

Liste des abréviations :

CC : Cécidomyie

CRRA : Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès

DON: Durum observation nursery

Fig: Figure

Ha: Hectare

ICARDA: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

MR : Moyennement résistante

MS : Moyennement sensible

Qx : quintaux

R : résistante

RJ : Rouille jaune.

S: sensible

SOMMAIRE

RESUME :.....	1
Aperçu sur l’Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) :.....	2
Aperçu sur le Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès :	3
I- INTRODUCTION :.....	4
II- Partie I : revue bibliographique :.....	5
1- Importance des céréales dans le monde :.....	5
2- Importance des céréales au Maroc :	5
3- Programme d’amélioration génétique de blé au Maroc :	6
4- Contraintes de production de blé au Maroc :.....	8
4.1- stress abiotiques :	8
5.2- Stress biotiques :	9
5- Importance du stress hydrique et utilisation du poromètre pour quantification du degré du stress hydrique :.....	10
Partie II : Matériels et Méthodes	11
1- Caractérisation du domaine expérimental Douyet :	11
2- Matériel végétal :.....	12
3- Mesures morphologiques :	13
4- Notation des stades de développement :.....	13
5- Notations des maladies :.....	14
6- Mesures physiologiques :	15
III- Résultats et discussion.....	16
1- Résultats des mesures morphologiques :.....	16
2- Résultats des mesures des stades de développement :.....	16
3- Résultats de notation de maladies :	17
4- Résultats de la conductance stomatique :	18
5- Corrélations entre maladies et conductance stomatique :.....	19
6- Conclusion de l’expérimentation :.....	20
IV- Conclusion générale :	21
Références bibliographiques :	22

RESUME :

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 (facteurs environnementaux et parasites). Notre étude s'intègre dans le cadre d'une recherche d'amélioration des ressources génétiques de 844 lignées de blé dur présentes dans le domaine expérimental de Douyet du Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès. Les expériences réalisées ont porté sur les paramètres agronomiques et physiologiques. Le comportement des lignées de blé vis-à-vis des maladies a montré que 90% des plantes sont sensibles. L'analyse de la variance pour la conductance stomatique de la pépinière DON a montré un effet très hautement significatif ($\alpha < 0,001$). Les résultats de corrélation de stress hydrique avec les maladies, montrent un faible pourcentage de lignées à sélectionner de 1%. Par ailleurs, cette étude nous a permis de sélectionner quelques génotypes ayant les caractéristiques souhaités (résistance aux maladies et au stress hydrique).

Mots clé : blé dur ; amélioration génétique ; sélection ; ressources génétiques ; résistance aux maladies ; stress hydrique.

Aperçu sur l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), sur le Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès :

Aperçu sur l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) :

L'Institut National de la Recherche Agronomique "INRA" a pour mission d'entreprendre les recherches pour le développement agricole. C'est un établissement public dont les origines remontent à 1914 avec la création des premiers services de recherche agricole officiel. Il a connu dernièrement une réorganisation structurelle visant la modernisation de son processus de gestion.

La finalité de la nouvelle organisation est de doter l'institution d'une :

- planification stratégique adéquate pour renforcer les capacités prospectives d'adaptation, de réaction et d'anticipation de la demande sociale de recherche agronomique ;
- politique de proximité en se basant sur la régionalisation et la déconcentration de la recherche ;
- système intégré de suivi, d'évaluation et de contrôle ;
- gestion intégrée et rationnelle des ressources ;
- politique de valorisation de ses produits ;
- politique cohérente d'information et de coopération.

L'INRA opère à travers dix centres régionaux de la recherche agronomique et 23 domaines expérimentaux répartis sur le territoire national et couvrant les divers agrosystèmes du pays.

Aperçu sur le Centre Régional de la Recherche Agronomique de Meknès :

LE CRRA Meknès est une entité régionale de l'INRA Maroc chargée d'entreprendre les recherches, études et actions de transfert de technologie répondant aux besoins de sa zone d'action. Ces activités concernent les environnements semi-aride, sub-humide et de montagne et visent :

- ❖ Une meilleure connaissance du milieu (naturel et socio-économique) et le développement des technologies performantes pour répondre aux besoins de l'agriculture de notre zone d'action (production du matériel végétal, des connaissances et des méthodes).
- ❖ Une valorisation des acquis de la recherche et l'implication de nos partenaires dans la recherche.

Acquis de l'INRA en matière de recherches sur le blé :

La contribution à l'amélioration génétique des céréales peut être résumée comme suit :

- ✓ Variété peut contribuer avec plus de 50% à l'accroissement de la productivité.
- ✓ Une variété par an depuis 1980, par espèce
- ✓ Rendement potentiel > 80 qx/ha
- ✓ Adaptation aux différentes zones agro-écologiques :
 - Bour favorable et irrigué
 - Aride et semi- aride
 - Montagne
- ✓ Tolérance à la sécheresse et chaleur
- ✓ Résistance aux parasites
- ✓ Bonne qualité.

I- INTRODUCTION :

Au Maroc, la céréaliculture demeure le pivot de l'agriculture, c'est une filière stratégique et représente un poids considérable dans l'économie agricole, avec une Superficie Agricole Utile des céréales qui dépasse 80%.

La production des céréales au Maroc est caractérisée par variations interannuelles très importantes, malgré son importance en termes de superficie. La céréaliculture souffre des fluctuations pluviométriques, surtout que 81% de la production des céréales est située dans des zones de Bour (en 1987 les superficies irrigues représentent 9% des superficies emblavées).

En effet, la sécheresse de début de cycle coïncide avec le démarrage de la culture (levée, tallage) et celle de fin du cycle, qui est la plus fréquente, affecte le remplissage des grains.

En plus des contraintes environnementales, le blé est affecté par des maladies foliaires, notamment la rouille jaune et les insectes comme la cécidomyie. Lorsque les conditions sont favorables au développement, les maladies affectent considérablement le rendement final en cas de fortes attaques.

