

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة محمد بوضياف المسيلة

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF – M'SILA

MEMOIRE

Présenté

A LA FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES DE L'INGENIORAT
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Pour obtenir

**Le Diplôme des Etudes Supérieures en Biologie
(DES)**

OPTION : BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE VEGETALE

Par: MELKI MOHCINE

THEME

**Comportement différentiel de quelques
variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.)
Vis-à-vis le stress hydrique**

Encadré par : Mr. BENDERRADJI L.

Année Universitaire : 2007/2008

ملخص:

إن إنتاج الحبوب خاصة القمح اللين يعرف تغيرات كبيرة في العالم عموماً وفي الجزائر بصفة خاصة ، هذا بسبب التغيرات المتواصلة في العوامل المناخية ، ومن بين أهم هذه التغيرات الجفاف ، الذي يعتبر المتسبب الرئيسي في عدم استقرار الإنتاج . علماً بأن الحبوب تشكل أهم المحاصيل الكبرى في الجزائر و أن أغلبية الأراضي الزراعية تقع في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تتميز بحرارة عالية وقلّة الأمطار مما يؤدي إلى عجز مائي للنباتات لهذا وجب علينا الحرص على اختيار النباتات ذات المقاومة والقدرة على التأقلم مع العجز المائي عن طريق التحسين الوراثي .

الكلمات المفتاحية :

القمح اللين ، العجز المائي ، الجفاف ، التأقلم ، التحسين الوراثي .

Abstract

The production of cereals and especially bread wheat knows significant changes in the world and particularly in Algeria, because of the variability of abiotic stresses facing our country. Among these constraints, drought, causing instability in production in the Mediterranean regions especially with rainfall of between 200 and 600 mm. Cereals are often the main crops, including wheat occupies an important place in the Algerian population nutrition , while the current domestic production can not alone, to meet all our needs for food, because the majority of our arable land are located in arid and semi-arid areas that are characterized by inadequate and poor distribution of rainfall in more than temperatures are often high, and that translates into a water deficit important, coinciding with the critical phases of development of cereals, which leads to a low level of performance. In addition, despite the introduction of high-yielding varieties, the expected results are not achieved because these genotypes are grown in climates that are generally different from their original climates and for that they give low yields. It is therefore pay special attention to the selection of plant material with good adaptability and tolerance to water stress.

Keywords: Cereals, bread wheat, abiotic stresses, water stress, tolerance, adaptability

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail

Je commencerai par remercier et rendre grâce à Dieu le tout puissant, pour m'avoir donné le courage et la volonté de mener à bon terme ce mémoire.

Mes vifs remerciements s'adressent également à :

Mr: BENDERRADJI LAID pour ses conseils et orientations, et son suivi durant ce travail du début jusqu'à la fin.

Aux Personnels de Département de biologie.

Un grand merci également à Messieurs ELMIR BRAHIM, BELKADI et Mme BOURAHLA (OAIC).

En fin, je voudrais exprimer ma profonde gratitude à chaque membre de ma belle famille notamment à ma mère, sans oublier toute la famille Melki.

et à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Mohcine.

Sommaire

Introduction	01
Chapitre – I - Présentation et caractéristiques de blé tendre	
I -1- Origine de blé tendre.....	02
I -2 Classification botanique.....	02
I -3 Cycle végétatif.....	02
I -3-1 La période végétative.....	02
I -3-2 La période reproductive.....	03
I-3-1 La période de maturation.....	04
I-4 Les exigences de blé.....	05
I-4-1Leclimat.....	05
I-4-2 Le sol.....	05
1-5 Les accidents de blé.....	05
I-5-1 Le froid.....	05
1-5-2 L'humidité.....	05
I-5-3 La chaleur.....	05
I-5-4 La verse physiologique.....	06
Chapitre- II - Le stress hydrique et son effet sur le blé	
II-1 Définition de stress hydrique.....	08
II-2 Effets de stress hydrique.....	08
II-2-1 Effet sur la transpiration.....	08
II-2-2 Effet sur la conductance stomatique.....	09
II-2-3 Effet sur la photosynthèse.....	09
II-2-4 Effet sur la turgescence.....	09
II-2-5 Effet sur les différents stades du développement du blé.....	09
II-2-6 Effet sur les composantes de rendement.....	10
II-2-7 Effet sur la croissance.....	11
II-3 Résistance et adaptation a la sécheresse.....	11
II-3-1 adaptation.....	11
II-3-2 Les paramètres d'adaptation a la sécheresse.....	12
II-3-2-1 les paramètres phenologiques.....	12
II-3-2-2 les paramètres morphologiques.....	13
Chapitre III: Matériel et Méthodes	
III-1- Objectif du travail.....	15
III -2- Matériel végétal.....	15
III -3 - Installation de l'essai.....	19
III - 4 - Application du stress hydrique.....	19
III-5- Paramètres mesurés.....	19
III – 5 -1 Teneur relative en eau.....	19
III – 5 – 2 - Taux de chlorophylle.....	19
III – 5 - 3 -Taux des sucres.....	20
Chapitre IV: Résultats et Discussion	
IV -1- Teneur relative en eau (TRE).....	21
IV -2 -Teneur en chlorophylle (TC).....	22

IV -3 -Teneur en sucres solubles (TS).....	24
Conclusion	26

Liste des tableaux

<p>Tableau 01 : Les différentes réponses des céréales durant leur développement face à un déficit hydrique</p> <p>Tableau 02 : Paramètres phenologiques et morphologiques d'adaptation au déficit hydrique</p> <p>Tableau 03 : les caractéristiques de la variété HD1220</p> <p>Tableau 04 : les caractéristiques de la variété Anza</p> <p>Tableau 05 : les caractéristiques de la variété Ain Abid.</p> <p>Tableau 06 : les caractéristiques de la variété Mahon - Demias.</p> <p>Tableau 07 : Teneur relative en eau des variétés étudiées.</p> <p>Tableau 08 : Taux de chlorophylle.</p> <p>Tableau 09 : Taux des sucres solubles</p>	P
--	---

Liste des figures

<p>Figure 01 : Les différents stades de développement de blé tendre</p> <p>Figure 02 : Effet du stress hydrique sur le teneur relative en eau (TRE)</p> <p>Figure 03: Effet du stress hydrique sur le teneur en chlorophylle.</p> <p>Figure 04: Effet du stress hydrique sur le taux des sucres solubles.</p>	P
---	---

LES ABREVIATIONS

CNCC	: Centre National de Contrôle et Certification des Semences et Plants
CIMMYT	: Centre International d'Amélioration du Blé et de Maïs
INRA	: Institut National de la Recherche Agronomique.
ITGC	: Institut Technique des Grandes Cultures
M.S	: Matière Sèche
ha	: Hectare
mm/an	: Millimètre par an
Fig.	: Figure
Var	: Variété
OAIC	: Office Algérien Interprofessionnel des Céréales.
PMG	: Poids de Mille Graines.
cm	: Centimètre
ICARDA	: Centre International de Recherche Agronomique en Zone Aride
m	: Mètre
g	: Gramme
MO	: Matière Organique
%	: Pourcentage
TSS	Teneur des Sucres Solubles
TRE	Teneur Relative en Eau

Introduction

La production des céréales et principalement celles des blés, et en particulier le blé tendre connaît des variations importantes en Algérie que dans le monde entier, ces variations sont généralement causées par des stress abiotiques, entre autres la sécheresse qui provoque une instabilité dans la production suite aux fluctuations touchant ces céréales.

