	86	85	84	85	85,6
S, F (cm ²)	5,43	9,14	5,39	9,44	6,1	7,1
S, R (cm ²)	33,9	30,9	29,73	29,79	39,44	32,752
M, S tige (gr)	0,7	0,6	0,6	0,9	0,6	0,68
MM tige (gr)	0,22	0,23	0,2	0,24	0,2	0,218
MO tige (gr)	0,48	0,37	0,4	0,66	0,4	0,462
MS racine (gr)	0,6	0,5	0,7	0,5	0,4	0,54
MM racine (gr)	0,07	0,24	0,14	0,2	0,08	0,146
MO racine (gr)	0,53	0,26	0,56	0,3	0,32	0,394

Effet du stress hydrique

Les variations enregistrées sur la longueur de la partie racinaire et aérienne et les analyses appliqué sont assez variables selon le niveau du stress appliqué. En effet les plants de Sesbania irrigués avec la dose de 75% (54ml) d'eau accusent des résultats inférieurs que les échantillons irrigués avec la dose 100%.

V.4. Effet du stress hydrique sur les échantillons irrigués avec la dose 50%

Tableau 4: Moyennes et résultats de l'analyse des plants irrigués avec la dose 50%

La dose (50%)	1	2	3	4	5	Moyenne
N, F	10	12	10	12	10	10,8
L, R (cm)	18	16	19	12,5	14	15,9
L, T (cm)	28	27,5	36	29	27	29,5
P, F (gr)	4,3	3,8	4,5	5,6	3,2	4,28
P, S (gr)	1,2	0,9	1,1	0,7	0,7	0,92
T, E (%)	72	76	75	87	78	77,6
S, T (cm ²)	6,3	6,64	6,23	4,58	5,98	5,946
S, R (cm ²)	25,63	36,38	21,54	22,86	19,45	25,172
M, S tige (gr)	0,7	0,6	0,7	0,5	0,4	0,58
MM tige (gr)	0,13	0,8	0,11	0,14	0,9	0,416
MO tige (gr)	0,57	-0,2	0,59	0,36	-0,5	0,164
MS racine (gr)	0,5	0,3	0,4	0,2	0,3	0,34
MM racine (gr)	0,16	0,25	0,21	0,15	0,23	0,2
MO racine (gr)	0,34	0,05	0,19	0,05	0,07	0,14

Effet du stress hydrique

En effet les plants de Sesbania irrigués avec la dose 50% (36ml) d'eau accusent des résultats très faibles. Ces résultats sont confrontés par la comparaison des moyennes réalisées par les autres doses témoin (100%) et 75%.

V.5. Effet du stress hydrique sur les échantillons de dose (25%)

Tableau 5: Moyennes et résultats de l'analyse des plants irrigués avec la dose 25%

La dose (25%)	1	2	3	4	5	Moyen
N, F	9	7	7	8	7	7,6
L, R (cm)	8,5	10	9,4	10	12	9,98
L, T (cm)	22,5	20,5	17,2	17	17,6	18,96
P, F (gr)	3,4	1,8	1,7	1,4	1,6	1,98
P, S (gr)	0,29	0,3	0,33	0,39	0,15	0,292
T, E (%)	91	83	80	72	90	83,2
S, T (cm ²)	3,6	2,9	4,07	1,3	6,2	3,614
S, R (cm ²)	15,37	14,85	9,3	7,54	3,72	10,156
M, S tige (gr)	0,2	0,2	0,25	0,3	0,15	0,22
MM tige (gr)	0,019	0,022	0,02	0,05	0,009	0,024
MO tige (gr)	0,181	0,178	0,23	0,25	0,141	0,196
MS racine (gr)	0,09	0,1	0,08	0,09	0,08	0,088
MM racine (gr)	0,009	0,033	0,01	0,018	0,01	0,016
MO racine (gr)	0,081	0,067	0,07	0,072	0,07	0,072

Effet du stress hydrique

D'une manière générale les niveaux du stress hydrique appliqués ont induit une diminution notable des paramètres étudiés. Les résultats obtenus chez le lot des plants irrigués à 25% sont nettement inférieurs par rapport aux autres doses.

