

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master académique

**Domaine:** "Sciences de la Nature et de la Vie"

**Filière:** "Sciences Biologiques"

**Spécialité:** "Amélioration de plantes"

Présenté et soutenu publiquement par

- FATMI Fatima Zohra

**L'effet du stress hydrique sur le comportement  
physiologique et biochimique de la culture de la lentille  
(*Lens culinaris* Medik).**

**JURY:**

Président :	M. ADDA A	Professeur
Promotrice :	M <sup>me</sup> . REZZOUG W	Professeur
Co-Promotrice :	M <sup>me</sup> . TAHIR F	
Examinatrice :	M <sup>me</sup> . SOUALEMI N	Maitre assistant A

Année universitaire: 2016–2017

## *Remerciements :*

*La louange est à Dieu, le Seul et Unique à qui je dois toute mon obéissance et à qui j'adresse mes amples remerciements ;*

*A M<sup>me</sup> REZZOUG W., d'avoir accepté de m'encadrer, pour ces conseils, et ces orientations tout au long de la période de notre étude.*

*A Mr ADDA A. d'avoir accepté de présider mon jury et pour l'aide appréciable.*

*A M<sup>me</sup> SOUALMI N d'avoir accepté d'examiner mon travail , ainsi pour son soutien au niveau de la station*

*Je tiens à remercier bien sincèrement M<sup>me</sup> TAHIR F pour la disponibilité et les conseils fructueux ainsi l'encouragement.*

*Je tiens à remercier Melle BOUZID, qui m'ont beaucoup aidé pour la réalisation de ce travail.*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toute l'équipe du laboratoire biotechnologies et physiologie végétale en particulier Mme MOKHEFI F.*

*Toute ma gratitude à mes collègues de promotion.*

*De peur d'oublier des noms, je remercie tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près pour la réalisation de ce travail.*

## *Dédicace*

**Je dédie ce modeste travail à :**

**Ma très chère et douce Mère, mon très cher Père à qui m'adresse  
au ciel les vœux les ardents pour la conservation de leur santé et  
de leur vie, Qu'Allah vous garder en bonne santé.**

**Pour ma grande famille; sœurs, frères, neveux et nièces pour qui  
je souhaite le meilleur avenir et la meilleure des chances dans la  
vie.**

**Pour mes sœurs d'avoir le meilleur de la santé, et l'amour.**

**Mes frères à devenir des hommes les plus réussis.**

**Mes neveux et nièces d'avoir une vie joyeuse et un avenir brillant  
et à réaliser leurs rêves.**

**Pour tous les amis qui ont été là pour moi à travers mes années  
dans cette Université. Pour les souvenirs que je ne l'oublierai  
jamais. Et je tiens à me remercier, pour essayer mon mieux pour  
ne pas décevoir personne.**

# SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	1
--------------------	---

## *Chapitre I. Synthèse Bibliographique*

---

<b>I- LE STRESS HYDRIQUE.....</b>	<b>2</b>
-----------------------------------	----------

I-1. L'importance de l'eau dans la plante.....	3
I-2. Les effets de déficit hydrique sur la plante .....	3
I-3. Mécanismes d'adaptation des plantes au déficit hydrique .....	4
I-3-1. Potential hydrique bas .....	4
I-3-2. Potential hydrique élevée .....	4
I-3-3. La tolérance .....	5
I-4. Effet des déficits hydriques sur les paramètres physiologiques.....	6
I-4-1. La teneur relative en eau .....	6
I-5. Effet Du Déficit Hydrique Sur Les Paramètres Morphologiques.....	6
I-5.1. Effet du déficit hydrique sur les paramètres biochimiques .....	6
I-5-1.1. Les Sucres solubles.....	6
I-5-1.2. Accumulation de la proline.....	7

<b>II - GENERALITES SUR LA LENTILLE.....</b>	<b>8</b>
--	----------

II-1. Origine :.....	8
II-2. Classification : .....	8
II-3. Description de la plante .....	8
II- 3-1. Système racinaire : .....	9
II-3-2. La tige :.....	9
II- 3-3. La feuille : .....	9
II- 3-4. Les fleurs .....	9
II- 3-5. Les fruits.....	9
II-4. Cycle de la plante ( <i>Lens culinaris</i> Medik.) .....	9
II-5. Exigence de la culture de la lentille .....	10
II-5.1. Température .....	10
II-5.2. Humidité .....	10
II-6. Importance et intérêts nutritionnel du la lentille.....	11

## *Chapitre II. Matériel et méthodes*

---

### **II- MATERIELS ET METHODES**

II- 1- Objectif :.....	12
II- 2- Conditions de réalisation de l'essai .....	12
II- 2-1- Localisation de l'essai :.....	12
II- 2-2- Le matériel végétal utilisé .....	12
II-2-3. Le substrat : .....	12
II-2-4 Le semis : .....	13
II-2-5 Le dispositif expérimental :.....	13
II- 2. Les mesures effectuées .....	14
II-2 -1. Les paramètres physiologiques .....	14
II-2-1-1. La teneur relative en eau .....	14
II-2-1-2. Taux de déperdition d'eau par la feuille excisée RWL .....	14
II-2-2. Les paramètres morphologiques: .....	14
II-2-2-1. Hauteur de la tige :.....	15
II-2-2-2. Surface foliaire : .....	15
II-2-3. Les composantes de rendement :.....	15
II-2-4. Les paramètres biochimiques :.....	15
II-2-4.1. Dosage des sucres solubles :.....	15
II-2-4-.2. Dosage de la proline .....	15

## *Chapitre III. Résultats et discussion*

---

III. RESULTATS .....	17
III-1. Paramètres physiologiques et morphologiques .....	17
III-1-1. La teneur relative en eau .....	17
III-I -2. Le taux de déperdition RWL .....	17
III-1-3. La surface foliaire .....	18
III-1-4. La hauteur des plantes en cm .....	19
III-2. Les composantes de rendement .....	21
III-2-1. Nombre de gousses /Plant .....	21
III-2 -2. Nombre de grains /plant .....	22
III-3. Les paramètres biochimiques .....	23

III-3-1. La Proline .....	23
III-3-2. Les sucres solubles .....	24

DISCUSSIONS GENERALES :

CONCLUSION GENERALE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

## LISTE DES ABREVIATIONS

---

%	: Pourcentage
°C	: Degrés Celsius
CC	: Capacité au champ
cm	: Centimètre
g	: Gramme
HAHT	: Hauteur de la tige
ICARDA	: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas
ITGC	: Institut Technique des Grandes Cultures
mg	: Milligramme
NGR/ P	: Nombre de graine /plante
NGS/P	: Nombre de gousse /plante
NSTR	: Non Stresse
P	: Probabilité
Pf	: Poids frais
Ppt	: Poids en plein turgescence
Pro	: Proline
Ps	: Poids sec
Ptp	: Pois temps
RWL	: Taux de déperdition
S.solu	: Sucre soluble
SF	: Surface foliaire
STR	: Stresse
TRE	: Teneur relative en eau

## LISTE DE TABLEAUX

---

**Tableau 1** : Principales caractéristiques du matériel végétal utilisé

**Tableau 2** : Composition chimique de la nutritive utilisée

**Tableau 3** : Résultats de l'analyse de variance de la teneur relative

**Tableau 4** : Résultats de l'analyse de variance de la RWL

**Tableau 5** : Résultats de l'analyse de variance de la surface foliaire

**Tableau 6** : Résultats de l'analyse de variance de la hauteur

**Tableau 7** : Moyennes des résultats des paramètres morphologiques et physiologiques

**Tableau 8** : Résultats de l'analyse de variance du nombre de gousse /P

**Tableau 9** : Résultats de l'analyse de variance du nombre de grains/P

**Tableau 10** : Moyennes des résultats des composantes de rendement.

**Tableau 11** Résultats de l'analyse de variance de la proline

**Tableau 12** : Résultats de l'analyse de variance des sucres solubles

**Tableau 13** : Moyennes des résultats des paramètres biochimiques

## LISTE DE FIGURES

---

**Figure 1 :** Description de la plante de la Lentille

**Figure 2 :** Dispositif expérimental de l'essai

**Figure 3 :** Représentation graphique des résultats de la TRE

**Figure 4 :** Représentation graphique des résultats de la RWL

**Figure 5 :** Représentation graphique des résultats de la SF

**Figure 6 :** Représentation graphique des résultats de la hauteur

**Figure 7 :** Représentation graphique des résultats du nombre de gousses/plant

**Figure 8 :** Représentation graphique des résultats du nombre de grains/plant

**Figure 9 :** Représentation graphique des résultats du taux de proline

**Figure 3 :** Représentation graphique des résultats de la teneur en sucres solubles

# *Introduction*

---

## INTRODUCTION

Les légumineuses alimentaires et particulièrement la lentille occupent une place primordiale dans l'agriculture mondiale. Les principaux producteurs de la lentille sont le Canada, les USA, l'Australie, la Turquie, l'Inde et la Syrie et les principaux pays importateurs sont l'Espagne, la Colombie, l'Algérie, l'Égypte et le Sri-Lankais.

En Algérie, la production de lentille est très ancienne, elle a connu un essor important durant la période coloniale et la guerre mondiale, à partir des années 2000, la culture a repris une partie de sa place grâce à la politique incitative de l'état.

L'importance accordée à la culture de cette espèce se justifie par sa large utilisation dans l'alimentation humaine. Néanmoins, sa productivité reste faible et notre pays a recours à l'importation de ce produit afin d'atténuer ce déséquilibre ce qui élève la facture d'importation des légumineuses évaluée à 335 millions de dollars (**MADR, DSASI 2012**).

Les faibles productions enregistrées résultent de nombreuses contraintes dont on cite principalement les entraves liées aux pratiques culturales (mauvaises herbes non maîtrisées, insuffisance de moyens de récolte au moment opportun) et à celles dictées par les conditions environnementales dont le stress hydrique reste le principal facteur limitant responsable des brusques variations de rendements. Le stress se produit lorsque l'absorption de l'eau par la plante est inférieure à la demande évaporatoire de l'atmosphère (**ADDA, A, 2013**).

Les zones de production de la lentille se situent dans les plaines intérieures et les hauts plateaux (Mila, Constantine, Guelma, Tiaret, Médéa et Sétif) (**MADR, DSASI 2012**).

Dans ces zones appartenant à l'étage bioclimatique semi aride, la sécheresse de fin de cycle constitue un facteur limitant et déterminant, altérant sérieusement l'élaboration du rendement et par conséquent la productivité de la lentille (**ITGC 2013**).

Afin d'améliorer la productivité de cette espèce, de nombreuses solutions restent à envisager, la lutte contre la sécheresse de fin cycle englobe la pratique de l'irrigation et l'utilisation d'un matériel végétal tolérant l'effet du stress hydrique.

La première solution est difficile à mettre en œuvre, suite à la rareté des ressources hydriques dans les exploitations agricoles donc la solution la plus envisageable est l'utilisation d'un matériel végétal plus tolérant au déficit hydrique dont la détermination nécessite l'étude des critères servant à la création et à la sélection de la variabilité génétique (**in BENHAMOUDA, 2001**).

Les Caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques d'adaptation aux contraintes environnementales ont suscité l'attention de nombreux chercheurs (**HERNANEZ, JA et al, 2000**).

La sélection de plantes tolérantes à la sécheresse apparaît comme l'une des solutions efficaces pour atténuer l'impact de cette contrainte. Cette stratégie repose sur les connaissances des mécanismes impliqués dans la tolérance (**ADDA, 2006**).

La réponse des plantes à la contrainte hydrique par une modification de leurs caractéristiques morphologiques et physiologiques pour maintenir leur statut hydrique à un niveau permettant le maintien des activités vitales de la plante. L'accumulation de composés organiques a été mise en évidence chez de nombreuses espèces varie selon l'espèce, le stade de développement et la sévérité du stress (**HERNANDEZ, JA et al, 2000**).

Le travail réalisé verse dans ce contexte il porte sur une analyse de quelques paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques de quatre génotypes de lentille (*Lens culinaris*, Medik).