Plusieurs critères de tolérance physiologiques et agronomiques ont été identifiés et utilisés dans le but de la discrimination entre les différents génotypes pour la résistance au stress hydrique et aux maladies. C'est par cette voie que l'on pourra sélectionner des espèces ou des génotypes des céréales capables de s'adapter aux conditions défavorables assurant une production en rendements raisonnable.

Dans cette situation, des programmes d'amélioration des céréales sont indispensables pour améliorer la production ainsi que l'adaptation aux différentes conditions climatiques et édaphiques. L'amélioration génétique est basée sur l'utilisation de la variabilité génétique suivie par des sélections.

II- Revue bibliographique :

1- Importance des céréales dans le monde :

Avec plus de 215 millions d'hectares cultivés chaque année, soit la plus importante superficie de culture céréalière. La majorité des terres labourables dans le monde sont exploitées, lorsque le climat et le sol s'y prêtent, par la culture des céréales.

Le blé est une des principales céréales cultivées dans le monde. C'est la première espèce végétale domestiquée et cultivée par l'homme et espèce d'intérêt majeur en agriculture. Le blé sert de nourriture de base à près d'un tiers de la population mondiale et contribue fortement à l'apport en protéines et glucides de son alimentation.

Les plus gros producteurs de blé sont la Chine, l'Inde, les États-Unis, la France, la Russie et l'Australie (FAO, situation 2012). Quantitativement, les États-Unis, l'Australie et la Russie sont les plus grands exportateurs de blé.

La production mondiale en blé dur est de 576 millions de tonnes sur une superficie de 213 millions ha (FAO, 2000).

2- Importance des céréales au Maroc :

Les céréales occupent une place importante dans l'agriculture marocaine. En effet 99% des exploitations agricoles pratiquent ces cultures. Néanmoins, C'est dans les zones Bour que la céréaliculture est plus abondante puisque sa superficie dans ces régions peut dépasser 80% de la Superficie Agricole Utile (MADREF, 2011).

Les céréales jouent un rôle primordial dans l'alimentation humaine et animale, et dans l'économie du pays. En effet la consommation humaine moyenne est de 210 kg/habitant/an dont 64%, 18% et 14% viennent respectivement, du blé tendre, blé dur et de l'orge. Dans la ration alimentaire moyenne, ces cultures procurent 2/3 des besoins en calories et 3/4 des besoins en protéine. Pour ce qui est de l'alimentation animale, les céréales et leurs sous-produits couvrent 40% des unités fourragères totales. Sur le plan économique, la céréaliculture contribue au 1/3 de la valeur ajoutée agricole et représente 45% de la valeur des importations alimentaires (MADRPM, 1999).

Le blé dur au Maroc occupe 1.1 à 1.3 millions ha (22% de 5.6 millions ha). La campagne 2014/2015 a enregistré une production de 24M Qx comme une valeur maximale de production durant la vingtaine année précédente.

Le tableau ci-dessous montre l'importance de la culture du blé dur au Maroc selon la répartition géographique :

Tableau.1 : Importance de la culture du blé dur par zones agro-écologiques.

Zone	Surface (1,000 ha)	%	Production (1,000 qx)	%
Favorable	536.40	46	9,326.40	55
Aride	477.70	41	5,356.40	32
Montagne	128.20	11	1,846.10	11
Irrigué	23.30	2	412.40	2
Total	1,165.60	100	16,941.30	100

3- Programme d'amélioration génétique de blé au Maroc :

Tableau.2 : Schéma de sélection pour l'amélioration de blé dur.

Année	Activité
1	Croisement
2	F1
3	F2 : sélection des plantes individuelles
4	F3 : sélection des familles
5	F4 : épi lignes
6	F5 : sélection des familles et bulk
7	F6 : Lignées d'observation
8	Essais préliminaires de rendement
9	Essais intermédiaires de rendement
10	Essais avancés de rendement
11	Catalogue
12	Catalogue
13, 14 et 15: INRA (G0 G3)	
16 et 17: G4 et R1 (privé)	

Le but final du programme est de développer de nouvelles variétés répondant aux besoins et aux nécessités du consommateur, du transformateur et de l'agriculteur et pouvant maximiser les bénéfices et leurs activités dans les conditions marocaine.

Les objectifs pratiques peuvent être divisés en plusieurs sous-objectifs visant à pérenniser l'obtention de produit final. Les objectifs du programme national actuel de l'amélioration génétique du blé dur sont :

- a- Développer des Variétés adaptées aux différentes zones agro-climatiques du Maroc :
 - Du point de vue potentiel et stabilité de la productivité.
 - Du point de vue adaptation agronomique (hauteur moyenne, précocité à la floraison et la maturité vigueur de départ, port et structure de la plante, rendement potentiel stabilité Intersites et interannuelle, résistance à la verse)
 - Du point de vue résistance et tolérance aux stress biotique.
 - Du point de vue tolérance aux sécheresses et températures extrêmes fréquentes dans les différentes zones agro-climatiques.

- b- Améliorer la qualité technologique du grain (grosseur et remplissage de grain, poids a l'hectolitre, absence de mittadinage, vitrosité, et de mélanose, couleur de l'endosperme), le taux de protéines et la qualité des protéines.

- c- Développer un germoplasme parental pour les opérations futures d'amélioration génétique, collections de blés durs anciens et étrangers, évaluation du germoplasme exotique, collection des sources de résistance.

➤ Programme d'amélioration génétique de blé dur à l'INRA Maroc :

Trois sous-programmes depuis 2002 :

- Nord et les zones irriguées : rendement, qualité du grain, et résistance à la rouille brune et septoriose.
- Zones du Bour favorable et montagne : tolérance au froid et à la sécheresse, résistance à la cécidomyie, rouille et rendement élevé.



- Zones arides et non favorable : tolérance à la sécheresse, résistance à la cécidomyie, rouille brune et pourritures racinaires.

4- Contraintes de production de blé au Maroc :

4.1- stress abiotiques :

4.1.1- Température :

Le cycle de croissance de blé est sensible aux variations de température. Il est affecté par le niveau de température journalière et de la somme de température.