V.7.Comparaison du résultat

A_Nombre des feuilles

Tableau 6 : Comparaison de nombre des feuilles dans les doses d'irrigation

Les doses d'irrigation	Témoin 100%	75%	50%	25%
N.F	11,33	11	10,8	7,6

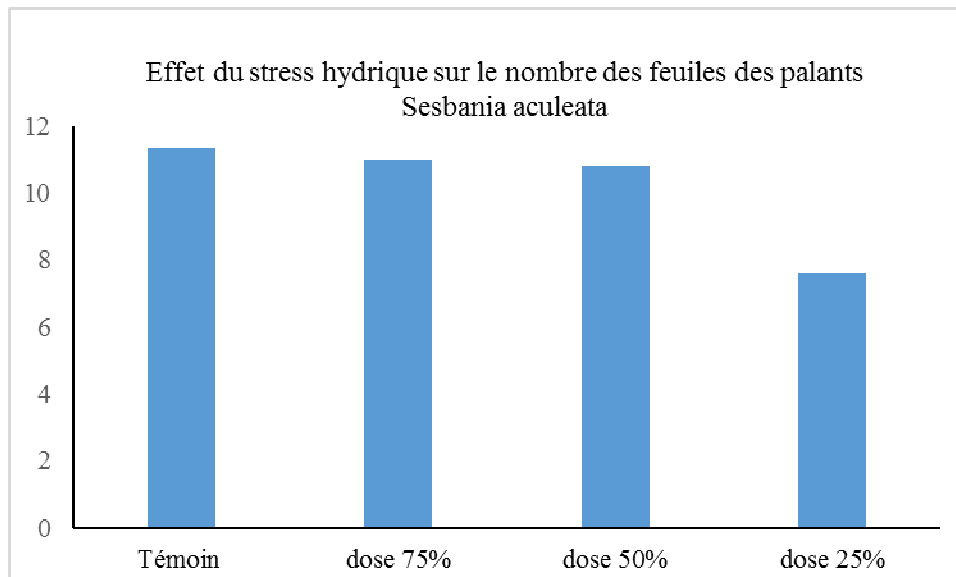


Figure 22 : Effet du stress hydrique sur le nombre des feuilles des plants Sesbania aculeata

Pour les doses 100% 75% et 50% les résultats ne présentent pas d'écarts notables. Cependant les résultats de la dose 25% sont significativement inférieurs.

B_Longeur des racines et tiges

Tableau 7 : Comparaison de la longueur des racines et tiges dans les doses d'irrigation

Les doses	Témoin 100%	75%	50%	25%
L.R	23,2	20,7	15,9	9,98
L.T	41,5	39,1	29,5	18,96

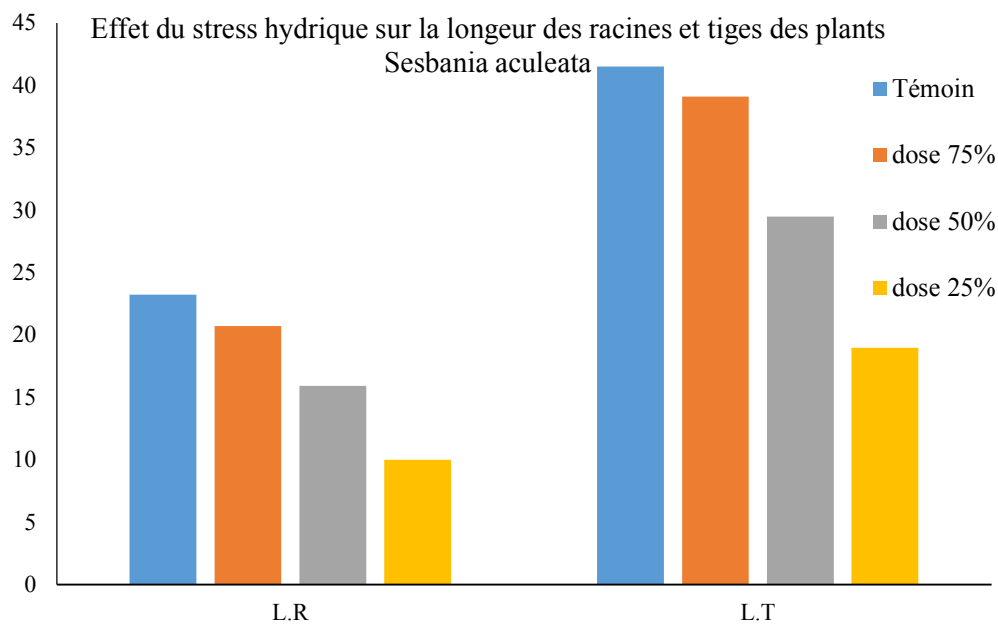


Figure 23 : Effet du stress hydrique sur la longueur des racines et tiges dans les plants Sesbania aculeata

De ce fait les longueurs des tiges les plus élevées sont enregistrées chez les doses 100%(témoin) et 75%, avec des valeurs de l'ordre de 41,5 et 39,1 cm respectivement. Par contre les valeurs les plus faibles sont enregistrées chez les plants évoluant sur les milieux des doses plus faibles 50% et 25% avec des longueurs de 29,5 et 18,96 cm.

