

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة الجليلي بونعامة - خميس مليانة  
Université Djillali Bounaama - Khemis Miliana



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre  
Département des Sciences Agronomiques  
Spécialité : Aménagement hydro-Agricole

## MEMOIRE

De fin d'études présenté pour l'obtention du diplôme de *Master*

*Thème*

**Effet de la durée de stress hydrique sur la production du haricot vert sous serre**

**Présenté par :**

REBRI nadjiya

MAAMOUR nassira

Soutenu publiquement le xx/06/2018, devant le jury composé de :

|                    |     |               |                    |
|--------------------|-----|---------------|--------------------|
| Mr BOUAICHI. I     | MAA | Président     | UDB- KhemisMiliana |
| Mr MEROUCHE. A     | MCB | Promoteur     | UDB- KhemisMiliana |
| Mr TOUIL. S        | MAA | Examinatrice1 | UDB- KhemisMiliana |
| Mr IMESSAOUDENE. Y | MAB | Examinatrice2 | UDB- KhemisMiliana |

**Année universitaire 2017/2018**

## *Remercîment*

*Cette travail le n'a pu voir le jour que grâce à des sacrifices et à l'aide et l'encouragement de plusieurs que je ne saurai jamais les remercier assez. Avant tout, je remercie dieu le tout puissant qui m'a donné la foi et la volonté pour achever ce travail.*

*Je tiens à remercier le Mr. MEROUCHE AËK, enseignant à l'université de Khemis Miliana qui a accepté avec sagesse de diriger un travail déjà initié et se me soutenir durant la phase la plus critique*

*Je remercie également le Mme. BOUAICHI, enseignant à l'université de Khemis Miliana pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Mr TOUIL Sami et Mr IMESSAOUDENE Yassine, pour avoir accepté d'examiner ce travail*

*Non remerciement vont aussi a*

*Tous nos enseignants, particulièrement les enseignants de la spécialité Aménagement Hydro- Agricole*

*Mes remerciements s'adressent également à toute l'équipe du laboratoire de biochimie et tous mes encouragements à ma promotion de Master 2.*

*Je remercie enfin, tout ce qui ont contribué de près ou de loin et qui ont pris une part active à la réalisation de ce travail.*

## *Dédicaces*

*Avant toute dédicace je tiens à remercier « Allah » le tout puissant qui m'a  
donnée le courage pour mener ce travail à terme.*

*A mes chères parents pour leurs amours et leurs supports continus, pour  
leur conseil d'or tous longue ma vie.*

*A mes cher sœur Fatima Zohra et son marie Djamal  
et ses enfants : Djâbir et Ahmed*

*A mes cher frères: Mehmed Ali et Toufik  
Atout ma famille Rebri et Magerbi*

*Amon binôme Nassira*

*ET tous mes enseignante leurs exprime ma profonde gratitude  
Atous mes amie, chacun par son non.*

*Atous les étudiants d'Aménagement hydraulique agricole  
(Promotion 2017/2018)*

*ET toute personne qui me connait*

*Nadjia*



# Résumé

---

## Résumé

Le travail réalisé s'inscrit dans la problématique traitant l'effet de la durée du stress hydrique sur la production du haricot vert (*Phaseolus vulgaris* L.) au cours de la phase de floraison. A cet effet, on traité six durées du stress hydrique T0, T1, T2, T3, T4 et T5.

Dans notre expérimentation on a étudié différentes paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques sous six durées du stress hydrique.

Les résultats obtenus montrent que les différent traitements du régime hydrique a entraîné un effet sur la réduction de tout le composant du rendement (nombre des gousses et nombre des graines), la surface foliaire, une diminution de teneur en eau de la feuille .De même , une accumulation de la proline sont enregistrées s c

## Mots clés :

Durée, Haricot vert, Production, Stress hydrique.

## Abstract

---

The work carried out is part of the problematic dealing with the effect of the duration of water stress on the production of green (phaseolus vulgaris L) during the flowering phase for this purpose six irrigation scheme T0, T1, T2, T3, T4 and T5 In the experiment, different morphological, physiological and biochemical parameters were studied under six periods of water stress.

The results obtained show that the different treatment of hydric regime has an effect on the reduction of the entire component of the yield (number of pods , number of seeds), the leaf surface , a reduction of water content of the leaf, an accumulation of proline are recorded sc

### **Key words**

Duration, Green bean , production, and Water stress

---

ان العمل المنجز هو جزء من الاشكالية التى تعترض تأثير فترة الاجهاد المائى على انتاج الفاصولياء الخضراء

T5, T4, T3, T2, T1 T0 خلال مرحلة الازهار لهذا الغرض تم تصميم ستة اذ

في التجربة , تم دراسة مختلف المعايير المورفولوجية و الفيزيائية و الكيمائية تحت ست فترات من الاجهاد

تظهر النتائج التى تم الحصول عليها ان المعالجة المختلفة للنظام المائى لها تأثير

( ) ليل محتوى الماء في الورقة و يتم تسجيل تراكم ولي

المدّة, الفاصولياء الخضراء , الإنتاج الاجهاد المائى

# *SOMMAIRE*

|  |    |
|--|----|
| <b>Remerciement.....</b>                           |    |
| <b>Dédicace .....</b>                              |    |
| <b>Résumé.....</b>                                 |    |
| <b>Abstract .....</b>                              |    |
| .....  |    |
| <b>Liste des tableaux.....</b>                     |    |
| <b>Liste des figures .....</b>                     |    |
| <b>Liste des abréviations .....</b>                |    |
| <b>Introduction général.....</b>                   |    |
| <b>Introduction générale.....</b>                  |    |
| <b>Chapitre I : culture du haricot vert.....</b>   |    |
| 1.1 Origine .....                                  | 02 |
| 1.2 Importance économique.....                     | 02 |
| 1.2.1 Importance du haricot vert dans monde.....   | 02 |
| 2.2 Importance du haricot vert en Ain defla .....  | 03 |
| 1.3 Classification botanique.....                  | 03 |
| 1.4 Description morpho physiologiques.....         | 03 |
| 1.4.1 Partie souterraine.....                      | 03 |
| 1.4.2 Partie arienne.....                          | 04 |
| 4.2.2. Ramification et feuilles.....               | 04 |
| 4.2.3Fleurs .....                                  | 05 |
| 4.2.5 Fruits .....                                 | 05 |
| 4.2.6 Graines .....                                | 05 |
| 5. Cycle de végétation .....                       | 05 |
| 5.1 Phase de germination.....                      | 05 |
| 5.2 Phase de croissance.....                       | 05 |
| 5.3 Phase floraison.....                           | 06 |
| 5.4 Phase maturation .....                         | 06 |
| 6 Exigence climatique de culture haricot vert..... | 07 |
| 6.1 Lumière.....                                   | 07 |

|     |                          |    |
|-----|--------------------------|----|
| 6.2 | Température.....         | 07 |
| 6.3 | Humidité.....            | 07 |
| 7.  | Exigence hydrique .....  | 07 |
| 8.  | Exigence édaphique ..... | 08 |
| 10. | Maladie.....             | 08 |

## **Chapitre II : Effet du stress hydrique sur haricot vert**

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2. 1     | l'eau dans la plante.....                                       | 10 |
| 2. 2     | Sécheresse de la plante.....                                    | 10 |
| 2.3      | Définition de stress .....                                      | 10 |
| 2.4      | Différent types de stress.....                                  | 11 |
| 2.4.1    | Stress hydrique .....   | 11 |
| 2.4.2    | stress salin.....   | 11 |
| 2.4.3    | Stress thermique .....  | 11 |
| 2.4.4    | Le stress nutritif.....   | 12 |
| 2.4.5    | Le stress photo –oxydatif .....                                 | 12 |
| 2.5      | Stress hydrique.....  | 12 |
| 2.5.1    | Outils de détection du stress hydrique .....                    | 12 |
| 3.5.2    | Conséquence du stress hydrique.....                             | 13 |
| 2.5.2    | Mécanisme d'adaptation au stress hydrique.....                  | 13 |
| 2.5.2.1  | Esquive (échappement).....                                      | 13 |
| 2.5.2.2  | Evitement.....  | 14 |
| 2.5.2.3  | Tolérance.....  | 15 |
| 2.5.3    | Indice de végétation associée au stress hydrique .....          | 15 |
| 2.5.4    | Effet de stress hydrique sur la plante.....                     | 15 |
| 2. 5.4.1 | Effet de stress sur les paramètres morphologiques.....          | 15 |
| 2.5.4.2  | Effet du stress hydrique sur la production .....                | 16 |
| 2.5.4.3  | Effet de stress hydrique sur le rendement.....                  | 17 |
| 2.5.4.4  | Effet de stress hydrique sur les paramètres physiologiques..... | 17 |
| 2.5.4.5  | Effet de stress hydrique sur les paramètres biochimiques.....   | 18 |

### **Chapitre III : Matériels et Méthodes**

|   |    |
|---|----|
| 3.1 Matériels.....                                | 19 |
| 3.1.1 Site expérimental.....                      | 19 |
| 3.1.2 Pots.....                                   | 19 |
| 3.1.3 Matériel végétal.....                       | 19 |
| 3.1.4 Laboratoire.....                            | 20 |
| 3.2 Méthodes.....                                 | 20 |
| 3.2.1 Dispositif expérimental.....                | 20 |
| 3.2.2 Installation et conduite de la culture..... | 21 |
| 3.2.2.1 Préparation des pots et semis.....        | 21 |
| 3.2.2.2 Conduite de la culture.....               | 21 |
| 3.2.3 Analyses effectuées.....                    | 22 |
| 3.2.3.1 Analyse du sol.....                       | 22 |
| 3.2.3.1 Mesures sur la plante.....                | 23 |
| 3.2.4 Analyse statistiques .....                  | 26 |

### **Chapitre IV : Résultats et discussion**

|   |    |
|---|----|
| 4.1 Analyse physique-chimique des sols..... | 27 |
| 4.1.1 Analyse physique .....                | 27 |
| 4.1.2 Analyse chimique.....                 | 27 |
| 4.2 Analyse sur la plante .....             | 28 |
| 4.2.1 Paramètres morphologique.....         | 28 |
| 4.2.2 Analyse de variance.....              | 29 |
| 4.2.3 Comparaison des moyennes.....         | 29 |
| 4.3 Analyse physico-chimique.....           | 32 |
| 4.3.1 Analyse de variance.....              | 32 |
| 4.3.2 Comparaison des moyennes.....         | 33 |
| 4.4 Paramètres de production.....           | 34 |
| 4.4.1 Analyse de variance.....              | 35 |
| 4.4.2 Comparaison des moyennes.....         | 35 |
| 4.5 Chaut de rendement du haricot vert..... | 39 |

**Conclusion** .....

**Références bibliographiques**.....

**Annexe** .....

## Liste des abréviations

**CE** : Conductivité électrique

**KC** : Coefficient cultural

**Ph** : Potentiel hydrogène

**MI** : milli litre

**O2**: Hydrogen

**CO2**: Carbone

**Na**: Sodium

**Cl**: Chlore

**N**: Azote

**P**: Phosphore

**K**: Potassium

**Mg**: Magnésiums

**Ca**: Calsuime

**S**: Sonfre

**Fe**: Fluor

**Zn**: zinc

**Cu**: Cuivre

**B**:Bore

**Mo**: Matière organique

**%**: pourcentage

**INRA** : Institut national de la recherche agronomique

**FAO**: Organisation des nations unies pour l'alimentation et agriculture

**ABA** : Acide abscissique

**MF** : Matière fraiche

**Meq**: Milli équivalent

**L:** litre

**M:** mètre

**Mm** : millimètre

**H2O** :

**NDU** : Normalise différence

**C°** : Degrés Celsius

**Cm** : Centimètre

**Cm2:** Centimeter carré

**Kg:** Kilogram

**Fig:** Figure

**Ps:** poids sec

**Pf:** poids frais

**Pt:** poids total

**Do:** densité optique

**T0:** Traitement sans stress hydrique

**T1** : Traitement irrigué chaque 5 jours

**T2** : Traitement irrigué chaque 10 jours

**T3** : Traitement irrigué chaque 15 jours

**T4** : Traitement irrigué chaque 20 jours

**T5** : Traitement irrigué chaque 25 jours

**DSA** : Direction des services agricoles

**ITGC:** Institut technique des grandes cultures

**RBV** : Rendement biologique vert

**PPdS** : point plus différent significatif

## Liste des tableaux

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau n°01</b> : production du haricot verte en Ain defla.....                                      | 03 |
| <b>Tableau n°02</b> : Coefficient culturaux du Haricot vert.....   | 08 |
| <b>Tableau n°03</b> : les maladies du haricot et les résistances connues.....                            | 09 |
| <b>Tableau n°04</b> : Analyse Physico- Chimique de sol.....  | 27 |
| <b>Tableau n°05</b> : Analyse physique du sol .....  | 27 |
| <b>Tableau n°06</b> : Analyse chimique du sol.....   | 28 |
| <b>Tableau n°07</b> : Analyse de variance des paramètres morphologiques du Haricot<br>Vert.....          | 29 |
| <b>Tableau n°08</b> : Synthèse des résultats d'analyse de variance des Paramètres<br>morphologiques..... | 32 |
| <b>Tableau n°09</b> : Analyse de variance des paramètres physico-chimique.....                           | 33 |
| <b>Tableau n° 10</b> : Synthèse des résultats d'analyse de variance des paramètres de<br>production..... | 35 |
| <b>Tableau n°11</b> : Synthèse des résultats d'analyse de variance des paramètres de<br>production.....  | 35 |
| <b>Tableau n°12</b> : Chute de rendement en pourcentage.....   | 40 |

## Liste des figures

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 01</b> : Différent parties de haricot vert .....                 | 04 |
| <b>Figure 02</b> : Phase de floraison du haricot vert.....                 | 06 |
| <b>Figure 03</b> : Phase de maturation du haricot vert.....                | 06 |
| <b>Figure04</b> : Maladie sur les gousses du haricot vert.....             | 08 |
| <b>Figure 05</b> : graine du génotype Djadida.....                         | 20 |
| <b>Figure 06</b> : Dispositif expérimental des pots sous serre.....        | 21 |
| <b>Figure 07</b> : Mesure la conductivité électrique dans laboratoire..... | 22 |
| <b>Figure 08</b> : Mesure le dosage du proline dans laboratoire .....      | 25 |
| <b>Figure 09</b> : Dosage de proline de la plante chez haricot vert.....   | 25 |
| <b>Figure 10</b> : Poids moyen des racines par plante.....                 | 30 |
| <b>Figure 11</b> : la surface foliaire moyenne des feuilles .....          | 31 |
| <b>Figure 12</b> : Poids foliaire moyenne des feuilles.....                | 32 |
| <b>Figure 13</b> : la teneur en proline moyen chez haricot vert .....      | 34 |
| <b>Figure 14</b> : nombre moyen des gousses par traitement .....           | 36 |
| <b>Figure 15</b> : poids des gousses par plante du haricot vert.....       | 37 |
| <b>Figure 16</b> : nombre des graines par gousses du haricot vert.....     | 38 |
| <b>Figure 17</b> : poids des graines par gousses du haricot vert.....      | 39 |
| <b>Figure 18</b> : rendement biologique vert chez haricot vert.....        | 40 |

# *Introduction générale*

# Introduction générale

---

Le haricot est une culture légumineuse qui est entrée dans les habitudes alimentaires de toutes les sociétés du monde (Stat Kanada, 2007). Il est caractérisé par une diversité d'utilisation alimentaire (Caburet et Hekimain, 2003). Il est introduit dans le domaine de l'agro-alimentaire à cause de la capacité de conservation qu'il offre (Boudouin et al 2001).

