



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الابراهيمي

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biodiversité et conservation des écosystèmes

Thème

**Etude écophysiological des quelques écotypes de
blé dur (*Triticum durum Desf.*) dans la région
semi-aride de Setif**

Présenté par :

- Siouda Achouak

- Benkhelifa Zohra

Devant le jury :

Président : M^{me} Bourahla A. (Univ : BBA).

Promoteur : M^r Maâmri K. (Univ : BBA).

Examineur : M^{me} Kelaleche H. (Univ : BBA).

Année universitaire : 2015/2016

Remerciement

Tout d'abord, louange à « Allah » qui nous a guidé sur le chemin droit tout au long du travail et nous a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

*Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer toutes nos reconnaissances et remerciements à Monsieur **Maamri Khelifa**, qui a fait preuve d'une grande patience et a été d'un grand apport pour la réalisation de ce travail. Ses conseils, ses orientations ainsi que son soutien moral et scientifique nous ont permis de mener et terminer ce projet. Son encadrement était des plus exemplaires qu'il trouve ici, le témoignage d'une profonde gratitude.*

Nous allons remercier les membres du jury, qui ont accepté d'être associés à ce travail, et examiner le fruit de ces mois de recherches.

L'examineur : Klalech. H.

Le président : Bourahla. A.

Un très grand merci à nos chers parents, nos frères, et nos chères amies qui se sont toujours montrés disponibles et qui ont partagé avec nous tous les moments durant tous les périodes

Et pour n'oublier personne, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.

Dédicace

*Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire
et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller
jusqu'au bout du rêve et la bonheur
de lever mes mains vers le ciel et de dire ya Kayoum.
Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné
la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée
pour mon bonheur et ma réussite, ma mère.
A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre
durant toutes les années des études, et qui a veillé
tout a long de ma vie à m'encourager, à me
donner l'aide et me protéger, que dieu les gardes et les protège.
A mon adorable sœur **Anfel**.
A mes frères, amies, a tous ceux qui sont chères.
A tous ceux qui m'aiment, a tous ceux que j'aime.
Je dédie ce travail.*

Achouak



Dédicace

*Merci Allah de m'avoir donné la capacité d'écrire
et de réfléchir, la force d'y croire, la patience d'aller
jusqu'au bout du rêve et le bonheur.*

Je dédie ce travail à :

Ma mère Zahia.

Mon père Ali.

Mes frères : Rida, Fozzi, Kamal, Tarak et Lazhar.

Mes sœurs : Badria, Siham et Rania.

Toute ma famille.

A tous mes amis.

Zahra



Résumé

La production agricole en zone semi aride d'altitude est fortement limitée par plusieurs contraintes abiotiques, dont, les principales sont la sécheresse et les gelées printanières. Ces deux phénomènes très fréquents, créent des variations importantes du rendement en grain d'une année à l'autre.

Cette étude a permis d'évaluer le comportement agronomique et physiologique de sept variétés de blé dur, quatre sont des variétés locales et trois sont introduites, cultivées dans la région semi aride de Sétif à la cour de la campagne agricole 2015-2016.

D'après les données de notre essai, on constate que les variétés locales se sont distinguées par la hauteur et le nombre de grains par m². Elles ont un léger avantage pour le rendement grains et une similitude des valeurs avec les variétés introduites pour le nombre de grains par épis et le PMG

Concernant les paramètres physiologiques, les valeurs de la teneur en chlorophylle en SPAD et la concentration de la proline sont plus importantes chez les variétés introduites. Par contre, le dosage de la chlorophylle (a), (b) et (a+b) est légèrement en faveur des variétés locales. La température de couvert végétal est homogène pour les deux types de génotypes

Mots-clés : semi-aride, la sécheresse, gelées printanières, blé dur, variétés locales, variétés introduites, rendement.

Abstract

Agricultural production in semi-arid area altitude is severely limited by abiotic stresses, the main ones drought and spring frosts these two very common phenomena create significant variation grain yield from one year to another.

This study evaluated the agronomies and physiological behavior of seven durum wheat variety for is local varieties and three are introduced, grown in the semi-arid region Setif the court of agricultural companion 2015-2016.

This overall results show that local varieties are best in terms of yield the author of plant chlorophyll a+b and plant canopy temperature, introduced varieties have the best proline currency rates.

Key words: semi-arid, drought, prentanieres jelly, local varities, introduced varieties, durum wheat.

ملخص

الإنتاج الزراعي في المنطقة الشبه جافة محدد وبشدة من قبل العديد من الضغوط، بما في ذلك الجفاف والصقيع الربيعي.

هاتين الظاهرتين الشائعتين تخلقان اختلافات كبيرة في محصول الحبوب من سنة إلى أخرى. هذه الدراسة تسمح بوصف السلوك الزراعي والفسولوجي لسبعة أصناف من القمح الصلب، أربعة منها محلية وثلاثة مستوردة في المنطقة الشبه جافة بولاية سطيف في السنة الزراعية 2015-2016.

أظهرت مجموعة النتائج المتحصل عليها أن الاصناف المحلية هي الأفضل من حيث الانتاج، وارتفاع النبات، الكلوروفيل أ + ب ودرجة حرارة الغطاء النباتي، على الرغم من أن الاصناف مستوردة هي الأفضل من حيث مستوى البرولين.

كلمات مفتاحية : الشبه قاحلة، الجفاف، الصقيع الربيعي، القمح الصلب، الأصناف المحلية، الأصناف المستوردة، الانتاج.

Sommaire

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... 01

Chapitre I: Aperçu générale sur blé dur

1. Origine et classification.....	02
1.1. Origine du blé.....	02
1.1.1. Origine génétique.....	02
1.1.2. Origine géographique.....	03
1.2. Classification botanique.....	03
2. Biologie du blé.....	04
2.1. Le cycle physiologique du blé.....	04
2.1.1. Période végétative.....	04
2.1.2. Période reproductrice.....	04
2.2. Les caractères morphologiques de blé.....	07
2.2.1. L'appareil végétatif.....	07
2.2.2. L'appareil reproducteur.....	08
2.2.3. Le grain.....	09
2.3. L'exigence de blé.....	10
2.3.1. Exigences pédoclimatiques.....	10
2.3.2 : Les exigences culturelles.....	11
3. Stress abiotiques et effets sur la plante.....	13
3.1. Stress abiotique.....	13
3.1.1. L'éclaircissement.....	13
3.1.2. La température.....	13
4. Importance économique et distribution.....	16
4.1. Dans le monde.....	16
4.1.1. Répartition géographique.....	16
4.1.2. Production.....	16
4.2. Dans l'Algérie.....	16

4.2.1. Répartition géographique.....	16
4.2.2. Production.....	16

Chapitre II: Matériels et méthodes

1. Le site expérimental.....	17
1.1. Le climat.....	18
1.2. Le sol.....	18
2. Matériels végétaux.....	18
3. Dispositif expérimental.....	20
4. Mesures et notions.....	20
4.1. Paramètres climatiques de la période d'étude.....	20
4.2. Paramètres phénologiques.....	21
4.2.1. La levée.....	21
4.2.2. L'épiaison.....	21
4.3. Paramètre morphologique.....	21
4.3.1. Hauteur de plante.....	21
4.4. Paramètres agronomiques.....	21
4.4.1. Poids de mille grains(PMG).....	21
4.4.2. Nombre de graines par m ² et par épi(NGE).....	21
4.4.3. Nombre d'épis par m ²	21
4.4.4. Rendement en grains.....	21
4.5. Paramètres physiologiques.....	22
4.5.1. Teneur de chlorophylle (SPAD).....	22
4.5.2. Dosage de chlorophylle.....	22
4.5.3. Dosage de la proline.....	22
4.5.4. Température du couvert végétal.....	23
5. Analyse des données.....	23

Chapitre III: Résultats et discussions

1. Les paramètres météorologiques.....	24
1.1. La pluviométrie.....	24
1.2. La température.....	24
2. Les variables phénologiques.....	25
2.1. La levée.....	25
2.2. L'épiaison.....	25

3. Les variables morphologiques.....	25
3.1. La hauteur de la plante.....	25
4. Les variables agronomiques.....	26
4.1. Nombre d'épis par m ²	26
4.2. Le poids de mille grains (PMG).....	27
4.3. Nombre de grains par m ²	27
4.4. Nombre de grains par épi.....	27
4.5. Rendement grain.....	28
5. Les paramètres physiologiques.....	29
5.1. Teneur en chlorophylle (SPAD).....	29
5.2. Dosage de chlorophylle a.....	30
5.3. Dosage de chlorophylle b.....	31
5.4. Dosage de chlorophylle a+b.....	31
5.5. Dosage de proline.....	32
5.6. Température de couvert végétal.....	32
6. Comparaison entre les résultats des variétés locales et variétés introduites.....	33

Chapitre VI : Discussions de résultats

1. Le rendement et ses composants.....	35
1.1. Rendement grain et précocité.....	35
1.2. Relation entre le rendement et les paramètres morphologiques.....	36
1.2.1. Hauteur.....	36
1.3. Relation entre le rendement et les paramètres agronomiques.....	37
1.4. Relation entre le rendement et les paramètres physiologiques.....	39
Conclusion.....	40

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

CIMMYT : Centre international pour l'amélioration du maïs et du blé.

FAO : Food and Agriculture Organization (L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture).

PMG : Poids de milles grains.

Chl a : Chlorophylle a.

Chl b : Chlorophylle b.

Chl a+b : Chlorophylle a+b.

TC : Teneur en chlorophylle.

NG/E : Nombre de grains par épi.

NG/m² : Nombre de grains par mètre carré.

NE/m² : Nombre d'épis par mètre carré.

DO : Densité Optique.

°C : Degré Celsius.

nm : Nanomètre.

mm : Millimètre.

cm : Centimètre.

m² : Mètre carré.

ha : Hectare.

µg : Microgramme.

g : Gramme.

Kg : Kilogramme.

qx : Quintaux.

Liste de tableaux

Tableau 01 : Les échelles de notation des stades du blé.....	06
Tableau 02 : Evaluation de la production mondiale de blé en millions de tonne.....	15
Tableau 03 : L'origine des variétés étudiées.....	19
Tableau 04 : Valeurs des moyennes des températures et cumul des précipitations.....	20
Tableau 05 : Les caractéristiques phénologiques des variétés.....	25
Tableau 06 : Valeurs moyennes du rendement et de ses composantes.....	29
Tableau 07 : Les caractéristiques physiologique des variétés.....	29

Liste de figure

Figure 01 : Cycle de développement du blé.....	07
Figure 02 : L'appareil végétatif de blé dur	08
Figure 03 : L'appareil reproducteur de blé dur.....	09
Figure 04 : Coupe longitudinale présentant les constituants du grains de blé dur	10
Figure 05 : Site l'expérimentation.....	17
Figure 06 : Schéma du dispositif expérimental de l'essai en plein champ.....	20
Figure 07 : Chlorophylles mètre.....	22
Figure 08 : Thermomètre infrarouge laser.....	23
Figure 09 : La variation de la température et pluviométrie durant le cycle culturale.....	24
Figure 10 : Hauteur de la plante étudiée.....	26
Figure 11 : Le nombre d'épis des génotypes étudiés.....	26
Figure 12 : Le nombre de grains par m ² des génotypes étudiés.....	27
Figure 13 : Le nombre de grains par épi des génotypes étudiés.....	28
Figure 14 : Le rendement des variétés étudiées	28
Figure 15 : La teneur en chlorophylle des génotypes étudiés(SPAD).....	30
Figure 16 : Teneur en chlorophylle (a) des feuilles des variétés étudiées.....	30
Figure 17 : Teneur en chlorophylle (b) des feuilles des variétés étudiées.....	31
Figure 18 : Teneur en chlorophylle (a+b) des feuilles des variétés étudiées.....	31
Figure 19 : Teneur en proline des variétés étudiées.....	32
Figure 20 : La température de couverte végétale.....	32
Figure 21 : Les paramètres morphologiques et agronomiques des variétés locales et introduites.....	33
Figure 22 : Les paramètres physiologiques des variétés locales et introduites.....	34
Figure 23 : Relation entre précocité et rendement grain.....	36
Figure 24 : Relation entre hauteur et rendement grain.....	37
Figure 25 : Relation entre le rendement et le nombre de grains par m ²	38
Figure 26 : Relation entre le rendement et le poids de mille grains.....	38
Figure 27 : Relation entre le rendement et chlorophylle (a).....	39

Introduction

Introduction

Le blé dur constitue la première ressource en alimentation humaine et la principale source de protéines, il fournit également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles. Le blé dur prend mondialement, la cinquième place après le blé tendre, le riz, le maïs et l'orge avec une production de plus de 30 millions de tonnes (**Amokrane, 2001**), la production des céréales en Algérie présente une caractéristique fondamentale depuis l'indépendance à travers l'extrême variabilité du volume des récoltes. Cette particularité témoigne d'une maîtrise insuffisante de cette culture et de l'indice des aléas climatiques. Cette production est conduite en extensif et elle est à caractère essentiellement pluvial (**Bencharif et al., 2007**).

La demande en blé en Algérie est couverte, en partie par la production nationale qui oscille, selon les campagnes (fonction essentiellement, de la pluviométrie), entre 0,9 et 4,9 millions de tonnes. Le reste est satisfait par les importations (**Bencharif et al., 2007**).

Le déficit hydrique est en effet le facteur limitant majeur de la productivité des plantes. Plus de 60% des pertes de rendement en blé, en Asie et en Afrique sont dues à la sécheresse (**Damania, 1991**), malgré que les études récentes montrent que ce sont plutôt les basses températures hivernales et printanières qui handicapent le plus cette spéculation (**Annichiarico, 2007**).

L'amélioration génétique du blé dur des zones sèches reste basée sur la recherche d'une meilleure tolérance aux stress abiotiques, pour adapter la plante à la variabilité du milieu de production (**Amokrane, 2001**).

L'objectif de la présente étude est comparer le comportement agronomique de sept variétés de blé dur constituées de génotypes locaux et introduits cultivées en milieu semi-aride dans les hautes plaines sétifiennes, ceci par l'étude de quelques paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques.

Ce travail se subdivise en trois parties : la première partie bibliographique repose sur des généralités de l'étude et la deuxième partie consiste à montrer le matériel utilisé durant la recherche et les méthodologies adoptées pour sa réalisation et la dernière partie est réservée pour l'interprétation et l'analyse des résultats obtenues.

Le mémoire est achevé, par une conclusion, suivie de la liste de références bibliographiques et des annexes.

Chapitre I:
Aperçu général sur
le blé dur

1. Origine et classification de blé

1.1. Origine du blé

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est la base de la nourriture de l'homme (Ruel, 2006), c'est une espèce connue depuis la plus haute antiquité, dont il constitue la base alimentaire des populations du globe (Yves et Buyer, 2000). Pendant plusieurs siècles, il a été vénéré comme un dieu et associé à la pluie, l'agriculture et la fécondité (Ruel, 2006).

La découverte du blé remonte à 15000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de Palestine, de la Jordanie, de l'Iraq, et la bordure Ouest de l'Iran (Feldman et Sears, 1981 ; Mouellef, 2010). C'était à une époque où l'homme pratiquait déjà la cueillette et faisait ses débuts comme agriculteur. Cette période coïncidait avec un épisode climatique sec, aboutissant à l'arrêt du mode de vie de 'chasseur-cueilleur', et engendrant la domestication progressive des plantes, associée à la création des premières communautés villageoises (Wadley et Martin, 1993 in Ouazar, 2012).

Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. La saga du blé accompagne celle de l'homme et de l'agriculture, sa culture précède l'histoire et caractérise l'agriculture néolithique, née en Europe il y a 8000 ans. La plus ancienne culture semble être le blé dur dans le croissant fertile de la Mésopotamie (Feillet, 2000).

Léon Duceillier (1878-1937) en particulier, parcourant le blé fit au début du siècle le recensement d'une flore mal connue. Il découvrit et analysé les nombreuses variétés, qui peuplaient les champs cultivés, recueillit les échantillons les plus caractérisés, les plus productifs, les plus résistants à la sécheresse ou à quelques maladies. Les blés ont d'abord évolué en dehors de l'intervention humaine, puis sous la pression de sélection qu'ont exercée les premiers agriculteurs (Henry et Buyer, 2001).

1.1.1. Origine génétique

C'est il y a environ 10 000 ans, au Proche-Orient, dans la région du Croissant fertile, que le blé a été domestiqué par hybridation entre trois espèces d'une graminée sauvage, l'épeautre ou engrain sauvage : *Triticumspelta* L., *Triticumboeiticum* et *Aegilops longissima*. Il a gagné l'Europe occidentale par deux grands axes : d'une part la Méditerranée dès 5000 avant notre ère, un blé panifiable était cultivé dans le sud de la France, d'autre part la vallée du Danube deux espèces de blés non panifiables (amidonnier et engrain), vieux de 4000 ans, ont été retrouvées dans la région parisienne, ainsi que du

froment en Bretagne et en Normandie. La détermination de l'origine de chacun des génomes du blé est difficile du fait de l'évolution des espèces (Cauderon, 1979 ; Liu et al, 1996 in Nadjem, 2012).

Sakamura (1918) cité par Cauderon (1979), fut le premier à déterminer le nombre exact des chromosomes de diverses espèces de *Triticum* de niveaux de ploïdie différents :

- *Triticumaestivum* : 42 chromosomes, hexaploïde.
- *Triticumturgidum* : 28 chromosomes, tétraploïde [$2n = 4x = 28$] Génome AABB.
- *Triticummonococcum* : 14 chromosomes, diploïde.

1.1.2. Origine géographique

Selon Vavilové in Ounzar, (2012), le blé dur a deux origines : l'Abyssinie et l'Afrique du Nord. Alors que pour Grignac (1978), le Moyen Orient est le centre générateur du blé dur, où il s'est différencié dans trois régions : le bassin occidental de la méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient (Syrie et nord de la Palestine).

1.2. Classification botanique

Selon Prats, 1960., Crête, 1965., Bonjean et Picard, 1990 ; Feillet, 2000, Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille, qui sont caractérisée par des critères morphologiques particuliers. Le blé dur est une monocotylédone qui obéit à la classification suivante :

Embranchement : *Spermaphytes*

S/Embranchement : *Angiospermes*

Classe : *Monocotylédones*

Super Ordre : *Commeliniflorales*

Ordre : *Poales*

Famille : *Graminacée*

Tribu : *Triticeae*

Sous tribu : *Triticinae*

Genre : *Triticum*

Espèce : *Triticumdurum*Desf.

2. Biologie de blé

Qu'elle soit vivace ou annuelle, toutes les graminées ont un rythme de végétation et de fructification annuel. Au cours de ses différents stades de croissance, le blé présente des exigences variables en eau et en matières minérales (**Gate et al., 1997 in Nadjem, 2012**).

2.1. Le cycle biologique de blé

2.1.1. La période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à fin de tallage (Figure 01).

2.1.1.1. Phase germination-levée

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et de la coléoptile qui protège la sortie de première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement de la sortie des feuilles à la surface du sol.

Au sien d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des tiges de semis sont visibles (**Gate, 1995**). Durant la phase semis-levée l'alimentation de la plante dépend uniquement de son système racinaire primaire et des réserves de la graine. La réalisation de cette phase dépend de la chaleur, l'aération et l'humidité (**Eliard, 1979 in Nadjem, 2012**).

