

# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



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

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

**Filière: "Sciences Biologiques"**

**Spécialité: "Amélioration de plantes"**

Présenté et soutenu publiquement par

- NEGGAL Aicha

**Etude de la dynamique des racines séminales sous différentes situations hydriques chez le blé dur (*Triticum Durum* Desf.).**

**JURY:**

<b>Président :</b>	<b>Mlle SOUALMI Nadia</b>	<b>Maître Assistant "A" Faculté SNV Tiaret</b>
<b>Promoteur :</b>	<b>Mr. ADDA Ahmed</b>	<b>Professeur, Faculté SNV Tiaret</b>
<b>Co-promoteur</b>	<b>Melle FELOUAH O.</b>	<b>Doctorante, Faculté SNV Tiaret</b>
<b>Examineur :</b>	<b>Mr CHOUHIM Kadda</b>	<b>Maître Assistant "A" Faculté SNV Tiaret</b>

**Année universitaire: 2016–2017**





## *Dédicace*

*Je dédie ce travail à :*

*A ma mère*

*A mon très cher professeur : Mr ADDA Ahmed,*

*Un remerciement particulier et sincère pour tous l'importance que vous m'avais accordé, puisse dieu, le tout puissant te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*A mes sœurs : Assia et Oum cheikh,*

*A mes amies : zelikha, saida, Fatima, Khadidja, Lamia,*

*A tous mes amies de la promotion...*

*Aicha*

## Remerciement

Tous d'abord merci à الله de nous avoir guidé à accomplir ce modeste travail.

Ce mémoire est consacré à l'étude de la dynamique des racines séminales sous différentes situations hydriques Chez le blé dur (*Triticum Durum* Desf.). A ce titre, nous tenons à remercier l'ensemble des personnes ayant contribué à ces travaux,

L'ensemble de ce mémoire doit son existence à **Mr ADDA Ahmed**, notre encadreur qui nous tenons à remercier très chaleureusement la clarté et la précision de son rapport montrent à quel point il s'est

Investi dans ce travail. Ses critiques et ces conseils nous sont d'ores et déjà précieux,

Notre profonde gratitude et nos sincères remerciements pour sa précieuse aide, ces orientations et le temps qu'il nous a accordé pour notre encadrement.

**Merci MONSIEUR,**

Nous remercions Mlle **FELOUAH Oum Chikfi** pour son aide durant toute cette expérimentation et sa patience, un grand merci pour vous.

A Mlle **BOUZID Assia** pour sa participation dans la réalisation de ce travail.

On exprime nos remerciements aux honorables membres de jury.

Au président de jury Mlle **SOUALMI Nadia** nous a fait l'honneur de présider le jury de notre mémoire.

A l'examineur Mr **CHOUHIM Kadda** de bien vouloir faire partie du jury et examiner ce modeste travail.

Nous remercions beaucoup les membres de laboratoire de Biotechnologie et Physiologie végétale en particulier.

Enfin nous remercions tous ceux qui ont du près ou de loin contribué à la réalisation de ce travail

On pense enfin à tous ceux qui nous avons aidé d'une quelconque manière que ce soit pendant la réalisation de ce travail ou avant.

**Neggal Aicha**

## ملخص

. يعتبر الجفاف من العوامل الخارجية التي تحد من إنتاج القمح في الجزائر لمعرفة الآليات التي يستعملها النبات لمقاومة نقص الماء قمنا بدراسة فيزيولوجية تحت أربع مستويات من الري (25%, 50%, 75%, 100%). النتائج المحصل عليها تؤكد أن العجز المائي له تأثير كبير حيث يقوم بتغيير مورفولوجي في الأعضاء النباتية منها الجذور

## كلمات مفتاحية :

القمح الصلب ، نقص الماء، الجذور، المقاومة

---

## **Résumé**

La sécheresse est l'un des facteurs externes qui limitent la production de blé dur en Algérie. Pour voir les mécanismes utilisés par la plante pour tolérer à l'insuffisance de l'eau, nous avons étudié les modifications morpho-physiologiques de cinq variétés sous quatre niveaux d'irrigation (100%, 75%, 50 %, 25%), les résultats obtenus démontrent que le déficit hydrique a un impact significatif sur la morphologie et la physiologie de la plante, y compris les racines. Le déficit hydrique accompagné de la concentration de l'humidité en profondeur permet une elongation racinaire, une réduction du nombre de racine et leur ramification au fond des cylindres.

**Mots clés : blé dur , déficit hydrique , les racines, résistance.**

---

**Abstract**

Drought is one of the external factors that limit wheat production in Algeria. We studied the morpho-physiological changes of five varieties under four irrigation levels (100%, 75%, 50%, 25%), in order to study the mechanisms used by the plant to tolerate water insufficiency. The results show that the water deficit has a significant impact on the morphology and physiology of the plant, including the roots. Water deficit accompanied by deep moisture concentration allows root elongation, a reduction in the number of roots and their ramification at the bottom of the cylinders.

**Keywords:**

Durum deficit ,water deficit ,root sterenth

---

**Sommaire**

ملخص.....	I
Résumé .....	II
Abstract .....	III
Sommaire .....	IV
Liste des figures .....	VII
Liste des photos .....	VII
Liste des tableaux .....	VIII
Liste des abréviations .....	X
Introduction générale.....	1
1. Généralité sur le blé dur .....	3
2. Caractéristiques morphologiques .....	3
2.1. Le système aérien .....	3
2.2. Le système racinaire.....	3
2.2.1. Les racines séminales .....	4
2.2.2. Les racines adventives.....	4
3. L'anatomie des racines de blé dur.....	4
3.1. L'assise pilifère .....	4
3.1. L'écorce.....	5
3.2. L'endoderme .....	5
3.4. Cylindre central .....	5
2.1. Définition du stress hydrique .....	5
2.2. L'effet du déficit hydrique sur le développement du blé dur.....	6
a. Sur le développement de partie racinaire .....	6



b. Sur le développement la partie aérienne.....	6
2.3. Les mécanismes d'adaptation des plantes au déficit hydrique.....	7
2.3.1. Les stratégies adaptatives .....	7
a. L'esquive .....	7
b. L'évitement .....	7
c. La tolérance .....	7
2.4. Les paramètres d'adaptations .....	8
II.1 L'objectif de l'expérimentation .....	10
2. Le matériel végétal utilisé .....	10
3. Les conditions de conduite de l'essai .....	10
3.1. Localisation de l'essai .....	10
3.2. L'installation de l'essai .....	10
3.3. Le dispositif expérimental .....	11
4. Les mesures effectuées.....	12
4.1. La capacité de rétention en eau .....	12
4.2. Les paramètres morphologiques.....	13
4.2.1. La partie racinaire.....	13
4.2.2. Les paramètres de la partie aérienne .....	13
1.4 Analyse statistique.....	13
III. Résultats de l'expérimentation .....	15
1. Paramètres de la partie aérienne.....	15
1.1 La teneur relative en eau .....	15
1.2 Le Nombre des talles.....	16
1.3 Le Taux de sénescence foliaire .....	18
1.4 La Surface foliaire .....	19

2. Paramètres de la partie racinaire .....	21
2.1 La longueur des racines séminales .....	21
2.2 Le Nombre des racines adventives .....	22
2.3 Longueur des racines adventives.....	24
IV. Discussion des résultats .....	27
Conclusion générale .....	30
Références Bibliographiques.....	32

**Liste des figures**

**Figure 01;** Le dispositif expérimental.....10

**Figure 02:** L'humidité pondérale dans les trois situations hydriques déficiente à la fin de l'expérimentation.....28

**Liste des photos**

**Photo 01:** Le dispositif expérimental de l'essai n°01 au cours de l'application de dispositif.....11.

**Liste des tableaux**

<b>Tableau 01:</b> Paramètres morphologique et physiologique d'adaptation au déficit hydrique...	08
<b>Tableau 02 :</b> les caractéristiques des géotypes utilisés.....	10
<b>Tableau 03 :</b> Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur la teneur relative en eau .....	16
<b>Tableau 04 :</b> Les résultats moyens de la teneur relative en eau chez les différents géotypes et sous différents régimes hydriques .....	16
<b>Tableau n°05 :</b> Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur le nombre des talles .....	17
<b>Tableau n°06 :</b> Les résultats moyens de nombre de talles par plantes chez les différents géotypes par les traitements hydriques.....	18
<b>Tableau n°07 :</b> Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur le taux de sénescence foliaire .....	19
<b>Tableau n°08:</b> Le taux de sénescence chez les géotypes expérimentés par situations hydrique.....	19
<b>Tableau n°09 :</b> Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur la surface foliaire.....	20
<b>Tableau n°10. :</b> Résultats moyens de la surface foliaire chez les différents géotypes par traitements hydriques.....	21
<b>Tableau n°11 :</b> Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur la longueur des racines séminales .....	22
<b>Tableau n° 12 :</b> Résultats moyens de la longueur des racines séminales chez les différents géotypes par traitements hydriques.....	22
<b>Tableau n°13 :</b> Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur le nombre des racines adventives.....	23