Si la température atteint -2°C à -4°C , elle est généralement létale pour les plantes n'ayant pas subi de froid antérieurement, et -17°C chez les blés soumis auparavant à des périodes de froid (Porter and Gawith, 1999). Au-dessus de la température optimale, on assiste à des brûlures des tissus qui commencent d'abord par les feuilles ; et ceci est plus accentué lorsque l'augmentation de température est accompagnée de stress hydrique. Lorsque la température de l'air atteint jusqu'à 40°C , elle peut entraîner l'élévation de la température des feuilles jusqu'à 50°C , à ce niveau aucune tissu ne peut suivre.

4.1.2- Photopériode :

Le changement de la photopériode (ou longueur du jour) a un effet sur le développement plantes. D'une façon générale, chez le blé, le développement est davantage plus ralenti sous conditions de jours courts.

4.1.3- Stress hydrique :

L'effet de stress hydrique sur le développement du blé est moindre que celui de la température. Cependant, La croissance est généralement affectée par la disponibilité en eau. En effet l'excès d'eau peut provoquer la pourriture des graines semées et l'asphyxie des plantes au cours de la croissance et par conséquent réduire la production du blé. De même des pluies ou des irrigations abondantes au moment du remplissage du grain peuvent parfois stimuler la germination des grains sur l'épi et affecter la qualité des grains. Quant au déficit hydrique, il réduit généralement la croissance. Néanmoins certains organes de la plante sont plus sensibles au stress hydrique que d'autres. En effet sous stress en période végétative, la plante a tendance à accumuler plus de matière sèche dans les racines que dans la partie aérienne. Si le stress intervient en cours de remplissage du grain, il inhibe la photosynthèse, et la plante dirige ses assimilât accumulées dans les tiges avant l'anthèse vers les grains.

Dans le cas du blé dur que le rendement grains est lié aux effets de stress hydrique de début de cycle sur le nombre de grains par épi et à ceux du stress de fin de cycle sur la durée de remplissage du grain et sur le nombre de grains par épi. Dans le cas des blés marocains, il a été démontré que plus le stress hydrique est retardé entre le stade A et l'anthèse plus les plantes trouvent des difficultés à reprendre leur croissance normale et à produire un rendement satisfaisant (Karrou and Maranville, 1993).

4.1.4- Nutrition minérale :

Comme c'est le cas pour le stress hydrique, La nutrition minérale seule n'a pas beaucoup d'effet sur le développement du blé. Par contre, la croissance est très influencée par la disponibilité des éléments fertilisants dans le sol et plus particulièrement l'azote(N). N favorise la production des talles et augmente la vigueur des organes. Dans le cas du manque de N, les plantes sont chétives et leur productivité est faible tandis que l'excès d'azote peut provoquer la verse de blé.

5.2- Stress biotiques :

Les principaux facteurs biotiques qui affectent le blé sont les maladies cryptogamiques et les insectes. Ces facteurs ont peu d'effet sur le développement de la culture ; mais peuvent réduire significativement la production de la biomasse et l'élaboration du rendement grains. En effet, après le semis, les champignons et les insectes peuvent attaquer les semences dans le sol et réduire le nombre de grains germés et par conséquent le nombre de plantes levées. De même les oiseaux et les fourmis peuvent attaquer les graines semées et réduire la densité de semis et donc le peuplement pieds. Lorsque la plante apparaît à la surface du sol il peut être ravagé par certains insectes. Parmi les insectes redoutables surtout en zones arides et semi arides on peut citer la cécidomyie qui réduit le tallage et le nombre d'épi par m² surtout lorsque le blé est semé tardivement. La génération de la mouche de Hesse qui apparait en janvier et février provoque des dégâts très importants sur les jeunes plantules. Les pertes causées par la cécidomyie sont estimées à 32-42% (Lhaloui et al.1992).

L'utilisation des variétés tolérantes et le semis précoces constituent la solution la plus adaptée. Parmi les maladies cryptogamiques du blé la fusariose, la septoriose, les rouilles qui causent des dégâts considérables. En effet la fusariose communément appelé pourriture racinaire rend les plantes sensibles à la verse parce qu'elle attaque les racines et affecte la fertilité de l'épi. La rouille et la septoriose attaquent les feuilles les tiges et même les épis et provoque la sénescence rapide des plantes. Ces maladies favorisées par l'humidité et les hautes températures

apparaissent au printemps et affectent par conséquent les deux composantes principales du rendement : nombre de grains et le poids de 1000 grains.

Les pertes de rendements dues à ces maladies varient avec les conditions du milieu. Cependant ils peuvent atteindre jusqu'à 25% pour la rouille, 15% pour la septoriose, 8.5% pour les pourritures racinaires et sous les conditions favorables au développement de la carie, les incidences peuvent atteindre parfois 50% d'épi cariés (Sayoud et al, 1999).

5- Importance du stress hydrique et utilisation du poromètre pour quantification du degré du stress hydrique :

L'effet des stress hydrique est lié principalement aux conditions climatiques essentiellement la sécheresse et les hautes températures, les céréales sont sujettes à différents pathogènes notamment les maladies cryptogamiques (rouilles, septoriose, helminthosporiose), les pourritures racinaires et les insectes (Mouche de Hesse). La combinaison de ces facteurs de stress affecte négativement le rendement annuel des cultures et la qualité de la production.

Pour Girardin (1999) cité par Pindard (2000), il y a un stress chez la plante quand l'état hydrique perturbe le métabolisme. Cela sous-entend qu'il y a des répercussions directes et rapides sur la croissance des organes et leur développement. La première manifestation du stress hydriques chez une plante est le flétrissement mais des recherches ont montré qu'on ne peut pas se baser sur le flétrissement du feuillage pour détecter le stress, car les fonctions métaboliques sont affectées chez une plante stressée avant que le stress ne soit visible. Il faut avoir recours à des mesures au niveau de la plante, du sol ou à des estimations (Pindard, 2000).

En cas de stress hydrique, les lignées sensibles à la sécheresse transpirent beaucoup et donc elles vont perdre beaucoup d'eau et par conséquent elles vont souffrir les premières. Cela est montré grâce à la conductance stomatique.

