

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 20 Août 1955  
Skikda Faculté des Sciences  
Département des Sciences Agronomiques



**Filière :** Sciences Agronomiques

**Mémoire de fin d'études :**

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Amélioration des plantes

**Thème :**

**Caractérisation variétale de deux génotypes de nouvelles obtentions de blé dur (*Triticum durum* Desf.) «Mimmo et Emilio Lepido » selon les recommandations de l'UPOV**

**Présenté par :**

- Melle. TAHIR Rihab
- Melle. NASRI Rania
- Melle. KATIT Nour El Houda
- Melle. KARROUT Nessrin

**Membres de Jury:**

Mme : LARIT Sabah	(MCA)	<b>Présidente</b>	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mr : HAFSI Zakaria	(MCB)	<b>Examineur</b>	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme : SOUILAH Nabila	(MCA)	<b>Promotrice</b>	Université du 20 Août 1955 – Skikda

**Année universitaire : 2022-2023**

# *Remerciement*

Nous remercions en premier lieu ALLAH le tout puissant de nous avoir illuminé et ouvert les portes de savoir, et de nous avoir donné la volonté et le courage d'élaborer ce modeste travail.

Tout d'abord, j'adresse particulièrement mes remerciements à notre encadrant souilah nabila qui a été toujours à nos côtés durant cette année pour nos orienter et qui nous a permis d'approfondir au maximum nos travaux afin de pouvoir être fières aujourd'hui du travail réalisé.

Aux membres de jury, madame larit sabah de présider ce mémoire.  
Et Dr hafsi zakaria d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Merci à tous les enseignants durant notre formation universitaire

# Dédicace

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir, à la source de ma force et de l'amour. A ma mère

Cista Sihem

A mon support dans ma vie, qui m'a appris, ma supporté et ma dirigé vers la gloire. À mon cher père Djamel Eldin.

A la femme la plus adorable au monde. A ma très chère grand-mère Ouadah Zakia.

A mes chères sœurs « Ikbel » et « Hamssa » et « Salma » pour l'amour qu'elles me réservent.

A mon soutien moral et source de joie et bonheur, mes tantes et mon oncle pour l'encouragement et l'aide qu'il m'a toujours accordé.

A mes Amis.

« Je leurs souhaite une vie pleine du bonheur et de succès »

**RIHAB**

# Dédicace

J'ai toujours pensé faire ou offrir quelque chose à mes parents en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils ont consenti comme efforts, rien que pour me voir réussir, et voilà l'occasion est venue.

A ceux qui m'ont donné la vie, symbole de beauté et de fierté, de sagesse et de patience.

A ceux qui sont la source de mon inspiration et de mon courage, à qui je dois de l'amour et de la reconnaissance.

-A mes parents.

-A mes frères, je vous réserve toujours une place Dans mon coeur et mes pensées.

- A toute ma famille Nasri.

-A tous mes amis sans exception.

**RANIA**



# *Dédicace*

A mes parents si compréhensifs et si patients pour qui, le cycle de mes études assurément bien longtemps représenté un très lourd sacrifice : à toi ma chère maman warda et à toi mon cher papa hafid témoignages d'en ma reconnaissance et ma profonde affection, amour.

A ma chères sœur ikram et A mes chers frères merci pour votre soutien

A mes chères amie Amani, maya.hiba merci pour votre encouragement

A toute la famille Katit iet Mana et toutes mes cousines

A tous ceux que j'ai connu et je n'ai pas pu citer.

**NOUR EL HOUDA**

# Dédicace

بالذي هو خير": ربنا عليك توكلنا واليك انبنا واليك المصير اكفني فخرا ان تكون لي ربا  
ويكفيني عزا ان اكون لك عبدا انت عندي كما أحب فاجعني يا رب كما تحب".

Avec tous mes sentiments de respect, avec l'expérience de ma reconnaissance, je dédie ma remise de diplôme et ma joie a mon paradis, à la prunelle de mes yeux, à la source de ma joie et mon bonheur, ma fune et le fil d'espoir qui allumer mon chemin, ma moitié, maman.

A l'âme de mon bien-aimé, le bien-aimé de mon cœur et de mon âme, mon cher père, qui voulait me voir dans les rangs les plus élevés et les meilleurs, mais nous avons eu une autre histoire, et il est décédé (any dill)

A mes sœur Imane, Chaima, Houda et ton mari Amar et mon mari aussi et mama hadda, qui sont mon plus grand soutien dans la vie.

A mon frère Yassin Camour qu'il me réserve ma grande sur Marua qu. n'ont pas cessée de me conseiller Nièce Djana et Hana mes neveux Nibrase et Mohamed

A mes mis Soraya et Rania et mes amis d'études Nour et Rihab et Rania

Et a tout la famille karrout

**Nesrine**

# TABLE DES MATIERES

Remerciements	
Dédicace	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé en trois langue	

## SOMMAIRE

<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Etude bibliographique</b>	
1. Historique et origine de blé dur .....	3
2. Production de blé dur (dans le monde et en Algérie) .....	4
3. Classification de blé dur .....	5
4. Description botanique de blé dur .....	7
5. Cycle de développement de blé dur .....	9
6. Amélioration génétique de blé dur .....	12
7. Mécanisme d'adaptation et de production .....	18
<b>Chapitre 2 : Matériels et méthodes</b>	
1. Matériel végétal utilisé .....	23
2. Expérimentation .....	23
2.1. Expérimentation de la zone humide d'El Hadaik .....	23
2.1. Expérimentation de la zone semi-aride d'Ain Samara .....	24
3. Paramètres mesurés .....	24
3.1. Création des fiches descriptives .....	25
3.2. Caractères de production .....	31
3.3.1. Faculté germinative .....	31
3.3.2. Nombre de tallage herbacées .....	31
3.3.3. Nombre de tallage épis .....	32
3.3.4. Efficience de transformation des talles herbacées en talles épis (%) .....	32
3.3.5. Nombre d'épis/m <sup>2</sup> .....	32
3.3.6. Nombre d'épillets par épi .....	32
3.3.7. Nombre de grains par épis .....	32
3.3.8. Poids de mille grains (PMG) .....	32
3.3.9. Estimation du rendement .....	32
3.4. Caractères d'adaptation .....	32
3.4.1. Hauteur de la plante .....	32
3.4.2. Longueur du col de l'épi .....	33
3.4.3. Nombre de nœuds par plante .....	33
3.4.4. Longueur des épis avec barbes .....	33
3.4.5. Longueur des épis sans barbes .....	33
3.4.6. Longueur des barbes .....	33
3.4.7. Longueur du rachis des épis .....	33

3.4.8. Compacité de l'épi .....	34
4. Analyse statistique .....	34
<b>Chapitre II : Résultats et discussion</b>	
II.1. Réalisation des expérimentations .....	35
II. 2. Création des fiches descriptives .....	36
II.3. Caractère de production .....	39
II.3.1. Taux de germination (%) .....	39
II.3.2. Nombre de tallage herbacé/ plante .....	40
II.3.3. Nombre de tallage épis .....	40
II.3.4. Efficience de transformation des talles herbacées en talles épis (%) .....	41
II.3.5. Nombre d'épis/m <sup>2</sup> .....	41
II.3.6. Nombre d'épillets par épi .....	42
II.3.7. Nombre de grains/épi .....	42
II.3.8. Poids de 1000 grains (PMG) .....	43
II.3.9. Estimation du rendement .....	43
II.4. Caractère d'adaptation .....	44
II.4.1. Hauteur de la plante .....	44
II.4.2. Longueur du col des épis .....	44
II.4.3. Nombre de nœuds/ plante .....	45
II.4.4. Longueur des épis avec barbes .....	45
II.4.5. Longueur des épis sans barbes .....	46
II.4.6. Longueur des barbes .....	46
II.3.7. Longueur du rachis .....	46
II.4.7. Compacité des épis .....	47
<b>Conclusion</b> .....	48
<b>Référence Bibliographiques</b> .....	49
<b>Annexe</b> .....	54

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1 :</b>	Morphologie du blé .....	7
<b>Figure 2 :</b>	Cycle de développement du blé .....	10
<b>Figure 3 :</b>	Essai expérimental de la zone humide d'El Hadaik .....	24
<b>Figure 4 :</b>	Port de tallage de la plante .....	27
<b>Figure 5 :</b>	Glaucescence de la gaine de la dernière feuille .....	27
<b>Figure 6 :</b>	Pilosité du dernier nœud de la tige .....	28
<b>Figure 7 :</b>	Forme de la troncature de la glume inférieure .....	28
<b>Figure 8 :</b>	Forme du bec de la glume inférieure .....	29
<b>Figure 9 :</b>	Section de la paille de la plante .....	29
<b>Figure 10 :</b>	Forme de l'épi en vue de profil .....	30
<b>Figure 11 :</b>	Forme de l'épi .....	30
<b>Figure 12:</b>	Longueur de la brosse des grains .....	31
<b>Figure 13 :</b>	Essai non réussi de la zone d'El Hadaik avec formation des petits épis ..	35
<b>Figure 14 :</b>	Essai de la zone d'Ain Samara .....	35
<b>Figure 15 :</b>	Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété MIMMO .....	37
<b>Figure 16 :</b>	Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Emilio Lepidio..	38
<b>Figure 17 :</b>	Essai de germination des deux génotypes étudiés .....	39
<b>Figure 18 :</b>	Taux de germination avant le semis des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo .....	39
<b>Figure 19 :</b>	Nombre de tallage herbacé/plante des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo .....	40
<b>Figure 20 :</b>	Nombre de tallage épis/plante des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo.....	40
<b>Figure 21 :</b>	Efficiéce de transformation en tallage épis des des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo .....	41
<b>Figure 22 :</b>	Nombre d'épis/m <sup>2</sup> des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo .....	41
<b>Figure 23:</b>	Nombre d'épis/m <sup>2</sup> des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo .....	42
<b>Figure 24 :</b>	Poids de mille grains desdeux variétés Emilio Lepidio et Mimmo .....	42
<b>Figure 25 :</b>	Nombre d'épillets/épides deux variétés Emilio Lepido et Mimmo .....	43
<b>Figure 26 :</b>	Hauteur des plantes des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo .....	44
<b>Figure 27 :</b>	Longueur du col des épisdes deux variétés Emilio Lepido et Mimmo (cm).....	44
<b>Figure 28 :</b>	Nombre de nœuds /plantedes deux variétés Emilio Lepido et Mimmo .....	45
<b>Figure 29 :</b>	Longueur des épisavec barbes des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo(cm).....	45
<b>Figure 30 :</b>	Longueur des épis sans barbes des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo (cm).....	46
<b>Figure 31 :</b>	Longueur des barbes des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo .....	46
<b>Figure 32 :</b>	Compacité des épis des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo .....	47

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1 :</b>	Production moyenne des principaux pays producteurs de blé dur sur 2013-2015 .....	5
<b>Tableau 2 :</b>	Origine et pédigrée des variétés étudiées .....	23
<b>Tableau 3 :</b>	Fiche descriptive avec différents niveaux d'expression de blé dur (UPOV, 2014) .....	25
<b>Tableau 4 :</b>	Fiche descriptive de la variété Mimmo .....	36
<b>Tableau 5 :</b>	Fiche descriptive de la variété Emilio Lepidio .....	37
<b>Tableau 6 :</b>	Estimation du rendement .....	43
<b>Tableau 7 :</b>	Taux de germination (%) .....	54
<b>Tableau 8 :</b>	Tallage herbacé par plante .....	54
<b>Tableau 9 :</b>	Tallage épi par plante .....	54
<b>Tableau 10 :</b>	Efficience de transformation en tallage épis (%) .....	54
<b>Tableau 11 :</b>	Nombre des épis /m <sup>2</sup> .....	54
<b>Tableau 12 :</b>	Nombre des épillets par épis .....	54
<b>Tableau 13 :</b>	Nombre de grains par épis .....	55
<b>Tableau 14 :</b>	Poids de 1000 grains (PMG) .....	55
<b>Tableau 15 :</b>	Hauteur de la plante en cm .....	56
<b>Tableau 16 :</b>	Longueur de col de l'épi .....	56
<b>Tableau 17 :</b>	Nombre de nœuds par plante .....	56
<b>Tableau 18 :</b>	Longueur des épis avec barbes .....	56
<b>Tableau 19 :</b>	Longueur des épis sans barbes .....	56
<b>Tableau 20 :</b>	Longueur des barbes .....	56
<b>Tableau 21 :</b>	Longueur de rachis en cm .....	57
<b>Tableau 22 :</b>	Compacité de l'épi .....	57

**Titre :** Caractérisation variétale de deux génotypes de nouvelles obtentions de blé dur (*Triticum durum* Desf.) « Mimmo et Emilio Lepido » selon les recommandations de l'UPOV

**Résumé :**

Notre étude a porté sur deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.), cultivées dans deux sites, le premier site au niveau de la zone humide El Hadaik (Skikda) et le deuxième site dans la zone semi-aride Ain Samara (Constantine). Le matériel végétal est constitué de deux variétés de nouvelles obtentions de blé dur Mimmo et Emilio Lepido proviennent d'AXIUM Ain Samara. Le travail est basé sur le suivi et l'analyse comparative des paramètres morphologiques de production et d'adaptation. L'analyse des caractères morphologiques a pour but d'identifier et de caractériser les variétés en utilisant les recommandations de l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV, 2014). Ces derniers consistent en une série de mesures des différents caractères morphologiques qui sont au nombre de 27 pour le blé dur. D'après les résultats obtenus les résultats du site d'El Hadaik ne réussis pas. Les résultats de la création des fiches descriptives de 9 paramètres de la zone semi-aride montrent qu'il y a une variabilité très importante marquée entre les deux variétés. Concernant les paramètres relatifs à la production et l'adaptation montrent une diversité importante entre les deux variétés Mimmo et Emilio Lepido (tallage herbacé, le tallage épi, la compacité de l'épi, et les composants de rendement). Le rendement le plus élevé est marqué chez les deux variétés Emilio Lepido avec 45.93 (qx/ha) par et Mimmo avec 43.38 (qx/ha), ce qui montre que les deux variétés sont plus efficace en production.

**Mots-clés :** *Triticum durum* Desf., caractères de production et adaptation et rendement.

**Title :** Varietal characterization of two genotypes of new durum wheat varieties (*Triticum durum* Desf.) “Mimmo and Emilio Lepido” according to UPOV recommendations

**Abstract :**

Our study focused on two varieties of durum wheat (*Triticum durum* Desf.), grown in two sites, the first site in the wetland El Hadaik (Skikda) and the second site in the semi-arid zone Ain Samara (Constantine). The plant material consists of two varieties of new durum wheat, Mimmo and Emilio Lepido, from AXIUM Ain Samara. The work is based on the monitoring and comparative analysis of the morphological parameters of production and adaptation. The analysis of morphological characteristics aims to identify and characterize varieties using the recommendations of the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV, 2014). The latter consist of a series of measurements of the different morphological characters which are 27 in number for durum wheat. According to the results obtained, the results of the El Hadaik site do not succeed. The results of the creation of descriptive sheets of 9 parameters of the semi-arid zone show that there is a very significant marked variability between the two varieties. Regarding the parameters relating to production and adaptation show a significant diversity between the two varieties Simeto and Core (herbaceous tillering, ear tillering, compactness of the ear, and yield components). The highest yield is marked in the two varieties Emilio Lepido with 45.93 (qx/ha) and Mimmo with 43.38 (qx/ha), which shows that the two varieties are more efficient in production.

**Key words:** *Triticum durum* Desf., production traits and adaptation and yield.

**العنوان:** توصيف نوعي لنوعين وراثيين من أصناف جديدة من القمح الصلب وفقا لتوصيات UPOV لنوعين جدد Mimmo و Emilio

#### **ملخص:**

ركزت دراستنا على صنفين من القمح القاسي Triticum durum Desi نما في موقعين، الأول في الأراضي الرطبة حدائق (سكيدة) والموقع الثاني في المنطقة شبه الجافة عين سمارة (قسنطينة). تتكون المادة النباتية من نوعين من القمح القاسي الجديد، Mimmo و Emilio Lepido، من AXIUM عين سمارة. يعتمد العمل على المراقبة والتحليل المقارن للخصائص المورفولوجية للإنتاج والتكيف. يهدف تحليل الخصائص المورفولوجية و تحديد الأصناف وتوصيفها باستخدام توصيات الاتحاد الدولي لحماية الأصناف النباتية الجديدة (UPOV، 2014). يتكون الأخير من سلسلة من القياسات لمختلف الصفات المورفولوجية التي يبلغ عددها 10 خاصة للقمح الصلب. وبحسب النتائج التي تم الحصول عليها فإن نتائج موقع الحدائق لم تنجح. تظهر نتائج إنشاء أوراق وصفية من 17 خاصة للمنطقة شبه الجافة أن هناك تباينا ملحوظا للغاية بين الصنفين فيما يتعلق بالمعايير المتعلقة بالإنتاج والتكيف، تظهر تنوعًا كبيرًا بين الصنفين Mimmo و Emilio Lepido (الاشطاء العشبي والسنبلي، كثافة السنابل ومكونات المحصول تم تمييز أعلى إنتاجية في كلا الصنفين Emilio Lepido بـ 45.93 قنطار في الهكتار بصنف Mimmo مع 43.38 قنطار في الهكتار، مما يدل على أن الصنفين يعدا أكثر كفاءة في الإنتاج.

**الكلمات المفتاحية:** Triticum durum Dest، سمات الإنتاج والتكيف والمحصول.

# **INTRODUCTION**

## Introduction

À l'échelle mondiale, les céréales représentent une denrée alimentaire stratégique. De nos jours, elles constituent la principale source de nutrition pour les êtres humains et les animaux (**Slama *et al.*, 2005**). En Méditerranée, le blé occupe une place essentielle dans les sociétés, les modes de consommation, les relations entre le pouvoir et les populations, ainsi que dans les échanges commerciaux au sein de cette région (**Abis, 2012**).

La culture des céréales est très ancienne en Algérie ; le blé et l'orge occupent une place de premier ordre parmi les plantes cultivées (**INRAA, 2006**). La céréaliculture reste une priorité stratégique dans le domaine de l'agriculture. En effet, en 2017, la superficie consacrée à la culture des céréales représentait plus de 3.5 millions d'hectares, soit environ 40 % des Surfaces Agricoles Utiles (SAU). Cependant, le rendement en grains demeure très faible, avec une production annuelle de 3.47 millions de tonnes et un rendement national moyen de 9.90 qx/ha (**FAOSTAT, 2019**). Sur le marché mondial, notre pays demeure parmi les principaux importateurs de céréales, notamment de blé dur, en raison de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissants de la population (**Ammar, 2015**).

L'amélioration des plantes est au cœur des activités des semenciers. Les connaissances et les outils nécessaires pour obtenir de nouvelles variétés ont conduit à l'émergence du métier de sélectionneur. Il s'agit avant tout d'un métier de terrain, d'observation et de patience. En effet, le développement d'une nouvelle variété peut nécessiter jusqu'à 15 ans de travail avant sa commercialisation (**ARN, 2017**). Les programmes d'amélioration se concentrent principalement sur l'augmentation du rendement, la résistance aux stress biotiques et abiotiques, ainsi que l'amélioration des propriétés physico-chimiques, afin de répondre aux besoins des agriculteurs, des transformateurs et des consommateurs. Cependant, la sélection directe basée sur le rendement a montré ses limites et son faible rendement en présence de l'interaction génotype x milieu (**Bendjama *et al.*, 2014 ; Haddad *et al.*, 2016**).

L'amélioration du rendement en grain est généralement abordée de manière directe ou indirecte (**Fellahi *et al.*, 2018, 2020**). La sélection directe utilise le rendement lui-même, mesuré après la mort de la plante. La sélection indirecte utilise les composantes du rendement et les caractères morpho-physiologiques (**Reynolds *et al.*, 2007 ; Adjabi *et al.*, 2007**). Les sélectionneurs doivent étudier, identifier et vérifier les caractères phénologiques, morpho-physiologiques, biochimiques et agronomiques liés au rendement dans des conditions défavorables. Plusieurs caractères sont mentionnés dans la littérature comme étant plus ou moins liés à la tolérance ou à la performance sous conditions de stress. Parmi ces caractères, on trouve la date d'épiaison et la hauteur de la plante, pour lesquels la sélection indirecte peut être efficace.

La caractérisation des ressources génétiques est une étape clé dans la sélection (**Amallah *et al.*, 2016**). Elle permet de préserver et de réhabiliter ce patrimoine génétique (**Chentoufi *et al.*, 2014**). Ces étapes permettent également d'estimer l'existence de la diversité dans le matériel

étudié et sont considérées comme un point de départ pour son utilisation dans les programmes d'amélioration des cultures.

L'objectif de ce travail est d'étudier le comportement morpho-physiologiques de deux variétés de blé dur de nouvelles obtentions « Mimmo et Emilio Lepido » en se basant sur les recommandations de l'Union Internationale des Protections des Obtentions Végétales (UPOV, 2014) dans deux zones de conditions climatiques différentes, une zone humide sise à El Hadaik dans la wilaya de Skikda et une zone semi-aride sise à Ain Samara dans la wilaya de Constantine.

Il s'agit d'évaluer les caractères de production et d'adaptation à travers des fiches descriptives afin de connaître ces ressources génétiques et de situer les particularités avant de se lancer dans des programmes d'amélioration.