**Tableau n°14** : Résultats moyens du nombre de racines adventives chez les différents géotypes testés et sous différents régimes hydriques.....23

**Tableau n°15** : Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur la longueur des racines adventives .....24

**Tableau n°16** : Résultats moyens de la longueur des racines adventive inscrits chez les différents géotypes et sous trois traitements hydriques .....25

**Liste des abréviations**

<b>ACSAD</b>	Arab Center For The Studies Of Arid Zones And Dry Lands
<b>ADH 1</b>	Avec déficit hydrique (modéré).
<b>ADH 2</b>	Avec déficit hydrique (moyen).
<b>ADH3</b>	Avec déficit hydrique (sévère)
<b>CC</b>	Capacité au champ.
<b>ICARDA</b>	International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.
<b>LRP</b>	Longueur de la racine principale.
<b>.NT</b>	Nombre de talles.
<b>Pi</b>	Poids initial.
<b>Ppt</b>	Poids en plein turgescence.
<b>PS</b>	Poids sec.
<b>SDH</b>	Sans Déficit Hydrique

# Introduction générale

## **Introduction générale**

La culture céréalière et principalement celle du blé dur, constitue une filière agricole majeure dans le domaine de la production agricole en Algérie. L'importance accordée à cette espèce se justifie par ses larges utilisations dans l'alimentation de la population algérienne. Cependant, la production de cette espèce reste insuffisante pour satisfaire les besoins exprimés chaque année et qui ne cessent d'augmenter progressivement.

Les facteurs des irrégularités de ces productions s'expliquent principalement par les entraves environnementales qui limitent la productivité du blé dur. Parmi ces dernières les déficits hydriques constituent un élément majeur conditionnant les variations d'élaboration du rendement chez cette espèce.

Le blé dur est cultivé principalement en conditions pluviales dans les plaines intérieures et plus particulièrement dans les hauts plateaux. Ces aires appartiennent aux étages bioclimatiques semi-arides, elles sont caractérisées par des déclarations répétées et indéfinies dans le temps et l'espace, des sécheresses.

L'amélioration de la productivité de cette espèce englobe les solutions développées aux entraves citées. L'une des solutions repose sur l'introduction de l'irrigation d'appoint, qui techniquement reste irréalisable dans la plupart des exploitations agricoles. En alternatives et même d'une action complémentaire à cette première solution, l'amélioration génétique constitue une stratégie efficace et durable (**MONNOVEUX et al., 1986**). Un travail préliminaire s'impose, afin de réaliser cette tâche. Il consiste en la définition et l'étude des paramètres impliqués dans la création et la sélection de la variabilité génétique indispensable à la création de ce matériel végétal.

L'alimentation en eau de la plante dépend du système racinaire. Ses structures et leurs remodelages constituent un groupe de critères fortement impliqués dans la tolérance du blé à la sécheresse. Chez cette espèce, il est considérée comme l'un des principaux facteurs de la variabilité inter et intra-spécifique de la tolérance à la sécheresse. (**LABDELLI et al., 2013**)

Les caractéristiques d'enracinement ont une grande importance pour les cultures qui subissent régulièrement des déficits hydriques durant le cycle de croissance. Son impact sur le rendement sera particulièrement élevé car il interviendrait directement dans la disponibilité de l'eau pour la plante en condition de déficit hydrique.



Le système racinaire séminal joue un rôle déterminant dans la nutrition hydrique et minérale des plantes à des stades précoces, au cours des quels la plante s'organise pour assurer une morphogenèse des racines adventives et des talles et, par conséquent, de la production. (ADDA A *et al.*.,2013).

Le travail présenté consiste en l'étude des principales modifications morpho-physiologiques des racines séminales et l'évaluation de leur implication dans la tolérance au déficit hydrique chez le blé dur. Pour cela une variabilité constituée de cinq génotypes de blé dur et soumis à différents régimes hydriques sont utilisés pour permettre une évaluation des modifications des principaux critères racinaires et la définition de ceux impliqués dans l'amélioration de la tolérance de l'espèce au déficit hydrique.

La présentation du travail s'est faite suivant trois parties. Une première partie est réservée à la présentation de la synthèse bibliographique où sont exposées les principales recherches récentes dans ce domaine, la seconde englobe la présentation du matériel végétal conduit, les méthodes employées et les mesures effectuées ainsi que les différentes consignes expérimentales. Une dernière partie expose les résultats auxquels nous sommes parvenus.

Chapitre I :

*Recherche bibliographique*

## 1. Généralité sur le blé dur

Le blé dur est une plante annuelle de la famille des graminées (**Kieth , 1944**), qui appartiennent au genre *tritium* et à l'espèce *durum* (Desfontaines,) elle fait partie du groupe des espèces tétraploïdes ( $2n=28$ ) (**MOULE, 1980**). Le blé dur est une espèce issue de croisement naturel entre *Triticum Monococcum* (porteur de génome AA) et *Aegilops speltio* des (porteur de génome BB) suivi d'un doublement chromosomique qui permet l'apparition d'un blé dur sauvage de type AA BB qu'a ensuite évolué vers (*Dicocum*) puis vers *Triticum Durum* (blé dur cultivé) (**REBAHI, 2007**).

## 2. Caractéristiques morphologiques

### 2.1. Le système aérien

Il est formé d'un certain nombre d'unités biologiques, les feuilles et les tiges. Chaque tige est formée d'une tige feuillée ou chaume portant à son extrémité une inflorescence (**MOULE, 1980**).

Les feuilles sont alternes ou distiques disposées sur deux rangées, chaque feuille comprend deux parties, une partie inférieure enveloppant l'entre-nœud correspondant à la gaine, et une partie supérieure porte le limbe (**MOULE, 1980**), là où le limbe s'individualise de la gaine, une petite lame tendue verticalement au travers de la feuille (**CAMEFORT, 1984**).

Le grain chez le blé dur est un caryopse où les téguments de la graine se sont soudés à la paroi de l'ovaire. Ce caryopse est nu et présente une structure typique du fruit des monocotylédones (**MOULE, 1980 ; DOUMANDJI et al., 2003**)

L'épi est une inflorescence c'est à dire un ensemble de structures florales regroupées sur un axe appelé rachis (**MOULE, 1980**).

### 2.2. Le système racinaire

Le blé dur comme toute graminée dispose au cours de son développement de deux systèmes racinaires qui apparaissent successivement (le système racinaire séminale et adventive) (**GATE, 1995**). Le système racinaire du blé est de type fasciculé ou chaque axe se ramifie pour donner naissance à des racines secondaires et tertiaires (**GATE, 1995**), et qui est peu développé et relativement superficiel (**CLEMENT, 1971**).

### 2.2.1. Les racines séminales

Sont associées dans la graine à différentes parties de l'embryon (GATE, 1995). Une racine principale qui se développe suit à l'allongement de la radicule puis 02 ou 03 racines initiées à partir de l'épi-blaste (GATE, 1995), ces racines sont fonctionnel de la levée au début du tallage (MULE, 1980). Le nombre des racines séminales est un caractère qui présente une héritabilité élevé ( GATE , 1995). Selon (ADDA *et al.*, 2013), le développement de système racinaire considère comme l'un des facteurs très important de la variabilité inter et intra spécifique et joue un rôle essentiel dans la nutrition hydrique (BENLARIBI *et al.*,1990).

### 2.2.2. Les racines adventives

Ou racine de tallage car insérées au niveau du plateau du tallage, sont émises à partir du stade 3-4 feuilles, leur nombre définitif est variable avec la variété et les conditions culturales (GATE *et al.*, 1995). Il est de type fasciculé bien que moins puissant (GRIGNAC, 1965).

Le nombre de racines adventives est lié très étroitement à l'aptitude au tallage du génotype (BALAK, 1970). Chez le blé dur, les génotypes précoces, qui tallent peu, ont un système racinaire adventif peu développé, ce qui leur confère une grande sensibilité au déficit hydrique (GRIGNAC, 1987).

## 3. L'anatomie des racines de blé dur

Elle est représentée par quatre zones caractéristiques. Chaque racine comprend un méristème primaire responsable de sa formation et sa croissance en longueur et protégé par une coiffe mucilagineuse, une zone pilifère présente à sa périphérie de nombreux poils absorbants, permettant l'absorption de l'eau et les éléments minéraux en prolongement de cette partie on trouve la zone subérifiée siège de la croissance en épaisseur de la racine (PAUL, 1990).