Cependant, cette culture est confrontée à plusieurs contraintes, principalement celles liées au milieu (Munns et al, 2002). Parmi ces contraintes est le stress hydrique auquel l'est soumis durant ses phases phénologiques les plus sensibles surtout dans les régions semi-arides et arides (Wang et al 2003). La région du Haut Chéouiff fait partie de l'étage bioclimatique semi-aride où la pluviométrie annuelle moyenne de la période de 2000 à 2016 est inférieure à 455 mm (ITGC, 2017).

En plus, la pluviométrie connaît une mauvaise répartition inter-mensuelle et interannuelle durant les dernières décennies. Pour ces raisons, la culture est exposée au stress hydrique à n'importe quelle phase phénologique (Zhang et al, 1999). L'effet du stress hydrique sur la production du haricot varie en fonction du degré de sensibilité de chaque phénologie (Hsissou, 1994).

L'objectif de la présente étude est de rechercher l'effet de la durée stress hydrique durant les phases critiques floraison et formation des gousses sur le comportement morpho physiologique et la production du haricot vert.

Le présent document subdivisé en quatre chapitres, terminé par une conclusion générale suivie de la liste de référence et des annexes

Chapitre 1 : Culture du haricot vert

Chapitre 2 : Effet du stress hydrique sur la plante

Chapitre 3 : Matériel et méthode

Chapitre 4 : Résultats et discussion.

# *Chapitre I*

## *Culture d'Haricot vert*

## Introduction

Le haricot est une légumineuse à graine pour l'alimentation humaine, il constitue la principale source de protéine disponible localement dans les pays en développement (Mylona et al, 1980). Le haricot présente une grande importance alimentaire, économique et agronomique.

### 1. Origine

Origine d'Amérique centrale et du sud, le haricot vert a été découvert par Christophe Colomb sur l'île de Cuba. Il y a environ 7000 ans, le haricot était déjà cultivé par les tribus indiennes ainsi qu'au Pérou. Il conquiert progressivement toute l'Amérique du Sud (Lamboley, 2001). La culture haricot a été diffusée dès le XVI<sup>ème</sup> siècle vers d'autres régions, la découverte de l'Amérique par Christophe Colomb, cette culture à développer dans tous les régions l'île le principalement Etats-Unis, l'Europe et l'Afrique tropicale, secondairement vers l'Afrique du Nord et l'Asie (Baudouin et DO., 2001).

### 2. Importances économiques

#### 2.1. Importance du haricot vert dans le monde

D'après l'étude néerlandaise diffusée ce 5 septembre 2017, la production mondiale de haricot dépasserait les 80 millions de tonnes en 2017, soit le double d'il y a 30 ans. LA production a augmenté dans la majorité des principaux pays producteur, en Inde (22Mt), au Canada (8Mt) et en Birmanie (6Mt).

Le haricot représenterait à lui seul près de 33 % de la production mondiale de légumineuses, suivi par le pois chiche (17%) et le pois sec (16%).

Selon Scheideret et al (2015), les légumineuses dont fait partie le haricot vert commun, avaient une production mondiale moyenne estimée à 334 millions de tonnes par an.

# Chapitre I : Culture d'Haricot vert

## 2.2 Importance du haricot verte en Ain defla

D'après la direction des services agricole d'Ain defla, la production de la culture du haricot vert sur les trois années représentée dans le tableau 01

**Tableau n°01 : production du haricot vert en Ain defla**

| Année     | Intention superficies (Ha) | Superficie Production (Ha) | Estimation production (Qx) | Superficie récoltée (Ha) | Production obtenue (Qx) | Rendement réalisé (Qx/Ha) |
|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 2015/2016 | 20                         | 20                         | 1200                       | 20                       | 1250                    | 63                        |
| 2016/2017 | 50                         | 55                         | 1800                       | 55                       | 4400                    | 80                        |
| 2017/2018 | 50                         | 60                         | 3600                       | /                        | /                       | /                         |

Source : DSA 2018

## 3. classification botanique

Le haricot appartient à la famille des fabaceae, genre phaseolus et l'espèce vulgarise. Le haricot possède un nombre de chromosome égal à  $2n=22$  (Baudouin et al 2001).

Selon Guignard (1998), la classification botanique du haricot vert est comme suit :

- ❖ **Règne** : Végétal
- ❖ **Embranchement** : Spermaphytes
- ❖ **sous embranchement** : Angiospermes
- ❖ **classe** : Dicotylédones
- ❖ **Ordre** : Fabales
- ❖ **Famille** : Fabacées
- ❖ **Genre** : Phaseolus
- ❖ **Espèce** : Phaseolus vulgaris L.

## 4. Description morpho physiologiques

### 4.1. Partie souterraine

#### 4.1.1. Racines

La racine de haricot se forme progressivement après le stade de germination, le système racinaire initial du haricot se forme à partir de la radicule de l'embryon qui devient la racine primaire (Chauxet Foury, 1994). La racine principale peut être facilement arrêtée par les obstacles du sol. Les racines latérales ont un développement qui peut dépasser celui de la racine principale (Guignar, 1998).

# Chapitre I : Culture d'Haricot vert

Le système racinaire pivotant qui peut descendre jusqu'à 1.2m on trouve le plus grand nombre de racine entre 0.20 à 0.25 m de profondeur (Barreto, 1983).

## 4.2 Partie aérienne

### 4.2.1 Tige

Les grandes tiges peuvent atteindre 2 à 3 m de long ; c'est le haricot à rames courte ne dépassent guère 30 40cm de longueur et le haricot ayant de telles tiges est appelé « haricot naine » (Dupont et Guignard, 1989).

### 4.2.2. Ramification et feuilles

La feuille de haricot vert est entièrement occupée par trois veines à partir de la base. Cette plante contient deux types de feuilles, et forme sur le deuxième nœud deux des premières feuilles appelées feuilles primaires. Les feuilles du haricot typique du haricot débutent partir du troisième nœud.

Les deux premières feuilles sont simples et s'attachent face à face sur la tige tandis que le reste des feuilles sont trifoliolées mesurant entre 7.5 et 14 cm de long et entre 5.5 et à 10 cm de large (GALLAIS et BENNFORT, 1992). La figure n° 1. Décrit les principales parties aériennes du haricot

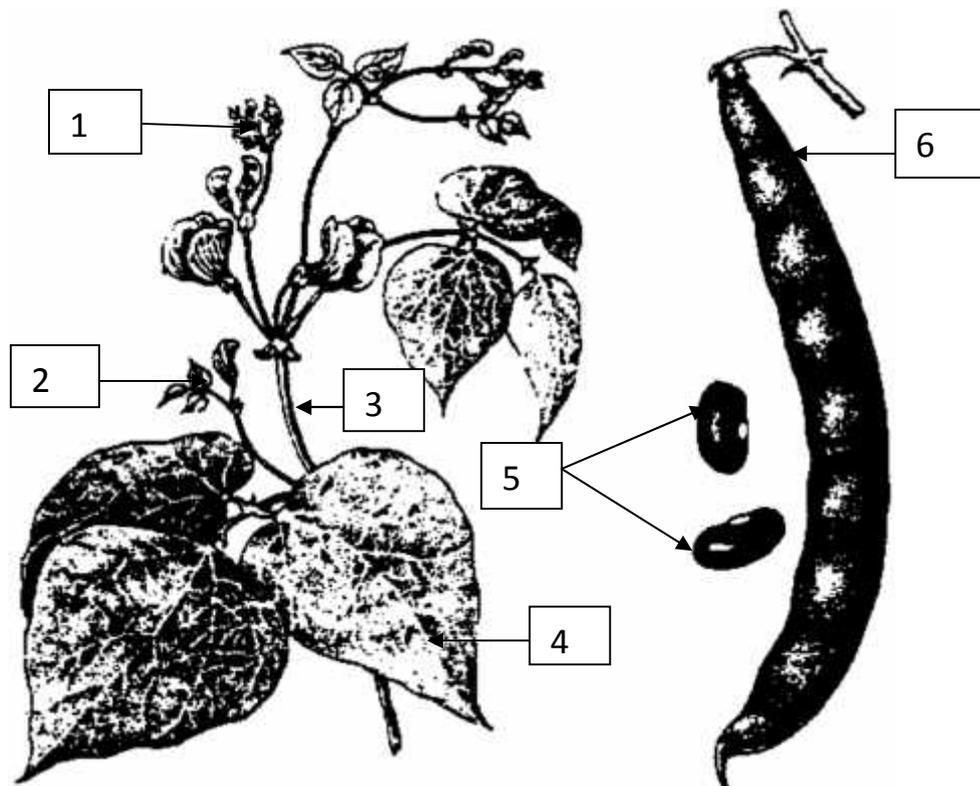


Figure n° 01 : Différent parties de haricot vert (INRA, 2000)

# Chapitre I : Culture d'Haricot vert

---

**Légende :** (1) : inflorescence ; (2) : ramification secondaire ; (3) : tige principale ; (4) : feuille ; (5) : graines ; (6) : gousses

## 4.2.3 Fleurs

La famille Fabacea est caractérisée par architecture qu'elle offre aux fleurs sous forme de grappe auxiliaires courtes comptant de 4 à 10 fleurs (chaux et foury ,1994). Chaque fleur a 2cm de long environ et de couleur très variée, rose, blanche, violette, rouge (Bell, 1994).

Les fleurs du haricot vert sont du type papilionacé, et comprennent : 5 sépales, 2 pétales, 9 étamines soudées par leur base et une étamine libre, un ovaire une loge renfermant 4 à 8 ovules (Prevot, 1994).

## 4.2.5 Fruits

Solen Hubert (1978), ce sont des gousses allongées généralement droite, plus ou moins longue et terminée par un point. Leur largeur varie de 8 à 25mm. Elles renferment en moyenne 4 à 8 graines. Dans les parois de la gousse, appelée cosse, les faisceaux libérés –ligneux sont plus ou moins développés (Gout et Segnobos, 1998).

## 4.2.6 Graines

Les graines sont réniformes, arrondies à ovales plus ou moins allongées. Elles sont riches en amidon et matières protéiques, elles ressemblent au rein et présentent une cicatrice ou hile sur le côté concave (chaux et foury ,1994).

Le tégument peut être noir, blanc ou revêtu de différentes nuances de jaune, brun, rouge ou rose selon les variétés (Peron, 2006).

## 5. Cycle de végétation

### 5.1 Phase de germination

La germination des graines nécessite une durée de 4 à 8 jours en fonction des conditions thermiques (Hubert, 1978). Les cotylédons sortent du sol, la première paire de feuilles apparaît (Sentens, 1985).

### 5.2 Phase de croissance

Avant l'émergence de 3 à 4 jours, les cotylédons commencent à s'estomper (Pitrat et Foury, 2003). 5 à 6 jours après l'apparition de la première feuille trifoliolée apparaît. De 5 à 6 jours après le début de la première tendresse, la deuxième feuille trifoliolée commence à apparaître (Sentens, 1985). Au bout d'un mois, le pied de

## Chapitre I : Culture d'Haricot vert

---

haricot possède une dizaine de feuilles trifoliolées et il a atteint sa hauteur définitive de 30 à 40 cm pour les variétés naines (Dupont et Guinard, 1989).

### 5.3 Phase floraison

Selon Lecomte (1997), Le processus de floraison commence trois semaines à un mois après le semi environ et qui dure un mois et demi en fonction des conditions climatiques. La jeune gousse atteint sa taille définitive en une douzaine de jours environ.



Fig n° 02 : Phase de floraison du haricot vert

### 5.4 Phase maturation :

De 15 à 30 jours, les graines se forment après que la taille définitive est atteinte. Les gousses s'ouvrent d'elles-mêmes 20 à 30 jours après, les graines étant mures. Le cycle végétatif complet du haricot s'étale sur 75 à 130 jours (Lecomte, 1997). La figure n°02 montre les différents phases de développement du haricot vert



Fig n° 03 : Phase de maturation du haricot vert

## 6 Exigence climatique de culture haricot vert

### 6.1 Lumière

La culture de haricot vert à l'origine une plante de jours courts, mais les variétés sélectionnées en milieu tempéré fleurissent même en jours longs (seize heure) (Caburet et Hekimian, 2003). Le haricot est très exigé en lumière surtout pendant les étapes de son développement. Plus tarde, pendant la floraison et la nouaison, la

Le haricot demande beaucoup de chaleur, température minimale de germination 11 °c. La végétation n'est vigoureuse qu'à partir de 12 à 14°C. Les fortes chaleurs sont nuisibles à la fécondation (Diehi, 1975). La production est affectée au dessus de 30°C (Cabur et Heilmann, 2003). Lumière diffusé et augmentation de l'humidité de l'aire peuvent favoriser considérablement la qualité des gousses et l'augmentation des rendements (Collev, 1976).