Les variations enregistrées sur la longueur de la partie racinaire sont assez variables selon le niveau du stress appliqué. En effet les plants de *Sesbania* irrigués avec les doses 100% ; 75% accusent les longueurs les plus élevées pour des longueurs de 23,2 ; 20,7, suivies par la dose 50% avec une valeur de 15,9cm. Par opposition aux jeunes plants traités avec la dose 25% qui affichent les plus faibles longueurs.

C_Teneur en eau :

Tableau 8 : Comparaison de la teneur en eau dans les doses d'irrigation

Les doses d'irrigation	Témoin 100%	75%	50%	25%
T.E	87	85,6	77,6	82,2

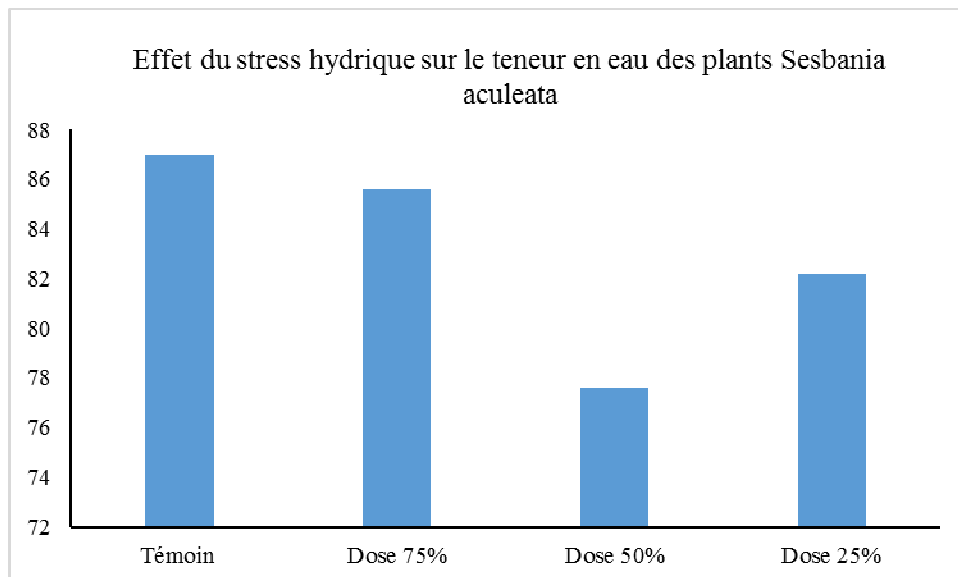


Figure 24 : Effet du stress hydrique sur le teneur en eau des plants *Sesbania aculeata*

Les résultats exprimant le teneur en eau par plant par plant sont donnés dans le **Tableau 8** et sont illustrées par l’histogramme **Figure 24** Une différence très hautement significative a été révélée par l’analyse entre les différents doses hydriques. On constate une nette stimulation du teneur en eau induite par la dose témoin au-delà de cette dose le pourcentage de l’eau diminue avec le niveau de stress appliqué et surtout dans la dose 50%.

D_ comparaison de la surface des feuilles et racines

Tableau 9 : Comparaison de la surface des feuilles et racines dans les doses d'irrigation

Les doses	Témoin 100%	75%	50%	25%
S, F	7,68	7,10	5,95	3,61
S, R	68,25	32,75	25,17	10,16