# **Partie I : Etude bibliographique**

### I.1. Historique de blé dur

La culture des céréales a joué un rôle essentiel dans le développement des grandes civilisations, car elle a été l'une des premières activités agricoles. À une époque reculée, il y a plus de trois millions d'années, les hommes préhistoriques étaient des nomades qui se nourrissaient principalement de chasse et de cueillette de fruits. Progressivement, ces sociétés nomades ont adopté la sédentarité, ce qui leur a permis de cultiver des céréales.

Le blé, une céréale connue depuis l'Antiquité (**Ruel, 2006**), a été cultivé dès le mésolithique, vers 7000 avant Jésus-Christ (**Anonyme, 1981 ; Ruel, 2006**). Le blé dur, quant à lui, provient des régions de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran (**Feldman, 2001**).

Le terme "blé" trouve probablement son origine dans le gaulois "blato", à l'origine du vieux français "blaie", "blee", "blaier", "blaver", qui a donné le verbe "ensemencer" signifiant semer avec du blé. Il désigne les grains qui, une fois broyés, fournissent de la farine pour la préparation de bouillies (polenta), de crêpes ou de pain. Sous le terme "blé", on trouve différentes espèces, notamment le genre *Triticum* (du latin "*Tritus*", signifiant broyage, frottement), qui englobe le blé moderne (froment), l'orge (*Hordeum*), le seigle (*Secale cereale*) et le blé noir (Sarrasin).

C'est vers 300 av. JC. que les premières techniques de panification ont été développées par les Égyptiens, qui préparaient déjà des galettes à base de blé. Cela a permis à l'homme de produire sa propre nourriture et d'atteindre l'autosuffisance alimentaire. À cette époque, les premiers échanges commerciaux ont également fait leur apparition. Par la suite, les techniques de panification se sont améliorées grâce aux Hébreux, aux Grecs, et enfin aux Romains, qui ont répandu son utilisation à travers l'Europe. Le blé est devenu l'un des éléments essentiels de l'alimentation humaine (**Yves et de Buyer, 2000**).

### I.2. Origine du blé dur

Depuis l'avènement de l'agriculture, le blé est devenu la pierre angulaire de l'alimentation humaine (**Ruel, 2006**). Cette espèce est connue depuis l'Antiquité et constitue la base alimentaire des populations à travers le monde (**Yves et Buyer, 2000**). Pendant de nombreux siècles, le blé a été vénéré comme un symbole divin associé à la pluie, à l'agriculture et à la fertilité (**Ruel, 2006**).

La découverte du blé remonte à environ 15 000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, qui englobe la vallée du Jourdain et des zones adjacentes en Palestine, en Jordanie, en Irak et à la bordure ouest de l'Iran (**Feldman et Sears, 1981 ; Mouellef, 2010**). C'était une époque où les hommes pratiquaient déjà la cueillette et commençaient à se familiariser avec l'agriculture. Cette période coïncidait avec une phase climatique aride qui a entraîné la transition du mode de vie de chasseur-cueilleur vers la domestication progressive des plantes et la création des premières communautés villageoises (**Wadley et Martin, 1993 in Ouanzar, 2012**).

Le blé est indéniablement l'une des ressources alimentaires majeures de l'humanité. Son histoire est étroitement liée à celle de l'homme et de l'agriculture, et sa culture remonte à l'époque préhistorique, marquant le début de l'agriculture néolithique en Europe il y a environ 8000 ans. La culture la plus ancienne semble être celle du blé dur dans le croissant fertile de la Mésopotamie (**Feillet, 2000**).

Léon Ducellier (1878-1937), en particulier, a consacré une grande partie de son travail à l'étude du blé. Au début du XXe siècle, il a entrepris le recensement d'une flore peu connue. Il a découvert et analysé de nombreuses variétés qui peuplaient les champs cultivés, recueillant des échantillons représentatifs des variétés les plus productives, résistantes à la sécheresse ou à certaines maladies. Les variétés de blé ont d'abord évolué indépendamment de l'intervention humaine, puis ont été soumises à une sélection exercée par les premiers agriculteurs (**Henry et Buysier, 2001**).

### I.2.1. Origine génétique

Il y a environ 10 000 ans, dans la région du Croissant fertile au Proche-Orient, le blé a été domestiqué par hybridation entre trois espèces d'une graminée sauvage : l'épeautre ou engrain sauvage, *Triticum spelta* L., *Triticum boeoticum* et *Aegilops longissima*. La diffusion du blé vers l'Europe occidentale s'est réalisée principalement par deux axes. D'une part, à partir de 5 000 avant notre ère, un blé panifiable était cultivé dans le sud de la France, en suivant la route méditerranéenne. D'autre part, dans la vallée du Danube, deux espèces de blé non panifiables (amidonnier et engrain) datant de 4 000 ans ont été découvertes dans la région parisienne, ainsi que du froment en Bretagne et en Normandie. La détermination de l'origine spécifique de chaque génome du blé est complexe en raison 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 :

- *Triticum aestivum* : 42 chromosomes, hexaploïde.
- *Triticum turgidum* : 28 chromosomes, tétraploïde [ $2n = 4x = 28$ ] Génome AABB.
- *Triticum monococcum* : 14 chromosomes, diploïde.

### I.2.2. Origine géographique

Selon Vavilov cité dans **Ounzar (2012)**, le blé dur a deux origines principales : l'Abyssinie (région de l'Éthiopie) et l'Afrique du Nord. En revanche, selon **Grignac (1978)**, le Moyen-Orient est considéré comme le centre de diversification du blé dur, où il s'est différencié en trois régions distinctes : le Bassin Occidental de la Méditerranée, le Sud de la Russie et le Proche-Orient (Syrie et Nord de la Palestine).

### I.3. Production de blé dur

#### I.3.1. Dans le monde

Le blé occupe la première place parmi les céréales en termes de production mondiale, après le riz. Il constitue une source alimentaire majeure pour la population humaine, assurant environ 15% de ses besoins énergétiques (**Bajji, 1999**). Le blé dur représente environ 8 à 10% de la surface totale consacrée à la culture des blés dur et tendre dans le monde. La superficie moyenne annuelle consacrée à la culture du blé dur est estimée à 8 millions d'hectares, pour une production annuelle moyenne de 37,9 millions de tonnes (moyennes de la période 2006-2010). On estime que la demande en blé dur atteindra 1 milliard de tonnes d'ici 2020.

En 2013/2014, le secteur de l'alimentation humaine, des semences et des usages industriels représentait environ 94% de l'utilisation intérieure du blé en Afrique du Nord, avec 46 millions de tonnes importées cette année-là. Les pays d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient concentrent environ un tiers des échanges mondiaux de blé, et l'Égypte est le premier importateur avec 10 millions de tonnes, suivi de l'Algérie avec 6,5 millions de tonnes. Le Maroc, la Libye et la Tunisie importent également des quantités plus faibles (**Auriane, 2014**).

**Tableau 1** : Production moyenne des principaux pays producteurs de blé dur sur 2013-2015 (FAO, 2016).

Principaux pays Producteurs	Production moyenne (en millions tonnes)	Part de la production mondiale
<b>Canada</b>	5.7	15%
<b>Italie</b>	4	11%
<b>Turquie</b>	3.8	10%
<b>Mexique</b>	2.3	6%
<b>Kazakhstan</b>	2	5%
<b>Algérie</b>	2	5%
<b>Maroc</b>	1.9	5%
<b>USA</b>	1.8	5%
<b>France</b>	1.7	4.5%
<b>Australie</b>	0.5	1%

#### I.1.1. En Algérie

L'Algérie se positionne parmi les plus importants consommateurs mondiaux de blé. D'après le département américain de l'Agriculture en février 2023, les importations de blé devraient atteindre 8.3 millions de tonnes cette année, constituant ainsi le plus haut niveau depuis 2016-17. Ce volume représente une augmentation d'environ 1 million de tonnes par rapport à l'année précédente (**Salah, 2023**).

Actuellement, le rendement des champs algériens est estimé à environ 16 quintaux par hectare en 2021, un chiffre relativement bas compte tenu de la taille du pays, surtout lorsqu'on le compare à celui de ses voisins tels que l'Égypte et la Tunisie. Dans cette perspective, le président a exprimé la demande de doubler ce rendement et d'atteindre 30 quintaux par hectare (**Salah, 2023**).

## I.2. Classification de blé dur

Effectivement, la plupart des céréales appartiennent à la famille des Graminées ou Poacées. Ce sont des plantes herbacées annuelles, monocotylédones. Parmi ces céréales, on trouve le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le millet et le sorgho. Certaines céréales appartiennent à la sous-famille des Festucoïdées, tels que le blé, l'orge, l'avoine et le seigle. D'autres font partie de la sous-famille des Panicoïdées, comme le maïs, le riz, le sorgho et le millet. Le blé dur, en particulier, est une céréale autogame qui appartient à l'ordre des Graminales ou Poales, à la famille des Graminées ou Poaceae (**Nedjah, 2015**).

Selon **Cronquist (1981)**, le blé dur appartient à la classification suivante :

- **Règne :** Plante
- **Sous Règne :** Tracheobionta
- **Division :** Magnoliophyta
- **Classe :** Liliopsida
- **Sous-classe :** Commelinidae
- **Ordre :** Cyperales
- **Famille :** Gramineae
- **Tribu :** Triticeae
- **Genre :** *Triticum*
- **Espèce :** *Triticum turgidum*
- **Sous-espèce :** *Triticum turgidum* subsp. *durum* (Desf.)

Selon la troisième classification des groupes d'Angiospermes de 2009 (APG III), le blé dur appartient à la classification suivante :

- **Règne :** Plantae
- **Clade :** Angiospermes
- **Clade :** Spermaphytes
- **Clade :** Monocotylédones
- **Clade :** Commelinidées
- **Ordre :** Poales
- **Famille :** Poaceae
- **Sous famille :** Pooideae
- **Tribu :** Triticeae
- **Sous Tribu :** Triticinae
- **Genre :** *Triticum*
- **Espèce :** *Triticum durum* Des

I.3. Description botanique de blé dur

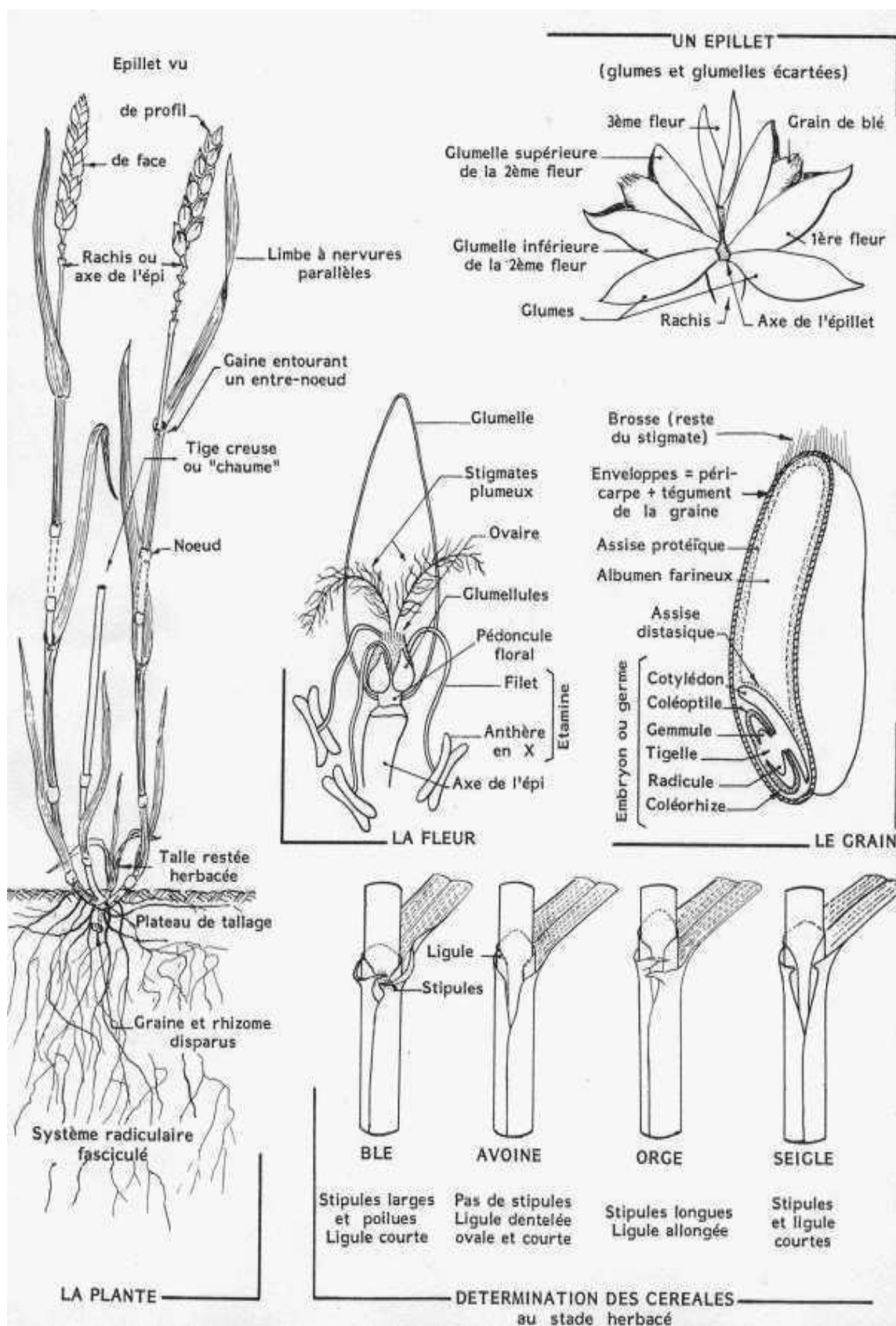


Figure 1 : Morphologie du blé (Soltner, 198

### I.3.1. Description du grain

Le grain de blé possède plusieurs caractéristiques distinctives. C'est une caryopse sèche, ce qui signifie qu'il est un fruit sec indéhiscent et uniloculaire (Figure 1). Sa forme est ovale et il semble être replié sur lui-même des deux côtés, avec un pli ventral marquant la jonction des deux plis. À l'opposé du pli se trouve l'embryon, également appelé germe ou chiot. À l'extrémité supérieure du grain se trouvent des poils minuscules. (**Dondlinger et al., 1877**).

Le grain entier occupe généralement un espace de 20 à 30 millimètres cubes, dont environ treize quatorzièmes sont occupés par l'endosperme amylacé, riche en amidon et en gluten. L'endosperme entoure principalement l'embryon et ses cellules ont une forme très irrégulière. L'embryon se compose de l'organe absorbant appelé scutellum, ainsi que de minuscules premières feuilles et racines. Il représente environ 6% du poids total du grain de blé. (**Dondlinger et al., 1877**).

L'endosperme et l'embryon sont entièrement enveloppés par une seule couche de cellules appelées cellules d'aleurone ou de gluten. Cette couche intérieure représente 11% de l'épaisseur totale de la graine. Ensuite, vient une seule couche de cellules effondrées appelées tegmen, qui est à son tour entourée d'une troisième enveloppe appelée testa ou épisperme. Le testa contient la majeure partie de la matière colorante du grain, qui peut être de couleur jaune pâle ou orangée. La prédominance de l'une ou l'autre couleur détermine si le blé est qualifié de blanc, jaune ou rouge. Ces trois couches constituent l'enveloppe réelle de la graine. Elles sont à leur tour enveloppées par d'autres couches externes, telles que le son et les enveloppes extérieures du noyau (**Dondlinger et al., 1877**).

Dans chaque variété de blé, certains fleurons sont généralement fertiles, tandis que d'autres sont uniformément stériles. L'ensemble de l'inflorescence peut présenter des variations importantes dans la longueur et la forme du rachis (la tige de l'épi), la taille et la forme de l'épi, la longueur relative des glumes (les enveloppes de l'épi), le nombre et la fertilité des fleurons, et surtout dans les différentes propriétés et couleurs des graines. (**Johan et al., 1860**)

### I.3.2. Description du système aérien

- **La feuille** : des Poacées est composée de deux parties : une gaine qui entoure la tige et qui, depuis le nœud où elle est fixée, couvre la quasi-totalité de l'entre nœud ; un limbe qui se déploie lorsque la feuille atteint sa taille adulte. A maturité le plant de blé possède une douzaine de feuilles sur l'axe principal et un peu moins pour chaque axe secondaire (Figure 1).
- **Le coller = la ligule** : membrane entre le limbe et la gaine.
- **La tige feuillée** est une structure métamérique constituée d'une unité de construction appelée phytomère (Figure 1). Elle comprend un nœud au niveau duquel se trouve le méristème, un bourgeon attaché au nœud et un entre nœud assurant l'essentiel de la croissance en hauteur.

**La fleur** : L'épi est une inflorescence c'est à-dire un ensemble de structures florales (les épillets) regroupées sur un axe appelé rachis (Figure 1). La tige

- métamérisée, l'épi est une structure métamérique dont l'unité de base, l'épillet, est-elle même constituée de plusieurs fleurs. Un épi peut comporter d'une dizaine jusqu'à près de 40 épillets par épi, chacun pouvant renfermer jusqu'à 5 à 6 fleurs fertiles, soit un potentiel de plus de 200 grains par épi. En outre le nombre d'ébauches d'épillets comme de fleurs est encore bien plus élevé. Toutefois, en pratique, on observe tout au plus 80 à 90 grains par épi, et en moyenne entre 30 et 60. Une fleur entourée de ses deux glumelles contient des pièces stériles, les glumellules, trois étamines et un ovaire surmonté de deux styles plumeux. L'ovaire, après fécondation de l'ovule, donnera le grain de blé.

### I.3.3. Description du système racinaire

- **Les racines embryonnaires (primaires)** : Lorsqu'un grain de blé germe, cinq racines embryonnaires se forment généralement, et parfois une sixième racine embryonnaire apparaît lorsque la croissance des semis est forte et dans des conditions environnementales appropriées. Ces racines remplissent les fonctions des racines dans les premiers stades de la vie de la plante (Figure 1).
- **Les racines adventives (coronaires ou fibreuses)** : Ces racines se déploient à partir des nœuds inférieurs de la tige juste en dessous de la surface du sol. Il convient de noter que ces racines ne pénètrent pas très profondément dans le sol dans des conditions de sol optimales, mais qu'elles pénètrent profondément dans des conditions de manque d'humidité du sol. (Figure 1).

## I.4. Cycle de développement de blé dur

Le développement du blé suit un cycle marqué par plusieurs transformations qui impliquent la tige et l'épi. Plusieurs auteurs ont décrit des échelles de notation pour les différents stades de développement du blé, notamment Muame et Dulac (1936), Feeks (1941), Havn (1973), Wadren et Flowday (1979), Martin (1984). Néanmoins, on peut distinguer trois périodes clés dans ce processus (Figure 2).

### I.4.1. Période végétative

#### a. Germination

La germination du blé commence lorsque le grain absorbe entre 20 et 25 % de son poids en eau et que les conditions du sol fournissent l'humidité, la chaleur et l'oxygène nécessaires. Le blé peut germer lorsque la température dépasse le point de congélation (0 °C) (**Soltner, 1988**), avec une température optimale de 20 à 22 °C (**Jonard, 1951**). Dans des conditions normales, cette phase de germination dure entre 73 et 75 jours, avec une somme des températures atteignant 125 °C (**Boyedieu, 1981**).