2.1.1.2. Phase levée-tallage

La production de talle commence à l'issue du développement de la troisième feuille, à 45 jours environ après la date du semis (**Moule, 1971 in Nadjem, 2012**). Les talles secondaires peuvent apparaître et être susceptibles d'émettre des talles tertiaires.

Le nombre de talles produites est fonction de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (**Masale, 1980 in Nadjem, 2012**).

2.1.2. La période reproductrice

2.1.2.1. La montaison-gonflement

La montaison débute à la fin de tallage. Elle est caractérisée par l'allongement des entrenœuds et la différenciation des pièces florales. A cette phase, un certain nombre de talle herbacée commence à régresser alors que d'autres se trouvent couronnées par des épis. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en élément nutritifs notamment en azote sont accrus. La montaison s'achèvera la fin de l'émission de la dernière feuille et les manifestations du gonflement que provoquent les épis dans la graine (**Clement-Grancourt et Prats, 1971 in Nadjem, 2012**).

2.1.2.2. L'épiaison- fécondation

Elle est marquée par la méiose pollinique, l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux (l'anthèse) et s'effectue la fécondation. Cette phase est atteinte quand 50% des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille (**Gate, 1995**). Elle correspond au maximum de la croissance de la plante qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de nutrition minérale et de la transpiration qui influencent le nombre final des grains par épi (**Masale, 1980**).

2.1.2.3. Le grossissement du grain

Cette phase marque la modification du fonctionnement de la plante qui sera alors orientée vers le remplissage des grains à partir de la biomasse produite. Au début, le grain s'organise, les cellules se multiplient, Les besoins des grains sont inférieurs a ce que fournissent les parties aériennes (plus de $\frac{3}{4}$ de la matière sèche sont stockés au niveau des tiges et des feuilles). Par la suite, les besoins augmentent et le poids des grains dans l'épi s'élève, alors que la matière sèche des parties aérienne diminue progressivement. Seulement 10% à 15% de l'amidon du grain peut provenir de réserves antérieures a la floraison. A l'issue de cette phase, 40 à 50% des réserves se sont accumulées dans le grain qui, bien qu'il a atteint sa taille définitive, se trouve encore vert et mou, c'est le stade « Grain laiteux » (**Hoppenot et al, 1991 in Boulelouch, 2002**).

2.1.2.4. Maturation du grain

La phase de maturation succède au stade pâteux (45% d'humidité). Elle correspond à la phase au cours de laquelle le grain va perdre progressivement son humidité en passant par divers stade. Elle débute à la fin du palier hydrique marqué par la stabilité de la teneur en eau du grain pendant 10 à 15 jours au-delà de cette période, le grain ne perdra que l'excès d'eau qu'il contient et passera progressivement aux stades «rayable à l'angle» (20% d'humidité) puis « cassant sous la dent » (15-16% d'humidité)(**Gate, 1995**) (Tableau 1).

Tableau 01: Les échelles de notation des stades du blé (Soltner, 2005).

Stade	Echelle e Feekes	Echelle de Zadocks	Echelle de Jonard	Caractéristiques
Levée	1	10 11 12 13		-1 ^{ère} feuille traverse la coléoptile -1 ^{ère} feuille étalée -2 ^{ème} feuille étalée -3 ^{ème} feuille étalée
Début tallage	2	21 (1 talle)	A	-Formation de la 1 ^{ère} talle
Plein tallage	3			
Fin tallage	4	29		
Début montaison	5	30	B	Sommet de l'épi distant à 1cm du plateau de tallage
1 noeud	6	31	C1	1 nœud
2 noeuds	7	32	C2	2 noeuds, élongation de la tige
	8	37		Apparition de la dernière feuille
Gonflement: épi gonfle la gaine de la dernière feuille	9	39	D (méiose du pollen)	Ligule juste visible
	10			Gaine de la dernière feuille sortie
Epiaison	10-1	40-49	E	Gaine éclatée
	10-2	50 à 59		¼ épiaisons
	10-3			½ épiaisons
	10-4			¾ épiaisons
	10-5			Tous les épis hors de la gaine
Floraison	10-5-1	60 à 69	F	Début floraison
	10-5-2			Demi-floraison
	10-5-3			Floraison complète
Formation Et Maturation Du grain	10-5-4			Formation du grain
	11-1	70à79	M0	Grain laiteux
	11-2	80à89		Grain pâteux
	11-3	90à94		Grain jaune
	11-4		M	Grain mur

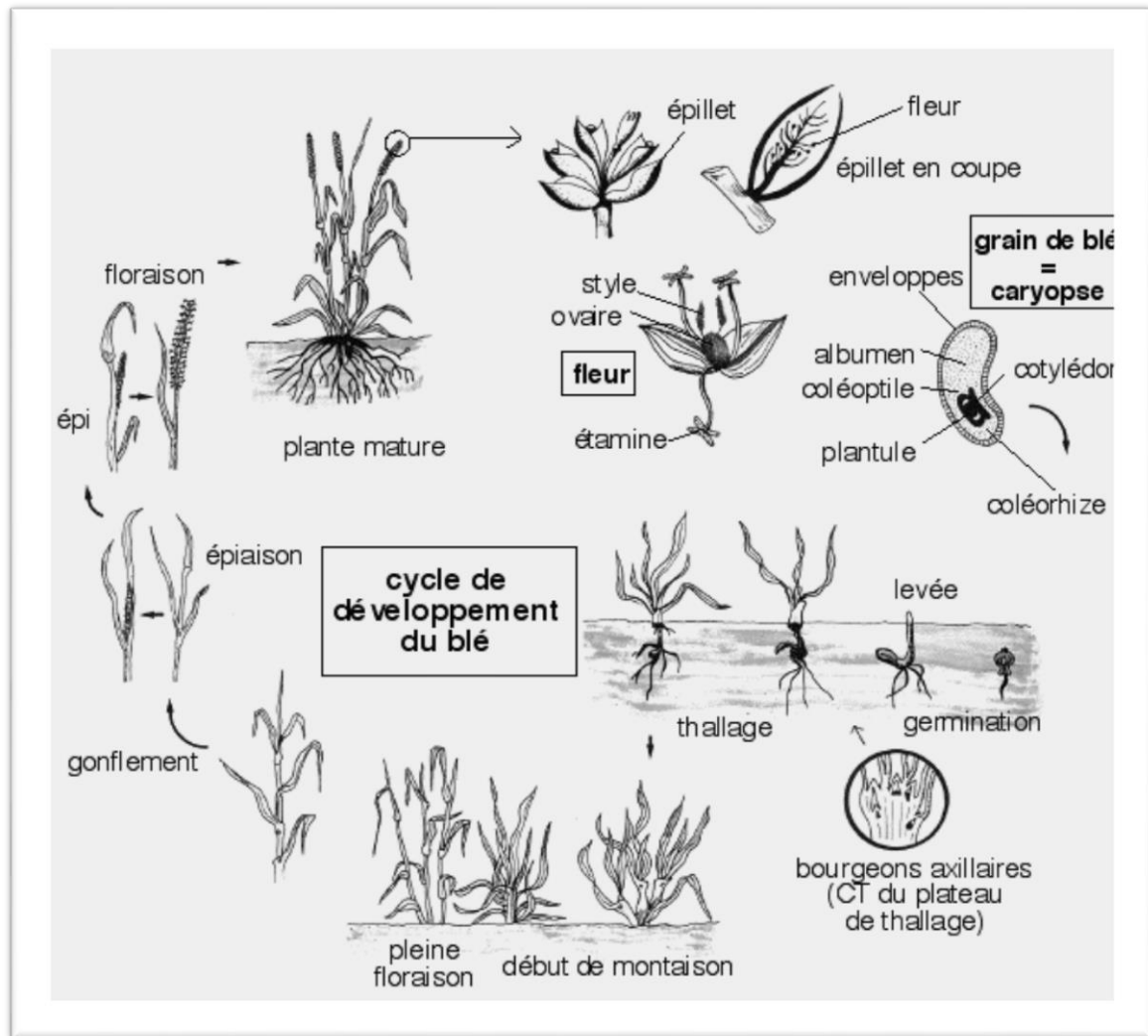


Figure 01: Cycle de développement du blé (Henry, 2000).

2.2. Les caractères morphologiques de blé

2.2.1. L'appareil végétatif

➤ Les racines

On deux sortes de racines : Les racines primaires ou séminales issues de la semence qui se développent au moment de la germination, un système racinaire fasciculé assez développé, (racines adventifs ou coronaires) ; qui sont produites par le développement de nouvelles talles. Elles peuvent atteindre jusqu'à 1m50 (Soltner, 1990).

➤ La tige

Sont des chaumes, cylindriques, souvent creux par résorption de la moelle centrale mais chez le blé dur est pleine. Ils se présentent comme des tubes cannelés, avec de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés et renferment des fibres à parois épaisses, assurant la solidité de la structure. Les chaumes sont interrompus par des noeuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longue

feuille (Soltner, 1990).

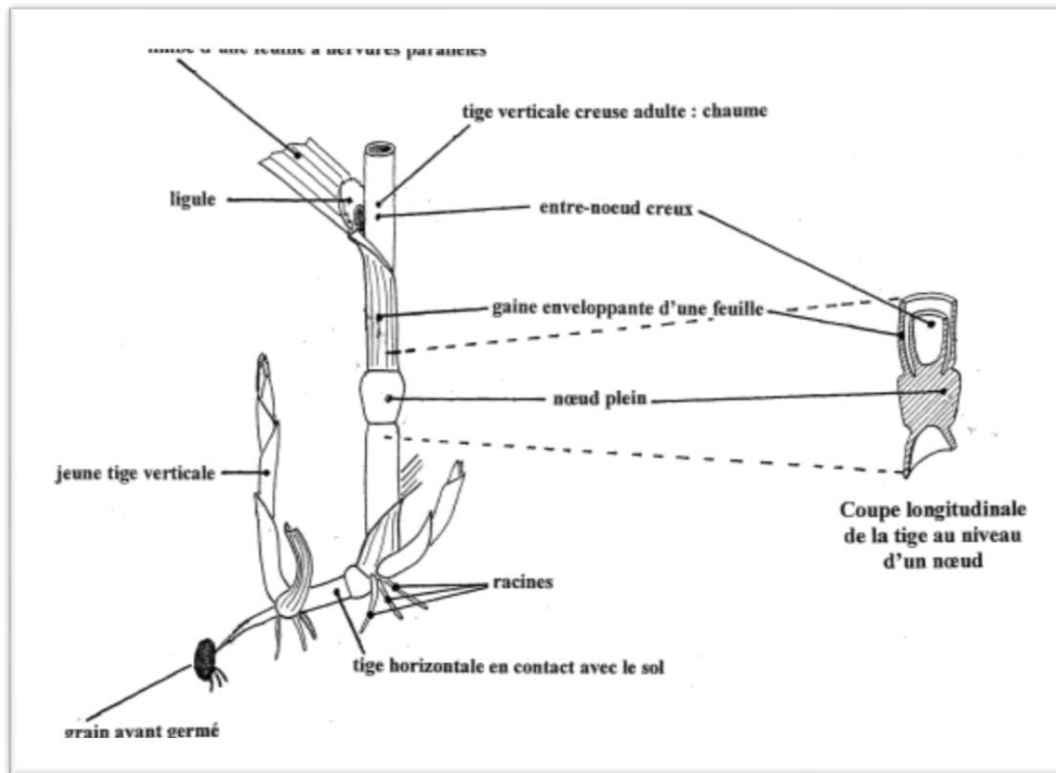


Figure 02: L'appareil végétatif de blé dur (Jouve et Daoudi, 2001).

2.2.2. L'appareil reproducteur

Les fleurs sont regroupées en inflorescence correspondant à l'épi dont l'unité morphologique de base est l'épillet constitué de grappe de fleurs enveloppées de leurs glumelles et incluses dans deux bractées appelées les glumes (inférieure et supérieure) (Gate, 1995).

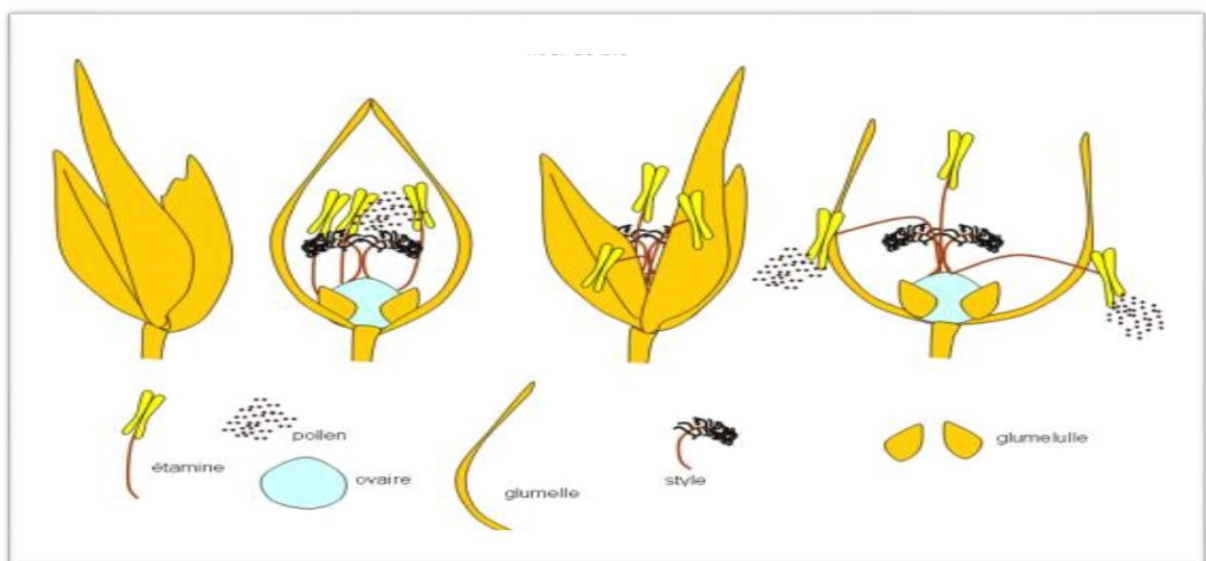


Figure 03 : L'appareil reproducteur de blé dur (Gate, 1995).

2.2.3. Le grain**2.2.3.1. Structure histologique du grain de blé dur**

Les grains de blé sont des fruits, appelés caryopses. Ces derniers sont de forme ovoïdes, possèdent sur l'une de leurs faces une cavité longitudinale "le sillon" et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils "la brosse". Le caryopse est constitué de 03 parties (Figure 04) :

a) Les enveloppes

Selon **Godon et Willm, (1991)** les enveloppes donnent le son en semoulerie, elles sont d'épaisseur variable et sont formées de 3 groupes de téguments soudés :

- Le péricarpe ou tégument du fruit constitué de 3 assises cellulaires :
 - Epicarpe, protégé par la cuticule et les poils.
 - Mésocarpe, formé de cellules transversales.
 - Endocarpe, constitué par des cellules tubulaires.
- Le testa ou tégument de la graine constituée de 2 couches de cellules.
- L'épiderme du nucelle appliqué sur l'albumen sous-jacent.

b) L'albumen

Principalement amylacé et vitreux chez le blé dur, possède à sa périphérie une couche à aleurone riche en protéines, lipides, pentosanes, hémicelluloses et minéraux (**Godon et Willm, 1991**).

c) L'embryon

Selon **Godon et Willm, (1991)** l'embryon comporte :

- Le cotylédon unique ou scutellum riche en lipides et protéines.
- La plantule plus ou moins différenciée :
 - La radicule ou racine embryonnaire protégée par le coléorhize.
 - La gemmule comportant un nombre variable de feuilles visibles, enfermées dans un étui protecteur : la coléoptile.

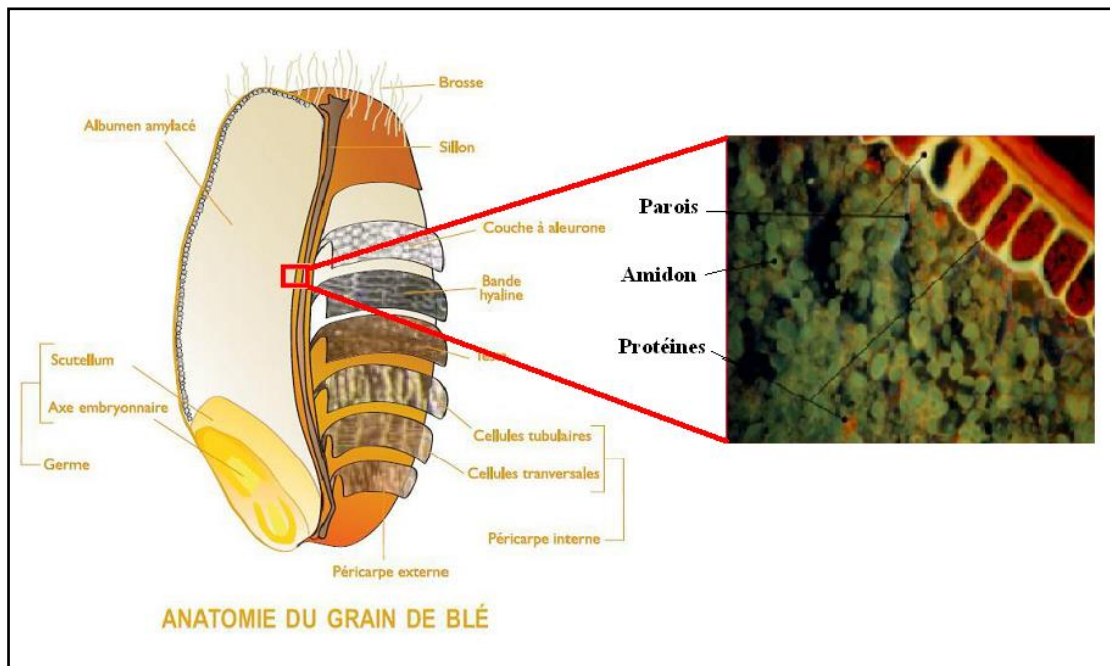


Figure 04: Coupe longitudinale présentant les constituants du grain de blé dur (Paul, 2007).

2.2.3.2. Composition biochimique du grain de blé

Selon Cretoiset *al.* (1985) ., Abed et Belabdelouhad (1998) Les grains de céréales sont des organes végétaux particulièrement déshydratés, leur teneur en eau est environ de 14 %. Le cotylédon du blé représente 82 % à 85 % du grain, il accumule toutes les substances nutritives nécessaires : 70 à 80 % de glucides, 9 à 15 % de protéines, 1, 5 à 2 % de lipides, substances minérales et vitamines .Pendant la maturité de la graine les substances de réserves sont accumulées soit dans le cotylédon, soit dans le péricarpe. Ces substances sont principalement des métabolites qui assurent la nutrition de la plantule lors de la germination (Godon, 1991).

2.3. L'exigence de blé

2.3.1. L'exigence pédoclimatique

2.3.1.1. La Température

Mekhloufet *al.* (2001) situent les exigences en température pour les stades suivants:

- Stade levée : La somme des températures =120°C.
- Stade tallage : La somme des températures =450°C.
- Stade plein tallage : La somme des températures =500°C.
- Stade épi 1cm : La somme des températures = 600°C.