La conductance stomatique est un indicateur du taux de transpiration foliaire, et un paramètre de l'état hydrique de la plante, déterminé à travers l'utilisation d'un matériel spécifique : le poromètre.

Le poromètre est un instrument qui mesure les ouvertures stomatiques d'une feuille par la quantité de gaz passant par une zone donnée. En effet, la perte de vapeur d'eau à travers les stomates des feuilles végétales est l'une des facteurs critiques reliant la transpiration à la température, pression, humidité et vitesse du vent.

Le but de l'utilisation du poromètre est de quantifier les effets de diverses influences sur le comportement stomatique. Ça aussi a un rôle important à jouer en comparant les performances de différentes variétés de cultures en réponse à des variations environnementales.

III- Matériels et Méthodes :

1- Caractérisation du domaine expérimental Douyet :

Le domaine de Douyet est situé à 9 Km hors de ville de Fès vers Meknès, dans la zone Bour-favorable (plaine du sais), (altitude 416m ; Latitude 34°2 ; Longitude (5°).

a- Missions du domaine :

Support aux programmes de recherches de l'INRA, dont l'objectif est la mise au point de nouvelles technologies.

- Operations de recherches : Création de nouvelles variétés performantes.
 - Recherches des meilleures techniques de production.
 - Recherches sur les moyens de protection des cultures.
- Espèces : Céréales d'automne 5.56Ha
 - Oléagineux 0.35Ha
 - Légumineuses alimentaires 8.00Ha
 - Fourrages 0.55Ha

Conditionnement et traitements des semences.

Contribution au transfert des technologies mise au point

Coopération avec les projets internationaux (ICARDA), et nationaux (universités et sociétés privées).

b- Donnée pédoclimatique :

✓ Le Sol :

Le domaine expérimental de Douyet fait partie de la vaste plaine de Sais, il est caractérisé par des sols argilo-calcaires, très fertiles et bien profonds.

✓ Température de type méditerranéen : (hivers froids ; étés chauds et secs).

✓ Les précipitations : Pluviométrie moyenne (sur 40ans) : 510mm.

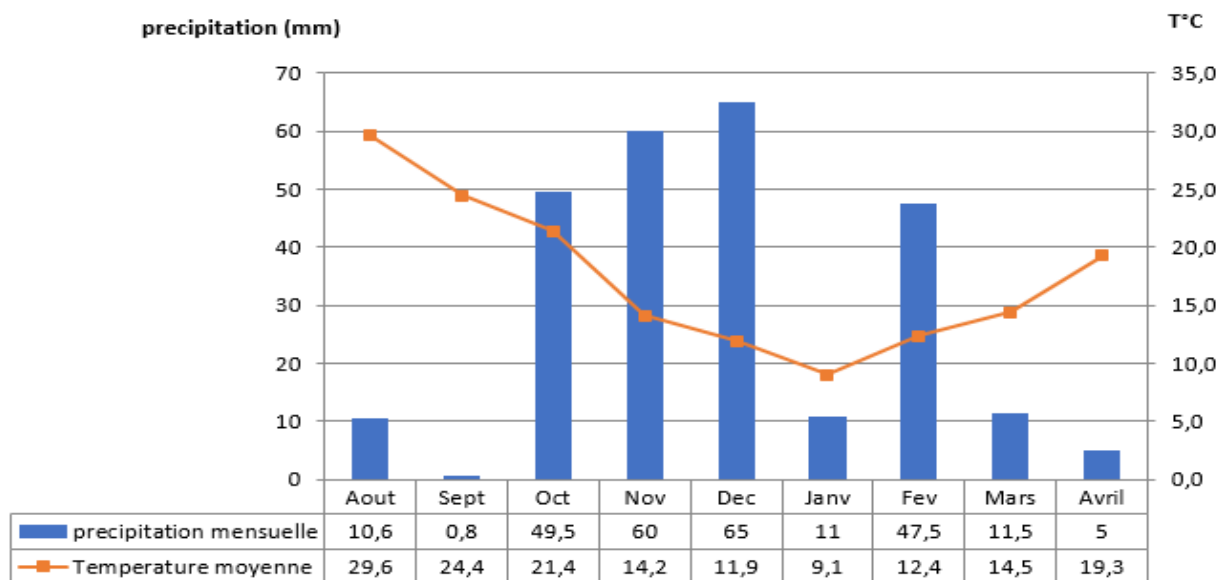


Fig.1 : Donnée de pluviométrie et de température de Douyet (2016-2017).

2- Matériel végétal :

➤ Pépinières Blé dur

Ci-dessous la liste des pépinières blé dur

Tableau.3 : Liste des pépinières de blé dur dans le domaine expérimental de Douyet.

Nom de la pépinière	Nombre de lignées
Lignée d'Observation blé dur : LOBD2016	66
Lignée d'Observation Marocaine blé dur : LOM2016	846
Pépinière DON 2016	844
Pépinière SPCA 2016	238
Pépinière IDON 2016	48
Pépinière IDYN 2016	22
Pépinière IDSN 2016	39
Pépinière EDUYT 2016	16

Pour le matériel végétal étudié, Il s'agit d'une pépinière de 844 lignées de blé dur, issues d'un semis tardif en fin de décembre 2016, dans le domaine expérimental de Douyet, selon le protocole suivant : semées en **2 lignes de 2,5m** espacées de **30 cm**, divisé en 17 blocs de 50 lignées.



Fig.2 : Pépinière de blé dur au sien du domaine de Douyet.

3- Mesures morphologiques :

C'est une étape initiale pour but d'identifier les lignées germées et celles non germées, dépend seulement des statistiques, et qui nous permet de calculer le pourcentage des semences qui ont la capacité de germer dans les conditions climatiques du domaine expérimental de Douyet.

NB : les espaces vides rencontrés lors de la prise des mesures, sont dues à l'inaptitude des semences à la germination, provenant d'une mauvaise conservation des semences dans les chambres froides.