### 6.2 Température

Selon Aguiar et al (1999), la température optimale est de 25 °c pour l'émergence de la semence. Les températures idéales pour la croissance varient de 18,3 à 29,4°C

La végétation n'est vigoureuse et rapide qu'à partir de 12°C (Haricot naine) et à partir 14°C (haricot rame) (Laumonier, 1979).

### 6.3 Humidité

Selon Devignes (1986), une trop grande humidité est défavorable pour le haricot, que l'on sème sorte à fleur de terre. Il craint considérablement l'humidité, il convient donc de lui réserver des emplacements bien aérés et d'éviter le bas-fond des vallées ou l'atmosphère est chargée d'humidité, en raison d'une mauvaise circulation de l'aire (Laumonier, 1979).

## 7. Exigence hydrique

Selon Baudouin et al(2001), les précipitations nécessaires pour le haricot soient réparties comme suit :

- 80-120 durant la croissance végétative
- 40-60 mm durant la fructification.
- Les besoins en eau de cette culture pendant tout un cycle végétatif varient de 300 à 500 mm/an, selon le climat (Doorebmos, 1980 et Imessaoudene, 1984).

## Chapitre I : Culture d'Haricot vert

---

Les coefficients culturaux de la culture du Haricot dépendent de la culture et de son stade de développement. Le coefficient cultural du haricot vert suivant ses phases (Décadre, 1981) sont indiqués dans le tableau 02

**Tableau n°02** : Coefficient culturaux du Haricot vert

| Les phases           | KC        |
|----------------------|-----------|
| Phase de germination | 0.25-0.33 |
| Phase de croissance  | 0.70-0.82 |
| Phase de floraison   | 0.90-1    |
| Phase maturation     | 0.39-0.42 |

*(Décadre, 1981, 1982)*

### 8. Exigence édaphique

Selon Graham (1980), le haricot préfère les sols légers, profonds et sains, les terres lourdes sont à éviter ainsi que les fonds à humidité stagnante à moins de semer sur billon.

Le haricot commun demande un sol se réchauffant vite, à bonne structure et riche en humus  $\text{pH} = 5.5$  à  $6$  (Hubert, 1978).

Les terres froides, très argileuses ou trop calcaire sont à éviter, car elles produisent des grous de qualité médiocre et favorisent le développement des fils (Anonyme, 1984).

### 10. Maladie

Les maladies et ravageurs constituent l'une des entraves les plus sérieuses à l'amélioration et à l'intensification de la culture du haricot vert et à l'obtention de bons rendements étant donné que la protection chimique est rarement utilisée. (Fouilloux et Banerot, 2003). Les principales maladies du haricot et les résistances sont synthétisées dans le tableau 02

## Chapitre I : Culture d'Haricot vert

**Tableau n°03** : les maladies du haricot et les résistances connues.

| Maladie                   | Importance Economique        | Agents Pathogènes                                 | Transmission          | Résistances  |
|---------------------------|------------------------------|---|-----------------------|--|
| <b>Anthracnose</b>        | Grave                        | Colletotricum lindemuthianum                      | Semences, eau, air    | Mono génique   |
| <b>Fusariose</b>          | Grave<br>Localement          | Fusarium salani<br>Pythium sp.<br>Rhizoctonia sp. | Sol                   | Polygénique<br>tolérance lié à la couleur des grains |
| <b>Botrytis</b>           | Grave<br>traitement efficace | Botrytis cinerea                                  | Air                   | Faible<br>tolérance observée                         |
| <b>Mosaïque<br/>Jaune</b> | Pas grave en général         | Virus 2   | Puceron, légumineuses | Monogénique<br>Immunité                              |

**Source** : Fouilloux et Banerot, 2003



**Fig n° 04** : vert Maladie sur les gousses du haricot

*Chapitre II*  
*Effet du stress hydrique*  
*sur le haricot*

### Chapitre II : Effet du stress hydrique sur le haricot

#### Introduction

L'eau est l'élément vital pour la croissance et le développement des plantes. Elle permet le transport des substances nutritives, d'éléments issus du métabolisme et de déchets, etc.

La variation de stock d'eau dans le sol pendant une période considérable est le résultat du bilan entre les apports (pluie, irrigation, remontées sa pilaires) et les pertes d'eau (évapotranspiration réel et le drainage profond).

#### 2.1 L'eau dans la plante :

L'eau est un élément essentiel dans les cellules de la plante où elle est infectée par des animaux organiques et minéraux et elle à la capacité de stocker, une source d'hydrogène pour les réactions biochimiques telles que le processus de composition optique (Thiebault et al ,2000). L'eau participe à la qualité et au rendement de la production agricole. L'irrigation vient compenser le manque ou l'insuffisance d'eau lorsque le contexte climatique ne le permet pas (RIOUX 2002).

Le besoin de la plante se limite à l'eau et aux substances minérales du sol, ainsi qu'au  $CO_2$  et  $O_2$  de l'atmosphère. Sa matière fraîche est composée d'environ 70 à 80 % d'eau (Heller et al, 1993).

#### 2.2 Sécheresse de la plante

Une plante fourragère de bonne valeur alimentaire est non seulement constituée d'environ 70 à 85% d'eau mais elle doit renouveler plusieurs dizaines de fois le volume d'eau qu'elle contient chaque jour (GUYOT, 1990).

En agriculture, la sécheresse est définie comme un déficit marqué et permanent de la pluie qui effectué les productions agricoles estimées d'après des valeurs moyennes ou étendues (CADSDEN et al, 2003).

Une autre approche de la sécheresse est celle des agro pastoralismes qui mettent d'avantage l'accent sur la sévérité et la fréquence d'un phénomène qui reste tout relatif pour eux une année sèche chaque décennie est souvent critique et permet d'évaluer les effets réels du manque d'eau (DEVR, 1984).

#### 2.3 Définition du stress

Selon Hopkins (2003), on appelle stress toute pression dominant exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante.

## Chapitre II : Effet du stress hydrique sur le haricot vert

---

Le stress correspond à toute condition de l'environnement ou combinaison de conditions qui empêche la plante de réaliser l'expression de son potentiel génétique pour la croissance, le développement et la reproduction (DUBOIS, 1991). Le stress est une contrainte qui peut se résumer à une (ou plusieurs) forces de déformation appliquée à un corps (Levitt, 1980).

### 2.4 Différents types de stress

#### 2.4.1 Stress hydrique

Selon Krista (2003), Le stress hydrique souvent provoqué par la sécheresse, se manifeste quand la quantité d'eau transpirée est supérieure à la quantité d'eau absorbée. Le manque d'eau et la rareté des précipitations sont les causes principales du stress hydrique, ce stress effectuera croissance et le développement de plante.

En agriculture, il est défini comme un déficit marqué et ce compte tenu des précipitations qui réduisent significativement la production agricole par rapport à la normale pour une région de grand étendue (BOOTSMA, al 1996).

Un stress hydrique, peut limiter ainsi la croissance des végétaux en modifiant le lien entre la disponibilité et les besoins (Bazzala ,2005). En situation de déficit hydrique, la plante ferme ses stomates pour réduire ses pertes en eau provoquant des modifications physiologiques, morphologiques et phonologiques (Tardieu et Dreyer, 1997).

#### 2.4.2 Stress salin

La définition les plus courants, adaptés par la FAO (1997), considéré qu'un sol salin est un sol dont l'activité électrique de la pâte du sol ( $E_c$ ) est de 4ds/m ou plus, cependant le Na et le Cl soit considérés les plus importante : le Na comme effectue la détérioration de la structure physique des sols et le Cl et Na entraînent la toxicité des végétaux (OMAMI, 2005).

La conductivité électrique est souvent utilisée pour la mesure de la salinité des eaux et de la pate du sol, elle est exprimée en déci siemens par mètre ds/m ou en millimhos par centimètre mm ho/cm (KENFAOUI, 1997).

#### 2.4.3 Stress thermique

Selon Farhati (2007), La sensibilité des plantes aux températures extrêmes est très variable, certaines sont exterminée ou affaiblies par des baisses modérées de températures, lorsque d'autre parfaitement acclimatée, sont capables de suivre au gèle

## Chapitre II : Effet du stress hydrique sur le haricot vert

---

(des dizaines de °c en dessous de zéro), le stress provoqué par des températures élevée induit la synthèse d'un groupe de protéine particulières.

La température est un facteur environnement qui varie selon la saison et subit des fluctuations quotidiennes. Le gel et la haute température affectent le développement de la céréale tout long de son cycle (Bouzerour et Monneveux, 1992).

### 2.4.4 Le stress nutritif

La croissance, le développement et le rendement des plantes sont contribués par des élément essentiel comme N, P, K, Mg, Ca, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Co, Si, ... (HOPKINS et HUNER, 2004 ; KOPRIVOVA et al, 2008). Les plantes peuvent être soumises a un stress nutritif du a la plusieurs facteurs menant a l'insuffisance nutritive ou l'approvisionnement excessif en élément (SCHULZE et al, 2005). Le stress nutritif et les désordres métabolique associés diminuent la croissance et le rendement des plantes (LYNC et Brown, 2001 ; KANT et al, 2008).

### 2.4.5 Le stress photo –oxydatif

Le stress lumineux est l'une des contraintes environnementales importantes qui limitent la photosynthèse et l'efficacité de la végétation (DAS, 2004 ; DOI et SHMAZAKI, 2008). Quand l'énergie lumineuse absorbée excède la capacité d'utilisation de l'énergie dans la photosynthèse, alors l'efficacité photosynthétique sera réduite due la formation de l'AOS, qui peut endommager l'appareil photosynthétique et les composant du chloroplaste (Taibi, 2008)

## 2.5 Stress hydrique

### 2.5.1 Outils de détection du stress hydrique

Selon Luquet (2002), les paramètres physiologiques et biophysiques de la plante (potentiel hydrique, photosynthèse, teneur en chlorophylle, etc.), leur relation avec le l'état hydrique de cette plante peut être utilisés comme des indicateur de son état hydrique

Les déficits hydriques longs se traduisent par des changements progressifs dans la structure de la plante, qui visent à réduire sa surface transpiration (surface foliaire ou LAI). Le LAI (indice de surface foliaire) est la variable de structure la plus importante. Elle caractérise la taille des surface d'échange rayonnement (carbone, eau, etc.) avec l'atmosphère (centre Canadien de Télédétection, 2004).

### 3.5.2 Conséquence du stress hydrique

En cas de déficit hydrique, la plante ferme ses stomates pour réduire ses pertes en eau (Tard et Dreyer, 1997). L'entrée du  $CO_2$  est également verrouillée lors cette fermeture, entraînant une perturbation de l'activité photosynthétique. La fermeture emprisonne une bonne part de l'énergie destinée à être dissipée par transpiration, ce qui a pour conséquence l'augmentation de la température foliaire. L'augmentation de la température foliaire permet à la télédétection infrarouge thermique d'avoir accès au statut hydrique de la plante.

Selon son intensité et son apparition dans le développement de la plante, le stress hydrique peut entraîner ou non une perte de qualité et de rendement dans la production agricole par la modification de la mise en place des capteurs photosynthétiques, la répartition des assimilats entre les différents organes (tige, feuilles et graines), la quantité de graines récoltées et aussi l'accumulation des composés majeurs (lipides, protéines, glucides (INRA, 2002)).

### 2.5.2 Mécanisme d'adaptation au stress hydrique

Le déficit hydrique se manifeste par la combinaison d'un part, de la restriction de la disponibilité en eau du sol et d'autre part, de l'augmentation de la demande évaporation. (Chaves et al, 2002.) (Tradiu et al, 2006). L'adaptation à la sécheresse d'une plante cultivée, se définit, comme la capacité de cette dernière à survivre et du point de vue physiologique et du point de vue agronomique par l'obtention d'un rendement plus élevé que celui des plantes sensibles (Turner, 1979).

La première stratégie d'adaptation des plantes à la sécheresse consiste à échapper au déficit hydrique, la deuxième à l'éviter tout stress hydrique et l'autre à le tolérer.

#### 2.5.2.1 Esquive (échappement)

La stratégie la plus utilisée par les sélectionneurs pour identifier les variétés plus tolérantes aux stress est l'esquive par raccourcissement de la durée du cycle (Acevedo et al, 1995).

L'esquive permet à la plante de réduire ou d'annuler les effets de la contrainte hydrique par une bonne adaptation de son cycle de culture à la longueur de la saison des pluies. Le développement phénologique rapide avec une floraison précoce, permet à la plante d'éviter les périodes sèches (Jones, 1992 ; Kiani, 2007).

### 2.5.2.2 Evitement

Evitement consiste à un état hydrique interne satisfaisant en présence d'une contrainte hydrique. Pour éviter ou plus exactement le retarder la déshydratation de ses tissus, il existe quatre grands types de réponse permettent à la plante.

#### ➤ **capacités d'extraction de l'eau par le système racinaire**

Optimisation de l'absorption d'eau est liée à un ensemble complexe de caractères morphologiques des racines : masse et volume, ramification, profondeur (Ramanijulu et Bartels, 2002 ; Adda et al, 2005 ; Sahnoune, 2005).

Efficacité de l'extraction de l'eau du sol par les racines figure parmi les types d'adaptation permettant à la plante d'éviter exactement de retarder la déshydratation de ses tissus (Turner et al). L'aptitude des racines à exploiter les réserves en eau du sol sous stress est une réponse particulièrement efficace pour l'élaboration de la production de graines (Passioura, 1977).

#### ➤ **Régulation stomatique**

La régulation stomatique conditionne les échanges entre CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O et par conséquent la croissance et la production des cultures (Ludlow et Muchow, 1990 ; Turner, 1997). La fermeture stomatique réduit l'assimilation du CO<sub>2</sub> et conduit inévitablement à une réduction de l'activité photosynthétique (Ludlow et Muchow, 1990).

Selon Turner (1997), la régulation de l'ouverture et de la fermeture des stomates dépend du potentiel hydrique foliaire et de l'humidité de l'air au champ.

#### ➤ **Ajustement osmotique**

Ajustement osmotique est considéré comme un mécanisme de tolérance par certains auteurs et comme un mécanisme d'évitement d'autre (Ben Naceur, 1994).