2.3.1.2. Lumière

La lumière est le facteur qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement de blé. Un bon tallage et garanti, si le blé est placé dans les conditions optimale d'éclairiments (**Latreche, 2011**).

2.3.1.3. Le sol

Le sol est le support de la végétation, son garde-manger et son réservoir en eau (**Girard et al, 2005**). En effet, le sol agit par l'intermédiaire de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Il intervient par sa composition en éléments minéraux, en matière organique et par sa structure, et jouent un rôle important dans la nutrition du végétal, déterminant ainsi l'espérance du rendement en grain. La plante, par son système racinaire en croissance, se comporte comme un ensemble de capteurs souterrains répartis spatialement jouant le rôle de surface d'échange avec le sol, et d'un système de transport de l'eau jusqu'au collet, à la surface du sol (**Oliosio, 2006**).

2.3.1.4. L'eau

Le blé exige une humidité permanente durant tout le cycle de développement, l'eau est demandée en quantité variable. Les besoins en eau sont estimés à environ 800 mm (**Soltner, 2000**). En zone aride, les besoins sont plus importants au vu des conditions climatiques défavorables. C'est de la phase épi 1 cm à la floraison que le besoins en eau sont les plus importants. La période critique en eau se situe 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (**Loue, 1982**).

2.3.2. L'exigence culturale**2.3.2.1. Préparation du sol**

Le blé nécessite un sol bien préparé et ameubli sur une profondeur de 12 à 15 cm pour les terres patentes (limoneuse en générale) ou 20 à 25 cm pour les autres terres. Le sol doit être légèrement motteux et suffisamment tassé en profondeur, une structure fine en surface pour permettre un semis régulier et peu profond (**Ouanzar, 2012**).

2.3.2.2. Semis

La date de semis un facteur limitant vis-à-vis rendement, c'est pourquoi la date propre à chaque région doit être respectée sérieusement pour éviter les méfaits climatiques, en Algérie il peut commencer dès la fin d'octobre avec un écartement entre les lignes de 15 à 25 cm et une profondeur de semis de 2,5 à 3 cm (**Latreche, 2011**).

2.3.2.3. Fertilisation

La fertilisation azote-phosphorique est très importante dans les régions sahariennes dont les sols sont squelettique, elle sera en fonction des potentialités des variétés, le

fractionnement de l'azote est une nécessité du fait de la grande mobilité de cet élément (Ouanzar, 2012).

a) L'azote

C'est un élément très important pour le développement du blé (Viaux, 1980), le blé dur doit absorber 3,5 unités d'azote pour produire 1 quintal de grain à 13-14% de protéines. Jusqu'au début de la montaison, les besoins sont assez modestes 40 à 45 Kg/ha puis jusqu'à la floraison tout l'azote est absorbé, il faut que la plante ait dès le début de la montaison tout l'azote nécessaire son développement (Remy et Viau, 1980 in Ouanzar, 2012).

b) Le phosphore

Il favorise le développement des racines, sa présence dans le sol en quantités suffisantes est signe d'augmentation de rendement. Les besoins théorique en phosphore sont estimés à environ 120Kg de P₂O₅/ha (Balaid, 1987 in Ouanzar, 2012).

c) Le potassium

Les besoins en potassium des céréales peuvent être supérieurs à la quantité contenue à la récolte 30 à 50 kg de K/ha (Balaid, 1987 in Ouanzar, 2012).

2.3.2.4. Entretien

Les mauvaises herbes concurrencent les céréales pour l'alimentation hydrique et minérale et aussi pour la lumière affectent le rendement. Pour les mauvaises herbes, il existe deux moyens de lutte (Ouanzar, 2012).

a) Lutte mécanique

Dès le moins de septembre, effectuer une irrigation des parcelles pour favoriser la germination des grains de mauvaises herbes et du précédent cultural. Après leur levée, procéder à leur en fouissement (Ouanzar, 2012).

b) Lutte chimique

Se fait à l'aide des désherbants polyvalents (Ouanzar, 2012).

2.3.2.5. Rotation des cultures

Il est nécessaire de prévoir une rotation des cultures tout au moins sur une partie des zones de production dans le respect des indications prévue. La rotation présente en effet divers avantages qui peuvent être résumés comme suit :

- Réduction des attaques parasitaires et du risque de fusariose.
- Meilleur contrôle des infestations.
- Amélioration de la structure et de la fertilité du sol.
- Meilleure protection de l'environnement (Ouanzar, 2012).

3. Stress abiotiques et effets sur la plante

3.1. Stress abiotiques

L'amélioration génétique du blé dur des zones sèches reste basée sur la recherche d'une meilleure tolérance aux stress abiotiques, pour adapter la plante à la variabilité du milieu de production (**Amokrane, 2001**). Sous les conditions agroclimatiques de culture, le matériel végétal subit tout au long de son cycle, de nombreuses contraintes qui influent de manière variable sur le potentiel de production. La variation des rendements des céréales des zones semi-arides tire son origine en grande partie des effets de ces contraintes abiotiques (**Bouzerzour et Benmahammed, 1994**).

3.1.1. L'éclaircissement

La lumière est la source d'énergie qui permet à la plante de décomposer le CO₂ atmosphérique pour en assimiler le carbone et réaliser la photosynthèse des glucides. La lumière est donc un facteur climatique essentiel et nécessaire pour la photosynthèse (**Diehl, 1975**). Néanmoins, elle peut devenir une source de stress par son intensité, éclaircissement trop faible ou trop élevé, conduisant à des phénomènes de photosensibilisation dangereux pour la plante (Leclerc, 1988). Sous les conditions de cultures des hautes plaines, c'est plutôt l'excès de l'éclaircissement qui est un stress, conduisant à la photo-inhibition des centres réducteurs des photo-systèmes (**Ykhlef, 2001**).

3.1.2. La température

3.1.2.1. Les basses températures

Les études du rythme de développement et de la productivité des variétés de céréales ainsi que la variabilité génotypique de réponses aux basses températures indiquent que les variétés précoces sont mieux dotées pour esquiver le déficit hydrique et les hautes températures de fin de cycle (**Mekhlouf et al. 2002**). La tolérance génétique aux basses températures est cependant nécessaire pour ce type de variété pour réduire les risques de rendement nul en année gélive (**Mekhlouf et al. 2005, Annichiarico et al. 2005**).

Les basses températures hivernales affectent rarement les blés sous climat méditerranéen, sauf au-dessus de milles mètres, lors des années où le froid survient sans enneigement des sols. La plupart des blés cultivés montrent une résistance limitée au froid, mais les parties endommagées sont généralement remplacées par des talles plus jeunes (**Baldy, 1993**).

Masse et al. (1985) ont remarqué que les chutes de fertilité des épis en semis très précoces sont dues aux dégâts de gel des épis au cours de la montaison et que ceci est

d'autant plus marqué que la variété est précoce à la montaison. **Gate (1995)** précise qu'une seule journée à une température minimale inférieure à -4°C entre le stade épi-1cm et un noeud pénalise le nombre de grains par épi. **Blouet et al. (1984)** trouvent que des températures inférieures ou égales à -5°C sont néfastes durant la phase germination-levée. Pour réduire les risques de baisse de rendement grain liés aux effets du gel tardif, la tolérance aux basses températures est recherchée (**Mekhlouf et al. 2001**).

3.1.2.2. Les températures élevées

Les hautes températures sont parmi les facteurs importants intervenant dans la limitation des rendements. Elles affectent fortement les organes floraux et la formation des fruits, ainsi que le fonctionnement de l'appareil photosynthétique (**El Madidi et Zivy, 1993**). Une chaleur excessive agit sur la plante en provoquant une déshydratation résultant d'une transpiration accélérée.

Si le sol ne peut assurer une alimentation suffisante en eau, il y a perte de turgescence et flétrissement. Ce phénomène peut être temporaire, la plante récupérant assez d'eau pendant la nuit par suite de la réduction de la transpiration. Si l'approvisionnement du sol est insuffisant, le flétrissement devient permanent avec coagulation du protoplasme et mort de la plante (**Diehl, 1975**). La résistance au stress thermique est étroitement liée à l'alimentation de la plante en eau. Elle dépend également d'autres caractères morphologiques tels que la structure de la feuille et le nombre et dimensions des stomates (**Diehl, 1975**). L'activité physiologique du blé est maximale à 25°C ; des températures de 28 à 32°C sont considérées comme stressantes. Les hautes températures, au-dessus de 30°C affectent le poids final du grain en réduisant la durée de remplissage du grain (**El khatib et Paulsen, 1984; Jenner, 1994**). Le stress thermique durant la période pré-anthèse modifie, non seulement le poids final du grain, mais aussi le nombre de grains (**Wardlaw et al. 1989**). Au-delà de 32°C , on peut observer des dommages irréversibles pouvant aller jusqu'à la destruction de l'organe ou de la plante (**Belhassen et al. 1995**).

Hauchinal et al. (1993) notent une réduction du rendement grain des semis tardifs, liée à une diminution du nombre d'épis et du poids moyen du grain, causée par les effets des hautes températures. (**Combe et Picard 1994**) rapportent que le remplissage du grain est affecté par les hautes températures, surtout pendant le pallier hydrique.

3.1.2.3. Le stress hydrique

La notion de stress hydrique a toujours été assimilée à la notion de sécheresse. La sécheresse définit l'état de pénurie hydrique dont souffre un végétal (**Morizet, 1984**).

Selon de **Raissac (1992)**, il y a sécheresse dès que l'eau devient facteur limitant de la croissance et du rendement. **Henin (1976)** mentionne qu'il y a sécheresse dès que le déficit en eau provoque des réactions de défense de la part de la plante et qui se traduisent par un flétrissement des feuilles. **Baldy (1986)** définit la sécheresse comme une combinaison complexe de contraintes hydrique et thermique qui diffèrent considérablement d'un environnement de production à un autre et d'une année à une autre.

Le stress désigne une situation où le végétal n'est pas en état de complète turgescence. Les pertes d'eau de la plante par transpiration dépassent largement la quantité d'eau absorbée (**Kramer, 1969**). Le stress hydrique se traduit chez la plante par une série de modifications qui touchent les caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques, à partir du moment où les besoins en eau de la plante sont supérieurs aux quantités disponibles (**Mefiti et al, 2000**).

→**Effets du stress hydrique au niveau de la plante**

Sous climat Méditerranéen, le stress hydrique peut intervenir à n'importe quel stade du cycle de la culture (**El-Haffid et al. 1998**). Selon son intensité et la période de son apparition, le stress hydrique peut réduire ou inhiber la formation d'une ou plusieurs composantes du rendement. La baisse du rendement est donc variable et fonction du stade végétatif au cours duquel le stress hydrique intervient (**Osteroom et al. 1993**).

Au stade tallage, le déficit hydrique réduit le nombre de talles herbacées et montantes en épis (**Black, 1970**). Cette réduction est défavorable pour les variétés à faible capacité de tallage (**Black, 1970; Baldy, 1973**). **Ali Dib et al. (1992)** notent que le déficit hydrique en période de montaison affecte le nombre d'épis et la fertilité des épis.

En réduisant la taille des feuilles et la surface verte, le stress hydrique diminue l'indice foliaire et sa durée de vie et par conséquent de la capacité de photosynthèse du couvert végétal (**Richards et al. 1997**). **Wardlaw (2002)** note que la vitesse de transfert des assimilats est fortement réduite sous stress hydrique.

→**Effets du stress hydrique au niveau cellulaire**

Le processus le plus sensible au stress hydrique est la croissance cellulaire ; la diminution de la turgescence réduit l'expansion cellulaire. (**Rasmusson et Moss, 1972**). Sous l'effet du stress hydrique, la diminution de la synthèse de la paroi cellulaire et des protéines entraîne la réduction de la croissance des jeunes pousses et des feuilles. Le stress hydrique réduit la vitesse d'élongation des cellules de la tige, en partie, à cause de l'accumulation de l'acide abscissique (**Eckhart, 2002**)

4. Importance du blé dur

4.1. Dans le monde

4.1.1. Répartition géographique

Les principaux pays producteurs sont : La Chine, L'Inde, les Etats Unies Américaines, Fédération de Russie, Canada et France (**Anonyme, 2010 in Ouanzar, 2012**).

5.1.2. Production

La production mondiale des blés est environ 677 millions de tonnes durant la campagne 2009-2010. Par contre la consommation mondiale de blé est de 648 millions de tonnes (**Anonyme, 2010 in Ouanzar, 2012**) (Tableau 02).

Tableau 02: Evaluation de la production mondiale de blé en millions de tonne (**Anonyme, 2010 in Ouazan, 2000**).

Campagne agricole	2006 / 2007	2007 / 2008	2008 / 2009	2009 / 2010	2010 / 2011
Blé	598	609	686	677	647.5

4.2. Importance en Algérie

4.2.1. Répartition géographique

Djaout (1995) note que les zones céréalières sont en général caractérisées par des précipitations de l'ordre de 350 à 600 mm. Dans cet intervalle on cite : Alger, Annaba Constantine, Guelma, Médéa, Mostaganem, Saida, Sétif et Tiaret.

4.2.2. Production

L'Algérie est la 5ème dans le classement mondial de consommation des céréales (**Djermoun, 2009**). La consommation alimentaire humaine des céréales occupe 60% de la ration alimentaire moyenne en Algérie elle est évaluée à 200 kg équivalent grain/ an/ hab. (**Bencharifet al, 2009**).

En 2003, le blé dur représentait environ 47% des intrants de la filière et le blé tendre 53%, ce qui traduit par une mutation dans la structure de la consommation alimentaire (**Bencharifet al, 2007**).

La culture des céréales et plus particulièrement celle du blé dur, est l'activité principale de l'agriculture algérienne. Avec une surface agricole utile de 8423340 ha (**Madr, 2009**), le blé dur a occupé près de 18% de cette surface en 2008 et qui a augmenté en 2009 à 37.7%.

Chapitre II:

Matériels et méthodes

1. Le site expérimental

L'expérimentation a été réalisée pendant la campagne agricole 2015-2016 l'essai a été mené sur le site expérimental de la station agronomique INRAA (l'institut national de recherche agronomique d'Algérie) de Sétif.

La parcelle expérimentale se trouve à une altitude de 981 m avec une latitude de $36^{\circ} 15' N$ et $5^{\circ} 37'$ de longitude (E).

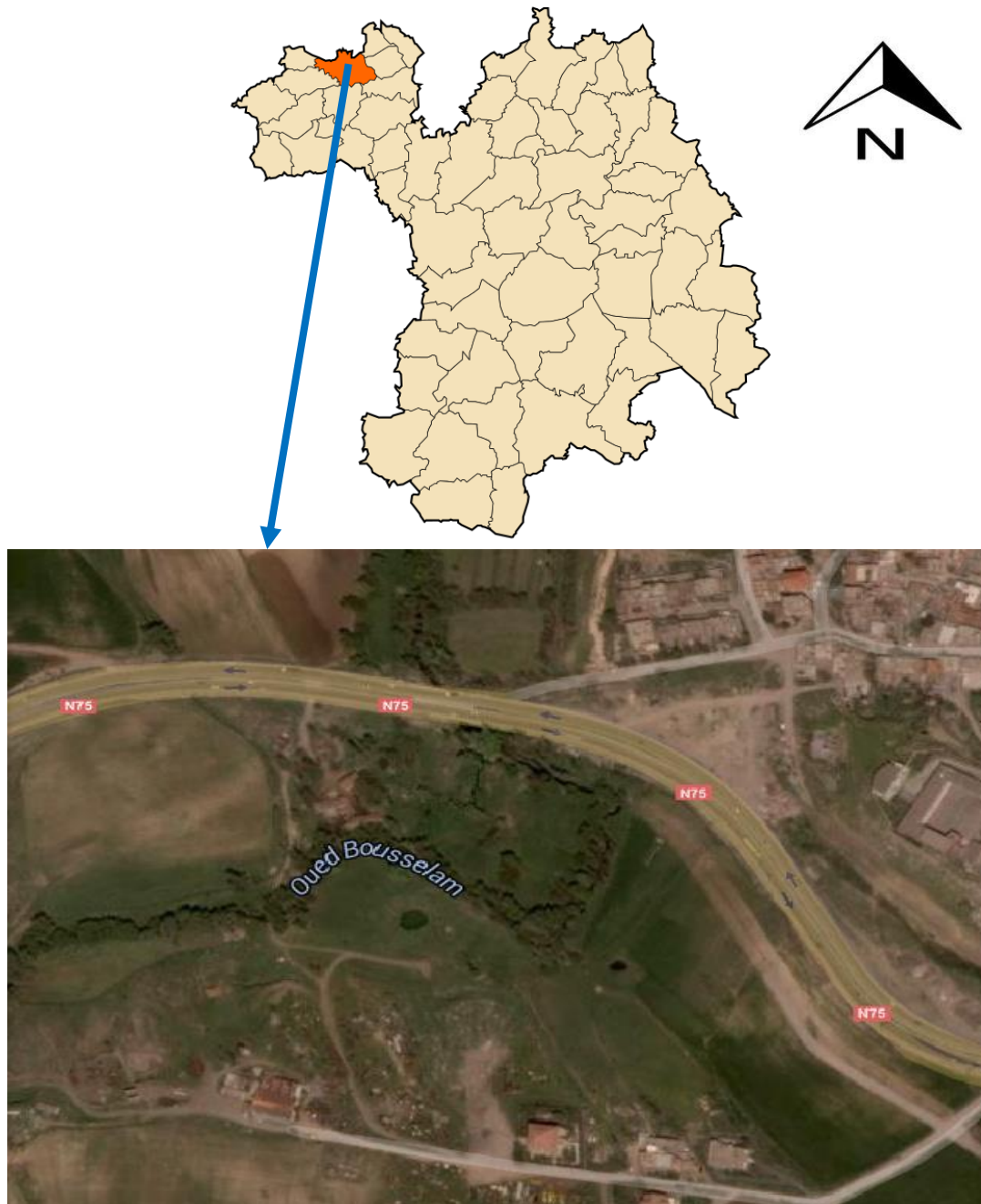


Figure 05 : Le site expérimental (google map 2013).

1.1. Le climat

La zone d'étude se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride, elle est soumise au régime climatique des hauts plateaux sétifiennes (**Baldy, 1986**), qui se caractérise par des hivers froids, une pluviométrie irrégulière, des gelées printanières et des vents chauds et desséchants en fin de cycle de la céréale (**Bouzerzour et Monneveux, 1992**).

Le climat est de type semi-aride supérieur (400-500mm par an), la plus grande partie des précipitations a lieu pendant les mois d'hiver et seulement une partie minimale est répartie sur le reste des mois de la saison (**chennafi et al, 2006**).

Les données climatiques durant la période de l'expérimentation, sont obtenues à partir de la station météorologique de l'aéroport de Sétif.

1.2. Le sol

Les sols de la station sont localisés dans la petite vallée de l'Oued Bousselem. Ils sont argilo-limoneux, de pH alcalin, avec une teneur en calcaire total, supérieure à 35%. Le calcaire actif est de 18,4% et la matière organique de 2,6%. Le sol du site expérimental se caractérise par une capacité au champ de 25%, un point de flétrissement de 12% et une densité apparente de 1,35 g/cm (**Bouzerzour, 1992**).