Dans les régions méditerranéennes dont la pluviométrie est comprise entre 200 et 600 mm/an, les céréales constituent souvent les principales cultures dont les blés occupent une place importante dans l'alimentation de la population algérienne.

La céréaliculture est dominante sur l'ensemble des zones agro-écologiques du territoire Algérien elle peut atteindre jusqu'à environ quatre millions d'hectares (3.8×10^6 ha) annuellement (Boufenar et Yalloui, 2006). La culture des céréales en Algérie est conduite en mode pluviale et seulement un nombre limité d'agriculteurs à recours à l'irrigation d'appoint, en cas de déficit hydrique (Yalloui et al, 2006).

La production nationale actuelle n'arrive pas à elle seule, à satisfaire tous les besoins nationaux, à cause de la variation et la limitation de la production par des stress abiotiques, le principal desquels est la sécheresse, parce que la majorité de notre terres arables se trouvent dans les zones arides et semi-arides qui sont caractérisées par une insuffisance et une mauvaise répartition des précipitations, et les températures sont souvent élevées, et cela se traduit souvent par un déficit hydrique important coïncidant avec les phases critiques du développement des céréales et par conséquent l'obtention de faible niveau de rendement. En outre, et malgré l'introduction des variétés à haut rendement, les résultats escomptés ne sont pas atteints car ces géotypes sont cultivés dans des climats différents de son climat original, chose qui mène à des faibles rendements. Il s'agit donc d'accorder une attention particulière au choix d'un matériel végétal disposant de bonne capacité d'adaptation et de tolérance aux contraintes du milieu et notamment la sécheresse (Belaidi et Belkacem, 1999).

Notre étude se fixe comme objectif de mettre en œuvre une série de mesures pour préciser les interactions de l'espèce (*Triticum aestivum* L.) avec le milieu de culture, traiter les effets de celui-ci en cas de stress hydrique vis-à-vis la croissance de la plante, et déterminer les caractères de quelques variétés de blé tendre et leurs interactions avec la sécheresse. Ceux-ci ont eu pour conséquence l'utilisation par les agriculteurs de sélectionner des variétés à haut niveau de tolérance au déficit hydrique.

Chapitre -I – Revues bibliographiques

I- Présentation du blé

I -1- Origine du blé tendre

Le blé est une plante monocotylédone appartient à l'ordre des Poales, famille des Poacées et constitue le genre *Triticum*, c'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscant, les deux espèces les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticum aestivum* L) et le blé dur (*Triticum durum* Desf), (P. Feuillet, 2000).

Ces différentes espèces de blé ont été générées par des événements successifs de polyploïdisation intervenant après des croisements interspécifiques entre trois espèces ancestrales diploïdes. Le premier événement, impliquant (*Triticum monococcum*) et (*Aegilops speltoides*), et conduit à l'apparition du blé dur tétraploïde, alors que le deuxième événement de polyploïdisation était entre le blé dur tétraploïde cultivé et un autre blé diploïde (*Aegilops tauschii*) en donnant ainsi (*Triticum aestivum*), le blé tendre actuel, il est hexaploïde à $2n = 2x = 42$ chromosomes (Chalhoub, 2005), où x étant le nombre de base qui est égale à 7.

I-2 classification botanique

D'après la classification proposée par Dhalgren et Clifford (1985) in Brabri et Derradji (2005), le blé tendre est une monocotylédone appartenant à Superordre : commeliniflorale, Ordre : poales, Famille : poaceae, Genre : *Triticum*

I-3 cycle végétatif

D'après A. Hamadache (2001), le cycle végétatif du blé se divise en trois périodes à savoir la période végétative, reproductrice, et de maturation et dessiccation. Chaque période comporte des stades, certains sont dits "critiques " par rapport aux conditions de l'environnement (humidité et température). Des échelles ont été données par certains auteurs pour noter ces stades, entre autre cels de «feekes » in Hamadache 2001. Figure -1-

I-3-1 La période végétative

a) Stade de La levée

C'est le premier stade du cycle de développement du blé et le début de la période végétative. C'est le point de passage à une vie autotrophe grâce à la chlorophylle contenue dans la première feuille. Le sol est percé par la coléoptile qui est un étui protecteur de la première feuille. La levée est notée quand 50% des plantes sont sorties de la terre. Le taux de la levée et sa vitesse dépend de la faculté et de l'énergie germinative de la semence, de

l'état du lit de la semence et du mode de semis. Le jeune plant du blé est à ce stade sensible au froid. La date de semis doit donc être raisonnée en fonction de la température. La céréale doit être au stade 3-4 feuilles au moment des grands froids d'hiver (janvier-fevrier).

b) Stade- 3 à 4 feuilles

C'est le début tallage de la céréale. L'ébauche de la première talle ou maître - brin apparaît à l'aisselle de la première feuille. Ce stade est souvent indiqué pour l'application des herbicides de poste levée. A ce stade, la céréale présente sa tolérance maximale au froid. Un roulage de la céréale à ce stade peut améliorer le tallage de la culture. L'apparition successive des feuilles ou le phyllochrone est sous la dépendance de la température. La future plantule se nourrit jusqu'à ce stade à partir des racines séminales (issue de la semence) des réserves de la graine et de la photosynthèse de la première feuille (F1).

c) Stade de début tallage

C'est la ramification de la tige principale ou maître - brin. La première talle (T1) apparaît à l'aisselle de la première feuille (F1), d'autres talles primaires naissent à l'aisselle des 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} feuille du maître - brin. Cette zone de ramification s'appelle le plateau de tallage. Au même temps on note l'apparition d'une ou deux racines dites adventives, ce sont les racines de tallage. Le tallage est une caractéristique variétale, il dépend donc de la vitesse de la croissance de la variété, qui est elle-même sous le contrôle des facteurs externes.

d) Stade de fin tallage

Le fin tallage correspond à la fin de la période végétative, les méristèmes apicaux des tiges commencent à former des pièces florales au lieu des feuilles. Le nombre final de talles est arrêté, soit 3 à 4 talles en plus du maître - brin. Une concurrence entre les talles de la même plante s'établit pour la lumière, l'eau et l'azote. Le tallage cesse dès que la photopériode (longueur du jour) permet l'élongation des premiers entre-nœuds.

e) Stade de la montaison

A ce stade, la croissance et le développement de la céréale sont en phase exponentielle. Le jeune épi se trouve à 1cm du plateau de tallage. Durant ce stade se différencient les ébauches de l'inflorescence (épillets, glumelles, étamines, ovaire) à partir de la zone médiane de l'épi.