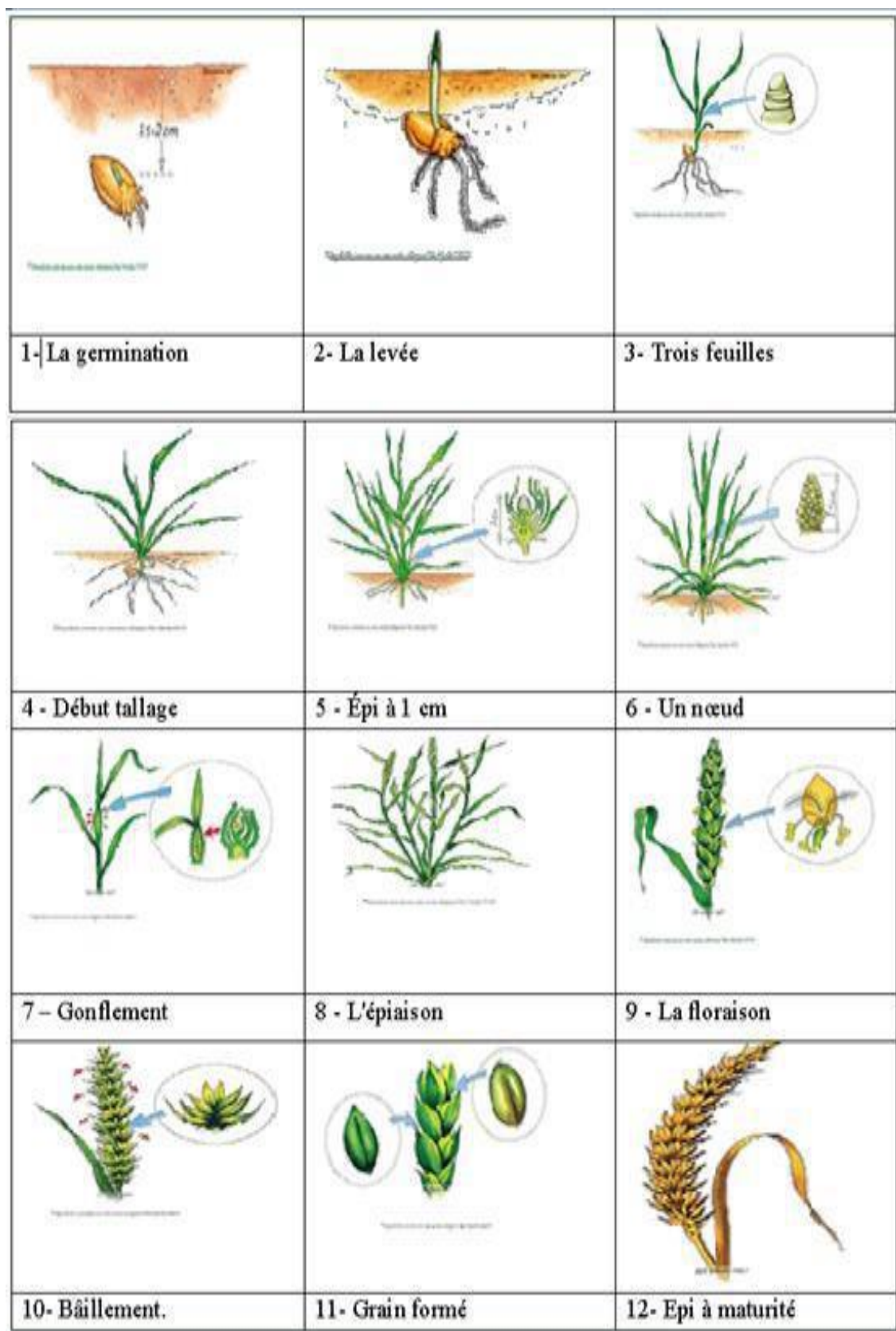


Figure 2 : Cycle de développement du blé (Henry et DE Buyser, 2000)

### *b. Levée*

La phase de levée du blé débute lorsque la première feuille émerge du sommet de la coléoptile. L'axe portant le bourgeon terminal se développe en un rhizome dont la croissance s'arrête à 2 cm sous la surface du sol. Le rythme d'émission des feuilles est régulé par des facteurs externes tels que la durée du jour et la température. La somme des températures requises entre l'apparition de deux feuilles successives est estimée à 100 °C et varie entre 80 °C pour les semis tardifs et 110 °C pour les semis précoces (**Boyedieu, 1981**).

### *c. Tallage*

Après le stade de développement à 3 feuilles, qui marque une étape clé dans la croissance du blé, des bourgeons commencent à se former à l'aisselle des feuilles, donnant ainsi naissance à des ramifications appelées thalles. Chaque thalle primaire produit à son tour des thalles secondaires. Parallèlement, à partir de la base du plateau de tallage, des racines secondaires ou adventives se développent, contribuant à l'augmentation du nombre d'épis. Au stade de plein tallage, la plante se déploie avec un port retombant. Lors du stade de tallage avancé, marqué par la présence de l'épi à 1 cm du plateau de tallage, les thalles connaissent une croissance active. Durant cette phase, le blé a un besoin important en engrais azotés pour soutenir sa croissance (**Martin et al., 1984**).

### *d. Montaison*

La montaison correspond au début du développement de l'épi chez le blé. Pendant cette période, les entre-nœuds de la plante commencent à s'allonger. À la fin de la montaison, la dernière feuille apparaît. Cette feuille revêt une importance cruciale, car elle est responsable à elle seule de 75 % de la productivité de la plante et joue un rôle essentiel dans le processus de remplissage des grains (**Martin et al., 1984**).

## **I.4.2. Période reproductrice**

### *a. Epiaison*

L'épiaison du blé débute lorsque la gaine qui entoure l'épi se rompt, laissant ainsi l'épi se dégager progressivement. Ce stade est également caractérisé par le gonflement de l'épi. Pendant cette période, le nombre total d'épis est déterminé, de même que le nombre total de fleurs par épi. C'est une étape cruciale dans le développement du blé, car elle fixe le potentiel de rendement en termes de nombre d'épis et de fleurs par épi (**Martin et al., 1984**).

### *b. Floraison*

La période de floraison est caractérisée par l'émergence des étamines des épillets et prend fin lorsque toutes les étamines sont visibles à l'extérieur (**Martin et al., 1984**). Les anthères se manifestent sous forme de couleur jaune et, après une exposition au soleil, elles deviennent blanches. Environ 15 jours après la floraison, le blé commence à subir une transformation de couleur : il perd sa teinte verte pour adopter des nuances de jaune, doré ou bronze.

### I.4.3. Période de maturité

Le cycle végétatif s'achève par la maturation qui dure en moyenne 45 jours. Les grains vont progressivement se remplir et passer par différents stades tels que :

#### *a. Maturité laiteuse*

À ce stade, on observe une migration des substances de réserve vers le grain et la formation des enveloppes. Le grain présente une couleur vert clair et une texture laiteuse, et il atteint sa taille finale.

#### *b. Maturités pâteuses*

Pendant cette phase, les réserves se déplacent des parties végétales vers les grains. La teneur en amidon augmente tandis que le taux d'humidité diminue. Lorsque le blé est mûr, la plante est sèche et les graines des épis sont chargées en réserves. C'est pendant cette période de formation du grain que se produit le palier hydrique, une phase très sensible à la dessiccation des grains, où la quantité d'eau contenue dans le grain reste constante.

#### *c. Maturité complète*

Après la phase pâteuse, le grain atteint sa maturité et se déshydrate. Il acquiert une couleur jaune foncé, durcit et devient brillant. Ce stade est sensible aux conditions climatiques et aux méthodes de récolte. Lorsqu'il est complètement mûr, le grain présente la couleur caractéristique de la variété, la plante est sèche, et le grain mature se détache naturellement de l'épi.

## I.5. Amélioration génétique du blé dur

### I.5.1. Objectifs et critères de sélections

L'objectif principal de tout programme de sélection est de développer des variétés de blé avec un rendement élevé et stable. L'environnement dans lequel se déroule la sélection joue un rôle crucial. Tous les environnements ne sont pas équivalents pour révéler les différences génétiques. L'interaction génotype  $\times$  environnement complique les efforts de sélection. Le processus de sélection diffère en fonction de la recherche d'une adaptation spécifique ou d'une adaptation générale (**Annichiarico et al., 2006**). En effet, selon Bouzerzour et al. (1998), dans des environnements variables, l'efficacité de la sélection basée uniquement sur le rendement en grain varie considérablement en raison de l'effet de l'environnement qui influence le niveau de ce trait et ses relations avec d'autres variables d'une année à l'autre.

Les sélectionneurs de blé dur accordent une grande importance à l'amélioration simultanée des caractéristiques agronomiques, de la résistance aux maladies et des caractéristiques qualitatives. Les caractéristiques agronomiques comprennent le rendement et ses composantes, la hauteur de la plante, la biomasse produite aux stades végétatifs de l'épiaison et de la maturité. La résistance aux

maladies concerne les rouilles (*Puccinia tritici*), la septoriose (*septoria tritici*) et la tache bronzée. Les caractéristiques qualitatives se concentrent principalement sur le grain et englobent le poids spécifique, le pourcentage de grains durs

vitreux, l'indice de couleur jaune, le taux d'extraction et la teneur en protéines (**Anonyme, 2006**).

Le processus de création d'une nouvelle variété commence par la production d'hybrides F1 par le croisement de deux parents ou plus. Les sélectionneurs doivent veiller à ce que tous les parents utilisés pour le croisement possèdent collectivement la majorité des caractéristiques recherchées pour la nouvelle variété. Dans le cas des populations autogames, la génération F2 issue de l'autofécondation des sujets F1 présente une grande variabilité génétique (**Laala, 2009**). La sélection des plantes possédant les caractéristiques recherchées commence en F2 et se poursuit jusqu'à F7-F8, lorsque la descendance devient uniforme. Cette sélection précoce est basée sur des caractéristiques dont l'expression est moins dépendante des conditions environnementales, telles que la hauteur, la précocité et la sensibilité aux maladies. La sélection des caractères complexes tels que le rendement et la qualité du grain est effectuée plus tardivement sur un matériel génétiquement plus homogène, en utilisant des dispositifs plus rigoureux pour contrôler la variation environnementale (**Anonyme, 2006**).

- *La sélection pour la productivité*

L'amélioration du rendement en grain du blé est un processus génétiquement complexe qui implique la sélection conjointe de la productivité et des caractères adaptatifs aux conditions biotiques et abiotiques. Cette amélioration se fait progressivement et de manière continue en modifiant les composantes du rendement (**Doré Varoquaux, 2006**). La connaissance des relations entre les composantes et le rendement permet d'identifier les composantes à utiliser comme critères de sélection, afin de promouvoir les caractères capables d'améliorer le rendement (**Mekhlouf et Bouzerzour, 2000**).

Le nombre de grains produits par unité de surface, qui est le résultat du produit du nombre d'épis et du nombre de grains par épi, est le caractère le plus étroitement lié au rendement. Par conséquent, la sélection simultanée des épis et du nombre de grains par épi conduit inévitablement à l'amélioration de la productivité (**Bahlouli et al., 2005**). Cependant, Bahlouli et al. notent un effet de compensation négatif entre ces deux composantes dans des conditions semi-arides. L'amélioration de l'une de ces composantes réduit l'autre, ce qui a des effets non contrôlés sur le rendement en grain. Cet effet de compensation est d'autant plus important que ces deux composantes se développent à des périodes différentes et subissent des niveaux de stress variables. Le poids moyen des grains, exprimé en poids de 1000 grains, ne semble pas avoir d'influence sur le rendement. Cette composante reste peu maîtrisée en raison des effets combinés de la compensation avec le nombre de grains par épi et des stress en fin de cycle (**Benbelkacem et Kellou, 2001**).

Le rendement en grain résulte de la production de matière sèche pendant la pré- et la post-anthèse. L'indice de récolte représente la proportion de biomasse aérienne produite à maturité qui se trouve dans les grains. Il mesure la capacité de répartition de la biomasse

produite entre la partie économique (les grains) et le reste de la plante (la paille). Selon **Karrou (2000)**, pour améliorer l'indice de récolte, il faut trouver un compromis entre la source et le puits.

**Berger et Planchon (1990)** estiment que la sélection de l'indice de récolte entraîne des modifications de l'architecture de la plante, la rendant très sensible aux variations environnementales dans des environnements instables en réduisant la hauteur de la paille au profit du nombre de grains par mètre carré. **El-Mourid (1988)** et **Sharma (1992)** rapportent une relation positive et significative entre la biomasse aérienne accumulée au stade de l'anthèse et le rendement. Ainsi, la biomasse aérienne revêt un intérêt majeur en sélection, tout comme le rendement, car elle apparaît comme un facteur limitant du rendement (**Mekhlouf et Bouzerzour, 2000**).

Parmi cette biomasse, le poids de l'épi au stade de l'épiaison est un bon indicateur du rendement potentiel lorsque le remplissage du

- *La sélection pour l'adaptabilité*

L'amélioration génétique des variétés de cultures est un processus complexe qui vise à développer des variétés stables dans le temps et adaptées à différentes régions de production. Cependant, il existe souvent un compromis entre la stabilité, l'adaptabilité et le rendement grainier.

Les variétés stables dans le temps sont attrayantes pour les agriculteurs, car elles offrent un haut rendement de manière régulière. Cependant, ces variétés ne sont pas nécessairement les plus productives et peuvent avoir une moindre réponse à la fertilité du milieu. En revanche, les variétés adaptées à une large zone de production peuvent être moins stables dans le temps et moins productives. Ainsi, il est important de trouver un équilibre entre stabilité et adaptabilité pour développer des variétés performantes (**Witcombe et al., 2004**).

L'adaptabilité d'une variété est étroitement liée à sa phénologie et à sa capacité de croissance hivernale. Une croissance active en début de cycle, avec une moindre sensibilité aux basses températures, permet une meilleure utilisation de l'eau et une production de biomasse aérienne plus importante. De plus, une moindre sensibilité à la photopériode permet à la plante d'épier plus tôt, réduisant ainsi son exposition aux stress abiotiques en fin de cycle. En revanche, les variétés ayant des besoins élevés en vernalisation ou en longueur de jour ont souvent une croissance végétative importante qui se manifeste tardivement, les exposant davantage aux stress de sécheresse et de hautes températures en fin de cycle (**Oosterom et al., 1993**).

Dans les régions arides et semi-arides où les ressources en eau sont limitées, le développement de variétés plus économes en eau peut contribuer à améliorer les rendements. La sélection pour la tolérance aux stress hydriques induit une baisse des rendements, mais cette diminution est généralement moins importante chez les variétés tolérantes par rapport aux variétés sensibles. Les plantes économes en eau régulent leur transpiration en modulant leur indice foliaire en fonction de leur approvisionnement en eau, ce qui leur permet d'éviter la déshydratation et de maximiser leur utilisation de l'eau disponible (**Simane et al., 1993 ; Richards et al., 2002**).

En sélection variétale, il est souvent difficile de mesurer directement des critères physiologiques complexes sur un grand nombre de lignées. Par conséquent, les sélectionneurs

se concentrent souvent sur des caractères facilement mesurables. Dans ce contexte, des indices tels que l'indice b, l'indice S et l'indice P ont été proposés pour évaluer la tolérance au stress et la réponse du rendement grainier. Ces indices permettent de prendre en compte la performance des variétés dans des conditions de stress (Finlay et Wilkinson, 1963 ; Fisher et Maurer, 1978 ; Roseille et Hamlin, 1981 ; Lin et Binns, 1986).

En résumé, l'amélioration génétique des variétés de cultures vise à développer des variétés stables et adaptées, tout en maximisant le rendement

### I.5.2. La sélection assistée par les marqueurs moléculaires

La sélection variétale traditionnelle se base sur l'évaluation phénotypique des lignées, c'est-à-dire l'observation de leurs caractéristiques visibles dans un environnement donné. Cependant, avec l'avancée des techniques génétiques, il est possible d'utiliser des marqueurs biochimiques ou moléculaires pour faciliter la sélection des caractères d'intérêt. Lorsqu'un gène mutant contrôlant un caractère spécifique est identifié, il peut être localisé sur la carte génétique en utilisant des techniques de cartographie génétique et de recombinaison génétique. Ce gène mutant devient alors un marqueur qui est associé à d'autres gènes d'intérêt liés à lui. Cette utilisation des marqueurs génétiques pour sélectionner des caractères souhaités est appelée sélection indirecte (Steele *et al.*, 2006).

La sélection assistée par les marqueurs (SAM) est une approche qui combine l'utilisation de marqueurs génétiques et de techniques de sélection classique pour améliorer les plantes. Bien que la SAM soit encore relativement nouvelle dans les programmes d'amélioration des céréales, des recherches sont en cours pour développer et adapter cette méthode. Elle peut être utilisée pour détecter des lignées résistantes aux maladies, pour combiner plusieurs gènes d'intérêt dans une même lignée (pyramidage des gènes) et pour identifier des locus de caractères quantitatifs (QTL) ayant un déterminisme génétique simple (Feuillet *et al.*, 2003).

En résumé, la sélection assistée par les marqueurs est une approche prometteuse pour faciliter la sélection des caractères d'intérêt dans les programmes d'amélioration des cultures. Elle permet d'identifier et de suivre les gènes d'intérêt en utilisant des marqueurs génétiques, ce qui accélère le processus de sélection et améliore l'efficacité de l'amélioration génétique des plantes.

#### I.5.2.1. Les différents types de marqueurs

- *Les marqueurs morphologiques*

Ces caractères sont généralement utilisés dans la sélection traditionnelle et comprennent des traits morphologiques tels que la hauteur, la précocité, les composantes et le rendement, entre autres. Cependant, ces marqueurs présentent certaines limitations, notamment leur sensibilité aux variations environnementales, ce qui les rend moins efficaces en matière de sélection. De plus, leur mise en œuvre est coûteuse et nécessite des populations de grande taille, ainsi que plusieurs années d'observation dans différents environnements (Prioul *et al.*, 1997).

- *Les marqueurs biochimiques*

Les isozymes sont des enzymes exprimées dans les cellules végétales et sont utilisés comme des marqueurs biochimiques dans l'amélioration des plantes. Ils sont extraits et analysés par électrophorèse sur gel afin de déterminer le polymorphisme enzymatique. Comparés aux marqueurs morphologiques, les marqueurs isozymiques sont plus efficaces. Cependant, ils présentent un polymorphisme moins élevé, en particulier chez les génotypes homozygotes (**Zhu et al., 1999**).

- *Les marqueurs moléculaires*

Les marqueurs moléculaires sont basés sur le polymorphisme naturel de l'ADN et les mécanismes associés tels que les délétions, les substitutions et les additions. Ils offrent plusieurs méthodes pour identifier et amplifier ce polymorphisme moléculaire, ce qui les rend utilisables en sélection. Ces marqueurs présentent de nombreux avantages, notamment une identification facile, un polymorphisme élevé et une répartition à travers tout le génome. Ils sont peu sensibles aux effets de l'environnement, ce qui les rend facilement reproductibles. Ces marqueurs peuvent être détectés dans tous les organes de l'individu étudié (feuilles, racines, tiges, grains) et à tous les stades végétatifs, ce qui permet d'anticiper précocement les meilleures combinaisons géniques. Ils sont utiles pour la caractérisation du germoplasme, la sélection assistée par des marqueurs, ainsi que pour les analyses génomiques et phylogénétiques. En établissant des cartes génétiques, les marqueurs moléculaires permettent de représenter chaque chromosome sous forme d'un ensemble de marqueurs dont l'ordre et l'espacement sont déterminés en comparant les individus de la descendance d'un croisement (**Feuillet et al., 2003**).

Les caractères mono-géniques, qui sont transmis de manière simple à la descendance d'un croisement, peuvent être localisés sur une carte génétique en utilisant des marqueurs moléculaires même si la séquence du gène responsable du phénotype intéressant n'est pas connue. En revanche, les caractères quantitatifs, qui résultent de l'action de plusieurs gènes, peuvent être associés à des régions chromosomiques spécifiques appelées QTL (Quantitative Trait Loci) en utilisant des méthodes statistiques et des marqueurs moléculaires. L'identification des QTL se fait en étudiant la corrélation entre les caractères phénotypiques observés dans la descendance d'un croisement et la présence des marqueurs moléculaires associés. Une fois les QTL identifiés, les sélectionneurs peuvent repérer les plantes d'intérêt dans la descendance d'un croisement en se basant sur la présence des marqueurs moléculaires proches des gènes contrôlant les caractères recherchés. Les marqueurs génétiques permettent ainsi d'établir l'empreinte génétique d'un individu et de suivre les gènes impliqués dans l'expression de caractères d'intérêt agronomique ou technologique (**Feuillet et al., 2003**).

#### **1.5.2.2. Utilisation de la sélection assistée par les marqueurs (SAM)**

- *Sélection pour la résistance aux maladies cryptogamiques*

La sélection assistée par marqueurs (SAM) repose sur la capacité à détecter la présence d'un gène ou d'une caractéristique agronomique intéressante en recherchant le marqueur qui lui est étroitement lié. La SAM est une méthode non destructive qui nécessite peu de tissu végétal et qui n'est pas influencée par les facteurs environnementaux. Elle présente des avantages

Significatifs lorsqu'il s'agit d'évaluer des caractères difficiles, coûteux à évaluer ou influencés par les conditions climatiques, tels que la résistance aux stress biotiques et abiotiques. Dans les régions où le pathogène n'est pas encore présent, l'utilisation de la SAM est indispensable pour anticiper les problèmes, par exemple en améliorant la résistance contre les maladies (**Feuillet *et al.*, 2003**).

La SAM est également très utile dans les programmes d'introggression visant à modifier de manière ciblée un matériel génétique existant. Cette approche implique le croisement de deux lignées, l'une considérée comme le parent donneur et l'autre comme le parent receveur, suivi d'une série de rétro-croisements successifs pour éliminer progressivement le génome du parent donneur tout en conservant de manière ciblée le segment d'intérêt. De plus, la SAM peut être utilisée pour accumuler des gènes de résistance complémentaires contre une même maladie dans une plante, ce qui permet d'obtenir une résistance multigénique potentiellement plus stable car plus difficile à contourner par le pathogène. Étant donné que le phénotype seul ne permet pas de distinguer les individus qui possèdent un ou plusieurs gènes de résistance, l'utilisation de marqueurs est indispensable (**Feuillet *et al.*, 2003**).

Cependant, la SAM présente certaines limites. Comparée aux méthodes traditionnelles de sélection, cette nouvelle technologie n'est pas compétitive en termes de coûts et de temps lorsque le phénotype peut être facilement déterminé, comme c'est le cas pour des caractères tels que la hauteur des plantes, la précocité ou la résistance à certaines maladies. De plus, pour la sélection de caractéristiques agronomiques complexes à déterminisme génétique, telles que le rendement, qui sont régies par un grand nombre de gènes ou de QTL (loci de caractères quantitatifs) interagissant entre eux et dont la plupart sont encore inconnus, la SAM est actuellement un outil inefficace (**Thabuis *et al.*, 2004**).

