

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



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

Spécialité: génétique moléculaire et amélioration des plantes

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

Présenté par ;

Mme SI MERABET Aicha

THÈME

**Effet du déficit hydrique sur la structure de la feuille
et sa relation avec l'élaboration du rendement chez le blé
dur**

Devant le jury composé de :

Président: Mr ADDA M.

MAA, Faculté SNV Tiaret

Examineur : Mr BOUBKEUR M.A.

MAA, Faculté SNV Tiaret

Promoteur : Mr ADDA A.

Professeur, Faculté SNV Tiaret

Année universitaire ; 2018/2019

Remerciement

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer toute ma gratitude à mon encadreur Mr. **ADDA AHMED** (Professeur à l'université de Tiaret qui n'a pas hésité à me prendre en charge et de me guider le long de cette thèse. Le partage de ses connaissances et sa grande expérience ont été déterminants pour la réalisation de ce travail.*

*Que Mr **ADDA M'HAMED, BOUBKEUR A.**, soient chaleureusement remerciés d'avoir voulu examiner de près mon travail.*

*J'adresse mes sincères remerciements et ma profonde gratitude a m'elle **BOUZID A.***

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....	1
-------------------	---

Synthèse Bibliographique

I. Etude anatomique du limbe de la feuille du blé.....	3
I.1. la structure du limbe.....	3
1.2. Structure de la paroi Squelettique externe des cellules épidermiques.....	4
II. Importance De l'eau Au Niveau De La Plante	4
III. notion de déficit hydrique ou sécheresse	5
IV. Influence des déficits hydriques sur le rendement et ses composantes chez le blé.....	5
4.1.1 Le tallage épis.....	6
4.1.2 Le nombre de grains par épi	7
4.1.3 Le poids de mille grains	7
V. notion de résistance et d'adaptation	7
5.1. Les paramètres d'adaptation et de productivité du blé dur en conditions de	8
5.1.1. L'esquive	8
5.1.2. La tolérance	8
5.1.2. L'évitement de la sécheresse	9
A. Le système racinaire	9
B. Paramètres liés à la transpiration	9
B.1. Paramètres liés à l'osmorégulation	10

Matériel et méthodes

1. Matériel végétal utilisé	11
I.2. Condition expérimentale	12
I.3. Les mesures effectuées	15
1. Taux de déperdition d'eau par la feuille excisée (RWL)	15
2. La teneur relative en eau (RWC).....	15

3. Les paramètres anatomiques	15
4. Les paramètres micromorphologiques	16

RESULTATS

1. Paramètres physiologiques	17
1.1. Teneur relative en eau	17
1.2. Transpiration	17
1.2.1. Première phase de déperdition d'eau par la feuille excisée (RWL1).....	18
1.2.2. Deuxième phase de déperdition d'eau par la feuille excisée (RWL2)	18
1.2.3. Troisième phase de déperdition d'eau par la feuille excisée (RWL3).....	19
1.2. Les Paramètres anatomiques	20
a- La longueur des cellules de revêtement	20
b- Le diamètre des cellules de revêtement	21
c- L'épaisseur de la paroi externe des cellules de revêtement	21
1.3. Caractéristique des cellules bulliformes.....	23
a- Le nombre des cellules bulliformes par site.....	23
b- Le diamètre des cellules bulliformes.....	23
c- La longueur des cellules bulliformes	24
d- L'épaisseur de la paroi externe des cellules bulliformes	25
e- La Fréquence	27
1.4. Structure de l'épiderme dorsal	27
a- La longueur.....	27
b- Le diamètre.....	27
c- Epaisseur de la paroi externe des cellules de revêtement	28
1.5. Les caractéristiques du mésophylle.....	28
1.5.1. Organisation des faisceaux vasculaires	29
1.6. La densité stomatique.....	31
a. L'épiderme ventral.....	31
b. L'épiderme dorsal.....	32

Discussion de résultats

III. Discussion	35
Conclusion.....	38
Références bibliographiques	40

Liste des tableaux :

Tableau N°01 : Les caractéristiques du matériel végétal utilisé	11
Tableau N°02 : Composition de la solution nutritive.....	13
Tableau N°03 : effets du génotype, de la situation hydrique et de leur interaction sur les paramètres physiologiques	18
Tableau N° 04 : Les résultats moyens des paramètres physiologiques	20
Tableau N°05 : Les principales caractéristiques des cellules de revêtements de la feuille du blé (fini).....	21
Tableau N°06 : Les résultats moyens de la paroi externe des cellules de revêtement	23
Tableau N°07: Résultats moyens des caractéristiques des cellules bulliformes	24
Tableau N°08: Les résultats moyens (Fréquences, épaisseur) des cellules bulliformes	25
Tableau N°09 : La compaction du mésophylle	29
Tableau N°10 : Les caractéristiques du xylème des différents génotypes testés	31
Tableau N° 11: Résultats moyens du nombre des stomates.....	32
Tableau N°12: Les relations entre la situation hydrique et les paramètres physiologiques	35

Liste des figures

Fig.1 : Le dispositif expérimental adopté	14
Fig.2 : Coupe transversale au niveau du limbe de la feuille illustrant les cellules bulliformes chez le génotype WAHA SDH (serre)	26
Fig.3 : Coupe transversale au niveau du limbe de la feuille illustrant les cellules bulliformes chez le génotype WAHA ADH1 (serre).....	26
Fig.4 : Coupe transversale au niveau du limbe de la feuille illustrant les cellules bulliformes chez le génotype WAHA ADH 2(serre).....	26
Fig.5 : les faisceaux cribro-vasculaire de la nervure médiane(coupe transversale du limbe de la feuille) chez le génotype WAHA SDH(serre).....	30
Fig.6 : Coupe transversale au niveau du limbe de la feuille illustrant les cellules bulliformes chez le génotype WAHA ADH (serre).....	30

LISTE DES ABREVIATIONS

Qx /ha	: Quintaux par hectare.
V	: Variété.
SDH	: Sans déficit hydrique.
ADH1	: Avec déficit hydrique (court).
ADH2	: Avec déficit hydrique (long).
RWL	: Rate water lost (taux de déperdition d'eau).
RWL1	: La transpiration stomatique (Rate water lost1).
RWL2 et RWL3	: La transpiration cuticulaire+résiduelle (Rate water loste 2-3).
RWC	: Rate Water content (teneur relative en eau).
FAA	: Formule acide acétique.
Cm²	: Centimètre carré.
Mn	: Minute.
Mg	: Milligramme.
µm	: Micromètre.
%	: Pourcentage.
Tab	: Tableau.
r	: Coefficient de corrélation.
ET	: Ecartype.
Fig	: Figure.
CV	: Coefficient de variation.
Pi	: Poids initial.
P2h	: Poids de deux heures.
SF	: Surface foliaire.
Pf	: Poids frais.
PPt	: Poids en pleine turgescence.

INTRODUCTION

Introduction

Introduction

La culture des céréales et principalement le blé dur constitue l'une des principales cultures dans le schéma de la production végétale en Algérie (**BENBELKACEM et al., 2000**). La superficie réservée chaque campagne à la culture de cette espèce est évoluée à 1.8 millions d'hectares, parmi les trois millions affectés à l'ensemble des espèces céréalières. L'importance accordée à cette espèce se justifie principalement par une large utilisation de ses produits. Ils présentent un élément majeur dans la ration alimentaire des Algériens.

Néanmoins, la production nationale en ce produit demeure largement faible pour satisfaire une demande de plus en plus croissante de la population locale (**HAZMOUNE et al. 2000**). Devant ce déséquilibre, notre pays a toujours recours à l'importation du produit du marché mondial et créant ainsi une dépendance permanente. Il faut noter dans ce contexte que l'Algérie s'intègre parmi les premiers pays importateurs du blé dans le monde. En effet elle prélève à elle seule, souvent 50% de la production mise sur le marché mondial (1,9 millions de tonnes).

Cette faible production et le résultat des faibles rendements enregistrés au fil des campagnes. Cette situation reflète l'expression de nombreuses contraintes limitant grandement la productivité des différents cultivars mis en culture. En Algérie la superficie réservée à la céréaliculture est majoritairement située dans les régions, des plaines intérieures et les hauts plateaux, caractérisés par la déclaration de la sécheresse, variable par sa sévérité et les époques de sa déclaration. Les effets de ce stress s'aggravent encore avec la survenue des hautes températures de fin de cycle et coïncidant avec les phases de formation et remplissage du grain.

L'efficacité des stratégies visant à accroître la production du blé, dépend de la qualité des solutions proposées pour l'amélioration de sa productivité dans les aires de sa répartition et sous ces stress imposés par ces environnements. La lutte contre la sécheresse en détient une part importante dans l'élaboration de ces stratégies. Deux solutions complémentaires se proposent pour rentabiliser ces solutions, la pratique d'irrigation d'appoint et la conduite des cultivars plus tolérants aux contraintes régies par le déficit hydrique. La rareté des ressources hydriques au niveau de la majorité des exploitations agricoles limitent l'utilisation et l'expansion de la pratique d'irrigation, et dans l'immédiat, la création de génotypes plus adaptés constitue une alternative de référence.

Introduction

La création de cultivars plus tolérants pour le déficit hydrique, impose le criblage et l'étude des paramètres impliqués, indispensables à la création de la variabilité et sa sélection. De nombreux travaux (ERCOLI et al., 2008) ont été réservés à ce domaine de recherche, sauf que dans la plupart des cas, ces paramètres s'avèrent d'une faible héritabilité et leur manifestation est fortement conditionnée par les facteurs abiotiques de l'environnement. Ils sont notamment d'ordre, phénologiques, morphologiques et physiologiques.

Les paramètres anatomiques constituent une nouvelle voie de recherches qui pourrait être d'une contribution conséquente dans les résolutions apportées aux faibles héritabilités qui caractérisent les autres critères. L'état hydrique de la plante est conditionné majoritairement par les capacités d'absorption d'eau disponible et les mécanismes que celle-ci peut développer pour limiter les pertes de cette eau. Les modifications structurales de la partie aérienne et notamment celles du limbe du système foliaire seraient fortement responsables de la régulation des échanges d'eau et par conséquent le contrôle de sa perte.

Le travail présenté s'inscrit dans ce domaine de recherches, il s'intéresse à une étude structurale de la feuille et sa relation avec la limitation de déperdition d'eau en conditions de sécheresse. L'étude a été réalisée en utilisant quinze (15) génotypes d'origines et de comportements vis-à-vis de la sécheresse différents. Trois traitements hydriques ont été appliqués, un témoin et deux autres conduits sous déficit hydrique à intensités différentes. Pour ces génotypes et sous ces traitements hydriques, une étude anatomique du limbe de la dernière feuille a été menée. Les relations entre ces paramètres anatomiques et la rétention d'eau ont été élucidées.

Le travail est présenté selon trois parties. Dans une première sont exposés des données bibliographiques relatives à cette problématique de recherche, dans la deuxième partie sont présentés les méthodes et le matériel utilisés. La troisième partie est réservée à l'exposé des résultats obtenus ainsi que leur discussion.

SYNTHÈSE

BIBLIOGRAPHIQUE

Synthèse Bibliographique

I. Etude anatomique du limbe de la feuille du blé

I.1. la structure du limbe

Une coupe transversale au niveau de la feuille du blé dur révèle les constituants suivants :

L'épiderme est un tissu qui recouvre les parenchymes des organes aériens tels que les feuilles, constitué par des cellules de revêtement dépourvues de chloroplastes et caractérisé par la présence des stomates sur ces deux faces ventrale et dorsale. Chez le blé, l'épiderme constitue une seule assise de cellule formant un épiderme simple (CAMEFORT, 1984). Chez d'autres végétaux, les parenchymes sont entourés par plusieurs assises de cellule constituant un épiderme composé. La cuticule recouvre les cellules épidermiques vers l'extérieur, l'importance de cette dernière varie suivant les conditions environnementales. Elle est importante dans les milieux secs et inexistante en milieu très humide. Chez certain génotype, les cellules de revêtement émettent des excroissances formant ainsi les poils qui jouent un rôle important dans la protection des différents organes contre la transpiration excessive. L'épiderme ventral est caractérisé par la présence de cellules différentes des autres cellules épidermique (revêtements) par leurs formes, et leurs rôles dans la protection des feuilles contre la dessiccation, les cellules bulliformes (CAMEFORT, 1984 ; LUUGE, 1992). Ces cellules présentent la particularité d'une grande mobilité. Ce rôle mécanique est renforcé par l'absence de modifications pariétales ultérieures d'imperméabilité et de rigidité (lignification, cutinisation, et subérification) .

Le mésophylle ou parenchyme chlorophyllien se distinguant de celui des dicotylédones par son homogénéité. Il est constitué de cellules légèrement allongées et réservant entre elles des méats et lacunes. La structure des cellules du mésophylle varie selon les conditions du milieu environnant.