I-3-2 La période reproductrice

a) Stade de gonflement

La gaine de la dernière feuille se trouve gonflée par l'épi encore dans la tige, à ce stade, le blé a initié une vingtaine d'épillets par épi. La méiose pollinique commence et les grains de pollen s'élaborent, elle dure en moyenne un (01) à deux (02) jours. C'est un stade critique de la vie du blé vis-à-vis les facteurs de l'environnement.

b) Stade d'épiaison

Il correspond à la sortie de l'épi de la gaine de la dernière feuille, ce stade correspond au moment où 50% des épis sont à moitié sortis des gaines des dernières feuilles. A ce stade, les fleurs les moins développées, soient les fleurs de la base de l'épi, se dégènèrent.

c) Stade de la floraison

Il correspond à l'apparition des étamines sur l'épi, la fécondation s'est déjà accomplie .et marque la fin de l'épiaison et le début de la formation du grain. La croissance du grain commence avec la fécondation de l'ovule par le pollen, la tige et l'épi ont, à ce stade, achevés leurs croissances. La tige possède alors 5 à 6 entre-nœuds, et le dernier entre-nœud, est le plus long.

I-3-3 La période de maturation

a) Stade du grain laiteux

C'est une phase de multiplication des cellules au niveau du jeune grain encore vert. En l'écrasant, il sort un liquide laiteux, la teneur en eau du grain est de 66%, durant ce stade, se mettent en place les enveloppes du futur grain, c'est le début du pallier hydrique.

b) Stade laiteux - pâteux

Entre les deux stades laiteux et pâteux, la quantité d'eau contenu dans le grain est stable, c'est le pallier hydrique. Un coup de chaleur accompagné d'un vent, provoque l'interruption de la migration des réserves des feuilles et de la tige vers la graine, c'est l'échaudage du grain. Le rendement peut alors chuter de 50%.

c) Stade pâteux

L'expansion des cellules de l'enveloppe s'accélère ainsi que le remplissage de ces cellules par les sucres (amidon). Le grain devient alors difficilement écrasable entre les doigts. Il est de couleur jaune - vert. Il correspond à un teneur en eau de 44 %. C'est une période critique dans le remplissage du grain, c'est la fin du pallier hydrique.

d) Stade de la maturité physiologique

Il aura lieu quand il n'y a plus de migration de matière sèche vers le grain. La teneur moyenne en eau dans le grain est de 40%, elle se situe deux (02) jours en moyenne après le stade pâteux. Le poids sec du grain a atteint sa valeur maximum et définitive.

e) Stade du grain dur

La dessiccation du grain s'accélère et devient dur et rayable à l'ongle. Le taux d'humidité dans le grain varie entre 15 et 16%, soit la phase de récolte à la moissonneuse-batteuse.

I-4- Les exigences de blé

I-4-1 - le climat

Le climat est un facteur déterminant à certaines périodes de la vie du blé.

a) température

Une température de 5°C est exigée pour la germination, la température journalière moyenne nécessaire à la croissance optimale au tallage se situe entre 18 et 20°C. Il est sensible à la haute température surtout à la phase de maturité (A.Akdif et K. Goudjil, 2001).

b) L'eau

Les besoins du blé en eau sont de 450 à 560 mm selon (Doorenboos, 1987 in Mebrek, 2002)

1-4-2 Le sol

Le blé s'adapte à différents types de sol, et pour une meilleure rendements, il faut éviter les terres très argileuses, mal drainées et qui nitrifient mal au printemps. (Soltner, 1987).

a) PH

Le PH optimal est de 6 à 8.

b) La salinité

Généralement le blé est tolérant à la salinité, mais l'effet variétale est remarquable, (Bazerbachi, 1973).

I-5 Les accidents de blé

Au cours de son cycle végétatif, le blé est exposé à l'action parfois défavorable du milieu dans lequel il vit.

I-5-1- le froid

Le gel peut provoquer des dégâts sur la plantule qui se résume surtout en nécrose des tissus.

I-5-2- L'humidité

Selon (A.Akdif et K. Ghoudjil, .2001) l'excès d'humidité est responsable du jaunissement du blé, ce dernier est fréquemment observé à la sortie de l'hiver et résulte à la fois, de l'asphyxie des racines et d'une mauvaise nutrition azotée. Ces deux causes résultent presque toujours d'un excès d'eau qui peut avoir pour origine, une pluviométrie excessive, un mauvais drainage et une mauvaise stabilité structurale du sol.

I-5-3- La chaleur

L'excès de la chaleur conduit à l'échaudage, ce dernier est d'autant plus à craindre que, le semis est plus tardif, ce qui retarde un peu le stade "grain laiteux", les réserves en eau du sol sont faibles, les tiges et feuilles sont nécrosées par des maladies en particulier le piétin verse d'où l'influence favorable contre la verse d'un bon état sanitaire de la plante (soltner.1988).

I-5-4- La verse physiologique

La base de la tige est saine, à partir de l'épiaison, de fortes pluies accompagnées de vent violent, un épandage irrégulier de l'azote ce qui mène à la coucher des blés. Suite à l'attraction de la lumière, les épis et les tiges se redressent en formant un coude au niveau de la base des tiges, (Lescar et Leclere, 2001). Lorsque le sol est déjà gorgé d'eau, la plante se déracine partiellement et bascule. Il est à noter que les sols limoneux sont plus propices à cet accident, dans ce cas, les tiges se redressent plus difficilement et ce qu'on constate souvent est le redémarrage de nouvelles talles à la base des tiges. Sans éliminer totalement la verse, l'utilisation de substances de croissance permet souvent de la limiter, et surtout de la retarder, ce qui réduit les effets défavorables de cet accident sur le remplissage des grains.

Chapitre II: L'effet du stress hydrique sur le blé

II-1- Définition de stress hydrique

La sécheresse signifie un déficit hydrique important dans le sol, l'atmosphère, et/ou la plante. Le stress hydrique d'une plante peut être conventionnellement défini comme étant le niveau de l'eau du sol à partir duquel l'évaporation tombe au dessous de sa valeur maximale (Acevedo, (1991).

Hulse (1989) définit deux types de sécheresse : la sécheresse météorologique et la sécheresse agricole:

a) il y a sécheresse météorologique quand les précipitations chutent significativement en dessous d'une moyenne défini à long terme sur une superficie étendue et durant une longue période .

b) on parle de sécheresse agricole quand la quantité (et la distribution) des précipitations est assez basse pour causer de sérieuses chutes de rendement des cultures.

II-2 Effet du stress hydrique

La sécheresse est l'un des premiers facteurs intervenant dans la limitation du rendement. Elle influence la plupart des processus physiologiques de la plante (Monneveux et Nemmar, (1986).

Une plante soumise à une contrainte hydrique voit son potentiel hydrique diminuer jusqu'à une valeur seuil, au dessous de laquelle les stomates se ferment (Jaquinot et *al*, 1981). Cette fermeture a pour conséquence une diminution de la transpiration (Aboussouan et *al*, (1985).

