



Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques

Biotechnologie et Valorisation des Phyto-Ressources

**Estimation du progrès génétique pour les
paramètres agronomiques et
physiologiques des lignées avancées de
blé dur (*Triticum durum Desf*)**

Présenté par: EDDAOUDI soufiane

Encadré par :

- Pr. LAZRAQ abderrahim
- Dr. FERRAHI moha

Soutenu le: 07/07/2021

Devant le jury composé de:

- Pr. LAZRAQ abderrahim
- Dr. FERRAHI moha
- Pr. Manni laila

**Année universitaire
2020/2021**

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- ***Mes parents :***

Nul mot ne pourra exprimer ma gratitude envers vous, je l'ai dit une fois dans le temps, je le redis toujours avec la même conviction.

- ***Ma sœur et mes frères :***

Je vous dédie ce travail avec mes sentiments d'amour et de fraternité les plus sincères.

- ***Mes professeurs :***

Pour leurs efforts, leurs disponibilités et leurs conseils.

Remerciements

Si je suis là où je suis aujourd'hui, c'est tout d'abord grâce à Dieu et mes parents qui m'ont soutenu tout au long de ma période d'études, et grâce aux professeurs de la FST qui m'ont enseigné pendant les trois années.

Tout d'abord, je tiens à remercier Mr. FERRAHI moha de m'avoir autorisé d'effectuer mon stage au sein de Domaine Douiet.

J'aimerais remercier mon encadrant Mr. LAZRAQ abderrahim Professeur à la Faculté des sciences et Techniques pour tout son aide et ses encouragements.

Je tiens à remercier vivement tous les membres du Domaine pour leurs soutiens tout au long de ces 2mois de stage, et plus précisément, L'encadrant Monsieur FERRAHI moha.

Je tiens à remercier également Mme. Manni laila Professeur à la FST qui a bien voulu accorder une part de son précieux temps pour examiner ce travail. C'est pour moi un grand honneur et un vrai plaisir de présenter mon travail devant lui.

Que tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail trouvent l'expression de mes remerciements les plus chaleureux.

Résumé

Le blé dur est considéré comme une culture stratégique au Maroc. Toutefois, la croissance de cette culture et l'amélioration de son rendement sont limités par des contraintes biotiques et abiotiques.

L'étude a pour objectif d'évaluer les critères physiologiques et agronomiques de blé dur avec estimation des progrès génétique des lignées avancées.

L'expérimentation s'est déroulée au domaine agricole douiet de l'institut national de la recherche agronomique relevant du CRRA de Meknès, l'effet de différents traitements sur les réponses physiologiques et agronomiques a été étudié selon un dispositif expérimental en bloc complet avec trois répétitions.

La première partie a été consacrée à l'étude des paramètres physiologiques et agronomiques suivant. Le nombre des plantes par mètre carré et le nombre d'épi par plante, et le nombre de grain par épi et aussi le poids de mille grains. En ce qui concerne les paramètres physiologique nous avons étudié la teneur en chlorophylle et conductance stomatique et aussi température foliaire de 19 variétés de blé dur. Dans cette partie nous avons pu sélectionner des variétés avec présentant des bons rendements.

La deuxième partie nous avons étudié les progrès génétiques entre 19 variété pour chaque paramètre physiologique et agronomique.

Les résultats trouvés montrent que les composantes du rendement sont variables d'une lignée à l'autre.

Cette étude nous a permis de compléter une base de données pour les divers descripteurs t variable d'évaluation agronomique. En se basant sur ces données, les sélectionneurs vont pouvoir les utiliser comme base dans leur choix des génotypes qui répondent aux critères en accord avec l'objectif du programme d'amélioration.

Mots clés : INRA, génotype, Lignée, Rendement

LISTE DES FIGURES

<u>Figure 2</u> : Symptômes d'oïdium sur feuille de blé	9
<u>Figure 3</u> : Symptômes septoriose sur feuille de blé	10
<u>Figure 4</u> : Variation de la température et les précipitations au niveau du domaine expérimental de douiet durant la campagne 2020/2021	11
<u>Figure 5</u> : Appareil de mesure de la température de la plante ‘ Thermomètre IR	14
<u>Figure 6</u> : Appareil du Chlorophylle mètre de model SPAD-502	15
<u>Figure 7</u> : Appareil de la conductance stomatique	16
<u>Figure 8</u> : Présente la variation génotypique du nombre d'épi par plante	18
<u>Figure 9</u> : Présente la variation génotypique du nombre de graines par épi	19
<u>La figure 10</u> : Présente la variation génotypique du PMG	20
<u>Figure 11</u> : Variation température foliaire °C moyenne par plante des 19 variétés étudiées	21
<u>Figure 12</u> : Variation de la teneur de chlorophylle chez les 19 variétés	22
<u>Figure 13</u> : Variation de la conductance stomatique des variétés étudiées de blé dur	23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Classification botanique de blé	4
Tableau 2 : Protocole expérimental adopté	12
Tableau 3 : Nombres des plantes dans chaque variété	17
Tableau 4 : Variation des paramètres physiologiques	20
Tableau 5 : Corrélation entre les paramètres physiologiques et agronomiques	24
Tableau 6 : Progrès génétique des nombres de plantes par mètre carré	25
Tableau 7 : Progrès génétique d'épi par plante	26
Tableau 8 : Progrès génétique de nombre de grain par épi	27
Tableau 9 : Progrès génétique de PMG	27
Tableau 10 : Progrès génétique de Température foliaire	28
Tableau 11 : Progrès génétique de teneur en chlorophylle	28
Tableau 12 : Progrès génétique de la conductance stomatique	29

LISTE DES ABRERIATIONS

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

Nb : Nombre

NEP : Nombre d'épi par plante

NGE : Nombre de graines par épi

PMG : Poids de mille graines

TC : Teneur en chlorophylle

TF : Température foliaire

CS : Conductance stomatique

SAU : Superficie agricole utile

SOMMAIRE

Introduction générale	1
-----------------------------	---

CHAPITRE I : Revue bibliographique

I. Présentation du blé dur	2
1. Historique	2
2. Description et classification botanique.....	2
2.1 Description botanique.....	2
2.2 Classification botanique.....	3
3. Culture du blé.....	4
3.1 La Température.....	4
3.2 L'eau.....	4
3.3 L'éclaircissement.....	4
3.4 Le Sol.....	4
4. Cycle de développement du blé.....	5
4.1 La période végétative.....	5
4.2 La période reproductrice.....	5
4.3 La période de formation et de maturation du grain.....	5
5. Production et importance de la culture du blé dur.....	6
6. Techniques d'amélioration du rendement.....	7
7. Maladies du blé.....	7

CHAPITRE II : Matériel et méthodes

1. Environnement de l'expérimentation.....	9
2. Matériel végétal.....	9
3. Paramètres mesurés.....	10
3.1 Paramètres agronomique.....	10
3.1.1 Nombres des plantes par mètre carré(NPM)	11
3.1.2 Nombres d'épi par plante.....	11
3.1.3 Nombre de grains par épi (NG/E).....	11
3.1.4 Poids de mille grains(PMG).....	11
3.2 Paramètres physiologique.....	11
3.2.1 Température foliaire.....	12
3.2.2 Teneur en chlorophylle.....	12
3.2.3 Conductance stomatique.....	12

CHAPITRE III : Résultats et discussion

I. Résultats paramètres mesurés	13
1.1 Résultats paramètres agronomique.....	13
1.1.1 Nombres des plantes par mètre carré (NPM).....	13
1.1.2 Nombres d'épi par plante.....	14
1.1.3 Nombre de grains par épi (NGE).....	14
1.1.4 Poids de mille grains(PMG).....	15
1.2 Paramètres physiologique.....	16
1.2.1 Température foliaire.....	16
1.2.2 Teneur en chlorophylle.....	16
1.2.3 Conductance stomatique.....	17
II. Corrélation entre les paramètres physiologiques et agronomiques.....	18
III. Résultats des progrès génétiques.....	19
Conclusion.....	25
Références bibliographique.....	26



Introduction générale

Le blé dur compte parmi les espèces de céréales les plus anciennes, et constitue une des principales ressources alimentaires de l'humanité. Au Maroc, il occupe une place très privilégiée dans les ménages, en fournissant plus de 60 % de l'apport calorifique et 15 à 20 % de l'apport protéique de la ration alimentaire. Son débouché principal est l'alimentation humaine (pain et pâtes) pour plus de la moitié de la production, le reste est utilisé pour l'alimentation animale et l'industrie (amidon).

Avec le riz, le blé dur est le plus consommé par l'homme et arrive en 3^{ème} position au niveau de la production après le maïs et le riz (Reynaud, 2011). L'augmentation de sa productivité nécessite d'améliorer et de sélectionner des variétés performantes présentant des caractères morpho-physiologiques et biochimiques adaptés aux climats aride et semi-aride des pays du bassin méditerranéen où il est le plus cultivé.

La population mondiale s'élève à 8 milliards de personnes, il est donc nécessaire de produire suffisamment de blé pour répondre aux besoins, et dans les années à venir la population va augmenter, ce qui poussera les pays à augmenter l'amélioration de rendement du blé.

C'est dans ce contexte, que le présent travail a été initié pour évaluer les réponses physiologiques et agronomiques des lignées avancées de blé dur (*Triticum durum* Desf.).