2. Matériels végétal

L'expérimentation mise en place au cours de la campagne 2015-2016 est constituée de 07 variétés différentes de blés dur, quatre issues de sélection CIMMYT/ICARDA et trois variétés locales. Les principales caractéristiques de ces génotypes sont les suivantes :

Tableau 03 : L'origine des variétés étudiées.

Variété	Caractéristique
Waha	Est une sélection locale faite à l'intérieur du matériel introduit de l'ICARDA. Elle se caractérise par sa précocité, ce qui la rend sensible au gel tardif, très productive avec une stabilité du rendement élevée et tolérance à la sécheresse (Mziani et al.1993 ., Nachit, 1994).C'est une variété qui réussite à échapper aux stress de fin da cycle (Abassene, 1997). Elle présente un épi demi-lâche à compact, roussâtre, la paille est courte et demie pleine. Le grain est moyen, clair ambré à roux. Le PMG est moyen. le tallage est moyen à fort avec une très bonne productivité. Elle est modérément tolérante aux rouilles, à la fusariose et à la septoriose, sensible au piétin-échaudage. Elle est adaptée aux hauts plateaux et aux plaines antérieures (Bouthiba et Debaeke, 2001).

Oued Zenati	<p>Est une sélection locale faite à l'intérieure du matériel introduit de l'ITGC (Station de Guelma/1936.). C'est une variété tardive, est assez résistante à la moucheture et au mitadimage, avec un rendement moyen. Adapté aux plaines antérieurs, son épi est blanc, compact à barbes noirs et longues, sa paille est haute et pleine, le grain est ambré, gros et peu allongé, le PMG est élevé.</p> <p>C'est une variété tardive dont le tallage est moyen, tolérante à la septoriose sensible aux rouilles brunes et jaunes et à la fusariose. (Bouthiba et Debaeke, 2001).</p>
Polonicum	<p>Est une sélection locale, elle est caractérisée par sa tardivité, de type hiver, le grain est jaune terne, gros et allongé, avec une bonne résistance à la moucheture et au mitadimage. Elle a un rendement moyen, cultivée en plainnee intérieures et hauts plateaux. (Ait –kaki, 2008).</p>
Mexicali	<p>Est une variété CIMMYT, elle est caractérisée par sa précocité et son grain allongé, très productive avec une stabilité du rendement élevée. Adaptée aux Hauts plateaux et aux zones sahariennes (Ait –kaki, 2008).</p>
Hoggar	<p>Est une variété du sud de l'Espagne, sélection (ITGC de Tiaret/1986), C'est une variété dont l'épi est demi-lâche et blanc.</p> <p>Le grain moyen est roux, le PMG est élevé. La paille ainsi que le tallage sont moyen.</p> <p>Elle est peu sensible à l'helminthosporiose et moyennement tolérante aux rouilles, tolérantes à la verse. Elle est adaptée aux Hauts Plateaux et les zones Sahariennes. (Ait –kaki, 2008).</p>
Bousselem	<p>Sélectionné localement, à partir de CIMMYT/ICARDA, c'est une variété haute de paille, présentant des épis blancs, barbe noire-grise, demi-lâche, long et robuste et hauteur de la plante moyenne de 90 à100 cm, elle se caractérise par une résistante aux maladies cryptogamiques, mais le traitement des semences aux fongicides est recommandé aussi une résistance au froid, à la verse, à la sécheresse (Baghem, 2012).</p>
Altar	<p>Est une variété CIMMYT.</p>

3. Dispositif expérimental

L'essai est conçu selon un dispositif en bloc complètement aléatoire avec trois répétitions, sept génotypes sont repartis au hasard dans chaque bloc. L'espace entre deux lignes (interligne) égale 0,2 m, la longueur de chaque ligne est 1 m. L'espace entre les microparcelles 0,4 m.

Le semis a été effectué manuellement le 21/12/2015, la densité de semis est 250 g/m². L'essai a été mené en plein champ, donc l'irrigation est de type pluvial.

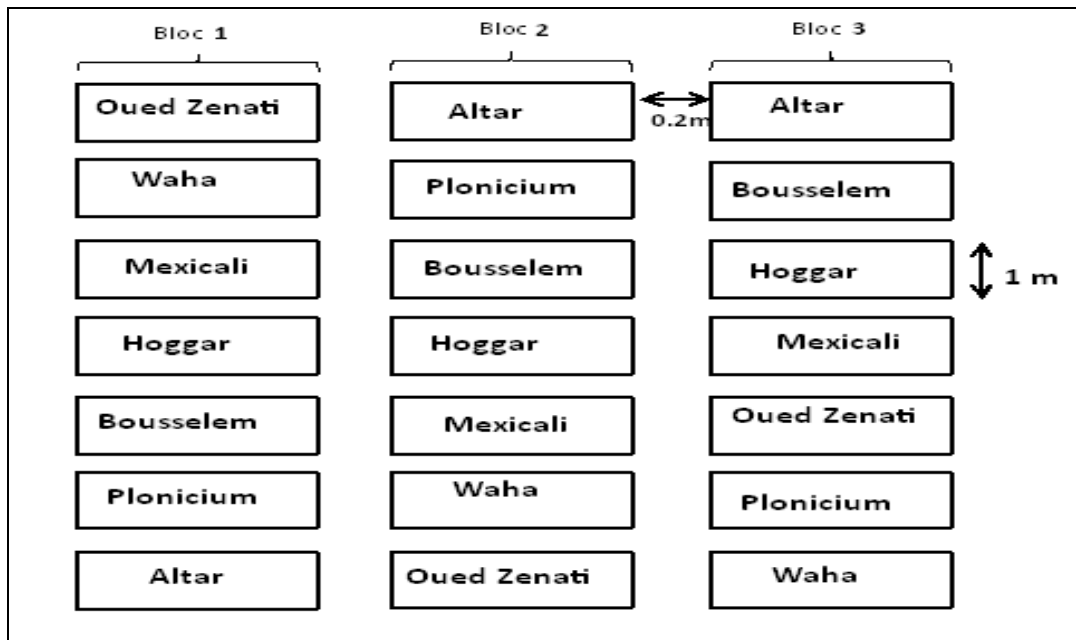


Figure 06: Schéma du dispositif expérimental de l'essai en plein champ.

4. Mesure et notion

Les caractéristiques des variétés ont été basées sur un ensemble de paramètres phénologiques, morphologiques, agronomiques et physiologiques.

4.1. Paramètre climatique de la période d'étude

Tableaux 04 : Valeurs des moyennes des températures et cumul des précipitations.

Mois	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Précipitations (mm)	0	17,27	35,31	73,66	42,42	37,84
Températures (°c)	5,9	6,7	6,9	6,9	13,7	17,1

4.2. Paramètre phénologique

Les notations ont été effectuées par repérage, des dates et le nombre de jours, qui correspondent aux stades repères du cycle de croissance du matériel végétal étudié. Il s'agit des stades : levée, épiaison.

4.2.1. La levée

La détermination de la durée de la phase végétative en nombre de jours calendaires comptés à partir de la date du semis jusqu' au tallage.

4.2.2. L'épiaison

C'est le nombre de jours de la germination jusqu'au stade de l'apparition de l'ébauches des épis (DE), la date de l'épiaison est notée lorsque 50 % des épis de la parcelle élémentaire sont sorties de la gaine de la dernière feuille.

4.3. Paramètres morphologiques**4.3.1. Hauteur de la plante (HT)**

Elle est mesurée à maturité, du ras du sol jusqu'au sommet de la plante. On compte 3 répétitions par micro-parcelle.

4.4. Paramètres agronomiques**4.4.1. Poids de mille grains(PMG)**

Pour mesurer ce paramètre, d'abord on détermine le poids moyen de 250 graines par plante de chaque génotype, par la règle de trois on trouve le poids de mille graines.

4.4.2. Nombre de graines par épi

Trois épis de chaque micro-parcelle sont récoltés et battus individuellement, puis on procède au comptage du nombre de grains obtenus pour chaque épis et on établis ensuite la moyenne.

4.4.3. Nombre d'épis par m²

Pour trouver le nombre d'épis par m², on compte le nombre d'épis en mètre linière, ce dernier est rapporté au m².

4.4.4. Rendement en grains

Selon **triboii (1990)**, le rendement en grain chez le blé dépend fortement de nombre de grains par épis, du poids de mille grains par épi et du nombre des épis par m².

Il est estimé par l'équation suivante :

$$\text{RDT} = \text{NE} \times \text{NG} \times \text{PMG} / 1000$$

RDT : Le rendement

NE : Nombre d'épis

NG : Nombre de grains

PMG : Poids mille de grains en g

4.5. Paramètres physiologiques

4.5.1. Teneur de chlorophylle (mesurée sur champs)

Les mesures sont effectuées sur champs, le 30 mai *in vivo* sur la feuille drapeau par le chlorophylle-mètre (SPAD, Minolta 5.1), qui réalise des mesures rapides de la teneur en chlorophylle sans endommager les feuilles des plantes, chaque mesure est répétée 3 fois dans la même parcelle d'une façon aléatoire.



Figure 07 : Chlorophylles mètre.

4.5.2. Dosage de chlorophylle (estimée au laboratoire)

L'extraction de la chlorophylle a été faite selon la méthode citée par **Mazaliac *et al* (1979)**, 0.5 g de feuille est pesé, coupé en fragment, et placé par la suite dans un mortier en présence de 0.1 g de carbonate de calcium, et 20 ml de l'acétone l'ensemble est broyé, chaque variété est répétée trois fois.

Le dosage de chlorophylle est effectué par un spectrophotomètre à lecture digitale aux valeurs d'absorption spécifique 663nm à 645nm.

La quantité en mg de chlorophylle est déterminée par les formules suivantes :

Chl a: $12,7 (DO\ 663) - 2,69 (DO\ 645)$.

Chl b: $22,9 (DO\ 645) - 4,86 (DO663)$.

Chl a+b: $8,02 (DO645) + 20,20 (DO663)$

4.5.3. Dosage de la proline

La technique de dosage de la proline utilisée est celle de Troll et Lindsley (1955) simplifiée est mise au point par Dreir et Gorring cité par Monneveux et Nemmar (1986). 100mg de matière végétale fraîche, prélevée sur la dernière feuille à l'épiaison, sont pesée juste après le prélèvement, 2ml de méthanol à 40% sont ajoutés à l'échantillon et l'ensemble est porté à 85°C dans un bain – marie pendant 1 heure. Après refroidissement, 1ml est prélevé auquel est ajouté 1ml d'acide acétique (CH₃ COOH), 25ml de ninhydrine

(H9 H6 O4) et 1ml de mélange (120 ml d'eau distillée + 300 ml d'acide acétique + 80 ml d'acide orthophosphorique de densité 1.7), le tout est mis à bouillir durant 30 min au bain – marie, la solution vire au rouge, après refroidissement, 5 ml de toluène sont rajoutés à la solution qui est agitée, deux phases se séparent (une phase supérieure à la couleur rouge contient la proline et une phase inférieure transparente sans proline). Après l'agitation la mesure de la phase coloré est effectuée à laide d'un spectrophotomètre à 528 nm.

Concentration en proline ($\mu\text{g}/\text{g MF}$) = $X \cdot 2.1000/(\text{MF} \cdot 115.13)$

MF : Masse de matière fraîche (g)

Masse molaire de proline pure = 115.13

Y : Densité optique

$$x = 5,3155y - 0,0139$$

4.5.4. Température du couvert végétal

A l'aide Thermomètres infrarouges laser (**tecpel513**) on a mesuré la température de chaque variété en vison la feuille drapeaux refaite dans les 3 blocs unité C°



Figure 08 : Thermomètre infrarouge laser.

5. Analyse des données

L'analyse de variance, la matrices de corrélation, les comparaisons de groupes de moyennes est les histogrammes ont été réalisées en utilisant :

- ❖ STATISTICA, version 8.0.
- ❖ CoStat, version 6.400
- ❖ Exel

Chapitre III:

Résultats

Le suivi pendant la campagne agricole 2015/2016 du protocole expérimental sur le comportement des 7 variétés de blé dur (*Triticum durum*) dans les conditions agro-écologiques semi-aride a donné lieu aux résultats suivant :

1. Les paramètres météorologiques

1.1. La pluviométrie

Le cumul de pluie durant le cycle cultural est 206,5 mm. Repartie d'une manière irrégulière, ou les grandes valeurs de précipitation coïncident avec le mois Mars (73,66 mm), et la pluviométrie est nulle durant le mois de Décembre (0 mm).

1.2. La température

Concernant la température moyenne, on enregistre une augmentation qui débute à partir du mois de Décembre (environ 5,9°C) jusqu'au mois de Mai (environ 17,1 °C).

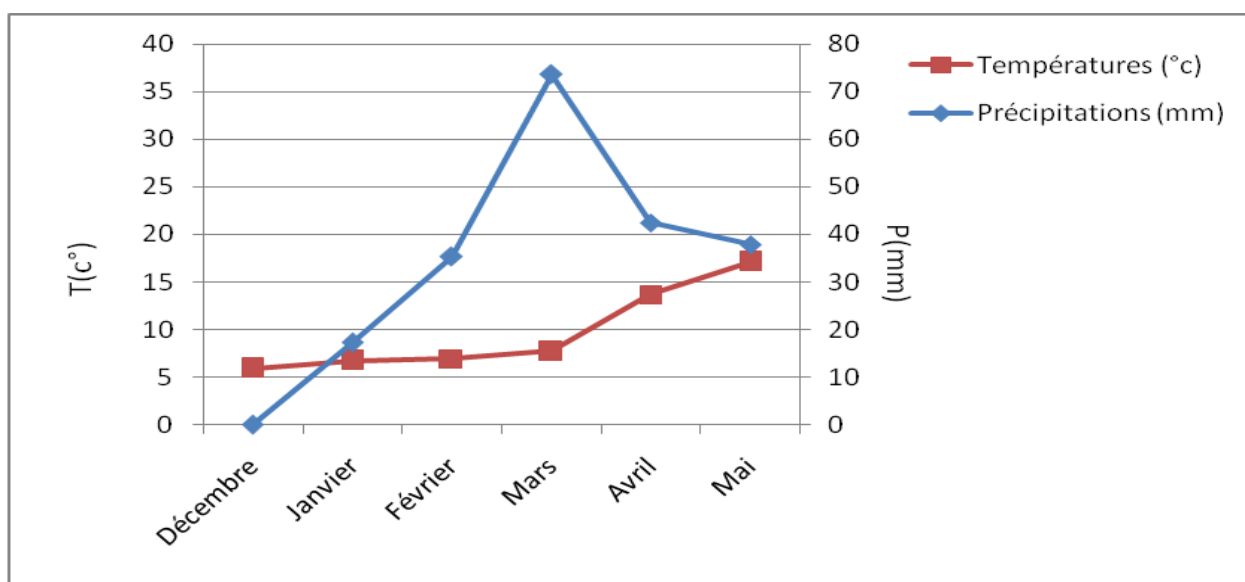


Figure 09 : La variation de la température et pluviométrie durant le cycle cultural.

La campagne agricole 2015/2016 été caractérisé par deux périodes sèches, la première s'étend de mois décembre jusqu'au début du mois de janvier, la seconde période débute de mois avril et se termine a la fin de cycle cultural. La période humide s'étale de janvier à la fin mars.

2. Les variables phénologiques

2.1. La levée

Les variétés locales ont été plus précoces à la levée que les variétés introduites. Oued zenati a levé 28 jours après semis. La levée des variétés introduites à lieu un jour en plus en moyenne. (**Tableau 5**)

2.2. L'épiaison

L'épiaison était relativement distincte au sein des variétés précoces, Altar qui est une variété introduite a épié 122 jours après levée, par contre Polonicum et Oued zenati (variétés locales) sont les plus tardives avec 130 jours après la levée (Tableau 05).

Tableau 05 : Les caractéristiques phénologiques des variétés.

Génotype	La levée (jours)		L'épiaison (jours)	
	50%	100%	50%	100%
Oued Zenati	28	37	130	133
Waha	28	37	124	127
Mexicali	27	40	124	127
Hoggar	27	37	125	128
Boussalam	27	37	127	131
Polonicum	28	37	130	133
Altar	29	41	122	126
Moyenne	27,71	138	136 ,85	140,14

3. Les variables morphologiques

3.1. La hauteur de la plante

Les sept variétés semis présentent une hauteur moyenne de 62,8 cm, avec un maximum de 69,99 cm pour la variété locale Oued Zenati et un minimum pour la variété introduite Hoggar de 51,21cm.

L'ANOVA révèle la présence d'une différence significative entre les hauteurs des génotypes, et mis en évidence 4 groupes homogène.

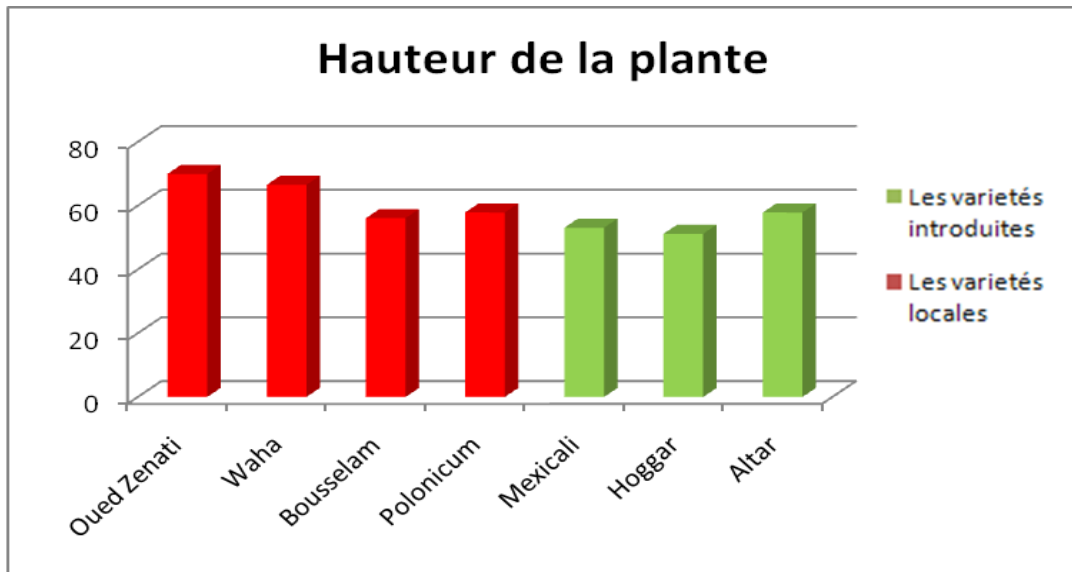


Figure 10: Hauteur des génotypes étudiés.

4. Les variables agronomiques

4.1. Nombre d'épis par m²

Le nombre moyen d'épis par m² est de 111,74 épis/m². L'analyse de variance fait ressortir une différence entre les génotypes.

Hoggar, qui est parmi les génotypes introduits, produit moins d'épis (88,88 épis/m²), tandis que, Polocunium, appartenant aux génotypes locaux, a le meilleur peuplement épis avec 128,88 épis/m² (Tableau 06).