Ce grave désordre physiologique se manifeste par un flétrissement qui peut être irréversible si le déficit est trop sévère (Nemmar, (1983).

II-2-1 Effet sur la transpiration

La transpiration d'une feuille de blé dépend de son état physiologique, du stade végétatif, de l'état hydrique du sol du mode de climatisation (Djavanchir, 1971; in : Baldy, (1973).

Selon Bois et Couchat (1985), la réduction des pertes par régulation stomatique de la transpiration est moyenne d'adaptation que possède la plante pour retarder l'installation du déficit hydrique. Cependant, Renard et Alluri (1983), estiment que le contrôle stomatique est plus symptôme de déficience en eau qu'un mécanisme préventif.

Une étude faite par Monneveux et Nemmar (1986) concernant le blé, a montré que lors d'une période sèche, la valeur de la résistance foliaire à la transpiration du blé tendre qui est

de 6.98 s.cm^{-1} est inférieure à celle enregistrée chez le blé dur : 7.42 s.cm^{-1} . Ceci s'explique par une fermeture plus rapide des stomates du (*Triticum durum*), ce qui lui permet d'être plus résistant que *Triticum aestivum* (Gignac, 1965; in : Nemmar , 1983), même si les stomates chez le blé tendre sont moins nombreux que chez la plupart des tétraploïdes.

II-2-2 Effet sur la conductance stomatique

La conductance stomatique diminue au cours d'un dessèchement, elle évolue parallèlement à la diminution de la transpiration.

Une étude faite par Benlaribi (1990) sur quelques génotype de blé dur "Bidi 17", "Hedba 3" et "Oued zenati 368", a montré qu'un début de séquence de dessèchement (2 jours après irrigation), les valeur de la conductance stomatique enregistrées sont respectivement : (1.2; 0.8 et 0.75 cm.s^{-1}) ; ces valeurs diminuent considérablement (0.06 ; 0.03 et 0.06 cm.s^{-1}), vingt (20) jours après irrigation.

La conductance stomatique varie considérablement suivant les génotypes de blé et décroît rapidement. En effet, Quarrie et Jones (1979), ont noté qu'au bout de 7 jours de stress hydrique, la conductance stomatique chute de 85% et sa valeur moyenne est de 1.14 cm.s^{-1} chez 26 variétés de blé tendre.

II-2-3 Effet sur la photosynthèse

Une déficience en eau induit à une réduction de la photosynthèse attribuée initialement à une fermeture des stomates avec pour conséquence une augmentation de la résistance à la pénétration de CO_2 . Cependant, de CO_2 peut être limitée par un accroissement de la résistance intracellulaire. Dans le cas du genre *Triticum*, l'activité photosynthétique diminue fortement en cas de contrainte hydrique.

Aboussouan et al (1985), ont remarqué que chez deux génotypes de blé tendre, la photosynthèse s'annule pour un potentiel hydrique de (-17) bars pour "Capitole" et (-32) bars pour "Bidi" au stade floraison.

D'autre part, Bois et al (1984), ont enregistré qu'une fin de stress hydrique, la photosynthèse du riz ainsi que du blé tendre est fortement réduite et n'atteint que 10 à 20 % de sa valeur initiale. Cette baisse est due à l'altération des stomates, à l'enroulement complet des feuilles, à l'augmentation de la résistance du mésophyle et à l'altération des chloroplastes.

II-2-4 Effet sur la turgescence

Le maintien de la turgescence cellulaire est une condition nécessaire pour que les métabolismes de la plante soient préservés quand le potentiel hydrique diminue (Jones et Turner, 1978; in Zamboni et Iacano, 1988).

II-2-5 Effet sur les différents stades du développement du blé

L'ensemble de ces effets sur les différents stades de développement sont regroupés dans le tableau 1.

Tableau 1 : Les différentes réponses des céréales durant leur développement face à un déficit hydrique (Austin, 1989 in : Ait Kaki, 1993)

Stade de développements	Effet du stress hydrique	Conséquence sur le rendement
Graine	Germination réduite et retardée	Altération des composantes du rendement s'il y a moins de 1000 plants /m ²
Plantule	Taux plus élevé de la mortalité des talles	Réduction des épis /m ² et du rendement
Tallage, début épiaison	L'assimilation de l'azote est réduite	Accélération de la sénescence
Allongement des tiges, développements des épis	Mort des ébauches floraison	Une grande accumulation des sucres solubles dans les tiges,
Anthèse	Réduction de la longueur des tiges	limitant la perte de la capacité photosynthétique durant le remplissage du grain
Maturité	Accélération de la sénescence	Réduction de la grosseur de grain

II-2-6 Effet sur les composantes du rendement

Le nombre d'épi par plant, la fertilité des épis et le poids du grain qui intervient d'une façon prépondérante dans la détermination du rendement final, demeurent les composantes les plus importantes en présence d'un déficit hydrique. L'absence de l'irrigation peut diminuer le rendement de certains génotypes de blé dur de 31 % (ALI DIB et al, 1992).

Le nombre de grain par épi du blé tendre est compris entre 42 et 53 grains, si ce blé est mis en présence d'un déficit hydrique, ce nombre décroît à 36-50.

AIT KAKI (1993), a trouvé une variation négligeable de 28 à 29 g du poids de 1000 grains entre une culture de blé dur irriguée normalement et une autre soumise à une contrainte hydrique.

II-2-7 Effet sur la croissance

La sécheresse réduit la hauteur et le diamètre de la tige, raccourcit les entre nœuds, et diminue la surface foliaire (May et Thrope, 1962; in : Zair, 1991).

Oulter et al (1980), ont noté que chez le riz, l'élongation foliaire cesse à -10 bars chez les plantes sous contrainte hydrique.

Les section de la tige d'une variété de blé dur "Polinicum" passe de 0.507 cm² pour une plante irriguée à 0.161 cm² pour celle qui est soumise à un stress hydrique (d'après les observations de Ait Kaki, 1993).

II-3 Résistance et adaptation à la sécheresse

En agronomie, la notion de la résistance à la sécheresse désigne la capacité de la plante de survivre (Benlaribi, 1990), de poursuivre sa croissance et de produire des grains, malgré des disponibilités en eau limitée. Cette adaptation est due à une succession de modification au niveau cellulaire, subcellulaire et moléculaire. Ces modifications permettent à la plante, soit de tolérer un flétrissement et ses effets (Tomanov, 1927; in Roggerri, 1970), soit de maintenir une hydratation cellulaire et un métabolisme, malgré le manque d'eau (Maximov, 1929, in Roggerri, 1970).

II-3-1 Adaptation

Elle est définie comme la capacité de la plante à croître et à donner des rendements satisfaisants dans des zones sujettes à des déficits hydriques périodiques; elle représente également la capacité de survivre durant des périodes des faibles fournitures d'eau.

Demarly, 1984 in El Mir 2004) note que l'adaptation à la sécheresse se traduit par une succession de modification au niveau cellulaire et moléculaire qui est dépendantes des potentialités génétiques de l'espèce.