Le but de ce travail est de tester, caractériser et d'évaluer différents lignées sélectionnées de blé dur testé à partir de l'essai élite de rendement. Ces données serviront de base à la sélection de matériel génétique et à être utilisés dans le programme de sélection.

CHAPITRE I : Revue bibliographique

I. Présentation du blé dur

1. Historique :

Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'homme, depuis plus de 7000 à 10000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et les zones adjacentes de la Palestine, de la Jordanie, de l'Irak, et la bordure Ouest de l'Iran (Feldman 2001)

Selon Vavilové in Erroux (1961), le blé dur (*Triticum durum*) a deux origines : l'Abyssinie et l'Afrique du Nord, alors que pour Grignac, (1978), le Moyen Orient est le centre générateur du blé dur, où il s'est différencié dans trois régions : le bassin occidental de la méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient (Syrie et nord de la Palestine). L'Afrique du Nord est considérée comme centre secondaire d'après la classification de l'espèce (Chikhi, 1992)

Chaque centre a donné naissance à des groupes de variétés botaniques possédant des caractéristiques phénologiques, morphologiques et physiologiques spécifiques (Monneveux, 1991).

2. Description et classification botanique :

2.1 Description botanique

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales
À paille, qui sont caractérisées par des critères morphologiques particuliers.

-La tige aérienne porte le nom de chaume ; elle est creuse et cylindrique ; sa cavité est interrompue régulièrement, au niveau des nœuds, par des diaphragmes.

La partie végétative du chaume se ramifie fréquemment à la base. Au niveau des nœuds, au contact du sol, apparaissent des bourgeons et des racines engendrant un nouvel axe feuillé (Dupont., Guignard, 2012.)

-Les racines du blé sont pourvues de nombreuses racines, dites fasciculées vu leur forme en faisceaux, qui prennent naissance à la base de la tige. Elles sont de type fasciculé dont ; 55% du poids total des racines se trouve entre 0 et 25cm de profondeur (Clement et Prat, 1970).

-Les feuilles sont alternées, ligulées et engainantes. Elles ont des nervures parallèles et sont terminées en pointe (Clement et Prat, 1970)

-L'inflorescence est toujours en épillets associés en inflorescence épis, se recouvrant étroitement les uns aux autres (Bonjean et Picard, 1990).

6Le grain de blé dur est un fruit, appelé caryopse, c'est-à-dire un akène dont l'enveloppe est intimement soudée au tégument de la graine (Dupont et Guignard, 2012).

-Les grains sont de forme ovoïde, possédant sur l'une de leur face un sillon et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils : la brosse (Godon et *al.* 1991; Hemery et *al.* 2007). La longueur du grain de blé est comprise entre 5 et 8 mm, son poids entre 20 et 50 mg (Surget et Barron, 2005).

Histologiquement, le grain de blé dur est formé de trois types de tissu : le germe (3%), Les enveloppes (13-16% du grain) et l'albumen (80-85% du grain) (Kent et Evers, 1994, Barron *et al.*, 2007).

2.2 Classification botanique

Le blé dur (*Triticum durum*) est une plante de la classe de Monocotylédones de la famille des Graminées, c'est-à-dire à un groupe de végétaux dont le nom, étymologiquement, signifie "producteur de grains". A cette définition assez vague, les botanistes préfèrent le terme plus précis de Poacées, par référence à un genre très commun dans la nature (Mosiniak, *al.*, 2006), de la tribu des Triticées et du genre *Triticum* (Feillet, 2000). Cette famille comprend 600 genres et plus de 5000 espèces (Feillet, 2000; MacKey, 2005).

CLASSIFICATION

Tableau 1: Classification botanique de blé

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Ordre	Cyperales
Famille	Gramineae
Genre	<i>Triticum</i>

3.Culture de blé

- **La température** : joue un rôle dans la vitesse des réactions chimiques. A faible température, la plante est en vie ralentie , il n'ya pas de synthèse de matière organique.

Lorsque les températures augmentent, les réactions chimiques de la photosynthèse sont stimulées, ceci jusqu'à une valeur optimale, au-delà de cet optimum, les enzymes qui catalysent les réactions chimiques sont progressivement dénaturés et l'intensité photosynthétique diminue (Battinger, 2002).

- **L'eau** : a une grande importance dans la croissance de la plante, elle a une action sur l'ouverture des stomates et, par conséquent, sur la pénétration du dioxyde de carbone dans la plante (Battinger, 2002). Elle est aussi le véhicule des éléments minéraux solubles de la sève brute (Soltner, 1990). Le blé dur est bien adapté aux régions à climat relativement sec, où il fait chaud le jour et frais la nuit durant la période végétative, ce qui est typique des climats méditerranéens et tempérés (Amokrane, 2001). Dans ces régions ,les précipitations peuvent varier entre 300 millimètres et 1000 millimètres par an, réparties de manière à fournir beaucoup d'eau à la plante durant sa période de croissance et de fines pluies vers la fin de manière à faire gonfler les grains.

- **L'éclairement** : intervient dans les réactions photochimiques de la photosynthèse. Ces réactions permettent d'obtenir l'énergie nécessaire à la synthèse de la matière organique végétale. C'est pourquoi un déficit en lumière ralentit fortement l'intensité de la photosynthèse (Battinger, 2002). Selon Clement et Prats, (1970) le blé est une plante de pleine lumière.

- **Le Sol** : De nombreux éléments minéraux entrent dans la constitution de molécules organiques nécessaires à la vie, à la croissance et au développement de la plante. Ces éléments minéraux sont prélevés par la plante dans le sol sous forme d'ions (Battinger, 2002). Le blé craint les sols tourbeux contenant de fortes teneurs en sodium, magnésium et fer. Le pH optimal pour le développement se situe entre 6 et 8.

4.Cycle de développement du blé

Le cycle est décomposé en période végétative, période reproductrice et une période de maturation. Les modifications morphologiques résultent du processus de croissance et du processus de développement

4.1 La période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacée s'étend du semis jusqu'à la fin tallage. Celle-ci se divise en deux phases :

- La Phase germination –levée:

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorizhe donnant naissance à des racines séminales et à la coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (Gate, 1995).

- La Phase levée – tallage :

La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (Moule, 1971). L'apparition de ces talles se fait à un rythme régulier à celui de l'émission des feuilles. A partir des bourgeons situés à l'aisselle des talles primaires initiées à la base du brin maître, les talles secondaires peuvent apparaître et être susceptibles d'émettre des talles tertiaires.

Le nombre de talles produites dépend de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (Masle-Meynard, 1980).

Le facteur nutritionnel peut modifier la vitesse du tallage herbacé, la durée du tallage et le nombre de talles (Austin et Jones, 1975).

La fin du tallage représente la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductrice, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (Gate, 1995).

4.3 La Période de formation et de maturation du grain

- Grossissement du grain :

Cette phase marque la modification du fonctionnement de la plante qui sera alors orientée vers le remplissage des grains à partir de la biomasse produite. Les besoins des grains sont inférieurs à ce que fournissent les parties aériennes (plus de 3/4 de la matière sèche sont stockés au niveau des tiges et des feuilles). Par la suite, les besoins augmentent et le poids des grains dans l'épi s'élève, alors que la matière sèche des parties aériennes diminue progressivement.

Seulement 10% à 15% de l'amidon du grain peut provenir de réserves antérieures à la floraison. A l'issue de cette phase, 40 à 50 % des réserves se sont accumulées dans le grain qui, bien qu'il ait atteint sa taille définitive, se trouve encore vert et mou, c'est le stade «grain laiteux». L'autre partie des réserves se trouve encore dans les tiges et les feuilles qui commencent à jaunir (Boulelouah, 2002).

-Maturation du grain:

La phase de maturation succède au stade pâteux (45 % d'humidité). Elle correspond à la phase au cours de laquelle le grain va perdre progressivement son humidité.

Cette phase débute à la fin du palier hydrique marqué par la stabilité de la teneur en eau du grain pendant 10 à 15 jours. Au-delà de cette période, le grain ne perdra que l'excès d'eau qu'il contient et passera progressivement aux stades «rayable à l'angle» (20% d'humidité) puis, «cassant sous la dent» (15-16 % d'humidité) (Gate, 1995)

5. Production et importance de la culture du blé dur

-Dans le monde:

Parmi les céréales, le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz. Source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (Bajji, 1999). Le blé dur occupe 8 à 10% du total des terres réservées aux blés dur et tendre, dans le monde. La superficie moyenne consacrée annuellement 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 s'élèvera à 1 milliard de tonnes en 2021. La culture du blé dur est concentrée au Moyen-Orient, en Afrique du Nord, en Russie, aux Dakotas, au Canada, l'Inde et l'Europe méditerranéenne. L'Europe a produit en moyenne au cours des 10 dernières années 26% de la production mondiale, viennent ensuite l'Amérique du Nord et centrale avec 24%, le Moyen- Orient 18%, puis la communauté des Etats indépendants (CEI) 12% et l'Afrique du Nord 11% (Anonyme, 2012).