Les racines des végétaux vasculaires sont constituées de l'extérieur vers l'intérieur par les parties suivantes : l'assise pilifère, l'écorce, l'endoderme et le cylindre central.

### 3.1. L'assise pilifère

Sont les tissus de revêtement, il est constituée de poils absorbants qui absorbe l'eau et les sels minéraux (COMFORT, 1984).

### 3.1. L'écorce

Elle va se différencier en cellules de parenchyme cortical qui jouera un rôle important dans l'accumulation de réserves (**COMEFORT, 1984**)

### 3.2. L'endoderme

C'est une assise cellulaire la plus profonde de l'écorce de la racine (**FERNARD, 1960**). Il joue un rôle fondamental dans la transite de l'eau et des Sels minéraux au niveau de la zone d'absorption des racines jeunes (**COMEFORT, 1984**).

### 3.4. Cylindre central

Qui est entouré par l'écorce est connu sous le nom de stèle. C'est la partie de la racine où sont localisés les tissus conducteurs. Les vaisseaux de xylème alternent régulièrement et sur un seul cercle, avec les tubes criblés du phloème. C'est dans le xylème où circule la sève brute et la sève élaborée dans le phloème, la différenciation du xylème est centripète. (**FERNARD, 1960**).

### 2.1. Définition du stress hydrique

La définition la plus pratique d'un stress biologique est une force ou une condition défavorable qui inhibe le fonctionnement normal d'un système biologique et bien être que les plantes (**JONES, 1989**).

La notion de stress hydrique a été définie comme une baisse ou un excès de la disponibilité de l'eau, se traduisant par une réduction de la croissance de la plante et /ou de sa reproduction par rapport au potentiel du génotype.

La notion de stress hydrique est toujours assimilée à la notion de sécheresse. Selon **MONNVEUX et al., (1986)**, **ZERRARD et al., (2008)**, **PEREYA et al., (2003)** et **ADDA et al.,(2013)**, la sécheresse sous ces différentes formes constitue l'un des facteurs limitant la croissance et le développement et la productivité des différentes espèces végétales (**BHANDARI et al., 2008** et **BOUTIFRASS, 1994**),

D'après (**GATE, 1995**), Un déficit hydrique peut donc résulter d'une faible disponibilité en eau dans la portion du sol explorée par les racines et/ou d'une forte demande évaporative au niveau des feuilles.

## 2.2. L'effet du déficit hydrique sur le développement du blé dur

### a. Sur le développement de partie racinaire

La possibilité d'extraction de l'eau du sol par la plante sont très étroitement liée à la dynamique de croissance des racines (**RICHARD *et al.*, 1981**), les racines sont les premiers organes à détecter le stress hydrique en particulier par leurs extrémités qui sont les principaux sites d'absorption de l'eau (**SHIMAZAKI *et al.*, 2005**). Le déficit hydrique précoce affecte la croissance des racines (**DEBAEKE *et al.*, 1996**), le nombre des racines. Les réductions de croissance ce produisent soit directement par la diminution de la vitesse de croissance ou en inhibant la division cellulaire (**BENLARIBI *et al.*, 1973**). Cependant, les racines sont les organes dont la croissance est le moins affecté par rapport à la partie aérienne (**SOAR *et al.*, 2007**).

### b. Sur le développement la partie aérienne

Le déficit hydrique se caractérise, chez la plupart des espèces par un ralentissement de la mise en place de nouveaux organes aérienne ,c'est-à-dire des feuilles, des tiges et par une réduction de la croissance des organes préexistants, ces modification résultent d'une diminution de la vitesse de division des cellules constituant les tissus végétaux (**GRANIER *et al.*, 2000**), diminution de la surface des feuilles et par conséquent, la turgescence décroît (**LEPS *et al.*, 2000; BOUCHABKE *et al.*, 2006 In MOUELLEF, 2010**), et une réduction significative de la production de biomasse totale (**ALBOUCHI *et al.*, 2003**); soit indirectement en réduisant le nombre d'organes portant des feuilles.

Le nombre de talles est réduit en cas de déficit hydrique (**COURTOIS *et al.*, 2000 in ATTIA, 2007**). Lorsque le stress hydrique intervient au début de tallage, il réduit l'émission des talles et leur survie (**GATE *et al.*, 1990**), par contre s'il apparait en plein tallage, le nombre de talles herbacés émis qui serait affecté.

En effet, le stress hydrique a deux conséquences simultanées sur le tallage, la première est l'arrêt du processus de tallage qui se traduit par un arrêt de croissance des bourgeons axillaires, et la réduction de la tailles des talles (**Davidson *et al.*, 1990**).

## 2.3. Les mécanismes d'adaptation des plantes au déficit hydrique

### 2.3.1. Les stratégies adaptatives

Pour lutter contre le manque d'eau, les plantes développent plusieurs stratégies adaptatives qui varient en fonction de l'espèce et des conditions du milieu (Esquive, évitement et tolérance) (**Turner, 1986**).

#### a. L'esquive

Permettent à la plante de conserver un potentiel hydrique faiblement négative en condition de stress, évitant ainsi la déshydratation des tissus (**HSIAO et al., 1974**). Il est permis à la plante de réduire ou d'annuler les effets de la contrainte hydrique par une bonne adaptation de son cycle de culture (**JONES, 1992**).

#### b. L'évitement

C'est un type de réponse qui permet à la plante de retarder la déshydratation de ces tissus. Les caractéristiques sont liées à l'efficacité de l'extraction de l'eau du sol sous stress, est une réponse particulièrement efficace pour l'élaboration de la production. (**TURNER et al., 2001; LUDLOW, 1990**).

Il est principalement lié à une optimisation de l'absorption de l'eau par les racines (**PASSIOURA et al., 1977**), et une diminution de la transpiration est principalement liée à la fermeture des stomates, elle peut être due également à une diminution des surfaces évaporantes (**TURNER et al., 1986**).

#### c. La tolérance

D'après **HOPKINS (2003)**, c'est l'aptitude d'un organisme à survivre à une dessiccation sans avoir des dommages au niveau de son protoplasme et tout en gardant la capacité de reprendre sa croissance normale lorsque le protoplasme sera réhydraté.

Les plantes adoptent un métabolisme à hydratation des tissus réduite (elle accepte une certaine perte d'eau des cellules en maintenant la transpiration, et met en place pour cela un métabolisme alternatif). Les mécanismes de tolérance de type physiologique englobent les ajustements métaboliques et osmotiques liés par la synthèse de protéines dites de stress et l'augmentation de la pression osmotique dans les cellules par accumulations des osmolytes.

## 2.4. Les paramètres d'adaptations

Les différents paramètres concernés par les modifications apportées par les plantes en situation du déficit hydrique sont résumés dans le tableau 1.

**Tableau 01** : Paramètres morphologique et physiologique d'adaptation au déficit hydrique (MONNEVEUX, 1991)

Paramètres d'adaptation	Exemples
Paramètres phonologiques	- Précocité
Paramètres macromorphologiques	- Extension du système racinaire - Port et surface des feuilles - Taille du chaume
Paramètres morphologiques	- L'enroulement des feuilles - La longueur des barbes - La hauteur de la plante - Densité du trichome - Glaucence et couleur des feuilles
paramètres micro morphologiques	- Présence de cires - Densité et taille des stomates - Compaction du mésophylle - épaisseur de la cuticule - Nombre et diamètre des vaisseaux du xylème racinaire
Paramètres Physiologiques	- Effet stomatique et non stomatique du déficit hydrique sur la photosynthèse - Réduction de la transpiration par fermeture des stomates - Maintien d'un potentiel hydrique élevé - Osmorégulation (accumulation d'ions minéraux, de proline, de sucres solubles)



# Chapitre II :

## Partie Expérimentale

## II.1 L'objectif de l'expérimentation

L'objectif escompté du travail présenté est de définir l'effet de la situation hydrique du substrat sur l'élongation des racines séminales et leur contribution dans la tolérance au déficit hydrique chez le blé dur.

### 2. Le matériel végétal utilisé

On a Utilisé 5 génotypes de blé dur ou leur choix est géré par leur origine et leur degré de tolérance à la sécheresse.