L'amélioration génétique reste sans doute le moyen le plus efficace pour disposer d'un matériel végétal plus performant dans un milieu de production caractérisé par une grande variabilité climatique ; lorsque une plante est capable de se développer et de donner des rendements satisfaisant dans les zones sujettes a des déficits hydriques, on dit qu'elle est adaptée.

II-3-2 Les paramètres d'adaptation a la sécheresse

Deux grands types de paramètres d'adaptation peuvent être explorés d'après Monneveux, 1989. Tableau- 2

II-3-2-1- Les paramètres phenologiques

A / L'esquive

L'évitement ou encore l'échappement qui consistent a réaliser le cycle de développement pendant la période favorable; c'est un moyen pour la plante de réduire ou d'annuler les effet de stress hydrique en évitant qu'il se produise au cours du cycle et en particulier, au cours d'une phase sensible ou critique (Monneveux et This, 1997 in Ali Dib, 2001).

Il permet a la plante de ne pas subir directement les contraintes hydriques en réalisant son cycle en dehors des périodes sèches .Ce paramètre est conditionné par une bonne tolérance au froid et une capacité de croissance printanière élevée des variétés.

B / La précocité

La précocité est un caractère souvent recherché en zone méditerranéenne, dans la mesure où il permet l'évitement du déficit hydrique terminal (Monneveux et This, 1997).

- Elle définit la durée plus ou moins longue des différentes périodes de développement (Belaid, 1986).
- Elle exprime aussi l'aptitude d'une variété à atteindre un stade donné de développement plus rapidement qu'une autre. (Anonyme, 1981).

Ce critère est exprimé soit en valeur absolue (nombre de jours) soit de façon relative par rapport ont des variétés témoins; pour la précocité, à l'épiaison, elle est notée lorsque 50% des épis sortent de la gaine de la dernière feuille.

Selon Benabdellah et Bensalem (1992), la résistance à la sécheresse serait associée à une durée de la phase levee-epiaison relativement courte.

La recherche d'une plus grande précocité a été le moyen le plus utilisé pour éviter les effets du déficit hydrique sur le poids du grain (Gallais, et Bannerot, 1992).

C'est ainsi qu'il est intéressant de choisir des variétés dont les grains se remplissent avant la période de déficit hydrique, c'est-à-dire des variétés précoces d'avoir une bonne résistance au froid.

II-3-2-2 Les paramètres morphologiques

Les sélectionneurs ont toujours admis que les variétés des céréales les plus tolérantes à la sécheresse ont:

- ✓ une paille longue : cette relation entre la hauteur de la plante et la résistance à la sécheresse peut s'expliquer d'une part par la capacité de remplissage du grain en cas de déficit hydrique, à partir des quantités d'assimilats stockés dans la tige (Aoudjegout, 1996) et d'autre part par un système racinaire profond, et donc une meilleure aptitude à extraire l'eau du sol.
- ✓ Un col d'épi long: cette longueur est considérée comme un critère de sélection très important de la tolérance au déficit hydrique (Fisher et *al* in Aoudjegout, 1996), et se traduit par les quantités d'assimilats stockés dans cette partie de la plante qui vont être transportés vers la graine.
- ✓ Une surface foliaire: qui permet de rendre compte de la tolérance avec le potentiel hydrique, par la réduction des pertes en eau (régulation stomatique et enroulement des feuilles). (Gallais et Bonnerot, 1992).
- ✓ L'acide malique : parmi les acides aminés la proline semble jouer un rôle dans la protection des membranes et des systèmes enzymatiques ainsi qu'un rôle de régulation du PH (Monneveux et This, 1997).

Tableau 2 : Paramètres phenologiques et morphologiques d'adaptation au déficit hydrique
Monneveux (1989)

Paramètres d'adaptation	Exemples
Paramètres phenologiques	Précocité
Paramètres macromorphologiques	Extension du système racinaire Port et surface des feuilles Taille du chaume Longueur des barbes
Paramètres morphologiques	Enroulement des feuilles Densité du trichome Glaucescence et couleur des feuilles Présence de cires
Paramètres micro morphologiques	Densités et taille des stomates Compaction du mésophile Epaisseur de la cuticule Nombre et diamètre des vaisseaux du xylème racinaire
Paramètres physiologiques	Effets stomatiques et non stomatiques du déficit hydrique sur la photosynthèse réduction de la transpiration par fermeture des stomates Maintien du potentiel hydrique élevé Osmorégulation (accumulation d'ions minéraux, de proline et sucres solubles).

CHAPITRE III - Matériel et méthodes

III-1 Objectif du travail

Notre travail consiste à étudier les comportements agronomiques et technologiques des variétés de blé tendre, de définir leurs plasticités en production et leurs potentialités, afin de déterminer celles qui répondent mieux aux critères de sélection

III- 2 Matériel végétal

- ❖ **Les caractéristiques des variétés utilisées**
- ❖ **A / la variété Hidhab 1220** : La variété Hidhab 1220 est une obtention CIMMYT (Mexique 1980). Elle a été introduite en Algérie par l'ITGC et sélectionnée en 1984 à la station expérimentale du khroub (Constantine), c'est une variété qui présente de bonnes caractéristiques technologiques pour la panification. Elle est recommandée pour les zones fertiles assez bien arrosées (tableau 3).

Tableau 03 : Les caractéristiques de la variété HD1220.

variété	HD1220
Caractères	
Origine	CIMMYT (Mexique 1980) sélection lignée avancée ITGC (1984) Khroub, Constantine.
Caractéristiques morphologiques	Epi: blanc, demi compact et a barbes divergente. Paille: creuse et de hauteur moyenne. Grain: roux et allonge.
Caractéristiques culturales	Cycle végétatif: précoce. Tallage: moyen a fort.
Caractéristiques technologiques	PMG: moyen. Force boulangère: élevée, bon gonflement. Utilisation: blé correcteur.
Productivité	Bonne
Comportement à l'égard des maladies	Modérément tolérante aux rouille jaunes, brune et noire.
Zone d'adaptation	Littoral, plaines intérieurs, hauts plateaux et zones sahariennes.
Conseil de culture	Modérément résistante a la verse. Echappe aux gelées printanières. A semer de la mi-novembre a la mi-décembre .

(Source : ITGC)

B / la variété Anza

La variété Anza est la variété de blé tendre <<passé-partout>> en Algérie. Elle est d'origine Américaine (Californie) et introduite en Algérie en 1974 par l'ITGC, elle est de très bonne productivité, la zone d'adaptation est littoral et hauts plateaux, a semer de la mi-novembre a la mi-décembre.

Les caractéristiques de cette variété sont présentes au tableau 04.