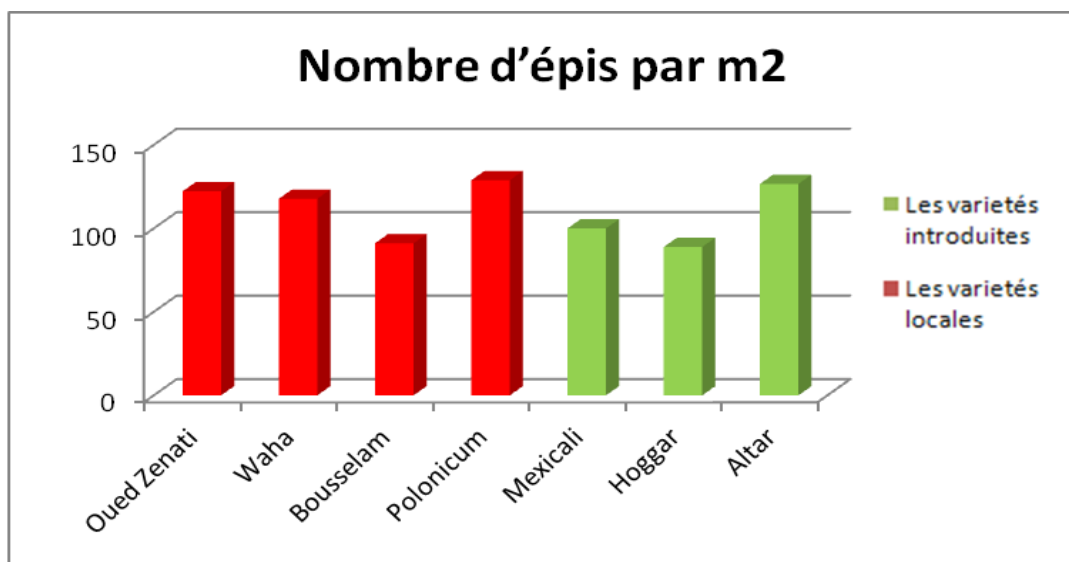


Figure 11 : Le nombre d'épis des génotypes étudiés.

4.2. Le poids de mille grains (PMG)

La variété introduite Mexicali enregistre une valeur de PMG la plus élevée avec 45,6 g, alors que la variété locale Polonicum a la plus faible valeur avec 37,6 g. La moyenne générale du poids se mille grains est de 39.62 g.

4.3. Nombre de grains par m²

L'analyse de la variance indique qu'il existe une différence non significative entre les génotypes pour le nombre de grains par m², les génotypes sont regroupés en un seul groupe de moyenne.

La moyenne générale du nombre de grains par m² est de 3717,39grains/m². Elle varie entre un minimum de 2993,24 grains/m² pour Mexicali, et un maximum de 4682,11 grains/m² pour la variété Altar.

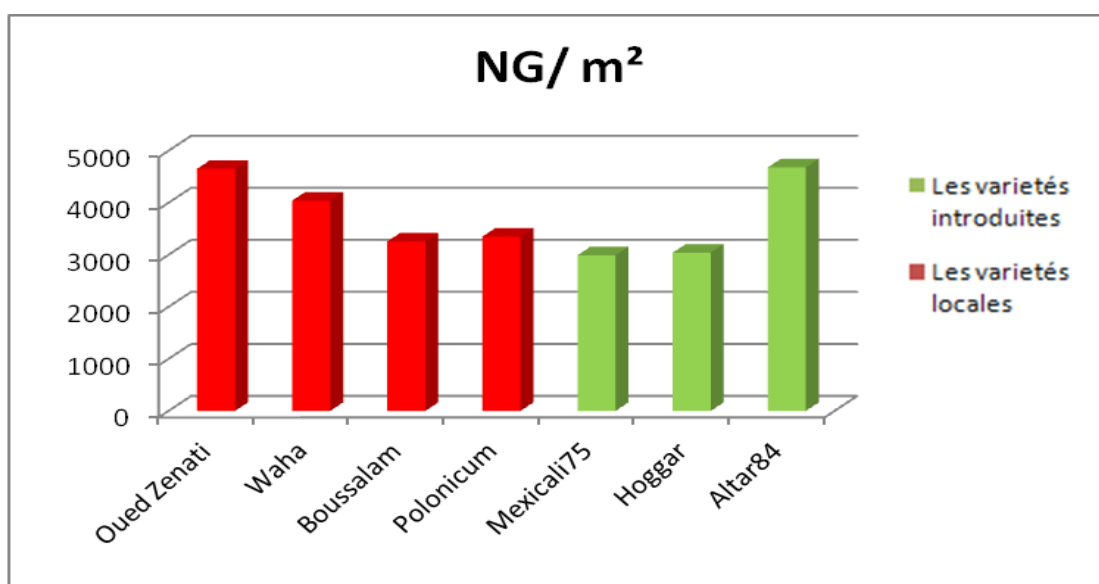


Figure 12 : Le nombre de grains par m² des génotypes étudiés.

4.4. Nombre de grains par épi

L'analyse de la variance indique qu'il existe une différence non significative entre les génotypes pour le nombre de grains par épis, avec une moyenne 33.76 grain/épi.

Oued Zenati produit le plus grands nombre de grains par épi avec 38,67, alors que Polonicum produit le moins de grains par épis avec 26,67 (Tableau 06).

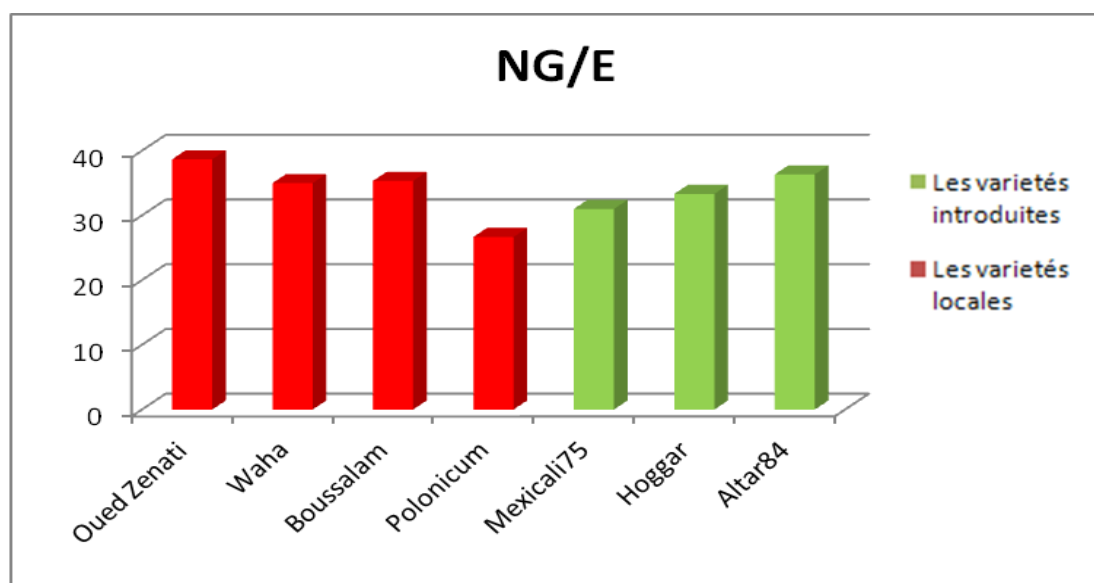


Figure 13 : Le nombre de grains par épi des génotypes étudiés.

4.5. Rendement grain

La moyenne générale est de 14.83 q/ha, le rendement le plus élevée est enregistré par la variété locale Waha (19,33 q/ha) et le plus faible (09,03 q/ha) par la variété introduite Mexicali. L'analyse de variance montre une différence non significative.

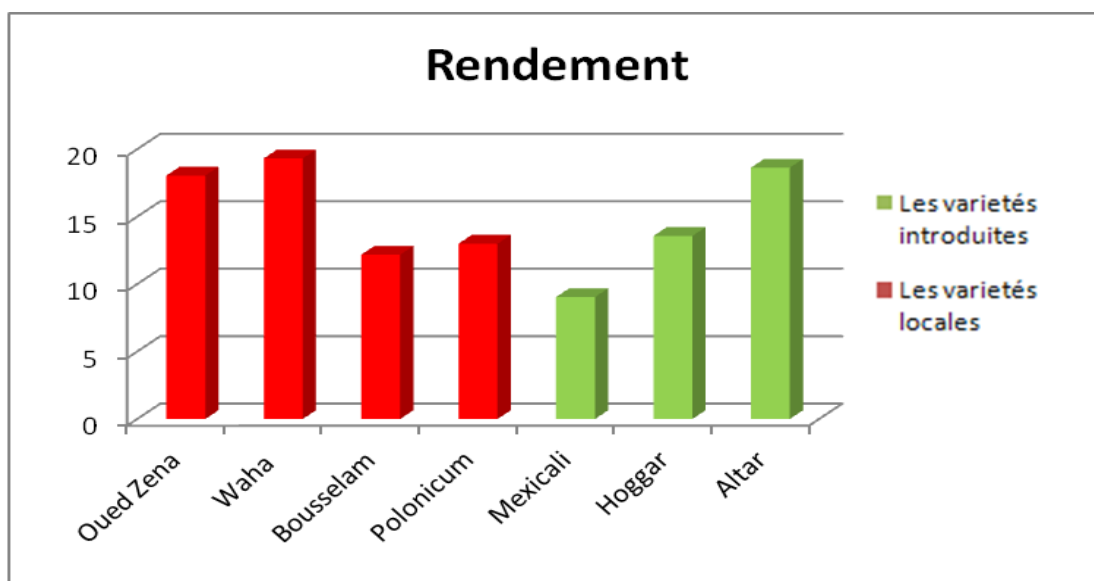


Figure 14 : Le rendement des variétés étudiées.

Tableau 06 : Valeurs moyennes du rendement et de ses composantes.

Génotype	RDT (q/ha)	Nombre de grains par épi	Nombre d'épis par m ²
Oued zenati	18,05(ab)	38,66(a)	122,22(a)
Waha	19,32(a)	35(ab)	117,77(a)
Mexicali	9.03(b)	31(ab)	100(a)

Hoggar	13,56(ab)	33,33(ab)	88,88(a)
Bousselem	12,18(ab)	35,33(ab)	91,11(a)
Polonicum	13(ab)	26,66(b)	128,88(a)
Altar	18,63(a)	36,33(ab)	126,66(a)
Moyenne	14.82	33.76	111,74

5. Paramètres physiologiques

Pour les paramètres physiologiques analysés, nous avons les paramètres suivants: teneur en chlorophylle (SPAD), dosage de chlorophylle a,b et a+b, dosage de proline et température de couvert végétal.

Tableau 07 : Les caractéristiques physiologique des variétés.

Géotypes	SPAD	Chloro a	Chloro b	Chloro a+b	Proline	Température
Oued Zenati	45,99(a)	36,33(a)	25,68(a)	80,05(a)	13,10(bc)	39,165(a)
Waha	43,45(a)	33,41(a)	17,25(a)	70,03(ab)	11,37(d)	41(a)
Mexicali	49,72(a)	30,95(a)	16,83(a)	65,24(ab)	8,03(e)	36,33(a)
Hoggar	39,99(a)	29,73(a)	12,84(a)	60,92(ab)	17,53(a)	39,66(a)
Boussalam	41,74(a)	28,07(a)	15,45(a)	59,38(b)	12,27(cd)	35,66(a)
Polonicum	46,18(a)	32,09(a)	17,30(a)	67,96(ab)	5,87(f)	37,83(a)
Altar	48,82(a)	35,72(a)	23,82(a)	77,09(ab)	13,97(b)	39,83(a)
Moyenne	45,12	32,33	18,43	68,74	11,73	38,5

5.1. Teneur en chlorophylle (SPAD)

Après la prise de la teneur en chlorophylle, l'analyse de la variance montre une différence non significative en quantité entre les variétés étudiées, elles sont regroupées dans un groupe homogène. La quantité moyenne de la teneur en chlorophylle est 45,12 SPAD, elle varie entre une valeur maximale de 49,72 unité SPAD pour la variété Mexicali et une valeur minimale de 39,99 unité SPAD pour la variété Hoggar. (Tableau 08).

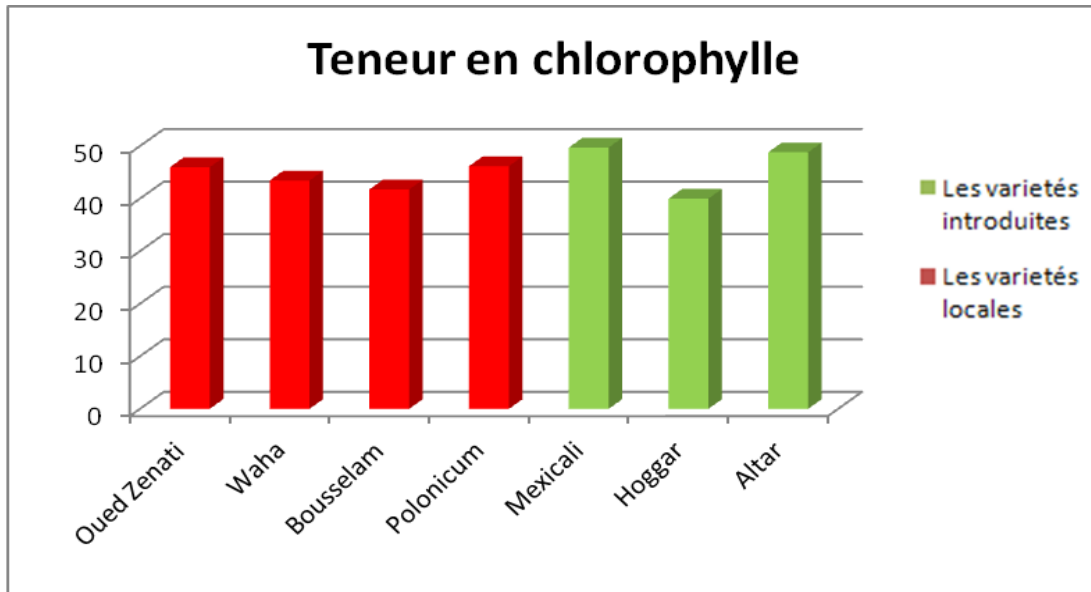


Figure 15: La teneur en chlorophylle des géotypes étudiés (SPAD).

5.2. Dosage de chlorophylle a

L'analyse de variance des résultats obtenus indique un effet non significatif. La quantité de chlorophylle (a) la plus élevée a été atteinte par la variété locale Oued zenati avec 36,33 mg, et la variété la plus faible a été enregistrée chez les variétés Bousselem avec 28,07 mg. La moyenne générale est de 32.33 mg.

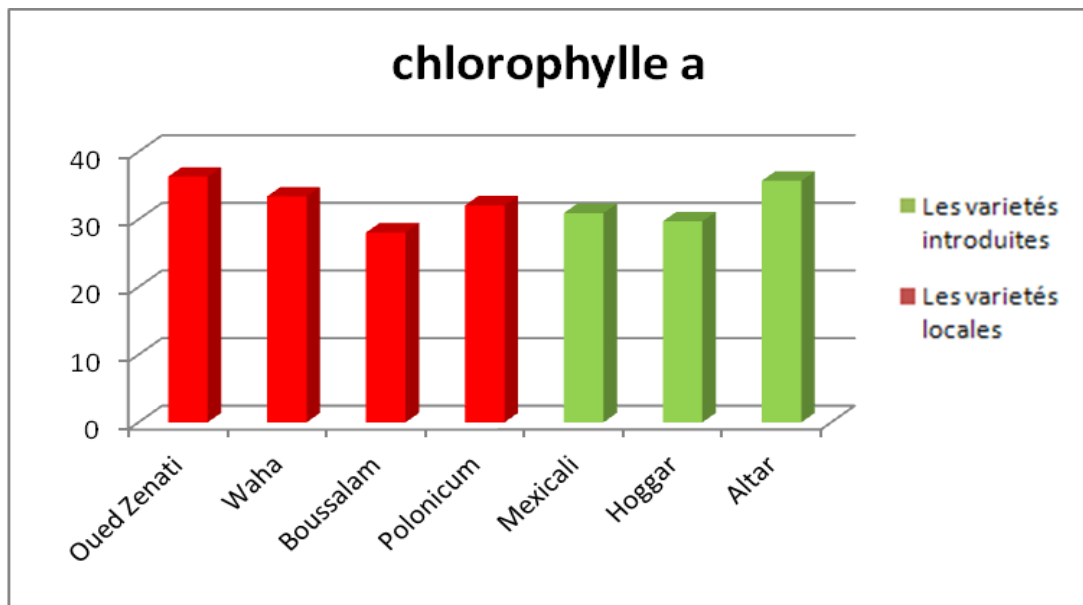


Figure 16 : Teneur en chlorophylle (a) des feuilles drapeaux des variétés étudiées.

5.3. Dosage de chlorophylle b

La moyenne de la teneur en chlorophylle(b) est de 18,43 mg. Chez la variété locale Oued zenati, elle est la plus importante (25,68 mg) alors que la variété introduite Hoggar a enregistré la quantité minimale (12,84 mg). L'analyse de variance des résultats obtenus indiquent un effet non significatif (Tableau 07).

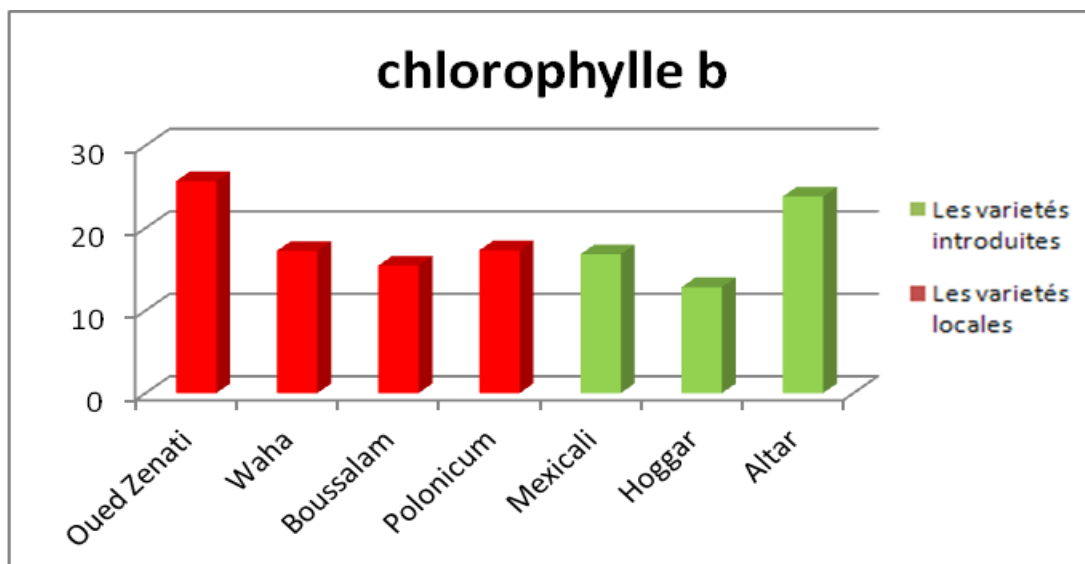


Figure 17 : Teneur en chlorophylle (b) des feuilles drapeaux des variétés étudiées.