**Tableau 02:** Les caractéristiques des génotypes utilisés

Code de génotype	Nom du génotype	Origine	Tolérance à la sécheresse	Cycle végétative
01	LANGLOIS	LOCALE	Elevée	Tardif
02	WAHA	ICARDA	Elevée	Précoce
03	MEXICALI75	CIMMYT	Moyenne	Précoce
04	ACSAD1361	ACSAD	Faible	Semi-tardif
05	OUED ZENATI	LOCALE	Moyenne	Tardif

## 3. Les conditions de conduite de l'essai

### 3.1. Localisation de l'essai

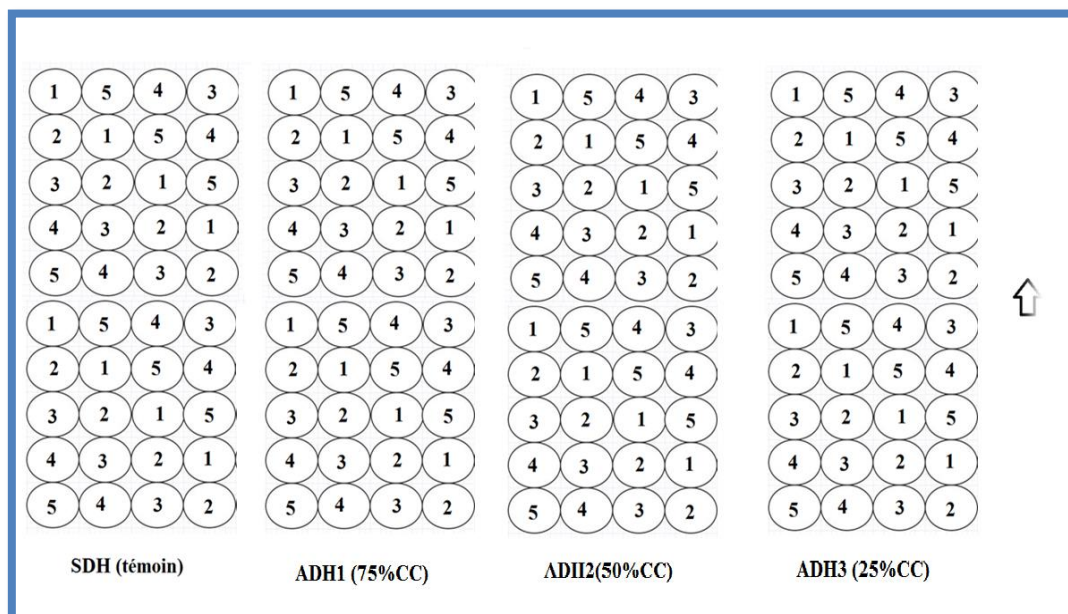
Le travail a été mené dans une serre en verre au niveau de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université IBN KHALDOUN de Tiaret.

### 3.2. L'installation de l'essai

Les graines des cinq génotypes sont désinfectées dans une solution d'eau de javel commerciale diluée à 50%, et rincées plusieurs fois avec de l'eau distillée. Elles sont ensuite mises en germination dans des boîtes de Pétri sur papier absorbant imbibé d'eau et placées dans une étuve réglée à 25°C pendant 48 heures. Le repiquage des grains germés est réalisé dans des cylindres en PVC de 150cm de long et de 4cm de diamètre remplis d'un substrat homogène du sable lavé d'une capacité de rétention en eau (25%) à raison d'une plante par cylindre.

### 3.3. Le dispositif expérimental

Les cylindres sont disposés en randomisation totale, selon quatre traitements hydriques (Figure 01). Chacun des génotypes sont répété 8 fois, ce qui donne un total de 40 cylindres par traitement et 160 cylindres au niveau des quatre traitements hydriques. Tous les cylindres sont irrigués à la capacité au champ par un apport 10 ml d'eau. Ensuite, le régime d'irrigation est modifié. Le maintien de la capacité au champ a concerné les cylindres du lot sans déficit hydrique (SDH), alors que ceux du traitement avec déficit hydrique, 75%CC (ADH1) et 50% CC (ADH2), et 25% CC on a procédé par un arrêt d'irrigation jusqu'à stade plein tallage. Au cours de la conduite de l'essai on a procédé par l'application de solution nutritive de type MS chaque 3 jours.



**Figure 01 :** Le dispositif expérimental (SDH, ADH1, ADH2, ADH3)



**Photo 01** : Le dispositif expérimental de l'essai

#### **4. Les mesures effectuées**

##### **4.1. La capacité de rétention en eau**

Au cours de la conduite de l'essai, on a procédé par le calcul de la capacité de rétention en eau, un échantillon de sable est irrigué jusqu'à la saturation, après 24h de repos, le substrat est pesé, c'est le poids frais, son poids sec est déterminé après un passage à l'étuve réglée à 105°C pendant une durée de 24 heures.

La capacité de rétention en eau est déterminée selon la relation suivante :

$$\text{CR}\% = (\text{Poids frais} - \text{Poids sec}) / \text{poids sec} * 100$$

## 4.2. Les paramètres morphologiques

### 4.2.1. La partie racinaire

Les cylindres sont vidés de leur contenu à la fin de l'expérimentation (stade Plain tallage) et les plantes sont soigneusement récupérées, les paramètres mesurés sont les suivant :

- Nombre des racines adventives
- Longueur de l'axe principal des racines séminales
- Longueur des racines adventives

### 4.2.2. Les paramètres de la partie aérienne

- Nombre de talles
- Nombre de feuilles sénescentes
- Nombre de feuilles totales
- Longueur et largeur des feuilles terminales
- Teneur relative en eau des feuilles
- Le taux de sénescence a été calculé selon le rapport :

$$\text{Taux de sénescence \% : } \frac{\text{Nombre de feuilles sénescentes}}{\text{Nombre de feuilles totales}}$$

- La longueur et la largeur des feuilles ont été mesurées pour estimer la surface foliaire selon la relation suivante :

$$\text{Surface Foliaire : } 2 (\text{Longueur} \times \text{Largeur})$$

## 1.4 Analyse statistique

Les données des différents essais que comporte cette étude ont fait l'objet d'une analyse statistique (ANOVA et Corrélation) par STATISTICA Version 8.0.

Chapitre III :

*Résultats*

### III. Résultats de l'expérimentation

#### 1. Paramètres de la partie aérienne

##### 1.1 La teneur relative en eau

L'analyse statistique des résultats obtenus (Tableau. n°03) révèle que les variations concernant la teneur relative en eau, sont faiblement influencées par la nature des géotypes conduits ( $p>0.05$ ) et de la situation hydrique ( $p>0.05$ ). L'interaction entre la variabilité conduite et le régime hydrique appliqué n'a eu également qu'un faible effet sur l'expression de ce paramètre ( $p>0.05$ ). Ceci confirme l'absence des distinctions génotypiques en relation avec les déficits hydriques appliqués, pour la réalisation de cette caractéristique physiologique.

Au niveau du lot conduit à 100%CC, les résultats moyens obtenus (Tableau. n°04) indiquent que l'ensemble des géotypes ont maintenu des valeurs de leur teneur relative en eau à des taux supérieurs à 77%. Dans les mêmes conditions, les géotypes Mexicali et Langlois se distinguent parmi la collection en inscrivant les valeurs extrêmes avec respectivement 77.64 % et 88,58%.

L'application du déficit hydrique selon ses trois intensités (75%CC, 50%CC, 25%CC) a permis une baisse non significative de la teneur relative en eau des plantes en place. Dans le lot conduit à 75%CC, les valeurs de la teneur relative en eau se sont maintenues assez élevées, à l'exception du géotype Mexicali, chez lequel on relève la plus faible valeur et qui est de 64.32%. Sous les mêmes conditions hydriques, le reste des géotypes ont maintenu des valeurs de leur teneur en eau assez élevées pour atteindre une donnée maximale de 88.19% notée chez ACSAD1361.

Dans le traitement ADH2 (50%CC), la teneur relative en eau moyenne inscrite chez l'ensemble des géotypes est de 76%. Elle présente alors un écart moyen par rapport à celle inscrite dans le traitement témoin de 8%. Les valeurs extrêmes dans le même traitement hydrique sont détenues par Waha avec 65.39% et Oued Zenati avec 83.04%. L'analyse des résultats démontre qu'en compagnie de la sévérité du déficit hydrique, les géotypes, ACSAD1361, Mexicali et Oued Zenati se montrent les moins affectés, ils enregistrent les plus faibles diminutions des teneurs relatives en eau entre cette situation hydrique et le témoin.

Enfin dans les conditions de déficit hydrique sévère (25%CC), les valeurs

enregistrées par l'ensemble des géotypes sont comprises entre un maximum 84.05% (Oued Zenati) et 78.48% (Mexicali).