Tableau 04 : les caractéristiques de la variété Anza.

variété	Anza
Caractères	
Origine	Américaine (Californie) sélectionnée par ITGC (1974) Khroub, Constantine.
Caractéristiques morphologiques	Epi: blanc, assez allongé, large et compact, barbes divergentes et blanches Paille: creuse et de hauteur courte. Grain: roux et petit a moyen rond.
Caractéristiques culturales	Cycle végétatif: précoce Tallage: très fort.
Caractéristiques technologiques	PMG: moyen. Force boulangère: insuffisante. Utilisation: blé impanifiable.
Productivité	Très Bonne
Zone d'adaptation	Littoral, et hauts plateaux.
Conseil de culture	Résistante a la verse. A éviter dans les zones sèches A semer de la mi-novembre a la mi-décembre .

(Source : ITGC)

C / La variété Ain Abid :

Cette variété de blé tendre est introduite en 1986 de l'Espagne, elle est de cycle végétatif semi précoce et de très bonne productivité tolérante à la gelée, la zone d'adaptation est les hauts plateaux.

Les caractéristiques de cette variété sont présentes au tableau 05.

Tableau 05: Les caractéristiques de la variété Ain Abid.

Caractères \ Variété	Ain Abid
Origine	Introduite en 1986(Espagne) sélectionnée par ITGC Khroub, Constantine.
Caractéristiques morphologiques	Epi: blanc, pyramidal, très lâche. Paille: moyenne, creuse. Grain: roux et allonge.
Caractéristiques culturales	Cycle végétatif: semi précoce Tallage: fort.
Caractéristiques technologiques	PMG: élevé. Force boulangère: élevée, Utilisation: blé panifiable.
Productivité	Très bonne
Comportement a l'égard des maladies	Tolérante aux rouilles jaunes, et noires.
Zone d'adaptation	Hautes plaines et hauts plateaux.
Conseil de culture	Tolérante a la gelée, au froid et a la sécheresse. Résistante a la verse physiologique et a l'égrenage.A ne pas semer trop tard.

(Source : ITGC)

D / La variété Mahon- Demias:

C'est une variété de blé introduit par les premiers colons français en Algérie. Il est rustique tardif et effort tallage. Il a semé en zones sèches et sur sol léger. La qualité technologique de cette variété est médiocre.

Les caractéristiques de cette variété sont présentes au tableau 06.

Tableau 06 : Les caractéristiques de la variété Mahon Demias.

variété	Mahon - Demias
Caractères	
Origine	Iles Baléares, sélection généalogique ITGC Sidi Bel Abbas
Caractéristiques morphologiques	Epi: blanc, allonge, demi compact, a barbes courtes et divergentes. Paille: hautes, demi pleines. Grain: blanc, allonge.
Caractéristiques culturales	Cycle végétatif: tardif. Tallage:moyen a fort.
Caractéristiques technologiques	PMG: élevé. Force boulangère: insuffisante. Utilisation: blé impanifiable.
Productivité	Moyenne
Comportement a l'égard des maladies	Tolérante aux rouilles jaunes, et noires.
Zone d'adaptation	Hautes plateaux.
Conseil de culture	Echappe aux gelées printanières. Risque d'échaudage. Tolerante a la secheresse.. A semer de la mi-octobre a la mi-novembre.

(Source : ITGC)

III-3 Installation de l'essai :

l'essai effectuée consiste à déterminer quelques paramètres morphologiques et phénologiques pour chaque variété, on peut étudier la teneur relative en eau, taux des sucres, taux des chlorophylles.

III-4 Paramètres mesurés :

III-4-1 Teneur en eau (TER) :

La teneur en eau est la perte en masse d'eau après séchage, exprimée en pourcentage, subie par le produit dans les conditions décrites dans des normes que nous utilisons pour sa détermination.

Mode de calcul de la teneur en eau, est égale à :

$$H (\%) = (m_0 - m_1) / m_0 \times 100$$

Où :

M_0 : est la masse en gramme de la prise d'essai avant étuvage.

M_1 : est la masse en gramme de la prise d'essai après séchage.

Il a été souligné que la mesure de la teneur en eau présente un quadruple intérêt : Technologique, pour la détermination de la conduite rationnelle des opérations de récolte, de transformation et de conditionnement des céréales lors de leur transformation ; Analytique, pour rapporter les résultats de l'analyse à une base fixe qui est la matière sèche, ce qui permet la comparaison entre différents échantillons. Commercial, parce que les contrats commerciaux fixent des seuils de teneur en eau. Et Réglementaire, pour des raisons de bonne conservation et d'honnêteté commerciale est fixée la teneur en eau maximal.

III-4-2 Teneur en chlorophylle (TC)

La teneur en chlorophylle a été déterminée par la méthode de Mackiney (1941). Il s'agit de broyer 100 mg de matière fraîche en présence d'acétone à 80%. Après filtration, on mesure la densité optique au spectrophotomètre à 663 et 645 nm. Les concentrations en chlorophylle sont déduites par la formule suivante :

Chl a = 12 (Do 663) – 2, 67 (Do 645)

Chl b = 22, 5 (Do 645) – 4, 68 (Do 663)

III-4-3 Teneur en sucre (TS)

Pour le dosage des sucres solubles, nous avons utilisé la méthode au phénol de Dubois et al (1956). Selon cette méthode, à 100 mg de matière fraîche, placés dans des tubes à essai, on ajoute 3ml d'éthanol à 80% pour l'extraction des sucres. On laisse à température ambiante pendant 48 heures. Au moment du dosage, les tubes sont placés dans une étuve à 80° C pour faire évaporer l'alcool. Dans chaque tube, on ajoute 20 ml d'eau distillée. C'est la solution à analyser. Dans des tubes à essai propre, on introduit 1 ml de la solution à doser auquel on ajoute 1 ml de solution de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée). Les tubes sont soigneusement agités. On ajoute alors 5 ml d'acide sulfurique concentré à l'aide d'une burette dont le jet tombe brutalement sur la surface du liquide. La température atteint alors environ 110°C. Après une agitation rapide (agitateur vortex) les tubes sont maintenus pendant 45mn à 5°C. Après un séjour de 30min à l'obscurité, les mesures d'absorbance sont effectuées à une longueur d'ondes de 485 nm. Enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur une courbe étalon des sucres solubles (exprimée en glucose).