Le système vasculaire situé au niveau des nervures. Chaque nervure est intègre un faisceau cribro-vasculaire dont le xylème est orienté vers la face ventrale de la feuille et le phloème vers la face dorsale. Le phloème est coiffé de part et d'autre d'un amas de fibres constituant le sclérenchyme. Chez le blé chaque le faisceau est entouré par une double assise cellulaire. La première, en contact du faisceau est formée de cellules à parois épaisses et lignifiée.

Synthèse Bibliographique

1.2. Structure de la paroi Squelettique externe des cellules épidermiques

L'épiderme du limbe du blé présente des divergences de structure vers les deux faces, ventrale et dorsale. L'épiderme dorsal n'est formé que d'un seul type de cellule, les cellules de revêtements. La face ventrale, par contre en rencontre deux types, les cellules de revêtements et bulliformes (ROBERT et ROLAND, 1995 ; HELLER, 1989 ; LUTTGE, 1992). Cette différence entre les constituants épidermiques, est accompagnée d'une distinction structurale de la membrane cellulosique externe, se rapportant aux modifications ultérieures après sa formation (HELLER, 1989).

La structure primaire de la membrane est un édifice hétérogène, toujours constituée chez les végétaux vasculaires de deux fractions, une cellulosique représentant l'armature et l'autre d'une nature glycoprotéique de composition variable (ROBERT et ROLLAND, 1995). L'hydratation de ces composantes est fonction de l'âge de l'organe et même de celui de la plante. La formation de la membrane se réalise selon une échelle évolutive, son initiation est marquée par l'apparition d'une membrane primitive (Lamelle moyenne), d'une membrane secondaire finalise cette formation (NOUGAREDE, 1969).

La fraction cellulosique, formé de cellulose constitue la chaîne linéaire monotone et orientée. L'existence des liaisons hydrogène intrachânes stabilisent les longues molécules et disposée parallèlement (NOUGAREDE, 1969 ; CAMEFORT, 1984).

La fraction glycoprotéique ou matrice est formée de molécules à branches latérales et ne peuvent se rapprocher pour donner des faisceaux cristallins. Elle est constituée essentiellement de pectines, hémicellulose et polypeptides à hydroxyproline (ROBERT et ROLAND, 1995).

Les chaînes principales de pectines sont constituées de motifs d'acides uroniques liés en 1-4. Elles peuvent porter latéralement des galactanes et d'arabinanes. A l'hydrolyse, les hémicelluloses libèrent des hexoses (Glucose, Manose, Galactose), des pentoses (Arabinose, Xylose) et des acides. Les liaisons qui unissent ces motifs sont nombreuses et variables par leurs natures.

II. Importance De l'eau Au Niveau De La Plante

L'eau est un élément fondamental à la vie de la plante, elle représente 80 à 90% du poids frais de la cellule (DERAISSAC, 1992). Son manque engendre des pertes de productivité des espèces végétales, plus ou moins importantes selon sa durée, son intensité et

Synthèse Bibliographique

le moment de sa déclaration au cours du cycle de développement de la plante (GATE et al., 1992).

La quantité d'eau qui traverse la plante au cours d'une saison végétative est égale à plusieurs fois son poids ; les besoins sont assez faibles à la fin du tallage, contrairement à la phase montaison et fin floraison où les besoins sont considérables (SOLTNER, 1990 ; OZENDA, 1982).

III. NOTION DE DEFICIT HYDRIQUE OU SECHERESSE

La sécheresse est l'un des principaux facteurs intervenant dans la limitation des rendements des espèces végétales cultivées. Elle affecte fortement la production en zones arides et semi arides ; caractérisées par des pluies faibles et irrégulières et par des températures souvent élevées (MONNEVEAUX et NEMMAR, 1986).

La sécheresse permanente ou temporaire limite le développement, la distribution et le rendement des plantes cultivées (HURD et al., 1972 in HAZMOUNE, 2000).

D'après HENIN (1976), la sécheresse se déclare dès qu'il se produit dans la masse des tissus un déficit causant une baisse de rendement.

Selon OZENDA (1982), la variation d'état hydrique est fonction du bilan hydrique au sol. Elle s'exprime en général comme le rapport entre la disponibilité au niveau du sol et les besoins pour la plante en eau. GATE (1995), pense que le déficit hydrique s'installe dans la plante quand l'absorption ne peut pas satisfaire la demande de la transpiration. La plante perd une partie de son eau d'imbibition et la majeure partie des processus physiologiques commencent à être affectés.

Sur le plan météorologique, HAZMOUNE (2000) définit la sécheresse comme une absence de pluie pour une période donnée, affectant par conséquent, l'alimentation hydrique de la plante.

IV. INFLUENCE DES DEFICITS HYDRIQUES SUR LE RENDEMENT ET SES COMPOSANTES CHEZ LE BLE

Les climats méditerranéens notamment ceux des zones semi-arides limitent sérieusement le potentiel de production du blé. Les blés, naturellement résistants à la sécheresse, ont été affaiblis par leur mise en culture intensive qui a conduit à développer des

Synthèse Bibliographique

génotypes très spécialisés. En outre, la plupart de travaux de sélection ont été conduits dans des climats non méditerranéens (BALDY, 1993).

En zones semi-arides trois principaux éléments climatiques semblent influencer l'élaboration du rendement chez le blé, les déficits d hydriques, les gelées tardives et les hautes températures en fin du cycle (BALDY 1993 ; NOLOT, 1993 ; TANJI er al., 1987).

Le rendement final en grains est la résultante de diverses composantes qui sont déterminées à différentes périodes du cycle de la plante. Néanmoins en climat méditerranéen, le rendement en grains semble être la résultante du trois principales composantes, le nombre de talle épis, le nombre de grains par épi et le poids de mille grains (LETERM, 1994 ; GRIGNAC, 1981).

L'effet d'un déficit hydrique est variable selon son intensité, sa durée et le stade de développement durant lequel il intervient. L'impact sur le rendement est fonction de la composante affectée et de la possibilité de compensation ultérieure par d'autre composantes (DAY et al., 1978).

4.1.1 Le tallage épis

Le déficit hydrique modifie le tallage épis de diverses façons et cela selon l'époque de sa déclaration. Lorsque le stress hydrique intervient au début de tallage, il réduit l'émission des talles et leur survie (GATE et al., 1990). Par contre s'il apparait en plein tallage, c'est le nombre de talles herbacés émis qui serait affecté (STARK et LONGLEY, 1986 ; GATE et al., 1990).

D'après GRIGNAC (1981) et DAY et al. (1978), l'apparition d'un stress hydrique au cours de la montaison provoque une régression plus importante des talles déjà apparus. La matière sèche de talles dégénérées est redistribuée vers les talles en activité (CHAFAI EL ALAOUI et SIMONS, 1988).

DAY et ses collaborateurs (1978) portent sur l'existence d'une forte relation entre le nombre d'épis présents à la récolte et la disponibilité en eau pendant la phase d'élongation rapide de la tige. Ils expliquent ces réponses en supposant que même en condition très sévères de sécheresse, pendant le stade de tallage, la plante peut produire un nombre de talles suffisant pour parvenir à un nombre maximum d'épis.

Synthèse Bibliographique

4.1.2 Le nombre de grains par épi

L'élaboration de cette composante dépend de la disponibilité en eau pendant la phase végétative précoce et ultérieurement à partir de l'élongation de la tige (DAY et al., 1978).

Un déficit hydrique précoce survenant à partir de 12 jours après la levée induira une période plus courte de formation des ébauches des épillets et diminue ainsi leur nombre par épi (FRANCK et al., 1987 cités par WOZNICA et MANZO, 1989).

Sa déclaration en début de montaison entraîne une réduction des primordia d'épillets (THORNE et al., 1988), par contre lorsqu'il intervient à des étapes plus tardives de cette phase,

4.1.3 Le poids de mille grains

En climat méditerranéen, le poids individuel du grain varie dans des grandes limites à cause de la présence constante d'un déficit hydrique en période de fin montaison ou de maturation (GRIGNAC, 1981). La taille finale du grain ainsi que son poids dépendent de la multiplication cellulaire après fécondation et de la vitesse de croissance ultérieure. Le taux de croissance est fonction de la quantité de photosynthétats élaborées après la floraison et de la translocation des matériaux assimilés avant l'anthèse, stockés au niveau de la tige (GRIGNAC, 1981). Une sécheresse survenue à cette époque du cycle (post-épiaison) semble intervenir principalement sur l'état de sénescence et donc sur la durée d'activité des organes végétatifs sources des produits assimilés (BALDY, 1973), limitant ainsi la durée de migration des réserves (MASSE, 1987 in WOZNICA et MANZO, 1989 ; FISCHER et KOHN, 1966 in MAGRIN, 1990).

V. NOTION DE RESISTANCE ET D'ADAPTATION

La résistance d'une plante à la sécheresse est définie comme étant la capacité d'une plante soumise à une période de sécheresse durant au mois une partie de son cycle, à demeurer vivante et pouvoir se reproduire (YOSHIDA, 1975 in NEMMAR, 1983).

AZZI (1954), qualifié « la résistance d'une plante à un facteur adverse du milieu » par sa faculté de pouvoir se développer dans des conditions défavorables engendrées par ce facteur, et cela de telle manière que, à l'intensification de celui-ci, correspondent des diminutions successives du rendement d'autant plus faible que plus élevées.

Synthèse Bibliographique

Entre la résistance et la productivité, il existe au-delà de certaines limites une situation d'intolérance explicable. La résistance à la sécheresse des espèces végétales ne peut se concilier qu'avec un degré relativement bas de productivité (AZZI, 1954).

L'adaptation d'un végétal à une contrainte de son milieu se manifeste par une succession de modifications au niveau cellulaire, subcellulaire et moléculaire qui sont dépendantes des potentialités génétiques de l'espèce (DEMARLY, 1984).

5.1. Les paramètres d'adaptation et de productivité du blé dur en conditions de sécheresse

Les possibilités du blé de s'adapter et produire dans des environnements régies par des déficits hydriques correspondent à deux types de manœuvres l'esquive et la tolérance.

La première possibilité se rapporte à la phénologie de la plante et réside dans un calage approprié de son cycle. La deuxième stratégie représente une adaptation de la plante à la contrainte et elle fait intervenir des paramètres propres à la plante et qui sont de divers ordres.

5.1.1. L'esquive

Ces paramètres constituent le pouvoir d'un cultivar à accomplir son cycle avant la déclaration de la sécheresse. La précocité constitue l'exemple typique, qui consiste en un raccourcissement du cycle végétatif. La sélection des génotypes précoces, permet d'éviter la sécheresse et les hautes températures survenant à la fin du cycle de la culture (MONNEVEUX, 1991 ; NACHIT et KETATA, 1991). Ainsi FICHER et MAURER (1978) ; BENSALÉM (1993), ont montré, d'après des études comparatives faites sur le blé, l'orge et le triticale que la précocité est un facteur d'adaptation par évitement.

5.1.2. La tolérance

La tolérance peut s'accomplir de deux façons, la tolérance à potentiel hydrique élevé et la tolérance à potentiel hydrique faible. La première stratégie engendre tous les mécanismes impliqués dans l'augmentation des capacités d'absorption d'eau et la gestion des voies de sa perte par la plante. La seconde constitue tous les facteurs extériorisés par la plante à retenir l'eau en abaissant son potentiel osmotique.

5.1.2. L'évitement de la sécheresse

L'évitement de la sécheresse ou la tolérance avec un potentiel hydrique élevé repose sur le système racinaire et l'accroissement d'absorption d'eau d'une part et d'autre part par une meilleure gestion d'eau par sa rétention. Les organes impliqués dans l'exécution de cette stratégie se rapportent principalement au système racinaire et la limitation de la transpiration par la partie aérienne.

A. Le système racinaire

Le système racinaire, facteur de variabilité inter et intraspécifique constitue l'un des principaux paramètres d'adaptation des céréales dans des milieux caractérisés par le déficit hydrique (BENLARIB et al. , 1990 ; YAMAUCHI et al. , 1991. HURD et al. , 1974 ; KHALDOUN et al. , 1990). En effet, les possibilités d'extraction de l'eau par les céréales sont, en zones sèches, étroitement liées à la dynamique de croissance des racines (RICHARDS et PASSIOURA, 1981).

Une bonne profondeur de l'axe principal racinaire permet au blé d'exploiter l'eau des horizons profonds du sol (HURD, 1968 ; MONNEVEUX, 1991). Des auteurs comme BALDY (1973) indique qu'une installation rapide du système racinaire dans l'horizon superficiel (0-15 cm) durant les premiers stades de développement de la plante, lui permet une alimentation hydrique suffisante et limite la perte d'eau par évaporation. A des stades ultérieurs, une masse totale importante des racines traduit, une forte colonisation du sol et permet ainsi une meilleure utilisation de l'eau disponible (MONNEVEUX, 1991 ; BALDY, 1973).