**Tableau n°03 : Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur la teneur relative en eau**

	Test F	Probabilité
Géotype	1,925ns	0,1179
situation hydrique	1,601ns	0,1985
géotype*situation hydrique	0,928ns	0,5254

**Tableau n°0 4 : Les résultats moyens de la teneur relative en eau chez les différents géotypes et sous différents régimes hydriques**

géotype	100%CC	75%CC	50%CC	25%CC	évolution75%	évolution50%	évolution25%
Acsad1361	79,55	88,19	79,72	83,91	-10,86	-0,21	-5,48
Mexicali	77,65	64,32	77,97	78,48	17,17	-0,41	-1,08
Waha	86,13	74,08	65,39	79,35	13,99	24,09	7,87
Oued zenati	84,50	82,80	83,04	84,05	2,01	1,73	0,53
Langlois	88,58	80,69	73,71	80,75	8,91	16,79	8,83

## 1.2 Le Nombre des talles

L'étude statistiques des résultats obtenus (Tableau n°.05) montre que le nombre de talle varie d'une façon très dépendante de la nature des géotypes ( $p < 0.01$ ) et de la situation hydrique adoptée ( $p < 0.05$ ). L'interaction entre ces deux facteurs d'étude provoque également des variations dans l'expression de ce paramètre, démontrant ainsi une distinction génotypique en réaction aux variations des niveaux d'alimentation adoptée.

Les résultats moyens (Tableau n°06) indiquent que les géotypes, ACSAD1361, et Mexicali75, Langlois, manifestent une augmentation de leurs nombre de talles respectives au niveau du lot conduit à 75%CC, en comparaison avec les valeurs inscrites dans le lot témoin



(100%CC). Les taux d'accroissement chez ces géotypes sont de l'ordre de 220%(ACSAD1361), et 78% (Mexicali75)et 8% (Langlois). Le géotype Waha et Oued Zenati présentent par contre une tendance différente, où ils inscrivent une diminution de leur nombre de talles sous ces mêmes conditions, évaluée respectivement à,33% et 8%.

Dans le traitement conduit à 50%CC, les géotypes se distinguent en deux groupes distincts. Dans un premier groupe se retrouvent les géotypes dont le déficit hydrique a provoqué une régression de leurs nombres de talles et sont présentés par Waha (17%) et L'NAGLOIS (31%). Dans le second groupe s'organise les géotypes dont le nombre de talles a au contraire augmenté en compagnie de l'application de cette intensité de déficit hydrique et il s'agit de Mexicali (78%), Oued Zenati (38%) et ACSAD1361 (20%).

Enfin chez les plantes conduites sous les conditions de déficit hydrique les plus sévères, on a constaté une régression du nombre chez l'ensemble des géotypes, à l'exception de ACSAD1361 chez lequel l'évolution a emprunté une tendance contraire. Chez ce dernier géotype, l'accroissement du nombre de talles est de l'ordre de 80%. A l'opposé, les autres géotypes concernés par les diminutions de ce nombre, elles s'évaluent à 50% (Waha), 8% (Oued Zenati) et 15% (Langlois).

**Tableau n°05 : Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur le nombre des talles**

	Test F	Probabilité
Géotype	4.1942**	0.004633
situation hydrique	3.1692*	0.030682
géotype*situation hydrique	2.7173**	0.005359

**Tableau. n°0 6: Les résultats moyens de nombre de talles par plantes chez les différents génotypes par les traitements hydriques.**

génotype	100%CC	75%CC	50%CC	25%CC	évolution75%	évolution50%	évolution25%
Acsad1361	1.25	4.00	1.50	2.25	-220	-20	-80
Mexicali	2.25	4.00	4.00	2.25	-78	-78	0
Waha	3.00	2.00	2.50	1.50	33	17	50
Oued zenati	3.25	3.00	4.50	3.00	8	-38	8
Langlois	3.25	3.50	2.25	2.75	-8	31	15

### 1.3 Le Taux de sénescence foliaire

Le taux de sénescence foliaire constitue un indicateur efficace pour l'estimation du comportement de la plante vis-à-vis du déficit hydrique.

L'étude des résultats obtenus de l'évaluation de la sénescence (Tableau.07), indique qu'il est sous une influence de l'alimentation hydrique, très importante ( $p < 0.001$ ). La nature des génotypes ne permet que de faibles variations d'expression de cette caractéristique ( $p > 0.05$ ). Des distinctions des génotypes en relation avec les variations des régimes hydriques ont été constatées ( $p < 0.05$ ).

Selon les résultats obtenus (Tableau.08) on constate que le degré de sénescence des feuilles s'accroît avec l'accroissement de l'intensité du déficit hydrique.

Au niveau du lot SDH, évidemment le taux de sénescence foliaire chez l'ensemble des génotypes est de 0.00.

L'application du déficit hydrique a provoqué une sénescence au niveau des feuilles et ce en fonction de la nature des génotypes et des degrés de sévérité du déficit hydrique. Ainsi dans le lot conduit à 75%CC, on relève des degrés de sénescence variant entre 0.00 (Waha) et 11.88 (Langlois)

L'accentuation du déficit hydrique appliqué au niveau du traitement ADH2, a permis l'inscription des sénescences dont les valeurs sont comprises entre 8.33 et 23.96,

valeurs relevées respectivement chez les génotypes ACSAD1361 et Oued Zenati.

Enfin, sous les conditions de déficit hydrique les plus sévères (25%CC), les degrés de sénescence enregistrés chez les différents génotypes s'avèrent encore plus élevés. Ainsi, on note que chez les génotypes Mexicali, Waha et Oued Zenati, ces degrés ont atteint des valeurs dans l'ordre de 57.37, 50 et 57.11. Seul le génotype Langlois a manifesté un degré de sénescence relativement faible et qui est de l'ordre de 26.63.

**Tableau n°07 : Effets de la nature du génotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur le taux de sénescence foliaire**

	Test F	Probabilité
Génotype	1,374ns	0,2535
situation hydrique	71,781***	0,0000
génotype*situation hydrique	2,143*	0,0268

**Tableau n°08: Le taux de sénescence chez les génotypes expérimentés par situations hydrique**

	100%CC	75%CC	50%CC	25%CC
Acsad1361	0,00	11,31	8,33	42,86
Mexicali	0,00	10,00	12,14	57,37
Waha	0,00	0,00	11,90	50,00
Oued zenati	0,00	6,25	23,96	57,11
Langlois	0,00	11,88	20,00	26,63

#### 1.4 La Surface foliaire

L'étude des résultats obtenus (Tableau.09) démontre que l'influence de la nutrition hydrique ( $p < 0.05$ ) sur l'acquisition de la surface foliaire, tandis que la variation génotypique étudiée n'a qu'un faible effet sur l'élaboration de cette caractéristique ( $p > 0.5$ ). L'interaction des différents facteurs d'étude présente un effet remarquable sur l'élaboration caractéristique

( $p < 0.05$ ), ce qui confirme que les génotypes ont perçu de manière différente les différents traitements.

Les résultats moyens (tableau.10) indiquent que tous les génotypes manifestent une augmentation de leurs surfaces foliaires respectives au niveau du lot conduit à 75%CC, en comparaison avec les valeurs inscrites dans le lot témoin (100%CC). Les taux d'accroissement chez ces génotypes sont de l'ordre de 245.94%(Oued Zenati), 150.856% (ACSAD1361), 147.31% (Langlois) et 79.0978% (Waha), 74.5% (Mexicali).

Dans les deux lots ADH2 et ADH3, les évolutions de la surface foliaire sont différentes à travers les différents génotypes étudiés.

Au niveau des autres lots le génotype Oued Zenati a inscrit les plus hautes valeurs d'augmentation 188.79% (ADH2) et 77.02% (ADH3), et les plus hautes valeurs de réduction sont enregistrées par le génotype ACSAD1361 au niveau du lot conduit à 50%CC (10.82%) et le génotype Waha dans le lot conduit à 25%CC (20.67%).

**Tableau n°09 : Effets de la nature du génotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur la surface foliaire**

	Test F	Probabilité
Génotype	0.9705ns	0.4304
situation hydrique	26.679***	0.0000
génotype*situation hydrique	1.999*	0.0399

**Tableau n°10. : Résultats moyens de la surface foliaire chez les différents géotypes par traitements hydriques**

géotype	100%CC	75%CC	50%CC	25%CC	évolution75%	évolution50%	évolution25%
Acsad1361	14.31	35.89	12.76	14.10	151	-11	-1
Mexicali	16.68	29.11	15.19	24.83	75	-9	49
Waha	18.99	34.02	19.05	15.07	79	0	-21
Oued zenati	10.53	36.44	30.42	18.65	246	189	77
Langlois	13.03	32.22	23.22	12.39	147	78	-5

## 2. Paramètres de la partie racinaire

### 2.1 La longueur des racines séminales

L'étude des résultats obtenus (Tableau.11) démontre que l'influence de la nature du géotype ( $p < 0.05$ ) et de la nutrition hydrique ( $p < 0.05$ ) sur l'élongation des racines séminales, s'avère très importante.