Le travail réalisé comprend deux grandes parties partagées chacune en chapitres qui sont :

1 - D'abord une première partie où sont exposées les principales recherches bibliographiques acquises dans ce domaine avec deux principaux chapitres :

- le premier lié au stress hydrique et ses effets sur la plante.
- le deuxième porte sur les généralités concernant la culture de lentille (exigence, cycle de développement,...).

2 - Une seconde partie est destinée à la présentation de la méthodologie adaptée dans notre expérimentation présentée dans le premier chapitre et un deuxième chapitre résumant l'interprétation des résultats obtenus et en dernier une discussion générale et conclusion qui seront présentés dans le dernier chapitre.

# *Chapitre I*

---

## *Synthèse Bibliographique*

## I- LE STRESS HYDRIQUE

### I-1. L'importance de l'eau dans la plantes :

L'eau a un rôle fondamental dans la vie des plantes, dans la mesure où elle conditionne leurs activités physiologiques et métaboliques. Elle est le vecteur des éléments nutritifs de la plante (**Riou, 1993**), et elle constitue la plus grande partie de son poids, les différents organes de la plantes renferment entre 80 et 90% d'eau d'imbibition et cette richesse en eau est variable selon les espèces. (**BETHMONTE, 1980 ; Gâte, 1995 ; LECLERE, 1999**)

### I -2. Les effets de déficit hydrique sur la plante

Le déficit hydrique est un phénomène lié à la réduction d'humidité du sol et à l'augmentation de la demande évaporatrice (**BLUM, 1970**). Le déficit hydrique se traduit rapidement par une réduction de la croissance des plantes (**KRAMER, 1980**), c'est le principal facteur de limitation des rendements chez les céréales (**MONNEVEUX et al. 2001**).

Le déficit hydrique peut être défini comme les situations dans lesquelles le potentiel hydrique et la turgescence de la plante sont assez réduits au point de perturber le déroulement optimal des différentes fonctions (**HSIAO, 1973**).

Sous stress hydrique, la plante perd la capacité d'établir un équilibre entre son bilan hydrique et sa turgescence qui s'annule (**BELOUT, 2000**) ; elle passe de l'état productif à l'état de survie, qui représente sur le plan agronomique le facteur responsable de la réduction des rendements (**BENBELKACEM, 1997**).

L'effet du déficit hydrique dépend de l'espèce, du génotype, de la durée et la sévérité de sa déclaration (**YOKOTA et al. 2006**). L'effet du déficit hydrique sur les composantes de rendement et par conséquent sur le rendement, dépend du stade au cours duquel ce déficit survient (**DEBAEKE et al, 1996**).

La sécheresse réduit la hauteur et le diamètre de la tige, la longueur des entre nœuds, le nombre des feuilles ainsi que la surface foliaire chez les plantes d'une manière générale (**MAY et MILTHORPE 1962, in NEMMAR, 1983**). La sensibilité de la croissance de la surface foliaire à un déficit hydrique modéré peut être considérée comme un mécanisme adaptatif intervenant dans le transfert des assimilés en favorisant la croissance de la racine, améliorant ainsi l'état hydrique de la plante (**FERERES, 1984**)

### I-3. MECANISMES D'ADAPTATION DES PLANTES AU DEFICIT HYDRIQUE

Les végétaux développent de nombreux mécanismes leur permettant non seulement de survivre, mais encore d'atteindre des rendements substantiels quand elles sont soumises à la sécheresse. La plupart de ces mécanismes tendent à éviter les stress hydriques ou à les tolérer (ELJAAFARI *et al.* 1993).

#### I-3-1. Potentiel hydrique bas :

L'esquive permet à la plante de réduire ou d'échapper à la contrainte hydrique grâce à la capacité de réalisation de leur cycle de culture avant la manifestation des stresses. La variabilité génétique pour la longueur de cycle est généralement importante dans les plantes et plus particulièrement chez les espèces à floraison indéterminé (GATE, 1995, ATTIA 2007).

Le rendement de nombreuses variétés a été amélioré grâce au raccourcissement des longueurs de cycle (précocité) et ceci chez pratiquement toutes les espèces cultivées annuelles (TURNER, 2001), chez les légumineuses (SUBBARAO *et al.*, 1995), Le développement phénologique rapide avec une floraison précoce, permet à la plante d'éviter les périodes sèches. Cette stratégie est appliquée aux espèces cultivées en jouant sur la date de semis afin de sélectionner des variétés plus précoces, permettant d'éviter les déficits hydriques de fin de cycle (FUKAI *et al.*, 1995 ; MONNEVEUX, 1997 ; HOPKINS, 2003 ; TRADIEU, 2004)

#### I-3-2. Potentiel hydrique élevé :

Les plantes ont développé deux mécanismes majeurs pour accomplir les périodes sèches, l'évitement du stress hydrique et la tolérance (BLUM, 1998 in ANDRES *et al.*, 1996). La stratégie de l'évitement est la capacité de la plante à maintenir un état hydrique élevée, essentiellement liée, d'une part, à la réduction de la transpiration et d'autre part, à une optimisation de l'absorption d'eau par les racines (BLUM, 2005) Cette tolérance au déficit hydrique interne permet un fonctionnement prolongé de la photosynthèse. Les produits carbonés peuvent alors être utilisés autant pour l'ajustement osmotique que pour la croissance racinaire (KIANI, 2007). En plus, la réduction de la perte en eau par la fermeture stomatique est un moyen d'adaptation des plantes au stress hydrique.

### I-3-3. La tolérance

La tolérance ou la résistance à la sécheresse des plantes cultivées désigne leur aptitude à survivre et se reproduire dans les milieux par des disponibilités en eau limitantes (TURNER, 1976 ; JONES, 1980).

La tolérance à la sécheresse est un mécanisme par lequel les plantes maintiennent un métabolisme régulier malgré une réduction du potentiel hydrique foliaire, le maintien de la turgescence cellulaire consécutive à une diminution du potentiel hydrique et à la baisse du potentiel osmotique (TURNER, 1979 ; BLUM *et al.*, 1983 ; MORGAN, 1983).

La résistance d'une plante à une contrainte du milieu est sa faculté de se développer dans les conditions défavorables (AZZI, 1954). Elle peut être définie, du point de vue physiologique, par sa capacité à survivre et à s'accroître et, du point de vue agronomique, par l'obtention d'un rendement plus élevé que celui des plantes sensibles (MADHAVA RAO *et al.*, 2006 in MOUELLEF, 2010).

D'après ELJAAFARI *et al.* (1993), définissent cette résistance par la capacité d'une plante à produire en condition de déficit hydrique et à maintenir l'intégrité de ses structures et ses fonctions (ALI DIB et MONNEVEUX, 1992).

La meilleure méthode effective pour les plantes de minimiser les effets néfastes de la sécheresse est de caler leur cycle de développement durant la période où les précipitations et la disponibilité en eau dans le sol sont élevées (CHAVES, 1991 in MERAH, 1999).

La tolérance à la sécheresse d'une plante est un phénomène très complexe qui fait intervenir plusieurs caractères, phénologiques, morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires complexes (TARDIEU, 2005, in FAOUZI, 2007). L'expression de différents gènes et l'accumulation de divers osmolytes tels que la proline, les sucres solubles (l'ajustement osmotique) couplés à un système antioxydant efficace sont souvent les principaux mécanismes de tolérance au déficit hydrique. Plusieurs de ces mécanismes ont été caractérisés chez différents plantes (KIANI, 2007). La plante lutte contre la sécheresse, consiste à conserver son eau d'imbibition en équilibrant l'absorption et la transpiration (GATE, 1995).

#### **I.4. EFFET DES DEFICITS HYDRIQUES SUR LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES**

##### **I-4-1. La teneur relative en eau**

Un stress hydrique intense induit une baisse de la teneur relative en eau (SCHONFELD *et al.*, 1988 ; MULLER *et* WHITSITT, 1996) et une réduction des potentiels hydrique et osmotique de la feuille (HAFEEZ-KHAN *et al.*,1993).

#### **I-5. EFFET DU DEFICIT HYDRIQUE SUR LES PARAMETRES MORPHOLOGIQUES**

L'organe extériorisé en premier sous l'effet du déficit hydrique, est le limbe de la feuille, il a le plus souvent une taille réduite visuellement, la feuille se redresse, se replie ou s'enroule selon l'espèce et la variété (GATE, 1995).

La sécheresse réduit la hauteur et le diamètre de la tige, raccourcit les entre-nœuds, réduit le nombre de feuilles et la surface foliaire et augmente le nombre de stomates par unité de surface (GATE, 1995).

##### **I-5.1. Effet du déficit hydrique sur les paramètres biochimiques :**

###### **I-5-1.1. Les Sucres solubles**

D'après BENSARI *et al.* (1990) ; le potentiel osmotique peut être maintenu pour un stress hydrique de faible ou moyenne intensité, par ajustement osmotique. Les sucres peuvent servir de composés solubles compatibles pour cet ajustement osmotique, comme de nombreuses autres molécules (proline, glycine-bétaïne ou pinitol). Ils ont été considérés par plusieurs auteurs comme des bons osmorégulateurs qui peuvent jouer un rôle important dans l'ajustement osmotique et l'adaptation des plantes au stress hydrique. L'accumulation des sucres solubles est un moyen adopté par les plantes en cas de stress, afin de résister aux contraintes du milieu (LORETTI *et al.*, 2001).

###### **I-5-1.2. Accumulation de la proline**

L'accumulation de la proline constitue aussi un véritable mécanisme de tolérance au stress hydrique (SLAMA *et al.*, 2004).

**VENEKAMP et al. (1988) in CHAIB (1998)**, montrent que la proline pourrait avoir un rôle très important dans l'ajustement de métabolisme énergétique, sa synthèse étant très liée au métabolisme des sucres et la respiration.

**OBER et SHARP (1994)**, mentionnent que l'ABA est nécessaire pour l'accumulation de la proline sous faible potentiel.

## II - GENERALITES SUR LA LENTILLE

### II-1. Origine :

La lentille (*Lens culinaris* Medik) est une légumineuse annuelle, membre de la tribu de Viciae, appartenant à la famille des Fabacées et la sous famille des Papilionacée. (Dorin, 2011), connue et utilisée depuis 8000 ans (Peron, 2006). Elle a été cultivée pour la première fois au Proche-Orient et répandue ensuite dans la Méditerranée, en Asie, en Europe et en Amérique latine (Ufuc et al , 2015)

### II-2. Classification :

D'un point de vue taxonomique, la classification classique des lentilles se présente comme suit, (Cokkizgina, 2013 ; Anonyme 1, 2012) :

Règne .....	<i>Plantae</i>
Sous-règne .....	<i>Tracheobionta</i>
Division .....	<i>Magnoliophyta</i>
Classe .....	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe .....	<i>Rodidae</i>
Ordre .....	<i>Fabales</i>
Famille .....	<i>Fabaceae</i>
Genre .....	<i>Lens</i>
Espèce .....	<i>Lens culinaris</i> Medik

### II-3. Description de la plante

C'est une plante herbacée annuelle diploïde (2n=14).

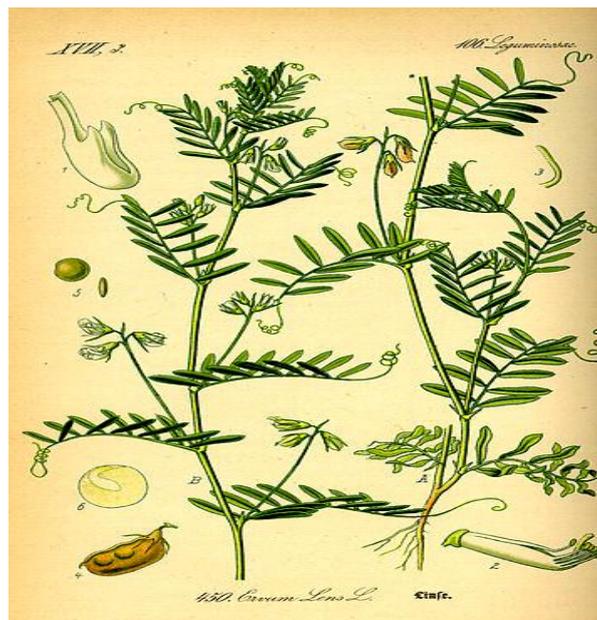


Figure 01 : Description de la plante de la Lentille  
(source : [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

**II- 3-1. Système racinaire :**

Le système racinaire de la lentille se caractérise par rapport à celui des autres plantes par la formation de nodosités (rhizobium) jouant un rôle important dans la fixation de l'azote atmosphérique. (SAIDI et MODARISS, 1989 ; ANANE, 1991 in DALI, 1995 ; HAMOUIA et ABIDOU, 1993).