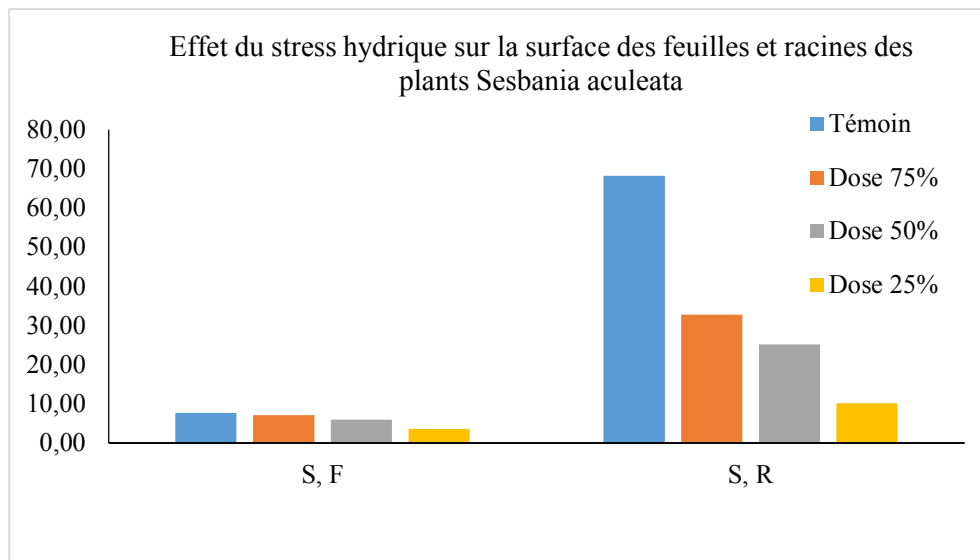


Figure 25 : Effet du stress hydrique sur la surface des feuilles et racines des plants *Sesbania aculeata*

Après avoir scanné les feuilles et racines des plants de *Sesbania aculeata* pour une éventuelle utilisation sous le logiciel **IMAGJ**. Nous remarquons que la surface foliaire chez les

doses : 100% et 75% présentent des résultats plus proches. Par ailleurs une diminution de la surface foliaire des feuilles a été observée chez la dose 50%. Cependant l'effet de la dose 25% a été tangible avec une surface foliaire égale à 3,61 cm².

En ce concerne l'évolution du système racinaire sous l'effet des différentes doses d'irrigation, nous avons remarqué que les sujets de *Sesbania* soumis à la dose 100% d'irrigation présentent des racines plus développées avec une surface moyenne égale à : 68,25 cm². Cette dernière est considérée comme supérieure à celles des différentes doses utilisées. Nous soulignons une allure décroissante de la surface foliaire (32,75 cm²; 25,17 cm²; 10,16 cm²) respectivement chez les doses 75%, 50% et 25%.

E_ Comparaison de la matière minérale des racines et tiges dans les doses d'irrigation

Tableau 10 : Matières minérales des racines et tiges dans les doses d'irrigation

Les doses	Témoin 100%	75%	50%	25%
M.M tige (gr)	0,28	0,21	0,41	0,024
M.M racine (gr)	0,32	0,14	0,2	0,016

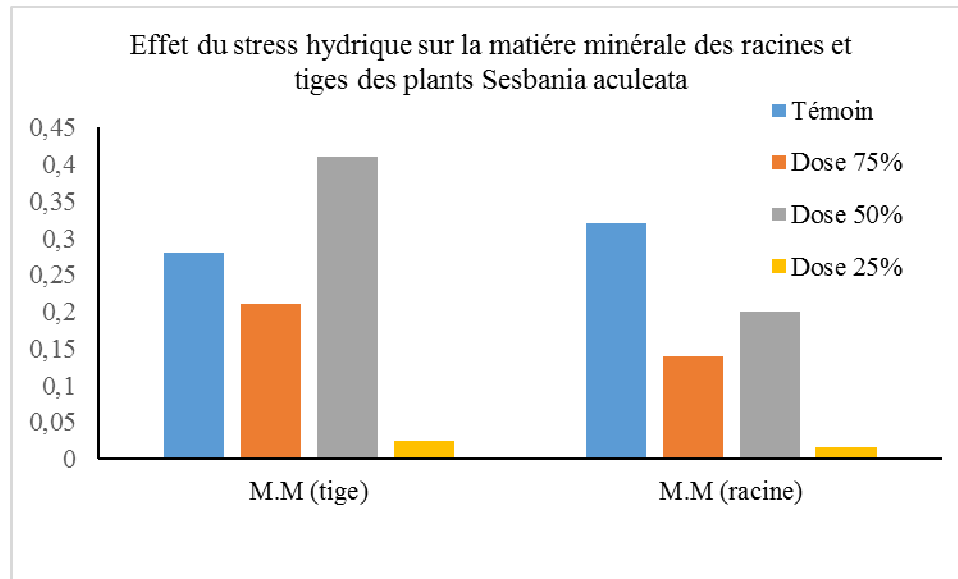


Figure 26 : Effet du stress hydrique sur la matière minérale des racines et tiges des plants *Sesbania aculeata*