En 2013/2014, le poste «alimentation humaine, semences, usages industriels» représenterait 94 % des utilisations intérieures en Afrique du Nord, avec 46 Mt importées en 2013/2014. Les pays d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient concentrent le tiers des échanges mondiaux, le premier importateur est l'Égypte (10Mt), suivi de l'Algérie (6,5Mt) et, pour des quantités plus faibles, le Maroc, la Libye et la Tunisie (Auriane, 2014).

6. Progrès génétiques et techniques d'amélioration du rendement

Définition progrès génétique : Le progrès génétique est défini comme le progrès réalisé lorsque la valeur génétique moyenne de la progéniture est supérieure à la valeur génétique moyenne de la génération précédente

Pour calculer les résultats des progrès génétiques on utilise cette relation

$$PG = \frac{VL - MVT}{MVT} * 100$$

Avec VL : Valeur de lignées

MVT : Moyenne de la valeur des témoins

L : Lignée

T : Témoin

Technique de la sélection : Croisements entre individus de même espèce mais des variétés ou races différentes qui possèdent Chacun un caractère intéressant. Obtention d'une génération F1 homogène présentant les caractères recherchés et un rendement plus élevé.

7. Maladies et ravageurs du blé

Nombreuses sont les maladies qui peuvent toucher la plante de blé et causer des dommages économiques importants handicapant la rentabilité de la culture : Diminution du rendement, destruction totale ou partielle de la récolte, baisse de la qualité Pour cela, la phyto diagnostic avec ces deux aspects

(identification et détection) joue un rôle très important dans la prévention de la culture et l'intervention positive en cas d'infection.

Oïdium

• **Symptômes**

- Feutrage blanc envahissant surface de la feuille, mais aussi le reste de la plante.
- Feutrage devenant gris et se parsemant de points noirs, puis évoluant en croûtes
- Blanchâtres à grisâtres (Figure 2)

• **Raisons**

- . Alternance de jours chauds et humides.
- . Automnes et printemps chauds.
- . Carence potassique



Figure 2 : symptômes d'oïdium sur feuille de blé

Septoriose

• **Symptômes**

- . Taches ovales à rectangulaires de couleur brun clair sur feuilles.
- . Présence de petits points, bruns à noirs, appelés pycnides, au sein des taches.
- . Formation de plaques après agrandissement des taches qui finissent par se rejoindre.

• **Raisons**

- . Pluies et fortes humidités permettent la sporulation.
- . Alternance de longues périodes humides et de périodes sèches idéale à l'expulsion de spore.
- . La présence d'oïdium et de rouille augmente la réceptivité à la maladie.

CHAPITRE II : Matériel et méthodes

1. Environnement de l'expérimentation

. Données géographiques

Cette étude a été menée dans une parcelle en plein champ dans le domaine expérimental de "Douiet". Le site expérimental est géographiquement situé à 34°04'N, 5°07'W. Il s'agit d'un domaine expérimental implanté en zone Bour favorable de la plaine du Sais (Province de Moulay Yaacoub-Wilaya de Fès-Meknès). Il se situe à une altitude de 416m, sur une superficie totale est de 440 ha.

. Données pédoclimatiques

Le sol est argilo-calcaire, très fertile et bien profond. Durant la campagne de l'expérimentation faite par l'INRA (2020-2021), la température et les précipitations ont varié selon la courbe suivante :

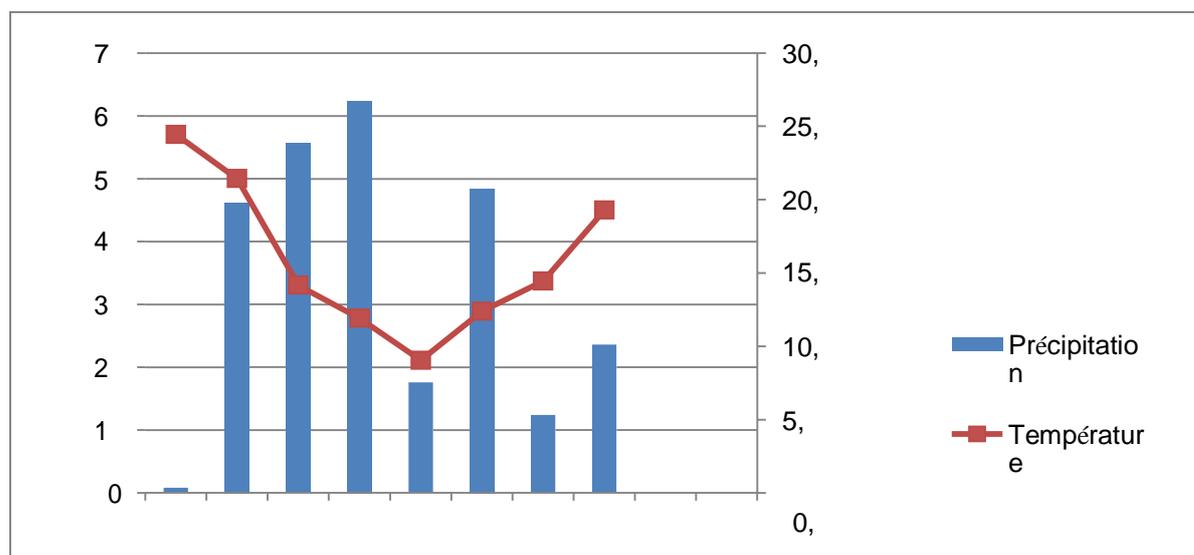


Figure 4 : Variation de la température et les précipitations au niveau du Domaine Expérimental De Douiet durant la campagne 2020/2021

2. Matériel végétal

L'expérimentation a été mise en place au niveau du *Domaine Agricole Douiet*. Le matériel végétal de notre expérimentation est présenté par dix neuf géotypes de blé. Il y a plusieurs variétés. Chaque variété avec ses caractéristiques.

Protocole expérimental

Tableau 2 : protocole expérimental adopté

ENT	variété	ENT	variété	ENT	variété
1	1	38	7	39	14
2	2	37	6	40	7
3	3	36	5	41	10
4	4	35	8	42	9
5	5	34	16	43	13
6	6	33	12	44	2
7	7	32	14	45	3
8	8	31	13	46	16
9	9	30	3	47	12
10	10	29	15	48	15
11	11	28	1	49	11
12	12	27	2	50	8
13	13	26	4	51	6
14	14	25	9	52	5
15	15	24	11	53	4
16	16	23	10	54	1
17	FAR	22	V2	55	V2
18	V1	21	FAR	56	V1
19	V2	20	V1	57	FAR

Par une variété constituée par 3 lignes et 19 colonnes, avec un nombre déterminé de plantes. Le tableau 2 montre le protocole expérimental utilisé.

Une variété : est un ensemble homogène de plantes d'une espèce donnée clairement identifiées par des caractères morphologiques, physiologiques et génétiques.

Une lignée : ensemble d'individus homozygotes identiques entre eux et reproduits à eux même par autofécondation

.

3. Paramètres mesurés

Différents paramètres agronomiques, physiologiques ont été évalués, et mesurés au semis. Pour ce faire, trois plantes sont prises pour chaque variété.

3.1 Paramètres agronomique

3.1.1 Nombres des plantes au mètre carré (NPM) :

Le nombre de plante au mètre carré est déterminé par le comptage du nombre de plantes sur 1 mètre linéaire aléatoirement de chaque variété du bloc.

3.1.2 Nombres d'épi par plante :

Il est obtenu par comptage direct d'un échantillon de 3 plantes aléatoirement de chaque variété du bloc.

3.1.3 Nombre de grains par épi (NG/E) :

Le nombre de grains par épi a été déterminé pour chaque épi

3.1.4 Poids de 1000 grains (PMG) :

Le poids de mille grains a été déterminé à l'aide d'une balance après le récolté des épis.

On a calculé 100 grains et on utilise la règle de trois pour donner poids de mille grains.

3.2 Paramètres physiologiques

Pour avoir une idée sur le caractère physiologique des plantes, trois paramètres (teneur en chlorophylle, température foliaire, condition somatique) sont mesurés:

3.2.1 Température foliaire

La température des plantes est mesurée à l'aide d'un appareil 'Thermomètre Infra Rouge'



Figure 5 : Appareil de mesure de la température de la plante 'Thermomètre IR'

3.2.2 Teneur en chlorophylle

Pour mesurer la chlorophylle au stade adulte de différentes plantes. Cet appareil détermine la teneur totale en chlorophylle (en plus de la chlorophylle a et b, d'autres types de chlorophylle sont inclus). Trois mesures sont prises au niveau de la feuille en trois points différents (haut, milieu et bas). Enfin, la moyenne des trois valeurs (unité : SPAD) est affichée à l'écran.



Figure 6 : Appareil de mesure de la teneur en chlorophylle mètre de model SBAD-502

3.2.3 Conductance stomatique

La mesure de la conductance stomatique a été réalisée avec un poromètre AP4. Les Géotype ont été réalisés par profil thermique en condition de rayonnement saturant, On mesure la conductance stomatique Au niveau des feuilles .Cette technique consiste à placer une feuille en série avec deux éléments De conductances connues et mesurer l'humidité à deux points différents. La détermination de la conductance Stomatique se fait en calculant le flux et le gradient de vapeur.