**II-3-2. La tige :**

La tige de la lentille est mince et peut atteindre une longueur de 30 à 40cm et a une croissance indéfinie, Elle peut présenter des ramifications primaires et secondaires selon les variétés. (ANANE, 1991 in DALI, 1995).

**II- 3-3. La feuille :**

Les feuilles de la lentille sont de type composées alternées, chaque feuille se compose de 5 à 7 folioles (ANANE, 1991), la dernière foliole présente à son extrémité une forme de crochet appelé vrille. (SAIDI et MODARISS, 1989).

**II- 3-4. Les fleurs**

Les fleurs sont de couleur blanches, rougeâtres et parfois mauves ayant une forme de papillon, la fleur se compose de 5 pétales, 5 étamines, un pistil et un calice (Anane, 1991). La reproduction chez la lentille se déroule par une autofécondation (HAMOUIA et ABIDOU, 1995).

**II- 3-5. Les fruits**

Les fruits de la lentille sont des gousses de longueur de 1 à 3cm renfermant 1 à 2 graines rarement, la déhiscence de la gousse se déroule après maturité des graines. Les grains peuvent être ronds, plats ou bombés, la taille et la couleur diffèrent selon les variétés (ANANE, 1991 in DALI, 1995).

**II-4. Cycle de la plante (*Lens culinaris* Medik.)**

D'après HAMADACHE (2014), le cycle de développement de la lentille peut être divisé en trois périodes

### **A-La période vegetative**

Les nœuds permettent durant la période végétative de déterminer le stade de développement de la plante .Le premier et parfois le deuxième nœud sont souvent enfouis dans le sol à partir des quels prennent naissance les premières feuilles. Les feuilles composées de deux folioles se forment par contre à la base du 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> nœud qui se trouvent au dessus de la surface du sol. A partir de 5<sup>e</sup> nœud, les feuilles composées des plusieurs folioles commencent.

### **B- La période reproductrice :**

Elle commence par l'apparition des fleurs .La première fleur de la tige principale est située à l'aisselle du 11e, 12e, ou 13e nœud.

### **C-La période de maturité physiologique et remplissage de grain :**

La maturité physiologique des graines est atteinte quand 50% des feuilles sont devenus jaunes.

## **II-5. Les exigences de la culture de lentille**

### **II-5 -1. Température :**

La lentille est cultivée dans les régions chaudes et tempérées, elle est sensible aux gelées. En effet, une température de +4°C peut causer la mort de la plante mais elle commence à souffrir dès que la température ait atteint 8°C (LEVAL M ,1978).

La Température optimale pour la germination des graines de la lentille est de l'ordre de 15-25°C. (HAMDI, 2011) .

Pour l'accomplissement de son cycle végétatif, de la levée à la maturité, la lentille exige une somme de température de l'ordre de 400°C. Elle craint un excès de chaleur à la maturité (LEVAL M ,1978).

### **II-5-2. L'humidité :**

La lentille préfère les climats secs, elle est sensible à une très faible humidité dans les régions où la pluviométrie est variante entre 250-350mm /an.

Selon (ANGIBOUST, 1978), elle est très sensible aux excès d'eau, surtout à la levée et elle craint la sécheresse pendant la floraison.

#### **II-6. Importance et intérêts nutritionnel du la lentille:**

La lentille est cultivée principalement comme source de nourriture pour la consommation humaine. Les graines de la lentille présentent plusieurs intérêts nutritionnels, parmi ces intérêts on distingue :

Les protéines et d'autres micronutriments. La teneur en potassium des graines de lentille varie de 242 à 290 mg/kg, elle varie de 5.4 à 14.4 g/kg pour le phosphore. Les graines de lentille sont riches en Fer (54 à 505 mg/kg), en Zinc (18 à 330 mg/kg) et en  $\beta$ -carotène (200 mg/kg). La paille de la lentille est importante pour l'alimentation animale ; elle constitue un aliment de bétail fortement apprécié. En effet la teneur en protéines de la paille varie de 5 à 7% et la digestibilité de sa matière sèche varie de 43 à 46 %. Son rôle dans l'équilibre nutritionnel des sols grâce à son pouvoir fixateur de l'azote atmosphérique par l'association symbiotique des racines avec la bactérie *Rhizobium* (IDRISSI et al, 2012) .

# *Chapitre II*

---

## *Matériel et méthodes*

## II- MATERIELS ET METHODES

### II- 1- Objectif :

Notre travail a pour objectif d'évaluer le comportement de 04 variétés de la lentille (*Lens culinaris* Medik), vis –à-vis le stress, à travers l'étude des paramètres physiologiques, morphologiques et biochimiques pour sélectionner les variétés les plus tolérantes à la sécheresse.

### II- 2- Conditions de réalisation de l'essai

#### II- 2-1- Localisation de l'essai :

L'expérimentation a été menée dans une serre semi-automatique au niveau de la Faculté des Sciences de la nature et de la vie de l'université Ibn Khaldoun de Tiaret.

#### II- 2-2- Le matériel végétal utilisé

L'essai porte sur 04 géotypes de la lentille (*Lens culinaris* .) d'origines différentes. Le matériel végétal a été fourni par l'Institut Techniques des Grandes Cultures (I.T.G.C) de Tiaret (Tableau 1).

**Tableau 1** : Principales caractéristiques du matériel végétal utilisé

N°	Géotype	Origine	Cycle végétatif	Caractéristiques de la graine	Sensibilité à la sécheresse
01	Syrie 229	ICARD A Syrie	Précoce	Rond (lentillon)	Tolérante
02	Métropole	France	Semi Tardive	Large blanc	Moyennement tolérante
03	Balkan755	ICARD A Syrie	Tardive	Large marron	Moyennement tolérante
04	Ibela	Espagne	Semi Précoce	Large, plat, clair	Moyennement tolérante

(Source : ITGC ; Grandes cultures Tome II légumineuses alimentaires. A .HAMADACHE, 2013).

#### II-2-3. Le substrat :

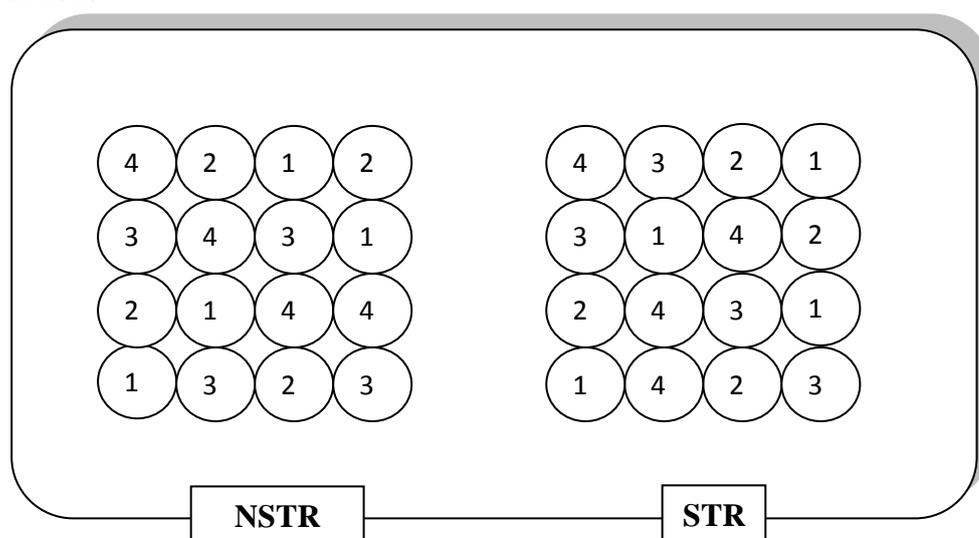
Cet essai a été réalisé dans des cylindres en plastique (PVC) d'un diamètre intérieur 15cm et une hauteur de 34cm rempli chacun d'un substrat composé d'un mélange de sol, sable et matière organique à des proportions respectives 2, 2,1.

**II-2-4 Le semis :**

Le semis a été effectué le 07/12/2016 à une profondeur de 2 cm et à raison de quatre (04) graines par cylindre.

**II-2-5 Le dispositif expérimental :**

L'essai a été mis en place selon un dispositif en bloc aléatoire complet avec quatre (4) répétitions.



**Figure 02:** Dispositif expérimental de l'essai

Deux régimes hydriques ont été appliqués, un régime irrigué durant tout le cycle et un régime stressant dès le début de la floraison. À partir de la date d'apparition de la première fleur, les cylindres des blocs non stressés (NSTR) continuent à être irrigués trois fois par semaine (Dimanche, Mardi et Jeudi). Pour ce régime hydrique la dose apportée est de 250 ml (70% de la capacité au champ). Les cylindres des blocs stressés (STR) reçoivent une faible irrigation de 210 mL d'eau une fois par semaine (30% de la CC) le Jeudi.

Deux irrigations ont été réalisées avec la solution nutritive ACTIVEG PUISSANCE 20 dont la composition est présentée dans le Tableau ci-dessous.

**Tableau 02** : Composition chimique de la nutritive utilisée

Eléments majeurs	Oligo-éléments	
N : 20%	Magnesium (MgO) : 0,4%	Fer EDTA (Fe) : 650ppm
P2O2 : 20%	Manganèse (Mn) : 650ppm	Molybdène : 550ppm
K2O : 20%	Soufre (SO <sub>3</sub> ) : 0,8%	Cuivre (Cu) : 60ppm
	Zinc (Zn) : 300ppm	Bore(B) : 300ppm

## II- 2. Les mesures effectuées

### II-2 -1. Les paramètres physiologiques :

#### II-2-1-1. La teneur relative en eau

La teneur relative en eau est mesurée sur l'avant dernière feuille bien développée selon la méthode de **BARRS et WEATHERLEY (1962)** . La feuille est prélevée à la base du limbe et immédiatement pesée, constituant le poids frais (Pf). La partie sectionnée de la feuille est ensuite trempée dans de l'eau distillée et placée à l'obscurité à une température de 4°C pendant 24 heures, elle est à nouveau repesée donnant le poids en pleine turgescence (Ppt). La matière sèche est enfin obtenue par passage à l'étuve (80°C pendant 48 heures). La teneur relative en eau est déterminée par la relation suivante :

$$\text{TRE} = ((\text{Pf} - \text{Ps}) / (\text{Ppt} - \text{Ps})) \times 100$$

#### II-2-1-2. Taux de déperdition d'eau par la feuille excisée RWL (Rate water loss) :

Les feuilles pesées à pleine turgescence dans la méthode précédente avec un poids Ppt sont maintenues dressées aux conditions du laboratoire (22-25). Des pesées des feuilles sont effectuées après 60mn (Pt). La surface foliaire est déterminée par planimètre RIEFLER. La perte d'eau est évaluée par l'équation suivante :

$$\text{RWL (mgH}_2\text{O/cm}^2\text{*mn)} = (\text{Ppt} - \text{ptp}) / \text{S.F*temps}$$

#### II-2-2. Les paramètres morphologiques:

Les différents paramètres morphologiques de la partie aérienne mesurés au stade floraison sont:

**II-2- 2-1. Hauteur de la tige :**

Cette mesure a été effectuée par une règle graduée (Cm), en mesurant la longueur de la tige à partir du sol .

**II-2-2-2. Surface foliaire :**

Elle est mesurée à l'aide d'un planimètre électronique (cm) de marque Riefler.