Selon Korichi (1994), la capacité d'ajustement osmotique d'un végétal est liée à sa capacité à accumuler au niveau cytoplasmique et de manière active certaines solutés tels que les sucres solubles. Au niveau des jaunes, l'ajustement osmotique permet une protection des membranes et des systèmes enzymatique en particulier.

#### ➤ **Accumulation de proline**

Au niveau cellulaire, la tolérance des plantes au stress hydrique peut s'exprimer par l'accumulation d'osmolytes (Van Rensburg et al). La proline semble jouer un rôle important dans la réponse des plantes à la sécheresse, son accumulation rapide lors

## Chapitre II : Effet du stress hydrique sur le haricot vert

---

du stress hydrique à été mise en évidence chez de nombreuses plantes (Lewinet et al ,1978 ; Stewart, 1978).

### 2.5.2.3 Tolérance

La tolérance est la stratégie qui permet à la plante d'assurer ses fonctions physiologique malgré une dégradation de son état hydrique (Mojayad et Planchon, 1994). La tolérance exige que l'organisme soit en équilibre thermodynamique avec le stress, ce qui signifié que la condition qui règlement dans la plante en équilibre avec les conditions de l'environnement externe (Temagoult, 2009).

### 2.5.3 Indice de végétation associée au stress hydrique

Les indices de végétation sont des mesures radiométriques de la variabilité spatiale et temporelle de l'activité photosynthétique de la végétation (Caloz and Puech, 1996), cette dernière étant en relation avec les variables biophysiques du couvert telles que l'indice de Surface foliaire, la biomasse totale, la vigueur de la végétation, etc. Ces variables sont elles-mêmes en relation avec l'état hydrique de la végétation. Leur calcul est Basé sur des Combinaisons, linéaires ou non, de valeur de réluctance ou de luminance Acquises dans plusieurs bandes spectrales.

Ces variables s'appuient essentiellement sur les différences des propriétés optiques de la végétation dans le rouge et le Proche infrarouge. Les réluctances dans le PIR augmentent avec la Présence de la végétation, tandis que celles dans le R diminuent. Plusieurs indices ont été développés pour réduire l'effet de la fraction de sol visible. L'indice de végétation le plus couramment utilisé est le NDV (Normalise Différence Végétation Index). L'indice de condition de la végétation (Kogan, 1995) conçu pour estimer le stress hydrique est entièrement basé Sur le NDVI

### 2.5.4 Effet de stress hydrique sur la plante

#### 2.5.4.1 Effet de stress sur les paramètres morphologiques

##### ➤ Au niveau cellulaire

Le processus le plus sensible au stress hydrique est la croissance cellulaire, la diminution de la turgence réduit l'expansion cellulaire (Rasson et Moss ,1972). La réduction de la surface foliaire provient d'une diminution de l'expansion foliaire et ou d'une sénescence accélérer de la feuille (Mattheus et al, 1984 ; Cosgroue, 1993).

## Chapitre II : Effet du stress hydrique sur le haricot vert

---

### ➤ **Parties souterraines**

#### **Racine**

Selon Cruiziat (1974), les racines de haricot vert sont d'avantage affectées que les autres organes de la plante par un stress hydrique.

L'effet de stress provoque un grand développement en longueur du système racinaire pour permettre une exploitation efficace de ce dernier à extraire l'eau des profondeurs du sol. (Gowan, 1974 ; Brown et al, 1987).

Certaines auteures ne soient pas du même avis comme (Hopkins ,2003) qui affirme que la Croissance des racines est généralement moins sensible au déficit hydrique que celle de la parité aérienne. La croissance racinaire est plutôt orientée dans un sens de remodelage de l'ensemble de système racinaire : le nombre des racines diminue, le volume racinaire est également réduit (Daaloul et al, 2005).

### ➤ **Parties aérienne**

#### **Feuilles**

Selon (Tardieu ,1996), on assiste à une réduction de la surface foliaire dû à une diminution de l'expansion cellulaire.

La feuille se replié ou s'enroule et entre en sénescence précoce (Gate, 1995 ; Hopkins ,2003) Le stress hydrique réduit le nombre de feuilles de la surface foliaire et augmente le nombre de stomates par unité de surface (Gate, 1995).

#### **Tige**

Selon Gate (1990), effet remarquable du stress hydrique est la réduction de la hauteur et le diamètre de la tige, raccourcit les entre-nœuds.

### **2.5.4.2 Effet du stress hydrique sur la production**

Selon Merrien et al (1981), les relations positives de type linéaire sont observées entre le rendement du tournesol et l'eau consommée. Selon la position dans le cycle de développement, la contrainte hydrique peut avoir des conséquences de nature et d'intensité variables. Tout dépend du composant du rendement mise en place à ce moment-là. D'akènes est fortement affecté su le déficit hydrique est subi en période végétative. En revanche, c'est plutôt leur pois qui diminué si le déficit a lieu après la floraison. A la floraison, un déficit hydrique réduit de plus de 30% le nombre de graine et de 20%leur moyen (Merrien et grandin ,1990).

### 2.5.4.3 Effet de stress hydrique sur le rendement

Les stress hydriques influencent les rendements ainsi que la composition biochimique des graines. Après la fécondation un stress hydrique réduit la taille des organes et si elle se poursuit pendant la phase de remplissage, elle leur composition. Les différents métabolismes étant inégalement effectués par le stress hydrique (le métabolisme carboné l'est davantage que le métabolisme azote). Les concentrations relatives des différents composés sont modifiée, un manque d'eau induit généralement une baisse des teneurs en amidon en huile des graines, et une augmentation des teneurs en protéines (Hireche 2006 ; INRA ; 2006).

### 2.5.4.4 Effet de stress hydrique sur les paramètres physiologiques

#### Régulations stomatique

La régulation stomatique conditionne les échanges entre CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O et par conséquent la croissance et la productivité des cultures (Ludlow et Muchow, 1990;Turner, 1997).La fermeture des stomates est la réponse instantanée après le déclin de la turgescence des feuilles, suite a une demande évaporatoire élevée et un signal chimique élaboré par la racine (Chaves et al ,2009 ; Durand ,2007).cependant la fermeture stomatique réduit l'assimilation du CO<sub>2</sub> et conduit inévitablement à une réduction de l'activité photosynthétique (Ludlow et Muchow ,1990).

#### Photosynthèses

L'effet du stress sur la photosynthèse est complexe, car le manque d'eau peut non seulement affecter ce processus mais aussi la croissance des organes et le transfert des substances indispensable à cette opération (Vieira Da Silva 1977 ; Brisson et Delecolle, 1993).

Selon Teulat et al (1997), la baisse du potentiel hydrique de la plante se traduit principalement par diminution de la pression de turgescence puis une régulation stomatique.

La réduction de la photosynthèse, liée à la diminution du potentielle hydrique foliaire, est supposée dépendre à la fois de la fermeture des stomates avec pour conséquence, une diminution de la conductance à la diffusion du co<sub>2</sub>, d'une limitation biochimique du chloroplaste pour fixer le co<sub>2</sub> (Graam et Boyer, 1990).

### 2.5.4.5 Effet de stress hydrique sur les paramètres biochimiques

#### Accumulation de proline

Le Proline est une molécule organique dominante qui agit comme un médiateur de l'ajustement osmotique sous le stress, une stabilisation de structures subcellulaires, un puits d'énergie, et même une contrainte connexe de signal (Ronatain et al, 2002)

Plusieurs auteurs signalent l'interdépendance ce qui existe entre le stress hydrique et synthèse de la proline (Bender et al ,1991).

Selon Kapuya et al (1985), montrent sur haricot l'existence d'une corrélation positive entre le degré de résistance à la sécheresse d'un cultivar et son aptitude à accumuler des quantités importantes de proline durant la période de stress.

#### Acide Abscissique

Selon Mazliaka (1982), l'ABA est synthétisé par les organes vivants des végétaux sous stress. L'accumulation d'acide est identique dans la partie racinaire que dans la partie aérienne (Vernieri et al, 1994).

La concentration en ABA est bien corrélée avec la diminution du potentiel hydrique et de la pression de turgescence de la plante (Berger ,1973 ; Tardieu, 1996).

#### Source solubles

Selon Nemouchi (2003), pour une fonction normale d'une cellule ou d'un organe, les sucres solubles sont indispensables. Le stress hydrique tend donc à induire une augmentation caractéristique de la teneur en sucres dans les feuilles (Jones, Turner, Osmand, 1981).

L'accumulation des sucres solubles est un moyen adapté des plantes en cas de stress, afin de résister aux conditions du milieu (Bajji et al).

Le Taux des sucres augmente considérablement chez des plantes soumises aux différents types de stress (Chunyag, 2001).

Les glucides ont un rôle fondamental dans la vie des végétaux. Ce sont des produits primaires de la photosynthèse et les composés à partir desquels sont synthétisés les lipides et les protéines.

***Chapitre III***  
***Matériel et Méthode***

### Introduction

L'expérimentation est réalisée durant la campagne agricole 2017/2018 en faisant recours aux moyens pédagogique de l'université. Une méthodologie scientifique a été adoptée lors de l'installation, récolte et analyse des résultats. Les interprétations des résultats sont basées sur des normes statistiques.

### 3.1 Matériels

#### 3.1.1 Site expérimental

L'étude à été réalisé au niveau du terrain expérimental de l'université de Djilali Bounaama de Khemis Miliana dans des pots en plastique installés sous serre en verre orientée vers le Nord- Sud. Le site expérimental est situé dans le périmètre du haut Cheliff à étage bioclimatique semi-aride dont les coordonnées géographiques sont les suivantes :

Latitude :  $36^{\circ} 15/40$ Nord

Longitude :  $2^{\circ} 13/13$ /Est

Altitude : 300m

#### 3.1.2 Pots

18 pots sont utilisés pour réaliser cette expérimentation. La surface du pot est rectangulaire, d'une longueur de 430 cm et d'une largeur de 16.5 cm, faisant une superficie de  $709.5 \text{ cm}^2$ . La profondeur est de 15.5 cm. Cette faible profondeur convient bien à l'application du stress hydrique car elle permet au sol de se dessécher rapidement en profondeur. Le volume total du pot est de  $10997.25 \text{ cm}^3$ .

#### 3.1.3 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est la culture du haricot vert (*Phaseolus vulgaris* L), la variété choisie est appelée EL Djadida ayant les caractéristiques suivantes :

- ❖ Type mangetout
- ❖ Variété nain
- ❖ Bonne vigueur.
- ❖ Feuilles longues de couleur vert clair
- ❖ Fleur blanche
- ❖ Forme de la graines est subcéniforme de couleur marron noirâtre
- ❖ PMG= 199g
- ❖ Résistance : BCMV, mildiou poudreux

## Chapitre III : Matériel et Méthodes

---

- ❖ Gousses de longueurs moyennes (16 cm), et de diamètre de (10 mm), couleur vert foncée sans fil



**Figure n°05** : graine du génotype Djadida

### 3.1?4 Laboratoire

Les mesures et analyses sont effectuées au niveau du laboratoire pédagogique de l'université.

### 3.2 Méthodes

#### 3. 2? 1 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est du type blocs aléatoires complets (figure 6) à un seul facteur qui la durée du stress hydrique. Ce facteur est composé de six niveaux, répété sur trois blocs. Chaque niveau représente un traitement qui est la durée de stress comme suit :

| <b>Traitement</b>    | <b>durée de stress hydrique</b> |
|----------------------|---------------------------------|
| To : conduit à l'ETM | témoins (Sans stress hydrique)  |
| T1                   | 5 jours                         |
| T2 :                 | 10 jours                        |
| T3 :                 | 15 jours                        |
| T4 :                 | 20 jours                        |
| T5 :                 | 25 jours                        |

Chaque traitement est représenté par un pot

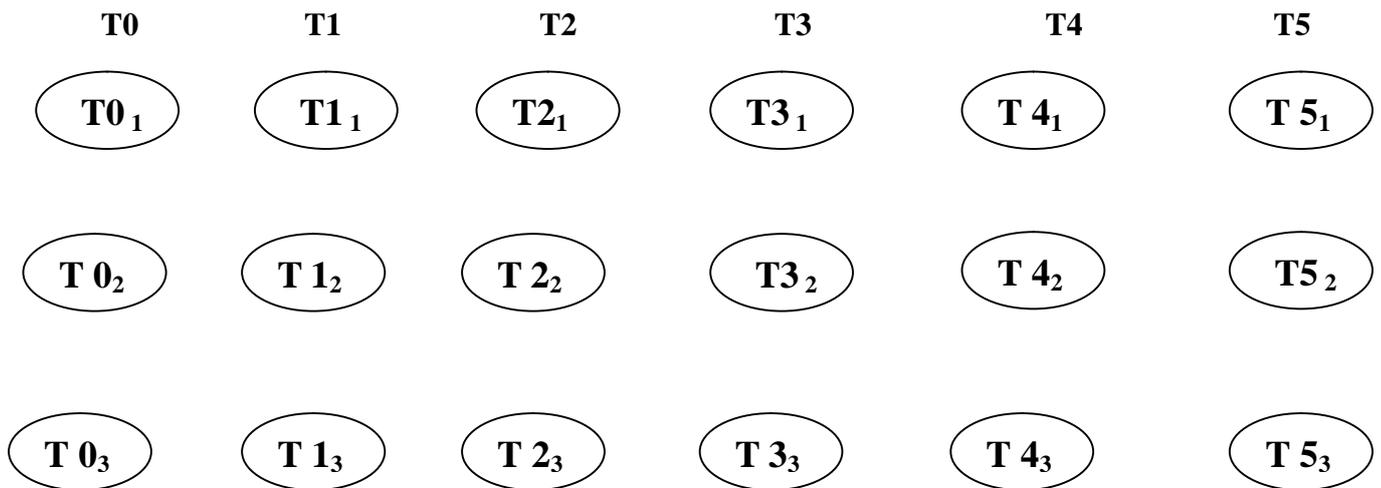


Figure n°06 : Dispositif expérimental des pots sous serre

### 3. 2? 2 Installation et conduite de la culture

#### 3.2.2.1 Préparation des pots et semis

Les pots sont remplis avec le sol naturel prélevé du terrain expérimental l'université. Une petite quantité de gravier est placée au fond de chaque pot pour faciliter le drainage de l'eau et éviter l'engorgement.

Le semis à été effectué le 31 janvier 2018 une pondueur moyenne de 2 à 3 cm.