4- Notation des stades de développement :

Comme règle générale on dit qu'une lignée est en stade de lorsque les conditions ci-dessous sont réunis :

Tallage : lorsque 50% des plantes de la lignée sont au stade Tallage.

Epiaison : lorsque 50% des plantes de la lignée sont au stade Epiaison.

5- Notations des maladies :

Les maladies sur les lesquelles j'ai travaillé sont la rouille jaune et la cécidomyie. Les observations ont été effectuées par constatation directe des feuilles, de l'épi, et même des racines dans le cas de la cécidomyie.

Pour la rouille jaune, on trouve une répartition jaunâtre d'abord en foyers dans la parcelle.

Au niveau des feuilles elle forme des pustules alignées le long des nervures.

La cécidomyie est observée sur jeunes talles. Les talles attaquées à un stade plus développé ne sont pas complètement tuées, mais subissent un raccourcissement des entre-nœuds, et leurs rendements en grain et en paille sont très réduits (Metcalf et al. 1962, Lhaloui 1992b, Hatchett 1986).

Les symptômes sont facilement reconnaissables sont formés d'une tache blanche au niveau de l'épi. L'insecte se situe également entre la gaine et la tige au-dessus des racines. On peut observer des larves de couleur brunâtre de petite taille 2.5 à 3mm.

L'observation est faite selon une échelle de notation ci-dessous.

Tableau.4 : Echelle de notation selon la résistance/sensibilité à la rouille jaune et à la cécidomyie.

Résistante : R :	Pas d'infection. Feuilles indemnes.
Moyennement Résistante : MR	Présence de quelques lésions isolées sur un faible nombre de feuille.
Moyennement sensible : MS	Infection modérée sur les feuilles basales, faible degré d'infection sur l'ensemble des feuilles se trouvant sur la partie supérieure du plant.
Sensible : S	Infection sévère au niveau des trois étages foliaires, infection modérée sur les feuilles situées au niveau de la partie médiane du plant, au-delà seules quelques lésions dispersées sont observées.
Très sensible : TS	Infection sévère sur l'ensemble des feuilles, l'épi est également infecté, à un certain degré.

6- Mesures physiologiques :

Le matériel végétal étudié : 200 lignées sur 844 présentes dans la pépinière DON, vu la charge de travail.

- Matériels utilisés : Poromètre :

C'est un appareil qui mesure la conductance stomatique à travers le flux d'eau qui passe par les stomates.

- La méthode de mesure :

On prend une feuille ne présentant pas de symptômes de maladies ou de désordre physiologique, et on la mesure 3 fois successivement par la tête de capteur. Ce dernier contient deux tasses (cuvettes) : une fente, l'autre circulaire, pour s'adapter à différentes formes de feuilles.

La prise des mesures s'effectue entre midi et 14h.



Fig.3 : Poromètre AP4.

IV- Résultats et discussion :

1- Résultats des mesures morphologiques :

D'après l'observation et le comptage des plantes, on a trouvé 42 lignées sur 844 de la pépinière DON qui n'ont pas pu germer. Donc le taux de la germination des semences est de 95%, on peut dire que la plupart des semences sont de bonne qualité, et ayant eu de bonnes conditions de conservation.

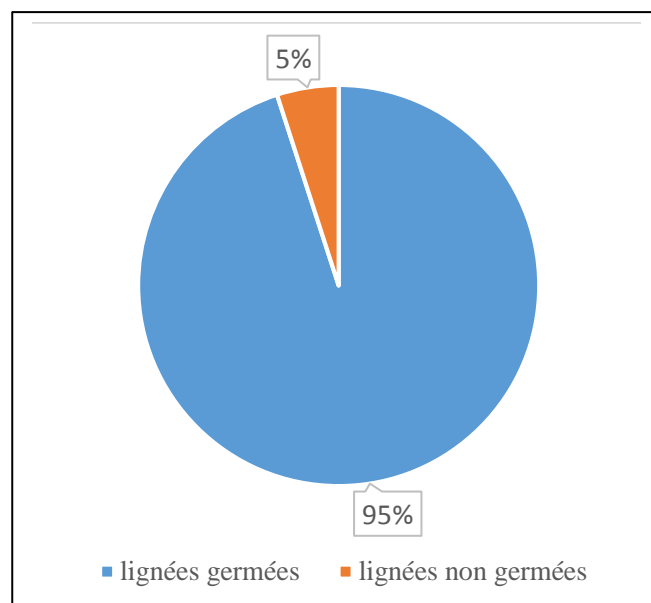


Fig.4 : proportion des lignées selon leur pouvoir germinatif dans la pépinière DON.

2- Résultats des mesures des stades de développement :

On a trouvé que 646 lignées de blé sont au stade d'épiaison alors que les 156 restantes sont encore en stade de tallage. En effet ces résultats peuvent s'expliquer par un semis tardif de blé dur ou par des différences génétiques des lignées pour le critère précocité.

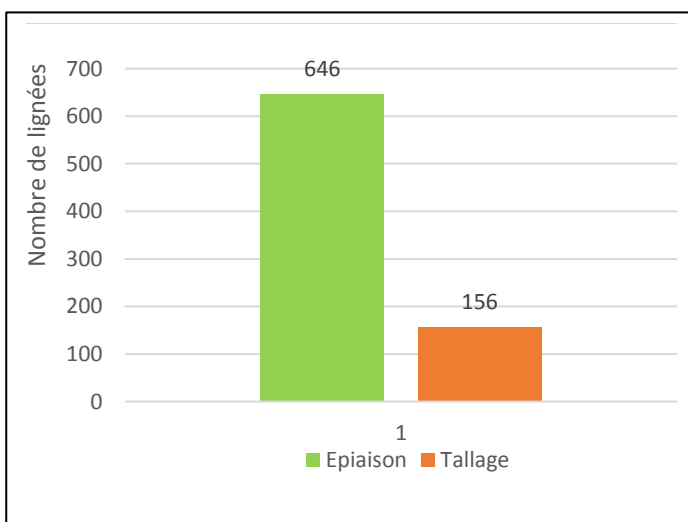


Fig.5 : Histogramme des lignées selon leurs stades de développement.