Un exemple de l'utilisation de la SAM est donné par Schachermayer *et al.* (1994), qui ont introgressé des gènes de résistance à la rouille brune chez le blé à partir d'espèces sauvages apparentées, à savoir Lr9 provenant d'*Aegilops umbellulata* et Lr24 d'*Agropyron elongatum*. Après plusieurs rétro-croisements successifs, ces résistances ont été introduites dans une variété de blé présentant un bon niveau qualitatif en tant que variété receveuse. Pour accroître la durabilité de la résistance à

- *Sélection pour la tolérance aux stress abiotiques*

Nous entreprenons des recherches pour localiser les régions du génome impliquées dans les variations des caractères quantitatifs d'intérêt (**Lefort-Buson *et al.*, 1990**). Pour ce faire, nous effectuons des mesures du caractère sur une descendance en ségrégation, dont le polymorphisme moléculaire a été établi et cartographié. Ensuite, nous observons la co- ségrégation des marqueurs et du caractère physiologique ou agronomique d'intérêt. Si des QTL interviennent dans la tolérance à la sécheresse, chacun d'eux sera entouré de marqueurs permettant de les identifier (**Monneveux et Depigny, 1995**).

Une autre approche consiste à induire du stress sur la plante, puis à suivre les modifications induites par ce stress au niveau des protéines ou des ARN messagers. En utilisant les protéines ou les ARNm spécifiques du stress comme sondes, il est ensuite possible

d'identifier les gènes correspondants. Des résultats intéressants ont également été obtenus en étudiant l'expression génique au cours du développement, notamment lors de la phase de déshydratation du grain, qui représente une situation de stress hydrique naturel. Cela a permis de mettre en évidence un ensemble de gènes régulés lors du stress hydrique (**Delseny *et al.*, 1993**).

## I.6. Mécanisme d'adaptation et de production

### I.6.1. Notion de production

La productivité d'un génotype est mesurée par le rendement le plus élevé qui se rapproche le plus du potentiel génétique de ce génotype. Généralement, cette mesure est réalisée dans des conditions de croissance favorables (**Blum et Pnuel, 1990**). Cependant, des études menées par (**Bouzerzour *et al.*, 2000**) ainsi que (**Fellah *et al.*, 2002**) ont montré que les génotypes performants dans des conditions favorables perdent cette capacité lorsqu'ils sont soumis à des contraintes abiotiques.

**Monneveux et This (1996)** soulignent que l'amélioration génétique de la tolérance à la sécheresse d'une espèce cultivée passe par la sélection de caractères liés au rendement dans des conditions de stress. Cela est dû à l'inefficacité de la sélection directe basée uniquement sur le rendement en grain (**Benmahammed *et al.*, 2005**). Ainsi, la sélection pour la tolérance au stress est définie comme la capacité génétique à maintenir un rendement élevé en grains quelles que soient les conditions de croissance prévalentes. Cela correspond au concept de stabilité du rendement (**Cattivelli *et al.*, 2002**).

### I.6.2. Notion d'adaptation

La notion d'adaptation est parfois confondue avec celle de résistance et de tolérance au stress, mais en réalité, l'adaptation n'est que le résultat de la tolérance aux contraintes. Ainsi, une plante adaptée est celle qui tolère ou résiste à un stress donné et parvient à produire à un niveau satisfaisant par rapport à une plante non adaptée (**Ceccarelli *et al.*, 1992 ; Fellah *et al.*, 2002**).

Il existe trois formes distinctes de résistance chez les plantes. La première forme se manifeste par un ensemble de mécanismes qui permettent à la plante d'accepter la contrainte sans en subir les effets, appelée résistance génétique. Elle permet à la plante de résister à la déformation mécanique, à la dégradation membranaire et de maintenir ses activités métaboliques même sous des niveaux élevés de contrainte. La deuxième forme de résistance survient lorsque la plante met en œuvre différents mécanismes, tels que le développement d'un système racinaire en profondeur, pour se maintenir à un niveau de contrainte nettement inférieur à celui exercé par le milieu extérieur. La troisième forme de résistance se caractérise par la capacité de la plante à terminer l'essentiel de son cycle de vie en dehors de la période de contrainte intense. En termes de rendement en grains, Roseille et Hamblin (1981) définissent l'adaptation comme la capacité d'un génotype à produire des rendements élevés en présence ou en absence de stress. L'adaptabilité au milieu est un phénomène essentiel pour les plantes qui ne peuvent pas se déplacer vers un environnement plus favorable. Elle est également cruciale

pour que la culture puisse s'exprimer, produire dans une certaine mesure ou, à défaut, survivre et se reproduire (**Papadakis, 1938**).

### I.6.3. Phénologie

La stratégie utilisée en amélioration variétale pour atténuer les effets du stress consiste à réduire la durée du cycle de la plante. La phénologie régule le développement de la plante et ajuste son cycle végétatif afin de le synchroniser avec les conditions optimales de croissance de l'environnement de production.

La précocité est un mécanisme que la plante utilise pour échapper à la sécheresse. Elle correspond à sa capacité à compléter son cycle pendant la période où l'eau est disponible. La précocité à l'épiaison et à la maturité est un mécanisme important pour éviter la sécheresse tardive (**Hadjichristodoulou, 1987**). Chaque jour gagné en précocité entraîne un gain de rendement variant entre 30 et 85 kg/ha (**Fisher et Maurer, 1978**). La précocité a joué un rôle crucial dans la stabilité des rendements des cultures de blé.

La précocité à l'épiaison peut donc être utilisée comme critère de sélection pour améliorer les rendements dans les zones arides (**Benlaribi, 1990 ; Ben Salem et al., 1997**). Dans les régions où les gelées tardives sont un obstacle à la production céréalière, une précocité excessive n'est pas utile, voire risquée, car elle peut entraîner une instabilité des rendements en grains. Cependant, une précocité modérée peut constituer un avantage lors de la reprise de la croissance après un bref épisode de stress.

Selon **Ali Dib et al. (1992)**, la sélection de génotypes précoces permet d'éviter la coïncidence entre les stades critiques de développement (floraison - maturation) et les périodes où les accidents climatiques (gel, température, etc.) sont les plus fréquents. **Hadjichristodoulou (1987)** souligne que les variétés très précoces atteignent leur maturité suffisamment tôt, avant d'avoir puisé toute l'eau disponible dans les organes du printemps, ce qui entraîne un rendement en grains relativement plus faible par rapport aux variétés tardives.

**Wong et Berker (1986)** cités par **Bouzerzour (1998)** ont observé des corrélations positives et significatives entre la précocité à l'épiaison, le nombre de feuilles sur la tige principale et le nombre d'épillets par épi. Ainsi, les variétés qui produisent plus de tiges sont donc plus précoces et plus fertiles.

### I.6.4. Morphologie de la plante et adaptation au milieu

En milieu variable, les caractères morphologiques peuvent jouer des rôles assez importants qui réduisent la variabilité des rendements en grains (**Harrath, 2003**).

#### I.6.4.1. Les barbes

**Nemmar (1980)** souligne que la présence de barbes chez les céréales favorise l'utilisation de l'eau et la production de matière sèche pendant la phase de maturation. Pendant la phase de remplissage du grain, la photosynthèse est moins affectée par les températures élevées chez les génotypes à barbes par rapport aux génotypes sans barbes (**Fokar et al., 1998**).

La longueur des barbes est également un paramètre morphologique étroitement lié à la tolérance au stress hydrique terminal, du moins chez le blé dur (**Hadjichristodoulou, 1985**). Les barbes, par leur position dressée et leur proximité immédiate avec la graine, jouent un rôle dans sa formation (**Gate et al., 1992**).

#### I.6.4.2. Le col de l'épi

La longueur du col de l'épi a souvent été considérée comme un critère de sélection pour les génotypes tolérants au stress hydrique (**Fisher et Maurer, 1978**). Cependant, la détermination génétique de ce trait est plus complexe que celle de la hauteur de la plante (**El-Hakimi, 1992**). Ce caractère joue un rôle en raison des quantités d'assimilats stockées dans cette partie de la plante, qui peuvent être transportées vers le grain en cas de stress hydrique terminal (**Gate et al., 1992**).

Les caractéristiques de l'épi, telles qu'un épi court et des barbes peu développées, contribuent également à limiter les pertes d'eau (**Febrero et al., 1990**). L'épi assure une activité photosynthétique importante pendant la phase de remplissage du grain, et sa contribution à la photosynthèse de la plante peut représenter entre 13 et 76% (**Biscope et al., 1975**). En cas de stress hydrique, la photosynthèse de l'épi contribue proportionnellement davantage au remplissage du grain que la feuille étendard (**Bammoun, 1997**).

De plus, un col de l'épi long offre une protection contre la contamination de l'épi par les spores de *Septoria* provenant des dernières feuilles de la plante (**Wardlaw, 1967 in Auriau, 1978**).

#### I.6.4.3. La hauteur de la plante

La hauteur de la plante est un critère de sélection important. **Meklich-Hanifi (1983)** a trouvé une corrélation positive et significative entre le rendement et la hauteur de la paille. Cela s'explique par le fait qu'une paille haute est souvent associée à un système racinaire profond, ce qui confère à la plante une capacité d'extraction d'eau supérieure (**Bagga et al., 1970**).

**Fisher et Maurer (1978)** mentionnent que les variétés de blé de grande taille ont un indice de sensibilité au stress hydrique plus faible par rapport aux variétés naines et semi-naines. En d'autres termes, les blés plus grands sont généralement moins sensibles à la contrainte hydrique, ce qui peut contribuer à une meilleure performance en termes de rendement dans des conditions de stress hydrique. Il convient de noter que la hauteur de la plante est un trait complexe et peut être influencée par différents facteurs génétiques et environnementaux.

#### I.6.4.4. Le système racinaire

Le développement de l'appareil racinaire, joue un rôle essentiel dans l'alimentation hydrique et minérale de la plante. **Ben Salem et al. (1991)** notent qu'un appareil racinaire extensif permet au blé de mieux résister à une contrainte hydrique. **Baldy (1973)**, **Benlaribi et al. (1990)** et **Ali Dib et al. (1992)** soulignent la relation positive entre le rapport de la matière sèche racinaire / matière sèche aérienne et la sensibilité à la sécheresse. **Hurd (1974)**, **Sullivan**

(1983) et **El Hakimi (1995)** notent l'existence d'une corrélation positive, en conditions sèches, entre le rendement et le développement racinaire chez les céréales à paille.

#### 1.6.4.5. La dernière feuille (feuille étendard)

La feuille étendard, en raison de son âge et de sa position, joue un rôle crucial dans le processus de remplissage du grain. L'estimation de la durée de vie de la feuille étendard, basée sur l'évolution de sa surface verte, permet de mesurer le niveau de fonctionnement de l'appareil photosynthétique en présence de stress hydrique (**Austin, 1987; Clarke, 1987; Monneveux, 1991, cités dans Kehali, 1997**). Selon **Boyer (1970)** et **Hsiao (1973, cités dans Gettouche, 1990)**, en période de déficit hydrique, la plante réagit en réduisant sa biomasse aérienne, en particulier la surface de sa dernière feuille. Cependant, **Johnson et al. (1983)** suggèrent que les plantes dotées d'une surface foliaire plus importante peuvent mieux tolérer la déshydratation et maintenir un potentiel hydrique élevé.

**Kirkham et al. (1980)** proposaient qu'une surface foliaire réduite puisse être avantageuse, du fait qu'elle réduit effectivement la perte en eau totale de la plante. D'après **Planchon (1973)** *in* **Auriau (1978)** l'assimilation nette potentielle de la dernière feuille dépend:

- De sa surface foliaire
- Du nombre de stomates.
- De la teneur en chlorophylle.
- De l'âge de la feuille.

L'activité photosynthétique de la dernière feuille des céréales est généralement faible au début de son développement, atteint un maximum, puis diminue rapidement à la floraison, marquant le début de la sénescence (**Thorne, 1966, cité dans Auriau, 1978**). Cette activité photosynthétique globale de la dernière feuille pendant la période de floraison à maturité joue un rôle prépondérant dans le rendement des céréales.

Cependant, certaines études mettent en évidence une relation entre les capacités photosynthétiques par unité de surface de la feuille et la productivité d'une plante. C'est notamment le cas du blé, où les variétés modernes à haut rendement ont une photosynthèse plus faible par unité de surface, mais compensent cela par une plus grande surface assimilatrice par rapport aux variétés moins productives (**Dunstone, 1970; Evan, 1975, cités dans Malet et Gunarde, 1981**).

Selon Gallais et Bannerot (**1992, cités par Kehali, 1997**), la contribution de la feuille étendard au poids moyen du grain est supérieure à 5%. **Mossad et al. (1995)** ont constaté que les génotypes qui produisent rapidement davantage de tiges par unité de surface et développent une grande surface foliaire sont capables d'obtenir des rendements en grains acceptables dans des environnements variables. **Blum (1996)** a observé une diminution de la surface foliaire sous stress hydrique, considérée comme une stratégie d'adaptation ou de résistance moyenne au manque d'eau. Cette réduction de la surface foliaire permet de contrôler les pertes d'eau.

#### I.6.4.6. L'enroulement foliaire

L'enroulement des feuilles est un autre mécanisme d'adaptation foliaire développé par les plantes pour faire face au manque d'eau. Chez certaines variétés résistantes de blé, telles que le Polinicum, l'enroulement des feuilles peut être considéré à la fois comme un indicateur de perte de turgescence et comme un moyen d'éviter la déshydratation (**Amokrane et al., 2002**). Des études menées par O'Toole et al. (1980) ont montré que l'enroulement des feuilles entraîne une diminution de 40 à 60% de la transpiration. Ce phénomène se produit à des potentiels hydriques compris entre -0,8 et -1,0 MPa. De plus, la couleur claire des feuilles induit une diminution de la température par augmentation de la réflexion de la lumière reçue, ce qui entraîne une réduction des pertes en eau (**Clarke et al., 1989**).

#### I.6.4.7. Le tallage

Ce trait est influencé par les caractéristiques spécifiques des variétés et les pratiques agricoles utilisées (**Massle, 1981, Gonde et al., 1986**). Le potentiel de tallage est étroitement lié aux composantes du rendement telles que le nombre d'épis, qui dépend largement des tiges herbacées. Le poids des grains est également déterminé par le nombre de tiges, car il existe une compétition entre les différents épis pour l'accumulation des nutriments et l'approvisionnement en eau (**Massle, 1981**).

#### I.6.4.8. Pigmentation anthocyanique

Les anthocyanes sont des pigments et des composés phénoliques présents à l'intérieur des vacuoles des cellules végétales, qui confèrent une coloration rouge-brun ou violacée. Au niveau des feuilles, la pigmentation anthocyanique est généralement plus prononcée à l'extrémité apicale, où la coloration peut être très intense. Celle-ci est principalement influencée par l'exposition au soleil et les températures froides, qui entraînent l'arrêt de la production de chlorophylle par les feuilles (**Hopkins, 2003**).

Les anthocyanes sont non seulement des indicateurs de sénescence (comme la couleur rouge des feuilles en hiver avant leur chute), mais aussi de stress dans les plantes. En réponse à une agression telle que l'infection par le mildiou ou des carences nutritionnelles, une plante peut augmenter sa production d'anthocyanes au niveau des feuilles (**Coulomb et al., 2004**).

#### I.6.4.9. Glaucescence

La glaucescence se caractérise par une pellicule poudreuse- cireuse donnant un aspect blanc-bleuté (**ITGC, 1991**). Elle permet à la plante de se protéger contre la sécheresse en diminuant sa transpiration qui s'accroît par un temps sec (**UPOV, 1994**).

#### I.6.4.10. Pilosité

Le terme pilosité désigne la présence de poils. La pilosité des feuilles et des tiges, est considérée comme un facteur d'adaptation à la

**Partie II : Etude Expérimentale Chapitre  
I : Matériels et méthodes**

## II.1. Matériel végétal utilisé

L'étude a porté sur 2 géotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) fournis par la société SPA AXIUM Agro Multi Investissement Services de Ain Samara au niveau de la wilaya de Constantine, ont été suivis dans notre étude en vue de les caractériser et établir les fiches descriptives selon les recommandations de l'UPOV (2014) et d'étudier les caractères de production et d'adaptation. Ainsi, les géotypes utilisés sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau 2** : Origine et pédigrée des variétés étudiées

Variétés	Origine	Peedigree
<b>Mimmo</b>	Italie	Simeto/ Medora
<b>Emilio Lepido</b>	Italie	Orobel//Acrcohaleno/Svevo

## II.2. Essais expérimentaux

Deux expérimentations sont réalisées au niveau de notre étude, la première au niveau de la zone humide d'El Hadaik dans la wilaya de Skikda et la deuxième au niveau de la zone semi- aride d'Ain Samara dans la wilaya de Constantine.

### II.2. Essai expérimental de la zone humide d'El Hadaik

Le semis est réalisé dans des pots de 30 cm de hauteur, à section circulaire d'un diamètre de 27 cm, installés en plein air dans le jardin d'essai du département des Sciences Agronomiques à l'Université 20 Août 1955 de Skikda, selon un dispositif en bloc de Fisher randomisé à raison de 4 répétitions pour chaque variété (Figure 3).

Les pots sont remplis d'un sol agricole de texture limono- argileuse prélevé de la pépinière du jardin botanique de l'université de Skikda.

Le semis est réalisé le 23 Décembre 2022 à une densité de 8 grains/ pot déterminée sur la base d'un semis de terrain réalisé à 200 grains/m<sup>2</sup> selon le calcul suivant :

- La surface du pot = 27 cm X 27 cm = 728 cm<sup>2</sup>
- 10 000 cm<sup>2</sup> → 200 grains
- 728 cm<sup>2</sup> → Y
- Y = 14.56 grains / pot

Vu le volume limité des pots, il a été retenu 8 grains par pot.

L'arrosage des plantes est entrepris régulièrement à raison de deux fois par semaine durant les premières phases et la quantité d'eau apportée est de 250 ml/ pot à raison de deux fois par semaine à partir du redressement jusqu'à la fin du cycle (grain demi dur). L'essai est entretenu régulièrement par un désherbage manuel.



**Figure 3.** Essai expérimental de la zone humide d'El Hadaik

### II.2.2. Essai expérimental de la zone semi-aride d'Ain Samara

Le semis est réalisé le 24 Décembre 2022, avec semoir classique combiné entre la ligne 17 cm et entre les graines 5 cm avec profondeur de 4 à 5 cm. La dose de semis est de 350 graines/m<sup>2</sup>.

Le précédent cultural est les légumineuses (Pois Protéagineux). L'engrais de fond est réalisé à raison de 1.5 qx/ha de N.P.K (Weatfert) avec la formule suivante : 8% (N) + 36% (P) + 15% (K) + 13% (SO<sub>3</sub>) au post-semis.

La fertilisation azotée est réalisée à deux apports de l'Urée (46%): le premier apport avec 70 kg/ha au stade 4 feuilles et le deuxième apport au stade début montaison (Stade B) avec 100 kg/ha.

Le désherbage est effectué avec un produit de double action le Cossack® OD de Bayer CropScience. Cet produit est un herbicide à base de deux sulfolynurées : le Mésosulfuron et l'Iodosulfuron-méthyl. Le Traitement contre les maladies fongique (les Rouilles, septoriose, tache auréolé, Oïdium...) est effectué avec un insecticide.

### II.3. Paramètres étudiés

#### II.3.1. Création des fiches descriptives

Le but de l'analyse des caractères morphologiques est d'identifier et caractériser les variétés en utilisant les recommandations de l'Union Internationale de Protection des Obtentions Végétales (UPOV, 2014). Ces derniers consistent en une série de mesures des différents caractères morphologiques qui sont au nombre de 27 caractères pour le blé dur (**Tableau 3**).

Les caractères suivis se rapportent à l'appareil végétatif, l'appareil reproducteur et au grain. A cet effet les plantes sont suivies durant tout leur cycle biologique : c'est à dire depuis le semis jusqu'à la maturité et la récolte du grain.