#### 3.2.2.2 Conduite de la culture

##### ❖ Fertilisation

La dose globale de fertilisation est apportée au semis, elle est de 70 unités par hectare d'azote, de phosphore et de potasse à partir de l'engrais composé 15, 15 ,15.

##### ❖ Irrigation

L'irrigation est réalisée à l'aide de bouteilles d'un litre en remettant le sol à capacité au champ pour l'ensemble des pots jusqu'au début du stade floraison où a commencé l'application du stress hydrique.

A partir de ce stade, cinq durées de stress ont réalisées (05, 10, 15, 20 et 25 jours) en présence d'un traitement témoin qui figurent dans le dispositif expérimental adopté (figure n °06). Ces durées de stress ont été réalisées durant les stades critiques floraison et maturation.

##### ❖ Récolte

La récolte des gousses est effectuée manuellement le 5 juin 2018

### 3.2.3 Analyses effectuées

#### 3.2.3.1 Analyse du sol

Les échantillons du sol analysé sont pris du sol utilisé pour remplir les pots au début de l'expérimentation. Les analyses ont porté sur les paramètres suivants :

##### ➤ Matière organique (MO)

La méthode utilisée pour mesurer la matière organique contenue dans le sol est la méthode d'Anne .Elle consiste à oxyder l'échantillon par dichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_2$ ), et permet d'obtenir la teneur de carbone total. Cette dernière, est multipliée par une constante pour obtenir le pourcentage de matière organique de sol

$$MO(\%) = 1.72 * C(\%)$$

##### ➤ PH

Il est déterminé à l'aide d'un PH mètre, basé sur la méthode électrométrie à l'électrode de verre accouplée à une électrode de référence.

##### ➤ Conductivité électrique (CE)

La mesure de la conductivité à une température fixée fournit un moyen rapide d'apprécier la salinité du substrat organique (Guy, 1978). Elle à été déterminée à l'aide d'un conductimètre, sur un extrait aqueux au rapport (1/5).



Figure n° 07 : Mesure de conductivité électrique

##### ➤ Granulométrie de sol

La méthode utilisé pour mesure la granulométrie du sol est la méthode international, on utilisé le pipete de robinson d'une contenance de 20 ml. Toute fois, au lieu d'une pipette fixe sous laquelle la pipete se déplace, on évite ainsi les perturbations dues

au déplacement des allonges. Elle a pour but de définir la nature d'un sol en classification ses éléments selon leurs dimensions et de déterminer les pourcentages de chaque fraction (sables, limons, argiles). En se référant au triangle des textures, on déduit la texture de l'échantillon (Daoud, 2011)

### 3.2.3.1 Mesures sur la plante

#### Paramètre morphologique

##### ➤ Hauteur de la plante

La hauteur totale des plantes est mesurée depuis le début de la phase de croissance. Cette opération a été réalisée au niveau de la serre, les mesures effectuées au niveau de la plante de la surface du sol jusqu'à l'extrémité supérieure du dernier feuillage

##### ➤ Nombre des feuilles

Nous avons dénombré les feuilles par plante par comptage.

##### ➤ Nombre de gousse

C'est le nombre de gousse ayant atteint la maturité complète. Ce paramètre est déterminé pour chaque plante.

##### ➤ Longueur des racines

La longueur des racines est déterminée comme étant de la racine la plus longue, les mesures ont été mesurées à l'aide d'une règle et ce pour évaluer la croissance du plant.

##### ➤ Surface foliaire (SF « cm<sup>2</sup> »)

La mesure de la surface foliaire qui est un indice nécessaire pour la détermination de la croissance est réalisée selon la méthode de (Paul et al) qui consiste à :

- Prendre la feuille de le haricot vert sur papier calque et découper les contours de la feuille,
- Déduire la surface foliaire SF par la formule suivante :

$$SF (cm^2) = Pf.S (1cm^2) / P (1cm^2)$$

##### ➤ Poids spécifique foliaire (PSF « mg/cm<sup>2</sup> »)

Les feuilles sont pesées immédiatement pour obtenir le poids frais (PF) puis avec les mêmes feuilles on détermine la surface foliaire (SF) selon la méthode de (Paul et al). Le poids spécifique foliaire (PSF) est déterminé par la formule suivante (Araus et al., 1998 in Zeghida et al., 2004) :

$$PSF (mg/cm^2) = PF/SF$$

### Paramètres physico- chimique

#### Teneur relative en eau

La teneur relative en eau est un indicateur de l'état hydrique d'une plante, déterminée selon la méthode de Barrs et Weatherley (1962) puis par Scippa et al(2004).

La feuille est coupée à la base du limbe et immédiatement pesée donner le poids frais (Pf).L'extrémité sectionnée est trempée dans un tube à essai de l'eau distillée, l'ensemble est placé à l'obscurité dans un endroit frais pendant 24 heure.

Après 24 heures les feuilles récupérées et délicatement essuyée par un papier buvard éliminé l'eau de la surface, repesées pour donner le poids après réhydratation maximal (poids en pleine Pt).

Le poids sec déterminé après passage des feuilles l'étude réglée à 80c° pendant 48 heures. La teneur relative en eau est calculée par la formule suivante (la formule de Clark et Mac –Caig, 1982).

$$\text{TRE}(\%) = \frac{(PF-PS)}{(PT-PS)} \times 100$$

Avec :

PF : poids frais de la feuille

PS : poids sec de la feuille (48 heure à 80c°)

PT : poids total (trempée dans l'eau distillée 24h)

#### Dosage de la proline

La proline a été dosée par la méthode de Troll et Lindley (1955), amélioré par Magné et Larher (1992). Une quantité de 100mg de matériel végétal est prélevée puis mis dans des tubes à essai auquel on ajoute 2ml de méthanol à 40%, le tout est chauffé à 85c° dans un bain marie pendant 60mn (les tubes sont recouverts de papier aluminium pendant le chauffage pour éviter la volatilisation de l'alcool). Après refroidissement, on prélève 1ml auquel est ajouté 1ml d'acide acétique (CH<sub>3</sub>COOH) ,1ml d'un mélange contenant (120d'eau distillée, 300ml acide acétique ,80ml d'acide ortho photosphérique (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> densité 1.7) et 25mg de la ninhydrique.

La solution est portée a ébullition pendant 30mn à100c°, elle vire progressivement au rouge, après refroidissement, on ajoute 5 ml de toluène à solution, après agitation deux phase se forment : une phase supérieure à la couleur rouge contient la proline et une phase inférieure transparent sans proline). Après avoir éliminé la phase inférieure, la passe

## Chapitre III : Matériel et Méthodes

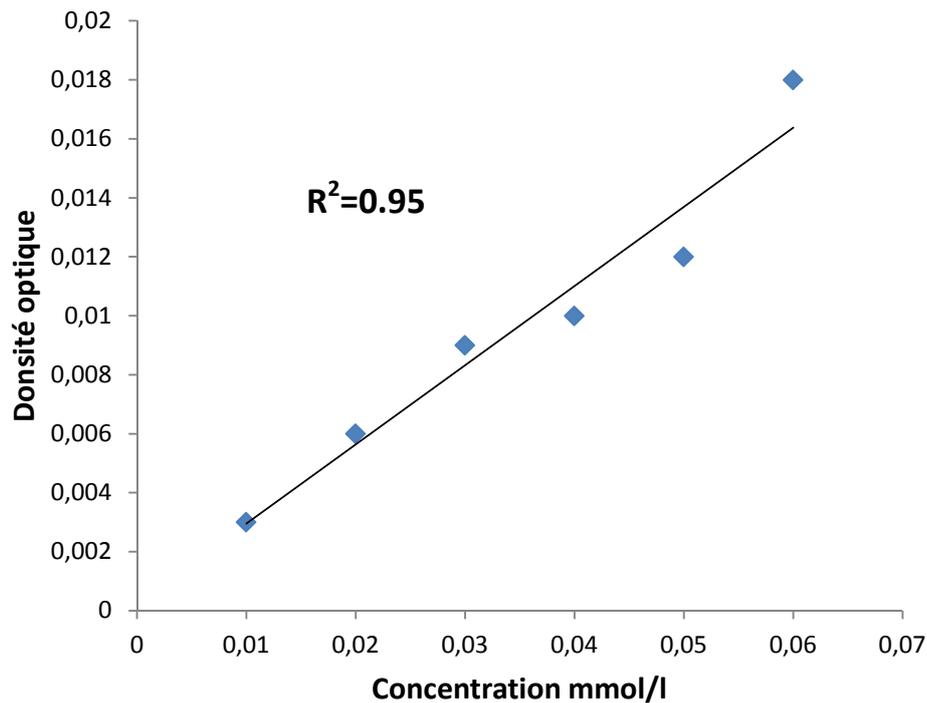
---

supérieure est récupérée est déshydratée par l'ajout d'une spatule de sulfate de sodium  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhydre (pour éliminer l'eau qu'elle contient).

Enfin la densité optique est déterminée par un spectrophotomètre à la longueur d'onde 528nm. Les valeurs obtenues sont converties en taux de proline par le biais d'une « courbe étalon » préalablement établie à partir d'une série de solution de concentration en proline connue. Cette courbe est utilisée pour déterminer les teneurs en proline dans les feuilles des plantes.



**Figure n° 08** : Analyse de la teneur en proline



**Fig n°09** : Dosage de proline de la plante chez haricot vert

La formule du courbe étalon du dosage de la proline est :

$$\text{Densité optique} = 0.2686 \text{ proline (mmol/l)} + 0.003$$

Les valeurs de la proline sont exprimées en mmol/100 mg de matière fraîche

### 3.2.4 Analyse statistiques

Les analyses de variance au seuil de 5 % sont réalisées à l'aide du logiciel Statistix 9 accompagnée du test de comparaison des moyennes 2 à 2 réalisé à l'aide du test de Newman et Keuls.

*Chapitre IV*  
*Résultat et Discussion*

### Introduction

Les résultats de la présente étude concerne l'effet de la durée du stress hydrique sur les paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques de la culture. Les valeurs moyennes de ces paramètres sont suivies d'analyse statistique avec interprétation discussion.

### 4.1 Analyse physique-chimique des sols

#### 4.1.1 Analyse physique

**Tableau n°04** : Analyse physique du sol

| Paramètre          | Taux  |
|--------------------|-------|
| Argile (%)         | 29.74 |
| Limon (%)          | 56.61 |
| Sable fin (%)      | 6.52  |
| Sable grossier (%) | 7.12  |

Selon le tableau n°04 et l'utilisation du triangle texture montre que le sol est caractérisée par un texture Limon –Argileuse.

#### 4.1.2 Analyse chimique

**Tableau n°05** : Analyse chimique du sol

| Paramètre             | Taux |
|-----------------------|------|
| Matière organique (%) | 1.12 |
| CE de sol (ds/m)      | 0.22 |
| CE de l'eau (ds/m)    | 2.45 |
| pH de sol             | 7.7  |

D'après les valeurs représentant dans le tableau n°5, montre que le pH du sol est l'égerment alcalin.

- ✓ La conductivité électrique du sol utilisé égal 0.22 ds/m est inferieur à 1.2 ds/m, cette résultat montre que le sol est non salin.
- ✓ La conductivité électrique de l'eau égal 2.45 ds/m montre que l'eau légèrement saline

### 4.2 Analyse sur la plante

#### 4.2.1 Paramètres morphologique

Tableau n°06 : Analyse de variance des paramètres morphologiques du haricot vert

| Traitement                              | T0     | T1     | T2     | T3     | T4     | T5     |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Hauteur des plantes<br>(cm)             | 26.500 | 28.00  | 24.333 | 19.833 | 21.333 | 27.000 |
| Nombre des<br>Feuilles final            | 5.00   | 4.00   | 4.00   | 3.667  | 3.00   | 2.33   |
| Nombre des fleures                      | 7.333  | 6.666  | 6.333  | 5.333  | 5.333  | 5.333  |
| Longueur<br>des gousses (cm)            | 10.260 | 8.663  | 7.890  | 7.850  | 7.453  |        |
| Diamètre des gousses<br>(cm)            | 3.123  | 3.056  | 2.710  | 2.667  | 2.663  |        |
| Poids des racines<br>(g)                | 0.610  | 0.390  | 0.360  | 0.330  | 0.273  | 0.246  |
| Longueur<br>des racines (cm)            | 8.600  | 10.333 | 8.100  | 8.267  | 10.33  | 6.333  |
| Surface foliaire<br>(cm <sup>2</sup> )  | 127.16 | 101.76 | 85.80  | 80.86  | 52.47  | 37.66  |
| Poids foliaire<br>(cm <sup>2</sup> /mg) | 20.367 | 17.317 | 17.130 | 16.92  | 15.390 | 13.59  |

### 4.2.2 Analyse de variance

Les résultats d'analyse de variance sont regroupés dans le tableau de synthèse. Les tableaux d'analyses détaillées sont indiqués en annexe du document

**Tableau n° 07** .Synthèse des résultats d'analyse de variance des paramètres morphologiques

| Paramètres morphologiques | Source de variation<br>la durée du stress hydrique |
|---------------------------|--|
| -Hauteur de plante        | ns   |
| -Nombre de fleur          | ns   |
| -Nombre de feuille final  | ns   |
| -Longueur de gousse       | *  |
| -Diamètre des gousses     | ns   |
| -Longueur de racine       | ns   |
| -poids de racine          | **   |
| -Surface foliaire         | ***  |
| -Poids foliaire           | *  |

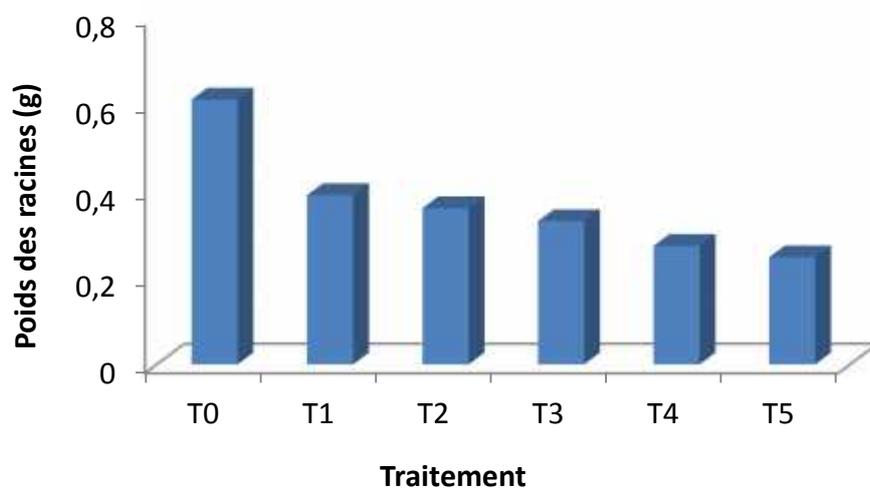
*Signification au seuil de 5% : ns : non significative ( $P > 0.05$ ), \* différences significatives ( $P < 0.05$ ), \*\* différences hautement significative ( $P < 0.01$ ), \*\*\* différences très hautement significative ( $P < 0.001$ )*

### 4.2.3 Comparaison des moyennes

La comparaison des moyennes par rapport au facteur étudié à l'aide du test de Newman et Keuls au seuil de 5% a abouti aux groupes homogènes ci-après pour les différents paramètres morphologiques sur la base des ppds calculées.