5.4. Dosage de chlorophylle a+b

L'analyse de la teneur en chlorophylle (a+b) indique un effet non significatif entre les variétés. Bousselem a la teneur la plus faible 59,38 mg, tandis que la variété Oued zenati enregistre la teneur supérieure 80,05 mg. La moyenne générale est de 68.74 mg.

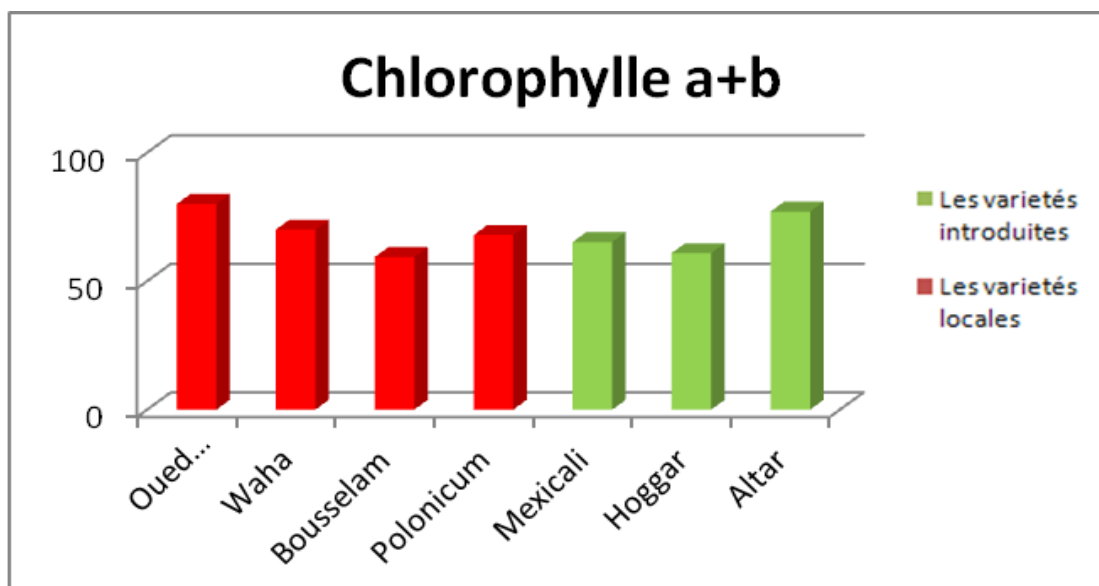


Figure 18 : Teneur en chlorophylle (a+b) des feuilles drapeaux des variétés étudiées.

5.5. Dosage de proline

L'analyse de variance indiquent un effet très hautement significatif entre les variétés étudiées pour la teneur en proline, elles sont regroupées dans sept groupes homogènes. La moyenne générale de la teneur en proline 11.73 μg . La teneur en proline est la plus importante chez la variété introduite Hoggar (17.53 μg), et elle est la plus faible (5.87 μg) chez la variété locale Polonicum (Tableau 07).

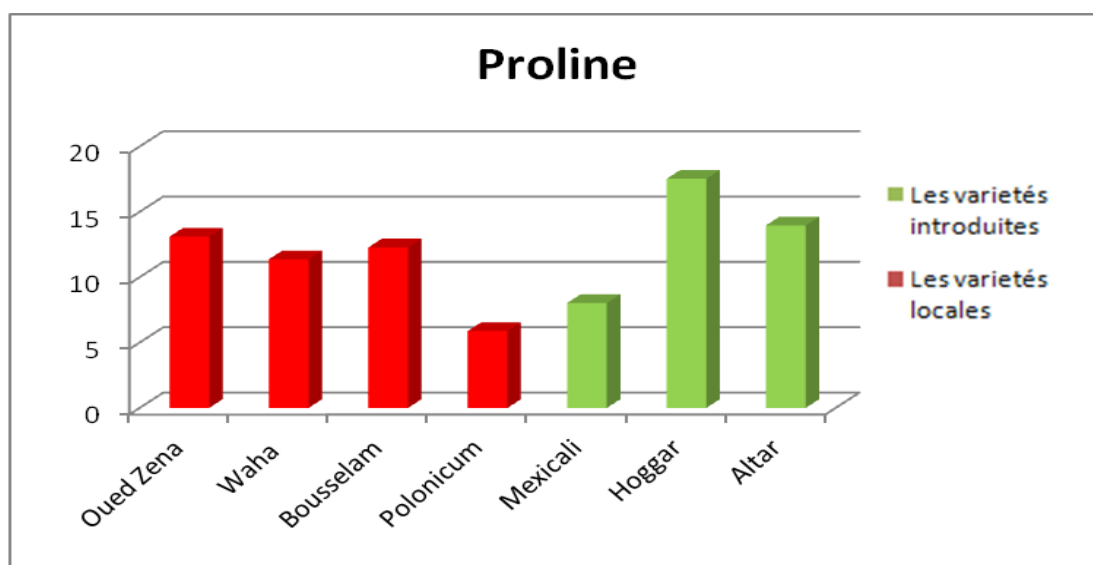


Figure 19: Teneur en proline des variétés étudiées

5.6. Température de couvert végétal

La température de couvert végétal maximale est enregistrée par la variété Waha avec 41°C tandis que la variété Boussalam a marqué la valeur minimale avec 35,66°C. La moyenne générale de la température du canopée est de 38,5°C. Aucune signification n'a été révélée par l'ANOVA (Tableau 07).

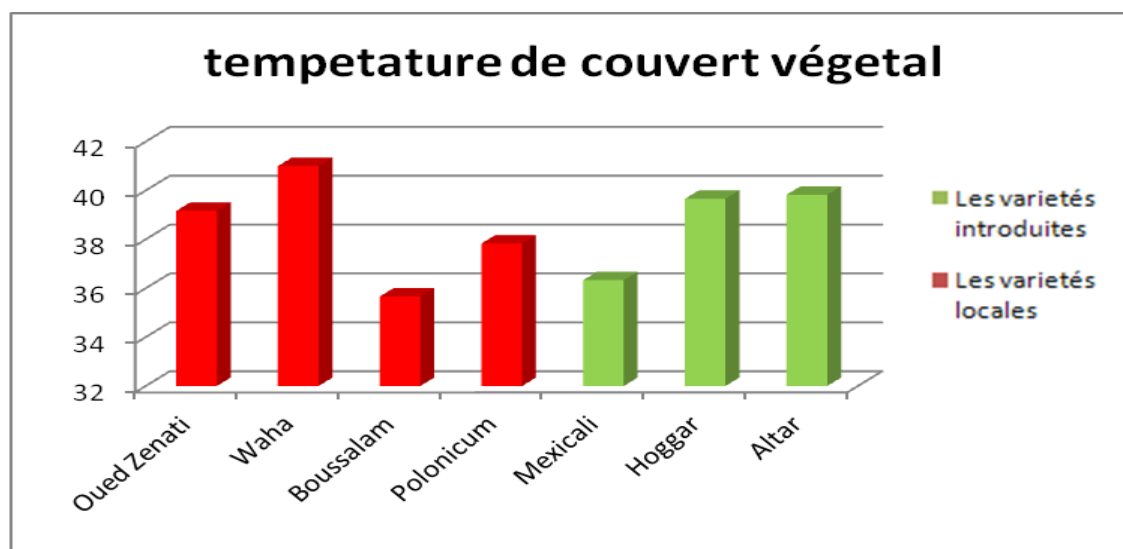


Figure 20 : La température de couverture végétale des variétés étudiées

6. Comparaison entre les résultats des variétés locales et variétés introduites

D'après les données de notre essai, illustré dans la figure 21, on constate que les variétés locales se sont distinguées par la hauteur et le nombre de grains par m². Elles ont un léger avantage pour le rendement grains et une similitude des valeurs avec les variétés introduites pour le nombre de grains par épis et le PMG

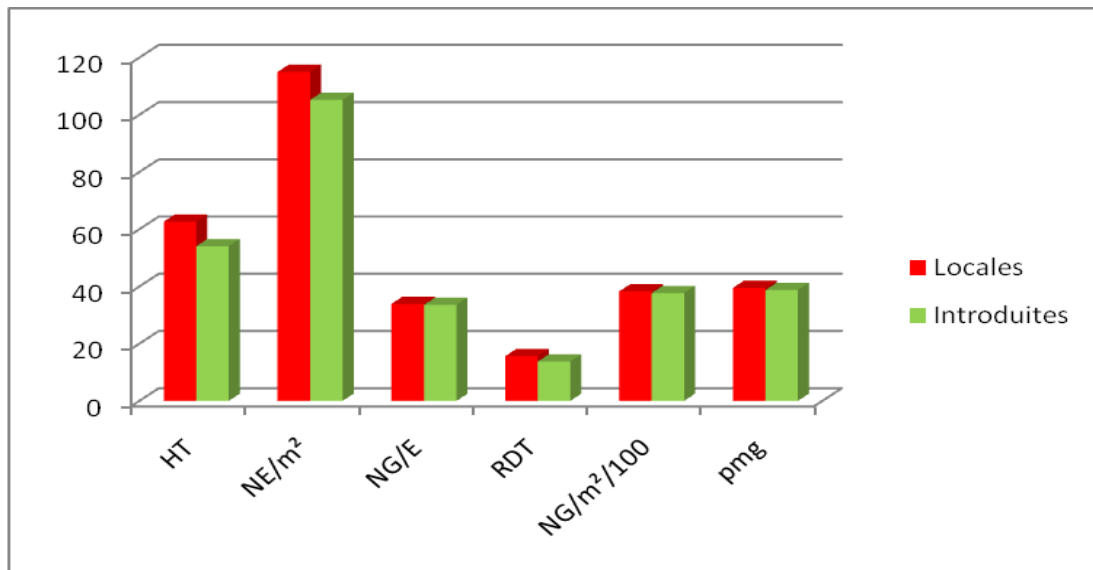


Figure 21 : Les paramètres morphologiques et agronomiques des variétés locales et introduites.

Concernant les paramètres physiologiques, les valeurs de la teneur en chlorophylle en SPAD et la concentration de la proline sont plus importantes chez les variétés introduites. Par contre, le dosage de la chlorophylle (a), (b) et (a+b) est légèrement en faveur des variétés locales. La température de couvert végétal est homogène pour les deux types de génotypes (figure 22).

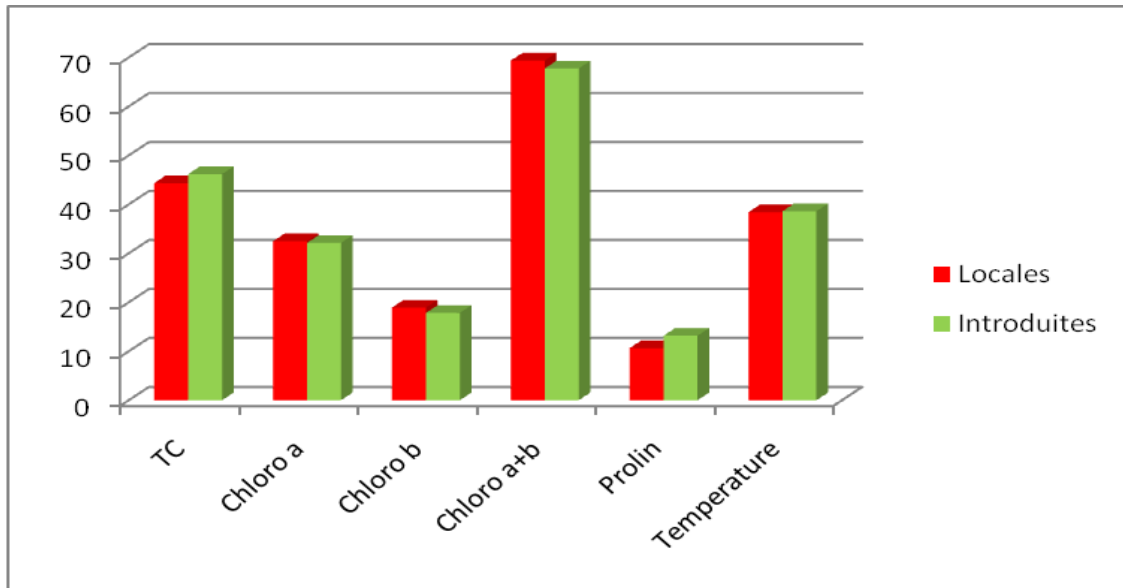


Figure 22 : Les paramètres physiologiques des variétés locales et introduites

Chapitre IV:

Discussions

des résultats

1. Le rendement et ses composants

1.1. Rendement grain et précocité

Le temps des événements phénologiques représente un facteur important pour l'adaptation dans un environnement donné (**Richards, 1991., Shorter et al, 1991**). En zone méditerranéenne, la période de floraison optimale en condition pluviale, pour les blés se trouve bornée par les gelées précoces printanières d'une part et d'autre part par la sécheresse tardive et le stress thermique qui coïncide avec la phase de remplissage. La transition des variétés locales tardives vers les variétés modernes (précoces) grâce aux efforts d'amélioration, chez le blé dur a été caractérisée par une avancée dans la date de floraison (**Blum et al, 1989**), mais les conséquences d'une floraison précoce sur les événements phénologiques qui précèdent la floraison sont peu connues et de même sur les mécanismes par lesquels cette précocité est régie (**Moumni, 2013**).

Dans notre cas, le rendement grain est en relation négative au nombre de jours d'épiaison ($r=-0,12$). (Figure 24)

Dans un travail qui comportait le même groupe de variétés, **Semcheddine (2008)** a trouvé que le génotype locale (Polonicum) a une épiaison plus tardive que celle de autre génotype testé et qu'une forte corrélation existe entre la précocité à l'épiaison et le rendement. En effet, la date repère d'épiaison était négativement corrélée au rendement ($r=-0,91$), ce résultat été confirmé par **Maàmri (2010)** et **Moumni (2013)** où leur coefficient de corrélation été égal à ($r=-0,73$) et ($r=-0,67$) respectivement.

Selon **Mekhlouf et al, 2006. Fisher and Maurer 1978**, Il semble donc, que les génotypes modernes qui sont plus précoces esquivent le stress de fin du cycle. La précocité au stade épiaison est une composante importante d'esquive des stress de fin de cycle chez le blé dur. L'adoption de variétés à cycle relativement court est nécessaire dans les régions arides à semi arides compte tenu de la distribution aléatoire des précipitations, D'après (**Mekhlouf et al, 2006**). **Fisher and Maurer (1978)** notent que chaque jour de gagner en précocité génère un gain en rendement de 30 à 85 kg/ha.

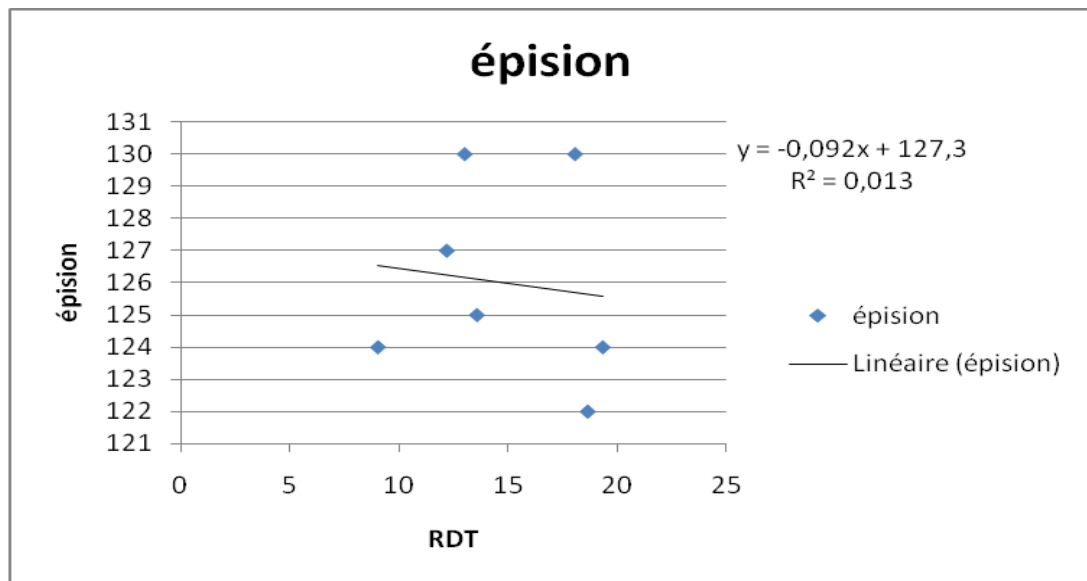


Figure 23 : Relation entre précocité et rendement grain.

1.2. Relation entre le rendement et les paramètres morphologiques

1.2.1. Hauteur

Hanson *et al.* (1985) font remarquer que la hauteur associée à une meilleure répartition de la matière sèche, elle conduit le plus souvent à l'amélioration du nombre de grains produits/m² et du rendement.

Dans notre cas, la hauteur n'est pas corrélée au rendement mais la relation entre eux est de type positive ($r = 0,74$) (Figure 25) alors qu'elle est corrélée significativement avec le nombre de grains par m² ($r = 0,75$).

Rouabhi (2008) à trouvé que la hauteur de la paille était négativement corrélée avec le rendement ($r = -0,89$). Et les variations du rendement sont expliquées à 78.81% par la hauteur de la paille.

Semcheddine (2008) cite qu'en dépit d'une meilleure hauteur et d'une bonne production de biomasse, le rendement en grains est corrélée négative avec hauteur ($r = -0,93$).

Moumni en 2013 indique que la hauteur n'est pas corrélée au rendement ($r = 0,11$) ni avec le PMG ($r = 0,50$), et qu'elle est corrélée négativement à l'indice de récolte ($r = -0,66$), et au nombre de grains /m² ($r = -0,25$).

Maamri (2010) trouve que la hauteur n'est pas significativement corrélée au rendement mais la relation entre eux est de type négatif ($r = -0,18$) alors qu'elle est positivement corrélée avec le PMG ($r = 0,88$), la précocité ($r = 0,71$) et elle est corrélée négativement au nombre de grains /m² ($r = -0,89$) et à l'indice de récolte ($r = -0,79$).