3- Résultats de notation de maladies :

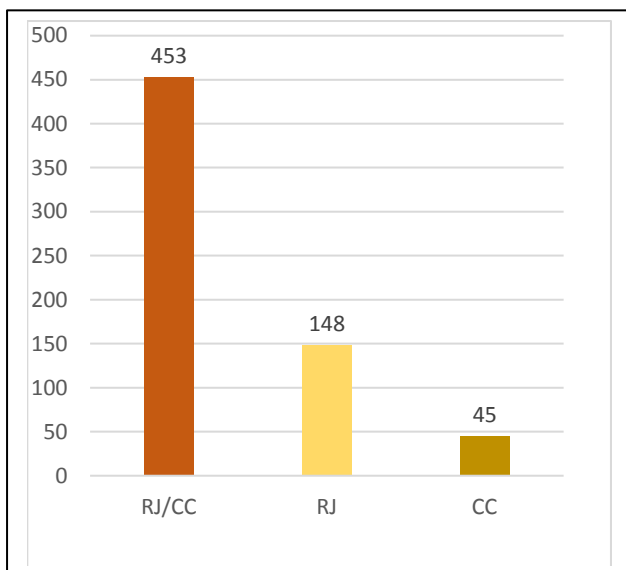


Fig.6 : Histogramme des lignées infectées dans la pépinière DON.

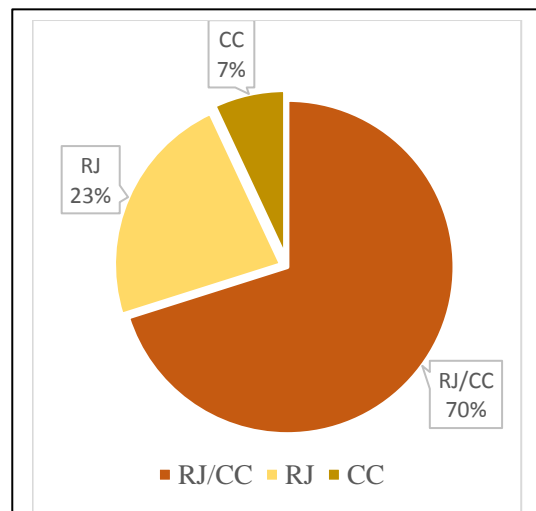


Fig.7 : proportion taux d'infection des lignées de blé dur par la Rouille jaune et la cécidomyie.

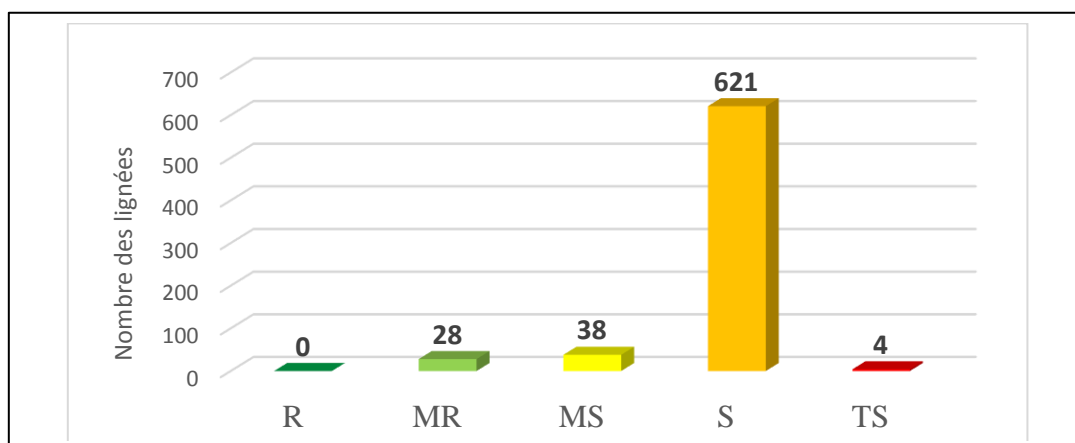


Fig.8 : histogramme des lignées selon leur résistance/sensibilité à la Rouille jaune et la cécidomyie.

Les résultats obtenus montrent que la plupart des lignées sont infectées par la rouille jaune et par la cécidomyie. Le semis tardif de blé dur et les facteurs climatiques ont permis un développement des deux maladies durant cette campagne.

On n'a pas pu sélectionner pour la rouille brune cette année car les lignées de la pépinière DON ne présentaient pas de symptômes. Ceci peut être expliqué par le fait que les lignées ont échappé à la maladie ou ils sont résistantes à la rouille brune comme ou ça peut être qu'il n'y a pas d'épidémie de la rouille brune durant cette année.

4- Résultats de la conductance stomatique :

Résultat de l'Analyse de la variance pour la conductance stomatique de la pépinière DON

Les analyses de la variance ont été effectuées en utilisant le logiciel SPSS v.19.

Variable dépendante : M

Source		Somme des carrés de type III	ddl	Moyenne des carrés	D	Sig.
Ordonnée à l'origine	Hypothèse	84700,173	1	84700,173	4295,199	,000
	Erreur	39,432	2,000	19,720 ^a		
Li	Hypothèse	42618,580	199	214,164	164,150	,000
	Erreur	511,719	392,218	1,305 ^b		
Rep	Hypothèse	39,388	2	19,694	15,030	,000
	Erreur	501,452	382,691	1,310 ^c		
Li * Rep	Hypothèse	511,639	395	1,295	,034	1,000
	Erreur	37,845	1	37,845 ^d		

Fig.9 : Résultats obtenus par SPSS v.19.

D'après les résultats on note qu'on a un effet très hautement significatif entre lignées (significatif $\alpha = 1\%$ pour Li) et un effet très hautement significatif entre répétition (significatif $\alpha = 1\%$ pour Rep).