**II-2-3. Les composantes de rendement :**

Au stade maturité, les composantes du rendement suivantes ont été mesurées :

- Le nombre de gousses par plante
- Le nombre de grains par plante

**II-2-4. Les paramètres biochimiques :****II-2-4.1. Dosage des sucres solubles :**

Les sucres solubles (glucoses, fructose et saccharose) sont dosés par la méthode de **SHIELDS** et **Burnet (1960)** utilisée par **Rekika (1997)**. Ces sucres sont extraits après macération dans un solvant capable de les solubiliser et de bloquer l'activité enzymatique susceptible de les dégrader. On pèse 0,1g du matériel végétal sèche, celui-ci est placé dans 5,25ml d'éthanol à 80% pendant 24 heures. Après récupération de cet extrait (a). Un réactif (b) est préparé à partir de 2g d'anthrone dans 1000ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pur, on le laisse se solubiliser pendant 4 heures avant l'opération de mélange. On prélève 2ml de l'extrait (a) qui est additionné à 4ml de réactif (b), l'ensemble est maintenu dans la glace fondante, après agitation les tubes sont placés dans un bain-marie à 92°C pendant 8 min, on laisse l'ensemble par la suite se refroidir à l'obscurité pendant 30 min. En fin la lecture est effectuée par le spectrophotomètre UV à une longueur d'onde de 585nm. La gamme étalon est établie à partir d'une solution mère de glucose pur à raison de 0,1g/l.

**II-2-4-2. Dosage de la proline**

La méthode est celle de **TROLL** et **LINDSLEY (1955)** simplifiée et mise à point par **DREIRER** et **GORING (1974)** cité par **MONNEUVEAUX** et **NEMMER (1986)**. Elle consiste à prendre 100mg de matière végétale sèche broyée dans 5ml de méthanol ; l'ensemble est chauffé au bain marie à 85°C pendant 1heure.

1 ml d'extrait de proline, 1 ml d'acide acétique et 1 ml du réactif de ninhydrine sont ajoutés.  
Réactif de ninhydrine : 1,25g de ninhydrine + 30ml acide acétique+7,5ml ortho phosphorique 85% +12,5 ml d'eau distillé.

Les tubes sont homogénéisés et placés dans un bain marie à 95°C pendant 30m ; après refroidissement ; 5ml de toluène sont ajoutés ; après agitation au vortex deux phases se développent :

La phase supérieure organique contenant la proline est prélevée à laquelle est ajouté du Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à fin d'éliminer l'eau qu'elle contient. La densité optique est mesurée au spectrophotomètre à une longueur d'onde 528nm. Les valeurs obtenues sont converties en teneur de proline grâce à un courbe étalon réalisée à partir de concentrations croissantes en proline.

Le traitement statistique des résultats obtenus est réalisé avec le logiciel STATBOX version 6,4.

# *Chapitre III*

---

## *Résultats et discussion*

### III. RESULTATS

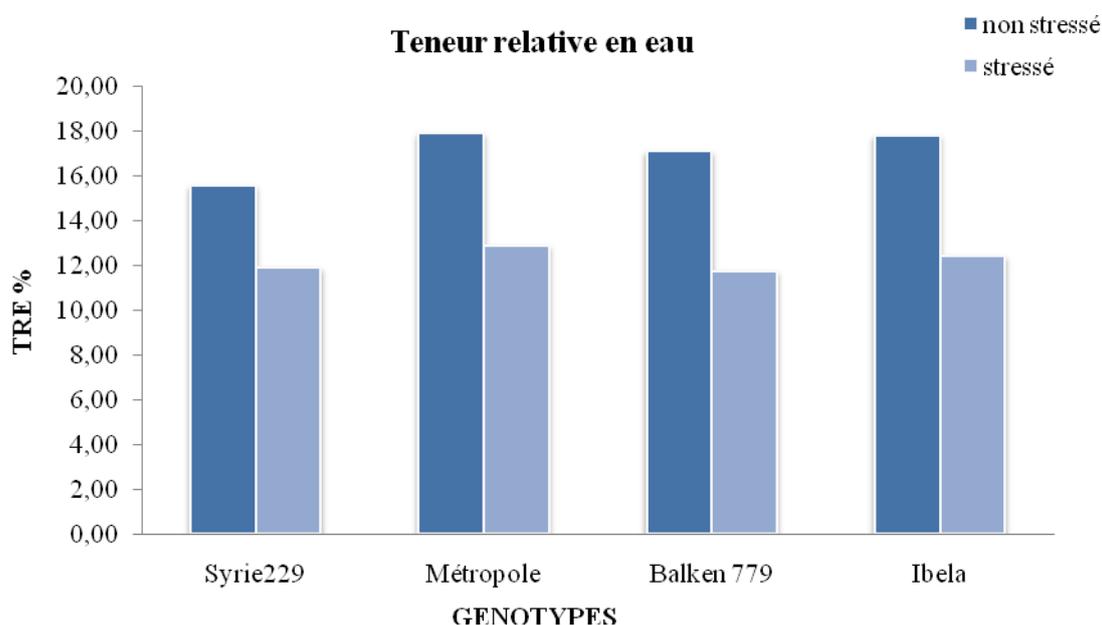
#### III-1. Paramètres physiologiques et morphologiques

##### III-1-1. La teneur relative en eau

Les résultats de l'analyse de variance (Tableau .01) montrent une différence significative du régime hydrique appliqué sur ce paramètre. En effet le déficit hydrique a causé une réduction de la teneur relative en eau d'un taux de 60,9%. La teneur relative en eau n'est pas influencée par la nature de la variabilité génétique testée. Les quatre variétés présentent le même comportement pour ce paramètre vis-à-vis du stress. L'interaction (Régime hydrique \* Génotype) est aussi non significative ( $P > 0,05$ )

**Tableau 3 :** Résultats de l'analyse de variance de la teneur relative en eau.

Source de variation	SS	d.d.L	MS	F	P
Situation hydrique	168,104	1	168,104	5,092	0,0332
Génotype	162,096	3	54,032	1,637	0,21022
Génotypes x S.Hydrique	33,028	3	11,009	0,333	0,80337



**Figure 3 :** Représentation graphique des résultats de la TRE

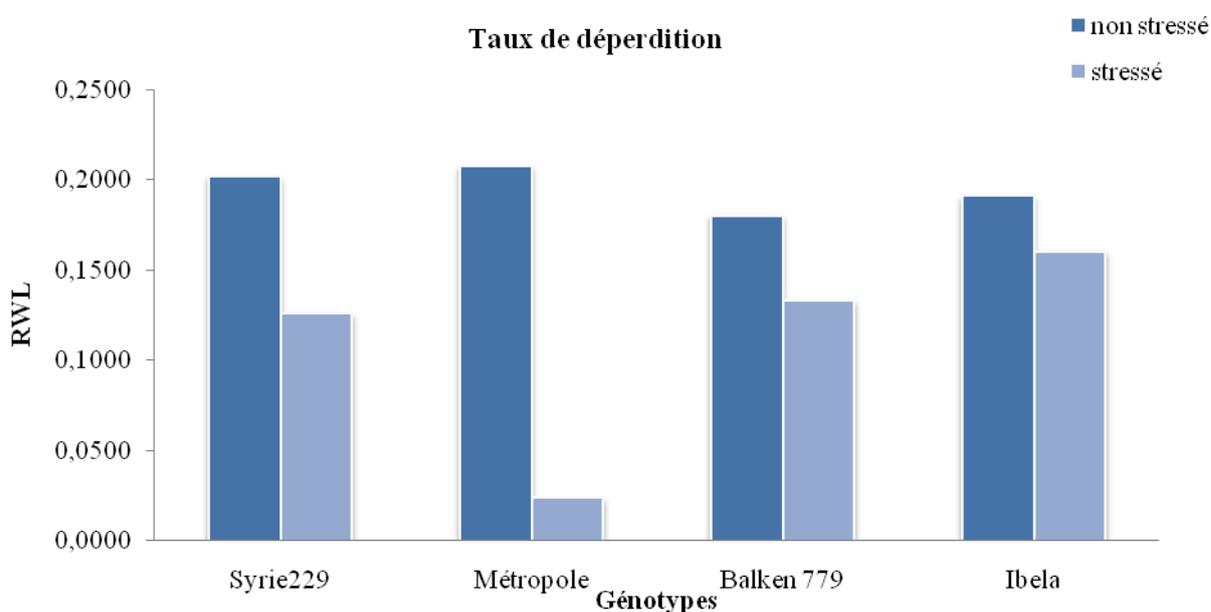
##### III-I -2. Le taux de déperdition RWL

Le taux de déperdition de la feuille excisée est fortement influencée par le stress hydrique, une différence très hautement significative avec une corrélation négative ( $r = -0,63^{**}$ ) est révélée par l'analyse statistique de ce paramètre, L'élaboration de la perte d'eau

n'a pas été influencée par la variabilité génétique testée ni par l'interaction entre la nature des génotypes et la situation hydrique ce qui indique que les génotypes conduits se sont comportés de manières similaires vis-à-vis la contrainte hydrique appliquée ( $P > 0,05$ ).

**Tableau : 4** : Résultats de l'analyse de variance de la RWL

Source de variation	SS	Degrés de liberté	MS	F	P
Situation hydrique	0,02	1	0,02	21,003	0,00019
Génotype	0,004	3	0,001	1,228	0,32468
Génotypes x S.Hydrique	0,002	3	0,001	0,736	0,54495



**Figure 4** : Représentation graphique des résultats de la RWL

### III-1-3. La surface foliaire

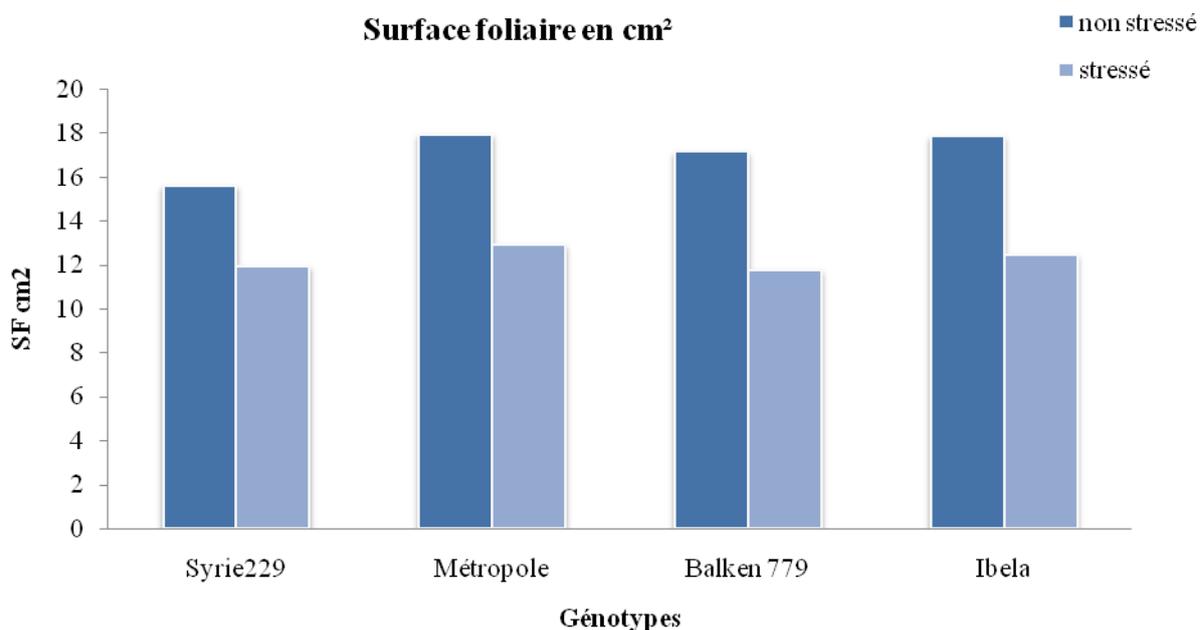
La surface foliaire détermine à la fois les quantités d'eau utilisées par la plante sous forme de transpiration et les quantités de carbone fixées par voie Photosynthétique (ABBASSENNE, 1977).