B. Paramètres liés à la transpiration

Chez les végétaux, la transpiration s'effectue à deux niveaux, à travers les stomates (transpiration stomatique) et aussi à travers la cuticule (transpiration cuticulaire). Au cours de la transpiration stomatique, les stomates ouverts, mettent en relation le milieu extérieur et les parenchymes de la feuille, les échanges portent sur l'eau et les gaz (HELLER, 1989). En plus de la transpiration faite à travers les stomates, les pertes d'eau se font à travers la cuticule et qui représentent de 1 à 50% de la transpiration totale (OPPENHEIMER, 1960 cité par MONNEVEUX, 1991). Ainsi CLARKE et al. (1991), ont démontré que dans les conditions à forte contrainte hydrique, les meilleurs rendements en grains ont été enregistrés chez les génotypes à faible taux de déperdition d'eau par la feuille. VIDAL et al. (1984), BLANCHET

Synthèse Bibliographique

et GELFIN (1978) et ADDA (2006) ont démontré que la régulation de la transpiration chez la plante de blé dur est étroitement liée à la structure morphologique, micromorphologique et anatomique des organes aériens et particulièrement le système foliaire.

B.1. Paramètres liés à l'osmorégulation

Dans une plante turgescente, l'eau cellulaire est en équilibre avec l'eau du milieu environnant. Cet équilibre signifie que les potentiels chimiques de l'eau à l'intérieur des tissus et au niveau du milieu sont égaux (MONNEVEUX, 1991). L'osmorégulation est un mécanisme effectif d'adaptation dans l'environnement à contrainte hydrique (ERROUX, 1974 cité par BENLARIBI, 1990). Elle permet le maintien de la pression de turgescence à un niveau aussi élevé que possible pour des valeurs basses du potentiel hydrique (JOHNSON et al., 1984). Le maintien de la turgescence permet d'empêcher la fermeture des stomates et de maintenir en conséquence le bon déroulement de la photosynthèse et l'élongation cellulaire (DIB, 1992).

L'ajustement osmotique correspond principalement à une accumulation de solutés appelés osmotocums dans différents compartiments cellulaires. Ces osmotocums ou solutés compatibles sont représentés principalement par les sucres solubles (MADELEINE et al., 1980 ; MORGAN et al., 1984 ; KORICHI, 1992 ; AIT KAKI, 1993), la proline (MONNEVEUX et NEMMAR, 1986) les composés ammonium quaternaires et les composés sulfonium tertiaire.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal utilisé

L'étude a porté sur 15 génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf). Ce choix est géré par leur degré d'adaptation à la sécheresse. Parmi ces génotypes figurent des variétés locales et des génotypes introduits de différents centres de sélection. Les principales caractéristiques agronomiques des génotypes conduits sont illustrées dans le tableau 01.

Tableau N°01 : Les caractéristiques du matériel végétal utilisé

N°	Génotypes	Longueur du cycle	Degré de résistance à la sécheresse	Origine
1	GLOIRE MONTGOLFIER DE	Tardive	R	Locale
2	OUAD ZENATI	Tardive	R	Locale
3	HADBA 3	Tardive	R	Locale
4	VITRON	Précoce	R	Espagne
5	APPULO	Précoce	R	IAO (Italie)
6	JAPA 3415	Précoce	R	IAO (Italie)
7	JAPA 3246	Précoce	NR	IAO (Italie)
8	SGC 1361	Précoce	NR	France
9	WAHA	Tardive	R	Locale
10	CTA 139	Tardive	NR	IAO (Italie)
11	CTA 212	Tardive	NR	IAO (Italie)
12	NORBA	Tardive	NR	IAO (Italie)
13	ACSAD 299	Précoce	NR	Syrie
14	NEFFER	Tardive	R	France
15	CTA 264	Tardive	R	IAO (Italie)

I.2. Condition expérimentale

L'expérimentation a été conduite dans une serre semi-automatique à l'université Ibn Khaldoun de Tiaret. Le semis des grains des géotypes a été réalisé dans des cylindres en PVC de 40cm de longueur et 20cm de largeur. Les cylindres sont remplis d'un substrat reconstitué avec du sable, sol, et matière organique à des proportions respectives de 3 :1 :1 et détient une faible capacité de rétention de 27%.

Les grains désinfectés par trempage préalable dans de l'eau javellisée sont semés à raison de 3 grains par cylindre. Ce nombre est ramené à 2 plants par cylindre après la levée. Le dispositif adopté est de type split plot.

L'essai comporte 3 traitements :

- Un traitement maintenu en irrigation SDH
- Un deuxième ayant subi 15 jours de déficit hydrique ADH1 et enfin un lot au niveau duquel les plants ont subi 22 jours du stress hydrique c'est le traitement ADH2.

L'ensemble des cylindres des 3 traitements sont irrigués à la capacité au champ (100%CC) avec un apport d'une même dose journalière de 225ml, de la levée jusqu'au stade fin montaison. L'eau d'irrigation est substituée chaque semaine par un apport de solution nutritive de type IGROFER dont la composition est présentée dans le tableau 02.

Au stade début montaison, l'irrigation a été modifiée selon trois régimes:

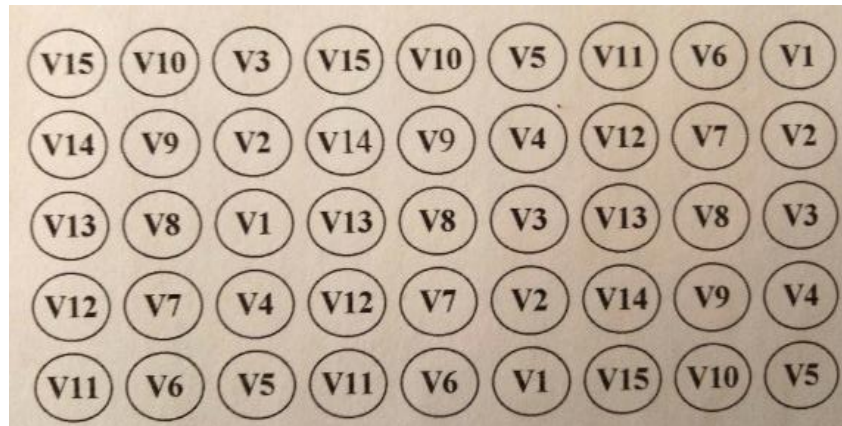
- Au niveau du traitement SDH, les cylindres continuent à être irrigués à la capacité au champ ;
- Au niveau du lot ADH2, l'irrigation est interrompue.
- Au niveau du lot ADH1, les cylindres sont irrigués à la capacité au champ pendant sept jours après ce stade après l'arrêt d'irrigation au niveau du lot ADH2.

Les mesures ont été effectuées au bout de 22 jours après application du déficit hydrique.

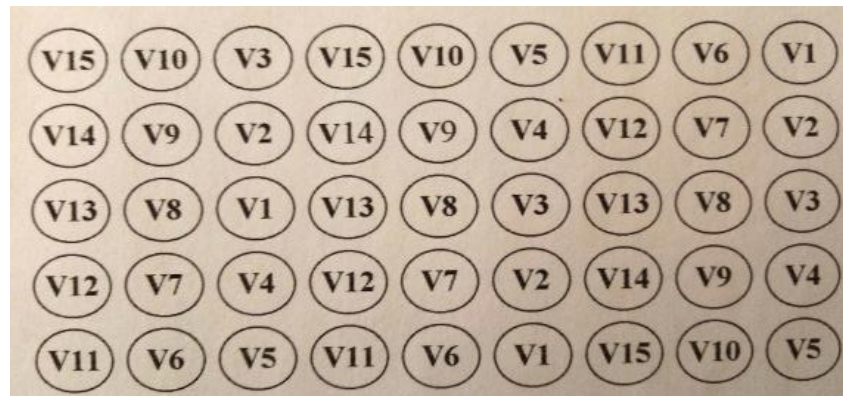
Tableau N°02 : Composition de la solution nutritive

Les constituants	Quantité
Les éléments majeurs	
• Azote	20%
• Ahydrid phosphorique	20%
• Oxyde potassium	20%
Les olygo élément	0.006%
• Fer (EDTA)	0.006%
• Magnésium	0.006%
• Bore	0.025%
• Molybdéne	0.0015%
• Zinc	0.003%
• Cuivre	

SDH



ADH1



ADH2



Figure 1: Le dispositif expérimental

I.3. Les mesures effectuées

1. Taux de déperdition d'eau par la feuille excisée (RWL)

Les feuilles prélevées sont trempées dans des tubes à essai remplis d'eau distillée, l'ensemble est placé à l'obscurité à 4°C pendant 12h. Les feuilles sont essuyées par un papier buvard et pesées, ce qui constitue P_i . Ces feuilles sont étalées au laboratoire (20°). Des pesées à différents temps sont réalisées (P_t), 20mn, 60mn et 2 heures. Enfin la surface foliaire a été déterminée. La perte d'eau est déterminée selon la méthode suivante :

$$RWL = (P_i - P_t) / (\text{sf} \cdot \text{temps})$$

2. La teneur relative en eau (RWC)

La feuille prélevée est immédiatement pesée (P_i), puis trempée dans de l'eau distillée, l'ensemble placé dans le réfrigérateur à une température de 4°C pendant 12h. Les feuilles sont à nouveau pesées pour déterminer le poids en pleine turgescence (P_{pt}). Ensuite sèche des feuilles est obtenue après étuvage à 80°C pendant 48h (P_s). La teneur relative en eau (RWC) a été déterminée selon la méthode suivante :

$$RWC = (P_f - P_s) / (P_{pt} - P_s) * 100$$

3. Les paramètres anatomiques

L'étude de la structure anatomique de la dernière feuille est réalisée en pratiquant des coupes histologiques au niveau de cette feuille. Une partie médiane du limbe de la dernière feuille est prélevée et immédiatement fixée dans du FAA (Formol 40%, Ethanol 50%, Acide acétique 10%), pendant 24h. La fixation est suivie d'un lavage à l'eau de robinet d'une durée égale à celle de fixation (24h). Les échantillons lavés sont ensuite déshydratés par passage successifs dans des bains d'éthanol 50%, 70% éthanol absolu 100%. Après déshydratation les échantillons sont imprégnés dans la paraffine placée dans l'étuve réglée à 65°C pendant 24h et enfin inclus dans des blocs de paraffine.

Les coupes sont réalisées par microtome à une épaisseur de 7 μ m. Elles sont recueillies sur les lames contenant de l'eau gélatinée, séchées et déparaffinées par passage dans différents bains de toluène. Après le déparaffinage, les coupes sont colorées par un double colorant (carmin aluné, vert de méthyle) et surmontées de baume de canada et lamelles.

Matériel et Méthodes

Les mesures ont porté sur les caractéristiques anatomiques, des cellules de revêtement épidermiques des deux faces de la feuille (ventrale, dorsale), les cellules bulliformes, la compaction du mésophylle et les faisceaux cribro-vasculaires.

- **Les cellules de revêtement**

Les mesures effectuées ont porté sur les dimensions de ces cellules, la longueur, la largeur et l'épaisseur de leur paroi externe.

- **Les cellules bulliformes**

Ces cellules ne concernant que l'épiderme ventral. Les mesures concernent le diamètre, la longueur, l'épaisseur de la de la paroi externe, le nombre la fréquence de localisation.

- **Mésophylle**

Concernant le parenchyme chlorophyllien (mésophylle) ce sont les dimensions des cellules et du mésophylle qui ont fait l'objet de ces mesures.

4. Les paramètres micromorphologiques

Ces mesures ont porté sur la densité stomatique e à l'échelle des deux faces, ventrale et dorsale du limbe de la feuille. Chaque feuille est nettoyée de cires et poils par application d'un ruban adhésive, une fine couche de vernis à angle est appliquée sur les deux faces de la feuille, après séchage les couches du vernis contenant les empreintes des stomates sont retirés par l'application d'un ruban adhésive transparent et collé immédiatement sur une lame.

RÉSULTATS

Résultats

1. Paramètres physiologiques

1.1. Teneur relative en eau

La teneur relative en eau (RWC) présente un paramètre de criblage des génotypes plus tolérants au déficit hydrique. Ceci se confirme par le maintien d'un taux d'hydratation plus élevée en conditions de sécheresse. L'analyse des résultats obtenus (Tab.03), démontre que les variations de ce paramètre physiologique s'imposent sous les effets de la nature des génotypes ($p < 0.001$) et également des variations des niveaux d'alimentation hydrique imposé ($p < 0.001$). L'application du déficit hydrique réduit la teneur relative en eau de façons variables parmi les génotypes testés, qui est prouvée par une divergence comportementale de la variabilité conduite à l'égard des traitements hydriques appliqués.

Les résultats moyens obtenus (Tab04) varient au niveau du lot SDH entre 90,35%, valeur exprimée par le génotype CTA 139 et 84,78% pour le génotype APPULO. Au niveau du lot ADH1, les teneurs vacillent entre 84,75% pour le génotype NEFFER, et 50,09 % enregistrée par ACSAD 299.

Dans le traitement ADH2, les valeurs de la teneur relative en eau enregistrées, oscillent entre 80,70 % pour le génotype APPULO, et 38,50 %, affichée par le génotype WAHA.