**Tableau 3** : Fiche descriptive avec différents niveaux d'expression de blé dur (UPOV, 2014)

N	Désignation du Caractère	Niveau d'expression	Note
<b>1</b>	Coléoptile : pigmentation anthocyanique	Nulle ou très faible	1
		Faible	3
		Moyenne	5
		Forte	7
		Très forte	9
<b>2*</b>	Première feuille : pigmentation anthocyanique	Nulle ou très faible	1
		Faible	3
		Moyenne	5
		Forte	7
		Très forte	9
<b>3*</b>	Plante : port au tallage (Figure 4)	Dressé	1
		Demi – dressé	3
		Demi dressé à demi étalé	5
		Etalé	7
		Demi étalé	9
<b>4*</b>	Dernière feuille : glaucescence de la gaine (Figure 5)	Nulle ou très faible	1
		Faible	3
		Moyenne	5
		Forte	7
		Très forte	9
<b>5*</b>	Dernière feuille : glaucescence du limbe	Nulle ou très faible	1
		Faible	3
		Moyenne	5
		Forte	7
		Très forte	9
<b>6</b>	Barbes : pigmentation anthocyaniques des pointes	Nulle ou très faible	1
		Faible	3
		Moyenne	5
		Forte	7
		Très forte	9
<b>7</b>	Tige : pilosité du dernier nœud (Figure 6)	Faible	3
		Moyenne	5
		Forte	7
<b>8*</b>	Tige : glaucescence du col de l'épi	Nulle ou très faible	1
		Faible	3
		Moyenne	5
		Forte	7
		Très forte	9
<b>9*</b>	Epi : glaucescence	Nulle ou très faible	1
		Faible	3
		Moyenne	5
		Forte	7
		Très forte	9
<b>10*</b>	Plante : hauteur	Très courte	1
		Courte	3
		Moyenne	5
		Longue	7
		Très longue	9
<b>11*</b>	Distribution des barbes	Sans barbes	1
		Seulement à l'extrémité	2
		Sur la moitié supérieure	3
		Sur toute la longueur	4
<b>12*</b>	Barbe dépassant l'extrémité de l'épi	Plus courtes que l'épi	1
		De mémé longueur	2
		Plus longues que l'épi	3

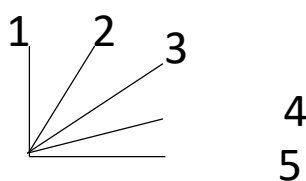
<b>13</b>	Glume inférieure : forme	Arrondie	1
		Ovoïde	2
		Allongée	3
		Fortement allongée	4
<b>14</b>	Glume inférieure : forme de la troncature (Figure 7)	Inclinée	1
		Arrondie	3
		Droite	5
		Echancrée	7
		Echancrée + 2 bec	9
<b>15</b>	Glume inférieure : largeur de la troncature	Etroite	3
		Moyenne	5
		large	7
<b>16*</b>	Glume inférieure : longueur du bec	Très court	1
		Court	3
		Moyenne	5
		Longue	7
		Très longue	9
<b>17</b>	Glume inférieure : forme du bec (Figure 8)	Droit	1
		Légèrement coudée	3
		Demi-coudée	5
		Coudée	7
		Fortement coudée	9
<b>18</b>	Glume inférieure : pilosité de la face externe	Absente	1
		Présente	9
<b>19*</b>	Section de la paille (Figure 9)	Peu épaisse	3
		Moyenne	5
		Epaisse	7
<b>20</b>	Barbes : couleur	Blanchâtre	1
		Brune pale	2
		Brune	3
		Noire	4
<b>21</b>	Epi : longueur à l'exclusion des barbes	Très court : < 50 mm	1
		Court : 50-60 mm	3
		Moyen : 60.1 – 80 mm	5
		Long : 80.1 – 110 mm	7
		Très long : > 110 mm	9
<b>22</b>	Epi : pilosité du bord du premier article	Nulle ou très faible	1
		Faible	3
		Moyenne	5
		Forte	7
		Très forte	9
<b>23*</b>	Epi : couleur	Blanc	1
		Faible coloré	2
		Fortement coloré	3
<b>24*</b>	Epi : forme en vue de profil (Figure 10)	Pyramidale	1
		A bords parallèles	2
		En demi-massue	3
		En massue	4
		Fusiforme	5
<b>25*</b>	Epi : compacité	Très lâche: D<20,	1
		Lâche: 20<D<23,	3
		Medium: 23<D<26,	5
		Dense (Compact): 26<D<29,	7
		Très dense (Très compact): D>29	9
<b>26</b>	Grain : forme (Figure 11)	Ovoïde	3
		Demi allongée	5
		allongée	7
<b>27</b>	Grain : longueur des poils de la brosse (vue dorsale) (Figure 12)	Court	3
		Moyen	5

(\*) : Caractère obligatoire

- **Pigmentation anthocyanique du coléoptile (Voir caractère numéro 1 du Tableau 3)**

Au laboratoire, la pigmentation anthocyanique est évaluée visuellement. Pour ce faire, 100 grains sont disposés sur du papier filtre et sont mis à germer dans des tables de germination non éclairées, à une température comprise entre 15 et 16°C. Après environ 5 à 6 jours, lorsque le coléoptile atteint une longueur d'environ 1 cm, les plantes sont exposées à un éclairage continu de 13 000 à 15 000 lux pendant 4 jours, à une température ambiante de laboratoire de 18 à 19°C.

- **Port de tallage (Voir caractère numéro 3 du Tableau 3)**

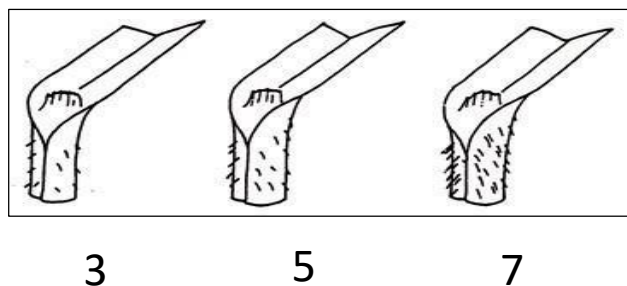


**Figure 4.** Port de tallage de la plante

L'évaluation du port se fait visuellement en se basant sur le port des feuilles et des tiges lors du stade de tallage. On observe l'angle formé par les feuilles externes et les tiges par rapport à un axe médian imaginaire pour déterminer le port. Selon les normes de l'UPOV (2014), il y a cinq catégories :

- **Dressé** (avec une note de 1),
- **Demi dressé** (avec une note de 3),
- **Demi dressé à demi étalé** (avec une note de 5),
- **Étalé** (avec une note de 7),
- **Demi étalé** (avec une note de 8).

- **Glaucescence de la gaine des dernières feuilles (Voir caractère numéro 4 du Tableau 3)**

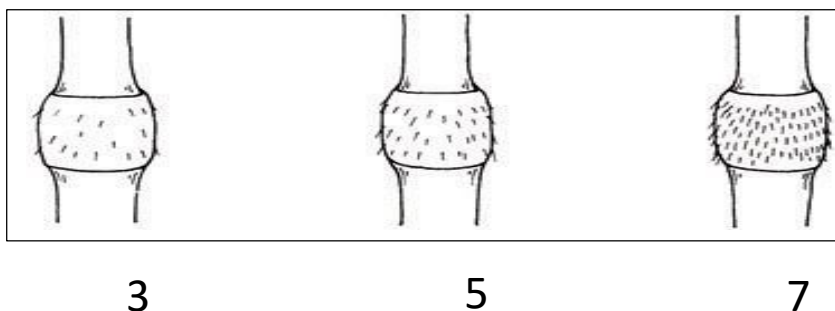


**Figure 5.** Glaucosité de la gaine de la dernière feuille

Selon les normes de l'UPOV (2014), il a cinq classes :

- **Nulle ou très faible** (avec une note de 1),
- **Faible** (avec une note de 3),
- **Moyenne** (avec une note de 5),
- **Forte** (avec une note de 7),
- **Très forte** (avec une note de 9).

- **Pilosité du dernier nœud de la tige (Voir caractère numéro 7 du Tableau 3)**

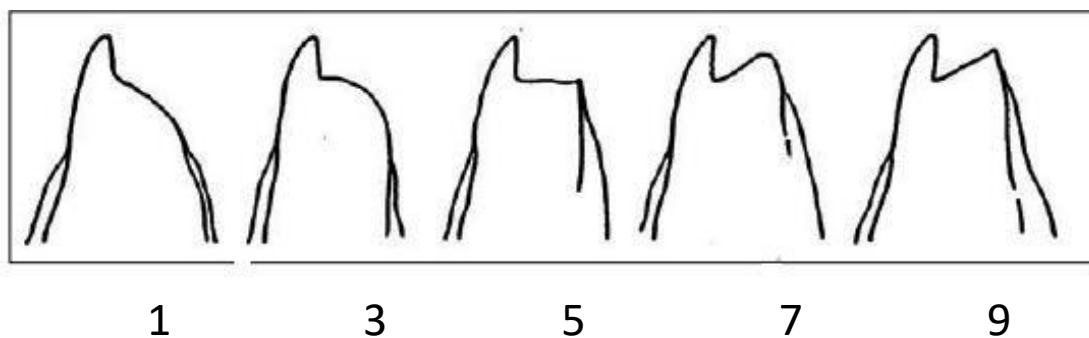


**Figure 6.** Pilosité du dernier nœud de la tige Selon les normes de

l'UPOV (2014), il a cinq classes :

- **Faible** (avec une note de 3),
- **Moyenne** (avec une note de 5),
- **Forte** (avec une note de 7).

- **Forme de la troncature de la glume inférieure (Voir caractère numéro 14 du Tableau 3)**



**Figure 7.** Forme de la troncature de la glume inférieure Selon les normes de

l'UPOV (2014), il a cinq classes :

- **Inclinée** (avec une note de 1),
- **Arrondie** (avec une note de 3),
- **Droite** (avec une note de 5),
- **Echancrée** (avec une note de 7),

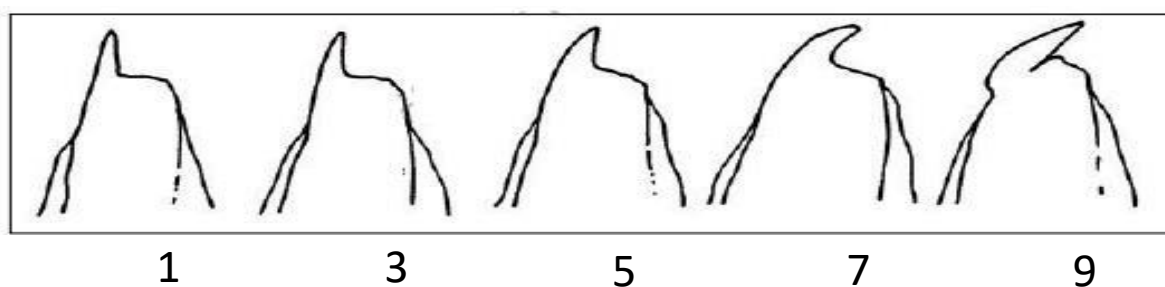
*Echancrée + 2 bec* (avec une note de 9).

- *Longueur du bec de la glume inférieure* (Voir caractère numéro 16 du Tableau 3)

Selon des mesures de l'UPOV (2014), il y a cinq classes (exprimé en mm) :

- *Très court* : < 1 mm (avec une note de 1),
- *Court* : 1-2 mm (avec une note de 3),
- *Moyenne* : 2-5 mm (avec une note de 5),
- *Longue* : 5-10 mm (avec une note de 7),
- *Très longue* : >10 mm (avec une note de 9).

- *Forme du bec de la glume inférieure* (Voir caractère numéro 17 du Tableau 3)

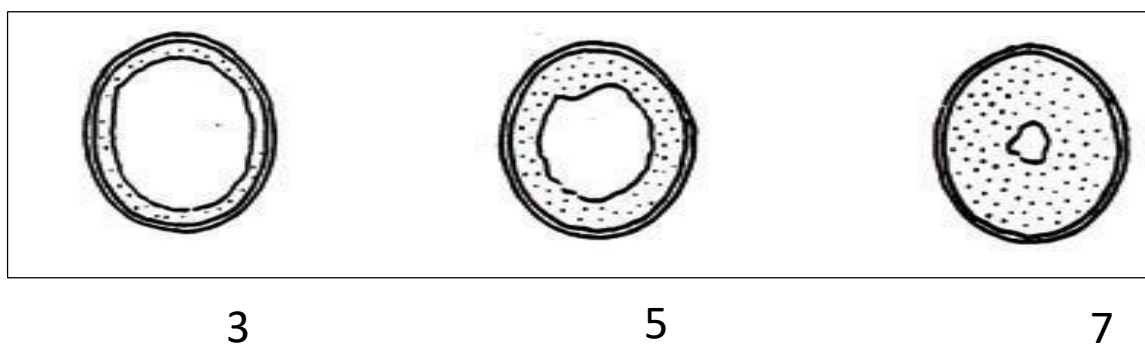


**Figure 8.** Forme du bec de la glume inférieure Selon des mesures de

l'UPOV (2014), il y a cinq classes :

- *Droit* (avec une note de 1),
- *Légèrement coudée* (avec une note de 3),
- *Demi-coudée* (avec une note de 5),
- *Coudée* (avec une note de 7),
- *Fortement coudée* (avec une note de 9).

- *Section de la paille* (Voir caractère numéro 19 du Tableau 3)



**Figure 9.** Section de la paille de la plante

La moelle en section transversale doit être observée à mi-chemin entre la base de l'épi et le nœud de tige en dessous. Il y a trois classe selon les normes de l'UPOV (2014) :

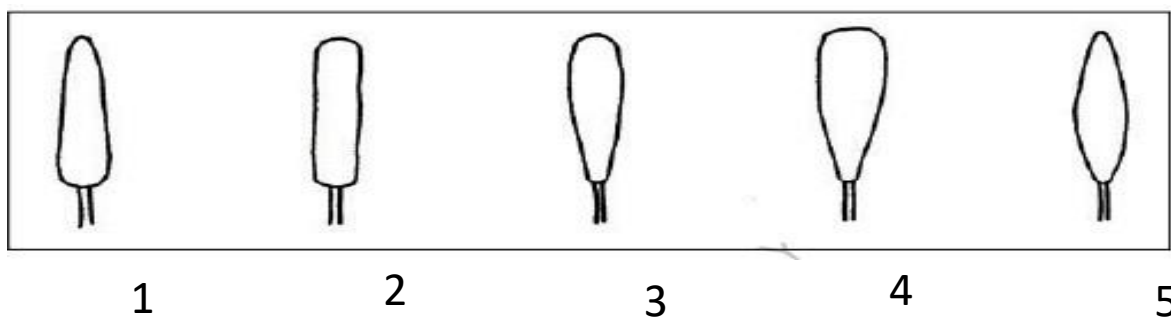
- *Peu épaisse* (avec une note de 3),
- *Moyenne* (avec une note de 5),
- *Épaisse* (avec une note de 7).

- *Longueur de l'épi à l'exclusion des barbes (Voir caractère numéro 21 du Tableau 3)*

Selon des mesures de l'UPOV (2014), il y cinq classe (exprimé en mm) :

- *Très courte* : <50 mm (avec une note de 1),
- *Courte* : 50-60 mm (avec une note de 3),
- *Moyenne* : 60.1-80 mm (avec une note de 5),
- *Longue* : 80.1-110 mm (avec une note de 7),
- *Très longue* : >110 mm (avec une note de 9).

- *Forme de l'épi en vue de profil (Voir caractère numéro 24 du Tableau 3)*

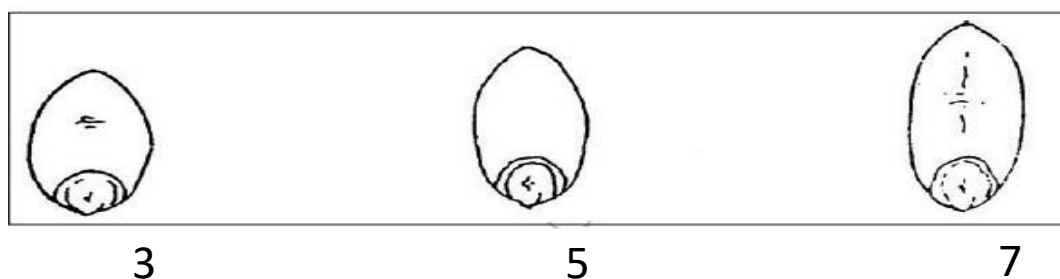


**Figure 10.** Forme de l'épi en vue de profil Selon des mesures de

l'UPOV (2014), il y cinq classe :

- *Pyramidale* (avec une note de 1),
- *A bords parallèles* (avec une note de 2),
- *En demi-massue* (avec une note de 3),
- *En massue* (avec une note de 4),
- *Fusifforme* (avec une note de 5).

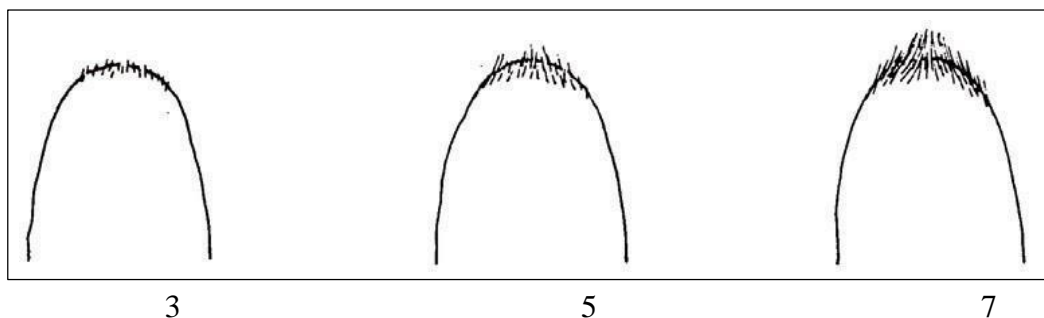
- *Forme de la graine (Voir caractère numéro 26 du Tableau 3)*



**Figure 11.** Forme de l'épi

Selon des mesures de l'UPOV (2014), il y a cinq classes :

- *Ovoïde* (avec une note de 3),
- *Demi allongée* (avec une note de 5),
- *Allongée* (avec une note de 7).
- *Longueur des poils de la brosse des grains (Voir caractère numéro 27 du Tableau 3)*



**Figure 12** : Longueur de la brosse des grains Selon les normes de

l'UPOV on note 3 classes :

- *Court* (avec une note de 3),
- *Moyen* (avec une note de 7),
- *Long* (avec une note de 9).

## II.3.2. Caractères de production

### II.3.2.1. Taux de germination

L'essai de germination a été réalisé comme suit : les graines de 2 variétés de blé dur, Mimmo et Emilio Lepido ont été mises à germer sur du papier buvard dans des boîtes de Pétri, à raison de 25 graines par boîte. Le dispositif expérimental contient quatre répétitions. La germination des semences examinée chaque jour pendant une semaine, on considère que la germination a lieu lorsque la radicule atteint 1cm. Le taux de germination indique combien de graines d'une variété sont susceptibles de germer sur une période donnée (le pouvoir germinatif). C'est une mesure de l'évolution du temps de germination et est généralement exprimée en pourcentage.

Le taux de germination est égal au quotient du nombre de graines germées par le nombre total de graines :  $T = G/N * 100$

**T** : taux de germination des graines (%) **G** : Nombre de graines germées.

**N** : Nombre total des graines.

### II.3.2.2. Nombre de tallage herbacé par plante

Le tallage herbacé est déterminé par comptage direct de nombre de talles herbacées (à l'exception de maître brin) de stade quatrième feuille jusqu'au stade début gonflement. On fait 12 répétitions par variété et on déduit ensuite la moyenne.

### II.3.2.3. Nombre de tallage épi par plante

Le tallage épi est déterminé par comptage direct de nombre de talles épis formées (à l'exception de maître brin). On réalise 12 répétitions par variété et on déduit ensuite la moyenne.

### II.3.2.4. Efficience de transformation en tallage épi

C'est le taux de transformation des talles herbacées en talles épis et exprimé en pourcentage (%).

### II.3.2.5. Nombre des épis par m<sup>2</sup>

Il est obtenu directement par comptage de tous les épis formés sur une superficie de 1m<sup>2</sup> (à l'exception de maître brin) au stade maturité et on déduit ensuite la moyenne.

### II.3.3.6. Nombre d'épillets par épi

On compte le nombre d'épillets/ épi de 12 épis et on déduit ensuite la moyenne.

### II.3.3.7. Nombre de grains par épis

On compte le nombre de grains/ épi de 12 épis et on déduit ensuite la moyenne.

### II.3.3.8. Poids de mille grains (PMG)

Il est déterminé par pesée de 1000 grains de chaque variété, à l'aide d'une balance de précision (Mettler- PC 400) et les résultats sont rapportés en gramme.

### II.3.3.9. Estimation du rendement

Il est déterminé par la formule suivante :

$$\text{Rendement} = \frac{[\text{Nombre d'épis/m}^2 \times \text{Nombre de grains/épi} \times \text{PMG} \times 0.80 \text{ des pertes à la récolte}]}{1000}$$

Les pertes à la récolte représentent 20% de rendement. Les résultats sont exprimés en qx/ha.

## II.3.4. Caractères d'adaptation

### II.3.4.1. Hauteur de la plante (Voir caractère numéro 12 du Tableau 3)

Elle est mesurée à maturité, du ras du sol jusqu'au sommet de la plante. On compte 12 échantillons /variété. Selon les normes de l'UPOV (2014), il y a cinq classes :

- **Très court** : < 60 cm (avec une note de 1),
- **Court** : 60 cm à 75 cm (avec une note de 3),
- **Moyenne** : 75.1 cm à 90 cm (avec une note de 5),
- **Longue** : 90.1 cm à 115 cm (avec une note de 7),
- **Très longue** : > 115 cm (avec une note de 9).

#### II.3.4.2. Longueur de col de l'épi

Elle est mesurée à maturité à partir du dernier nœud jusqu'à la base de l'épi. On compte 12 échantillons /variété

#### II.3.4.3. Nombre de nœuds par plante

Il est obtenu au stade maturité par comptage direct de nombre de nœuds d'un échantillon de 12 plantes /variété. On déduit ensuite la moyenne du nombre de nœuds / plante.

#### II.3.4.4. Longueur de l'épi avec barbes

On mesure un échantillon de 12 épis sans barbes / variété au stade maturité à partir de la base de l'épi (1er article du rachis) jusqu'au sommet de l'épillet terminal. Elle est exprimée en cm.