Les résultats de la matière minérale au niveau des tiges (Fig.26) présentent des valeurs élevées par rapport à celles calculées pour les racines. Notons bien que les tiges des sujets irrigués avec la dose 50% affichent une valeur moyenne de la matière minérale égale à 0,41 gr.

E_ Comparaison de la matière organique des racines et tiges dans les doses d'irrigation

Tableau 11 : Matières organiques des racines et tiges dans les doses d'irrigation

Les doses	Témoin 100%	75%	50%	25%
M.O tige (gr)	0,63	0,46	0,16	0,19
M.O racine (gr)	0,65	0,39	0,14	0,072

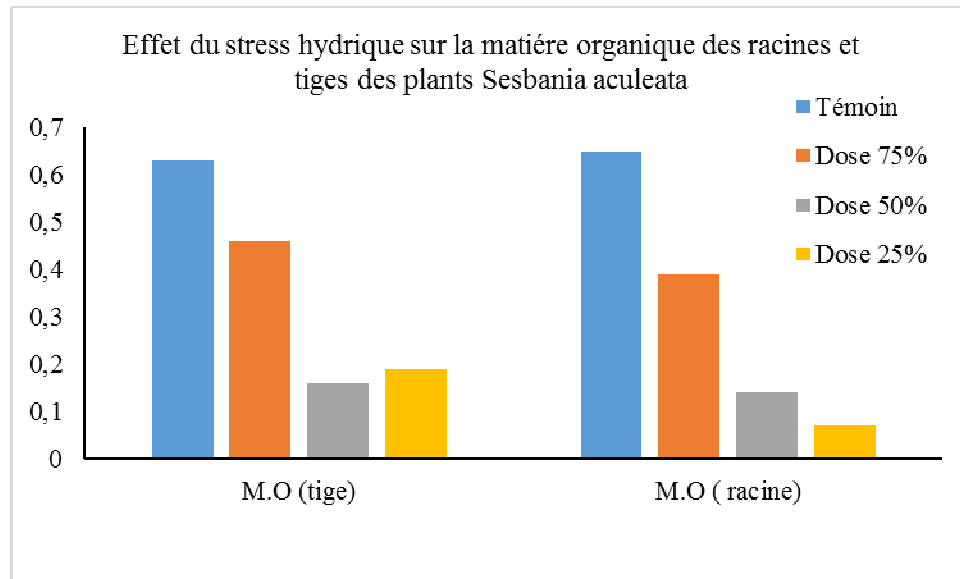


Figure 27 : Effet du stress hydrique sur la matière organique des racines et tiges des plants *Sesbania aculeata*

D'après la figure 27, nous observons une similitude des résultats entre les valeurs enregistrées chez les tiges et les racines des sujets soumis aux doses : 100%, 75% et 50%. Une valeur très faible de la matière organique des racines a été enregistrée chez la dose 25%.



Figure 28 : Photo de *Sesbania aculeata* après 45 jours de germination

V.6. Discussion générale

La diminution de la partie aérienne a été relevée chez un bon nombre de plantes évoluant sous stress hydrique (**Turc et al.1995, Kamaranos et al 1982**) ceci appuie nos résultats : les plants irrigué avec une dose de 25%. Le stress hydrique inhibe la croissance de la partie aérienne par une raison : premièrement à cause du déficit hydrique induit par le traitement d'irrigation

Plusieurs auteurs suggèrent que sous stress hydrique, la diminution de la croissance des organes aériens est attribuable principalement aux effets osmotiques des sels (**Rengel et al., 1992 néanmoins Flowers et al., 1977**). Derniers attribuent cette diminution à un déséquilibre hydrique et/ou nutritionnel. Des voies de signalisation hormonales et non hormonales des racines vers la partie aérienne sont impliquées sous des conditions de fort stress hydrique (**Wilkinson et al. 2012**)

Pour la croissance racinaire nos résultats précisément dans la dose 25% corroborent avec les résultats trouvés chez plusieurs espèces cultivées tels que le piment (**Nieman et al., 1988. Et Chaparzadeh et al, 2004**), et chez le riz (**Khan et Panda, 2007**), un stress hydrique élevé à tendance à ralentir, voire même arrêter la croissance des racines (**Kramer, 1983**) et par conséquent engendre une diminution de la masse racinaire.