La surface de la feuille est un paramètre très influencé par le déficit hydrique et les génotypes résistants réagissent à la contrainte hydrique par une réduction de leur surface foliaire. L'analyse statistique (Tableau 03) montre que le régime hydrique adopté a beaucoup influencé l'expression de cette caractéristique ( $P < 0,01$ ) avec un coefficient de corrélation ( $r = -0,80^*$ ). Les génotypes testés et l'interaction entre les deux facteurs n'ont pas exercé d'effet sur les fluctuations de ce paramètre ( $P > 0,05$ ).

L'analyse des résultats moyens a montré qu'en irrigué, la surface foliaire la plus élevée est obtenue avec les géotypes Métropole, Balkan et Ibela et la plus faible est élaborée par la Syrie229 avec 15.85 cm<sup>2</sup> contre 11.9cm<sup>2</sup> obtenu en conditions de stress.

**Tableau : 5** Résultats de l'analyse de variance de la surface foliaire

Source de variation	SS	Degrés de liberté	MS	F	P
Situation hydrique	189,347	1	189,347	44,586	0
Géotype	13,396	3	4,465	1,051	0,39165
Géotypes x S.Hydrique	3,911	3	1,304	0,307	0,8218



**Figure 5 :** Représentation graphique des résultats de la SF

#### III-1-4. La hauteur des plantes en cm

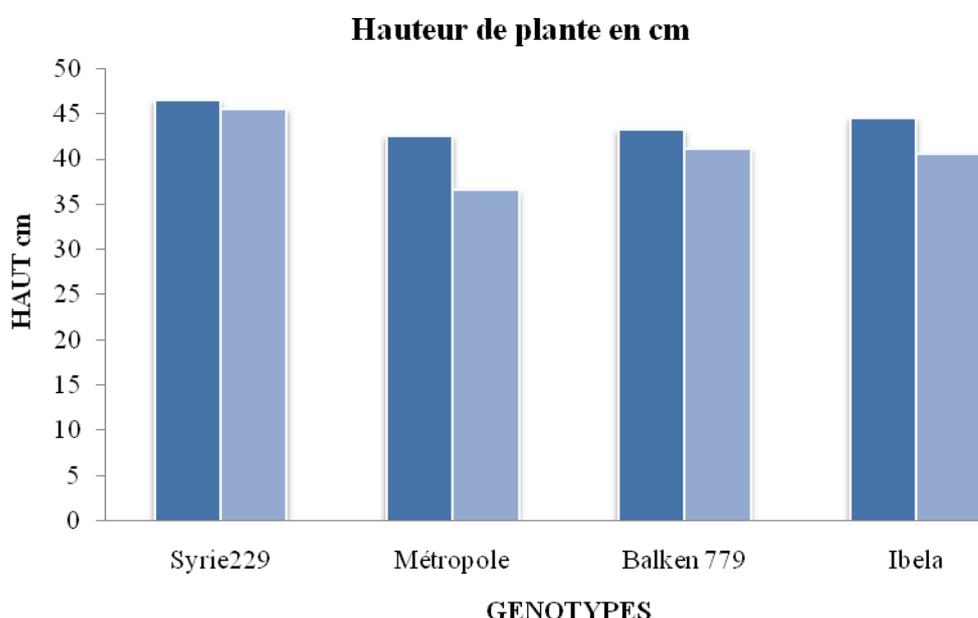
La hauteur des plantes est un paramètre morphologique fortement dépendant de l'état hydrique de la plante. Le déficit hydrique agit par une réduction de la hauteur de la partie aérienne. Les résultats dégagés de l'analyse de variance (Tableau 4 ) indiquent que la nature génotypique de la variabilité testée et le régime hydrique adopté ont beaucoup influencé l'expression de ce paramètre ( $P < 0,01$  et  $r = -0,37^{**}$ ).

L'interaction entre les deux facteurs (régime hydrique  $\times$  Géotype) est non significative ce qui indique que les géotypes ont perçu de manière similaire l'effet de la contrainte hydrique sur l'élaboration de ce paramètre.

Les résultats moyens obtenus à partir de l'analyse de ce paramètre montrent qu'en condition d'irrigation, la variété Syrie 229 a donné la hauteur la plus élevée avec 46,5cm contre 45cm en condition de stress et la plus faible est exprimée par la variété Métropole (42,5cm) qui a donné 36,5 cm seulement en condition de stress.

**Tableau 6** : Résultats de l'analyse de variance de la hauteur

Source de variation	SS	Degrés de liberté	MS	F	P
Situation hydrique	86,133	1	86,133	6,235	0,02
Génotype	170,711	3	56,904	4,119	0,01902
Génotypes x S.Hydrique	28,898	3	9,633	0,697	0,56715



**Figure 6** : Représentation graphique des résultats de la hauteur

**Tableau 7** : Moyennes des résultats des paramètres morphologiques et physiologiques

Régime hydrique	Génotype	TRE	RWL	SF CM2	HAUT CM
Non stressé	Syrie 229	76,36	0,2015	15,59	46,5
Stressé	Syrie 229	71,22	0,1256	11,91	45,5
Non stressé	Métropole	77,85	0,2072	17,93	42,5
Stressé	Métropole	74,31	0,0235	12,9	36,5
Non stressé	Balkan755	73,69	0,1800	17,12	43,25
Stressé	Balkan755	66,13	0,1330	11,75	41,13
Non stressé	Ibela	73,28	0,1909	17,83	44,5
Stressé	Ibela	71,19	0,1602	12,44	40,5

### III-2. Les composantes de rendement

Les principales composantes élaborées durant la phase reproductive de la lentille sont Le nombre de gousses formées et le nombre de grains produits.

#### III-2-1. Nombre de gousses /Plant

Le nombre de gousse / Plant est la composante la plus sensible au stress hydrique, la contrainte hydrique réagit en fin de cycle durant la phase floraison –formation des gousses par un avortement des fleurs formées, ces dernières tombent avant de se transformer en gousses.

L'analyse de la variance des résultats obtenus dans le **Tableau 5** montrent des différences très hautement significatives du régime hydrique appliqué et de la nature de la variabilité génétique testée sur l'élaboration de cette composante ( $P < 0,01$ ).

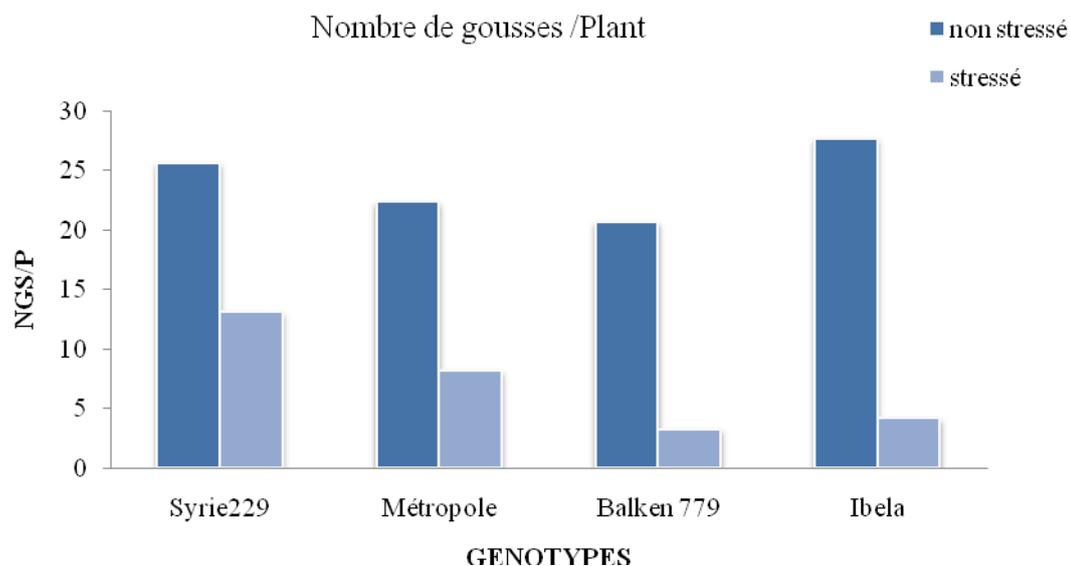
L'interaction entre les deux facteurs (régime hydrique  $\times$  génotype) est aussi très hautement significative.

La comparaison des moyennes a montré que les variétés Métropole et Balkan ont été les plus affectées par le stress hydrique, elles ont produit le nombre de gousse le plus faible avec respectivement 3 et 4 gousses/ Plant, la variété Ibela s'est montré plus tolérante à la contrainte hydrique en produisant 13gousse/P.

En condition de bonne alimentation hydrique la variété Balkan a produit le nombre gousse/p le plus élevé avec 27,62 gousse/P suivis de la variété Ibela avec 25,58 gousse/p puis la Syrie 229 et en dernier, le génotype Métropole avec respectivement 22,31et 20,62 gousse/plant.

**Tableau 08 :** Résultats de l'analyse de variance du nombre de gousse /P

Source de variation	SS	Degrés de liberté	MS	F	P
Situation hydrique	2284,035	1	2284,035	300,375	0
Génotype	220,08	3	73,36	9,648	0,00036
Génotypes x S.Hydrique	140,568	3	46,856	6,162	0,00366



**Figure 7 :** Représentation graphique des résultats du nombre de gousses/plant

### III-2 –2. Nombre de grains /plant

Le stress hydrique appliqué à partir de l'apparition de la première fleur, a influencé la formation de gousse et par conséquent le remplissage des grains .Le nombre de grains à été réduit par la contrainte hydrique, suite à un avortement des fleurs qui ont fini par tomber ou par donner des gousses vides.

Le traitement statistique des résultats fournis par ce paramètre (**Tableau 6**) indiquent des différences très hautement significative du régime hydrique adopté et de la nature des génotypes conduits ( $P < 0,01$ ).

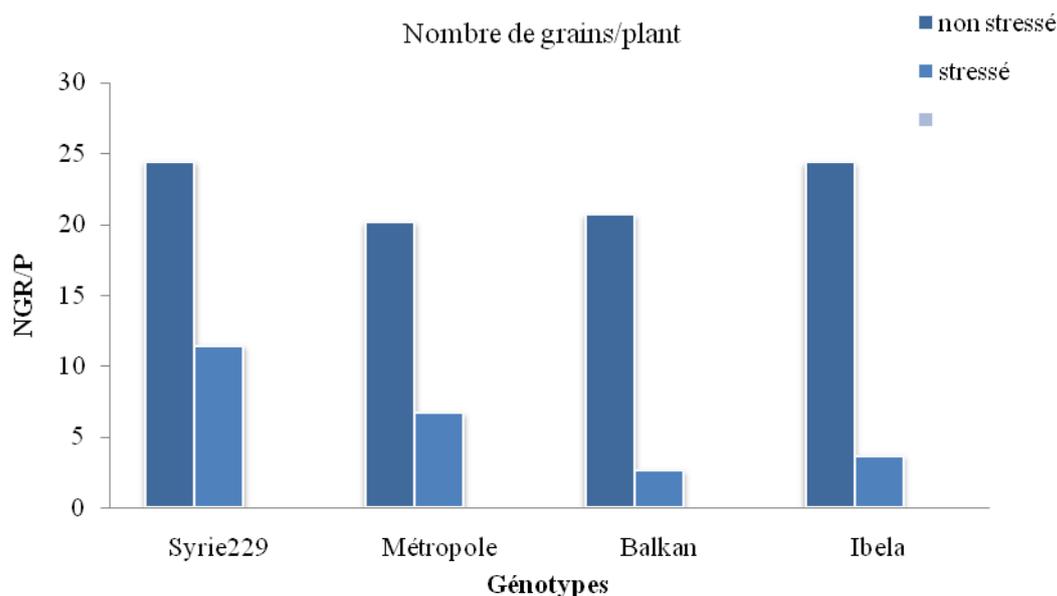
L'interaction (régime hydrique génotype) est significative ( $P < 0,05$ ).

La comparaison des moyennes a montré qu'en situation d'alimentation hydrique limitée, La variété Ibela est la plus tolérante au stress en produisant 11,43 grains /plant alors que les deux génotypes Métropole et Balkan sont les plus sensibles ,Elle n'ont donné que 3.63 et 2,62 grains /plant respectivement.