Une distinction des géotypes en réaction au déficit hydrique est notée pour l'élaboration de la longueur des racines ( $p < 0.05$ ).

Les résultats moyens obtenus (tableau.12), montrent que la longueur de l'axe racinaire a tendance à présenter des augmentations des valeurs proportionnelles avec l'acuité du déficit hydrique. Toutefois cette progression de la longueur reste tributaire de la nature du géotype. Ainsi, sous le traitement hydrique conduit à 25%CC, tous les géotypes ont inscrits des élongations des racines séminales, seul le géotype Waha qui a subi une diminution de la longueur racinaire (53.47%). Le taux d'élongation le plus élevé est affiché par le géotype Langlois (110.76%).

Dans le lot conduit à 50%CC, tous les géotypes ont enregistrées des élongations racinaires, les taux d'élongation racinaire les plus élevés sont de l'ordre de 62.41% et 32.69% valeurs estimées par le géotype, ACSAD1361 et Langlois.

Dans le lot conduit à 75%CC, les taux d'élongation racinaire les plus élevés sont de l'ordre de 81.20% (ACSAD1361) et 62.30% (Langlois).

**Tableau. n°11 : Effets de la nature du génotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur la longueur des racines séminales**

	Test F	Probabilité
Génotype	12,709***	0,0000
situation hydrique	14,404***	0,0000
génotype*situation hydrique	11,790***	0,0000

**Tableau n°12 : Résultats moyens de la longueur des racines séminales chez les différents génotypes par traitements hydriques**

génotype	100%CC	75%CC	50%CC	25%CC	évolution75%	évolution50%	évolution25%
Acsad1361	60,75	135,00	121,00	121,75	-122,22	-99,18	-100,41
Mexicali	123,00	145,75	132,13	147,75	-18,50	-7,42	-20,12
Waha	118,75	132,00	139,75	55,25	-11,16	-17,68	53,47
Oued zenati	106,75	103,25	124,00	144,50	3,28	-16,16	-35,36
Langlois	65,00	105,50	86,25	137,00	-62,31	-32,69	-110,77

## 2.2 Le Nombre des racines adventives

L'étude statistique des résultats mentionnés dans ( le tableau.13)montrent que le nombre des racines adventives est fortement conditionnée par la nature des génotypes ( $p < 0.001$ ) et les différents régimes hydriques adoptés. Cette constatation est confirmée par une haute signification de l'interaction des différents facteurs étudiés

Selon les résultats obtenus (Tableau.14), on constate que le nombre présente une tendance à la diminution avec l'accentuation du déficit hydrique. Ces résultats montrent qu'au niveau du traitement conduit à 100%CC, le nombre est compris entre 2.75 (Langlois.) et 10.00 (Mexicali75). Au niveau du lot conduit à 75%CC, on note une diminution du rapport chez l'ensemble des génotypes. Dans les mêmes conditions, les génotypes Mexicali75 et

ACSAD13161 ont inscrit les plus hautes valeurs de ce nombre avec l'ordre 8.50 et 8.25. Enfin, au niveau du traitement conduit à 25%CC, le géotype Waha a enregistré le plus faible nombre des racines adventives avec 2.25, tandis que les deux géotypes Oued Zenati et ACSAD13161 ont inscrit les plus grande valeurs avec 4.75 et 4.50.

**Tableau n°13 : Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur le nombre des racines adventives**

	Test F	Probabilité
Géotype	8.3689***	0.000
situation hydrique	10.1833***	0.000
géotype*situation hydrique	2.3462**	0.015

**Tableau n°14 : Résultats moyens du nombre de racines adventives chez les différents géotypes testés et sous différents régimes hydriques**

géotype	100%CC	75%CC	50%CC	25%CC	évolution75%	évolution50%	évolution25%
Acsad1361	5.75	8.25	5.50	4.50	43	-4	-22
Mexicali	10.00	8.50	7.25	4.00	-15	-28	-60
Waha	8.50	5.50	5.00	2.25	-35	-41	-74
Oued zenati	9.00	4.25	5.25	4.75	-53	-42	-47
Langlois	2.75	4.75	2.25	3.25	73	-18	18

### 2.3 Longueur des racines adventives

L'analyse des résultats obtenus (tableau.15), démontre que l'élaboration de la longueur des racines adventives dans ces conditions est grandement influencé par la nature génotypique ( $p \leq 0.05$ ), tandis que l'effet des traitements appliqués n'ont qu'un faible effet sur l'élaboration de cette caractéristique ( $p > 0.1$ ), L'interaction des différents facteurs d'étude présente un effet remarquable sur l'élaboration de cette caractéristique ( $p < 0.05$ ), ce qui confirme que les géotypes ont perçu de manière différente les différents traitements.

Les résultats moyens de la longueur des racines adventives (Tableau.16) exposent des évolutions différentes parmi les géotypes et à travers les situations hydriques retenues. Ces résultats montrent qu'au niveau du traitement conduit à 100%CC, la longueur des racines adventives est comprise entre 16.25 cm (ACSAD1361) et 46.50 cm (Oeud Zenati). Au niveau du lot conduit à 75%CC, le géotype Waha a inscrit la plus haute valeur de cette longueur 53 cm, au niveau des deux traitements hydriques 50%CC, et 25%CC on note que le géotype Mexicali a enregistré la plus haute valeur d'élongation avec des valeurs respectives 59.75cm et 79.00 cm, tandis que la plus faible valeur au niveau du lot 50%CC est affichée par Langlois (4.38), et au niveau du lot à 25%CC est affichée par le géotype Waha (2.38).

**Tableau n° .15 : Effets de la nature du géotype, de l'alimentation hydrique et de leur interaction sur la longueur des racines adventives**

	Test F	Probabilité
Géotype	2.5851*	0.0459
situation hydrique	1.1016ns	0.3556
géotype*situation hydrique	2.0785*	0.0321



**Tableau n°.16 : Résultats moyens de la longueur des racines adventive inscrits chez les différents génotypes et sous trois traitements hydriques**

génotype	100%CC	75%CC	50%CC	25%CC	évolution75%	évolution50%	évolution25%
Acsad1361	16.25	39.25	17.75	45.75	142	9	182
Mexicali	39.25	20.50	59.75	79.00	-48	52	101
Waha	31.00	53.00	21.75	2.38	71	-30	-92
Oued zenati	46.50	14.50	52.00	56.00	-69	12	20
Langlois	20.75	27.50	4.38	37.50	33	-79	81

## Chapitre IV :

# Discussion Des Résultats

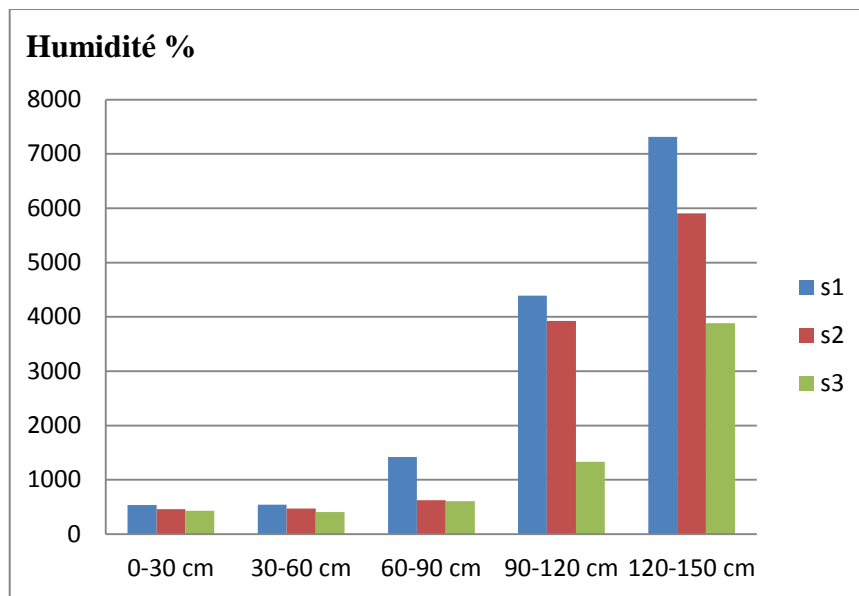
#### IV. Discussion des résultats

Le remodelage morpho-anatomiques des deux types de racines chez le blé dur, survenu à la déclaration du déficit hydrique, représente un ensemble de critères inscrits dans la stratégie de tolérance à un potentiel hydrique élevé. Cette tendance se démontrent par de nombreux travaux (**ALI DIB et al. , (1992 ; AL HAKIMI et al., 1995)** qui prouvent une importante implication des modifications des différents aspects racinaires dans la fonction de tolérance au déficit hydrique.