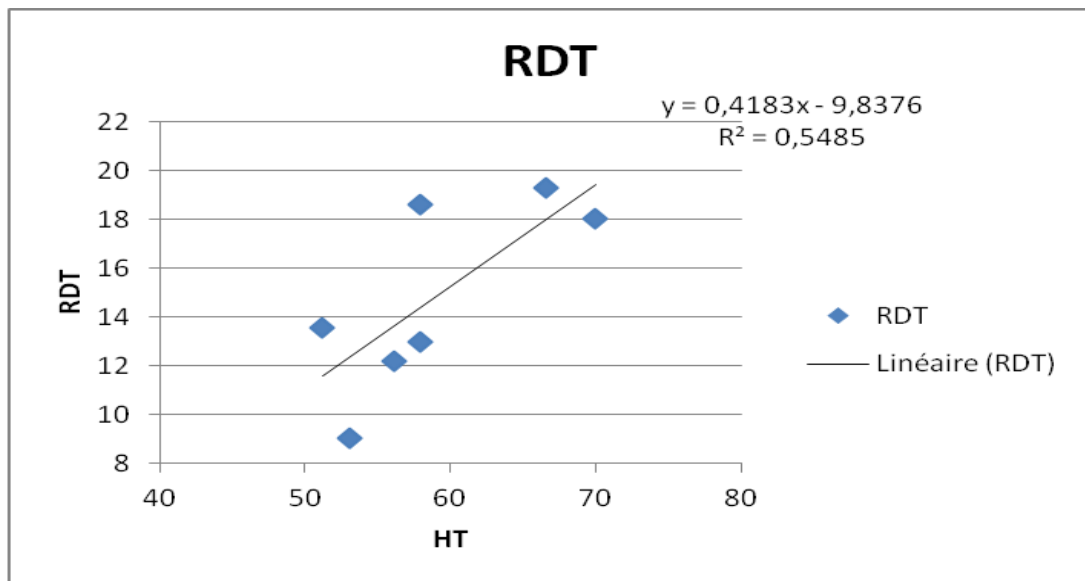


Figure 24 : Relation entre hauteur et rendement grain.

1.3. Relation entre le rendement et les paramètres agronomiques

L'itinéraire de formation du rendement suit une cinétique qui débute par la formation des épis, suivi des sites des graines par épi. Il se termine par le remplissage des grains. Les stress précoces affectent la formation des épis et les sites des grains par épi. Alors que les stress les plus tardifs affectent beaucoup plus le poids individuel de grain et le nombre de grains formés par unité de surface ensemencée (**Fischer, 1985**).

Le rendement en grains intègre deux composantes majeures, le nombre de grains /m² et le poids moyen du grain (**Slafer et Rawson, 1994**).

Dans notre essai, on constate que le rendement est corrélé significativement au nombre de grains/m² ($r = 0,88$) alors qu'il est négativement corrélé au poids de mille grains ($r = -0,62$) (Figure : 21,22).

Semcheddine (2008) a noté que le poids moyen des grains diminue considérablement avec l'augmentation du nombre de grains/m², et le coefficient de corrélation entre ces deux variables est de $r = -0,88$.

Moumni (2013) indique que le rendement n'est pas corrélé au nombre de grains/épi ($r = 0,61$). Même résultat constaté par **Maamri (2010)** qui indique que le rendement n'est pas corrélé au nombre de grains/épi ($r = 0,21$). En effet les génotypes modernes présentent un nombre de gains/m² élevé comparé aux génotypes locaux. Ceci peut s'expliquer d'une part, par la bonne fertilité des génotypes introduits qui est en moyenne de 36,38 grains/épis alors que pour les deux génotypes locaux, elle est de 31,18 grains/épis, et d'autre part, par le fait que les génotypes modernes produisent plus d'épis

par unité de surface qui est en moyenne de 299,37 épis/m², comparés à Oued Zenati et Polonicum, avec seulement 246,87 épis/m².

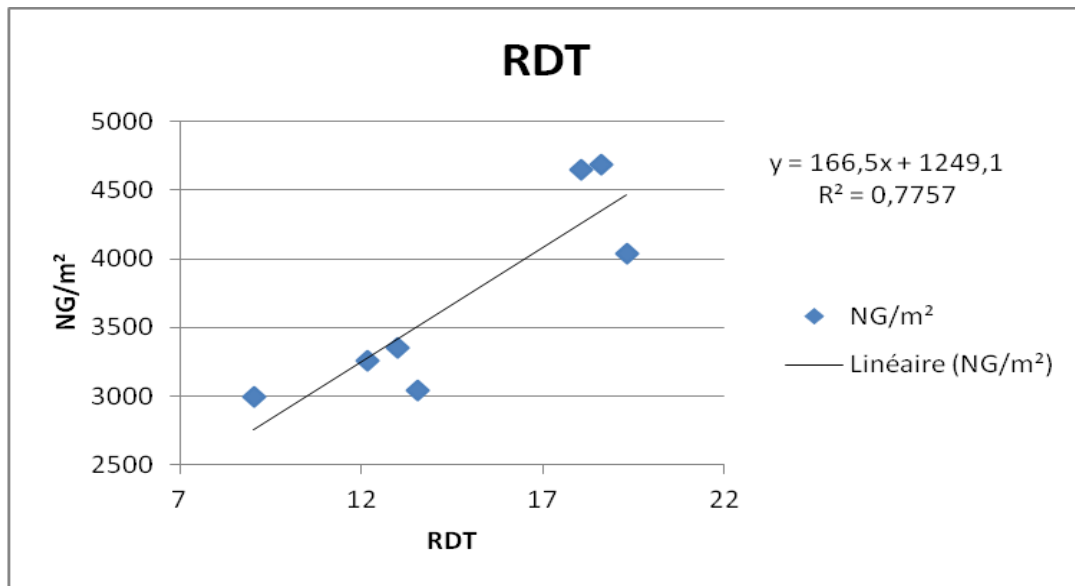


Figure 25 : Relation entre le rendement et le nombre de grains par m².

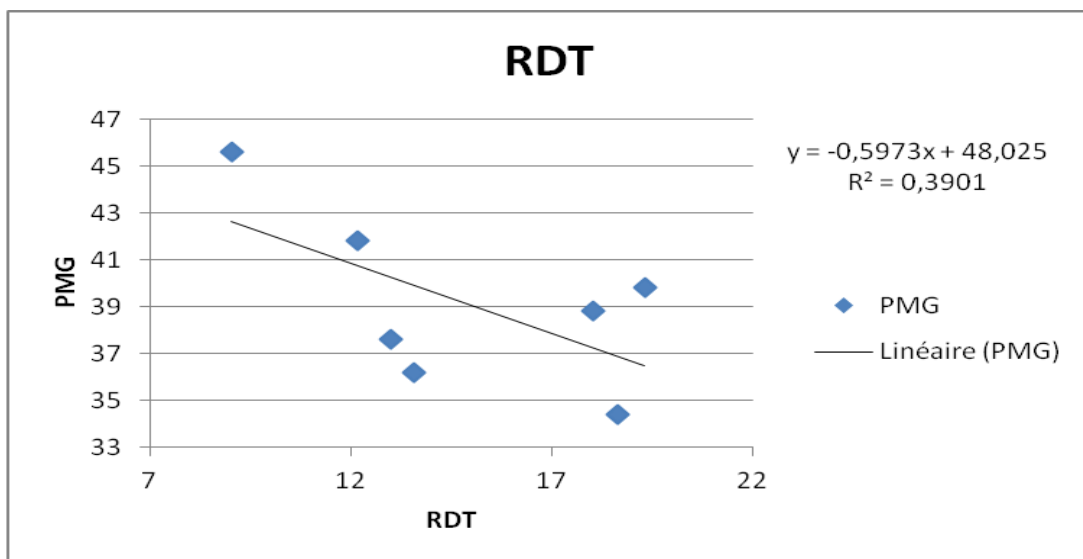


Figure 26 : Relation entre le rendement et le poids de mille grains.

Le stress hydrique peut réduire le potentiel de toutes les composantes du rendement, particulièrement le nombre d'épis fertiles par unité de surface ainsi que le nombre de grains par épi (Giunta *et al*, 1993., Simane *et al*, 1993., Abayomi et Wright, 1999). Cependant le poids du grain est négativement influencé par les températures élevées et la sécheresse durant la maturation (Chmielewski et Kohn, 2000).

1.4. Relation entre le rendement et les paramètres physiologiques

L'augmentation des teneurs en chlorophylle totale est la conséquence de la réduction de la taille des cellules foliaires sous l'effet d'un stress hydrique qui engendre une plus grande concentration (Siakhène, 1984). Par contre, la chute des teneurs en chlorophylle est la conséquence de la réduction de l'ouverture des stomates visant à limiter les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance à l'entrée du CO₂ atmosphérique nécessaire à la photosynthèse (Bousba et al, 2009). La quantité de la chlorophylle des feuilles peut être influencée par beaucoup de facteurs tels que l'âge des feuilles, la position des feuilles, et les facteurs environnementaux tels que la lumière, la température et la disponibilité en eau (Hikosaka et al, 2006).

Dans notre cas, la teneur en chlorophylle (a) montre une relation positive avec le rendement ($r=0.75$) ce qui est en accord pas avec les résultats de Moumni (2013) qu'il a trouvé un coefficient de corrélation négatif égal à ($r=-0,08$).

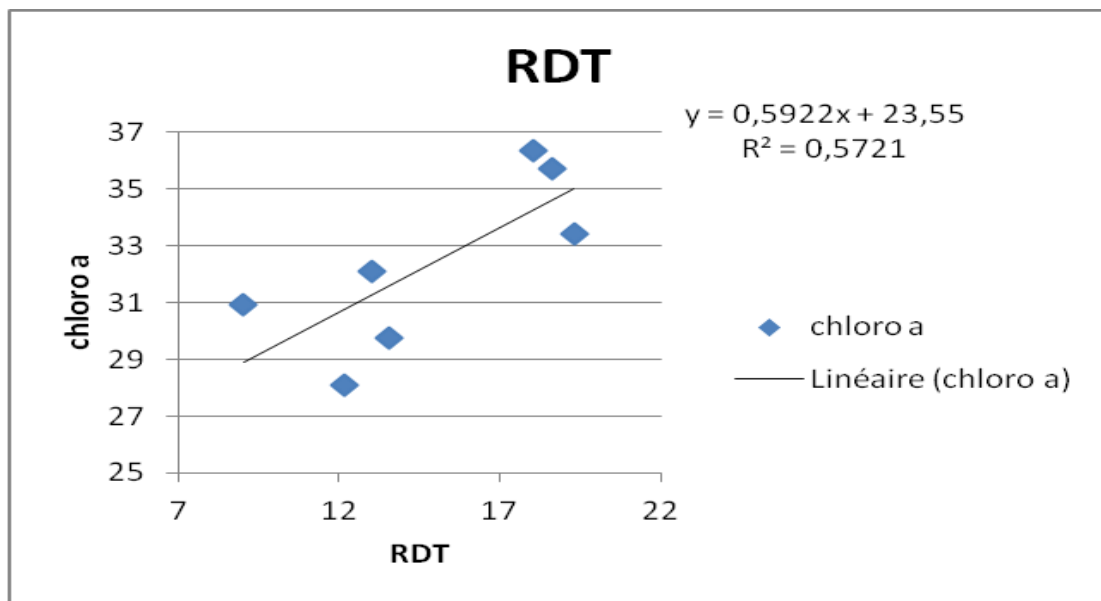


Figure 27 : Relation entre le rendement et chlorophylle (a).

Conclusion

Conclusion

La répartition aléatoire des précipitations est la principale entrave des rendements en culture pluviale en zone semi aride, en effet, la campagne agricole 2015/2016 a connu une mauvaise répartition des pluies qui a pénalisé le bon développement de la culture.

Cette étude à permis de décrire le comportement phénologique, agronomique et physiologique de quelques variété de blé dur cultivées en milieu semi-aride.

Les variétés locales se sont distinguées par la hauteur et le nombre de grains par m², elles ont un léger avantage pour le rendement grains et une similitude des valeurs avec les variétés introduites pour le nombre de grains par épis et le PMG.

Concernant les paramétrés physiologiques, les valeurs de la teneur en chlorophylle en SPAD et la concentration de la proline sont plus importantes chez les variétés introduites. Par contre, le dosage de la chlorophylle (a), (b) et (a+b) est légèrement en faveur des variétés locales. La température de couvert végétal est homogène pour les deux types de génotypes.

Parmi les relations observées dans notre étude, on note que la hauteur n'est pas corrélée au rendement mais la relation entre eux est de type positive ($r = 0,74$), alors qu'elle est corrélée significativement avec le nombre de grains par m² ($r = 0,75$). Une corrélation existe entre le rendement et le nombre de grains et ($r = 0,88$), et aussi entre le rendement et la température de couvert végétale ($r = 0,84$).

Une recommandation aux agriculteurs d'utiliser la variété locales Oued zenati, car elle donne le meilleur rendement en conditions de stress hydrique, néanmoins cette variété est tardive par apport aux autres génotypes, donc il faut faire attention à la date de semis pour esquiver les accidents climatiques (gelées printanières tardives et échaudage).

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abbassenne F., (1997).** Etude génétique de la durée des phases de développement et leur influence sur le rendement et ses composantes chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). *Thèse magister*, INA Alger, 81p.
2. **Abecassis J., (1993).** Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. *Ind. Céréales* N° 81. pp 35.
3. **Abeledo L.G., Savin R., Gustavo A., & Slafer., (2008).** Wheat productivity in the Mediterranean Ebro Valley: Analyzing the gap between attainable and potential yield with a simulation model. *European journal of Agronomy*. 28. 541-550p. Agroalimentaires: Application par la Chaîne Globale de Valeur au cas des Blés en Algérie.
4. **Ait Kaki S., (2008).** Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. *Thèse doctorat*, Université de Annaba, 174 p.
5. **Ait Kaki Y., (2007).** Etude comparative des potentialités technologiques des blés durs Algériens anciens et récents: Revalorisation de la qualité de ces blés par différentes stratégies d'études: Critères technologiques (infra rouge), Biochimiques (électrophorèse bidimensionnelle) et Moléculaire (P.C.R.). *Thèse Doctorat*. Univ. Annaba. 137 + Annexes. Alimentation et Céréales-INRA 07, pp 1-4.
6. **Amokrane A. (2001).** Evaluation et utilisations de trois sources de germoplasme de blé dur (*Triticum durum* Desf). *Thèse de Magister*, Institut d'Agronomie, Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna, 80P.
7. **Allen R.G., Pereira, L.S., Raes D. & Smith M., (1998).** Crop- Guidelines for computing crop water requirements. Irrigation and drainage paper, no56. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. Bonjean A, E. Picard (1990). Les céréales à paille origine, historique, économique et sélection, Eds Nathan, 235 pages.
8. **Araus J. L., Ali Dib T. et Nachit M., (1998).** Some insights into morphological traits associated with cereal yield increases in Mediterranean environments. *In: Proceeding of SEWANA*, ICARDA: 139-157.
9. **Baghem O., (2012).** Effet des Techniques Culturelles sur la Biodiversité Faunistique des céréales dans la zone Semi-aride. *Thèse de Magister*, Université de Sétif, 75 p.
10. **Bajji M., (1999).** Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variantssomaclonaux sélectionnés *Invitro*. *Thèse de doctorat*. Univ. Louvain.

Références bibliographiques

12. **Baldy C., (1974).** Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et de leurs influences sur la production des principales zones céréalières d'Algérie. Versailles : *Inra, Département de bioclimatologie ; ministère de l'Agriculture.*
13. **Baldy C. (1992)** Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique du blé en Méditerranée Occidentale. In *Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne, diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier, 1992.*
14. *Les Colloques 55: 191-203*
15. **Baldy C., (1986).** Effets du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale in : tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéenne, diversité génétique et amélioration variétale. Les colloques, n° 64, Montpellier .Ed .INRA, Paris 1993.
16. **Belaid D., (1987).** Etude de la fertilisation économique. *Option méditerranéenne* CIHEAM. 7 p.
17. **Belaid D., (1996).** Aspects de la céréaliculture algérienne. INES. D'Agronomie. Batna.187p.
18. **Belhacen E., This, D., Monneveux P. (1996).** L'adaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. *Cahiers Agriculture* 4:251-261.
19. **Bencharif A., rastoin j. L., (2007)** .Concepts et Méthodes de l'Analyse de Filières
20. **Bencharif A., Rastoin J. L., (2007).** Concepts et méthodes de l'analyse de filières agroalimentaires : application par la chaîne globale de valeur au cas des blés en Algérie. Montpellier (France): UMR MOISA. 24 p. WorkingPaper; n. 7
21. **Bencharif A., Tozanli S., Lemeillieur S., (2009).** Dynamique des acteurs dans les filières agronomiques et agroalimentaires. *Options Méditerranéennes, B 64, Perspectives des politiques agricoles en Afrique du Nord ; pp 94-142.*
22. **Benchikh CH., (2015).** Valorisation de la qualité de 3 variétés locales de blé dur (*TriticumdurumDesf.*) Cultivées en région semi-aride. *Thèsemagister*, Université de Bijai, p : 149.
23. **Blouet A. Gaillard B. Masse J. (1984).** *Le gel et les céréales. Exemple d'étude des risques du gel hivernal en Lorraine. Perspectives Agricoles, 85 :20-25.*
24. **Blum et al., (1989).** Plant breeding for stress environments. Boca Raton : CRC Press eds ; 223p.
25. **Bonnefoy M., (2007).** Blé dur : implantation et choix des variétés. *Edi. Tec&Doc*, 234p.

Références bibliographiques

- 26. Boulelouch N., (2002).** Analyse de la variabilité génotypique de l'absorption de l'azote chez le blé tendre. *DEA. INA. Paris*, 156-197.
- 27. Bouthiba A., Debaeke P., (2001).** Besoins en eau de différente variété de blé dur en condition semi-arides. LRBN, Laboratoire de Recherche Bioressources Naturelles, Faculté des sciences agronomiques et biologiques, Université HassibaBenbouali, BP151, Chlef (Algérie), Email: bouthiba_aek62@yahoo.fr Relations eau-production agricole p188-195.
- 28. Bouzerzour H., (1992).** Analyse des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des Hauts Plateaux de l'Est algérien. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Les Colloques, (n°64), Montpellier (France), 15-17 Décembre 1992. *Ed. INRA, Paris*, p. 139-158.
- 29. Bouzerzour H and Benmahammed A (1994).** Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. *Rachis*, 12 : 11-14.
- 30. Black M. (1970).** Drying and the onset of germinability in developing wheat grains *Cereal. Res-commun* 8: 151-156.
- 31. Blouet A. Gaillard B. Masse J. (1984).** Le gel et les céréales. Exemple d'étude des risques du gel hivernal en Lorraine. *Perspectives Agricoles*, 85 :20-25.
- 32. Cadi A., (2005).** Caractérisation des zones céréalières potentielles à travers le Nord de l'Algérie. *Rév. ITGC. Céréaliculture n° 44.* : 36-39.
- 33. Cadi A., Dellig, A., Sarfatti, P., Chiar. T., Bellah, F.& Bazzani, F., (2000) .** SIG et zonage agro-écologique : Application au Nord algérien. *Rév. Céréaliculture n° 34 ITGC* : 68-75.
- 34. Catell F., (2006).** Fonctionnement hydrique et physiologique de la plante. In: Tiercelin J.R.et Vidal A. *Traité d'irrigation*, 147-161. 2e Ed. *Lavoisier. Paris*, 1265 p.
- 35. Chabi H, Derouiche M, KAFIM, &KHhilassi E., (1992).** Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de sétif. *Thèse Ing. INA. El Harrach*. 317p.
- 36. Cheftel J.C. &Cheftel H., (1992).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments.V1. *Tec & Doc. Paris .Lavoisier* : 381 p.
- 37. Chellali B., (2007).** Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire.<http://www.lemaghreb.dz.com/admin/folder01/une.pdf>. (31.05.2008).
- 38. Chenafi H., Bouzerzour H., Aidaoui A. & Saci A., (2006).** Yield response of durum wheat (*Triticum durum*, Desf) cultivar Waha to deficit irrigation under semi-arid growth conditions. *Asian Journal plant Science.*, 5: 854-860.