Dans les conditions d'irrigation, les deux variétés Balkan et Ibela ont réagit de manière similaire en produisant 24,37 et 24,43 graine/plant respectivement.

**Tableau 9 :** Résultats de l'analyse de variance du nombre de grains/P

Source de variation	SS	Degrés de liberté	MS	F	P
Situation hydrique	2284,035	1	2284,035	300,375	0
Génotype	220,08	3	73,36	9,648	0,00036
Génotypes x S.Hydrique	140,568	3	46,856	6,162	0,00366



**Figure 8 :** Représentation graphique des résultats du nombre de grains/plant

**Tableau 10 :** Moyennes des résultats des composantes de rendement.

Régime hydrique	Génotype	NGS/P	NGR/P
Non stressé	Syrie 229	25,5875	24,4375
Stressé	Syrie 229	13,0625	11,4375
Non stressé	Métropole	22,3125	20,1875
Stressé	Métropole	8,125	6,6875
Non stressé	Balkan 755	20,625	20,6875
Stressé	Balkan 755	3,25	2,625
Non stressé	Ibela	27,625	24,375
Stressé	Ibela	4,125	3,6875

### III-3. Les paramètres biochimiques

Lorsque une plante est soumise à une situation de stress (hydrique, salin ou thermique), Elle développe divers stratégies pour survivre aux conditions environnementales difficiles, a fin de maintenir son potentiel osmotique, elle accumule des osmotyles ou osmoticum qui sont essentiellement des sucres et des acides aminés : proline.

#### III-3-1. La Proline

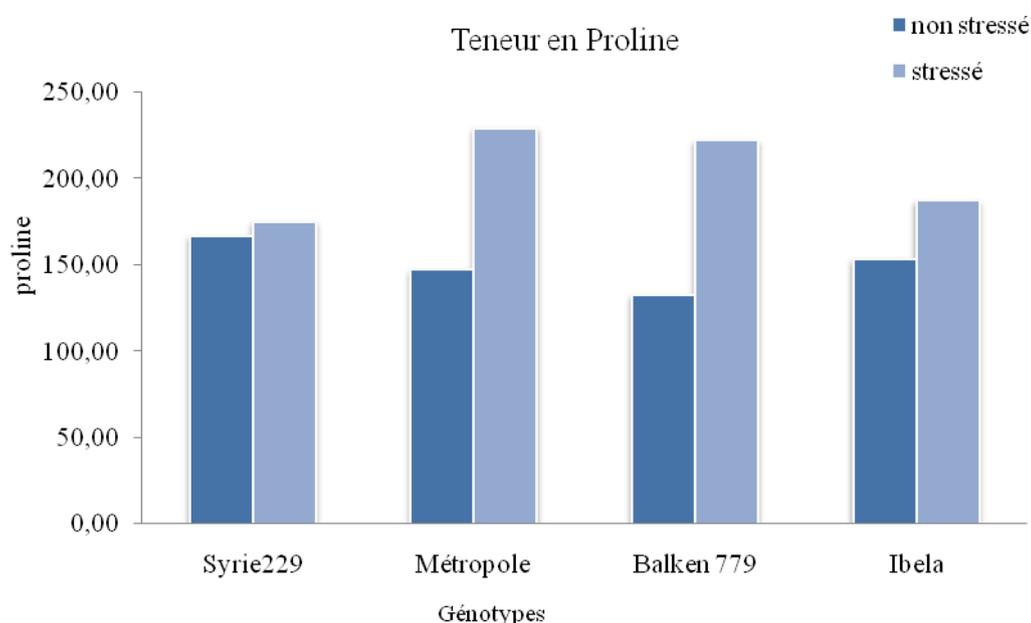
En réponse à la contrainte hydrique, les génotypes testés ont accumulé une teneur importante de proline, Les résultats présentés dans le **Tableau 8** montrent que le régime hydrique imposé exerce un effet très hautement significatif sur l'élaboration de cette caractéristique ( $P < 0,01$ ), alors que la variabilité génétique testée n'a aucune influence sur ce

paramètre, les 04 variétés ont réagit de manière rapprochée pour l'accumulation de cet acide aminé. L'interaction des deux facteurs (régime hydrique× génotype) est significative ( $p<0,05$ ).

L'analyse des moyennes a montré que les deux variétés Métropole et Balken ont accumulé une teneur importante en proline par rapport aux deux variétés dans les conditions de stress, on a enregistré des teneurs de 229,5 $\mu\text{g/g}$  .ms et de 222.47  $\mu\text{g/g}$  .ms .

**Tableau : 11** Résultats de l'analyse de variance de la proline

Source de variation	SS	Degrés de liberté	MS	F	P
Situation hydrique	22941,83	1	22941,83	25,641	0,00007
Génotype	1670,18	3	556,727	0,622	0,61182
Génotypes x S.Hydrique	9107,098	3	3035,699	3,393	0,03659



**Figure 9** : Représentation graphique des résultats du taux de proline

### III-3-2. Les sucres solubles

L'accumulation de solutés organiques (proline et sucres solubles) représente un phénomène d'adaptation à la sécheresse, permettant à la plante de maintenir sa turgescence par la diminution du potentiel hydrique, c'est une forme d'ajustement de son potentiel osmotique (MONNEVEUX, 1989). Ce type de tolérance permet à la plante d'assurer normalement ses fonctions physiologiques malgré une dégradation interne de son état hydrique conséquent à la sécheresse (DE RAISSAC, M, 1992).

L'analyse de la variance des résultats obtenus au cours de notre expérimentation ont montré un effet très hautement significatif de la contrainte hydrique sur l'élaboration de cette

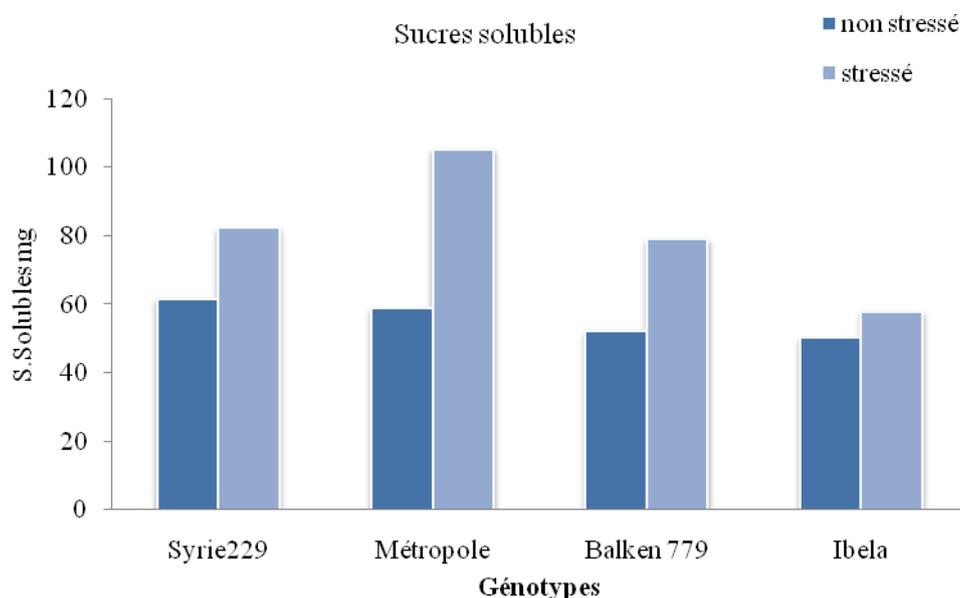
caractéristique. La variabilité génétique conduite a influencé l'élaboration de ce paramètre ( $p < 0.05$ )

Alors que l'interaction des deux facteurs n'a exercé aucun effet significatif sur ce paramètre. L'ensemble des géotypes testés ont eu le même comportement vis-à-vis la contrainte hydrique.

La comparaison des moyennes a montré qu'en condition d'hydratation limitée, la teneur la plus élevée en sucre est accumulée par la variété Métropole avec 105.21  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de M.S contre 61.22  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de M.S en condition d'irrigation, les deux variétés Syrie et Balkan ont réagi de manière similaire vis-à-vis du stress en accumulant des teneurs voisines de sucres dans leur cellules et la teneur la plus faible a été produite par la variété IBELA avec 57.85  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de M.S contre 50.03  $\mu\text{g}/\text{mg}$  de M.S en irrigué.

**Tableau 12 :** Résultats de l'analyse de variance des sucres solubles.

Source de variation	SS	Degrés de liberté	MS	F	P
Situation hydrique	5223.703	1	5223.703	16.961	0.00055
Géotype	3298.587	3	1099.529	3.57	0.03108
Géotypes x S.Hydrique	1561.947	3	520.646	1.69	0.19859



**Figure 3 :** Représentation graphique des résultats de la teneur en sucres solubles

**Tableau 13** : Moyennes des résultats des paramètres biochimiques

Regime Hydrique	Géotype	s.solu (µg/g.ms)	Pro (µg/g.ms)
Non stressé	Syrie 229	61,43	166,98
Stressé	Syrie229	82,33	175,39
Non stressé	Métropole	58,62	147,29
Stressé	Métropole	105,22	229,60
Non stressé	Balkan755	52,04	132,86
Stressé	Balkan755	78,93	222,48
Non stressé	Ibela	50,03	153,46
Stressé	Ibela	57,85	187,33

### DISCUSSIONS GENERALES :

Les résultats émanant de cette étude ont montré que le déficit hydrique de fin de cycle a affecté l'ensemble des paramètres étudiés.

La restriction des apports d'eau durant les phases sensibles du cycle de la lentille (*Lens culinaris* Medik) au stress hydrique (phase floraison, phase de formation de gousses et celle de formation de grains) a conduit à des comportements morphologiques, agronomiques, physiologiques et biochimiques différents chez les quatre géotypes testés. La tolérance à cette contrainte est estimée principalement à travers les corrélations établies entre le stress appliqué et les différents paramètres étudiés.

L'état hydrique de la plante, représenté par la teneur relative en eau constitue un critère efficace d'évaluation des effets du déficit hydrique sur le fonctionnement de la plante et la sélection des géotypes tolérants à ce stress. Elle s'avère le principal paramètre précoce de prédiction de la déclaration du déficit hydrique.

La **TRE** est un bon indicateur de l'état hydrique car l'absorption des tissus de la plante et les pertes d'eau diminuent en contrainte hydrique. (HOUASLI et al, 2013). Elle renseigne sur la turgescence relative des tissus et est liée à la capacité de la plante à maintenir un niveau d'hydratation des tissus qui leur permet la continuité de leur activité métabolique. (MONNEVEUX et al., 1992).

Cette tendance se confirme par les résultats obtenus. Ainsi, l'absence de l'irrigation des plantes stressées, s'est soldée par une diminution sensible de leur teneur relative en eau ( $r=-0.36^{**}$ ). Ces résultats se confirment par de nombreux travaux réalisés dans ce domaine ((BAJJI et al, 2001) qui démontrent que toute carence d'alimentation hydrique perceptible par la plante, s'exprime par une baisse de la teneur en eau des organes végétatifs, essentiellement son système foliaire. La diminution de la **TRE** est plus rapide chez les variétés sensibles que chez les variétés résistantes. Les géotypes qui maintiennent une **TRE**

élevée plus longtemps en présence de stress hydrique sont en général des génotypes tolérants (TOUMI et al, 2014) .

La **TRE** est conditionnée par plusieurs paramètres d'ordre morphologiques et physiologiques permettant la régulation des échanges entre les organes végétatifs et l'environnement et permettant la préservation du niveau d'hydratation de ces derniers. Les résultats obtenus par **ADDA, 2006** montrent une nette relation établie entre la transpiration estimée à travers la perte d'eau par la feuille excisée (**RWL**) et la **TRE**, Ce propos est confirmé par nos résultats obtenus (**r=0.39\*\***), la **RWL** s'avère très sensible au régime hydrique (**r=-0.63\*\***), Elle est moins intense chez les génotypes irrigués que chez les génotypes soumis à la contrainte hydrique.