Les résultats sont obtenus sont classées davantage par classe de conductance stomatique (**figure.13**) :

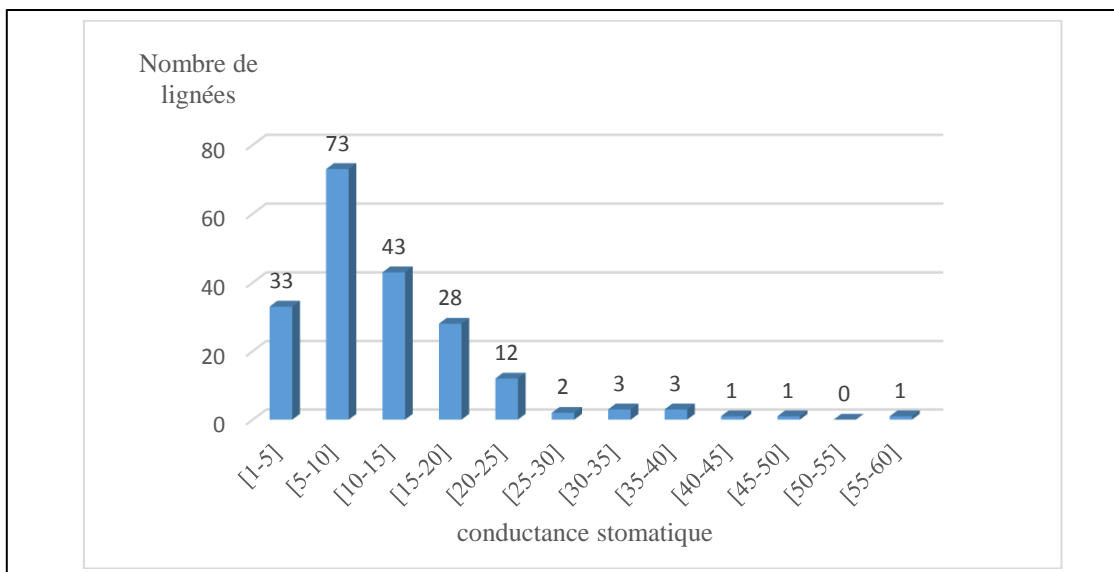


Fig.10 : Histogramme des lignées selon l'intervalle de conductances stomatiques.

- ✓ Explication : les valeurs de conductance stomatique les plus faibles, coïncident avec les transpirations les plus faibles, et par conséquent une résistance au stress hydrique.

Classe des importantes valeurs :

[1-5] : 17% ; [5-10] : 37% ; [10-15] : 22% ; [15-20] : 14% ; [20-25] : 6%.

5- Corrélations entre maladies et conductance stomatique :

■ Analyses statistiques :

- ❖ Pour la classe [1-5], on a trouvé les résultats suivants :

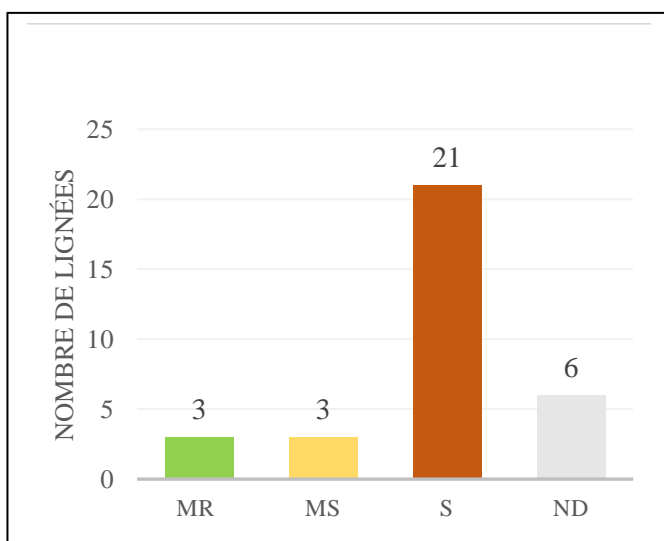


Fig.11 : Histogramme de résistance des lignées de la classe [1-5].

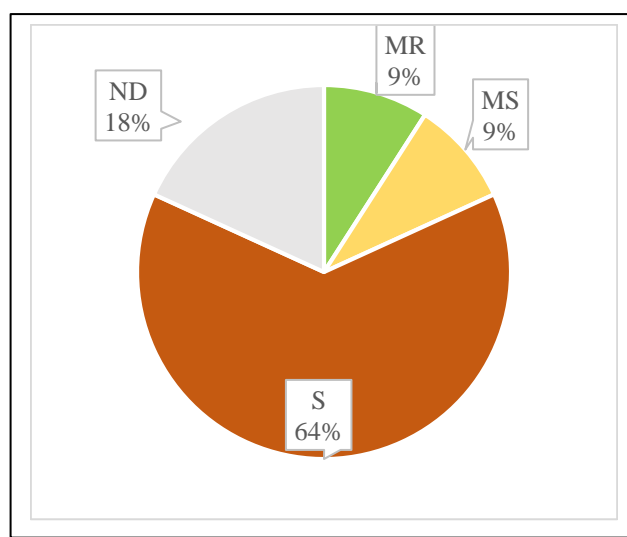


Fig.12 : Proportion de la résistance des lignées de la classe [1-5].

❖ Pour la classe [5-10], on a trouvé les résultats suivants :

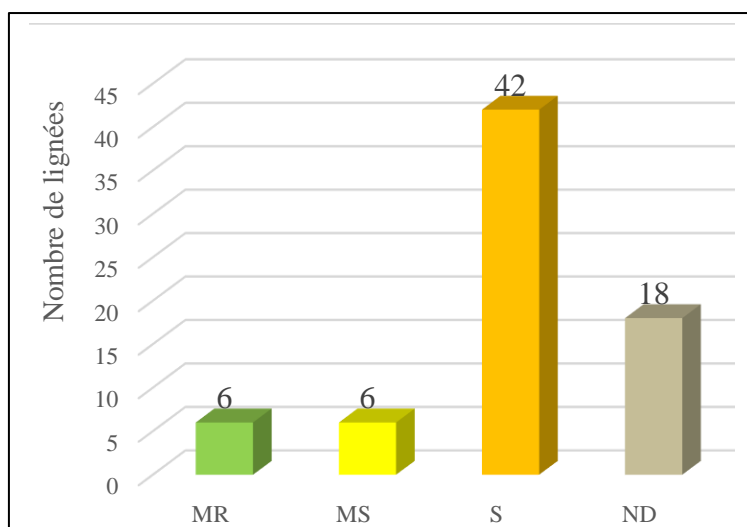


Fig.13 : Histogramme de résistance des lignées de la classe [5-10].