Les racines sont en contact direct avec le milieu salin ce qui entraîne un raccourcissement et un épaississement plus accentués (**Cramer et al., 1991**). Un changement de l'architecture racinaire sous stress salin a été rapporté par **Waisel et Breckel (1996)**, ces auteurs remarquent que les racines latérales sont plus affectées que les racines pivotantes, sous l'effet de la salinité, le système racinaire s'oriente vers une croissance verticale plutôt

que latérale (**Sonneveld et Krey, 1999**). Par rapport à la croissance aérienne, les racines sont plus affectées par le stress hydrique.

La diminution du nombre de feuilles sous stress hydrique a été reportée par plusieurs chercheurs sur différentes plantes : chez **Vigniaaconitifolia (Mathur et al., 2006)**, **Raphanussativus (Jamil et al., 2007)**, **Cicer arietinum (Karen et al., 2002)**. L'une des causes de la diminution du nombre de feuilles, car à un niveau élevé de l'effet hydrique la vacuole n'arrive pas à stocker l'excès du sodium, ce qui conduit inévitablement à la mort des cellules (Munns, 2002).

Chez la pomme de terre les cellules foliaires deviennent arrondies et l'espace intercellulaire plus est réduit, le nombre de chloroplastes devient plus faible (**Bruns et Hecht-buchloliz, 1990**). De même le sel diminue la croissance de l'appareil végétatif par la réduction du nombre des feuilles (**Lakhdari, 1986**), réduit la surface foliaire (**Brugnoli & Lauteri, 1991 ; Abdelly et al., 1995**), la teneur des feuilles en chlorophylles(**Gadallah, 1999**), la conductance stomatique (**Brugnoli et Lauteri, 1991**) et le taux de CO₂ assimilé (**Downton et al., 1985**).

Conclusion

L'objectif général de ce travail est de fournir des éléments de réponses morphologiques chez une espèce de légumineuse fourragère *Sesbania aculéata* soumise à l'une des conditions environnementales de la méditerranée à savoir le stress hydrique.

Les résultats obtenus ont montré une diminution de la longueur de la partie aérienne qui s'affiche dès que le stress est appliqué avec une longueur moyenne de 41,5cm (dose témoin) et de 18,96cm pour la dose 25%.

La réaction du système racinaire est tout à fait particulière et qui varie avec la variation du stress hydrique du milieu. Il est primordial de noter les sujets soumis à la dose 100% présente un système particulièrement développé avec une longueur moyenne estimée à 31.7 cm.

Concernant le nombre de feuilles, nous avons constaté que le meilleur résultat est obtenu pour le premier niveau de stress hydrique à savoir 75%. Nous avons observé qu'à partir de 50% la diminution devient significative. Plus la dose d'irrigation diminue plus le nombre de feuilles décroît

Ce travail représente une initiation à la recherche sur des essais et un suivi de germination d'une espèce fourragère à savoir *Sesbania aculeata*. Cette dernière et au vu des résultats obtenus nous pensons que son introduction dans la wilaya de Naâma ne serait que bénéfique. Les tests sur les réponses de *Sesbania* vis-à-vis au stress hydrique étaient concluants et mettent en exergue ' la plasticité de cette plante' pour s'adapter aux conditions climatiques les plus sévères (sécheresse).

Au final nous pouvons émettre quelques propositions dans le cadre de la continuité de cette étude, nous estimons que les points cités ci-dessous soient approfondis :

- D'analyser les réponses physiologiques telles que la mesure de la partie aérienne et racinaire, de la surface des feuilles et des racines sous l'effet combiné du stress hydrique et salin.
- D'analyser le poids de matière minérale et organique, et la teneur d'eau sous l'effet combiné du stress hydrique et salin.
- De tester d'autres espèces appartenant au genre *Sesbania* afin d'exploiter au maximum la diversité génétique existante au niveau de ce genre.

Référence bibliographique

Abbas K., Abdelguerfi A., 2005. Perspectives d'avenir de la jachère pâturée dans les zones céréalières semi-arides. Fourrages ; 184, 533-546.