#### II.3.4.5. Longueur des épis sans barbes (Voir caractère numéro 21 du Tableau 3)

On mesure un échantillon de 12 épis sans barbes /variété, au stade maturité à partir de la base de l'épi (1er article du rachis) jusqu'au sommet de l'épillet terminal. Elle est exprimée en cm.

Selon les normes de l'UPOV (2014), il y a cinq classes :

- **Très court** : < 50 mm (avec une note de 1),
- **Court** : 50 cm à 60 mm (avec une note de 3),
- **Moyen** : 60.1 cm à 80 mm (avec une note de 5),
- **Long** : 80.1 cm à 110 mm (avec une note de 7),
- **Très long** : > 110 mm (avec une note de 9).

#### II.3.4.6. Longueur des barbes

Est exprimée en centimètre de l'extrémité du dernier épillet sans les barbes. On compte 12 échantillons par variété et on déduit la moyenne et on l'exprime selon les cinq catégories suivantes de l'UPOV (2014) :

- **Très courte** : < 50 mm (avec une note de 1),
- **Courte** : 50 cm à 80 mm (avec une note de 3),
- **Moyenne** : 80.1 cm à 100 mm (avec une note de 5),
- **Longue** : 110.1 cm à 120 mm (avec une note de 7),
- **Très longue** : >120 mm (avec une note de 9).

#### II.3.4.7. Longueur du rachis des épis

Ce caractère est déterminé par la mesure de 12 rachis des plantes. On suite on déduit la moyenne. Elle est exprimées en mm.

#### II.3.4.8. Compacité de l'épi (Voir caractère numéro 25 du Tableau 3)

Ce caractère est déterminé par l'importance des espacements existants entre les épillets et par la longueur des articles du rachis. Elle est déterminée à maturité sur 4 épis par une méthode de calcul déterminé par **Erroux (1965)** mentionné dans la fiche de l'**UPOV (2012)**:  $D = 10 \times N / L$

**D** = La compacité de l'épi

**N** = Le nombre d'épillets d'un seul côté

**L** = La longueur du rachis en mm

Les intervalles de la compacité de l'épi selon l'UPOV (2014) :

- *Très lâche* :  $D < 20$ ,
- *Lâche* :  $20 < D < 23$ ,
- *Moyenne* :  $23 < D < 26$ ,
- *Dense (Compact)* :  $26 < D < 29$ ,
- *Très dense (Très compact)* :  $D > 29$ .

#### II.4. Analyse statistique

L'ensemble des résultats obtenus sur les différentes essaies est traité statistiquement à l'aide de l'Excel stat 2020.

**Partie II : Etude Expérimentale Chapitre  
II : Résultats et Discussion**

## II.1. Réalisation des expérimentations

- *L'expérimentation de la zone humide d'El Hadaik*

L'expérimentation de ce site est malheureusement n'a pas réussi vue les conditions climatiques de la région, liées beaucoup plus aux températures élevées pendant les mois de Décembre, Janvier et Février, qui affectent le phénomène de la vernalisation des semences pour rentrer en floraison. Comme les photos ci-dessous qui montre la formation des très petits épis avec des grains presque vides.



**Figure 13.** Essai non réussi de la zone d'El Hadaik avec formation des petits épis

- *L'expérimentation de la zone semi-aride d'Ain Samara*

L'expérimentation de ce site est réussie malgré les conditions climatiques défavorables de cette année tels que les hausses températures au début du cycle de développement et les pluies torrentielles à la fin du stade de développement des plantes. Cette réussite est due par le traitement des plantes avec des produits cryptogamiques.



**Figure 14.** Essai de la zone d'Ain Samara

## II. 2. Création des fiches descriptives

L'étude des 27 paramètres morphologiques et physiologiques des deux génotypes étudiés sont présentés dans les Tableaux 4 et 5 et les Figures 14 et 15. D'après les résultats obtenus la création des fiches descriptives des deux variétés de la zone semi-semi-aride d'Ain Samara montre une diversité assez importante intra-variétale. Tandis que la zone humide d'El Hadaik n'a pas pris en considération vue que la non réussite de l'expérimentation.

- *Création de la fiche descriptive de la variété Mimmo*

**Tableau 4 :** Fiche descriptive de la variété Mimmo

N	Désignation du Caractère	Niveau d'expression	Note
1	Coléoptile : pigmentation anthocyanique	Forte	7
2*	Première feuille : pigmentation anthocyanique	Forte	7
3*	Plante : port au tallage	Demi Dressé	3
4*	Dernière feuille : glaucescence de la gaine	Forte	7
5*	Dernière feuille : glaucescence du limbe	Forte	7
6	Barbes: pigmentation anthocyaniques des pointes	Fable	3
7	Tige : pilosité du dernier nœud	Moyenne	5
8*	Tige : glaucescence du col de l'épi	Forte	7
9*	Epi : glaucescence	Moyenne	5
10*	Plante : hauteur	Très courte	1
11*	Distribution des barbes	Sur toute la longueur de l'épi	4
12*	Barbe dépassant l'extrémité de l'épi	Plus longues que l'épi	3
13	Glume inférieure : forme	Ovoïde	2
14	Glume inférieure : forme de la troncature	Droite	5
15	Glume inférieure : largeur de la troncature	Étroite	3
16*	Glume inférieure : longueur du bec	Moyenne	5
17	Glume inférieure : forme du bec	Droite	1
18	Glume inférieure : pilosité de la face externe	Absent	1
19*	Section de la paille	Peu épaisse	3
20	Barbes : couleur	Noir	4
21	Epi : longueur à l'exclusion des barbes	Moyenne	5
22	Epi : pilosité du bord du premier article	Moyenne	5
23*	Epi : couleur	Faible coloré	2
24*	Epi : forme en vue de profil	Fusifformes	5
25*	Epi : compacité	Dense (compact)	7
26	Grain : forme	Allongée	7
27	Grain : longueur des poils de la brosse (vue dorsale)	Courte	3



**Figure 15** : Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété MIMMO (photo réal)

- *Création de la fiche descriptive de la variété SIMETO*

**Tableau 5** : Fiche descriptive de la variété Emilio Lepidio

N	Désignation du Caractère	Niveau d'expression	Note	Note
1	Coléoptile : pigmentation anthocyanique	Forte	7	7
2*	Première feuille : pigmentation anthocyanique	Forte	7	7
3*	Plante : port au tallage	Dressé	1	3
4*	Dernière feuille : glaucescence de la gaine	Forte	7	7
5*	Dernière feuille : glaucescence du limbe	Forte	7	7
6	Barbes : pigmentation anthocyaniques des pointes	Faible	3	3
7	Tige : pilosité du dernier nœud	Faible	3	5
8*	Tige : glaucescence du col de l'épi	Forte	7	7
9*	Epi : glaucescence	Moyenne	5	5
10*	Plante : hauteur	Très courte	1	1
11*	Distribution des barbes	Sur toute la longueur de l'épi	4	4
12*	Barbe dépassant l'extrémité de l'épi	Plus longues que l'épi	3	3
13	Glume inférieure : forme	Ovoïde	2	2
14	Glume inférieure : forme de la troncature	Droite	5	5
15	Glume inférieure : largeur de la troncature	Endroit	3	3

16*	Glume inférieure : longueur du bec	Moyenne	5	5
17	Glume inférieure : forme du bec	Droite	1	1
18	Glume inférieure : pilosité de la face externe	Présent	9	1
19*	Section de la paille	Épaisse	7	3
20	Barbes : couleur	Brunet pale	2	4
21	Epi : longueur à l'exclusion des barbes	Longue	7	5
22	Epi : pilosité du bord du premier article	Moyenne	5	5
23*	Epi : couleur	Faible coloré	2	2
24*	Epi : forme en vue de profil	Pyramidale	1	5
25*	Epi : compacité	Dense (Compact)	7	7
26	Grain : forme	Allongée	7	7
27	Grain : longueur des poils de la brosse (vue dorsale)	Longue	7	3



**Figure 16 :** Morphologie de l'épi, l'épillet et la graine de la variété Emilio Lepido

La création des fiches descriptive ne montre pas une diversité intra-variétale concernant les 19 paramètres morpho-physiologiques étudiées selon l'UPOV suivants : La pigmentation anthocyanique forte des coléoptiles et de la première feuille, la glaucescence forte de la gaine et du limbe de la première feuille, la pigmentation anthocyanique faible des pointes des barbes, la glaucence forte du col de l'épi et moyenne de l'épi, la distribution des barbes sur toutes la longueur de l'épi, la longueur des barbes dépassent l'épi, forme ovoïde de la glume inférieur, la longueur droite et la largeur endroit de la troncature de la glume inférieur, la longueur du bec moyenne et la forme du bec droite de la glume inférieur, la pilosité du bord du premier article de l'épi moyenne, les épis sont de faibles couleur, la compacité dense de l'épi et la forme allongé

de la graine. Alors que les 8 paramètres restants montrent qu'il y a une variabilité très importante marquée entre les deux variétés.

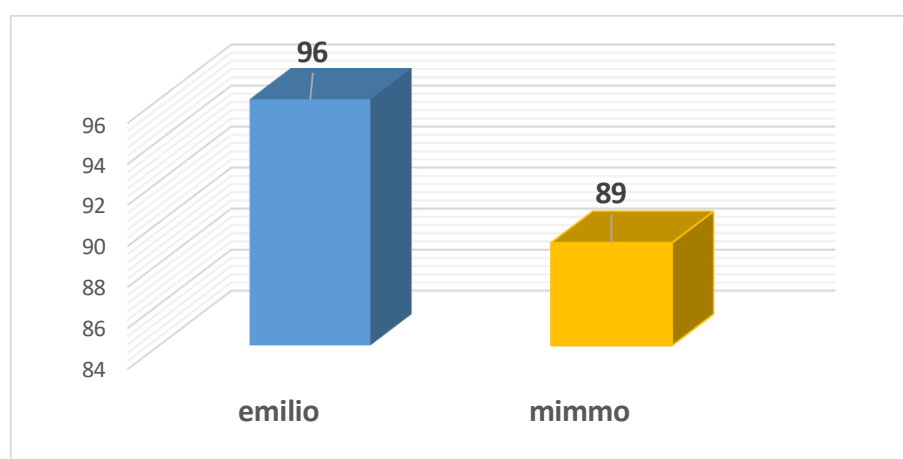
### II.3. Caractère de production

Les résultats des caractères de production de chaque paramètre mesuré sont représentés dans l'annexe 1.

#### II.3.1. Taux de germination



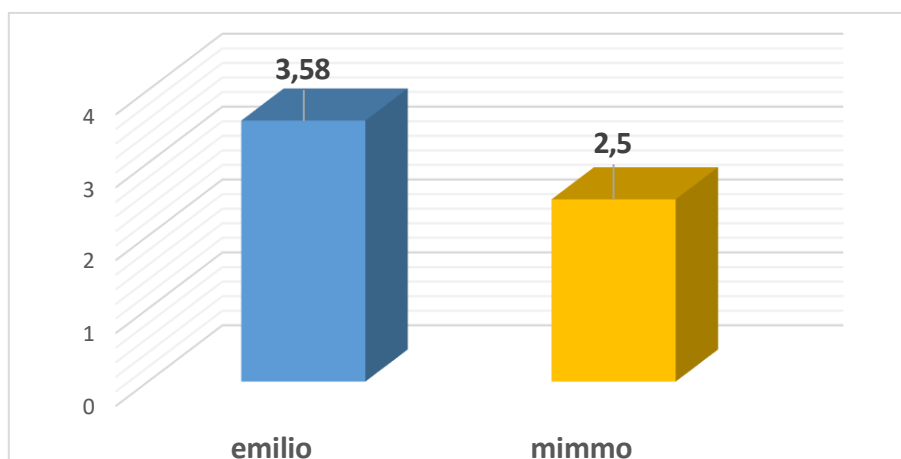
**Figure 17 :** Essai de germination des deux génotypes étudiés



**Figure 18 :** Taux de germination avant le semis des deux variétés Emilio Lepidio et

Mimmo D'après les résultats obtenus dans la figure ci-dessus on remarque que les deux variétés présentent des taux de germination très élevés de 96% et 89% chez les variétés Emilio Lepidio et Mimmo, respectivement.

### II.3.2. Nombre de tallage herbacé/ plante

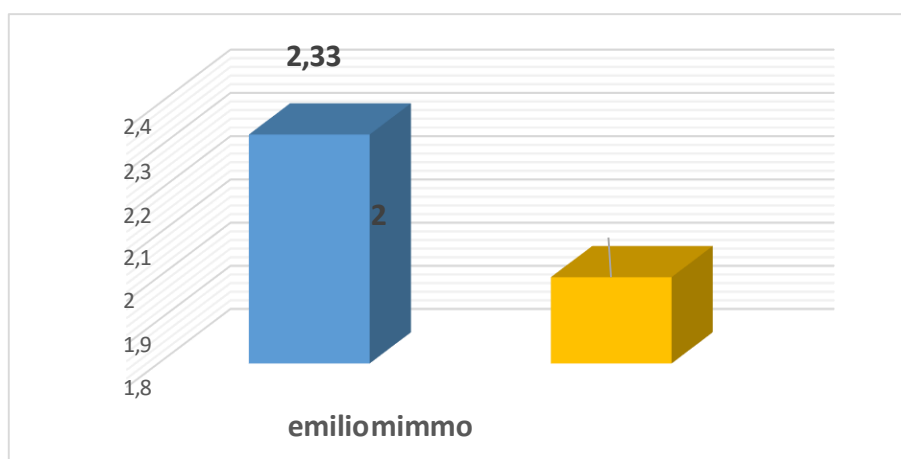


**Figure 19** : Nombre de tallage herbacé/plante des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo

D'après la figure ci-dessus on note que la variété Emilio Lepidio représente la valeur de tallage herbacé la plus élevée avec 3.58 talles herbacées/plante et la variété Mimmo montre la valeur la plus basse avec 2.5 talles herbacées/plante.

Ces résultats ne se concordent pas avec les résultats obtenus de **Bourouh et al. (2023)**, chez les deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo dans la zone sub-humide d'El Harrouche qui représentent des valeurs de 2.70 et 2.10 talles herbacées/plante, respectivement. D'après **Massle (1981)** et **Gonde et al. (1986)**, cette différence remarquée est expliquée par l'influence des caractéristiques variétales et les techniques culturales.

### II.3.3. Nombre de tallage épi/ plante

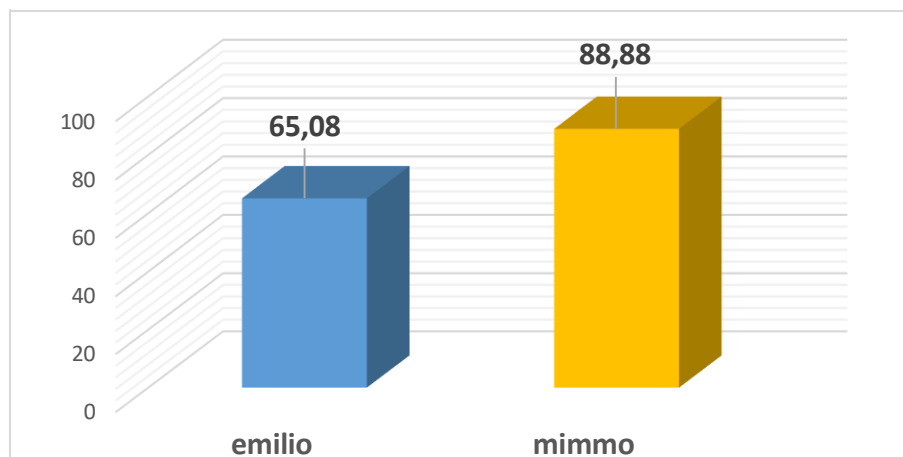


**Figure 20** : Nombre de tallage épis/plante des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo D'après

la figure ci-dessus on note que la variété Emilio Lepidio représente la valeur de tallage épis la plus élevée avec 2.33 talles épis/plante et la variété Mimmo montre la valeur la plus basse avec 2 talles épis/plante. Ces résultats ne se concordent pas avec les résultats obtenus de **Bourouh et al. (2023)**, chez les deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo dans la zone sub-

humide d'El Harrouche qui représentent des valeurs de 1.53 et 1.10 de talles épis/plante, respectivement.

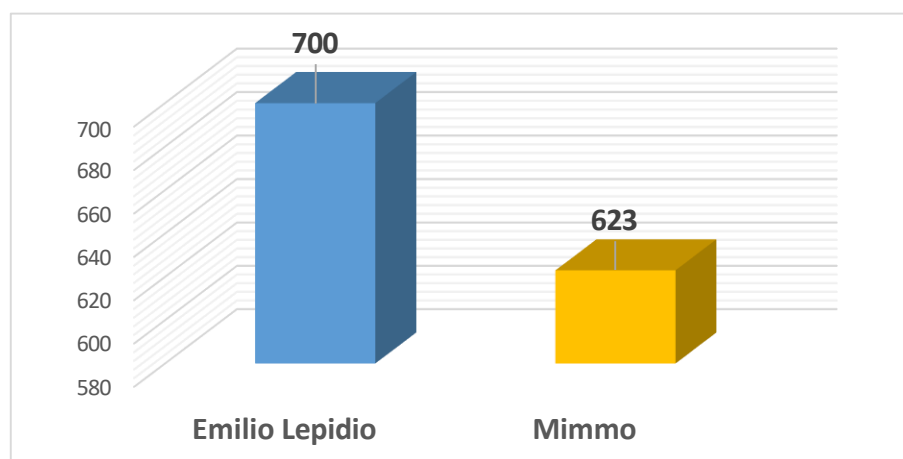
### II.3.4. Efficience de transformation en tallage épis



**Figure 21:** Efficience de transformation en tallage épis des des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo

D'après la figure ci-dessus, on remarque que le pourcentage de transformation des talles herbacées en talles épis le plus élevé est noté chez la variété Mimmo avec 88.88% et le plus bas est marqué chez la variété Emilio Lepidio avec 65.08%. Ces résultats se concordent avec les résultats obtenus de **Bourouh et al. (2023)**, chez les deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo dans la zone sub-humide d'El Harrouche qui représentent des valeurs de 56.67% et 52.38%.

### II.3.5. Nombre d'épis/m<sup>2</sup>

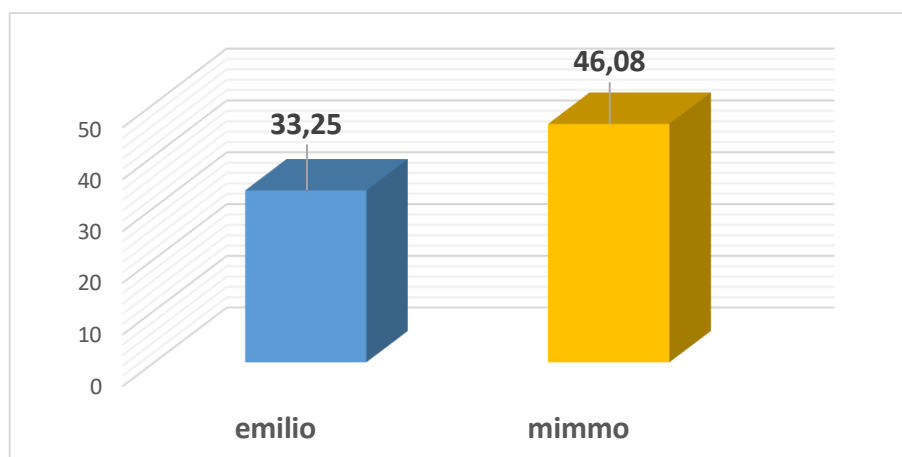


**Figure 22 :** Nombre d'épis/m<sup>2</sup> des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo

D'après la figure ci-dessus, on note que la variété Emilio Lepidio marque la valeur la plus élevée avec 700 épis/m<sup>2</sup> et la plus faible est marqué chez la variété Mimmo avec 623 épis/m<sup>2</sup>. Ces résultats.

Ces résultats obtenus ne se concordent pas avec les résultats de **Bourouh et al. (2023)**, chez les deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo dans la zone sub-humide d'El Harrouche qui représentent des valeurs de 351 et 289 épis/m<sup>2</sup>. Le nombre d'épis/m<sup>2</sup> représente le nombre de talles ayant donné un épi (**Hazmoune et Benlaribi, 2004 ; Souilah et al., 2014**).