#### **Poids des racines (ppds=0.2218)**

| Durée de stress | moyenne | groupes homogènes |
|-----------------|---------|-------------------|
| T0              | 0.6100  | A                 |
| T1              | 0.3900  | AB                |
| T2              | 0.3600  | B                 |
| T3              | 0.3300  | B                 |
| T4              | 0.2733  | B                 |
| T5              | 0.2467  | B                 |



**Fig n°10 : Poids moyenne des racines**

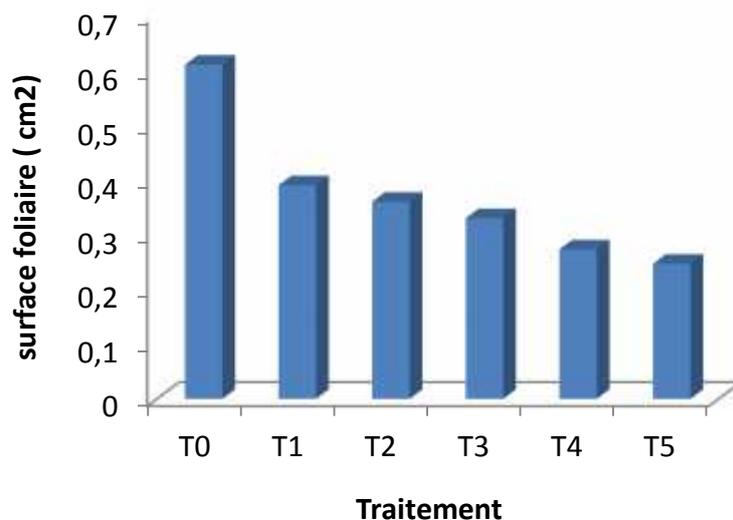
Les valeurs moyennes représentées dans la figure n°10, montre la variation du poids des racines par plante. La plus grande valeur est obtenu dans le traitement (T0) sans stress hydrique.

Ceci explique l'effet du stress hydrique sur le développement de la croissance racinaire.

Ce résultat est comparatif à celui obtenu précédemment (Cruiziat, 1974).

### **Surface foliaire (ppds=14.755)**

| <b>Durée de stress</b> | <b>moyenne</b> | <b>groupes homogènes</b> |
|------------------------|----------------|--------------------------|
| T0                     | 127.16         | A                        |
| T1                     | 101.76         | B                        |
| T2                     | 85.80          | C                        |
| T3                     | 80.86          | C                        |
| T4                     | 52.47          | D                        |
| T5                     | 37.66          | E                        |



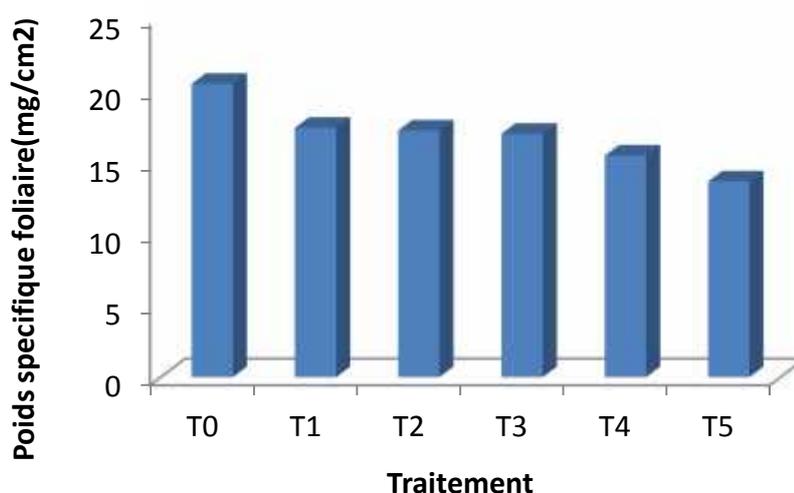
**Fig n°11 : surface foliaire des feuilles**

Les valeurs obtenues de cette expérimentation montrent qu'une réduction progressive de surface foliaire des feuilles par plante en fonction du stress hydrique. La surface foliaire comprise entre 127.16 cm<sup>2</sup> chez le traitement T0 et 37.66 cm<sup>2</sup> chez le traitement T5.

Les valeurs expliquent la réduction de la surface foliaire du haricot vert. Ceci est identique à celui précédemment (Matthews et al, 1984)

**Poids foliaire (ppds= 6.3157)**

| <b>Durée de stress</b> | <b>moyenne</b> | <b>groupes homogènes</b> |
|------------------------|----------------|--------------------------|
| T0                     | 20.367         | A                        |
| T1                     | 17.317         | AB                       |
| T2                     | 17.130         | AB                       |
| T3                     | 16.9           | AB                       |
| T4                     | 15.390         | AB                       |
| T5                     | 13.593         | B                        |



**Fig n°12** : Poids spécifique foliaire moyenne par plante

Les résultats des moyenne de l'effet du stress hydrique sur le poids spécifique foliaire, qui illustrées sur la figure n° 12 notent que le traitement T0 enregistre une grand valeur du PSF de 20.36 cm<sup>2</sup>/mg par rapport les autres traitement enregistrent des valeurs très proche entre elles dans les condition de stress hydrique .

Chez le niveau du stress, les résultats notent une diminution des valeurs de poids spécifique foliaire mesurées et très proche entre les Cinq traitement entre 20.367 et 13.593 cm<sup>2</sup>/mg.

Selon les travaux effectués par Merah (1999), le stress hydrique réduire le poids spécifique foliaire du haricot vert.

### 4.3 Analyse physico-chimique

**Tableau n°08** : Analyse de variance des paramètres physico-chimique

Les valeurs moyennes obtenues des paramètres physico-chimiques du haricot sont représentées dans tableau 08

| Traitement                              | T0     | T1     | T2     | T3     | T4     | T5     |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <b>Teneur en eau (%)</b>                | 84.580 | 74.867 | 73.323 | 72.867 | 71.460 | 67.637 |
| <b>Teneur en proline (mmol/100mgMS)</b> | 1.425  | 1.53   | 1.657  | 1.741  | 1.808  | 2.137  |

### 4.3.1 Analyse de variance

Les résultats d'analyse de variance sont regroupés dans le tableau de synthèse 08.

Les tableaux d'analyses détaillées sont indiqués en annexe du document

**Tableau n° 09** : Synthèse des résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques :

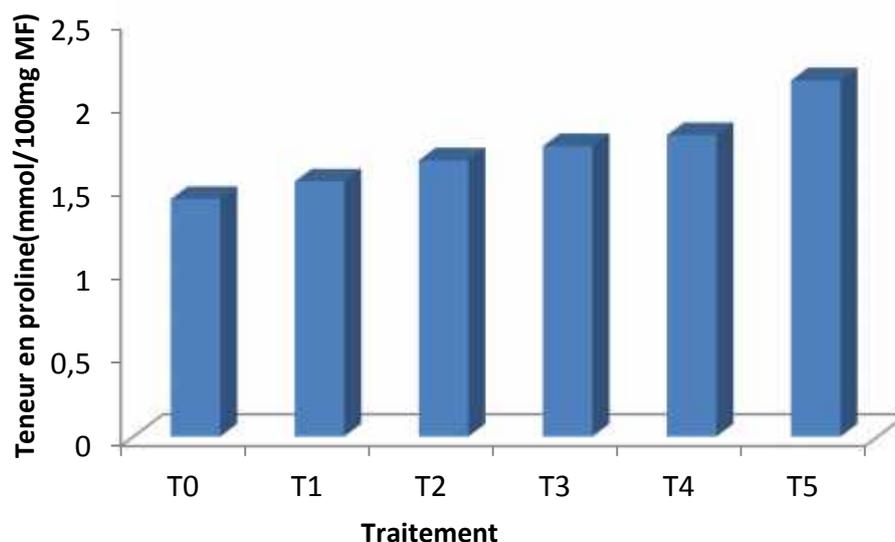
| <b>Paramètres</b>               | <b>Source de variation<br/>durée de stress</b> |
|---------------------------------|--|
| Teneur relative en eau<br>(TRE) | ns   |
| Teneur en proline               | **   |

*Signification au seuil de 5% : ns : non significative ( $P > 0.05$ ), \* différence significative ( $P < 0.05$ ), \*\* différence hautement significative ( $P < 0.01$ ), \*\*\* différence très hautement significative ( $P < 0.001$ )*

### 4.3.2 Comparaison des moyennes

La comparaison des moyennes par rapport au facteur étudié à l'aide du test de Newman et Keuls au seuil de 5% ont abouti aux groupes homogènes ci-après pour la teneur en proline sur la base des ppds calculées (ppds=0.3993)

| <b>Durée de stress</b> | <b>moyenne</b> | <b>groupes homogènes</b> |
|------------------------|----------------|--------------------------|
| T5                     | 2.1372         | A                        |
| T4                     | 1.8086         | AB                       |
| T3                     | 1.7428         | AB                       |
| T2                     | 1.6571         | B                        |
| T1                     | 1.5371         | B                        |
| T0                     | 1.4257         | B                        |



**Fig n°13 :** Teneur en proline moyenne chez haricot vert

Les valeurs obtenues de cette expérimentation montrent que la teneur en proline augmentent dans toutes les feuilles des Cinq traitements .ces résultats montrent aussi que les feuilles du haricot sont plus riche en proline aussi bien dans le traitement témoins (T0) et dans les autre traitements

On observe une valeur maximal de la teneur en proline qui se situe 2.137 mmol/100 mg MF chez le traitement T5 (durée du stress 25 jours) et une valeur minimale de 1.425 mmol/100 mg MF chez le traitement T0.

Ceci explique l'effet du stress hydrique sur la teneur en proline chez les feuilles du haricot vert.

Ce résultat est similaire à celui obtenu précédemment (Kapuya et al, 1985).

#### **4.4 Paramètres de production**

Les valeurs moyennes obtenues évaluation de la plante du haricot sont représentées dans tableau 10

## Chapitre IV : Résultat et discussion

**Tableau n°10** : Analyse de variance des paramètres de production

| Traitement            | T0     | T1     | T2     | T3     | T4     | T5    |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Nombre des gousses    | 6.000  | 4.333  | 2.667  | 3.333  | 3.000  | 0.000 |
| Poids des gousses (g) | 4.020  | 2.143  | 1.933  | 1.596  | 1.413  |       |
| Nombre des graines    | 3.60   | 2.663  | 2.200  | 2.200  | 1.943  | 0.000 |
| Poids des graines (g) | 0.44   | 0.400  | 0.346  | 0.296  | 0.290  |       |
| RBV (q/ h)            | 108.22 | 42.240 | 29.773 | 21.773 | 16.380 | 0.000 |

### 4.4.1 Analyse de variance

Les résultats d'analyse de variance sont regroupés dans le tableau de synthèse. Les tableaux d'analyses détaillées sont indiqués en annexe du document

**Tableau n° 11** : Synthèse des résultats d'analyse de variance des paramètres de production

| Paramètres production      | Source de variation<br>la durée du stress hydrique |
|----------------------------|--|
| -Nombre des gousses        | ***  |
| -Poids des gousses         | **   |
| - Nombre des graines       | ns   |
| -Poids des graines         | *  |
| -Rendement biologique vert | ***  |

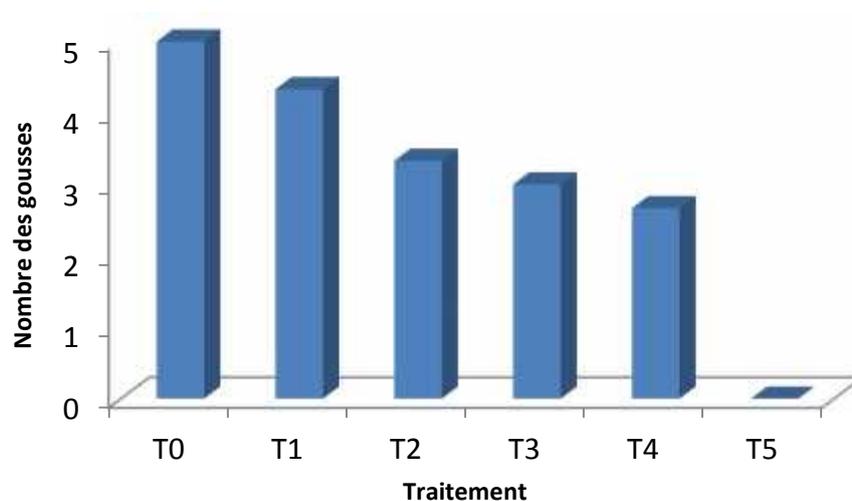
*Signification au seuil de 5% : ns : non significative ( $P>0.05$ ), \* différences significatives ( $P<0.05$ ), \*\* différences hautement significative ( $P<0.01$ ), \*\*\* différences très hautement significative ( $P<0.001$ )*

### 4.4.2 Comparaison des moyennes

La comparaison des moyennes par rapport au facteur étudié à l'aide du test de Newman et Keuls au seuil de 5% ont aboutit aux groupes homogènes ci-après pour les différents paramètres de production

### Nombre des gousses (ppds=1.0327)

| Durée de stress | Moyenne | Groupes homogènes |
|-----------------|---------|-------------------|
| T0              | 6.000   | A                 |
| T1              | 4.333   | B                 |
| T2              | 3.333   | BC                |
| T3              | 3.000   | C                 |
| T4              | 2.666   | C                 |
| T5              | 0.000   | D                 |



**Fig n°14 :** Nombre des gousses par plante

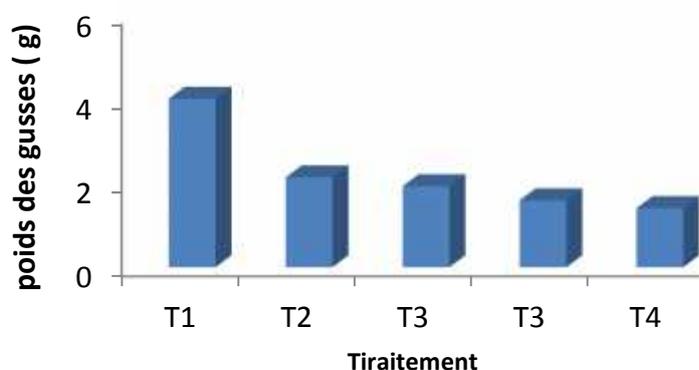
D'après la figure 14, montrent qu'une diminution de nombre des gousses en fonction du stress hydrique chez Cinque traitement. Pour le traitement T5 il y aucun maturation des gousses par contre le traitement T0 le plus grande 6.00 gousses et par rapport les autres traitements sont très proche entre eux.