1.2. Transpiration

Dans cette étude, la transpiration a été estimée par la perte d'eau par la feuille excisée (RWL). Cette méthode représente selon ROMAGOSA (1989) un test fiable d'évaluation des capacités génotypiques à limiter les pertes d'eau essentiellement en milieu sec. Cette déperdition a été estimée à trois temps différents, 20mn, 60 mn, et 120 mn.

Nous considérons qu'au cours de la première période, la transpiration est essentiellement stomatique, quant à la deuxième et la troisième période, la perte d'eau englobe principalement, la transpiration cuticulaire et la transpiration résiduelle.

Résultats

Tableau N°03 : effets du génotype, de la situation hydrique et de leur interaction sur les paramètres physiologiques

Paramètres	Effet génotype	Effet hydrique	Génotype x hydrique
RWC	2,962 ^{***}	56,754 ^{***}	1,625 [*]
RWL1	1,144ns	0,843ns	1,144ns
RWL2	1,396ns	4,244 ^{**}	1,194ns
RWL3	1,833 [*]	6,991 ^{**}	1,167ns

1.2.1. Première phase de déperdition d'eau par la feuille excisée (RWL1)

L'analyse des résultats affichés dans le tableau 03 montre une faible influence génotypique et hydrique sur l'expression de cette première phase de déperdition d'eau ($p > 0.05$).

Les résultats moyens enregistrés (Tab04) révèlent qu'au niveau du lot SDH, la plus haute valeur est dégagée chez la variété NEFFER avec 1,041 mg/cm²/mn, et la plus faible valeur chez la variété NORBA avec 0,1205 mg/cm²/mn. Au niveau du lot ADH1. Les valeurs extrêmes sont données respectivement par ACSAD 29 et VITRON avec 1,5163 mg/cm²/mn et 0,1806 mg/cm²/mn.

Enfin, nous remarquons que dans le lot ADH2, la variété WAHA se distingue parmi les autres génotypes par un niveau de déperdition de 0,518 mg/cm²/mn. A l'opposé le génotype SGC1361 a enregistré la plus faible valeur avec 0,205 mg/cm²/mn.

1.2.2. Deuxième phase de déperdition d'eau par la feuille excisée (RWL2)

La déperdition d'eau au cours de cette phase dépend grandement des niveaux d'alimentation hydrique appliquée ($p < 0.001$), alors que la variabilité génétique conduite n'influe que de manière faible sur son expression ($p > 0.05$). Les résultats moyens obtenus (Tab04) au niveau du lot SDH affiche la plus haute valeur chez le génotype NEFFER avec 0,5846 mg/cm²/mn et la plus faible chez le génotype HEDBA3 avec 0,1026 mg/cm²/mn. Tandis qu'au niveau du lot ADH1 la variété ACSAD 299 affiche la plus haute valeur de la perte d'eau de son système foliaire en inscrivant un taux de 0,6193 mg /cm²/mn et la plus

Résultats

faible valeur A 2T2 enregistrée chez la variété GM avec un taux de 0,1463 mg/cm²/mn. Dans le troisième traitement hydrique ADH3, les valeurs de la déperdition d'eau au cours de cette phase sont limitées par des extrêmes de 0.4123 mg/cm²/mn (Gloire de Mongolfier) et 0,1686 mg/cm²/mn (HEDBA3).

1.2.3. Troisième phase de déperdition d'eau par la feuille excisée (RWL3)

L'analyse des résultats obtenus démontre que la perte d'eau durant cette phase est fortement influencée par la nature des génotypes et de la nutrition hydrique imposée ($p < 0.01$). Aucune distinction génotype n'a été relevée en réponse au déficit hydrique appliqué ($p > 0.05$).

Les valeurs moyennes affichées (Tab04) par l'ensemble des génotypes expérimentés, distinguent la variété VITRON dans le lot SDH parmi l'ensemble, par une transpiration excessive de 0,453 mg/cm²/mn, par contre HEDBA3 a affiché la plus faible valeur avec 0,0693 mg/cm²/mn. Pour le lot ADH1, les valeurs varient entre 0,3643 mg/cm²/mn (ACSAD299) et 0,1053 mg/cm²/mn (Gloire de mongolfier). Enfin, à l'échelle du lot ADH2, les valeurs extrêmes estimées 0,3166 mg/cm²/mn et 0,126 mg/cm²/mn ont été enregistrées respectivement par CTA212 et HEDBA3.

Résultats

Tableau N° 04 : Les résultats moyens des paramètres physiologiques

Variétés	RWL1			RWL2			RWL3			RWC (%)		
	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2
APPULO	0,272	0,377	0,405	0,2283	0,2673	0,3093	0,163	0,206	0,221	84,78	81,7	80,7
O Z	0,2593	0,354	0,3083	0,1346	0,2216	0,253	0,0893	0,1366	0,1803	85,3	58,87	65,51
GM	0,3373	0,205	0,4903	0,2226	0,1463	0,4123	0,1453	0,1053	0,247	87,39	56 ;08	64,84
WAHA	0,381	0,313	0,518	0,2893	0,321	0,373	0,2073	0,2693	0,272	86,30	71,80	38,5
J3246	0,2596	0,4773	0,3396	0,205	0,446	0,3273	0,152	0,3246	0,241	85,72	65,88	62,99
J3415	0,213	0,3966	0,3763	0,1413	0,277	0,3573	0,1033	0,189	0,263	87,25	61,72	64,65
SGC	0,3443	0,255	0,205	0,226	0,2453	0,1836	0,1616	0,1976	0,1426	86,92	66,08	79,36
VITRON	0,495	0,1806	0,412	0,2423	0,164	0,3613	0,453	0,1293	0,2493	86,08	70,52	78,68
NORBA	0,1205	0,3256	0,2403	0,1286	0,2763	0,2306	0,1003	0,199	0,1673	85,12	62,20	59,12
CTA212	0,1736	0,4533	0,3753	0,1446	0,311	0,3883	0,116	0,2233	0,3166	86,21	68,29	60,25
NEFFER	1,041	0,3593	0,446	0,5846	0,2503	0,319	0,3683	0,208	0,217	85,68	84,75	71,92
CTA264	0,5193	0,3406	0,3106	0,332	0,2316	0,297	0,2156	0,1806	0,217	86,20	81,76	69,65
AC299	0,2443	1,5163	0,5126	0,2053	0,6193	0,409	0,168	0,3643	0,2616	86,34	50,09	70,64
CTA139	0,237	0,5303	0,3873	0,132	0,4026	0,3573	0,0863	0,258	0,222	90,35	72,95	69,49
H3	0,1343	0,5103	0,251	0,1026	0,2746	0,1686	0,0693	0,1803	0,1266	85,33	58,41	62,82

1.2. Les Paramètres anatomiques

Les paramètres retenus concernent les caractéristiques cytologiques et notamment morphologiques de l'épiderme et du parenchyme chlorophyllien du limbe de la feuille. Comme toutes, les graminées, l'épiderme ventral du blé est constitué par des cellules de revêtements ou épidermiques, des cellules bulliformes et des stomates. Notre étude a porté sur les dimensions des cellules de revêtements et bulliformes, ainsi que l'épaisseur de la paroi externe de ces deux types de constituants de l'épiderme. La densité des stomates a été également concernée par cette étude.

a- La longueur des cellules de revêtement

Les résultats dégagés (Tab05) illustrent, que la longueur au niveau du lot SDH, varie entre une valeur maximale donnée par le génotype CTA139 avec 42,84 μm , et une valeur minimale affichée par le génotype APPULO Avec 11,9 μm . Au niveau du lot ADH1, la plus haute valeur est exprimée par la variété HEDBA3 Avec 28,56 μm , et la plus faible est constatée chez le génotype JAPPA3415 avec 15,47 μm . A l'échelle du lot conduit le traitement hydrique ADH2, les valeurs de la longueur des cellules de revêtement sont comprises entre 35,7 μm et 15,47 μm données respectivement par HEDBA3 et NORBA.

Résultats

b- Le diamètre des cellules de revêtement

Les résultats moyens obtenus (Tab05), illustrent qu'au niveau du lot SDH le diamètre est compris entre 19,04 μm enregistré par le génotype JAPPA3246 et 8,33 μm relevé chez le génotype Oued Zenati. Sous les conditions de déficit hydrique modéré (ADH1), les valeurs du diamètre des cellules fluctuent entre 21,42 μm donnée par CTA139 et 11,93 μm obtenue par Gloire de Mongolfier. Enfin, sous le déficit hydrique sévère, ces valeurs sont comprises entre les extrêmes de 23,82 μm et 8,33 μm affichées respectivement par les génotypes APPULO et VITRON.

c- L'épaisseur de la paroi externe des cellules de revêtement

Les données obtenues (Tab06) montrent des variations importantes à travers la variabilité conduite et ce au niveau du même et entre les traitements hydriques. Concernant le comportement des génotypes dans le lot SDH, J3246, NEFFER et CTA264 se distinguent par une paroi épaisse, parmi l'ensemble des génotypes avec 3 μm . A l'opposé, les génotypes ACSAD299, NORBA Gloire de Mongolfier et Oued Zenati dégagent une mince paroi estimée à 1,5 μm .

Au niveau du traitement ADH1, la paroi s'épaissit pour atteindre une valeur maximale de 3 μm (WAHA NEFFER et JAPPA3246) et une autre minimale de 2 μm (CTA139 et CTA 264). Dans le lot ADH2, les valeurs enregistrées sont comprises entre 4 μm (JAPPA3246, Oued Zenati) et 2 μm (CTA264, CTA139, WAHA et ACSAD299).

Résultats

Tableau N°05 : Les principales caractéristiques des cellules de revêtements de la feuille du blé (fini)

Variétés	Cellules de revêtements											
	Face Ventrale						Face Dorsale					
	Largeur			Longueur			Longueur			Largeur		
	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2
H3	16,66	14,28	16,66	23,8	28,56	35,7	21,42	23,8	19,04	16,66	19,04	16,66
AC299	16,66	16,66	16,66	16,66	19,04	21,42	21,42	16,66	19,04	15,47	11,9	10,71
CTA139	14,28	21,42	19,04	42,84	30,94	26,18	19,04	19,04	23,8	14,28	17,25	19,04
VITRON	11,9	14,28	8,33	19,04	16,66	16,66	16,66	16,66	16,66	10,71	11,9	9,52
NORBA	11,9	14,28	11,9	17,85	16,66	15,47	16,66	19,04	21,42	11,9	14,28	14,28
APPULO	9,52	13,09	23,8	11,9	16,66	23,8	17,85	21,42	19,04	8,33	13,09	16,66
GM	14,28	11,9	16,66	16,66	23,8	23,8	16,66	16,66	21,42	11,9	11,9	10,71
OZ	8,33	14,28	19,04	14,28	23,8	26,18	19,04	21,42	26,19	11,9	11,9	23,8
SGC	10,5	16,66	9,52	16,66	26,18	23,8	17,85	21,42	21,42	14,87	15,47	11,9
WAHA	10,71	15,47	13,09	13,09	17,85	19,04	22,61	19,04	20,23	13,09	11,9	13,09
CTA264	8,33	14,28	13,09	14,28	21,42	17,85	21,42	23,8	16,66	13,09	14,28	11,9
NEFFER	16,66	14,28	11,9	13,09	23,8	23,8	14,28	23,8	19,04	14,28	11,9	13,09
J3415	11,9	11,9	14,28	16,66	15,47	21,42	19,04	16,66	14,28	16,66	17,85	16,66
CTA212	11,9	15,28	11,9	16,66	16,66	16,66	19,04	21,42	16,66	11,9	16,66	11,9
J3246	19,04	16,66	14,28	20,23	21,42	19,04	24,99	23,8	19,04	16,66	17,85	11,9

Tableau N°06 : Les résultats moyens de la paroi externe des cellules de revêtements

Variétés	Paroi externe des cellules de revêtements (um)					
	Face ventrale			Face dorsale		
	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2
H3	2	2,5	2,5	2,5	3,5	4
AC299	1,5	2,5	2	2	3	3,5
CTA139	2	2	2	2,5	2,75	3
VITRON	2	2,5	3	2	2	3,25
NORBA	1,5	2,5	2,5	2	3	3,5
APPULO	2	2,5	3	3	3	4,5
GM	1,5	2,5	3	2	3	2,5
OZ	1,5	2,5	4	2,5	3	4
SGC	1,75	2,5	3	2,5	3,5	3
WAHA	1,5	3	2	2,5	3,5	3
CTA264	3	2	2	J)	3	2,5
NEFFER	3	3	3,5	3	3	3,5
J3415	1,5	2,5	3	3,5	3,5	3
CTA212	1,5	2,5	3,5	2,5	3	4
J3246	3	3	4	2,5	4,5	3

1.3. Caractéristique des cellules bulliformes

Au niveau du limbe de la feuille, l'épiderme ventral présente, les cellules bulbiformes ou motrices qui diffèrent des autres cellules épidermiques par leur forme et leur rôle dans la protection des feuilles contre la dessiccation.