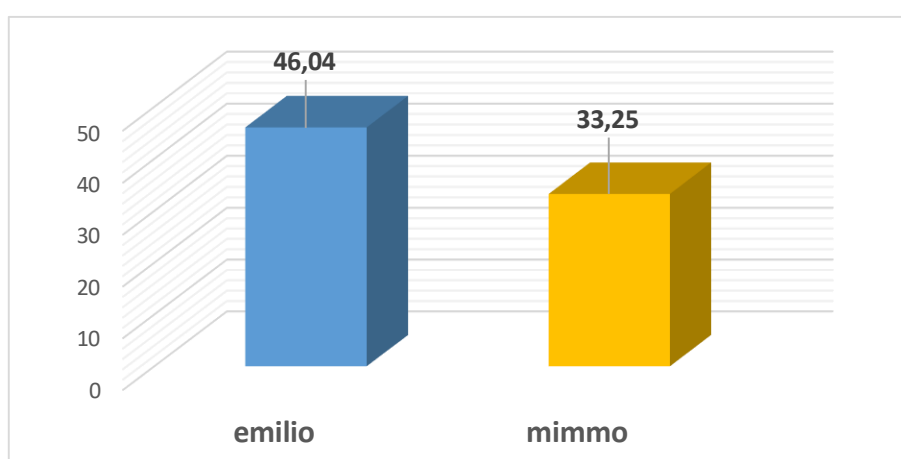
### II.3.6. Nombre de grains / épi



**Figure 23** : Nombre d'épis/m<sup>2</sup> des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo

D'après la figure ci-dessus on note que la variété Mimmo montre la moyenne la plus forte avec 46.08 grains/épi et la variété Emilio Lepido montre la moyenne la plus faible avec 33.81 grains/épi. Ces résultats obtenus se concordent avec les résultats de **Bourouh et al. (2023)**, chez les deux variétés étudiées et Mimmo dans la zone sub-humide d'El Harrouche qui montrent que la variété Emilio Lepidio (37.1 grains/épi) est la plus forte en grains/épi par rapport à la variété Mimmo (31.7 grains/épi).

### II.3.7. Poids de mille grains

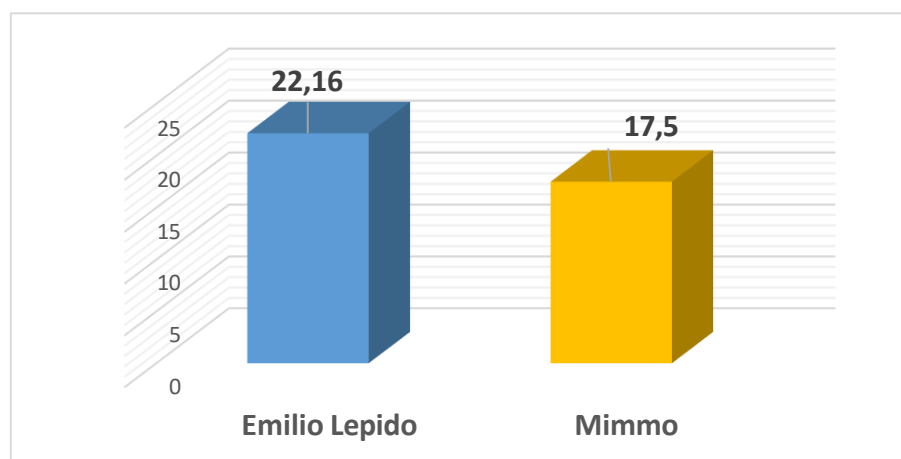


**Figure 24** : Poids de mille grains des deux variétés Emilio Lepidio et Mimmo D'après la

figure ci-dessus on remarque que la variété Emilio Lepido présente le PMG le plus fort (46.04 g) contre la variété Mimmo avec un PMG faible (33.25 g). Ces résultats obtenus se concordent avec les résultats de **Bourouh et al. (2023)**, chez les mêmes variétés

étudiées dans la zone humide d'El Harrouche qui montrent que la variété Emilio Lepido (43.93 g) est la plus forte par rapport à la variété Mimmo (40.6 g). Le PMG élevé impliquera un poids spécifique élevé des génotypes, ce qui favorisera un rendement élevé lorsque les conditions sont optimales (**Benmounah et Brinis, 2018**)

### II.3.8. Nombre d'épillets par épi



**Figure 25** : Nombre d'épillets/épi des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo D'après

la figure ci-dessus on remarque que la variété Emilio Lepido présente le nombre d'épillets /épi le plus élevé avec 22.16 contre 17.5 chez la variété Mimmo.

### II.3.9. Estimation du rendement Tableau 6 : Estimation du rendement

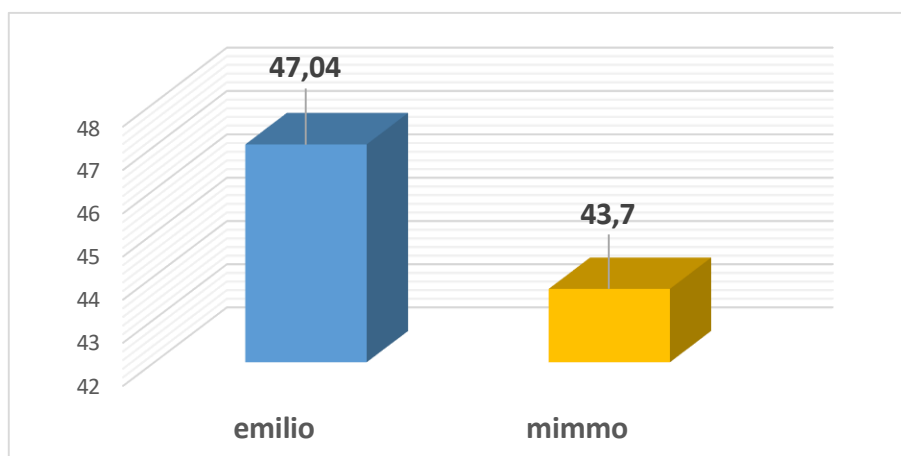
Variétés	Rendement (qx/ha)
Mimmo	45.93 qx/ha
Emilio Lepido	43.38 qx/ha

D'après le tableau ci-dessus le rendement le plus élevé est marqué chez la variété Mimmo avec 45.93 qx/ha par rapport à la variété Emilio Lepido avec 43.38 qx/ha. Ces résultats obtenus ne se concordent pas avec ceux de **Bourouh et al. (2023)**, qui montrent que la variété Emilio Lepido est plus performante en production par rapport à la variété Mimmo par un rendement de 57.22 et 38.37 qx/ha. Le rendement en grain est un trait polygénique, complexe et peu héréditaire, l'amélioration de ce trait peut être abordée indirectement à travers les traits qui lui sont fortement liés et moins influencés par l'environnement (**Fellahi et al., 2018, 2020**).

### II.4. Caractère d'adaptation

Les résultats des caractères d'adaptation de chaque paramètre mesuré sont représentés dans l'annexe 2.

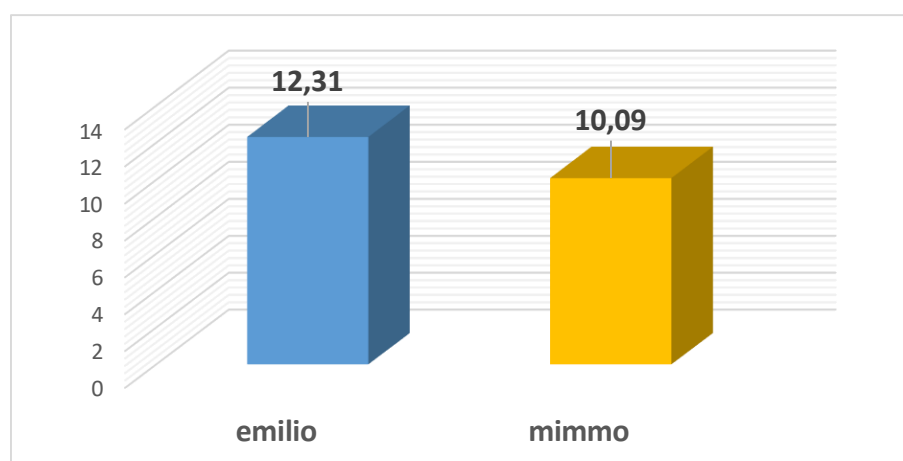
### II.4.1. Hauteur de la plante



**Figure 26 :** Hauteur des plantes des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo

D'après la figure ci-dessus on note que les deux variétés Emilio Lepido et Mimmo possèdent une hauteur très courte par la classification de l'UPOV avec des valeurs de 47.04 cm et 43.7 cm, respectivement. Les résultats obtenus chez les deux mêmes variétés étudiées par **Bourouh et al. (2023)**, se concordent avec la classification de l'UPOV qui montrent que ces deux variétés appartiennent à la classe très courte avec une hauteur de 55.83 cm chez la variété Emilio Lepido et une hauteur de 59.11 cm chez la variété Mimmo.

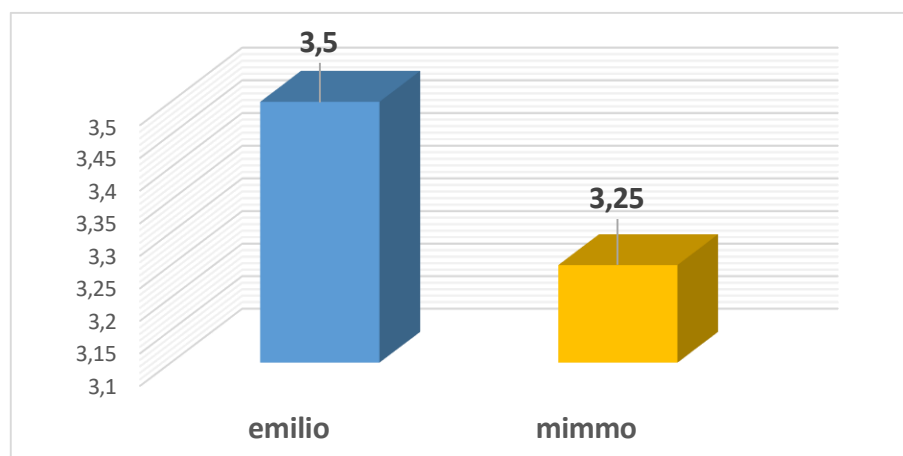
### II.4.2. Longueur du col de l'épi



**Figure 27 :** Longueur du col des épis des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo (cm)

D'après la figure ci-dessus on note que la variété Emilio Lepido représente la valeur la plus élevée en longueur du col de l'épi (12.31 cm) par rapport à la variété Mimmo (10.09 cm). Le rôle de ce caractère s'expliquerait par les quantités d'assimilés stockés dans cette partie de la plante qui sont susceptibles d'être transportés vers le grain en conditions de déficit hydrique terminal (**Gate et al., 1992**).

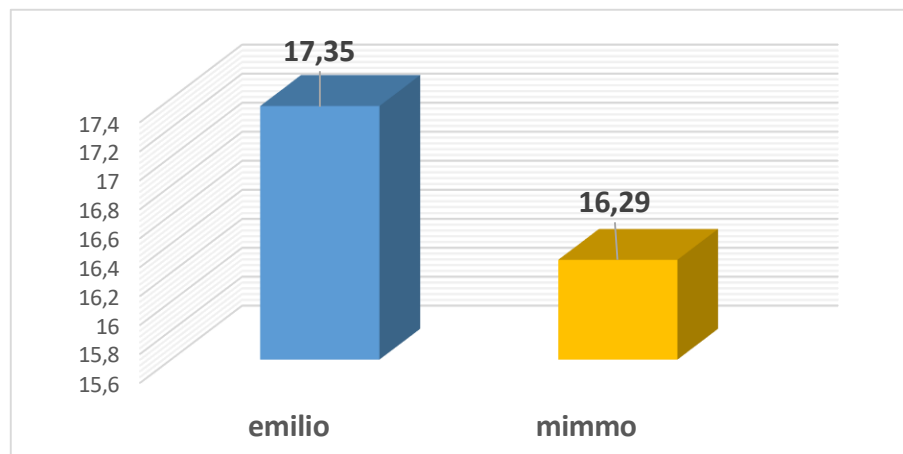
### II.4.3. Nombre de nœud par plante



**Figure 28** : Nombre de nœuds /plante des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo D'après

la figure ci-dessus on note que les deux génotypes possèdent presque le même nombre de nœuds par plante qui varie entre 3.5 et 3.25 chez Emilio Lepido et Mimmo, respectivement.

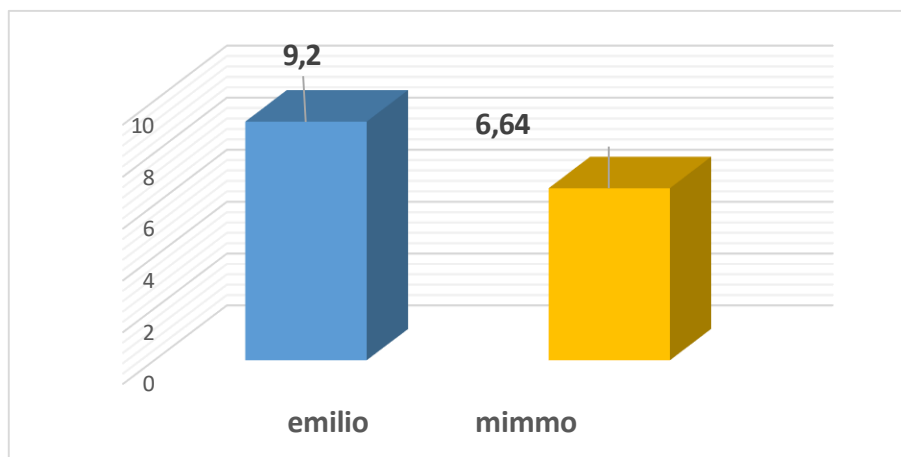
### II.4.4. Longueur des épis avec barbes



**Figure 29** : Longueur des épis avec barbes des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo (cm).

D'après la figure ci-dessus on note que les épis avec barbes les plus longues sont enregistré chez la variété Emilio Lepido avec 17.35 cm contre 16.29 cm chez la variété Mimmo.

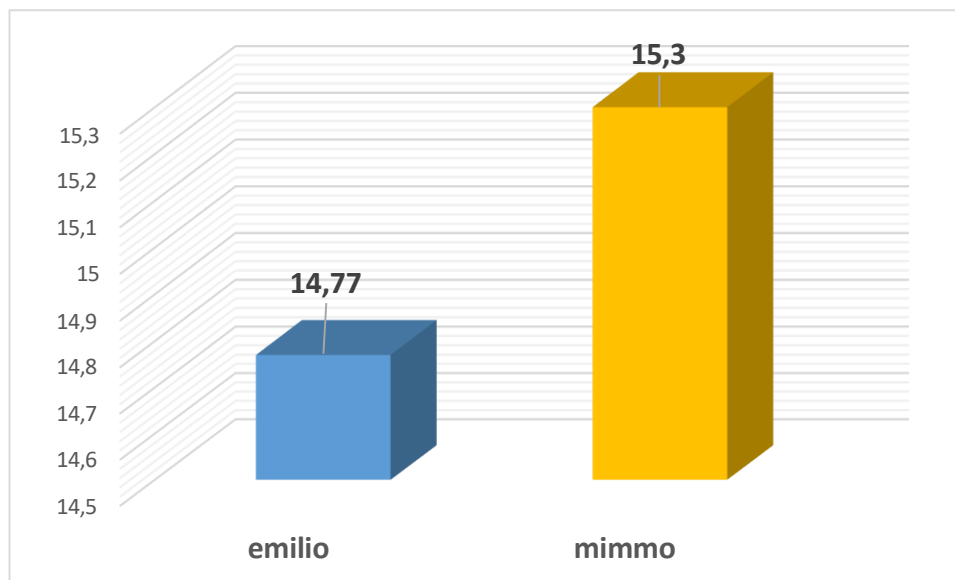
#### II.4.5. Longueur des épis sans barbes



**Figure 30 :** Longueur des épis sans barbes des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo (cm).

D'après la figure ci-dessus on remarque une différence de la longueur des épis sans barbes entre les deux variétés étudiées par les valeurs de 9.2 cm et de 6.64 cm, chez Emilio Lepido et Mimmo, respectivement, qui les classes selon les recommandations de l'UPOV en classe Longue et Moyenne, respectivement. Ces résultats obtenus ne se concordent pas avec les résultats de **Bourouh et al. (2023)**, avec des valeurs de 6.67 cm) et le géotypes Core (6.16 cm).

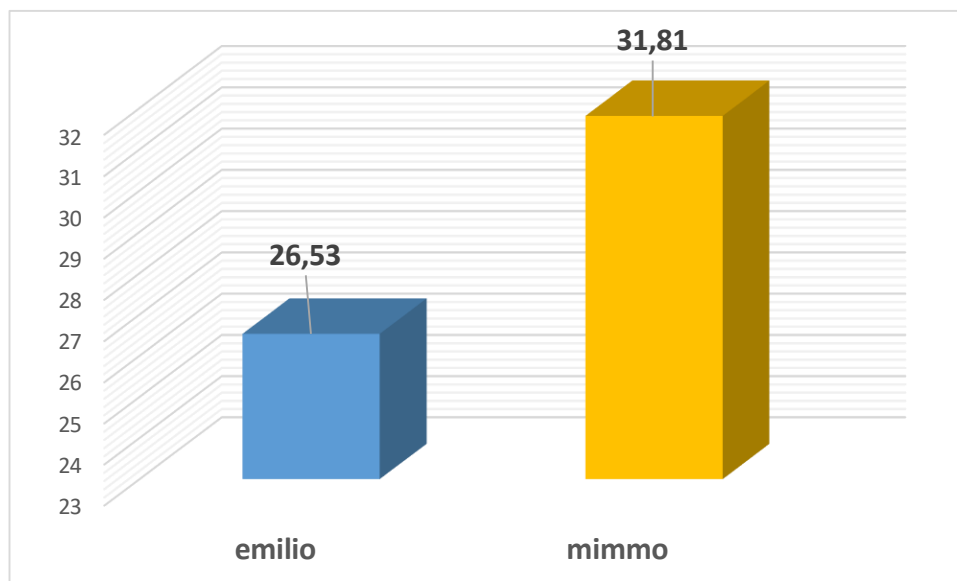
#### II.4.6. Longueur des barbes



**Figure 31:** Longueur des barbes des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo

Ces résultats montrent que les barbes des deux variétés présentent une valeur proche avec une moyenne de 15.3 cm chez la variété Mimmo et une moyenne de 14.77 cm chez la variété Emilio Lepido.

### II.4.7. Compacité de l'épi



**Figure 32:** Compacité des épis des deux variétés Emilio Lepido et Mimmo La valeur haute est de 31.81 est notée chez la variété Mimmo et la valeur basse est de 26.5 est enregistrée chez Emilio Lepido.

## **Conclusion**

## Conclusion

Notre travail d'expérimentations est réalisé au niveau de deux zones d'étude, la première au niveau de la zone humide d'El Hadaik à la wilaya de Skikda et la deuxième au niveau de la zone semi-aride d'Ain Samara dans la wilaya de Constantine.

L'objectif de ce travail est d'étudier le comportement morpho-physiologiques selon les recommandations de l'UPOV par l'étude de deux variétés de blé dur de nouvelles obtentions « Mimmo et Emilio Lepido » d'origine de l'Italie afin de trouver les variétés les plus performantes en rendement par identification des caractéristiques désirables selon la nature de l'environnement.

L'analyse des fiches descriptives selon les recommandations de l'UPOV (2014), par l'étude des 27 paramètres morphologiques et physiologiques des deux génotypes étudiés dans la zone d'étude semi-aride d'Ain Samara montre une diversité assez importante intra-variétale. Tandis que la zone humide d'El Hadaik n'a pas pris en considération vue que la non réussite de l'expérimentation par l'influence du climat et l'augmentation des températures qui affectent le phénomène de vernalisation. La création des fiches descriptive ne montre pas une diversité variétale concernant les 19 paramètres morpho-physiologiques étudiées selon l'UPOV suivants : La pigmentation anthocyanique forte des coléoptiles et de la première feuille, la glaucescence forte de la gaine et du limbe de la première feuille, la pigmentation anthocyanique faible des pointes des barbes, la glaucence forte du col de l'épi et moyenne de l'épi, la distribution des barbes sur toutes la longueur de l'épi, la longueur des barbes dépassent l'épi, forme ovoïde de la glume inférieur, la longueur droite et la largeur endroit de la troncature de la glume inférieur, la longueur du bec moyenne et la forme du bec droite de la glume inférieur, la pilosité du bord du premier article de l'épi moyenne, les épis sont de faibles couleur, la compacité dense de l'épi et la forme allongé de la graine. Alors que les 8 paramètres restants montrent qu'il y a une variabilité très importantes marquée entre les deux variétés.

Concernant les paramètres relatifs à la production et l'adaptation montrent une diversité importante entre les deux variétés Mimmo et Emilio Lepido (tallage herbacé, le tallage épi, la compacité de l'épi, et les composants de rendement). Selon les résultats, le rendement le plus élevé est marqué dans la variété Mimmo avec 45.93 qx/ha par rapport à la variété Emilio Lepido avec 43.38 qx/ha, ce qui montre que les deux variétés sont plus efficace en production dans la zone semi-aride et présente aussi une résistance au déficit hydrique.