CHAPITRE IV: Résultats et discussions

IV-1 Teneur relative en eau (TRE)

IV-1-1 Résultats

Les résultats relatifs à la teneur relative en eau sont compris dans le tableau 07

Tableau 07: Teneur relative en eau des variétés étudiées

N	Nom de variété	Teneur relative en eau (%)
V1	MD	92.11
V 2	HD1220	92.84
V3	Ain Abid	94.14
V4	Anza	79.25
V1'	MD témoin	93.07
V2'	HD témoin	96.30
V3'	Anza témoin	94.05
V4'	Ain Abid témoin	93.25

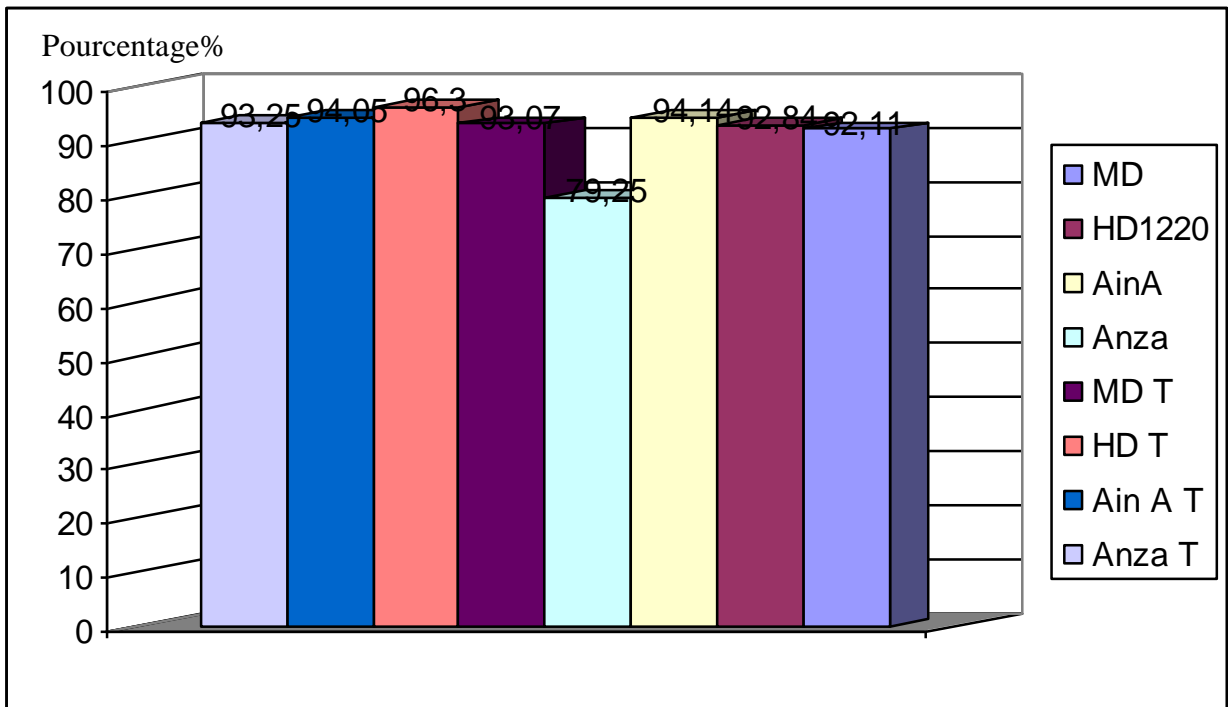


Figure 02 : L'effet du stress hydrique sur le teneur relative en eau (TRE)

IV-1-2- Discussion

L'analyse des résultats obtenus (tableau 07) a révélé une différence non significative du régime hydrique et de la variété sur la TRE, Cela pourrait être expliqué par un développement des mécanismes adaptatifs en réponse à un manque d'eau. En effet, Rascio *et al* (1987) in : Ait Kaki (1993), ont constaté que les effets d'un stress hydrique sur la TRE ne sont apparents que si celui-ci est sévère. D'autre part, une étude menée par Klar et Martinez-Carroasca (1986) in : Bettahar 1993) sur trois géotypes de blé tendre mexicain, en vue d'une sélection de ceux résistants à la sécheresse , ont remarqué que les plants stressés présentaient des TER relativement plus élevées par rapport aux plants irrigués fréquemment . L'absence de l'effet significatif, pourrait être également expliqué par le fait que le réalisé un ajustement osmotique lui permettant de diminuer de le blé tendre a réalisé un ajustement osmotique lui diminuer le potentiel hydrique et maintenir un potentiel de turgescence élevé, ou par le maintien de l'élasticité élevée des tissus (Karamanas ,1984; in Ait Kaki 1993).Les teneurs en eau ne connaissent aucun effet positif du régime hydrique et de la variété durant la période de nos mesures. Peut être, cette période coïncide avec celle où la plante a développé des mécanismes adaptatifs à un stress hydrique peu sévère.

IV-2 Taux de chlorophylle

IV-2-1 Résultat

Les résultats sont compris dans le tableau 08 :

Tableau 08: Taux de chlorophylle des variétés étudiées.

N	Nom de variété	Taux de chlorophylle (valeur moyen « Spad »)
V1	MD	38.21 %
V 2	HD 1220	37.84 %
V3	Ain Abid	33.96 %
V4	Anza	47.59 %
V1'	MD témoin	40.83 %
V2'	HD témoin	39.96 %
V3'	Ain Abid témoin	38.13 %
V4'	Anza témoin	49.03 %

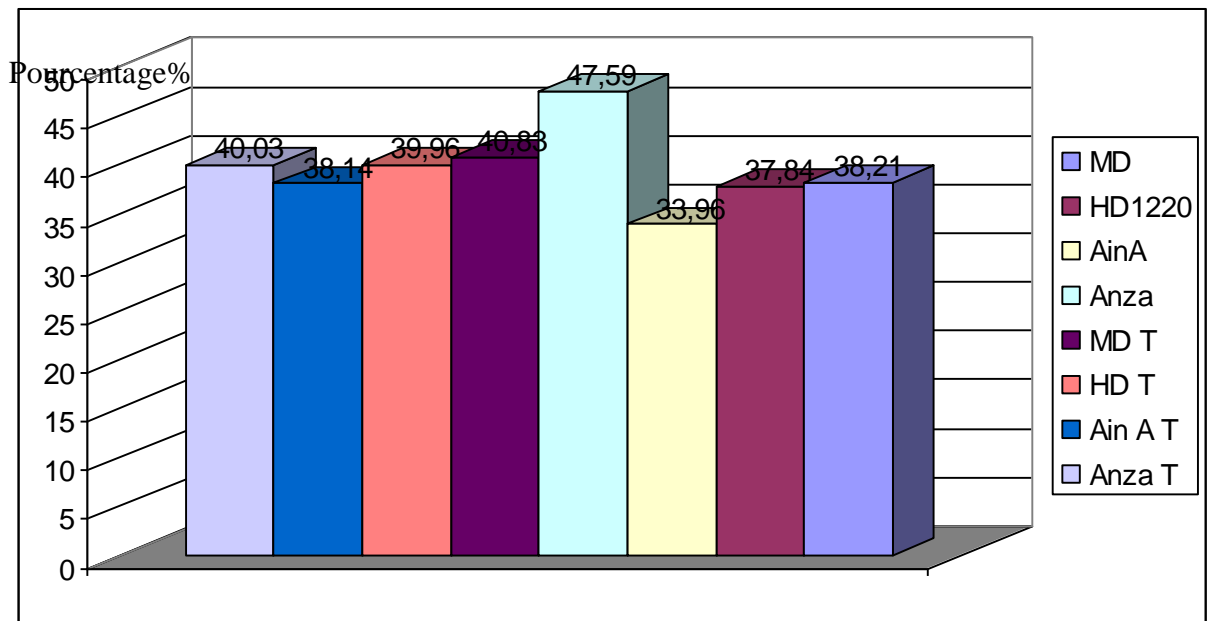


Figure 03: L'effet du stress hydrique sur le taux de chlorophylle

IV-2-2 Discussion

D'après les résultats enregistrés dans le tableauet la figurenous remarquons que le taux de chlorophylle le plus élevée est représenté par la variété ANZA (47.59%) alors que la valeur la plus basse caractérise (33.96%) , aussi pour les variétés témoins .