Résultats

a- Le nombre des cellules bulliformes par site

La réalisation de ce comptage a permis de dégager une variabilité importante à travers les génotypes expérimentés. Les résultats moyens affichés par l'ensemble des génotypes étudiés (Tab07) montre que le nombre le plus élevé des cellules dans le lot SDH évalué à 5 est donné par le génotype CTA139, parmi d'autres le plus faible nombre (2,5) de ces cellules est constaté chez APPULO. En parallèle, nous avons constaté que dans le lot ADH1, NORBA et CTA 139 ont affiché le nombre le plus élevé qui est de 5 et Oued Zenati a enregistré le plus faible avec une moyenne de 2,5. Concernant le lot ADH2 les valeurs fluctuent entre 5 cellules par site et 3 données respectivement par les deux ensembles CTA139, et SGC1361, JAPPA3415.

b- Le diamètre des cellules bulliformes

Les résultats obtenus de ce paramètre et mentionnés dans le tableau 07 montrent qu'au niveau du lot SDH, le diamètre oscille entre 59,5 μm obtenue chez la variété JAPPA3246 et 19,04 μm observé chez la variété CTA212.

Tableau 07 : résultats moyens des caractéristiques des cellules bulliformes

Variétés	Nombre			Taille (um)					
				Largeur			Longueur		
	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2
H3	4	3	3	41,65	40,47	35,71	28,56	38,09	23,8
AC299	5	3,5	4	42,85	35,71	64,28	23,8	40,23	45,23
CTA139	5	5	4	45,61	40,47	23,8	23,8	33,33	26,19
VITRON	3	4	3	23,8	40,47	28,57	21,42	23,8	28,57
NORBA	4	5	4	26,19	47,61	23,8	28,57	29,76	30,95
APPULO	2,5	4	4	28,57	47,23	59,52	19,04	23,8	47,6
GM	4,5	4	4	38,09	41,66	26,19	30,95	45,23	42,85
OZ	4	2,5	3,5	21,42	35,71	47,61	23,8	35,71	45,23
SGC	2,75	4	3	27,96	52,36	30,95	37,49	47,6	23,8
WAHA	4	4	3,5	33,32	47,6	46,48	35,7	28,56	33,32
CTA264	3	5	5	23,8	47,6	52,36	35,7	42,84	30,94
NEFFER	4	4	4	33,32	40,46	35,7	21,42	28,56	30,94
J3415	4	3	3	40,46	49,98	59,5	38,08	34,51	42,84
CTA212	3	4	4	19,04	52,36	35,7	29,75	35,7	26,18
J3246	3	3	4	59,5	47,6	47,6	30,94	28,56	24,99

Résultats

Au niveau du traitement ADH1, les valeurs du diamètre sont comprises entre 52,3 μm donnée par les géotypes CTA212 et SGC1361 et la plus faible avec 35,71 μm enregistrée chez les géotypes ACSAD299 et Oued Zenati. Concernant le troisième régime hydrique (ADH2) le diamètre varie entre 64,28 μm (ACSAD299) et 23,8 μm affiché par CTA139 et NORBA.

c- La longueur des cellules bulliformes

La surface de contact ou la longueur des cellules bulliformes est exprimée par des valeurs fortement variables (Tab07) suivant la variabilité conduite. Pour le traitement irrigué, la surface la plus importante (3 8,08 μm) est enregistrée par le géotype JAPPA3415 et la plus faible (19,04 μm) A 2T2 affichée par APPULO.

Sous le régime (ADH1) la surface de contact des géotypes conduits, vacillent entre 47,6 μm obtenue par le géotype SGC1361 et 23,8 μm enregistrée par les variétés APPULO et VITRON. Enfin pour le lot ADH2, nous remarquons que APPULO enregistre la plus grande surface avec 47,6 μm et la plus faible (23.8 μm) est affichée par les géotypes HEDBA3 et SGC 1361.

d- L'épaisseur de la paroi externe des cellules bulliformes

Les cellules bulliformes constituent des cellules de garde de la feuille, régulant ainsi sa transpiration et par conséquent sa teneur en eau. La structure de la paroi externe ainsi que ses modifications semblent être impliquées dans cette fonction.

Les résultats dégagés (Tab08) affichent des variations importantes d'un géotype à un autre. Dans le lot SDH le géotype CTA 264 se distingue par la paroi la plus épaisse avec 4 μm , la plus mince paroi est enregistrée par HEDBA3 avec 1 μm . Par ailleurs dans le lot ADH1 le géotype WAHA affiche une valeur maximale de 3 μm , et à l'opposé CTA139 enregistre la plus faible valeur avec 1 μm . Concernant le lot ADH2, WAHA se distingue par la paroi la plus épaisse avec une valeur de 3 μm tandis que la plus faible valeur, d'ordre de 1 μm est donnée par SGC 1361.

Résultats

Tableau N°08 : Les résultats moyens (Fréquences, épaisseur) des cellules bulliformes

Variétés	Les cellules bulliformes					
	Fréquence			Epaisseur(pm)		
	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2
H3	8,5	7	5	1	1,5	1,5
AC299	4	8	10	1,5	2	3
CTA139	10	8	9	2	1	1,5
VITRON	7,5	8,5	7	2	1,5	2
NORBA	9	17,6	15	2	2	2,5
APPULO	11,5	8	10,5	2,5	2	1,5
GM	6	8	6	2	1,5	1,25
OZ	7	10	7	2,5	2	1
SGC	6,75	8	9	1,85	1,5	1
WAHA	8,5	7	12	2,5	3	3
CTA264	8	6	9,5	4	1,5	2
NEFFER	9	10	8	1,5	1,5	1
J3415	8	8,5	7	3	2	2
CTA212	12	10	10	3	1,5	2
J3246	10,5	9	7	3	2	1,5

Résultats

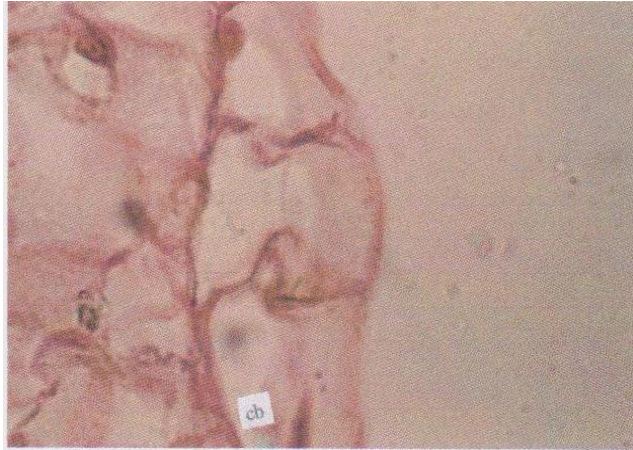


Figure 02 : coupe transversale au niveau du limbe de la feuille illustrant les cellules bulliformes chez les géotypes WAHA SDH (serre)

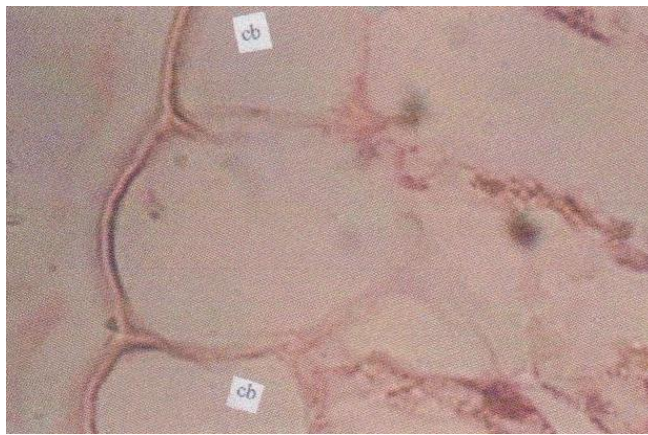


Figure 03 : coupe transversale au niveau du limbe de la feuille illustrant les cellules bulliformes chez le géotype WAHA adh1 (serre)



Figure 4 : coupe transversale au niveau du limbe de la feuille illustrant les cellules bulliformes chez le géotype WAHA ADH2

Résultats

e- La Fréquence

La fréquence des cellules bulliformes, se rapporte aux nombres des cellules de revêtement séparant une suite de ces cellules. Les résultats illustrés dans le tableau 08 fluctuent entre 12 et 4 observée chez les génotypes CTA212 et ACSAD 299 au niveau du lot SDH.

Pour le lot ADH1, la variété NORBA, se distingue parmi les autres génotypes par une fréquence importante qui est de 17,6 et CTA 264 affiche la plus faible fréquence avec 6. Concernant le lot ADH2 NORBA affiche la fréquence la plus élevée (15) et HEDBA3 donne la faible fréquence avec un chiffre de 5.

1.4. Structure de l'épiderme dorsal

a- La longueur

A partir des mesures effectuées (Tab05) cette dimension prend des grandeurs fortement variables, à travers les génotypes testés.

Les valeurs de cette longueur sont comprises entre 24,99 μm et 14,28 μm , observées respectivement chez les génotypes JAPPA3246 et NEFFER. Dans le lot ADH1, les longueurs des cellules de revêtement fluctuent entre 23,8 μm donnée par les génotypes JAPPA3246, NEFFER, CTA264 et WAHA et 16,66 μm enregistrée chez les variétés VITRON, ACSAD299 et JAPPA3415. Enfin nous trouvons que dans le lot ADH2, la plus grande valeur est mesurée chez le génotype CTA 139 avec 23,8 μm et la plus faible valeur s'annonce chez JAPPA3415 avec 14,28 μm .

b- Le diamètre

Le diamètre constaté chez l'ensemble des génotypes conduits est compris, au niveau du lot SDH entre 16,66 μm et 10,71 μm . La première valeur est affichée par les variétés JAPPA3246, JAPPA3415 et HEDBA3 et la seconde est donnée par VITRON. Au niveau du lot ADH1, la plus grande valeur du diamètre est détenue par le génotype HEDBA3 avec 19,04 μm et la plus faible a été observée chez les variétés ACSAD299, VITRON Gloire de Mongolfier, Oued Zenati et WAHA avec 11,9 μm . Concernant le traitement conduit sous les conditions de déficit hydrique le plus sévère (ADH2), les valeurs de ce paramètre fluctuent entre 23,8 μm et 9,52 μm donnée respectivement par Oued Zenati et VITRON.

c- Epaisseur de la paroi externe des cellules de revêtement

La variabilité constatée (Tab06) de ce paramètre dans le lot SDH, oscille entre une valeur maximale de 3,5 μm observée chez le génotype JAPPA3415 et une autre minimale évaluée à 2 μm donnée par les génotypes ACSAD299, NORBA et Gloire de Mongolfier.

Concernant le lot ADH1, les résultats obtenus de l'estimation de ce paramètre expose une variation de grandeur importante. En effet, les données obtenues varient entre 4,5 μm et 2 μm et qui sont inscrites dans l'ordre chez JAPPA3246 VITRON. L'application du déficit hydrique le plus sévère s'accompagne d'une augmentation de la valeur minimale pour atteindre 2.5 μm (CTA264, Gloire de Mongolfier), la valeur maximale égale celles inscrites précédemment avec 4.5 μm (APPULO).

1.5. Les caractéristiques du mésophylle

Le mésophylle qui est constitué essentiellement par parenchyme chlorophyllien, chez le blé se caractérise par son homogénéité. Certains travaux (MONNEVEUX, 1992) considère que la compaction du mésophylle constitue un critère de choix des génotypes adaptés à la sécheresse.

L'étude des résultats (Tab09), met en exergue une grande différence de comportement génotypique quant à l'expression de ce paramètre. Sous les conditions hydriques optimales (SDH), l'épaisseur ou la compaction du mésophylle varie de manière très prononcée pour fluctuer entre des valeurs extrêmes évaluées à 192,3 μm mesurée chez la variété HEDBA et 76,92 μm inscrite par NEFFER. L'application d'un déficit hydrique modéré (ADH1) a provoqué une compaction où l'épaisseur a inscrit des valeurs comprises entre 153,84 μm (Gloire de Mongolfier) et 61,53 μm (VITRON). Sous les conditions d'alimentation hydrique encore plus déficientes (ADH2), la réduction de l'épaisseur du mésophylle est encore plus prononcée, où les valeurs relevées sont fluctuent dans l'intervalle limité par des valeurs extrêmes de 146,15 μm et 57,69 μm enregistrée respectivement par les génotypes, WAHA et Gloire de Mongolfier.

Résultats

Tableau N°09 : La compaction du mésophylle

Génotype	Epaisseur du mésophylle (µm)		
	SDH	ADH1	ADH2
H3	192,3	134,61	73,07
AC299	115,38	69,23	138,46
CTA139	134,61	146,15	103,84
VITRON	84,61	61,53	80,76
NORBA	134,61	115,38	61,53
APPULO	140,38	107,69	121,15
GM	123,07	153,84	57,69
OZ	96,15	95,15	112,53
SGC	153,84	136,53	73,07
WAHA	96,15	157,69	146,15
CTA264	115,38	76,92	138,46
NEFFER	76,92	84,61	76,92
J3415	134,61	115,38	103,84
CTA212	115,38	134,61	84,61
J3246	161,53	95,16	115,38

1.5.1. Organisation des faisceaux vasculaires

Lors de cette étude, la caractérisation des faisceaux cribro- vasculaires de la nervure médiane a concerné le nombre des éléments conducteurs du xylème primaire ainsi que leur diamètre.