## **Références bibliographiques**

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Abis, S. (2012). Le blé en Méditerranée sociétés, commerce et stratégies. Économie et territoire relations commerciales CIHEAM, Paris.
- Agence Ressources de la Nature (2017). Union Français des semenciers. L'amélioration des plantes, un savoir-faire millénaire. [https://www.worldseed.org/wp-content/uploads/2018/02/L\\_Amelioration-vegetale-savoir-faire-millenaire\\_UFS.pdf](https://www.worldseed.org/wp-content/uploads/2018/02/L_Amelioration-vegetale-savoir-faire-millenaire_UFS.pdf)
- Amallah, L., R. Hassikou, K. Rhrib, F. Gaboun, J. Ennadir, F. Bouazza and M. Taghouti. (2016). Analyse de la diversité génétique d'une collection de blé dur par les marqueurs agromorphologiques et biochimiques. Journal of Materials Environmental Science, 7 (7): 2435-2444.
- Ammar, M. (2015). Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective. Thèse de Doctorat de CIHEAM Montpellier, pp: 17-20.
- Amokrane A., Bouzerzour H., Benmahammed A. et Djekoun A., (2002) - Caractérisation des variétés locales, Syriennes et européennes de blé dur évaluées Constantine, numéro spécial D. 33 – 38.
- Analyses chimiques comparatives, C.R.A.cd Agric Franc 26, p906-913.
- Annicchiarico, P., Bellah, F., Chiari, T., (2006). Repeatable genotype×location interaction and its exploitation by conventional and GIS-based cultivar recommendation for durum wheat in Algeria. Eur. J. Agro., 24: 70–81.
- Anonyme 1, (1981). Larousse agricole. Edition Larousse. Publié sous la direction de Jean M Clément. P171-253.
- Anonyme, (2006). La biologie de *Triticum turgidum* ssp. *Durum* (Blé dur). Université Mohamed khider-Biskra. TP4 : Morphologie et physiologie du Blé. p 3\_5, p8\_10.
- APG III., (2009). An update of the Angiosperm phylogeny group classification for the order and families of flowering plants : APG III. Bot. J. Linn. Soc. 161 :105-121.
- Auriane R., (2014). Agreste Synthèses, Grandes cultures. Céréales .n°2014/299.
- Auriau P., (1978) - Sélection pour le rendement en fonction du climat chez le blé dur. Ann Argon d'El-Harrach. Vol 8 N°2 ,1- 14.
- Bagga A.K., Ruwali K.N. et Asana R.D., (1970) - Comparison of responses of some Indian and semi dwarf Mexican wheat to irrigated cultivation. Indien J, Agri, Sci, 40: 421-427.
- Bahlouli, F., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., and Hassous, K.L. (2005). Selection of high yielding of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under semi-arid conditions. Journal of Agronomy 4 (4): 360-365.
- Bajji M., (1999). Etude 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 variant somaclonaux sélectionnés In vitro .thèse de doctorat. Univ. Louvain.
- Bammoun A., (1997) (- Contribution à l'étude de quelques caractères morpho-physiologiques, biochimiques et moléculaires chez des variétés de blé dur (*Triticum turgidum* ssp *durum*.) pour l'étude de la tolérance à la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l'Ouest Algérien. Thèse de Magistère, pp 1-33.

- Benbelkacem, A., Kellou, K.,(2001). Évaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. durum) cultivées en Algérie. *Options méditerranéennes*. 6: 105-10.
- Bendjama, A., Bouzerzour, H. & Benbelkacem, A. (2014). Adaptability of Durum Wheat Genotypes (*Triticum turgidum* L. Var durum) to Contrasted Locations. *Australian Journal of Basic and Applied Science* 8(6), 390-396.
- Benlaribi M., (1990)- Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) : Etude des
- Benmahamed A., Djekoune A ., et Hassuos KL. (2005) - Genotype x year interaction of barley grain yield an
- Biscope P.V., Gallagher J., Littleton E.J., Monteinth K.L. et Scott R.K., (1975)- Barley and its environnement. Sources of assimilates. *J. Appel. Eco*; 12: 395.
- Blum A. et Pnuel Y., (1990) - Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment .*Aust J. Agri. Res* .41, 799-810.
- Cattivelli L.P., Baldi N., Crosatti N., Di Fonzo M. et Stanca ., (2002)- Chromosomes regions and stress related
- Ceccarelli S. et Grando S., (1992)- Selection environment and environmental sensivity in barley. *Euphytica*; 57:
- Chentoufi, L., A. Sahri, M. Arbaoui, A. Birouk, P. Roumet, M. H. Muller and H. Belqadi. (2014). Diversité agro-morphologique et gestion variétale par les agriculteurs du blé dur (*Triticum turgidum* ssp. durum) dans le Pré-Rif marocain. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 2 (2): 30-38.
- Clarck J. M., Romagosa I., Jana S., Strivastava J .P . et Mccaid T.N ., (1989) - Relation of excised leaf water lose rate and yield of durum wheat in diverse environments .*Can, J. Plant .Sci* ;69.P 1057-1081. Constantine, 164 p
- Coulomb Ph-J., Abert M., Coulomb Ph-O. et Gallet S., (2004)- Le 1e guide du vin dédié a votre santé.
- Delseny, M., Caubier, P., Hull, G., Saez-Vasquez, J., Gallois, P., Raynal, M., Cooke, R., Grellet, F.,(1993). Nuclear genes expressed during seed dessication : relationship with response to stress. In : *Stress inducrd gene expression*, Harwood Academic Reading (UK).
- Dondlinger, Peter Tracy, (1877)- p. 326-358. <https://lccn.loc.gov/08023519>.
- Doré, C., Varoquaux, F., (2006). Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées, p145.
- El -Hakimi A .,(1992)-Evaluation de la variabilité génétique des caractères d'adaptation à la sécheresse chez Les espèces tétraploïdes sauvages et cultivées du blé .Thèse.
- FAOSTAT (2019). (On-line) : données statistiques. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC/visualize>.
- Febrero A.; Brot J.; Brown R.H. et Araus J.L., (1990) - The role of durum wheat ear as photosynthetic organ during grain filling. In: advanced trends in photosynthetic, Mallorca, Spain (unpublished).
- Feillet, P, (2000). Le grain de blé, composition et utilisation. Éditions INRA. 24.
- Feldman M, (2001). Origin of Cultivated Wheat . Dans Bonjean A.P. et W.J. Angus (éd.) *The World Wheat Book: a history of wheat breeding*. Intercept Limited, Andover, Angleterre, p 3-58.

- Feldman M., ER. Sears. (1981). The wild gene resources of wheat. *Sci. Am.* 244 : 98– 109.
- Feldman, B. and Stemple, D.L ; (2001); *Genesis* (New York, N.Y. : 2000) 30(3): 175- 177 (Journal).
- Feuillet, C., Travella, S., Stein. N., (2003). Map-based isolation of the leaf rust disease resistance gene Lr10 from the hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) genome. *Proc Natl Acad Sci. USA*, 100: 15253– 15258.
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N., (1963). The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. *Aust. J. Agric.* 14: 242-254.
- Fisher, R.A., Maurer, R., (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.*, 29: 697-912.
- Fokar M., Nguyen H .T. et Blum A., (1998)- Heat tolérance in spring wheat II. Grain Filling .*Eupytica* 104, 9– 15.
- Gate P., Bouthier A., Casablanca H. et Deleens E., (1992) - Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France. Interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France) INRA. (Les colloques n°64).
- Ghettoche R., (1990) - Contribution a l'identification des caractères morpho – physiologiques d'adaptation à La sécheresse chez le blé dur ( *Triticum durum* Desf.). Diplôme d'agronomie approfondie.
- Haddad, L., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Zerargui, H., Hannachi, A., Bachir, A., Salmi, M., Oulmi, A., Fellahi, Z., Nouar, H. & Laala, Z. (2016). Analysis of Genotype × Environment Interaction for gain yield in Early and Late Sowing Date on Durum Wheat (*Triticum durum* Desf.) Genotypes. *Jordan Journal of Biological Sciences* 9(3): 139-146.
- Hadjichristodoulou A ., (1987) - The effects of optimum heading date an dits stabiity on yield consistency of
- Hadjichristodoulou A., (1985) - The stability of the number of tiller of barley varieties and its relation with consistency of performance under semi- arid conditions. *Euphytica* 34:641-649.
- Harrath N., (2003) - Analyse génétique de l'intégrité cellulaire et de la vitesse de dessèchement foliaire chez le ble dur ( *Triticum durum* Desf.) . Thèse de magister. Institut des sciences de la nature, centre universitaire Larbi Ben Mhidi , OEM, 50 Pages.
- Henry Y, De Buyser J, (2001). L'origine des blés. In : Belin. Pour la science (Ed.). De la graine à la plante. bEd. Belin, Paris, pp. 69-72.
- Hopkins W.G., (2003)- *Physiologie végétale*. 536p.
- ITGC, (1991)- Campagne d'agrèage. Laboratoire des semences d'El-Khroub, 26 p.
- Jean-Michel Clément, (1981). Larousse agricole. *Edition Larousse*. Publié sous la direction de Jean M Clément. pp171-253.
- Johan H. et al., (1860). Klippart, John H. (John Hancock), 1823-1878. Storrs, Charles, 1822-1885, ancien propriétaire. <https://lccn.loc.gov/11032770>.
- Jounard P., (1951). Les blés tendre (*Triticum vulgare* V : II) cultivé en France.23 eme T1. Le sol et son amélioration. 472p.

- Kehali L., (1997) - Etude des paramètres d'élaboration du rendement chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) Cultivées en conditions de déficit hydrique. Thèse de Magister . Université de Constantine.
- Laala Z., (2009). Analyse en chemin des relations entre le rendement en grains et les composantes chez des populations F3 de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-arides. Mémoire de magister, Dépt. Agron.Faculté des Sciences, Université Ferhat Abbas, Sétif.
- Lefort-Buson, M., Rodolphe, F., Charcosset, A., (1990). De nouvelles perspectives pour l'analyse génétique des caractères quantitatifs. A la recherche des locus importants. Biofutur: 30-37.
- Levitt J., (1980) - Responses of plants to environmental stresses, in water radiation, salt and other stress: 275-282.
- Lin, C.S., Binns, M.R., Lefkovitch, L.P., (1986). Stability analysis: where do we stand? Crop Sci, 894-900.
- Malet J . C .et Gunarde P.H ., (1981) - Macrophysiologie de la maturation du blé d'hiver en conditions Naturelles . Nations de représentativité chronologique et norme d'échantillonnage. Agronomie. n° 1 (3), 235 –242.
- Martin Prevel P., (1984). L'analyse végétal dans le contrôle de l'alimentation des
- Massele M.J., (1981). Relation entre croissance et développement pendant la montaison d'un peuplement de blé d'hiver. Influence des conditions de nutrition. Agronomie, 13 :365-370.
- Maume L. et Dulac J., (1936). Echantillonnage rationnel de la plante en vue des
- Mediterranean environment .Aust J. Agri. Res .41, 799-810.
- Mekhlouf, A., Bouzerzour H., (2000). Déterminisme génétique et associations entre le rendement et quelques caractères a variation continue chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.).Rcherche Agronomique (INRAA),7 : 37-49.
- Monneveux, D., and Depigny-THIS,. (1995). Génétique et Amélioration des Plantes, ENSA-INRA, Montpellier, France. Quel avenir pour l'amélioration des plantes. Ed. AUPELF-UREF.John Libbey Eurotext. Paris. pp: 149-163.
- Nadjem. K., (2012). Contribution à l'étude des effets du semis direct sur L'efficacité 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.
- Nedjah I., (2015). Changements physiologiques chez des plantes (Blé dur *Triticum durum*Desf.) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb), Thèses de doctorat, département de biologie, Université BADJI Mokhtar de Annaba.
- Oosterom, E.J., Ceccarelli, V.S., Peacock, J.M., (1993). Yield response of barley to rainfall and temperature in Mediteranean environments. J. Agric. Sci., 121 :307-313.
- Papadakis J.S ., (1938) - Ecologie agricole .Eds Jules Duculot .Gembloux . 303p.
- performance of barley an durum wheat in dry areas .j. Agric ; Sci . Camb . 108 : 599- 608 .
- Prioul, J.L., Quarrie, S., Causse, M. de Vienne. D., (1997). Dissecting complex physiological functions through the use of molecular quantitative genetics. J. Ex. Bot. 48 :1151–1163.
- Reynolds, M., Dreccer, F. & Trethowan, R. (2007). Drought-adaptive traits derived from wheat wild relatives and landraces. *Journal of Experimental Botany* 58: 177-186.

- Roseille, A.A., and Hamblin, J., (1981). Theoretical aspect of selection for yield in stress and non stress environments. *Crop Sc.*, 21: 923-932.
- Ruel T., (2006). Document sur la culture du blé, *Ed: Educagri.18p.*
- Salah B., (2023). Algérie 360 <https://www.algerie360.com/production-et-importation-de-ble-algerie-quelle-strategie-pour-2023/> sequences involved in resistance to abiotic stress in Triticeae .*Plant Molecular Biology*, 48, 649-665.
- Simane, B., Peacock, J.M., Struik, P.C., (1993). Differences in developmental plasticity and growth rate among drought resistant and susceptible cultivars of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var durum). *Plant soil* 157, 155–166.
- Slama A, Ben Salem M, Ben Naceur M, Ezziddine Z., (2005). Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse*. 16 : 225- 229
- Soltner D., (1988). Les grandes productions végétales. Les collections sciences et
- Steele, K.A., A. H. Price, H.E. Shashidhar, J.R.. Witcombe., (2006). Marker assisted selection to introgress rice QTLs controlling root traits into an Indian upland rice variety. *Theor. Appl. Genet.* 109: 1247–1260.
- Thabuis, A., Palloix, A., Servin, B. Daubeze, A.M., Signoret. P., (2004). Marker- assisted introgression of 4 *Phytophthora capsici* resistance QTL alleles into a bell pepper line: validation of additive and epistatic effects. *Molecular Breeding*, 14: 9-20.
- UPOV, 1994 - Principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères distinctifs, de l'homogénéité et de la stabilité. Blé tendre (*Triticum aestivum* L.). 55p.
- Wadley G, et Martin A, (1993). Les origines de l'agriculture. Une perspective biologique et une nouvelle hypothèse. *Biologiste australien* 6: 96-105.
- Wardlaw I.F., (1967). The effect of water stress on translocation in relation to photosynthesis and growth .I. effect during grain development in wheat .*Aust.J.Biol .Sci*;20:25-39;
- Yves H. et De Buyser J, (2000). L'origine des blés. *Pour la science*, 26: 60-62.
- Yves,H et Buyer.J., (2000). L'origine des blés. *Pour les sciences hors-série n° 26*,60 - 62 pp
- Zadoks J.C., Chang T.T .et Konzak C.F., (1974). Adecimal code for the growth stage of cereal. *Weed Res.* 14: 415-421.
- Zhu, H., Briceno, G., Dovel, R., Hayes, P. M., Liu. B. H., (1999). Molecular breeding for grain yield in Barley: an evaluation of QTL effects in a spring barley cross. *Theor. Appl. Genet.* 98 : 772-779.

# **Annexes**

## Annexe 1

**Tableau 7:** Taux de germination (%)

Variétés	Pourcentage (%)
<b>MIMMO</b>	89 %
<b>EMILIO LEPIDO</b>	96%

**Tableau 8:** Tallage herbacé par plante

Variétés	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	2	3	2	2	3	2	2	3	4	2	3	2	2,5
<b>EMILIO LEPIDO</b>	5	3	3	5	4	9	2	2	2	3	3	2	3,58

**Tableau 9:** Tallage épi par plante

Variétés	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	2	2	1	2	3	2	2	2	3	2	2	1	2
<b>EMILIO LEPIDO</b>	2	1	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	2,33

**Tableau 10:** Efficacité de transformation en tallage épis (%)

Variétés	Moyenne de tallage herbacé	Moyenne de tallage épis	%
<b>MIMMO</b>	2,5	2	88,88%
<b>EMILIO LEPIDO</b>	3,58	2,33	65,08%

**Tableau 11:** Nombre des épis /m<sup>2</sup>

Variétés	Nombre d'épis /m
<b>MIMMO</b>	300
<b>EMILIO LEPIDO</b>	300

**Tableau 12:** Nombre des épillets par épis

Variétés	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	18	18	19	20	20	18	17	16	16	16	17	16	17.5
<b>EMILIO LEPIDO</b>	23	22	22	22	23	22	21	21	22	23	23	22	22.16

**Tableau 13:** Nombre de grains par épis

Variétés	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	48	49	52	40	45	49	45	46	43	47	42	47	46,08
<b>EMILIO</b>	32	37	32	29	34	34	31	35	37	29	34	32	33,25
<b>LEPIDO</b>													

**Tableau 14:** Poids de 1000 grains (PMG)

Variétés	PMG (mg) avant le semis	PMG (mg) après la récolte
<b>MIMMO</b>	33,5 g	55 g
<b>EMILIO</b>	46,04 g	50 g
<b>LEPIDO</b>		

## Annexe 2

**Tableau 15:** Hauteur de la plante  
en cm

Variétés	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	55	39	37	38	51,5	49	54,5	46,5	41	36	44,5	40	43,70
<b>EMILIO</b>	65	34,5	57	44	49	52	28,5	33,5	44,5	43	67	46,5	47,04
<b>LEPIDO</b>													

**Tableau 16:** Longueur de col de l' épi

Variétés	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	7	10,2	7,8	9	14,1	12	6,5	10,1	14,5	7	12	1,9	10,09
<b>EMILIO</b>	11,4	11	13	16,7	14	11,5	11	12,3	12,5	13	8,1	13,3	12,31
<b>LEPIDO</b>													

**Tableau 17:** Nombre de nœuds par plante

Variétés	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	3	3	3	3	3	4	3	4	2	4	4	3	3,25
<b>EMILIO</b>	4	4	4	3	2	3	2	4	3	3	4	3	3,5
<b>LEPIDO</b>													

**Tableau 18:** Longueur des épis avec barbes

Variétés	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	16,8	16,5	16,6	16,5	17,2	16,3	16,7	16,2	14,5	16	15,2	16,1	16,29
<b>EMILIO</b>	14,4	14,9	15,5	16	14	18,5	15,4	17	17,5	14,5	17,5	17	17,35
<b>LEPIDO</b>													

**Tableau 19:** Longueur des épis sans barbes

Variétés	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	7,1	8	7,3	6,2	5,9	6,7	7,2	6,8	5,6	5,3	6,4	7,2	6,64
<b>EMILIO</b>	10	10	9,5	8	9,8	8	9,5	8,5	8	10,5	9	9,5	9,20
<b>LEPIDO</b>													

**Tableau 20:** Longueur des barbes

Variétés	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	15,1	14,4	14,9	16,5	16	13,6	15,8	15,2	15,5	15,9	15	15,7	15,3
<b>EMILIO</b>	14,9	15,5	13,4	15	15,7	15,5	15	13,7	14	14,9	13	16,7	14,77
<b>LEPIDO</b>													

**Tableau 21:** Longueur de rachis en cm

Variétés	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Moyenne
<b>MIMMO</b>	5,5	6	5,3	5,1	5,6	5,3	6,4	5	5,7	5,5	6,1	4,6	5,50
<b>EMILIO</b>	8,5	9,2	7,9	8,4	7,8	9,1	7,7	8,6	9,2	7,5	7,9	8,5	8,35
<b>LEPIDO</b>													

**Tableau 22:** Compacité de l'épi

Variétés	Paramètre	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	Moyenne	D
<b>MIMMO</b>	Longueur de rachis	5.5	6	5.3	5.1	5.6	5.3	6.4	5	5.7	5.5	6.1	4.6	5.50	31.81
	Nombre épillets	18	18	19	20	20	18	17	16	16	16	17	16	17.5	
<b>EMILIO</b>	Longueur de rachis	8.5	9.2	7.9	8.4	7.8	9.1	7.7	8.6	9.2	7.5	7.9	8.5	8.35	26.53
	Nombre épillets	23	22	22	22	23	22	21	21	22	23	23	22	22.16	

**Nom et prénom :** TAHIR Rihab

**Nom et prénom :** NASRI Rania

**Nom et prénom :** KATIT Nour El Houda

**Nom et prénom :** KARROUT Nessrin

**Titre :** Caractérisation variétale de deux génotypes de nouvelles obtentions de blé dur (*Triticum durum*

Desf.) « Mimmo et Emilio Lepido » selon les recommandations de l'UPOV

**Résumé :**

Notre étude a porté sur deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.), cultivées dans deux sites, le premier site au niveau de la zone humide El Hadaik (Skikda) et le deuxième site dans la zone semi-aride Ain Samara (Constantine). Le matériel végétal est constitué de deux variétés de nouvelles obtentions de blé dur Mimmo et Emilio Lepido proviennent d'AXIUM Ain Samara. Le travail est basé sur le suivi et l'analyse comparative des paramètres morphologiques de production et d'adaptation. L'analyse des caractères morphologiques a pour but d'identifier et de caractériser les variétés en utilisant les recommandations de l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV, 2014). Ces derniers consistent en une série de mesures des différents caractères morphologiques qui sont au nombre de 27 pour le blé dur. D'après les résultats obtenus les résultats du site d'El Hadaik ne réussis pas. Les résultats de la création des fiches descriptives de 9 paramètres de la zone semi-aride montrent qu'il y a une variabilité très importante marquée entre les deux variétés. Concernant les paramètres relatifs à la production et l'adaptation montrent une diversité importante entre les deux variétés Mimmo et Emilio Lepido (tallage herbacé, le tallage épi, la compacité de l'épi, et les composants de rendement). Le rendement le plus élevé est marqué chez les deux variétés Emilio Lepido avec 45.93 (qx/ha) par et Mimmo avec 43.38 (qx/ha), ce qui montre que les deux variétés sont plus efficaces en production.

**Mots-clés :** *Triticum durum* Desf., caractères de production et adaptation et rendement.