Abdelguerfi A., Laouar M. 1999. Autoécologie et variabilité de quelques légumineuses d'intérêt fourrager et/ou pastoral. Possibilité de valorisation en région méditerranéenne. Pastagens e Forragens, 20 ; 81-112.

Abdelguerfi A., Laouar M., Abbas K., M' HammediBouzina M., 2008. Les productions fourragères et pastorales en Algérie : situation et possibilités d'amélioration. Agriculture et développement (INVA Alger) ; 6,14-25.

Adda A., Sahnoune M., Kaid-harch M. ET Merah O., 2005. Impact of water deficit intensity on durum wheat seminal roots. C. R. Biologies, 328: 918-927.

Arunin, S. ; Dissataporn, C. ; Anuluxtipan, Y. ; Nana, D., 1987. Potentiel de sesbania comme engrais vert dans les sols rizicoles salins en Thaïlande. In : Engrais vert dans la riziculture. Le rôle des cultures d'engrais vert dans les systèmes de riziculture. Proc. Symb. agriculture durable : 25-29 mai 1987, Institut international de recherche sur le riz.

Belhadia M. A., Yakhlef H., KhelliliA., AichouniA., DjermounA., 2013. Les élevages laitiers en Algérie face à la contrainte alimentaire. Cas des exploitations bovines du périmètre irrigué du Haut Cheliff. Renc. Rech. Ruminants, 20.

Benlaribi M., Monneveux P. et Grignac P., 1990. Etude des caractères d'enracinement et de leur rôle dans l'adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Agronomie, 10: 305-322.

Boutfira M., Karrou M. et El Mourid M., 1994. Irrigation supplémentarité ET variétés de blé dans les zones semi-arides du Maroc.

Référence bibliographique

Bouzzouba Z., El Mourid M., Karrou M. et El Gharous M. 2001. Manuel d'analyse chimique et biochimique des plantes. Eds INRA Maroc.

Char, W.P., (1983) : A revision of the Hawaiian species of *Sesbania* (Leguminosae). M.Sc. thesis, Univ. Of Hawaii, Hawaii, USA.

Chehma A., Bouzegag I., Chehma Y., 2008. Productivité de la phytomasse éphémère des parcours camelins du Sahara septentrional algérien. Fourrages, 194, 253-256.

Chehma, 2011. Le Sahara en Algérie, Situation et Défis. « L'effet du Changement Climatique sur l'élevage et la gestion durable des parcours dans les zones arides et semi-arides du Maghreb » Université KASDI MERBAH - Ouargla- Algérie, du 21 au 24 Novembre

David J.C. et Grongnet J.F. 2001. Les protéines de stress. INRA Prod. Anim., 14(1) : 29-40.

Duke, JA. 1981. Manuel des légumineuses d'importance économique mondiale. Plenum Press, New York, États-Unis, 345 p

El Fakhri M., Mahboub S., Benchkroun M. et Nsarelah N., 2010. Effet du stress hydrique sur les caractéristiques d'enracinement du blé dur (*Triticum Durum* Desf). Revue « Nature et Technologie », 03 : 6-12.

El Mourid M., Karrou M. Et EL Gharous M., 1996. La recherche en aridoculture respectueuse de l'environnement. Al Awamia, 92: 69-81.

Feliachi K., Amroune R. et Khaldoune, 2001. Impact de la sécheresse sur la production des céréales cultivées dans le nord de l'Algérie : céréaliculture N0 35.ED. ITGC. Algérie.

Référence bibliographique

Hassani A., Dellal A., Belkhoudja M. et Kaid-Harche M., 2008. Effets de la salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (*Hordeum vulgare*). *European journal of Scientific Research*. Vol. 23 (1) : 61-69.

Hayak T., Bensalam M., et Zidi E., 2000. Mécanisme ou stratégie de résistance à la sécheresse : cas du blé, de l'orge et du Triticale. *Options Méditerranéennes Zaragoza*, 40 : 287-290.

ILDIS, 2014 ; IILDIS World Database of Legumes (version 12, May 2014). In: *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2016 Annual Checklist*.

Issolah R., 2008. Les fourrages en Algérie : Situation et perspectives de développement et d'amélioration. *Recherches Agronomiques* 22, 34-47.

ITDAS, 2016. Introduction d'une nouvelle culture fourragère dans les régions Sahariennes : *Sesbania aculeata* 23/02/2016.