Concernant le nombre des vaisseaux ligneux du métaxylème et au niveau du traitement hydrique témoin (SDH), les résultats obtenus (tableau 11) indiquent qu'il varie entre 3 (APPULO) et 4 (Oued Zeanti, Gloire de Mongolfier) parmi l'ensemble des génotypes testés. Ce nombre n'est que faiblement influencé par les variations des niveaux d'alimentation hydrique adoptés.

Résultats

Par ailleurs dans le lot ADH1, ce nombre oscille entre 5 (HEDBA3, APPULO et CTA212) et 2 (VITRON). Dans le lot ADH2, les génotypes se distinguent selon trois groupes, un premier représenté par les génotypes HEDBA3, ACSAD299, CTA139, VITRON, NORBA, APPULO, Oued Zenati, CTA264 et JAPPA3415, ayant inscrit un nombre de 3. Le deuxième groupe représenté par SGC 1361, WAHA et CTA212 se définissent par 4 vaisseaux. Enfin, un dernier groupe où s'intègrent les deux génotypes NEFFER et Gloire de Mongolfier qui présentent un nombre de 5 vaisseaux.

En ce qui concerne le diamètre des vaisseaux, selon les résultats dégagés (TabII), on remarque que les génotypes conduits dans le lot SDH, inscrivent des valeurs variant entre 47,6 μm et 27,77 μm données respectivement par VITRON et APPULO. Dans le traitement ADH1, les valeurs enregistrées par les génotypes conduits oscillent entre 75,59 μm (HEDBA3) et 21,89 μm (APPULO). Enfin l'expression de ce paramètre en condition de déficit hydrique extrême (ADH2), a voisiné les normes d'un maximum de 55,55 μm (Oued Zenati) est d'un minimum de 26,42 μm affiché par NEFFER.

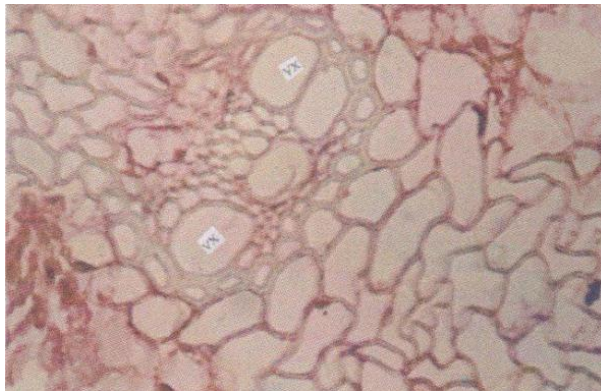


Figure 5 : les faisceaux cribro-vasculaire de la nervure médiane (coupe transversale du limbe de la feuille chez le génotype WAHA SDH

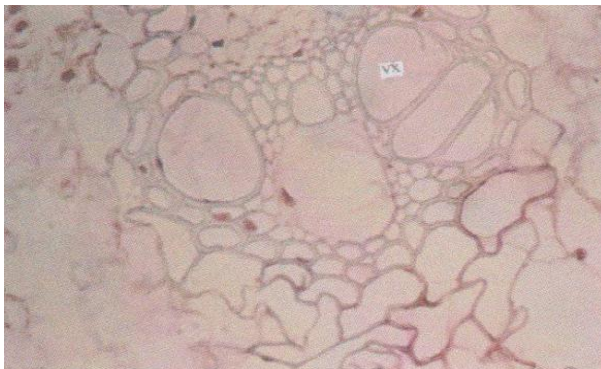


Figure 6 : Les faisceaux cribro-vasculaire de la nature médiane (coupe transversale du limbe de la feuille chez WAHA ADH1

Résultats

Tableau N°10 : Les caractéristiques du xylème des différents génotypes testés

Variétés	Les caractéristiques du xylème					
	Nombre			Diamètre (µm)		
	SDH	ADH1	ADH2	SDH	ADH1	ADH2
H3	3,5	5	3	39,27	75,59	42,85
AC299	4	3	3	33,92	40,47	41,66
CTA139	3	3	3	39,67	46,82	33
VITRON	3	2	3	47,61	42,25	46,42
NORBA	3	3	3	33,32	31,34	41,66
APPULO	4	5	3	27,77	21,89	42,45
GM	4	4	5	33,32	44,04	31,42
OZ	4	3	3	33,32	46,02	55,55
SGC	3,5	4	4	37,98	37,79	40,77
WAHA	4	3	4	30,35	38,09	27,37
CTA264	3	4	3	38,88	37,49	27,37
NEFFER	3	3	5	40,47	44,44	26,42
J3415	4	3	3	33,92	32,93	41,26
CTA212	3	5	4	31,74	37,13	45,22
J3246	4	4	3	36,3	32,73	34,52

1.6. La densité stomatique

La transpiration sous ses différentes formes représente un facteur déterminant dans la variation du statut hydrique de la plante et par conséquent le niveau de croissance végétale. La limitation de ces transpirations s'avère importante pour le maintien d'un potentiel hydrique élevé chez le blé dur, en conditions sèches. Parmi ces transpirations, celle stomatique, dépend étroitement de la densité et la morphologie des stomates.

a. L'épiderme ventral

La densité stomatique au niveau de la face ventrale du limbe est sous une influence importante des deux facteurs de notre étude, le matériel végétal et le régime hydrique appliqué (Tabl2) d'une part. D'autre part l'interaction des deux facteurs (génotype et régime hydrique) fait varier également cette densité (Tabl2).

Les résultats moyens dégagés de cette étude (Tab 12) montrent qu'au niveau du traitement SDH, la densité fluctue entre 18 donnée par les génotypes WAHA, SGC 1361, et NEFFER, et 11 dégagée par ACSAD299.

A l'échelle du traitement ADH ces valeurs vacillent entre 18 (NEFFER) et 10 obtenue par le cultivar APPULO.

Résultats

b. L'épiderme dorsal

A ce niveau aussi, la densité est sous une influence génotypique et hydrique considérable. Les résultats moyens affichés après estimation de la densité à ce niveau s'avérant plus faibles que ceux observés dans l'épiderme ventral.

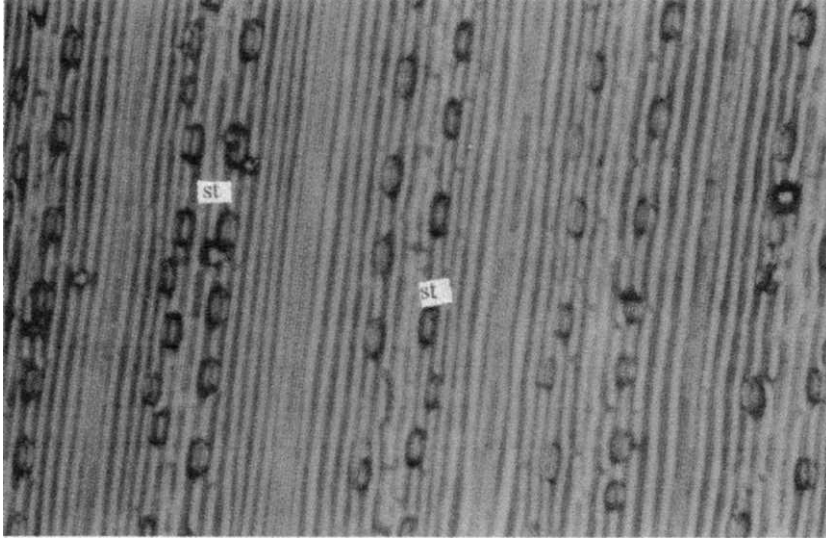
Au niveau du traitement SDH, les données obtenues de l'évaluation de la densité varient entre une valeur maximale de 13 affichée par WAHA et une valeur minimale de 7 donnée par JAPA3415.

Dans le lot ADH les densités obtenues sont comprises entre 18 et 9 observées respectivement chez NEFFER et JAPA 3415.

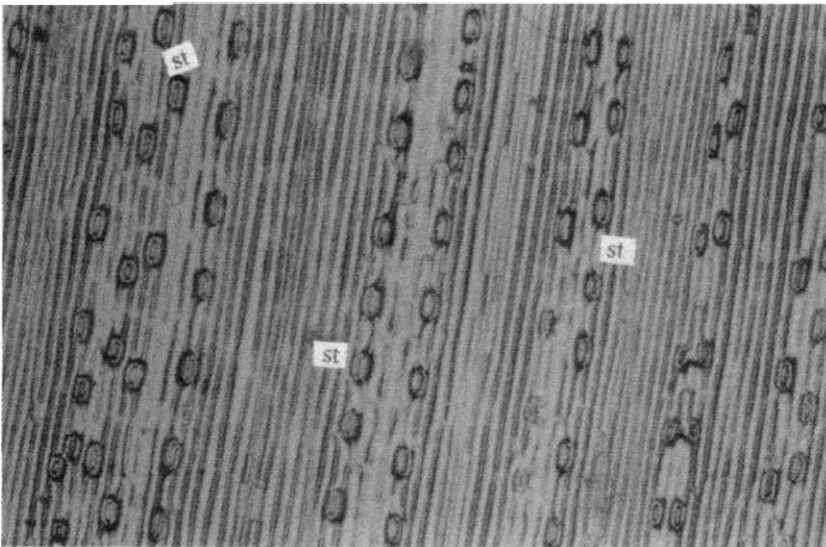
Tableau N° 11 : Résultats moyens du nombre des stomates

Variétés	Face ventrale		Face dorsale	
	SDH	ADH2	SDH	ADH2
WAHA	18	15	13	11
H3	15	13	10	10
CTA 212	17	15	09	13
J3246	13	16	08	10
CTA 139	17	14	12	12
CTA 264	17	14	11	12
J3415	12	14	07	09
SGC 1361	18	13	12	12
NORBA	13	16	11	12
VITRON	16	16	09	12
APPULO	15	10	11	09
GM	13	15	12	10
OZ	13	13	11	12
NEFFER	18	18	12	18
ACSAD 299	11	12	10	11

Résultats



Epiderme ventral



Epiderme dorsal

Discussion des résultats

Discussion des Résultats

II- DISCUSSION

A la lecture des relations établies entre la teneur relative en eau et l'état hydrique du substrat, il se définit clairement que cette dernière est affectée grandement par le déficit hydrique appliqué ($r = -0,499^{**}$).

Cette relation nous paraît évidente et confirme ce qui a été constaté au cours de nombreuses études dans ce domaine (BENLARIBI, 1990 ; ALI DIB, 1992 ; ADDA, 1996 ; REKIKI, 1997).

Tableau 15 : les relations entre la situation hydrique et les paramètres physiologiques

	Situation hydrique	Surface foliaire	M. S de la feuille	RWC
RWC	- 0,499**	0,215*	- 0,007	1,000
RWL1	0,033	- 0,282*	- 0,286*	- 0,206*
RWL2	0,223*	- 0,452**	-0,311**	- 0,280**
RWL3	0,277*	- 0,494**	-0,313**	- 0,280**

Cette situation s'explique par le fait que le statut hydrique de la plante se trouve régi par deux principaux paramètres. La capacité de prélèvement d'eau du sol d'une part, et les mécanismes que développe chaque géotype à limiter la perte d'eau (transpiration) d'autre part.

Il est à rappeler que les transpirations présentent une fonction vitale pour le processus métabolique de la plante, à partir de la qualité de l'eau et sa disponibilité au niveau du sol demeure, majoritairement déterminant du taux d'humidité des plantes.

Il ne sera pas exclu de cette équation les aptitudes que présente la variabilité intra et inter-spécifique, afin de limiter la transpiration et maintenir ainsi un potentiel hydrique adéquat pour l'exécution des fonctions vitales.

La première phase de déperdition d'eau par la feuille excisée est sans relation notable avec la situation hydrique. Cette situation s'expliquerait par le fait que cette phase (RWL1) représente essentiellement la transpiration stomatique et les feuilles mises à ce test sont réhydratées à leur pleine turgescence. Par contre l'évolution de la transpiration au-cours de ses dernières phases est en étroite liaison avec le régime hydrique de leur prélèvement. Ainsi les transpirations sont plus importantes au niveau des feuilles issues du lot stressé (ADH)

Discussion des Résultats

qu'irrigues (SDH). Ces résultats confirment ceux observés par CLARKE et RICHARDS (1988), ADDA (1996) et DERKAOUI (1999). Ce résultat trouverait ses justifications à l'échelle des transformations anatomiques que peuvent subir les feuilles issues d'un régime hydrique déficitaire.