Les résultats obtenus de l'estimation de la teneur relative en eau démontrent qu'elle ne se trouve que faiblement modifiée par les variations des régimes hydriques. Effectivement, aucune relation significative ne s'est montrée entre l'accentuation de l'intensité du déficit hydrique et les modifications des grandeurs de la teneur relative en eau. Les valeurs de cette variable se sont maintenues à des niveaux dépassant 70%, au niveau de tous les traitements hydriques confondus. La teneur relative en eau est considérée comme l'un des indicateurs les plus sensibles et efficaces impliqués dans la prédiction de la déclaration de la contrainte hydrique. Le maintien des valeurs de cette dernière à des taux relativement optimum, indique la manifestation des critères de tolérance appropriés

Parmi les critères imposant une tolérance avec le maintien d'un état d'hydratation élevé, on retrouve l'implication du système racinaire. Certains travaux (**ADDA et al. ,2005**) prouvent que l'élongation racinaire avec une forte ramification à l'extrémité des racines contribue à une meilleure exploration des couches les plus profondes et par conséquent les plus humides. Une telle stratégie contribue efficacement à la préservation d'un état hydrique optimal en conditions de sécheresse.

A travers les résultats dégagés, il se démontre que la relation entre la longueur du système racinaire et la situation hydrique s'avère positive, ce résultat est expliquée par la répartition hydrique dans le support de culture, qualifié par certains auteurs (**DAALOUL et al ., 2002**) de phénomène d'hydrotropisme. L'appauvrissement du substrat en humidité favorise l'élongation racinaire .Cette hypothèse se confirme par la répartition de l'humidité au niveau des cylindres estimée à la fin de l'expérimentation (Fig.2). Selon ces résultats, la répartition de l'humidité reflétant l'acuité du stress qui s'avère déterminante pour ces modifications morphologiques des racines, mais cela n'exclue pas l'existence d'une variabilité des caractéristiques racinaires à l'intérieur de l'espèce blé dur, résultats déjà constatées par **BENLARIBI et al (1990)**. Cette élongation du système racinaire séminal se fait au dépend de l'initiation et l'élongation des racines adventives.



**Figure n°02 :L'humidité pondérale dans les trois situations hydriques déficiente à la fin de l'expérience**

D'après **WOLF E et al., (1992)**, la surface foliaire est un caractère morphologique d'adaptation au déficit hydrique. Ainsi que nos résultats ont montré que, lors d'un déficit hydrique, la plante réagit par une diminution de sa biomasse aérienne en particulier la surface de la dernière feuille et le nombre de talles et par une augmentation du taux de sénescence foliaire ce qui confirme les résultats de ce dernier, certains travaux (**MONNEVEUX, 1991**) ont inscrit ces évolutions dans un cadre qualifié de phénomène de compensation. Cependant **JOHNSON et al., (1983)** suggèrent que les plantes à surface foliaire plus grande sont tolérantes à la déshydratation en maintenant un potentiel hydrique élevé.

Selon **SANCHO DIAZ et KRAMER, (1971)**, les plantes résistantes au stress hydrique présentent une faible perte d'eau par unité de surface foliaire et une augmentation de leur potentiel hydrique foliaire, en comparaison avec les cultivars sensibles. **NEMMAR, (1983)** sont parvenus à la même conclusion, les variétés de blé qui ont la teneur relative en eau importante sont plus tolérantes à la sécheresse.

# Conclusion générale

## **Conclusion générale**

En Algérie, la culture du blé et principalement le blé dur, occupe une place importante dans le schéma de la production végétale. L'importance allouée à cette espèce se trouve justifiée au fait que ses produits constituent les éléments essentiels du modèle alimentaire de la population. Néanmoins, cette spéculation connaît de nombreuses entraves qui limitent sérieusement sa productivité. Parmi ces dernières les conditions climatiques défavorables détiennent une part importante.

Le déficit hydrique constitue le principal stress abiotique responsable de ces faibles rendements dans les zones céréalières en Algérie. La définition et l'étude des paramètres d'adaptation au déficit hydrique constituent un travail inévitable dans tout programme de recherche qui vise à l'amélioration d'adaptation et la tolérance du matériel végétal destiné à la culture dans ces aires.

Les différents travaux ont montré que lors d'un déficit hydrique les plantes ont adopté de nombreuses modifications morphologiques, physiologiques, et biochimiques pour tolérer ce stress et qui diffèrent d'une espèce à une autre.

Différents travaux ont montré l'importance de la place qu'occupe le système racinaire dans l'adaptation aux situations d'alimentation hydrique déficientes.

Au terme de ce travail, les résultats dégagés démontrent que le bilan hydrique de la plante est conditionné principalement par les différentes modifications au niveau racinaire. L'étude de la réponse au stress chez les cinq géotypes de blé dur testés révèle l'existence d'une variabilité pour la plupart des paramètres mesurés. Ces modifications concernent une élongation racinaire importante initiée par la déclaration du déficit hydrique. L'une des principales conséquences de cette croissance en longueur des racines est d'atteindre les horizons profonds du substrat plus humide et assurent ainsi une meilleure alimentation hydrique des plantes, les résultats indiquent également que le dessèchement du sol à proximité des zones d'initiation des racines, réduit la formation des racines adventives ainsi que son élongation. La tolérance au déficit hydrique s'accompagne aussi par la diminution de la surface foliaire et l'accroissement de la sénescence foliaire, ce phénomène s'inscrit dans le cadre de compensation qui régit la morphogénèse en conditions hydriques déficientes.

# Références Bibliographiques

## Références Bibliographiques

- ADDA A, SOUALEM S., LABDELLI A., SAHNOUNE M., MERAH O., 2013.** Effets du déficit hydrique sur la structure de la zone pilifère des racines séminales du blé dur. *Revue écologie-environnement* ,9. ISSN: 1112-5888.
- ADDA.,SAHNOUNE M,kaid-HARCHI M., MERAH O.,2005.** Impact of water déficit intensity on durum wheat seminal roots .C.R .Biologies et pathologie végétales.328
- AL HAKIMI A., MONNEVEUX P., GALIBA G., 1995.** Soluble sugars, proline, and relative water content (RWC) as traits for improving drought tolerance and divergent selection for RWC from *T. polanicum* into *T. durum*. *J. Genet. And Breed .*, 49 . pp. 237-244.
- ALBOUCHI F., BEJAOUI Z., HEDI EL AOUNI M., 2003.** Influence of moderate or severe water stress on growth of seedlings *Casuarina glauca* Sieb. *Science and Global Change, Drought*, vol. 14, no. 3, pp. 137–142, 2003.
- ALI DIB T., MONNEVEUX P., ARAUS J.L., 1992.** Adaptation à la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur (*Triticum durum*Desf.). Caractères physiologiques d'adaptation. *Agronomie*, 12 : 371-379P.
- ATTIA F., 2007.** Effet du stress hydrique sur le comportement éco physiologique et la maturité phénologique de la vigne vitisvinifera : étude de cinq cépages autochtones de Midi-Pyrénées. Thèse Doctorat Toulouse France : 194P.
- BENLARIBI M., MONNEVEUX P., GRIGNAC., 1990** Etude des caractères d'enracinement et leur rôle dans l'adaptation au déficit hydrique chez le blé dur. *Ed Agronomie* 10, pp .305-322.
- Black AL., 1970.** Adventitious roots, tillers and grain yields of spring wheat as influenced by N-P fertilization. *Agron J* 62, 32-36.
- BOUCHABK E., TARDIEU F., SIMONNEAU T., 2006.** Leaf growth and turgor in growing cells of maize (*Zea mays* L.) respond to evaporative demand under moderate irrigation but not in water-saturated soil, *Plant, Cell and Environment*, vol. 29,



no. 6, pp. 1138–1148.

**BOUTFIRASS M., KARROU M., EL MOURID M., 1994.** Irrigation supplémentaire et variétés de blé dans les zones semi-arides du Maroc. In : El Gharous M., Karrou M. et El Mourid M. (Eds) ; *Aquis et perspectives de la recherche agronomique dans les zones arides et semi-arides du Maroc*. INRA-MIAC Eds . Actes de conférence, Rabat 24-27, Maroc, pp : 176-179.

**CAMEFORT C., 1984.** Morphologie des végétaux vasculaires. Ed <sup>2<sup>eme</sup></sup> Dion , paris .427P.

**CLEMENT M., PANDCOURT G ET PRATS J ., 1971.** Les céréales .Ed. J-brailliére, 351p.

**DAALOUL A., BCHINI H., SAYA R., 2002.** Variabilité génétique de quelques paramètres du système racinaire du blé dur (*Triticum durum* Desf) sous deux régimes hydrique, plant Genet .Resour. NEWSLETTE : 129 ; 25-31.