Karrou M., Haffid R., Smith D.N. et Samir K., 1998. Roots and shoot growth water use and water use efficiency of spring durum wheat under early – season drought. *Agronomie*, 18: 180-186.

Kirtikar, K.R. and Basu, B.D., (1975).In: Blatter, E, Cains, J.F. and Mhaskar, K.S. (Eds) *Medicinal plants. Periodical Experts, VivekVihar New Delhi India* p. 536.

Lamaze T., Tousch D., Sarda X., Grignon C., Depigny-This D., Monneveux P. et Belhassane E., 1994. Résistance de plantes a la sécheresse : mécanismes physiologiques. *Le sélectionneur Français*, 45: 75-85.

Larcher W., 1995. Plant under stress. In, *Physiological Plant Ecology*. 3ème Ed. Springer : 321-448.

Référence bibliographique

Magrin G., 1990. Facteurs de stress agissant sur la production du blé en Argentine. Evaluation de mécanismes d'adaptation à la sécheresse. Thèse. Ing. ENSA Montpellier France.

Meyer W.S. Et Alston A.M., 1978. Resistance to water flow in the seminal roots of wheat. Journ. Exp.Bot.Vol.29 (113).

Misra, L. N. ; Siddiqi, S.A., 2004. Dhaincha (*Sesbania bispinosa*) leaves : A good source of antidiabetic (+)-pinitol. Current Science, 87 (11) : 150.

Monneveux P. et Nemmar M. 1986. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) Et chez le blé dur (*Triticum durum* desf.) : Étude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. Agronomie, 6: 583-590.

Morgan JM., Hare RA. Et Fletcher RJ. 1986. Variation in osmoregulation in bread and durum wheats and its relationship to grain yields in a range of field environments. Aust J Agric Res., 37: 449-57.

Nas, 1980. Cultures de bois de feu: espèces d'arbustes et d'arbres pour la production d'énergie. NAS, Washington DC, États-Unis.

Orwa, C.; Mutua, A.; Kindt, R.; Jamnadass, R.; Anthony, S., 2009. Agroforestry Database : à tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya.

Prasad, M.N.V., 1993. Bioresource potential of *Sesbania bispinosa* (Jacq.) W.F. Wight. Bioresource Technol.

Pugalenthi, M. ; Vadivel, MV ; Gurumoorthi, P. ; Janardhanan, K., 2004. Évaluation nutritionnelle comparative de légumineuses peu connues, *Tamarindus indica*, *Erythrina indica* et *Sesbania bispinosa*. Trop. Subtrop. Agroécosystème., 4 (3) : 107-123.

Siddhuraju, P. ; Vijayakumari, K. ; Janardhanan, K., 1995. Etudes sur les légumineuses sous-exploitées, *Indigofera tinctoria* et *Sesbania bispinosa* : Composition nutritionnelle et facteurs antinutritionnels. Int. J. Food Sci. Nutr., 46 (3) : 195-203.

Référence bibliographique

Tanner C.B. et Sinclair T.R., 1983. Efficient water use in crop production : Research or re-research ? In : Taylor, H.M, Jordan, W.R, Sinclair, T.R. (Eds). Limitations to efficient water Use in Crop Production. American Society of Agronomy Madison WI. : 29-43.

Turner N., 1986. Adaptation to water déficit : a changing perspective. Aust J Plant Physiol., 13:175-190.

Velasco R., Salaminif., et Bartlets D., 1994. Dehydratation and ABA increase mRNA levels and enzyme activity of cytosolic GAPDH in the resurrection plant. Plant mol. Biol., 26: 541-546.

Wang W.X., Brak T., Vinocur B., Shoseyov O. et Altman A., 2003. Abiotic resistance and chaprones : possible physiological role of SP1, a stable and stabilising protein from Populus. In : Vasil IK (Ed), Plant biotechnology 2000 and beyond. Kluwer, Dordrecht : 439-443.

Yokota A., Takahara K. et Akashi K., 2006. Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Springer : 15-39.

Zerrad W., Maataoui B., Hilali S., El Antri S. Et Hmyene A., 2008. Etude comparative des mécanismes biochimiques de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur. Lebanese Science Journal, Vol.9 (2) : 27-36.

Les sites :

Duke, JA. 1983. Manuel des cultures énergétiques. Site Web New CROPS, University Purdue

Ecocrop, 2010. Ecocrop database. FAO