Les valeurs expliquent la réduction de nombre des gousses par plante.

Ceci est identique à celui précédemment (Rekika ,1997).

### Poids des gousses (ppds=0.7272)

| Durée de stress | Moyenne | Groupes homogènes |
|-----------------|---------|-------------------|
| T0              | 4.0200  | A                 |
| T1              | 2.1433  | B                 |
| T2              | 1.9333  | BC                |
| T3              | 1.5967  | BC                |
| T4              | 1.4133  | C                 |

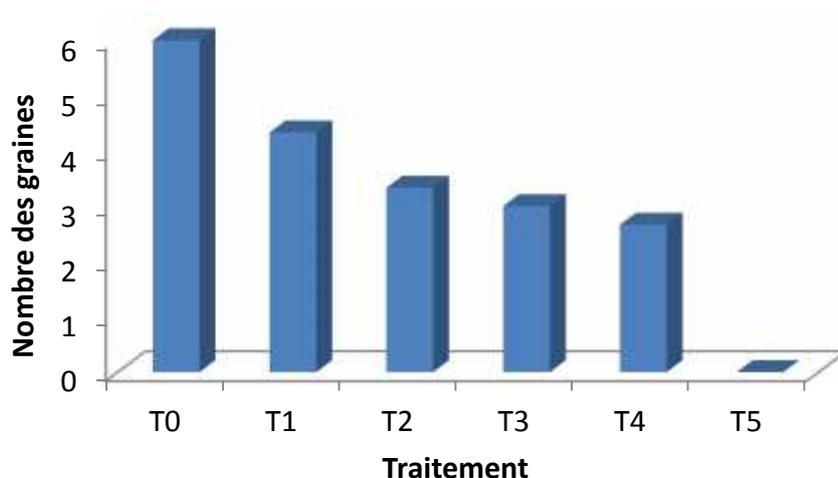


**Figure n°15** : Poids moyenne des gousses par plante

Les valeurs moyenne d'analyse de variance sont représentées en figure n°15 présentant une réduction du poids des gousses par plante en fonction de la durée de stress hydrique. La valeur haute 4.020 g mesurée chez le traitement T0 et la valeur la plus basse 1.413 mesurée chez le traitement T4.

### Nombre des grains (ppds=1.0327)

| Durée de stress | Moyenne | Groupes homogènes |
|-----------------|---------|-------------------|
| T0              | 6.0000  | A                 |
| T1              | 4.3333  | B                 |
| T2              | 3.3333  | BC                |
| T3              | 3.0000  | C                 |
| T4              | 2.6667  | C                 |
| T5              | 0.0000  | D                 |



**Fig n°16** : Nombre moyenne des graines par gousses

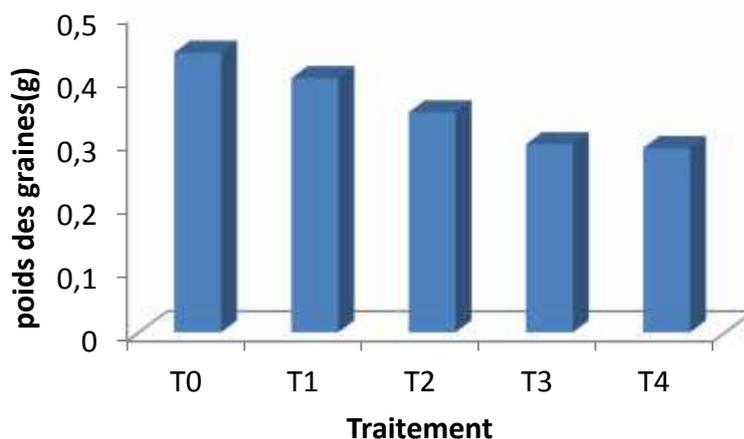
L'effet du stress hydrique sur le nombre des grains est représenté dans la figure n°16. Il apparaît que chez les traitements étudiés, la valeur la plus faible de nombre des graines sont notée dans le traitement sans stress hydrique (T0) de 3.600 avec une valeur de 2.200 donnée par le traitement T4.

Les valeurs expliquent la réduction de nombre des graines par plante.

Ceci est identique à celui précédemment (Merrien et Grandin, 1990).

### Poids des graines (ppds=1.3051)

| Durée de stress | Moyenne | Groupes homogènes |
|-----------------|---------|-------------------|
| T0              | 0.4400  | A                 |
| T1              | 0.4000  | A                 |
| T2              | 0.3467  | AB                |
| T3              | 0.2967  | B                 |
| T4              | 0.2900  | B                 |



**Figure n°17** : poids moyenne des graines par gousses

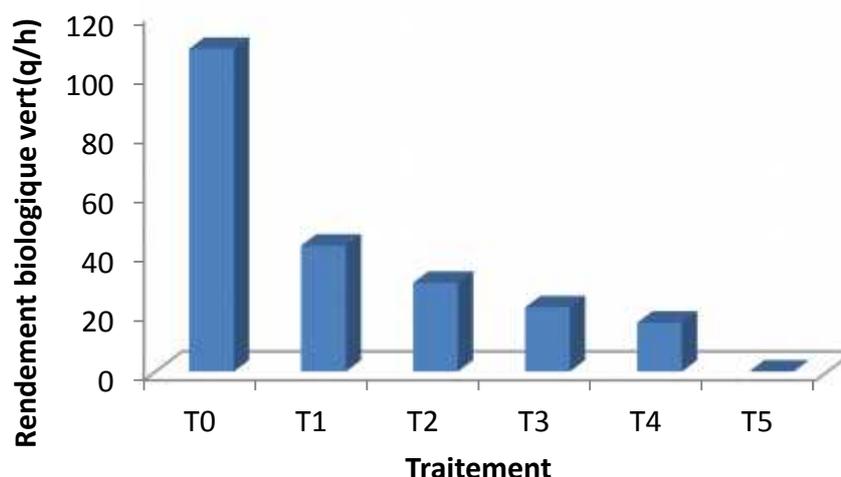
L'analyse statistique des résultants représente le poids des graines par chaque gousses des plantes .Le pois plus grande de 0.44 g chez le traitement sans stress, avec un poids petit de 0.2900 g chez le traitement T4.

Ceci explique l'effet du stress hydrique sur le développement de la croissance des graines par gousses.

Ce résultat est comparatif à celui obtenu précédemment (Merrien et Grandin, 1990).

### **Rendement biologique vert (ppds= 19.471)**

| <b>Durée de stress</b> | <b>moyenne</b> | <b>groupes homogènes</b> |
|------------------------|----------------|--------------------------|
| T0                     | 108.22         | A                        |
| T1                     | 42.240         | B                        |
| T2                     | 29.773         | BC                       |
| T3                     | 21.553         | C                        |
| T4                     | 16.380         | CD                       |
| T5                     | 0.0000         | D                        |



**Fig n°18 :** Rendement biologique vert chez haricot

D'après la figure n°18 montrée la réduction du rendement biologique vert en fonction de la durée de stress hydrique différent. Dans le traitement témoin (sans stress hydrique), le rendement plus élevé de valeur 108.22 q/h et il n'y a pas de rendement chez le traitement T5. Dans les conditions stressées, le RBV varie entre la valeur maximale 108.22 et 16.380 q/h observée chez le traitement T5.

Les valeurs expliquent la diminution de rendement biologique vert du plant.

Ceci est identique à celui précédemment (Rekika, 1997).

### 4.5 Chute de rendement du haricot vert

Influence de la durée du stress hydrique sur le chute de rendement est exprimée en pourcentage par rapport au témoin conduit à l'ETM est résumée dans le tableau 12

**Tableau n°12:** Chute de rendement en pourcentage

| Durée du stress               | T1    | T2    | T3    | T4    | T5  |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| <b>Chute de rendement (%)</b> | 60.97 | 72.49 | 80.08 | 84.86 | 100 |

Les valeurs illustrées dans le tableau n°12, représentant une réduction du chute de rendement en pourcentage en fonction de différents traitements hydriques.

D'une manière générale, c'est au niveau du traitement (T5) que le chute de rendement sont le plus grand de valeur 100 % par contre le traitement (T1) le chute de rendement plus bas de valeur 60.97 %, et par rapport les autres traitements sont très proches entre eux.

# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

---

Au terme du présent travail de recherche portant sur l'effet de la durée du stress hydrique sur la production du haricot vert sous serre ; il ressort les points suivants :

- La culture du haricot vert prend une place importante sur le plan alimentaire dans la société Algérienne.
  - La production régionale et nationale est insuffisante pour répondre aux besoins en haricot vert des populations qui sont en croissance.
  - La culture du haricot vert est très exigeante en eau, ses besoins atteignent varient de 300 à 500 mm durant son cycle. Dans les régions arides et semi-arides Algériennes, la variabilité pluviométrique saisonnière et inter annuelle constitue une contrainte pour la satisfaction des besoins en eau du haricot vert. Cette variabilité est à l'origine d'apparition des durées de stress hydriques différentes durant les phases de croissance.
  - La culture du haricot vert est sensible aux fortes températures qui ne doivent pas dépasser un maximum de 30 °C. Elle ne supporte pas les basses températures qui ne soient pas inférieures à 10 °C.
  - Les sols du terrain expérimental de l'université de Khemis-Miliana sont du type limoneux argileux convenant à l'haricot vert. Ces sols sont considérés non salins à cause de leur conductivité électrique moyenne obtenue sur le premier horizon qui est de 0.22 ds/m sur extrait dilué, inférieur à 1.2 ds/m. Ce niveau de salinité est très peu toléré par le haricot.
  - Les durées de stress hydrique appliquées durant les phases critiques ont eu des effets différents sur les paramètres morpho physiologique et production étudiés.
  - L'effet de la durée de stress hydrique sur le poids des racines, nombre des gousses, nombre des graines et leur dimension est bien apparu par comparaison statistique des mesures réalisés.
- Des chutes de rendement importantes sont enregistrées en fonction des durées de stress qui varient de 60.97 jusqu'à 100 %.
- Les différents enregistrés au niveau de la hauteur du plant, nombre de feuille, nombre de fleur ne sont pas dues à la durée du stress hydrique qu'a commencé d'être pratiqué bien après leur apparitions.

## Conclusion générale

---

- La proline est en tant que hormone indicatrice du stress hydrique a montré que la répercussion du stress hydrique est significativement ressenti à partir d'une durée de stress de 25 jours. Cette période de stress a permis une accumulation moyenne de 20.367 g/ 100g MF de cet acide aminé.

Ce travail de recherche constitue une bonne base d'information qui mérite d'être élargi à d'autres géotypes d'haricot les plus utilisés par les agriculteurs à l'échelle régionale et nationale.

# *Références Bibliographiques*

## Références bibliographiques

---

- Adda A., Sahnoune M., Kaid-Harche M., Merah O., 2005.** Impact of water deficit intensity on durum wheat seminal root .C.R. Biologies III.Edit .Plant .Path .VOL .328, Pp918.
- Anonyme., 1984.** Norme régional cdca. Européen recommandée pour le miel. FAO/OMS.
- Bajji M?, Lutts S?et Kinet J? M? 2001.** Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat ( *Triticum durum* Desf). cultivars performing differently in aride conditions . Plant Sci.160: 669- 681p.
- Bell A., 1994.** La morphologie descriptive et dynamique des plantes à fleurs. Edition. Masson. Paris 340p.
- Ben Naceur M., 1994.** Contribution à l'évaluation de la résistance aux contraintes hydriques (sécheresse et excès d'eau) chez l'orge (*Hordeum vulgare* L) et la fêlure ( *festuca arundinacea* scheb). Thèse de doctorat d'état, Pp 1-13.
- Bender J., Tingey D.J., Rodecap K.D. and Clark C. 1991.** Physiological and Biochemical Response of Bush Bean (*Phaseolus vulgaris*) to ozone and drought stress. J.Plant physiol .vol 137,285-750.
- Berger A. 1973.** Le potentiel hydrique et la résistance à la diffusion dans les stomates indicateurs de l'état hydrique de la plante .In : Réponse des plante aux facteurs climatique .Actes coll.uppsala, 1970, 201-212.
- Boudouin J., Vanderborght T., Kimani P.M., et Mw 'Angombe A.W., 2001.** Légume à graine : haricot .In Agriculture en Afrique Tropical, Bruxelles, DGCI, p.337-355.
- Caburet A. et Hekimian Lethève C. 2003.** Les légumineuses à graines .In Memento de l'Agronome, Paris .France, CIRAD, p.865-878.
- Chaux C., Foury C., 1994.** Maîtrise de facteurs de production, qualité et traitement des semences, mise en culture par semis en place in production légumière. Tome 1. Généralité. Tec et Doc. Lavoisier. Pp277-431-445.
- Chunyang C et Kaiyun W., 2001.** Differences in drought responses of three contrasting eucalyptus *microtheca* F .Muell.population .Uni of Helsinki .Finland .Forest Ecology and Management .Vol .179,Pp377-385.
- Clark et Mac-caig. 1982.** Existed leaf water retention capability as an indicateur of drought resistance of triticum genotypes .Can.J.Plant .Sci 62: 571-578.
- Cram T., Boyer J.S, 1990.** Very high CO<sub>2</sub> partially restores photosynthesis in sunflower at water potential. Planta .181:378-384.
- Daoud Y.2011.** Méthode d'analyse des sols, ENSA. Alger.