Il en ressort à l'étude des relations que la première phase (RWL1) de déperdition d'eau par la feuille est faiblement liée négativement à la teneur relative en eau ceci s'explique par le fait que la transpiration à cette phase est si faible pour ne pas influencer la teneur en eau de la feuille qui est passée au test représenté par un poids en pleine turgescence.

Au cours des phases suivantes (RWL2, RWL3) la teneur relative en eau est fortement liée négativement, ($r=-0,280^{**}$) et ($r=-0,280^{**}$) au taux de déperdition d'eau qui représente essentiellement une transpiration cuticulaire et résiduelle.

La réaction des génotypes testés est identique à celle constatée au niveau de l'épiderme ventrale ainsi, la paroi s'épaissit avec la diminution de la teneur en eau du sol

($r=0,381^{**}$). Les résultats ainsi obtenus confirment ceux obtenus par d'autre étude (AZZI, 1954, SAHNOUNE 1999, ADDA 1996) cette situation serait le résultat d'une réaction des génotypes face au déficit hydrique, par l'accumulation de la matière inerte au niveau de la paroi et la réduction du contenu et par conséquent du volume cellulaire plus sensible à la dessiccation. Le mécanisme adaptatif, ainsi observé pourrait avoir deux instigations que nous voyons complémentaires. La synthèse et dépôt des constituants pariétaux pourraient créer un écran plus renforcé devant l'échappement des molécules d'eau à travers les épidermes. Dans ce cas on assiste alors à une réduction de la transpiration cuticulaire. Le déficit hydrique permettrait un épaississement et des modifications pariétaux, provoquant ainsi la réduction du contenu protoplasmique. La dépression du volume protoplasmique serait accompagnée d'un accroissement du potentiel osmotique cellulaire. Cette hypothèse se confirme par la force de succion cellulaire qui dépend étroitement de la force de turgescence (NOUGAREDE, 1969). Ainsi en situation de déficit hydrique, l'apport d'eau est faible et la turgescence n'est obtenue que par réduction du volume cellulaire. Il est admis aussi que le processus métabolique cellulaire ne se déroule, normalement qu'en état de turgescence adéquat. A la comparaison des transformations pariétales entre les deux épidermes de la feuille, révèle qu'elles sont plus importantes au niveau de l'épiderme dorsal. Nous avons constaté à ce niveau une lignification de cette paroi preuve de sa réaction verte en application de la double coloration.

Discussion des Résultats

De leurs cotée les parois externes de ces cellules bulliformes ont enregistré un épaissement prononce en comparaison avec celui des plants issus de l'essai en serre. Ce qui nous pousse à conclure, que l'expression de ce paramètre est également liée fortement aux conditions environnementales.

Les caractéristiques des faisceaux cribro-vasculaires retenue se rapportent au nombre et diamètre des vaisseaux du xylème primaire. Cette dernière se rapporte à ce que, un nombre et un diamètre élevés de vaisseaux xylémiques seraient symptôme d'une grande affluence hydrique au niveau de la feuille à travers cette nervation. A l'étude des résultats obtenus des relations établies, il se montre clairement que les deux caractéristiques une fois différenciées ne sont influencées par les variations de la situation hydrique régnante, Cela se confirme par l'absence de toute relation entre leur expression et le régime hydrique appliqué ($r=0,038^{**}$ pour le nombre et $r=0,224^{**}$ pour le diamètre).

Nous notons une légère tendance positive entre la troisième phase de déperdition d'eau par la feuille excisée (RWL 120) et le nombre des vaisseaux ligneux ($r=0,160$). Ce qui s'explique dans ce cas par l'existence d'un fort nombre de vaisseaux chez les génotypes caractérise par une transpiration cuticulaire excessive.

Nous notons par ailleurs également une relation plus ou moins importante entre la teneur relative en eau et le diamètre des vaisseaux ligneux ($r= -0,265^{**}$).

Ainsi les génotypes caractérise par un faible diamètre de leurs vaisseaux peuvent maintenir une teneur relative en eau élevée ou optimale.

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Au terme de ce travail ayant pour objectif l'étude de la variabilité anatomique de la feuille de blé, sa variation suivant les conditions environnementales et sa relation avec le statut hydrique de la plante. Certains de ces paramètres se distinguent en critères de sélection des géotypes adaptés au déficit hydrique. Il est intéressant de noter que le statut hydrique de la plante présente de fortes variations intergénotypique, d'une part, d'autre part ce statut est fortement influencé par la situation hydrique régnante

Il en ressort de cette étude une variabilité fort élevée quant à la manifestation de ce paramètre.

Les géotypes APPULO et NEFFER semblent présenter la plus faible sensibilité vis-à-vis du déficit hydrique imposé.

Ce caractère présente un intérêt majeur dans la sélection de géotypes adaptés au déficit hydrique. Ainsi et selon de nombreux travaux (MONNEVEUX et al., 1992) les géotypes maintenant les plus hautes teneurs relatives en eau en conditions de stress inscrivent toujours une adaptation et une productivité, meilleures. Sur le plan pratique ces deux géotypes constituent une bonne variabilité de départ pour d'éventuelles manipulations de création de cultivars.

Concernant le taux de déperdition d'eau par la feuille excisée, il s'avère que cette dernière est influencée par le régime hydrique appliqué. Généralement son niveau croit avec le déficit hydrique, c'est pourquoi les géotypes les plus productifs en conditions sèches se distinguent par une intensité transpiratoire faible. Les géotypes répondant à ces critères se trouvent présentés essentiellement par SGC1361 et HEDBA3.

Le statut hydrique de la plante (TRE) se trouve, lors de cette étude, grandement influé par la déperdition d'eau par la feuille. L'accroissement de la transpiration diminue sensiblement la teneur en eau.

Concernant les caractéristiques anatomiques, les différents paramètres structuraux retenus présentent à travers la variabilité conduite des variations importantes. L'expression de l'ensemble de ces paramètres est en étroite relation avec la variation des conditions environnementales. L'application du déficit hydrique provoque des transformations pariétales exprimées par leur rétrécissement et épaissement. Les rétrécissements manifestés se soldent par une réduction plus ou moins faibles du volume cellulaire des cellules de revêtement.

Conclusion

L'augmentation d'épaisseur de la paroi est localisée au niveau de la zone externe de ces mêmes cellules.

Sous les mêmes conditions, la paroi externe des cellules bulliformes s'amincit en alimentation hydrique limitante.

L'épaississement pariétal des cellules de revêtement contribue grandement à la limitation de la transpiration.

Références bibliographiques

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

1. ACEVEDO E.. 1991. Improvement of winter cereal crops in Mediterranean environments. Use of yield, morphological and physiological traits. In physiology-Breeding of winter cereals for stressed Mediterranean Environments (Montpellier, France, 3-6 July 1989). Ed. INRA, Paris (Les colloques n° 55), pp. 273-305.
2. ADDA A.. 1996. Etude des paramètres morpho-physiologique de la productivité chez le blé dur dans une zone semi-aride. Thèse. Magistère. INA. EL Harache. 120p
3. AIT KAKI Y., 1993. Contribution à l'étude des mécanismes morphophysologiques et biochimiques de tolérance au stress hydrique sur 5 variétés de blé dur (*Triticum durum Des/.*). Thèse de Magister Inst. Scien. Natur. Annaba. 116 p.
4. AUSTIN R.B., (a). 1987. Maximising crop production in water-limited environments. In drought résistance in cereals 1. Crops breeding for efficient water use. Ed. Baker F.W.G, pp. 13-25.
5. AUSTIN R.B.. (b), 1987. Some crop characteristics of wheat and their influence on yield and water use. In drought tolérance in winter cereals proceeding of an International workshop 27-31 oct. 1985. Capri. Italy. Ed. Srivastava E. Porceddu E. Acevedo. pp. 321-336.
6. AZZI G., 1954. Ecologie agricole. Nouvelle encyclopédie agricole. Ed. JB. BAILLIERE et fils. Paris. 428 p.
7. BAGGA A.K., RUWALI K.N., ASANA R.D.. 1970. Comparaison of responses of some Indian and semi-dwarf Mexican wheats to unirrigated cultivation. Indian J. Agric. Sci.. 40. pp. 421-427.
8. BALDY C 1993. Effets des climats sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale in tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier 15-17 Décembre 1992. Ed. INRA, Paris 1993 (Les colloques n°64). pp. 83-99.
9. BALDY Ch., 1973. Progrès récents concernant l'étude du système racinaire du blé (*Triticum SP.*). Ann. agron.. 1973, 24 (2) pp. 241-276. "
10. BAMOUN A.. 1993. Induction de mutations morphophysologiques chez le blé et l'orge. Utilisation pour l'amélioration génétique de la tolérance à la sécheresse. In tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale, Montpellier (France). 15-17 décembre 1992. Ed. INRA. Paris (Les colloques, n° 64), pp. 311-320.
11. BARTHES L.. BIGOIS M.. BOUSSER L., BOUTHIER A., CASABIANCA H., DELEENS E.. GATE P.. HANNACHI L., JAMES H., VIGNIER L.. 1994. Caractérisation variétale. Un nouvel outil: l'analyse de la composition isotopique. Perspec. Agric, 190, pp. 108-122.
12. BENLARIBI M.. 1990. Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum Des/.*): étude de caractères morphologiques et physiologiques. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Constantine. 164 p.

Références Bibliographiques

13. BENLARIBI M., MONNEVEUX P., GRIGNAC P., 1990. Etude des caractères d'enracinement et de leur rôle dans l'adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*). Agron. 10 pp. 305-322.
14. BENSALÉM M., 1993. Etude comparative de l'adaptation à la sécheresse du blé, de l'orge et du triticale. In tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France), 15-17 décembre 1992. Ed. INRA. Paris (Les colloques. n° 64), pp. 275-297.
15. BLANCHET R., GEFLIN J., 1978. Relations entre développement foliaire, transpiration et production chez le soja. Ann. Agron., 23 (3), pp. 223-242.
16. BLUM A., 1970. Effect of plant density and growth duration on sorghum yield under limited water supply. Agon. J. 62 pp. 333-340.
17. BOUZERZOUR H., MONNEVEUX P., 1993. Analyse des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des hauts plateaux de L'Est Algérien. In tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale, Montpellier (France). 15-17 décembre 1992. Ed. INRA. Paris (Les colloques. n° 64). pp. 139-158.
18. BRISSON N., DELECOLLE R., 1993. Utilisation des modèles mécanistes de culture comme outils de raisonnement de la composante génétique de la résistance à la sécheresse. In tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France), 15-17 décembre 1992. Ed. INRA. Paris. (Les colloques. n° 64). pp. 118-125.
19. CAMEFORT H., 1984- Morphologie des végétaux vasculaires (cytologie, anatomie et adaptations) DOIN éditeurs, 432 p.
20. caulinaire et leur influence sur la transpiration et le statut hydrique chez le blé dur (*triticum durum Desf.*). Thèse d'ingénieur. ISA Tiaret, 54 P.
21. CHAFAI EL ALAOUI A., SIMONS S.R., 1988. Quantitative translocation of photoassimilates from nonsurviving tillers in barley. Crop Sci., 28. pp. 969-972.
22. CLARKE J. M., ROMAGOSA I., JANA S., SRIVASTAVA J. P., McCAIG T. N., 1989.
23. CLARKE J. M., RICHARDS R. A., 1988. The effects of glaucousness, epicuticular wax.
24. CLARKE J.M., McCAIG J.N., 1982. Evaluation of techniques for screening for drought resistance in wheat. Crop. Sci. 22, pp 503.
25. CLARKE J.M., ROMAGOSA L., 1991. Evaluation of excised-leaf water loss rate for selection of durum wheat for dry environments. In physiology-Breeding of winter cereals for stressed Mediterranean Environments (Montpellier. France, 3-6 July 1989) Ed. INRA. Paris. (Les colloques n° 55). pp. 401-413.
26. DAY W., LEGG B.J., FRENCH B.K., LOHNSTON A.E., LAWLOR D.W., JEFFERS W.C., 1978. A drought experiment using mobile shelters: the effect of drought on barley yield. J. Agric. Sci. Camb., 91. pp. 599-623.
27. DEMARLY Y., 1984. Mécanismes génétiques de l'adaptation chez les végétaux. Bull. Soc. Bot., 131. Actual Bot. (1). pp. 125-137.
28. DERKAOUI K., 1999. Contribution à l'étude des paramètres anatomiques foliaire.