Figure 7 : Appareil du conductance stomatique poromètre AP4

CHAPITRE III : Résultats et discussion

1. Paramètres mesurés

Analyse de la variance

L'analyse de la variance (ANOVA) a montré que non signification entre les lignées de blé dur selon des variétés pour tous les paramètres physiologiques étudiées (température foliaire, conductance stomatique, teneur en chlorophylle) et agronomique (nombre grain par épi, poids mille grain).

Tableau : variation des paramètres physiologique et rendement

Analyse de variance des paramètres physiologiques et de rendement					
	T. Foliaire (°C)	CS (mol.m ⁻² .s ⁻¹)	Ch (Spade)	Nbr grain par épi	PMG (g)
Variétés	1.111 NS	1.407 NS	0.473 NS	1.164 NS	1.125 NS

NS : Non significatif

1.1 Paramètres agronomique

1.1.1 Nombres des plantes par 0.5/0.5 mètre (NP)

Tab. 6 : Nombre de plantes pour chaque variété.

variété	Moy
V1	17
V2	17.6
V3	20
V4	18
V5	22
V6	19.6
V7	21.30
V8	19.3
V9	17
V10	19.3
V11	18.6
V12	22.60
V13	17
V14	17.3
V15	18.6
V16	19.6
V17	18.66
V18	15
V19	20.3

La plus haute valeur appartient à la variété v12 avec une moyenne de 22.6 suivie de la variété v5 avec une valeur de 22.

Pour les variétés ayant les valeurs les plus basses, on trouve v5 avec une moyenne 15 et v1 et v9 et v13 qui ont une valeur de 17.

1.1.2 Nombres des épis par plante

Le nombre d'épi par plante moyen de 19 variétés a été de l'ordre de 18,17. La figure 8 présente la variation phénotypique du nombre d'épi par plante.

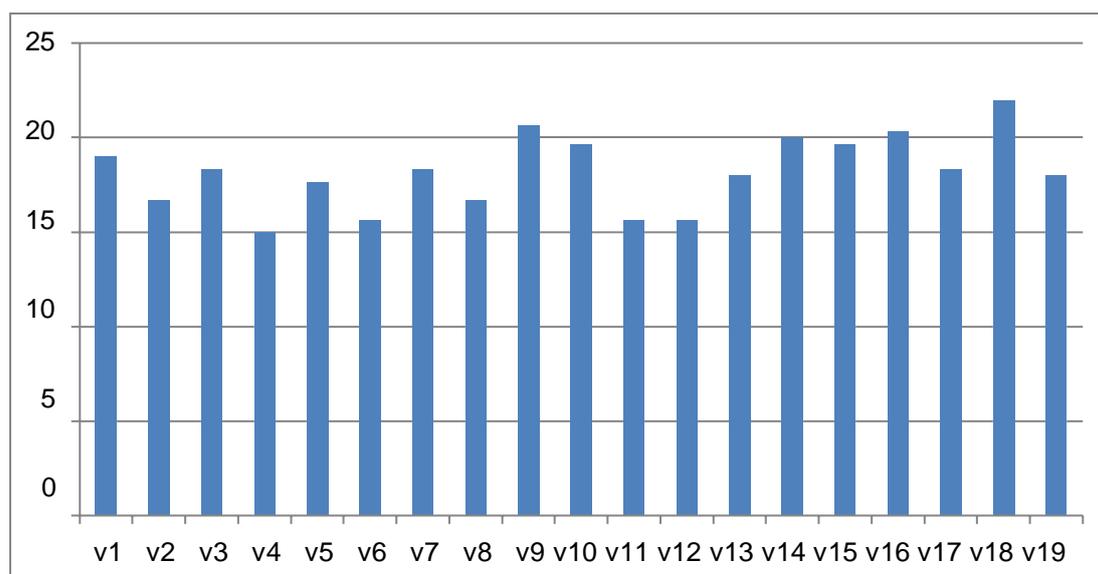


Figure 8 : Variation phénotypique du nombre d'épi par plante.

La plus haute valeur appartient à la variété v18 avec une moyenne de 22 suivie de la variété v9 avec une valeur de 20.66

Pour les variétés qui ont les valeurs les plus basses, on trouve v4 avec une moyenne de 15 tandis que v12 et v11, ils ont la même valeur de 15.66.

1.1.3 Nombre de grains par épi (NG/Æ)

L'ensemble des variétés étudiées a présenté une différence non significative.

Les variétés ont enregistré la valeur moyenne du nombre de grains par épi de la plante de l'ordre de 45,14.

La Figure 9 présente la variation phénotypique du nombre de grains par épi

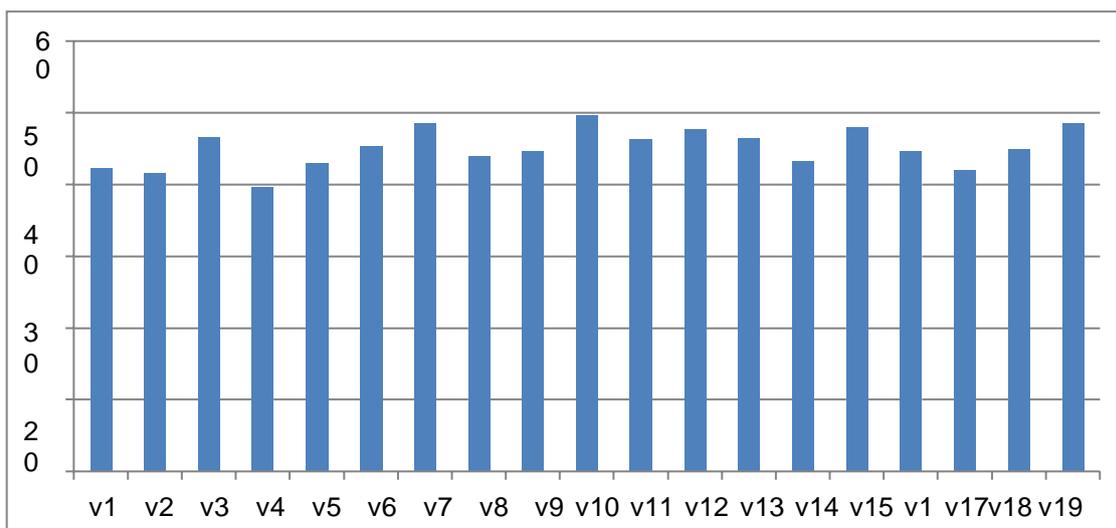


Figure 9 : Variation génotypique du nombre de grains par épi.

La variété v10 présente la valeur la plus élevée avec une moyenne de 50, tandis que la valeur la plus faible est enregistrée chez la variété v4, avec une moyenne de 40. Pour les autres variétés sont intermédiaires avec un nombre moyen variant de 45 à 47

1.1.4 Poids de mille grains (PMG)

L'ensemble des variétés étudiées a présenté une différence non significative.

Les variétés ont enregistré la valeur moyenne du PMG de l'ordre 45.58 g avec la valeur le plus élevée chez la v19 de 50 g et la valeur la plus faible chez v1 de 39g.

Figure 10 présentes la variation phénotypique du "PMG

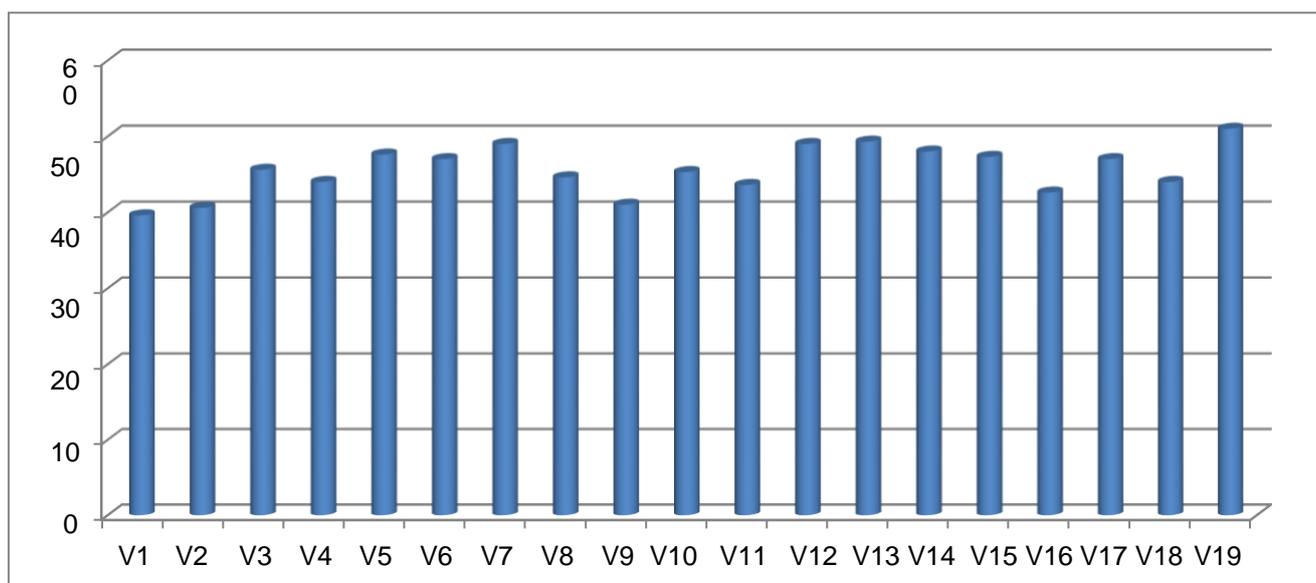


Figure 10 : variation phénotypique du PMG

La valeur la plus élevée appartient à la variété V19 avec un moyenne 51 g
 On a les valeurs moins élevée appartient à la variété V7 à égalité avec la variété V12 avec une moyenne de 49g suivie de la variété V13 avec une valeur de 49,38g Pour Les variétés ont les valeurs les plus faibles, on trouve V1 et V2 et V9 qui ont respectivement les valeurs 39.6g et 40,6g et 41.