## Références bibliographiques

---

- Doorebmos J., 1980.**Réponses des cultures à l'eau –bul. FAO, irrigation et drainage, N °33, Pp192-196.
- Dupont F., Guignard J., 1989.**Haricot nain (Bulletin des variétés). Edit. Masson collection : Abrégés pharma. Paris .510p.
- FAO /STAT (2016).** <http://faostat.fao.org> (consulte le 23/0/2016).
- Heller R., Esnault R., et Lance C., 2000.**Physiologie végétal II. Développement .6 édition. Edit.Dunod.366p.
- Hireche Y.A., et INRA., 2006.** Réponse de la luzerne (*Medicago sativa* L) au stress hydrique et à la profondeur de semis .Mémoire de Magister Universit Al Hadu Lakhar – Batna Algérie ,83p.
- Hsissou D.1994.**sélection in vitro et caractéristique de mutants se blé dur tolérants à la sécheress. Thèse de doctorats, faculté des sciences, université catholique de Louvain.
- Imessaoudene S., 1984.**Contribution à l'étude de l'influence de rationnement en eau sur la culture du haricot, th. Ing.Agro.INA.El-Harrach Pp13-14.
- Jones M.M., Turner N.C., Osmand B., 1980.** Accumulation of solutes in leaves of songhum and sunflower in response to water deficit .Edit .Aus .j.plant physiol .VOL. 7.pp193.
- Korichi M.F ., 1994.** Contribution à l'étude de la capacité à l'ajustement osmotique de trois culture en réponse à différent intensité de déficit hydrique .INRA ; Pp1-17.
- Laumoniere R., 1979.**Culture légumières et maraichères. Ed. Baillière. Tome 3. P92-105.
- Lewin L .G., Sparrow N.H.B.et Aspenall D.,1978.**Proline accumulation and drought resistance in barley N°23, 3(b) -8-36-12.
- Ludlow M.M., Muchow R. 1990.**A critical evaluation of traits for improving crop yields in water limited environnements .A N Agron; 43:107-53.
- Mazliaka P.1982.**Croissance et développement .Physiologie végétal II collection Herman, 485.
- Merrien A., Blanchet R., Gelfi N., 1981.**Relation ships between water supply, leaf area development and survival ,and production in sun flow(*Helianthus annus* L)Agronomié 4: 917-922.
- Merrien A., Grandin L., 1990.** Comportement du tournesol : synthèse des essais (irrigation 1983-1988 .In le tournesol et l'eau (Edt .R. Blanchet et A. Merrien).Pp75-90.Cetionpub.Paris.
- Mojayad F., et Planchon C., 1994.** Stomatal and photosynthetic adjustment to water deficit as the oscpression of heterosis in sunflower.Crop science 34, 103-107.

## Références bibliographiques

---

- Munns R.2002.**Coparative physiology of salt water stress .plant. Cell and environment 25: 293-250.
- Mylona P., Pawlowski K., Bisseling T., 1995.** Symbiotic nitrogen fixation plant cel. 7,869-885.
- Passioura J.B, 1977.**Grain.Yield, harvest index and water use of wheat .J Aust Agric sci; 43: 117-20.
- Ramanjulu S, et Bartels D., 2002.** Drought and dessication induced modulation of gene expression plant cell.25:141-151.
- Schneider A., Huyghe C., Maleplade T., Labalette F., Peyronnet C., et carrouée E., 2015.**Role des légumineuses dans l'agriculture française. In Schneider A- Huyghe C. (coodomation). Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durable, qual, Versailles France ,11-17p.
- Stewart C.R.1978.**Role of carbohydrates in proline accumulation wilted barley leaves. Plant physiol., 61 -778-778.
- Tardieu F, 1996.**Drought perception by plant .Do cells of droughted plants esperience water stresss! Plant growth regulation 20: 93-104.
- Vieira Da Silva J.B., 1976.** Water stress, ultarstructure and enzymatic activity, Pp 207-224.In water and plant life .Edit, O.L.Lange L.Kappen and E.D. Schulze .Edit. Sporing Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Wang W. X., Brak T., Vinocur B., Shoseyov O. et Artman A.2003.**Abiotic resistance and chaprones: possible physiological role of SPI, a stable and stabilizing protein trompopulus .In: vasil Ik (ed) plant biotechnology 2000and beyond .Kluwer, Dordrecht, Pp 439-443.
- Zeyhida A., Amrani R., Djennadi F., Ameroun R., Khldoun A.A.et Belloucif M, 2004.** Etude de la variabilité du réponse des plantes.
- Zhang J., Nguyen H .T et Blum A.1999.**Genetic analysis adjustoment in crop plants journal .of exp .Bot, VOL.50, N°332, Pp 261.302

*Annexe*

# Annexes

---

## Annexes.01

### Les différentes matérielles utilisées



Conductivité mètre



Balance



La Hotte



Agitateur

## Annexes



Bain marie



Spectrophotomètre

### Annexes.02

#### 1. Paramètre morphologie

##### 1.1 Hauteur de plants

Tableau n° 01 : Analyse de variance de hauteur de plants

| Source     | DF | SS      | MS      | F    | P      | CV    |
|------------|----|---------|---------|------|--------|-------|
| Répétition | 2  | 23.083  | 11.5417 |      |        |       |
| VAR, Durée | 5  | 163.000 | 32.6000 | 1.82 | 0.1971 |       |
| Résiduelle | 10 | 179.417 | 17.9417 |      |        | 17.29 |
| Total      | 17 |         |         |      |        |       |

##### 1.2 Nombre de feuille finale

Tableau n°02 : Analyse de variance des feuilles finales

| Source     | DF | SS      | MS      | F    | P      | CV   |
|------------|----|---------|---------|------|--------|------|
| Répétition | 2  | 2.3333  | 1.16667 |      |        |      |
| VAR, Durée | 5  | 12.6667 | 2.53333 | 1.95 | 0.1727 |      |
| Résiduelle | 10 | 13.0000 | 1.30000 |      |        | 31.1 |
| Total      | 17 |         |         |      |        |      |

## Annexes

### 1.3 .Nombre des fleure

**Tableau n°03 :** Analyse de variance des nombres des fleure

| Source     | DF | SS      | MS      | F    | p      | CV    |
|------------|----|---------|---------|------|--------|-------|
| Répétions  | 2  | 0.1111  | 0.05556 |      |        |       |
| VAR, Durée | 5  | 10.9444 | 2.18889 | 1.84 | 0.1924 |       |
| Résiduelle | 10 | 11.8889 | 1.18889 |      |        | 18.01 |
| Total      | 17 |         |         |      |        |       |

### 1.4. Nombre des gousses

**Tableau n°04:** Analyse de variance des nombres des gousses

| Source     | DF | SS      | MS      | F     | P      | CV    |
|------------|----|---------|---------|-------|--------|-------|
| Répétition | 2  | 3.1111  | 1.55556 |       |        |       |
| VAR, Durée | 5  | 44.9444 | 8.98889 | 13.05 | 0.0004 |       |
| Résiduelle | 10 | 6.8889  | 0.6888  |       |        | 27.16 |
| Total      | 17 |         |         |       |        |       |

### 1.5. Diamètre des gousses

**Tableau n°05 :** Analyse de variance des diamètres des gousses

| Source     | DF | SS      | MS      | F    | p      | CV    |
|------------|----|---------|---------|------|--------|-------|
| Répétition | 2  | 0.06604 | 0.03302 |      |        |       |
| VAR. Durée | 4  | 0.60549 | 0.15137 | 1.43 | 0.3072 |       |
| Résiduelle | 8  | 0.84443 | 0.10555 |      |        | 11.42 |
| Total      | 14 |         |         |      |        |       |

### 1.6. Longueur des gousses

**Tableau n°06 :** Analyse de variance des longueurs des gousses

| Source     | DF | SS      | MS      | F     | P      | CV    |
|------------|----|---------|---------|-------|--------|-------|
| Répétions  | 2  | 0.2161  | 0.10803 |       |        |       |
| VAR, Durée | 4  | 13.1019 | 3.27548 | 21.96 | 0.0002 |       |
| Résiduelle | 8  | 1.1934  | 0.14918 |       |        | 17.39 |
| Total      | 14 |         |         |       |        |       |

## Annexes

### 1.7. Poids des gousses

**Tableau n°07:** Analyse de variance des poids des gousses

| Source      | DF | SS      | MS      | F    | P      | CV    |
|-------------|----|---------|---------|------|--------|-------|
| Répétitions | 2  | 0.2476  | 0.12381 |      |        |       |
| VAR, Durée  | 4  | 24.4074 | 6.10185 | 8.61 | 0.0054 |       |
| Résiduelle  | 8  | 5.6679  | 0.70849 |      |        | 35.12 |
| Total       | 14 |         |         |      |        |       |

### 1.8 Nombre des graines

**Tableau n°08:** Analyse de variance des nombre des graines

| Source     | DF | SS      | MS      | F     | P      | CV    |
|------------|----|---------|---------|-------|--------|-------|
| Répétition | 2  | 0.7778  | 0.3889  |       |        |       |
| VAR, Durée | 5  | 59.1111 | 11.8222 | 36.69 | 0.0000 | 17.62 |
| Résiduelle | 10 | 3.2222  | 0.3222  |       |        |       |
| Total      | 17 |         |         |       |        |       |

### 1.9 Poids moyenne des graines

**Tableau n°09:** Analyse de variance des poids moyenne des graines

| Source     | DF | SS      | MS      | F    | P      | CV    |
|------------|----|---------|---------|------|--------|-------|
| Répétition | 2  | 0.00345 | 0.00173 |      |        |       |
| VAR, Durée | 4  | 0.05084 | 0.01271 | 4.37 | 0.0364 |       |
| Résiduelle | 8  | 0.02328 | 0.00291 |      |        | 15.21 |
| Total      | 14 |         |         |      |        |       |

### 1.10 Poids des racines

**Tableau n°10:** Analyse de variance des poids des racines

| Source     | DF | SS      | MS      | F    | P      | CV |
|------------|----|---------|---------|------|--------|----|
| Répétition | 2  | 0.00563 | 0.00282 |      |        |    |
| VAR, Durée | 5  | 0.25272 | 0.05054 | 3.40 | 0.0471 |    |
| Résiduelle | 10 | 0.14870 | 0.01487 |      |        |    |
| Total      | 17 |         |         |      |        |    |

## Annexes

### 1.11 Longueur des racines

Tableau n°11 : Analyse de variance de la longueur des racines

| Source     | DF | SS      | MS      | F    | P      | CV    |
|------------|----|---------|---------|------|--------|-------|
| Répétition | 2  | 1.5478  | 0.77389 |      |        |       |
| VAR, Durée | 5  | 34.1244 | 6.82489 | 1.16 | 0.3922 |       |
| Résiduelle | 10 | 58.8522 | 5.88522 |      |        | 28.03 |
| Total      | 17 |         |         |      |        |       |

### 1.12 Surface foliaire

Tableau n°12 : Analyse de variance des la surface foliaire

| Source     | DDL | SCE     | CM      | F     | P      | CV    |
|------------|-----|---------|---------|-------|--------|-------|
| Répétition | 2   | 1704.8  | 852.41  |       |        |       |
| VAR. Durée | 5   | 15832.7 | 3166.54 | 48.14 | 0.0000 |       |
| Résiduelle | 10  | 657.8   | 65.78   |       |        | 10.02 |
| Total      | 17  |         |         |       |        |       |

### 1.13 Poids foliaire

Tableau n°13: Analyse de variance des poids foliaire

| Source     | DF | SS      | MS      | F    | P      | CV    |
|------------|----|---------|---------|------|--------|-------|
| Répétition | 2  | 18.026  | 9.0131  |      |        |       |
| VAR, Durée | 5  | 76.143  | 15.2286 | 1.26 | 0.3510 |       |
| Résiduelle | 10 | 120.516 | 12.0516 |      |        | 20.68 |
| Total      | 17 |         |         |      |        |       |

## 2. Paramètre physiologique

### 2.1 Teneur relative en eau

Tableau n°14: Analyse de variance de la teneur relative en eau

| Source     | DF | SS      | MS      | F    | P      | CV   |
|------------|----|---------|---------|------|--------|------|
| Répétition | 2  | 69.576  | 34.7878 |      |        |      |
| VAR, Durée | 5  | 490.945 | 98.1890 | 2.20 | 0.1358 |      |
| Résiduelle | 10 | 447.256 | 44.7256 |      |        | 9.08 |
| Total      | 17 |         |         |      |        |      |

## Annexes

---

### 3. Paramètre biochimique

#### 3.1 Teneur en Proline

Tableau n°15 : Analyse de variance de la teneur en proline

| Source      | DF | SS      | MS      | F    | P      | CV    |
|-------------|----|---------|---------|------|--------|-------|
| Répétitions | 2  | 0.06666 | 0.03333 |      |        |       |
| VAR, Durée  | 5  | 0.91929 | 0.18386 | 3.82 | 0.0341 |       |
| Résiduelle  | 10 | 0.48181 | 0.04818 |      |        | 12.78 |
| Total       | 17 |         |         |      |        |       |

### 4. Paramètres de production

#### 4.1 Rendement biologique vert

Tableau n°15 : Analyse de variance du rendement biologique vert

| Source      | DF | SS      | MS      | F     | P      | CV    |
|-------------|----|---------|---------|-------|--------|-------|
| Répétitions | 2  | 51.2    | 25.61   |       |        |       |
| VAR, Durée  | 5  | 21548.4 | 4309.67 | 37.63 | 0.0000 | 29.43 |
| Résiduelle  | 10 | 1145.4  | 114.54  |       |        |       |
| Total       | 17 |         |         |       |        |       |