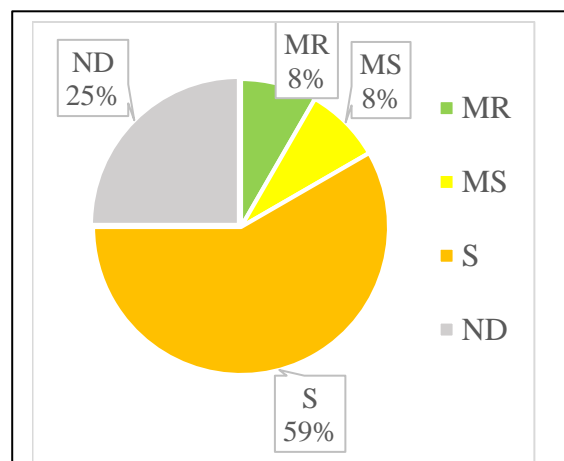


Fig.14 : Proportion de la résistance des lignées de la classe [5-10].

Finalement 9 lignées parmi 844 lignées sont résistantes aux maladies et se sont avérées résistantes à la sécheresse.

6- Conclusion de l'expérimentation :

D'après les expériences réalisées, et les statistiques réalisées, on peut sélectionner les lignées ayant toutes caractéristiques désirées, tel que la résistance aux maladies et ravageurs, et la résistance au stress hydrique. Les lignées sélectionnées seront semées l'année prochaine, suivant le programme d'amélioration génétique de blé dur cité précédemment.

V- Conclusion générale :

La céréaliculture est l'activité dominante dans l'agriculture marocaine, tant par les superficies qu'elle occupe que par la population qui en dépend. Sur un total de 8 millions d'ha cultivés annuellement, 5,3 millions d'ha sont cultivés en céréales. Les céréales participent pour le tiers du produit intérieur.

En 2008, le Maroc a adopté le Plan Maroc Vert. L'objectif majeur visé par la mise en œuvre du Plan Maroc Vert consiste à faire du secteur agricole le principal levier de croissance économique du pays pour les 10 prochaines années.

Dans le même sens, et au niveau de recherche, l'INRA suit un programme de création variétale afin de créer des variétés résistantes aux maladies et à la sécheresse, pour améliorer la production des céréales notamment le blé à l'échelle nationale, et par conséquent réduire les importations en blé qui pèsent beaucoup sur la balance commerciale du pays.

En plus le développement des variétés résistantes aux maladies permet d'économiser l'utilisation des fongicides pour contrôler les maladies du blé qui peuvent réduire considérablement les productions en cas d'épidémie importantes (cas de la rouille jaune). Également, l'utilisation des variétés résistantes à grande échelle permet de préserver l'environnement et assurer un développement durable.

En fin, Les acquis de l'INRA en matière de recherche sur les céréales sont très importants car elle fournit la plupart des variétés qui sont inscrits en catalogue officiel, et contribuent à la production des semences certifiées et commercialisées en dépassant 76%. Le programme d'amélioration génétique de blé dur à l'INRA travaille en collaboration avec l'ICARDA pour le développement des variétés résistantes, productives et de bonne qualité technologique.

Références bibliographiques :

- FAO** (food and agricultural organization of the United nations). Situation, 2012. www.fao.org
- FERRAHI.M 2017.** Programme d'amélioration génétique de blé dur à l'institut national de la recherche agronomique (INRA).
- Karrou , M. et M. El Mourid . 1993.** Acquis de recherche sur la physiologie du stress au Centre Aridoculture. *Al Awamia* 81 : 19-33.
- Lhaloui, S., L. Bushman, M. El Bouhssini, K. Starks and D. Keith. 1992.** Controle of mayetiola species (Diptera Cecidomyiidae) with carboufuran in bread wheat, durum wheat and barley : yield loss assessment and its economic analysis. *Al Awamia* 77:55-74.
- MADREF . 2001.** Etude sur la reforme de la filière céréalière. Rapport No. 1 : Diagnostic (version provisoire). Ministre de l'agriculture, du développement rural et des eaux et forêts, Rabat Maroc.
- MADRPM. 1999.** Programme de la sécurisation de la production céréalière, 1999-2002 (rapport). Ministre de l'agriculture, du développement rural et des peches maritimes, Rabat Maroc.
- Metcalf, C.M., W. P. Flint, and R. L. Metcalf. 1962.** Destructive and useful insects: their habits and control. McGraw-Hill Company Inc., N. Y. 4 th edition. 1087 pp.
- Monteith, J. L., Campbell, G. S. & Potter, E. A.,** 'Theory and performance of a dynamic diffusion porometer'. *Agric. For. Meteorol.* 44,27-38, 1988.
- Nsarellah Naserlhak, Amri ahmed et Nachit miloudi,**
Institu national de la recherche agronomique ; Centre de la recherche agronomique de settat
B,P. 589, Settat, Maroc
- Pindard A., 2000.** La relation stress hydrique-- rendement du maïs en Bresse: quelle perspective de spatialisation? Utilisation d'un simulateur de culture (SnCS). Mémoire d'ingénieur. Etablissement National d'Enseignement Supérieur Agronomique de Dijon (France), 61 p.
- Porter , J. R., and M. Gawith. 1999.** Temperatures and the growth and development of wheat : a review. *European J. of agronomy* 10:23-36
- Saadia lhaloui.** Les cécidomyie des céréales au Maroc - Biologie, dégâts et moyens de lutte. Institut national des recherches agronomique – CRRA – Settat
- Sayoud, R., B. Ezzahiri et Z. Bouznad. 1999.** Les maladies des cereales et des légumineuses alimentaires au Maghreb, ITGC Alger, Algerie.