1.2 Paramètres physiologiques

1.2.1 Température foliaire

Les variétés ont enregistré la valeur moyenne de la température foliaire de la plante de l'ordre de 21.02°C La figure 11 présente la variation phénotypique de la température foliaire °C de la plante
 Unité de la température foliaire :

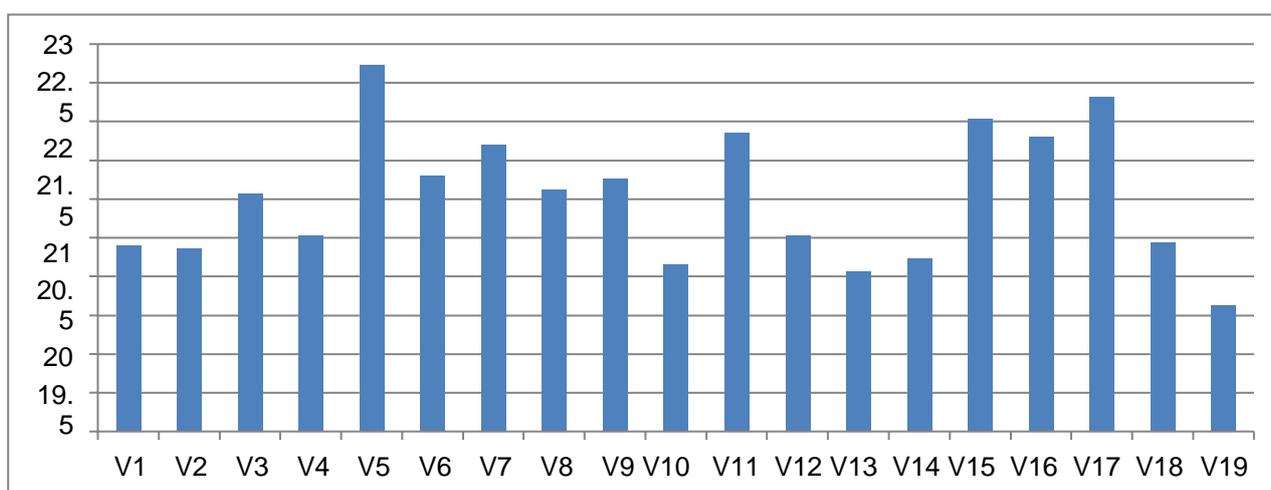


Figure 11: Variation de la Température foliaire °C moyenne des 19 variétés étudiées.

La plus haute valeur appartient à la variété V5 avec une moyenne de 22,73 °C, suivie de la variété V17 avec une valeur de 22,32 °C. De plus, La valeur la plus faible est enregistrée chez la variété V 19 avec une valeur de 19, 63 °C

La température foliaire est un indicateur intéressant, compte tenu du rôle central joué par les stomates dans le contrôle de la perte en eau , l'évapotranspiration de l'eau au niveau des feuilles refroidit ces dernières , quand les stomates se ferment comme réponse à la sécheresse, la transpiration baisse et la Température de la feuille augmente.

1.2.2 Teneur chlorophylle

Les variétés ont enregistré la valeur moyenne de la teneur chlorophylle de la plante de l'ordre de 32.5 La figure 12 présente la variation génotypique de la teneur chlorophylle de la plante.

Unité de la teneur en chlorophylle : (Spade)

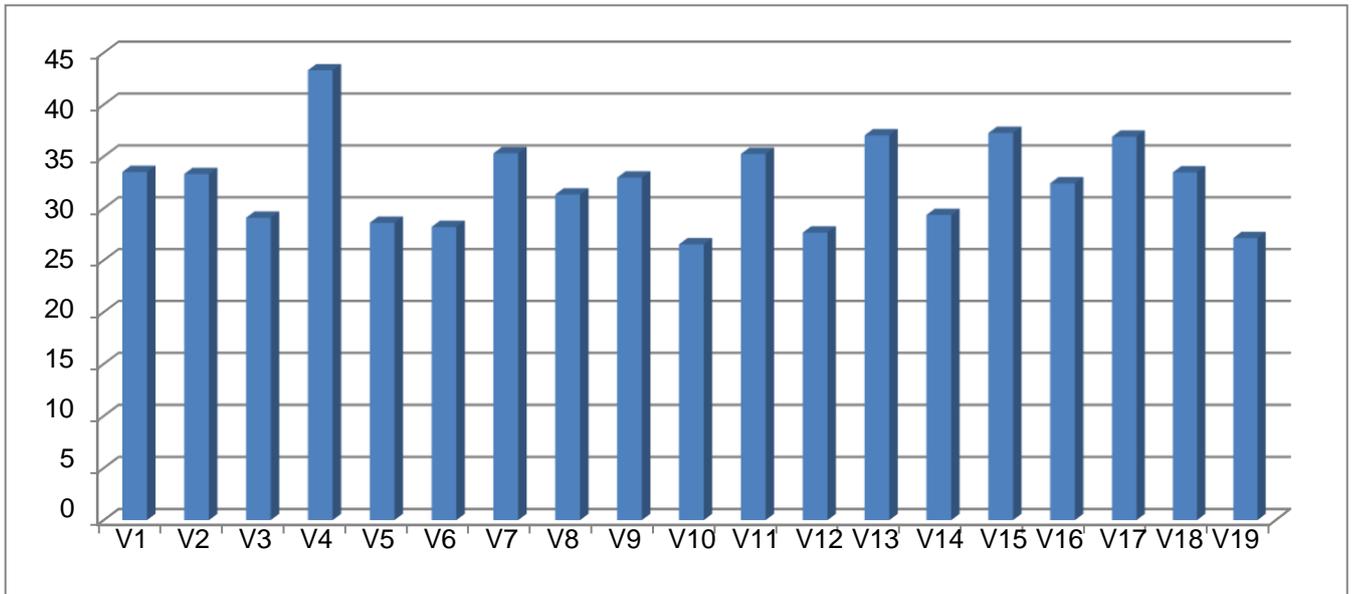


Figure 12: Variation de la teneur en chlorophylle chez les 19 variétés

Les forts teneurs en chlorophylle sont observées chez des variétés (V4 ; V13;V15 ; V17) tandis que les faibles teneurs sont enregistrées des variétés (V10 ; V12 ; V19)

La plus haute valeur attribuée à la variété témoin dans notre travail la variété 4 avec une moyenne de 43,3 suivie de la variété V13 et V15 et V17 avec une valeur de 37. Les dernières variétés sont naines, avec une moyenne qui varie entre 26 pour la variété V19 et 25 pour la variété V10.

La présence important de la teneur en chlorophylle indiqué que la plante se fais la photosynthèse.

3.3Conductance stomatique

La figure 13 montre des variations comparable chez les variétés étudiées

Unité de la conductance stomatique : (mol.m⁻².s⁻¹)

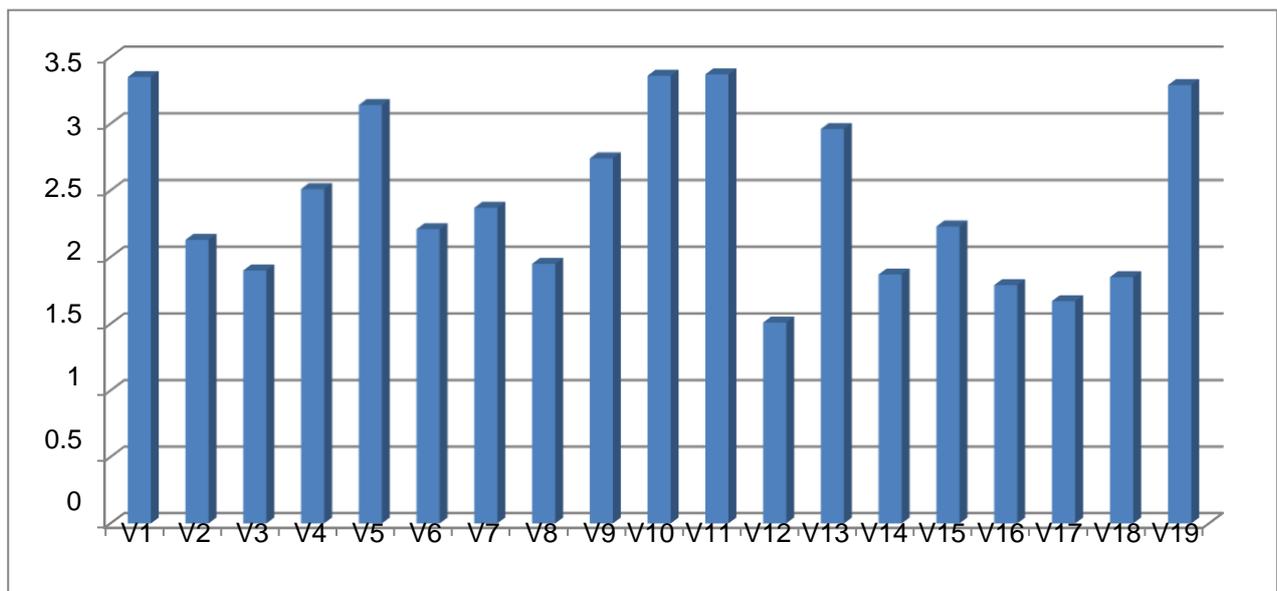


Figure 13 : Variation de la conductance stomatique des variétés étudiées de blé dur