Références Bibliographiques

29. ESSAU K., 1967. Plant anatomy. second édition, ed. John Wiley & Sons, 767 p.
30. Evaluation des mécanismes d'adaptation à la sécheresse. Thèse de Docteur-Ingénieur. ENSAM. 76 p.
31. FAHN A., 1967. Plant anatomy, ed. PERGAMON Press New-york. 534 p.
32. FEBRERO A., VEDREIL P., ALEGREL et ARAUS J.L.. 1991. Epidermal conductance in flag leaves and awns of several durum wheat landraces and variétés: morphological and anatomical characteristics in: physiology breeding of winter cereals for stressed mediterranean environments. Montpellier, France. 3-6 july 1989 (E. ACEVEDO, A.P. CONESA. P. MONNEVEUX et SRIVASTAVA, eds.) colloques de l'INRA n° 55, pp. 143-157.
33. FISHER R.A., MAURER R.. 1978. Drought résistance in spring wheat cultivar. Grain yield response. Aust. J. Agri. 29, pp. 897-912.
34. GATE P., 1995. Ecophysiology of wheat. Ed. Lavoisier. Tec et Doc. Londres, (Paris), pp219-225.
35. GATE Ph., BOUTHIER A., WOZNICA K., M.E. MANZO., 1990. La tolérance des variétés de blé tendre d'hiver à la sécheresse : premiers résultats ITCF. Perspec. Agric. n°145 Mars 1990, pp. 17-23.
36. GRIGNAC P., 1981. Limites de potentialité de production du blé dans différents systèmes de culture et dans différentes zones méditerranéennes. Semin. Bari. Italie, 30 Sept, au 2 Oct., pp 1 85-195.
37. HALL D.O., RAO K.K., 1978. Photosynthèse. Ed. Vuibert Paris. 78p.
38. HAVAUX M., 1993. La fluorescence de la chlorophylle in vivo: quelques concepts appliqués à l'étude de la résistance de la photosynthèse aux contraintes de l'environnement. In tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale, Montpellier (France), 15-17 décembre 1992. Ed. INRA. Paris (Les colloques, n° 64), pp. 20-29.
39. HAVAUX M., ERNES M., LANNOYE R., 1988. Sélection des variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) et de blé tendre (*Triticum aestivum L.*) adaptées à la sécheresse par la mesure de l'extinction de la chlorophylle in vivo. Agron.. 8 (3), pp. 193-199.
40. HAZMOUNE T.. 2000. Etude comparée racinaire de quelques variétés du blé dur (*triticum durum Desf.*). In actes du premier symposium international sur la filière blé. Alger, 7-9 fév 2000. Ed OAIC, PP. 181-195.
41. HELLER R., 1989. Physiologie végétale 1. Nutrition. Ed. Masson. (4) Paris, 273 p.
42. HENIN S.. 1976. Définition de la sécheresse et politique d'utilisation de l'eau fourrage, pp. 13,25.67.
43. HURD E.A., 1974. Phenotype and drought tolerance in wheat. Agric. Meteor. 14, pp. 39-55.
44. HURD E.A.. 1968. Growth of roots of seven variétés of spring wheat at high and low moisture levels. Agron. J., 60, pp. 201-205.
45. INNES P., BLACKWELL R.D., 1981. The effect of drought on the water use and yield of two spring wheat génotypes. J. Agric. Sci. Camb. 96, pp. 603-610.

Références Bibliographiques

46. JOHNSON V.A., BIEVER K.J., SCHMIDT J.W., 1966. Inheritance of plant height.
47. KHALDOUN A., CHERY J., MONNEVEUX P., 1990. Etude d'enracinement et leur rôle dans l'adaptation au déficit hydrique chez l'orge (*Hordeum vulgare L.*). Agron. (1990) 10, pp. 369-379.
48. leaf âge, plant height, and growth environment on water loss rates of excised wheat leaves. Can. J. Plant. Sci. 68: (Oct. 1988). pp. 975-982.
49. LEDENT J.F., 1978. Etude intervariétale des relations entre le rendement épi et les caractères morphologiques chez le blé d'hiver. Ann. Agron. 29 (6), pp. 625-640.
50. LETERME P., MANICHON H., RIGER-ESTRADE J., 1994. Analyse intégrée des rendements du blé et de leurs causes de variation dans un réseau de parcelles d'agriculteurs du Thymerais. Agron. (1994) 14, pp. 341-361.
51. LUTGE V., MANFRED R., GABRIELA B., 1992. Botanique. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris, 574 p.
52. MAGRIN G., 1990. Facteurs de stress agissant sur la production du blé en Argentine.
53. MAZLIAK P., 1984. Physiologie végétale. Nutrition et métabolisme. Hermann Collée, méthodes. Paris. 349 p.
54. MEKLIČHE H.L., 1983. Etude agronomique, analyses diallèles et cytogénétique de quatre variétés de blé tendre cultivées en Algérie. Thèse Magist. INA el Harr., 150 p.
55. MIGLIETA F., VAZZANA C., PORCEDDU E., 1987. Agroecological models and wheat idotypes for semi-arid lands. In drought tolerance in winter cereals proceeding of an International workshop 27-31 oct. 1985. Capri, Italy. ed. Srivastava E. Porceddu E. Acevedo. pp. 15-35.
56. 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 aux milieux arides, AUPELF-UREF. Ed. John Libbey Eurotext. Paris, pp. 165-186.
57. MONNEVEUX P., BOUASRIA D., SENNOUR M., 1991. Identification des facteurs de variabilité du rendement du blé dur en conditions hydriques limitantes dans la région de Sidi-bel-Abbes. In physiology-Breeding of winter cereals for stressed Mediterranean Environments (Montpellier. France, 3-6 July 1989). Ed. INRA. Paris (Les colloques n° 55), pp. 35-47.
58. MONNEVEUX P., NEMMAR M., 1986. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum L.*) et le blé dur (*Triticum durum Desf.*). Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. Agron., 6 (6). pp. 583-590.
59. MOULE C., 1980. Les céréales. Ed. Mais. Rust. Paris. 328 p.
60. MOURET J.C., CONESA A.P., BOUCHIER A., GAID M., OULD SAID O.,
61. NACHIT M.M., KETATA H., 1991. Sélection of morpho-physiological traits for multiple abiotic stresses resistance in durum wheat (*Triticum turgidum L.* var. *Durum*). In physiology-Breeding of winter cereals for stressed Mediterranean

Références Bibliographiques

- Environments (Montpellier. France. 3-6 July 1989). Ed. INRA Paris (Les colloques n° 55), pp. 391-400.
62. NACHIT MM., JARRAH M.. 1986. Association of morphological characters to yield in Durum wheat under Mediterranean dryland conditions. *Rachis* vol. 5. n°2, july 1986. pp. 33-34.
63. NEMMAR M.. 1983. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) et de blé tendre (*Triticum durum L.*) évolution des teneurs en proline au cours du cycle de développement. Thèse. Doc. Ing. ENSA Montp.. 142 p.
64. NOLOT J.M.. 1993. L'analyse des interactions génotype x environnement: rapproche agrophysiologique. In tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale, Montpellier (France). 15-17 décembre 1992. Ed. INRA, Paris (Les colloques, n° 64), pp. 101-116.
65. NOUGAREDE A., 1969. Biologie végétale (cytologie). Tome I. Ed. MASSON. Paris, pp 468-487.
66. ORTIZ-FERRARA G., YAU S.K., ASSAD MOUSSA M.. 1991. Identification f agronomie traits associated with yield under stress conditions. In physiology-Breeding of winter cereals for stressed Mediterranean Environments (Montpellier, France, 3-6 July 1989). Ed. INRA, Paris (Les colloques n° 55). pp. 68-88.
67. PLANCHON C, 1976. Essai de détermination de critères physiologiques en vue de l'amélioration du blé tendre : les facteurs de la photosynthèse de la dernière feuille. *Ann. Amélior. Plantes* 1976, 26 (4). pp. 717-744'.
68. Références Bibliographiques
69. Relationship of excised-leaf loss rate and yield of durum wheat in diverse environments. *Can. J. Plant. Sci.* 69: (Oct. 1989). pp. 1075-1081.
70. RICHARDS R.A.. 1987 - Physiology and the breeding of winter-grown cereals for dry areas. In drought tolerance in winter cereals proceeding of an International workshop 27-31 oct. 1985, Capri. Italy. ed. Srivastava E. Porceddu E. Acevedo, pp. 133-150.
71. RICHARDS R.A., PASSIOURA J.B.. 1981. Séminal root morphology and water use of wheat. II Genetic variation. *Crop Sci.* 21, pp. 253-255.
72. RIKIKA D., 1997. Identification et analyse génétique des caractères physiologique liés au rendement en condition de sécheresse chez le blé dur. Intérêt potentiel des espèces sauvages apportées pour l'amélioration de ces caractères. Thèse. Doct. Ed. ENSA. Montpellier. pp.7-15.
73. ROBERT D., ROLAND G S.. 1992. Biologie végétale. Nutrition et métabolisme. Ed. Masson. Paris, pp 3-21.
74. SAHNOUNE S., 1999. Contribution à l'étude des mécanismes structuraux foliaires et caulinaires de résistance à la sécheresse chez le blé dur (*triticum durum. Desf.*). Thèse d'ingénieur ISA. TIARET. 59 P.
75. SOLTNER D., 1990. Les grandes productions végétale. Ed. Science et Techniques Agricole, pp.25-34.
76. STARK J.C., LONGLEY T.S.. 1986. Changes in spring wheat tillering patterns in response to delayed irrigation. *Agron. J.* 78. pp. 892-896.

Références Bibliographiques

77. TAHIR M., SHAD M.L., 1983. Preliminary studies on morphological characteristics contributing to drought tolerance in winter cereals. *Rachis*, 2, pp. 9-10.
78. TANDJI A., KARROU M., EL MOURID M., 1987. Effect of weeds on yield and water-use efficiency of wheat under semi-arid conditions of Morocco. *Rachis*. Vol. 6, 2, pp. 36-39.
79. THORN G.N., WOOD D.W., STEVENSON H.J., 1988. Effects of nitrogen supply and drought on early development of winter wheat in the field in eastern England. *J. Agric. Sci., Camb.* 110, pp. 109-117.
80. VIDAL A., POGNONEC JC, 1984. Effet de l'alimentation en eau sur quelques caractères morphologiques et anatomiques des feuilles de soja (*Glycine max. L. Merrill*). *Agronomie*, 1984, 4 (10), pp. 967-975.
81. VIEIRA DA SILVA JB., PHAM THI AT., 1977. Action des déficits hydriques sur la photosynthèse et sur la respiration des feuilles du cotonnier. In les processus de la production végétale primaire, les travaux français du programme biologique international sur la photosynthèse. Ed. OFFSET-Aubin Poitiers France, pp. 183-202
82. WOZNICA K., MANZO E.M., 1989. Appréciation de la tolérance du blé dur d'hiver au déficit hydrique. Thèse. DAA, INA Paris Grignon-ENSA Rennes-ITCF. 90 p.
83. yield of grain and other plant characteristics in a cross of hard red winter wheat (*Triticum aestivum L.*). *Crop Sci.* 6. pp. 336-338.

Résumé

Le déficit hydrique avec ses différentes formes, représente le facteur déterminant des variations enregistrées du rendement du blé en Algérie. Il affecte considérablement la production en cette espèce notamment en zones céréalières semi-arides.

L'amélioration de l'adaptation des génotypes demeure conditionnée par la définition des critères impliqués.

L'étude présentée repose sur l'identification et l'efficacité de certaines de ces caractéristiques adaptatives.

Le volet retenu englobe celle physiologique ayant trait à l'état hydrique de la plante et d'autres liées aux principales modifications structurales du limbe de la feuille.

Il en ressort des essais entrepris une forte variabilité de l'état hydrique de la plante, ainsi des réactions distinctes des génotypes testés devant les contraintes hydriques imposés.

Il est important de noter que sous l'effet du déficit hydrique la plante manifeste des modifications structurales cytologiques aptes à lui assurés le maintien d'un état hydrique optimal. L'intensité de ces modifications reste fortement liée aux conditions environnementales.

Ces paramètres représentent des indicateurs de tolérance susceptibles d'être introduits dans des schémas d'améliorations du blé dur.

Mots clés : Blé dur, Adaptation, Déficit hydrique, Structure, Amélioration

ملخص

يعتبر فقدان الماء بأشكله المختلفة العامل المحدد للتغيرات المسجلة على مردود القمح في الجزائر . يؤثر بصفة معتبرة على إنتاج هذا النوع خاصة في المناطق الشبه الجافة لإنتاج الحبوب . تحسين تأقلم الأصناف يبقى مرهون بمعرفة المقياس المستعملة .

الدراسة المقدمة تتركز أساسا على تحديد وفعالية بعض هذه الخصائص المتأقلم

العمل الحالي يشمل دراسة الخصائص الفيزيولوجية التي لها تأثير على النظام المائي للنبات و أخرى مرتبطة بالتغيرات البنيوية الرئيسية لمصل الورقة.

يستنتج من التجارب المجرات تنوع كبير في نظام الماء للنبات و كذا تفاعلات مختلفة للأصناف المختبرة المصادفة للعراقيل الموجودة مع نقص الماء.

من المهم تسجيل أن تحت تأثير النقص المائي.النبات يظهر تغيرات بنيوية خلوية قادرة على حفظ الحالة المائية المثلى. شدة هذه التغيرات تبقى متعلقة بالظروف البيئية .

هذه التغيرات قادرة على أن تدخل ضمن رسومات لتحسين هذا الصنف.

الكلمات المفتاحية : القمح الصلب النقص المائي البنية التحسين الفيزيولوجية التأقلم