Références bibliographiques

39. **Chennafi, H., Aïdaoui A., Bouzerzour H., and Saci A., (2006).** Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi-arid growth conditions. *Asian J. Plant Sci.*, **5**, 854-860.
40. **Chennafi, H., Bouzerzour H., Aïdaoui A., & Chenafi A., (2008).** Positionnement des exigences en eau de la culture du blé dur avec l'avènement du déficit climatique en milieu semi-aride des Hautes Plaines Sétitiennes (Algérie). *In: Proceedings of the 5th International Conference on Land Degradation*. Valenzanos, Bari, Italy, 18-22 September 2008, pp: 59-62.
41. **Clement G., Prats., (1971).** Les céréales. *Ed. J.B. Bailliers et Fils*, 360p.
42. **Combe L. et Picard D. (1994).** Elaboration des rendements des principales cultures annuelles. Editions INRA. 191 pages.
43. **Couvreur F., (1981).** La culture du blé se raisonne perspectives agricoles 91 :28-32.
44. **Diehl R. (1975).** Agriculture générale. Editions J.B. Baillière. 396 pages.
45. **Djekoun A., Ykhlef N., Bouzerzour H., Hafsi M., Hamada Y., & Kahali L., (2002).** Production du blé dur en zones semi-arides : identification des paramètres d'amélioration du rendement. Act des 3ème Journées Scientifiques sur le blé dur. Constantine.
46. **Djermoun A., (2009).** La Production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques.
47. **Duthil J., (1973).** La fertilisation phosphatée des sols calcaires. *An Agro, INA Vol VI n°2*, pp.
48. **Eckhart N.A. (2002).** Abscisic acid biosynthesis gene underscores the complexity of sugar, stress, and hormone interactions. *Plant Cell*, **14**: 2645-2649.
49. **El Hafid R., Smith D.H., Karrou M., Samir K. (1998).** Physiological attributes associated with early-season drought resistance in spring durum wheat cultivars. *Can. J. Plant. Sci* **78**, 227-237.
50. **El Madidi S et Zivy M. (1993).** Variabilité génétique des protéines de choc thermique et thermo-tolérance chez le blé. *In : Le progrès génétique passe-t-il par le repérage et l'inventaire des gènes*. Edition AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. pp 173-181.
51. **Eliard J.L., (1979).** Manuel d'agriculture générale. Bases de la production végétale. *Ed. J.B. Baillière*, 344p.
52. **Evans L.T., Wardlaw I.F., (1976).** Aspect of comparative physiology in grain yield in cereal. *Adv. Agri.* **28**: 301.
53. **FAO state., (2010).** *www.FAOstate.com*.
54. **Feillet P., (2000).** Le grain de blé : composition et utilisation. *INRA*. Paris.

Références bibliographiques

55. Feldman M., ER. Sears. 1981. The wild gene resources of wheat. *Sci. Am.*244 : 98–109.
56. Feliachi K., (2000). Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. In proc. Symposium blé 2000, enjeux et stratégie Algérie 21-27.
57. Gate P., (1995). Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. Ed Lavoisier. 429p.
58. Gate P., Vignier L., Vadon B., Souci D., Minkov D., Lafarga A., & Zairi M., (1997). Céréales en milieu méditerranéen. Un modèle pour limiter les risques climatiques. *Perspectives agricoles.* 217 : 59-70.
59. Girard M.C., Walter C., Rémy J.C., Berthelin J. & Morel J.L., (2005) .Sols et Environnement, *Eds., Dunod, Paris, 816 p.*
60. Godon B., Willm C.L., (1991). Les industries de première transformation des céréales. Coll. Agro. Alimentaire. Lavoisier. Pp. 78 – 91.
61. Grignac PH., (1965). Contribution à l'étude de *Triticum durum* Desf. *Thèse de Doctorat Université de Toulouse ,240p.*
62. Hannchi A., Fellahi Z., (2010). Effets des résidus et du travail du sol sur le comportement du blé dur (*triticum durum* Desf.) en milieu semi-aride. Mémoire d'ingénieur d'état. UFAS 82p.
63. Hauchinal R.R., J.P. Tandon, P.M. Salimath (1994). Variation and adaptation wheat varieties to heat tolerance in Peninsular India. In: Saunders, D. A. and G. P. Hettel EDS, Wheat in heat stressed environments, irrigated, dry areas and rice-wheat farming systems, Mexico, D.F., Cimmyt, 175- 183 .
64. Henry Y. J., Buysen., (2000). L'origine du blé. *Pour la Science* 26 :60-62.
65. Henry Y., De Buysen J., (2001). L'origine des blés. In : Belin. Pour la science (Ed.). De la graine à la plante. *Ed. Belin, Paris, pp. 69-72.*
66. Jeantet R., Croguennec T., Schuck P., & Brulé G., (2006). Science des aliments : Biochimie-Microbiologie-Procédés-Produits. V2. Technologie des produits alimentaires. (éd). *TEC & DOC.* Paris.
67. Kelkouli M., (2000). Utilisation rationnel de l'eau et technique de récolte des eaux de pluie. Rap .annuelle du projet *OFWH in WANA.ITGC /ICARDA.*32p.
68. Kramer.P.J.(1969). *Plant and soil water relation ships a modern synthetix*
69. Lery F., (1982). L'agriculture au Maghreb ou pour une agronomie méditerranéenne. *Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 338 p.*

Références bibliographiques

- 70. Maamri. K.,(2010).** Stabilité du critère de la discrimination du carbone isotopique en relation avec le poids spécifique de la feuille drapeau chez quelques variétés de blé dur cultivées en milieu semi aride. Thèse Magister, Université de Ferhat Abbas –Sétif p : 111.
- 71. Madr., (2009).** Statistiques Agricoles Série B 09.
- 72. Masse. et al. (1985).** Que penser des semis très précoces. Perspectives agricoles 95 : 16-20.
- 73. Mefti A ; Abdelguerfi A ; Chebouti A.(2000).** Etude de la tolérance à la sécheresse chez quelques populations de *Medicago truncatula* (L.) Gaertn.
- 74. Mekhlouf A. Bouzerzour H. et Dehbi F/. (2001)** Rythme de développement et variabilité de réponses du blé dur (*Triticum durum* Desf.) aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In : Proceedings séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides. Oum El Bouaghi, 23 : 75-80.
- 75. Masale M.J., (1980).** L'élaboration du nombre d'épi chez le blé d'hiver. Influences de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. *Thèse.Doc. Ing. INA, Paris Grignon*, 274 p.
- 76. Mekhlouf A., Bouzerzour H., Benmahammed A., HadjSahraoui A., &Harkati N., (2006).**Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum*Desf.) au climat semi- aride. *Sécheresse* (sous presse).
- 77. Mekhlouf A., Bouzerzour H., Dehbi F., & Hannachi A., (2001).** Rythme de développement et variabilité de réponses du blé dur (*Triticum durum*Desf.) aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In Proceeding Séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides. OEB.
- 78. Meziani L., Bamoun A., Hamou N ., Brinis L., &Mounneveux P., (1993).**Essai de définition des caractères d'adaptation de blé dur des différentes zones agroclimatiques de l'Algérie. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéennes.Diversité et amélioration variétales. P. Monneveux and M. Bensalem (eds).Les colloques ,64.*INRA.Paris 191-203* .
- 79. Molden D., Oweis T. (Coordinating Leading Authors),. (2007).** Pathways for Increasing water productivity. In: Molden, D. (Edi.), *Water for Food, Water for Life: A review*.
- 80. Monneveux P., (1991).** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. In : *l'amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu arides*.(éd). *Aupelf-Uref.J. Eurotxt.L. Paris*: 165 -186 p.

Références bibliographiques

- 81. Monneveux Ph., (1989).** le système de culture sur jachère au zone méditerranéenne : Etude historique et essai d'analyse de fonctionnement .*polycopie N° 34060 Montpellier.*
- 82. Monneveux Ph., (1989).** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. Journées Scientifiques de l'AUPELF : " Amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu aride". Tunis, 4 -9 Décembre.
- 83. Moule C., (1971).** Céréales II. Phytotechnique spéciale. *Ed. La maison rustique*, Paris, 236 p.
- 84. Mouellef A., (2010).** Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*T. durum* Desf.) au stress hydrique. *Mémoire magister Université Constantine* 82 pages.
- 85. Moumeni L., (2013).** Quantification de la contrainte hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) en milieu semi-aride. Thèse Magister, Université de Ferhat Abbas –Sétif p : 81.
- 86. Nachit M. M., (1994)** .Germplasmprogramcéréals : productivity and yield stability. In : Cérail improvement Program Annual Repport .ICARDA, Alpos, Syria .116p. Nature et Technologie, 01: pp 45–53.
- 87. Nadjem. K., (2012).** Contribution a l'étude des effets du semis direct sur L'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse Magister Université Ferhat Abbas Sétif, p : 31.
- 88. Nicoullaud B., (1995).** Etude de l'enracinement du blé tendre d'hiver et du maïs dans le sol argilo limoneuse de petite Beauce. *Rév. étude et gestion des sols* 2,3 pp183-200.
- 89. Novak S., Kockmann F., & Villard A., (2006).** Adapter la stratégie culturale au type de sol *Pers Agri n°322* : 14-17.
- 90. Oliosio A., (2006)** .Spatialisation des transferts sol-végétation-atmosphère de l'échelle de la parcelle à celle du paysage agricole en combinant modèles de fonctionnement de la végétation et du sol, modèles de transfert radiatif et systèmes de mesure de télédétection. Mémoire de HDR, spécialité "Physique de l'Environnement (Sciences de l'eau, Télédétection)", Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon (FRA), 330 pp.
- 91. Ouanzar S., (2012).** Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). *Thèse Magister*, Université de Sétif, 67 p.
- 92. Paul C., (2007).** Céréales et alimentation : une approche globale Agriculture Environnement prairies. Coll. Sciences et Techniques agricoles. 17 ème Ed. 464p

Références bibliographiques

- 93. Rouabhi A., 2008.** Efficacité d'utilisation de l'eau et sélection de variétés de blé dur sous les conditions du climat semi aride. Mémoire de Magister, Département d'Agronomie, Université FERHAT ABBAS. SETIF.
- 94. Richards R.A., Rebtzke G.J., Van Herwaarden A.F., Duggan B.L., & Condon A.G., (1997).** Improving yield in rainfed environments through physiological plant breeding. *Dryland Agriculture*.36 : 254 - 266.
- 95. Romer W., (1985).** Influences von spross und wurzel-wachstum auf die phosphataufnahmebeigetreide-P. Flanzen. *Bodenkult. J Fur Iandwirts chafticheforshing*36 (3) : 203-206.
- 96. Ruel T., (2006),** Document sur la culture du blé, édition Educagri.
- 97. Samson M.F., Morel M.H., (1995).** Heat Denaturation of Durum Wheat Semolina β -Amylase: Effects of Chemical Factors and Pasta Processing Conditions .*Journal of Food Science*. Volume 60. N° 6.pp. 1313 - 1320.
- 98. Semcheddine N., 2007.** Utilisation de la discrimination isotopique du carbone comme critère de sélection du blé dur en relation avec le bilan hydrique. Mémoire de Magister, Département d'Agronomie, Université FERHAT ABBAS. SETIF, 101 pages.
- 99. Shorter R. R.J., Lawn G.L., Hammer., (1991).** Improving genotypic adaptation in crops-A role for breeders, physiologist and modellers. *Experimental Agriculture* 27: 155-175.
- 100.Simon H., Codaccio P., Lequeur X., (1989).** Produire des céréales à paille. Coll. Agriculture d'aujourd'hui. Science, Techniques, Applications. pp. 63 - 67; pp. 292 - 296.
- 101.Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M., &Zid E. D., (2005).** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse* (16) 3 : 225-9.
- 102.Soltner D., (1990).** Les grandes productions végétales : Céréales, plantes sarclées.
- 103.Soltner D., (1999).** Les grandes productions végétales. *19 Edition*, 25- 31.
- 104.Soltner D., (2000) .**Phytotechnie générale : les bases de la production végétales. Tome 1 : le sol et son amélioration. Sciences et techniques agricoles, 22ième édition, 467 p.
- 105.Spagnoletti-Zeuli P. L., Qualset C O., (1990).** Flag leaf variation and the analysis of diversity in durum wheat. *Plant Breed*, 105:189-202.
- 106.Tardieu F., Manichon H., (1986).** Caractérisation en tant que capteur d'eau de l'enracinement du maïs en parcelle cultivée. II une méthode d'étude de la répartition verticale et horizontale des racines. *Agronomie*, 7(5), 415-425.

Références bibliographiques

- 107. Wadley G., Martin A., (1993).** The Origins of Agriculture? A Biological Perspective and New Hypothesis. *Australian Biologist* 6: 96-105.
- 108. Wardlaw I.F. (2002)** Interaction between drought and chronic high temperature during kernel filling in wheat in a controlled environment. *Annals of Botany*, 90, 469-476.
- 109. Wardlaw I.F., I.A. Dawson, P.M. Munibi (1989).** Tolerance of wheat to high temperature during reproductive stage. *Aust. J. Agri. Res.* 46 : 15 - 24.
- 110. Ykhlef N. (2001)** Photosynthèse, activité photochimique et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de doctorat d'Etat, Université Mentouri Constantine. 146p.
- 111. Yves, H et Buyer, J., (2000),** l'origine des blés. Pour les sciences hors série n° 26,60 - 62 pp

Annexes

Annexes

Annexe 01 : Analyse de variance des variables mesurées.

- Analyse de chlorophylle b.

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	52.2511957	26.125598	0.4102941	.6724 ns
Main Effects					
G notype	6	382.9889206	63.831487	1.0024529	.4669 ns
Error	12	764.103589	63.675299<-		
Total	20	1199.343705			
Model	8	435.2401163	54.405015	0.8544132	.5764 ns

- Analyse de proline.

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	1.328779397	0.6643897	0.7675766	.4856 ns
Main Effects					
G notype	6	266.7790848	44.463181	51.368792	.0000 ***
Error	12	10.38681566	0.865568<-		
Total	20	278.4946799			
Model	8	268.1078642	33.513483	38.718488	.0000 ***

- Analyse de rendement.

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	6.679968126	3.3399841	0.1161222	.8914 ns
Main Effects					
G notype	6	271.5435707	45.257262	1.573473	.2371 ns
Error	12	345.1518675	28.762656<-		
Total	20	623.3754063			
Model	8	278.2235388	34.777942	1.2091353	.3699 ns

- Analyse de température de couvert végétale.

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	7.928571429	3.9642857	0.1761439	.8406 ns
Main Effects					
Genotype	6	69	11.5	0.5109759	.7892 ns
Error	12	270.0714286	22.505952<-		
Total	20	347			
Model	8	76.92857143	9.6160714	0.4272679	.8830 ns

Annexes

- Analyse de NE /m².

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	1540.740736	770.37037	0.6367347	.5460 ns
Main Effects					
Genotype	6	6065.608414	1010.9347	0.8355685	.5653 ns
Error	12	14518.51849	1209.8765<-		
Total	20	22124.86764			
Model	8	7606.34915	950.79364	0.7858601	.6244 ns

- Analyse de chlorophylle SPAD.

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	54.85408571	27.427043	0.8950588	.4342 ns
Main Effects					
Genotype	6	231.5494286	38.591571	1.259404	.3445 ns
Error	12	367.7127143	30.642726<-		
Total	20	654.1162286			
Model	8	286.4035143	35.800439	1.1683177	.3899 ns

- Analyse NG/m².

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	399694.8178	199847.41	0.1152492	.8921 ns
Main Effects					
G notype	6	9713598.351	1618933.1	0.9336164	.5057 ns
Error	12	20808543.1	1734045.3<-		
Total	20	30921836.27			
Model	8	10113293.17	1264161.6	0.7290246	.6657 ns

- Analyse d'épiaison.

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	0	0	0	1 ns
Main Effects					
G notype	6	174	29	1.2244e16	.0000 ***
Error	12	2.84217e-14	2.368e-15<-		
Total	20	174			
Model	8	174	21.75	9.1831e15	.0000 ***

- Analyse de PMG.

Source	df	Type III SS	MS	F	P
Blocks	2	1.36551e-58	6.828e-59	-2.63e-45	
Main Effects					
G notype	6	560.2628571	93.377143	-3.592e15	
Error	12	-3.1197e-13	-2.6e-14<-		
Total	20	560.2628571			
Model	8	560.2628571	70.032857	-2.694e15	

Annexes

Annexe 02 : Les paramètres morphologique et physiologique.

	HT	TC	Chloro a	Chloro b	Chloro a+b	Proline	C°
Oued Zenati	69,99	45,99	36,33	25,68	80,05	13,1	39,165
Waha	66,55	43,45	33,41	17,25	70,03	11,37	41
Mexicali	53,11	49,72	30,95	16,83	65,24	8,03	36,33
Hoggar	51,21	39,99	29,73	12,84	60,92	12,26	39,66
Boussalam	56,11	41,74	28,07	15,45	59,38	12,26	35,66
Polonicum	57,88	46,18	32,09	17,3	67,96	5,87	37,83
Altar	57,88	48,82	35,72	23,82	77,09	13,97	39,83

Annexes

Annexe 03 : Les paramètres agronomiques.

	PMG	NG/E	NG/m ²	NE/m ²	RDT
Oued Zenati	38,8	38,67	4653,26	122,22	18,05
Waha	39,8	35	4042,19	117,77	19,32
Mexical	45,6	31	2993,24	100	9,03
Hoggar	36,2	33,33	3042,14	88,88	13,56
Boussalam	41,8	35,33	3257,74	91,11	12,18
Polonicum	37,6	26,67	3351,06	128,88	13
Altar	34,4	36,33	4682,11	126,66	18,63

Annexes

Annexe 04 : Les matrices de corrélation.

	HT	PMG	NGE	NE/m ²	RDT	TC	chloro a	chloro b	chloro a+b	proline	C ^o	NG/m ²	épision
HT	1,000000												
PMG	-0,094834	1,000000											
NG	0,514093	-0,165437	1,000000										
NE/m ²	0,613261	-0,421168	-0,035794	1,000000									
RDT	0,740592	-0,624602	0,616388	0,598831	1,000000								
TC	0,096269	0,190471	-0,137032	0,560021	-0,045234	1,000000							
chloro a	0,710931	-0,426836	0,412818	0,830801	0,756361	0,539762	1,000000						
chloro b	0,671874	-0,281660	0,535647	0,718891	0,604889	0,589753	0,901623	1,000000					
chloro a+b	0,731291	-0,380991	0,450669	0,819719	0,721185	0,559414	0,990121	0,951053	1,000000				
proline	0,266802	-0,400170	0,930137	-0,131439	0,604818	-0,278905	0,290356	0,377154	0,305842	1,000000			
C ^o	0,462389	-0,660090	0,336717	0,438958	0,838177	-0,135581	0,618181	0,281987	0,520794	0,406867	1,000000		
NG/m ²	0,755857	-0,490193	0,671662	0,709669	0,880719	0,324948	0,907299	0,903473	0,920394	0,583724	0,585550	1,000000	
épision	0,354824	0,040396	-0,190296	0,202747	-0,115883	-0,167162	0,007401	0,129232	0,080179	-0,343393	-0,273614	-0,041333	1,000000