La variété (v1 ; v5 ; v10 ; v11 ; v19) ont une conductance stomatique supérieure à celle des variétés (v12 ; v17) On a observé que la variété v11 présente la conductance stomatique la plus grande avec une valeur de 3.37 mol .m-2.s-1 contrairement au v12 dont la conductance stomatique est proche de 1.51 mol .m-2.s-1

II .Corrélation entre les paramètres physiologiques et agronomiques

Tableau 5 : Corrélation entre les paramètres physiologiques et agronomiques

Corrélations					
	T . Foliaire (°C)	CS (mol.m--2.s--1)	Ch (Spade)	Nbr grain par épi	PMG
T . Foliaire (°C)	1	-0,021	,191	0,076	-0.313*
CS (mol.m--2.s-1)	-0,021	1	0.275*	-,0097	-0,074
Ch (Spade)	0,191	0.275*	1	-0,039	-0,182
Nbr grain par épi	0,076	-0,097	-,039	1	-0,077
PMG	-0.313*	-0,074	-,182	-0,077	1

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

La matrice de corrélation (Tab.5) montre que les paramètres physiologiques sont reliés avec les paramètres agronomiques.
D'après le tableau on a déduire la fin de résultat il ya faible relation quelque soit les paramètres physiologiques et agronomiques.

III .Résultats des progrès génétiques

1. paramètres agronomiques

1.1. Le nombres des plantes par mètre (NPM)

Tableau 6 : Progrès génétiques des plantes par mètre carré

lignées	Témoin	Résultats	Lignées	Témoin	Résultats	Lignées	Témoin	Résultats
L1:17	T17:18,66	-8,98	L1 :17	T18:15	13,33	L1 :17	T19:20,33	16,37
L2 :17.66	T17:18.66	-5.35	L2 :17.66	T18:15	17.73	L2 :17.66	T19 :20.33	-13.13
L3 :20.33	T17:18.66	8.94	L3 :20.33	T18:15	35.53	L3 :20.33	T19:20.33	0
L4 :18	T17:18,66	-3.35	L4 :18	T18:15	20	L4 :18	T19:20,33	-11.46
L5 :22	T17 :18.66	17.89	L5 :22	T18:15	46.66	L5 :22	T19:20.33	8.21
L6 :19.66	T17 :18.66	5.35	L6 :19.66	T18:15	31.06	L6 :19.66	T19:20.33	85.24
L7 :21.33	T17:18,66	14.3	L7 :21.33	T18:15	42.2	L7 :21.33	T19:20,33	4.91
L8 :19.33	T17 :18.66	3.59	L8 :19.33	T18 :15	28.8	L8 :19.33	T19 :20.33	-4.91
L9 :17	T17:18.66	-8.89	L9 :17	T18:15	13.33	L9 :17	T19:20.33	-16.37

L10 :19.33	T17:18,66	3.59	L10 :19.33	T18:15	28.8	L10 :19.33	T19:20,33	-4.91
L11 :18.66	T17:18.66	0	L11 :18.66	T18 :15	24.4	L11 :18.66	T19:20.33	-8.21
L12 :22.6	T17:18.66	21.11	L12 :22.6	T18:15	50.6	L12 :22.6	T19:20.33	11.12
L13 :17	T17:18,66	-8.89	L13 :17	T18:15	13.33	L13 :17	T19:20,33	-16.37
L14 :17.3	T17:18.66	-7.28	L14 :17.3	T18:15	15.33	L14 :17.3	T19:20.33	-14.9
L15 :18.66	T17:18.66	0	L15 :18.66	T18 :15	24.4	L15 :18.66	T19:20.33	-8.24
L16 :19.66	T17:18,66	5.35	L16 :19.66	T18:15	31.06	L16:19.66	T19:20,33	-3.29

Pour Témoin 17 FARAJ: la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 21,11% chez lignée L12. L'absence du progrès génétique chez L11 et L15 la valeur de progrès génétique la plus faible présentent chez les lignées L9 et L13 avec -8.89%.

Pour Témoin 18 OUMNIYA : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 50,6% chez lignée L12.

Pour Témoin 19 V2 : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 85,24%. la valeur de progrès génétique la plus faible présentent chez les lignées L9 et L13 avec -16.37%.

Le tableau présente un progrès génétique des plantes par mètre carré
 Notez que les lignées L6 et L12 et L5 ils ont une progression génétique élevée avec le pourcentage +85% et +50 % et +45% et pour les lignées L13 et L9 ils ont un faible progrès génétique avec le pourcentage -16.37%

1.2 Le nombre d'épi par plante (NEP)

Tableau 7 : Progrès génétique le nombre d'épi par plante

Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat
L1:18,7	T17:18,4	1,63	L1:18,7	T18:22,3	-16.15	L1:18,7	T19:18	3.88
L2:16,9	T17:18.4	-8.16	L2:16,9	T18 :22.3	-24.21	L2:16,9	T19:18	-6.11
L3:18,3	T17:18.4	-0.543	L3:18,3	T18:22.3	-17.94	L3:18,3	T19:18	1.66
L4:15	T17:18,4	-18.47	L4:15	T18:22,3	-32.73	L4:15	T19:18	-16.66
L5:17,4	T17:18.4	-5.43	L5:17,4	T18:22.3	-21.98	L5:17,4	T19:18	-3.33
L6:16	T17:18.4	-13.05	L6:16	T18:22.3	-28.26	L6:16	T19:18	-11.12
L7:18,2	T17:18,4	-1.09	L7:18,2	T18:22,3	-18.38	L7:18,2	T19:18	1.12
L8:16,5	T17 :18.4	-10.32	L8:16,5	T18:22.3	-26	L8:16,5	T19:18	-11.11
L9:21,5	T17:18.4	16.84	L9:21,5	T18:22.3	-3.58	L9:21,5	T19:18	19.44
L10 :19.8	T17:18,4	7.6	L10 :19.8	T18:22,3	-11.21	L10 :19.8	T19:18	10
L11:16	T17:18.4	-13.05	L11:16	T18:22.3	-28.26	L11:16	T19:18	-11.12
L12:16	T17:18.4	-13.05	L12:16	T18:22.3	-28.26	L12:16	T19:18	-11.12
L13:18	T17:18,4	-2.18	L13:18	T18:22,3	-19.28	L13:18	T19:18	0
L14:20	T17:18.4	8.1	L14:20	T18:22.3	-10.14	L14:20	T19:18	11.12
L15:19,6	T17:18.4	6.52	L15:19,6	T18:22.3	-12.11	L15:19,6	T19:18	8.88
L16:20,3	T17:18,4	10.26	L16:20,3	T18:22,3	-8.96	L16:20,3	T19:18	12,77

Pour Témoin 17 FARAJ : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 16.84% chez lignée L9. la valeur de progrès génétique la plus faible présentent chez les lignées L4 avec -18.05%.

Pour Témoin 18 OUMNIYA : la valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L4 avec -32.73%

Pour Témoin 19 V2 : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 19,44% chez les lignées L9. la valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L4 avec -16.66%.

Le tableau présente un progrès génétique le nombre d'épi par plante
 Nous remarquons la lignée L9 il a un progrès génétique élevée avec le pourcentage +16 % avec Témoin 17 et 19 et pour les lignées L4 et L6 et L12 ils ont un faible progrès génétique avec le pourcentage -32.73% et -28. et notez que la lignée L13 il a un progrès génétique ct.

1.3 Le nombre de grains par épi (NG/E)

Tableau 8 : Progrès génétique de nombre de grain par épi

Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat
L1:42,33	T17:42	0,785	L1:42,33	T18:45	0,73	L1:42,33	T19:48,66	-4,78
L2:41,66	T17:42	-5,94	L2:41,66	T18:45	-6,84	L2:41,66	T19:48,66	10,75
T3:48,66	T17:42	-13	T3:48,66	T18:45	14,28	T3:48,66	T19:48,66	3,33
L4:39,66	T17:42	-0,8	L4:39,66	T18:45	6,66	L4:39,66	T19:48,66	-4,43
L5:43	T17:42	-7,4	L5:43	T18:45	-1,37	L5:43	T19:48,66	14,2
L6:45,33	T17:42	-14,38	L6:45,33	T18:45	4,7	L6:45,33	T19:48,66	6,66
L7 :48	T17:42	11,09	L7 :48	T18:45	-2,22	L7 :48	T19:48,66	-1,35
L8:44	T17:42	3,68	L8:44	T18:45	-9,75	L8:44	T19:48,66	14,28
L9:44,6	T 17:42	-4,11	L9:44,6	T18:45	6,19	L9:44,6	T19:48,66	6,66
L10:49,6	T17:42	-5,57	L10:49,6	T18:45	-0,88	L10:49,6	T19:48,66	-1,35
L11 :46.33	T17:42	-11,86	L11 :46.33	T18:45	1,88	L11 :46.33	T19:48,66	4,76
L12 :46.5	T17:42	-18,49	L12 :46.5	T18:45	18	L12 :46.5	T19:48,66	-2,22
L13:48	T17:42	2,38	L13:48	T18:45	10,22	L13:48	T19:48,66	9,57
L14:48	T17:42	-4,44	L14:48	T18:45	1,93	L14:48	T19:48,66	0,71
L15:44	T17:42	-11,63	L15:44	T18:45	10,3	L15:44	T19:48,66	-6
L16:42,3	T17:42	7,92	L16:42,3	T18:45	2,88	L16:42,3	T1:48,66	-13,07

Pour Témoin 17 FARAJ: la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 11.09% chez lignée L7. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L12 avec -18.49%.