Ce propos est confirmé par nos résultats qui mettent en jeu la différenciation de l'organe déterminant dans la régulation du statut hydrique de la plante , il s'agit de la surface de la feuille.

Cette dernière est fortement réduite par l'application du stress hydrique. Cette réduction est exprimée à travers la relation négative (**r=-0.80\*\***) entre la situation hydrique adoptée et la surface de l'organe transpirant .Ce résultat indique une nette réduction de la surface foliaire chez les génotypes stressés accompagnée d'une réduction de leur hauteur.

Ces constatations se confirment par les travaux de **THAKUR et RAI, 1982**, qui montrent que le déficit hydrique entraîne un retard dans la croissance végétale qui se traduit par une réduction de la hauteur et du diamètre de la tige, par un raccourcissement des entrenœuds et une diminution du nombre de feuilles et de leur la surface.

En ce qui concerne les composantes de rendement, les résultats obtenus indiquent que le déficit hydrique appliqué au début de la floraison a réduit l'ensemble des caractères étudiés.

La réduction du rendement grains sous la contrainte hydrique durant la phase de reproduction est en grande partie expliquée par la réduction des nombres de fleurs, de gousses et de graines (**HOUASLI et al, 2013**). Le déficit hydrique conduit à l'avortement des fleurs qui conduisent aux gousses.

La réduction du nombre de gousses par plante est due à la réduction de la production des fleurs qui aboutissent aux gousses et à la chute des jeunes fleurs et des jeunes gousses avant la formation et le remplissage des graines (**IDRISSI et al, 2012**) ce qui confirment nos résultats qui indiquent une sensible réduction du nombre de gousses et du nombre de grains formés en condition d'alimentation hydrique limitée avec un coefficient de corrélation de **r=-0.90\*\* et -0.91\*\*** respectivement. Les génotypes les plus sensibles au stress sont représentés

par Métropole et Balkan qui ont produit le plus faible nombre de gousses et nombre de grains par plant. L'accumulation de composés organiques (osmolytes ou osmotocums) essentiellement des sucres, des acides aminés et des protides constituent une réponse biochimique de la plante à la contrainte hydrique.

Afin de résister au stress, les plantes accumulent une quantité importante de sucres et de proline dans leurs cellules (**HIRECHE, 2006**).

En effet, l'accumulation d'une teneur importante Plusieurs auteurs ont confirmé les résultats obtenus par notre expérimentation qui indiquent une corrélation de **0.52\*\*** entre la situation hydrique et la teneur en sucre accumulée.

De même que les sucres solubles, une accumulation importante en proline est constatée chez les géotypes résistants au stress, elle est d'autant plus importante en condition d'hydratation limitée qu'en condition de bonne alimentation hydrique de sucre soluble constitue un moyen d'adaptation adopté par la plante pour résister à la sécheresse et ajuster son potentiel osmotique (**MOUELLEF, 2010**).

Chez les céréales soumises à l'action de la sécheresse, d'importantes accumulations de proline sont constatées chez les géotypes résistants, cette accumulation a lieu principalement au niveau des limbes foliaires. L'accumulation de proline en cas de déficit hydrique pourrait donc être un des facteurs expliquant la meilleure résistance à la sécheresse (**MONNEVEUX et al, 1986**)

Cette constatation a été affirmée par de nombreux autres auteurs qui ont montré que plus le niveau de stress appliqué augmente, plus les teneurs en proline deviennent marquées. (**TOUMI et al, 2014**). Les résultats obtenus montrent que les géotypes étudiés présentent des comportements différents, Les variétés Syrie et ibla ont accumulé la teneur la plus faible en sucre et en proline alors que les teneurs les plus élevées sont produites par les géotypes Balkan et Métropole .accumulation

# *Conclusion générale*

---

## CONCLUSION GENERALE

Le déficit hydrique constitue l'un des principaux facteurs conditionnant grandement les variations de la productivité des légumineuses alimentaires particulièrement celle de la lentille. La création d'un matériel végétal tolérant à ce stress abiotique nécessite la connaissance des paramètres impliqués dans cette création et l'identification des principales modifications physiologiques, morphologiques et biochimiques de tolérance au stress hydrique.

Le travail réalisé verse dans ce contexte, les légumineuses alimentaires et particulièrement la lentille est caractérisée par une croissance indéterminée au cours de laquelle elle continue à produire des feuilles et des fleurs jusqu'à l'apparition d'un stress hydrique. Elle est sensible au déficit hydrique durant la phase reproductive s'étalant de la floraison au remplissage des grains.

Le matériel végétal existant et limité à quelques génotypes locaux et aux lignées introduites et sélectionnées par les organismes producteurs de semence nous oblige à connaître le comportement de cette variabilité génétique restreinte face aux contraintes environnementales entre autre à la sécheresse ce qui a été démontré et étudié lors de cette expérimentation.

Les résultats obtenus montrent que la préservation de l'état hydrique de la plante est étroitement conditionnée par la manifestation de mécanismes d'ordres divers à savoir la réduction de la surface transpirante et la diminution de la croissance de la partie aérienne (tige et feuille) pour minimiser les pertes d'eau et permettre par conséquent une bonne préservation de leurs états hydriques à des niveaux admissibles pour un fonctionnement physiologique optimal (ADDA,2006).

L'efficacité de la gestion des échanges hydriques entre le végétal et son environnement est d'un grand intérêt pour une meilleure efficacité d'utilisation d'eau en conditions de déficit hydrique et pour l'amélioration de la production en grains.

Le travail entrepris démontre la dépendance du rendement en grains de la lentille des paramètres préservant le statut hydrique de la plante ceci apparait nettement dans la matrice de corrélation de Pearson où le nombre de gousses et le nombre de grains formés dépendent étroitement de la teneur relative en eau, du taux de déperdition et de la surface transpirante et des paramètres biochimiques de tolérance au stress.

Les résultats obtenus restent à l'échelle expérimentale mais contribuent à enrichir les travaux réalisés dans ce sens et nécessitent d'être exploités à grande échelle afin de valoriser le matériel végétal à capacité de tolérance à la sécheresse.

# *Références bibliographiques*

---

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ADDA A, SOUALEM S., LABDELLI A., SAHNOUNE M., MERAH O., 2013.** : Effets du déficit hydrique sur la structure de la zone pilifère des racines séminales du blé dur . . Revue écologie-environnement ,9. ISSN: 1112-5888.
2. **ADDA A., 2006.** Etude des mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez le blé dur
3. **ANANE ., 1991** Assimilation de l'azote chez les plantes, aspect physiologiques nutritionnel, Ed INRA, p143
4. **ANDRES B., JENSEN P.K., FIGUERA M., ALBAM., PERACCHA G., 1996.** Drought signal transduction in plants drought tolerance in higher plants : genetical, physiological and molecular biological analyssis. Belhassen M., Ed : ENSA-INRA Montpellier. Pp27-31.
5. **ANGIBOUST A ., 1978** .Place de la lentille parmi les légumineuses revues horticole N°183 :34-86
6. **ATTIA F., 2007.** Effet du stress hydrique sur le comportement éco physiologique et la maturité phénolique de la vigne *vitis vinifera* : étude de cinq cépages autochtones de Midi-Pyrénées. Thèse Doctorat Toulouse France : 194p.
7. **AZZI G., 1954.** Ecologie agricole nouvelle encyclopédie agricole. Edit. JB. BAILLER et fils. p 428.
8. **BAJJI M., 1999.** Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur: caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variants somaclonaux sélectionnés *In vitro*. Thèse de doctorat. Université Louvain.
9. **BARRS, H. D, WEATHERLEY, P.E., 1962.**"Are-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves". *Aust. J. Sci.* 15, 412.
10. **BELHASSANE., DOMINIQUE.T., MONNEVEUX P., 1995** ; L'adaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. Ed : cahier agricultures, Paris, volume : 4, pp : 251-261.
11. **BELOUT M., 2000.** Contribution à l'étude de certains mécanismes d'adaptation au déficit hydrique aux premiers stades de développement de la plante chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). DES biologie. ISA, Tiaret p. 62
12. **BEN NACEUR M., GHARBI M.S., PAUL R., 1999.** L'amélioration variétale et les autres actions contribuant à la sécurité alimentaire en Tunisie en matière de céréales. *Sécheresse*.10: 27-33.
13. **BENSARI M., CALME S.J., VIALA G., 1990.** Répartition du carbone fixé par photosynthèse entre l'amidon et le saccharose dans la feuille de soja : influence d'un déficit hydrique : *Plant physiol. Bioch.* 28: 113-124.
14. **BLUM A., 1998:** Crop responses to drought and the interpretation.

15. **BRINK, M., et al, G. K. P., 2006.** *Vigna subterranea* (L.) Verdc.. Record from Protabase. Brink, M. et al, G. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands
16. **CHAIB G., 1998.** Teneur en proline chez les différents organes de blé dur (*Triticum durum Desf*) : Essai d'explication des conditions d'accumulation sous manque d'eau. Thèse de Magister. Univ. Constantine.
17. **DORIN GUPTA, REBECCA FORD, PAUL W.J., Taylor ,2011.** Wild Crop relatives: Genomic and breeding Ressources. legume corp and Forages. P127
18. **ELJAAFARI .S, ROGER. P, LEPOIVRE. P, SEMAL. J, LAITAT E., 1993.** Résistance à la sècheresse et réponses à l'acide abscissique. Analyse d'une approche synthétique. Chiers Agric. 2, 256-263.
19. **GATE P., 1995.** Ecophysiologie du blé. Ed .Lavoisier, TEC & DOC. P.429.
20. **HAMADACHE A .,2000.** La culture de blé d'hiver en Algérie (version arabe) Edit I.T.G.C I.C.R.A.D.A :8
21. **HAMADACHE A., 2014 .** Grandes cultures Principaux itinéraires techniques des principales espèces de grandes cultures pluviales cultivées en Algérie et en Afrique du Nord (agriculture conventionnelle) Tome II. Légumineuses Alimentaires Pois chiche-Fève-Lentille) .188
22. **HAMDI KAMCI,2011.** Genetic transformation of lentil (*Lens culinaris* M.CV.Sultan.1) wich a transcription factor regulator (MBF1C) and analysis transgenic plants. MIDDLE EAST Technical University. P3.
23. **HERNANDEZ et al , 2000.** tolerance of pea (*Pisum sativum* L ) to long term salt stress in associated with induction of antioxidant defences plant cell environ 23 :853-253. (*Triticum durum* Desf). Thèse de doctrot, p.179.
24. **HIRECHE Y., 2006 .** Réponse de la luzerne (*Medicago sativa* L.) au stress hydrique et à la profondeur de semis ; Mém Mag Agr, université Hadj Lakhdar Batna ; p26.
25. **HOPKINS, G.W., 2003** " physiologie végétale" traduit de l'anglais par RAMBOUR S. Edit. De Boeck, pp. 38 ,58 ,458.
26. **HSIAO T., 1973.** Plant response to water stress, Annual review, Plant Phyiol.24 :519-580.
27. **IDRISSI O, Houasli C, Nasserlha,2012 ,** Comparaison de lignées avancées de lentille sous stress hydrique durant la phase de floraison et formation des gousses Angers, pp103-109.
28. **JONES MM et TURNER NC., 1980.** Influence of rate of development of leaf water deficits upon photosynthesis, leaf conductance, water use efficiency and osmotic potential in sorghum. Plant Physiol. 45: 103-111.
29. **LECLERC., 1999.** "Ecophysiologie végétale" Ed. ISBN, Paris.
30. **LEVAL M., 1978.** Céréaliculture Revue N° 336 :23-24.