**DEBAEKE B., ITIER G., LEMAIRE B., SEGUIN F., TARDIEU A., THOMAS., 1996.** Réduire la vulnérabilité de l’agriculture à un risque accru de manque d’eau. Ed Expertise collective scientifique, rapport, INRA, France. pp. 49-67.

**DOUMANDJI A., DOUMANDJI S., DOUMANDJI B., 2003.** Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock. Ed l’office des publications universitaires, place centrale-ben-aknoun- Alger. p.67.

**FERNARD M., 1960.** Botanique .Ed. Gallimard, 542P.

**GATE P., 1995.** Ecophysiologie du blé, Edit. Lavoisier, Paris, Techniques et Documentations, 429 p.

**GRANIER A., INZE D., TARDIEU F., 2000.** “Spatial distribution of cell division rate can be deduced from that of p34cdc2 kinase activity in maize leaves grown at contrasting temperatures and soil water conditions,” *Plant Physiology*, vol. 124, no. 3, pp. 1393–1402.

**GRIGNAC P., 1965.** La culture et l’amélioration génétique du blé dur. Guide national de

l'agriculture T.III, 279-289P.

**GRIGNAC P., 1987.** Tolérance au déficit hydrique et aux hautes températures de cultivars de blé. ATP écophysiologie du blé. Rapport intermédiaire campagne 1985, INRA, 279-289P.

**HAMADACHE A.M., 2001.** Manuel illustré des grandes cultures à l'usage des valorisateurs et techniciens de l'agriculture. Stades et variétés de blé, ITGC, Alger ; 22P.

**HASANUZZAMAN, M., HOSSAIN, M.A., TEIXEIRA DA SILVA, J.A., FUJITA, M., 2012.** Plant response and tolerance to abiotic oxidative stress: antioxidant defense is a key factor. In: Bandi, V., Shanker, A.K., Shanker, C., Mandapaka, M. (Eds.), Crop Stress and its Management: Perspectives and Strategies .Springer, The Netherlands, pp. 261–315.

**HAZMOUNE T., 2006.** Erosion des variétés de blé dur cultivées en Algérie, perspectives. Option méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéennes, 40 : 192-194P.

**Hopkins G W ., 2003.** Physiologie Végétale. Ed DUNOD , Paris ,362P

**HOSSAIN, A., TEIXEIRA DA SILVA J.A., 2012.** Phenology, growth and yield of three wheat(*Triticum aestivum* L.) Varieties as affected by high temperature stress. Not. Sci. Biol. 4 (3), 97–109.

**HSIAO J., 1973.** Annu Rev Plant Physiol 24:519.

**JOHANSON D.A., RICHARDS R.A., TURNER N.C., 1983.** Yield water relation gas exchange and surface reflectance on near- isogenic wheat lines differing in glaucousness. Crop Sci, 23 :318-325P.

**JONES H.G. ET JONES M.B., 1989.** Introduction: some terminology and common mechanisms. -In: Jones H.G., Flowers T.J. and Jones M.B. (Eds.) Plants Under Stress. Cambridge university Press, Cambridge, pp. 1–10.

**KIETH H., 1944.** Le blé (Eléments fondamentaux et transformation) Révision linguistique et édition ; Dominique johnson.

**LABDELLI A .,ADDA A.,SOULEM S., 2013.** Etude des caractères morphologie et

anatomique des racines séminales du blé dur (*Triticum durum* Desf.) soumis au déficit hydrique en milieu hydroponique. *Revue Ecologie-Environnement* (9).ISSN ;1112-5888

**LEPS (Laboratoire d'Ecophysiologie des Plantes sous stress environnementaux), 2000.**

La résistance des plantes à la sécheresse. INRA. Montpellier.

**LUDLOW MM., MUCHOW R., 1990.** A critical evaluation of traits for improving crop Yields in water limited environments. *Adv Agron* ; 43 : 107-53.

**MONNEVEUX P., 1991.** Quelles stratégies pour m'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. In l'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed aupelet- uref. John libbey Eurotext, paris. pp.165-186.

**MONNEVEUX P., NEMMAR M., 1986.** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement .*Agronomie* 06 :583P.

**MOUELLEF A., 2010.** Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticum Durum* Desf.) au stress hydrique. Mémoire magister Constantine 118P.

**MOULE C., 1980.** Céréales, Edit .Maison Rustique .Paris, 318P.

**NEMMAR M, 1983.** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L). Evolution des teneurs en proline au cours du cycle de développement. Thè. Doc. Ing.Ed ENSA Montp. 142p

**PANDEY S., BHANDARI H., 2008.** Drought: economic costs and research implications. In: Serra j,R., Bennett, J., Hardy, B. (Eds.), *Drought Frontiers in Rice: Crop Improvement for Increased Rainfed Production*. World Scientific Publishing and Los Banos (Philippines): International Rice Resear chInstitute, Singapore.

**PASSIOURA, J.B., 1996.** Over view of the processes limiting crop production on duplex soils .*Australian Journal of Experimental Agriculture* 32, 987–990P.

- PAUL DEMALSY ET MARIE-JISE FELLER- DEMALSY., 1990.** Les plantes à graines. Décarie éditeur Inc.355p.
- REBEHI W., 2007.** Effet de stress salin sur la germination de quelque variété de blé (*Triticum Durum* Desf).
- RICHARDS R.A ., PASSIOURA JB., 1981.** Seminal root morphology and water use of wheat. II. Genetic variation. *Crop Sci.* 21: 253-255P
- Sanchz Diaz et kramer P.J (1971)** primer. Dected enzymatic amplification of DNA with thermo stable DNA polymerase science 239-487-91
- SHIMAZAKI Y., OOKAWA T., HIRASAWA T., 2005.** The roots tip and accelerating region supress elongation of the decelerating region without any effects on cell turgor in primary roots of maize under water stress *Plant physiol.*:458-65.
- SOAR C., LOVEYS B., 2007.** The effect of changing patterns in soil-moisture availability on grapevine root distribution, and viti-cultural implications for converting full-cover irrigation into a point-source irrigation system.*Australian Journal of Grape & Wine Research* 13:2-13
- TURNER N.C., 1986.** Adaptation to water deficits ; a changing perspective. Ed Aust J Plant *Physiol* 13 : 175-190.321p.
- TURNER NC, WRIGHT GC, SIDDIQUE KHM.2001.** Adaptation of grain legume to water-limited environments. *Adv Agron*; 71: 193-231
- Walfe D.W Sareds V.O villabos j et ferreros(1944)** photosynthesis recovery from drought in rolation to stress effects and leaf osmotic potential and nitrogen content in prociding of the international sunflowers pica Italy 1;568 663
- ZERRAD W., MAATAOUI BS., HILALI S., ELANTRI S., HMYENE A., 2008.** Etude comparative des mécanismes biochimiques de résistances au stress hydrique de deux variétés de blé dur.

## ملخص

يعتبر الجفاف من العوامل الخارجية التي تحد من إنتاج القمح في الجزائر لمعرفة الآليات التي يستعملها النبات لمقاومة نقص الماء قمنا بدراسة فيزيولوجية تحت أربع مستويات من الري (100%, 75%, 50%, 25%). النتائج المحصل عليها تؤكد أن العجز المائي له تأثير كبير حيث يقوم بتغيير مورفولوجي في الأعضاء النباتية منها الجذور

**كلمات مفتاحية :** القمح الصلب ، نقص الماء، الجذور، المقاومة

## Résumé

La sécheresse est l'un des facteurs externes qui limitent la production de blé dur en Algérie. pour voir les mécanismes utilisés par la plante pour toléré à l'insuffisance de l'eau, nous avons étudié les modifications morfo-physiologiques de cinq variétés sous quatre niveaux d'irrigation (100%,75%,50 %,25%), les résultats obtenus démontrent que le déficit hydrique a un impact significatif sur la morphologie et la physiologie de la plante, y compris les racines. Le déficit hydrique accompagné de la concentration de l'humidité en profondeur permet une élongation racinaire, une réduction du nombre de racine et leur ramification au fond des cylindres.

**Mots clés :** Blé Dur , Déficit Hydrique , Les Racines, Résistance.

## Abstract

Drought is one of the external factors that limit wheat production in Algeria. We studied the morfo-physiological changes of five varieties under four irrigation levels (100%, 75%, 50%, 25%), in order to study the mechanisms used by the plant to tolerate water insufficiency. The results show that the water deficit has a significant impact on the morphology and physiology of the plant, including the roots. Water deficit accompanied by deep moisture concentration allows root elongation, a reduction in the number of roots and their ramification at the bottom of the cylinders.

**Keywords:** Durum Deficit, Water Deficit ,Root Sterenth