Pour Témoin 18 OUMNIYA : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 18% chez lignée L12. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L8 avec -9.75%.

Pour Témoin 19 V2 : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 14.28% chez lignée L8. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L16 avec -13.07 %.

Le tableau présente un progrès génétique de nombre de grain par épi

Nous remarquons la lignée L10 et L14 et L1 ils ont une progression génétique élevée avec le pourcentage +18% et +14% pour les lignées L4 et L2 ils ont faible progrès génétique avec le pourcentage -18.49% et -14.38 %.

1.4 Le poids de mille grains (PMG)

Tableau 9 : Progrès génétique de PMG

Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat
L1:39,6	T17:47	-15,74	L1:39,6	T18:44	-10	L1:39,6	T19:51	-22,35
L2:40,6	T17:47	-13,61	L2:40,6	T18:44	-7,72	L2:40,6	T19:51	-20,39
L3:45,6	T17:47	-2,97	L3:45,6	T18:44	3,63	L3:45,6	T19:51	-10,58
L4:44	T17:47	-6,38	L4:44	T18:44	0	L4:44	T19:51	-13,72
L5:47,6	T17:47	1,27	L5:47,6	T18:44	8,18	L5:47,6	T19:51	-6,66
L6:47	T17:47	0	L6:47	T18:44	6,81	L6:47	T19:51	-7,84
L7:49	T17:47	4,25	L7:49	T18:44	11,36	L7:49	T19:51	-3,92
L8:44,6	T17:47	-5,1	L8:44,6	T18:44	1,36	L8:44,6	T19:51	-12,54
L9:41	T17:47	-12,76	L9:41	T18:44	-6,81	L9:41	T19:51	-19,6
L10:45,3	T17:47	-3,61	L10:45,3	T18:44	2,95	L10:45,3	T19:51	-11,17
L11:43,6	T17:47	-7,23	L11:43,6	T18:44	-0,9	L11:43,6	T19:51	-14,5
L12:49	T17:47	4,25	L12:49	T18:44	11,3	L12:49	T19:51	-3,92
L13:49,3	T17:47	4,89	L13:49,3	T18:44	12	L13:49,3	T19:51	-3,33
L14:48	T17:47	2,12	L14:48	T18:44	9,9	L14:48	T19:51	-5,88
L15:47,3	T17:47	0,63	L15:47,3	T18:44	7,5	L15:47,3	T19:51	-7,25
L16:42,6	T17:47	-9,36	L16:42,6	T18:44	-5,9	L16:42,6	T19:51	-16,47

Pour Témoin 17 FARAJ : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 4.89% chez lignée L13. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L1 avec -15.74%.

Pour Témoin 18 OUMNIYA : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 12% chez lignée L13. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L1 avec -10%.

Pour Témoin 19 V2 : La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L1 avec -22.35%.

Le tableau présente un progrès génétique le PMG

Nous pouvons le constater que les lignées L13 et L12 et L7 ils ont une progression génétique élevée avec le pourcentage +12% et +11.6% et 11.3 % pour les lignées L1 et L2 ils ont faible progrès génétique avec le pourcentage -22.35 % et -20.39 %. Nous avons noté que les lignées L4 et L6 il reste et avec pourcentage 0%

Nous concluons que les lignées qui ont le poids de mille grains plus élevée sont des lignées qui vont donner le rendement très important par rapport aux autres lignées.

2. Paramètre physiologique

2.1 Température foliaire

Tableau 7 : Progrès génétique de Température foliaire

Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat
L1:20,4	T17:22,32	-8,6	L1:20,4	T18:20,43	-0,146	L1:20,4	T3:19,63	3,92
L2:20,36	T17:22,32	-8,78	L2:20,36	T18:20,43	-0,343	L2:20,36	T3:19,63	3,71
L3:21,07	T17:22,32	-5,6	L3:21,07	T18:20,43	3,13	L3:21,07	T3:19,63	7,33
L4:20,53	T17:22,32	-8	L4:20,53	T18:20,43	0,48	L4:20,53	T3:19,63	4,59
L5:22,73	T17:22,32	1,83	L5:22,73	T18:20,43	11,25	L5:22,73	T3:19,63	15,8
L6:21,3	T17:22,32	-4,56	L6:21,3	T18:20,43	6,99	L6:21,3	T3:19,63	8,5
L7:21,7	T17:22,32	-2,77	L7:21,7	T18:20,43	6,21	L7:21,7	T3:19,63	10,5
L8:21,12	T17:22,32	-5,37	L8:21,12	T18:20,43	3,37	L8:21,12	T3:19,63	7,6
L9:21,26	T17:22,32	-4,75	L9:21,26	T18:20,43	4,06	L9:21,26	T3:19,63	8,3
L10:20,16	T17:22,32	-9,68	L10:20,16	T18:20,43	-1,33	L10:20,16	T3:19,63	2,7
L11:21,86	T17:22,32	-2,06	L11:21,86	T18:20,43	6,99	L11:21,86	T3:19,63	11,36
L12:20,53	T17:22,32	-8,01	L12:20,53	T18:20,43	0,48	L12:20,53	T3:19,63	4,59
L13:20,06	T17:22,32	-10,12	L13:20,06	T18:20,43	-1,8	L13:20,06	T3:19,63	2,19
L14:20,23	T17:22,32	-9,36	L14:20,23	T18:20,43	-0,978	L14:20,23	T3:19,63	3,06
L15:22,03	T17:22,32	-1,29	L15:22,03	T18:20,43	7,83	L15:22,03	T3:19,63	12,22
L16:21,8	T17:22,32	-2,32	L16:21,8	T18:20,43	6,7	L16:21,8	T3:19,63	11,05

Pour Témoin 17 FARAJ : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 1.83% chez lignée L5. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L13 avec -10.12%.

Pour Témoin 18 OUMNIYA : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 11.25% chez lignée L5. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L13 avec -1.8%.

Pour Témoin 19 V2: la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 12.22% chez lignée L15.

Le tableau présente un progrès génétique de température foliaire

Le pourcentage plus élevée appartient à la lignée L11 à égalité avec la lignée L5 avec un taux de 11.36% pour les lignées on le pourcentage, on trouve L16 et L6 qui ont respectivement les valeurs 11% et 8%. Et ainsi que les lignées L13 et L10 et L1 il a un faible progrès génétique avec un pourcentage -10.12 % -9% et -8.6%.

Nous concluons que de fermeture des stomates influence directement l'un des paramètres les plus importants régulant la transpiration plus les stomates seront fermés. Plus leur température foliaire sera élevée.

2.2 Teneur en chlorophylle

Tableau 11: Progrès génétique de teneur en chlorophylle

Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat
L1:33,5	T17:36,9	-8,52	L1:33,5	T18:33,46	0,119	L1:33,5	T19:27,13	23,47
L2:33,3	T17:36,9	-9,75	L2:33,3	T18:33,46	-0,47	L2:33,3	T19:27,13	22,75
L3:29,09	T17:36,9	-21,16	L3:29,09	T18:33,46	-13,06	L3:29,09	T19:27,13	7,22
L4:43,3	T17:36,9	17,34	L4:43,3	T18:33,46	29,4	L4:43,3	T19:27,13	59,6
L5:28,6	T17:36,9	-22,49	L5:28,6	T18:33,46	-14,52	L5:28,6	T19:27,13	5,41
L6:28,2	T17:36,9	2,07	L6:28,2	T18:33,46	-15,72	L6:28,2	T19:27,13	3,9
L7:35,3	T17:36,9	-4,33	L7:35,3	T18:33,46	5,5	L7:35,3	T19:27,13	30,11
L8:31,33	T17:36,9	-15,09	L8:31,33	T18:33,46	-6,36	L8:31,33	T19:27,13	-15,09
L9:32,96	T17:36,9	-1,06	L9:32,96	T18:33,46	-1,5	L9:32,96	T19:27,13	21,4
L10:26,53	T17:36,9	-28,1	L10:26,53	T18:33,46	-20,71	L10:26,53	T19:27,13	-2,87
L11:35,24	T17:36,9	-4,49	L11:35,24	T18:33,46	5,31	L11:35,24	T19:27,13	29,89
L12:27,66	T17:36,9	-4,49	L12:27,66	T18:33,46	-17,33	L12:27,66	T19:27,13	1,95
L13:37,03	T17:36,9	0,35	L13:37,03	T18:33,46	10,66	L13:37,03	T19:27,13	36,49
L14:29,36	T17:36,9	-20,43	L14:29,36	T18:33,46	-12,25	L14:29,36	T19:27,13	8,21
L15:37,26	T17:36,9	0,97	L15:37,26	T18:33,46	11,35	L15:37,26	T19:27,13	37,33
L16:32,41	T17:36,9	-12,16	L16:32,41	T18:33,46	-3,13	L16:32,41	T19:27,13	19,46

Pour Témoin 17 FARAJ : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 17.34% chez lignée L4. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L5 avec -22.49%.