31. **MERAH O., 1999.** Utilisation de la discrimination isotopique du carbone pour l'amélioration de la tolérance à la sécheresse chez le blé dur dans les régions méditerranéennes. Thèse Doctorat ENASAR France : 144p.
32. **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 : 583-90.
33. **MONNEVEUX P., 1991.** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver ? L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris , pp. 165-186.
34. **MORGAN J.M., 1983.** Osmorégulation and water stress in higher plants. A un. Rev. Plant physiol, p35 ; pp229-319.
35. **MOUELLEF A., 2010.** "Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au stress hydrique". Thèse de Magistère Université Mentouri Constantine.
36. **MULLER J.E., WHITSITT M.S., 1996.** Plant cellular responses to water deficit. Plant Growth Regulation 20: 124 -129.
37. **OBER S. et SHARP P., 1994.** Polyphasic chlorophyll fluorescence transients in plants and cyanobacteria. *Photosynthesis research*. 29: 147-150.
38. **PERON JEAN-YVES, 2006,** Production légumières. Lavoisier 2Ed. 254p.
39. **REKIKI D., 1997.** Identification et analyse génétique des caractères physiologique liés aux rendements en conditions de sécheresse chez le blé dur intérêt potentiel des espèces sauvages apportés pour l'amélioration de ces caractères. Thèse. Doct. Ed :ENSA .Montpellier, PP 7-15.
40. **RIOU, C., 1993,** L'eau et la production végétale sécheresse ; 4 : 75-83 .
41. **SAIDI et Modariss, 1989 ; Anane, 1991 in Dali, 1995 ; Hamouia et Abidou, 1993 :** Biologie des plantes cultivées, organisation physiologie de la nutrition, 2ème Ed, Arpres, Angers, pp103-109 .
42. **SCHONFELD M., JOHNSON R.C., CARVER B.F., MORNHINWEG D.W., 1988.** water relations in winter wheat as drought resistance indicators. *Crop. Sci.*, 28, 528-531.
43. **SLAMA A., BEN SALEM M., ZID D., 2004.** La proline est-elle un osmorégulateur chez le blé dur. Communication aux 15es Journées biologiques. Forum des sciences biologiques. Association tunisienne des sciences biologiques.
44. **SUBBARAO G.V., JOHANSEN C., SLINKARD A.E., NAGESWARA RAO R.C., SAXENA N.P., CHAUHAN Y.S., 1995.** Crit Rev Plant Sci J. 14, 469-523.
45. **TARDIEU F., DAVIES W.J., 2005.** integration of hydraulic and chemical signaling in the control of stomatal conductance and water status of droughted plants. *Plant Cell Env.*, 16, 341-349.

46. **TOUMI M , BARRIS S et AID3F 2014.**, Effets des stress hydrique et osmotique sur l'accumulation de proline et de malondialdéhyde (MDA) chez deux variétés de colza (*Brassica napus* L.). *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Vie. n° 36, 17-24*
47. **TURNER N. C., 1976.** Drought resistance and adaptation to water deficit in crop plants. In stress physiology. *Crop Sci. 53: 648-654.*
48. **UFUK CELIKKOL AKCAY, MERAL YUCEL, and HUSEYIN AVNI OKTEM, 2015.** Lentil (*Lens Culianaris Medik*)- Agrobacterium protocols: Volume1.P256.
49. **YOKOTA A. TAKAHARA K ET AKASHI K., 2006.** Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Ed. *Springer.* 15–39.
50. **ZERRAD W., HILLALI S., MATAOUI B., EL ANTRI S. &HMYENE A., 2006.**" Etude comparative des mécanismes biochimiques et moléculaires de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur. *Biochimie, Substances naturelles et environnement*". Congrès. international de biochimie. Agadir.

# *Annexes*



**ANNEXES 14 : Analyse de la variance de la teneur relative en eau**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1271,689	31	41,022				
VAR.FACTEUR 1	168,104	1	168,104	5,092	0,0332		
VAR.FACTEUR 2	162,096	3	54,032	1,637	0,21022		
VAR.INTER F1*2	33,028	3	11,009	0,333	0,80337		
VAR.BLOCS	215,117	3	71,706	2,172	0,12044		
VAR.RESIDUELLE 1	693,345	21	33,016			5,746	7,87%

**ANNEXES15 : Le taux de déperdition RWL**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,05	31	0,002				
VAR.FACTEUR 1	0,02	1	0,02	21,003	0,00019		
VAR.FACTEUR 2	0,004	3	0,001	1,228	0,32468		
VAR.INTER F1*2	0,002	3	0,001	0,736	0,54495		
VAR.BLOCS	0,004	3	0,001	1,542	0,23245		
VAR.RESIDUELLE 1	0,02	21	0,001			0,031	18,24%

**ANNEXES16 : Surface foliaire**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	298,489	31	9,629				
VAR.FACTEUR 1	189,347	1	189,347	44,586	0		
VAR.FACTEUR 2	13,396	3	4,465	1,051	0,39165		
VAR.INTER F1*2	3,911	3	1,304	0,307	0,8218		
VAR.BLOCS	2,652	3	0,884	0,208	0,88977		
VAR.RESIDUELLE 1	89,183	21	4,247			2,061	14,04%

**ANNEXES 17 : Hauteur des plantes**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	623,18	31	20,103				
VAR.FACTEUR 1	86,133	1	86,133	6,235	0,02		
VAR.FACTEUR 2	170,711	3	56,904	4,119	0,01902		
VAR.INTER F1*2	28,898	3	9,633	0,697	0,56715		
VAR.BLOCS	47,336	3	15,779	1,142	0,35563		
VAR.RESIDUELLE 1	290,102	21	13,814			3,717	8,74%

**ANNEXES 18 : Nombre de gousses/plant**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2807,169	31	90,554				
VAR.FACTEUR 1	2284,035	1	2284,035	300,375	0		
VAR.FACTEUR 2	220,08	3	73,36	9,648	0,00036		
VAR.INTER F1*2	140,568	3	46,856	6,162	0,00366		
VAR.BLOCS	2,802	3	0,934	0,123	0,9447		
VAR.RESIDUELLE 1	159,683	21	7,604			2,758	17,69%

**ANNEXES 19 : Nombre de grains /plant**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2550,492	31	82,274				
VAR.FACTEUR 1	2128,781	1	2128,781	267,654	0		
VAR.FACTEUR 2	168,258	3	56,086	7,052	0,00193		
VAR.INTER F1*2	82,172	3	27,391	3,444	0,0349		
VAR.BLOCS	4,258	3	1,419	0,178	0,90953		
VAR.RESIDUELLE 1	167,023	21	7,953			2,82	19,77%

**ANNEXES 20 : Teneur en proline**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	55844,66	31	1801,441				
VAR.FACTEUR 1	22941,83	1	22941,83	25,641	0,00007		
VAR.FACTEUR 2	1670,18	3	556,727	0,622	0,61182		
VAR.INTER F1*2	9107,098	3	3035,699	3,393	0,03659		
VAR.BLOCS	3336,313	3	1112,104	1,243	0,31941		
VAR.RESIDUELLE 1	18789,24	21	894,726			29,912	16,91%

**ANNEXES21 : Teneur en sucres solubles**

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	19120.76	31	616.799				
VAR.FACTEUR 1	5223.703	1	5223.703	16.961	0.00055		
VAR.FACTEUR 2	3298.587	3	1099.529	3.57	0.03108		
VAR.INTER F1*2	1561.947	3	520.646	1.69	0.19859		
VAR.BLOCS	2568.699	3	856.233	2.78	0.06556		
VAR.RESIDUELLE 1	6467.821	21	307.992			17.55	25.69

## ANNEXES

REGIME	REGIME							HAUT				
	HYDRIQUE	GENOTYPE	BLOC	PARCE	TRE	RWL	SF cm2	cm	NGS/P	NGR/P	s.solu( $\mu\text{g/g.mf}$ )	
REGIME												
HYDRIQUE	1	0,00	0,00	-0,01	<b>-0,36</b>	<b>-0,63</b>	<b>-0,80</b>	<b>-0,37</b>	<b>-0,90</b>	<b>-0,91</b>	<b>0,52</b>	
GENOTYPE	0,00	1	0,00	0,00	-0,19	0,02	0,12	-0,20	-0,16	-0,17	-0,32	
BLOC	0,00	0,00	1	<b>-1,00</b>	<b>0,39</b>	0,00	-0,02	0,10	0,02	-0,01	-0,29	
PARCE	-0,01	0,00	<b>-1,00</b>	1	<b>-0,39</b>	0,00	0,03	-0,10	-0,02	0,02	0,28	
TRE	<b>-0,36</b>	-0,19	<b>0,39</b>	<b>-0,39</b>	1	<b>0,51</b>	0,32	0,05	<b>0,37</b>	<b>0,37</b>	-0,23	
RWL	<b>-0,63</b>	0,02	0,00	0,00	<b>0,51</b>	1	<b>0,62</b>	0,30	<b>0,54</b>	<b>0,57</b>	-0,30	
SF cm2	<b>-0,80</b>	0,12	-0,02	0,03	0,32	<b>0,62</b>	1	0,19	<b>0,74</b>	<b>0,76</b>	-0,28	
HAUT cm	<b>-0,37</b>	-0,20	0,10	-0,10	0,05	0,30	0,19	1	<b>0,37</b>	<b>0,44</b>	<b>-0,46</b>	
NGS/P	<b>-0,90</b>	-0,16	0,02	-0,02	<b>0,37</b>	<b>0,54</b>	<b>0,74</b>	<b>0,37</b>	1	<b>0,97</b>	<b>-0,37</b>	
NGR/P	<b>-0,91</b>	-0,17	-0,01	0,02	<b>0,37</b>	<b>0,57</b>	<b>0,76</b>	<b>0,44</b>	<b>0,97</b>	1	<b>-0,38</b>	
s.solu( $\mu\text{g/g.mf}$ )	<b>0,52</b>	-0,32	-0,29	0,28	-0,23	-0,30	-0,28	<b>-0,46</b>	<b>-0,37</b>	<b>-0,38</b>	1	
pro( $\mu\text{g/g.ms}$ )	<b>0,64</b>	-0,04	0,15	-0,15	-0,23	<b>-0,58</b>	<b>-0,58</b>	<b>-0,42</b>	<b>-0,61</b>	<b>-0,65</b>	0,30	

*En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil  $\alpha=0,05$  (test bilatéral)*



Dosage des sucres solubles



Dosage de la proline



planimètre RIEFLER



SPECTROPHOMETRE UV



Dispositif Expérimental

## Résumé:

Notre étude a porté sur quatre variétés de lentille (*lens culinaris* Medik) pour évaluer leur comportement vis-à-vis de la contrainte hydrique.

L'analyse a porté principalement sur l'étude des paramètres physiologiques, morphologique, agronomiques et biochimiques de la plante pour identifier les paramètres d'adaptation et les géotypes pourront être cultivés dans les zones semis arides sans que le rendement ne soit fortement affecté sous deux régimes hydriques (irrigué et stressant).

Les résultats obtenus montrent que le stress hydrique imposé à partir du stade floraison a entraîné une diminution de la teneur relative en eau, une réduction de la hauteur et de la surface foliaire, la production de gousses et de grains ont été fortement réduites et des accumulations de sucres solubles et de prolines ont été enregistrées.

Les quatre géotypes ont présenté des comportements différents vis-à-vis de la contrainte hydrique.

**Mots clés :** Stress hydrique, Lentille, Tolérance, Morphologie, Physiologie, Composantes de rendement, biochimie.

## الملخص:

تتركز دراستنا على 4 أصناف من العدس لدراسة استجابة هذا الأخير للنقص المائي.

يركز التحليل على دراسة الصفات الفيزيولوجية و الخصائص الزراعية و البيوكيميائية لتحديد العناصر الأساسية لتكيف هذه الأصناف في المناطق شبه الجافة دون تأثير إنتاجيتها.

تبين النتائج المتحصل عليها أن الإجهاد المائي ابتداء من فترة الإزهار أدى إلى انخفاض محتوى المائي النسبي وقصر الساق مع تقلص مساحة الورقية و انخفاض الإنتاجية من خلال تقلص عدد الفصوص و الحبات في النبتة كما نتج أيضا تراكم كميات من السكر المذاب والبرولين.

كان للأصناف أربع استجابة متفاوتة اتجاه الإجهاد المائي.

الكلمات المفتاحية: كالإجهاد المائي, العدس, التحمل المورفولوجية, مكونات المردود, البيوكيميائية