Pour Témoin 18 OUMNIYA : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 29.4% chez lignée L4. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L 10 avec -20.71%.

Pour Témoin 19 V2 : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 59.71% chez lignée L4. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L8 avec -15.09%.

Le tableau présente un progrès génétique de la teneur en chlorophylle.

Le pourcentage plus élevé appartient à la lignée L4 avec +59% suivi par la lignée L15 avec 37.33%. Et ainsi que la lignée L5 il a un faible progrès génétique avec un pourcentage -22.49%.

Nous concluons que les plantes qui contiennent la teneur en chlorophylle très important ce sont des plantes font le phénomène de photosynthèse plus important.

2.3 Conductance stomatique

Tableau 12 : Progrès génétique de la conductance stomatique

Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat	Lignée	Témoin	Résultat
L1:3,35	T17:1,67	100	L1:3,35	T18:1,85	81,08	L1:3,35	T19:3,29	97
L2:2,13	T17:1,67	27,54	L2:2,13	T18:1,85	15,13	L2:2,13	T19:3,29	-25,25
L3:1,9	T17:1,67	13,77	L3:1,9	T18:1,85	2,7	L3:1,9	T19:3,29	-42,24
L4:2,51	T17:1,67	50,29	L4:2,51	T18:1,85	35,66	L4:2,51	T19:3,29	-23,7
L5:3,14	T17:1,67	88,02	L5:3,14	T18:1,85	69,72	L5:3,14	T19:3,29	-4,55
L6:2,21	T17:1,67	32,33	L6:2,21	T18:1,85	19,45	L6:2,21	T19:3,29	-32,82
L7:2,37	T17:1,67	41,91	L7:2,37	T18:1,85	28,1	L7:2,37	T19:3,29	-27,96
L8:1,95	T17:1,67	18,56	L8:1,95	T18:1,85	7,02	L8:1,95	T19:3,29	-39,81
L9:2,74	T17:1,67	64,07	L9:2,74	T18:1,85	48,1	L9:2,74	T19:3,29	-16,71
L10:3,36	T17:1,67	100	L10:3,36	T18:1,85	81,6	L10:3,36	T19:3,29	2,12
L11:3,37	T17:1,67	100	L11:3,37	T18:1,85	82,1	L11:3,37	T19:3,29	2,12
L12:1,51	T17:1,67	-9,58	L12:1,51	T18:1,85	-18,37	L12:1,51	T19:3,29	-54,1
L13:2,96	T17:1,67	77,24	L13:2,96	T18:1,85	60	L13:2,96	T19:3,29	-10,12
L14:1,87	T17:1,67	11,9	L14:1,87	T18:1,85	1,08	L14:1,87	T19:3,29	-43,16
L15:2,23	T17:1,67	33,5	L15:2,23	T18:1,85	20,5	L15:2,23	T19:3,29	-32,21
L16:1,97	T17:1,67	17,96	L16:1,97	T18:1,85	6,48	L16:1,97	T19:3,29	-40,12

Pour Témoin17 FARAJ : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 100 % chez lignée L1. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L12 avec -9.58%.

Pour Témoin18 OUMNIYA : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 81.08% chez lignée L1. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L12 avec -18.37%.

Pour Témoin 19 V2 : la valeur maximale de progrès génétique atteinte est de 97% chez lignée L1. La valeur de progrès génétique la plus faible présente chez les lignées L12 avec -54%.

Le tableau présente un progrès génétique de la conductance stomatique

Nous avons observé que la lignée L1 se caractérise par une progression génétique très élevée avec pourcentage est entre 88 %. Et 100%.

En suite on a vu que la lignée L12 il a un faible progrès génétique avec un pourcentage - 54.1%.

Nous concluons que l'ouverture des stomates influence directement l'un des paramètres les plus importants régulant la transpiration plus les stomates seront ouverts. Plus leur conductance sera élevée.

Conclusion

Le travail a porté sur l'étude de 19 lignées dans le Domaine Expérimental de Douiet, qui relève de «INRA » ou l'Institut National de la Recherche Agronomique, Le but était d'estimer le progrès génétique des lignées avancées de blé dur, pour sélectionner les lignées les plus hautes du rendement.

L'analyse de la variance étudiée pour les paramètres physiologique montre que tous les paramètres ont un effet non significatif.

Les résultats obtenus au niveau de l'estimation du progrès génétique de trois répétitions montrent que Les lignées 5 et 7 ont un progrès génétique intéressant sur tous les paramètres agro-physiologique étudié.

Le progrès génétique de nombre de grain par épi est plupart supérieur chez presque toutes les lignées par rapport au témoin 42 et 42.33 et 48.66 et inférieur aux témoins pour les lignées 2 et 4. Le poids de mille grains chez les lignées 13, 12, 7 a une valeur supérieure aux témoins, alors que toutes les lignées ont un nombre presque égal ou inférieur aux témoins.

On constate donc que les lignées 7 et 12 et 13 restent les plus importantes par rapport aux autres lignées. Elles présentent aussi un grand développement au niveau de la teneur en chlorophylle. Il y quelques lignées seront intéressantes à sélectionner comme lignée destinée à la production et même comme parents pour les caractères qui intéresseraient le sélectionneur. La caractérisation des différentes lignées étudiées, permet au sélectionneur de trouver un point de départ pour la sélection de lignées de blé dur désirées en fonction des critères visés.

L'analyse des corrélations partielles a montré que presque tous les caractères étudiés sont corrélés positivement deux à deux et a permis de déceler les corrélations existantes entre quelques paramètres agro-physiologiques

Références

Bibliographiques

Amokrane A., (2001). Evaluation et utilisations de trois sources de germoplasme de blé dur (Triticum durum Desf.). Thèse de Magister, Institut d'Agronomie, Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna, 80 p.

Anonyme. (2016). ARP Blé dur. 11p

Auriane R., (2014). Agreste Synthèses, Grandes cultures. Céréales n°2014/229

Battinger R., (2002). La photosynthèse, Educagri éditions, Dijon,

Battinger R., (2002). La photosynthèse, Educagri éditions, Dijon,

Blum A., (1988). Plant breeding for stress environments. CRC Press. Eds., 223.

Bonjean A., Picard E., (1990). Les céréales à paille origine, historique, économie et sélection. Eds Nathan, 235 p

Boulelouah. (2002). Analyse de la variabilité génotypique de l'absorption de l'azote chez le blé tendre. DEA. INA. Paris Grignon 33 p.

CRRA Meknès. www.inra.org.ma/meknes/.

Chikhi A. C., (1992). Situation de la céréaliculture et perspectives de l'irrigation de complément du blé au niveau de la Mitidja. Thèse Ing. INA. El Harrach. 317 p.

Clement Grancourt et Prats., (1971). Les céréales. Ed. J.B. Bailliers et Fils, 360 p.

Clement G. et Prats J., (1970). Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. 351 p.

Feldman M., (2001). Origin of Cultivated Wheat. In Bonjean A.P. et W.J. Angus. (éd.). The World Wheat Book: a history of wheat breeding. Intercept Limited. Andover. Angleterre : 3-58 p

Feillet P., (2000). Le grain de blé: composition et utilisation. INRA. Paris.

Gate P., (1995). Eco physiologie du blé. Ed. IT CF .Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 419p.

Gate P., Bouthier A., Casabianca H. et Deleens E., (1993). 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. Colloque Diversité génétique et amélioration variétale Montpellier (France). Les colloques. 64. Inra. Paris

Godon B., (1991). Biotransformation des produits céréaliers. Technique et documentation Lavoisier, Paris, 221 p.

Grignac, P., (1978). Le blé dur: monographie succincte, Ann. Inst. Nat. Agr. Harrach, 8 (2).

Hopkins William G., (2003). Physiologie végétale .Deuxième édition. 460-464 p.

Kacperska A., (2004). *Sensor types in signal transduction pathways in plant cells Responding to abiotic stressors: do they depend on stress intensity?* *physiologia plantarum* 122, 168 p

Hemery Y., Rouau X., Lullien-Pellerin V., Barron C., Abecassis J., (2007). *Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality.* *Journal of Cereal Science* 46, 327-347 p.

Monneveux P., (1991). Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. In : l'amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu arides. (éd.). Aupelf-Uref. J. Eurotxt. L. Paris: 165 -186 p.

Mosiniak M., Prat R., et Roland J.C., (2006). *Biologie et Multimédia. Université Pierre et* <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/blepain/1ble/11plant/plante.htm>

**Soutaji M. 1997. Centre régional du Saïs et moyen atlas.
Domaine expérimental de Douyet.**