On observe une diminution de taux de chlorophylle des variétés stressées par rapport aux variétés témoins.

Les plantes très stressées réagissent par une baisse de leur teneur en chlorophylle. Cette baisse de la teneur en chlorophylle chez les variétés dans la période de sécheresse serait la conséquence de la réduction de l'ouverture des stomates, visant à limiter les pertes en eau par l'évaporation et par la même l'augmentation de la résistance à l'entrée du CO₂ atmosphérique nécessaire à la photosynthèse (Statyer 1974 in Hireche 2006).

IV-3 Taux des sucres solubles

IV-3-1 Résultats

Les résultats sont compris dans le tableau 09 :

Tableau 09 : Taux de sucres des variétés étudiées.

N	Nom de variété	Taux des sucres (moyen) %
V 1	MD	1.18 %
V 2	HD	1.48 %
V3	Anza	1.26 %
V4	Ain Abid	1.27 %
V1'	MD Témoin	1.27 %
V2'	HD Témoin	0.78 %
V3'	Anza Témoin	1.83 %
V4'	Ain Abid Témoin	1.29 %

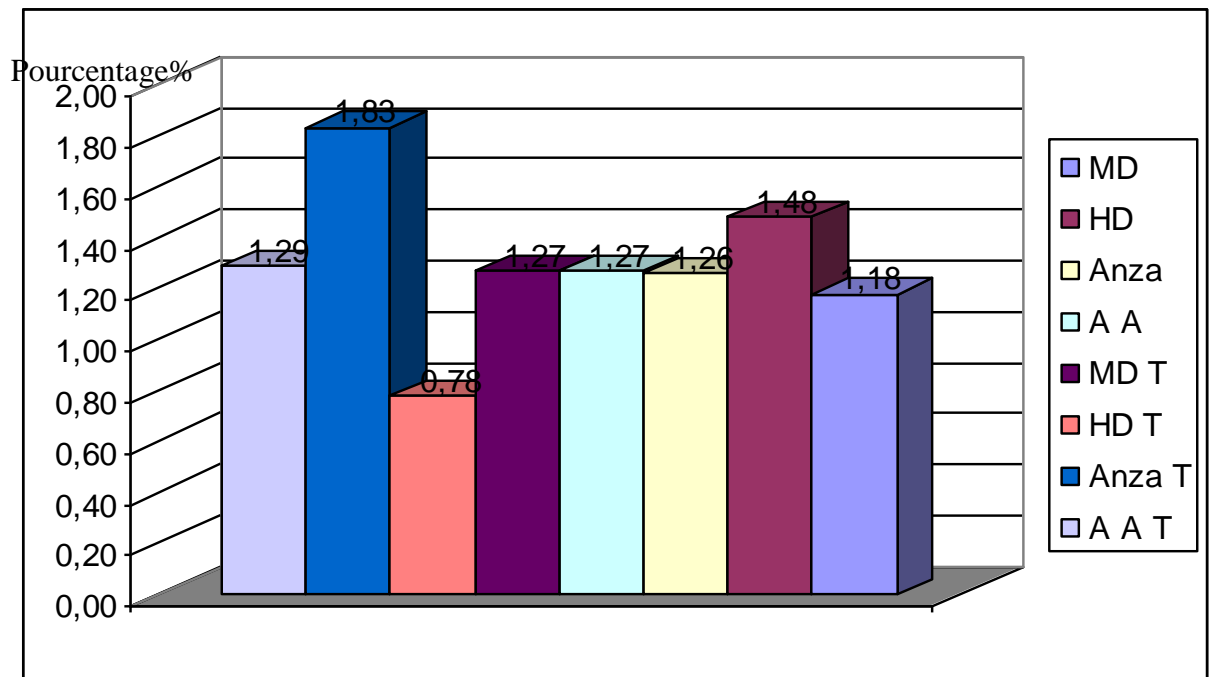


Figure 04: L'effet du stress hydrique sur le taux des sucres solubles

IV-3-2 Discussion

D'après les résultats obtenues dans le tableau 09 et la figure04 ; nous remarquons que le taux des sucres solubles est diminué dans les variétés MD, ANZA, Ain Abid par rapport aux variétés témoins

Par contre à la variété HD, il y a une augmentation de taux de sucres par rapport au même variété témoin.

Un déficit hydrique moyen amplifie davantage l'augmentation de la taux des sucres.

Sur le plan variétal, les valeurs moyennes des 03 répétitions indiquent que les feuilles des variétés HD sont plus riches en sucres que celles des autres variétés.

L'évaluation de la tolérance à la sécheresse exprimé par les taux de sucres par rapport aux témoins (tableau 09) révèle que les variétés adoptent comme pour la chlorophylle un comportement différent selon la variété.

Le processus de concentration des sucres solubles dans les tissus foliaire des plantes stressées est reconnu comme une caractéristique d'adaptation (Kameli et Losel 1995, in Hireche (2006).

CONCLUSION

La sélection des céréales dans des régions à forte contrainte hydrique implique une remise en cause des doctrines et des stratégies, s'appuyant sur une analyse des relations plante - milieu et sur une étude approfondie des mécanismes d'adaptation du végétal. Cette étude nous a guidé à déterminer les caractéristiques morphologiques, technologiques et physiologiques de quatre variétés de blé tendre (HD1220, Anza, Ain Abid, et MD) à travers une évaluation des paramètres phenologiques, morphologiques et technologiques d'adaptation dans des milieux a forte contrainte hydrique. Concernant les stades de développement des variétés testés, nous avons constaté que tout les cycles de développement des variétés étudiées sont précoce , sauf la variété Mahon Demias qui présente un cycle végétatif tardif, ce qui augmente le risque d'échaudage. Pour la hauteur des plantes, on constate que les variétés HD1220 et Ain Abid présentent une taille élevée, la paille constitue un avantage de plus, puisqu'elle favorise une bonne résistance a la sécheresse grâce au quantités stockés au niveau des tiges qui sont les principales organes de réserve, ces différents résultats sont liés en premier lieu aux caractéristiques variétales et aux conditions de culture en deuxième lieu. Du point de vue valeur boulangère, les variétés HD1220 et Ain Abid, sont des variétés panifiables et de bonne force boulangère, alors que Anza et Mahon Demias, sont des variétés moins panifiables par conséquent sont utilisées dans la biscuiterie surtout.

D'après cette étude les caractéristiques des variétés utilisés et leurs réactions avec un milieu caractérisé par déficit hydrique on peut affirmer que les variétés Mahon Demias, HD1220, et Ain Abid sont tolérantes à la sécheresse et capables de survivre dans des conditions à forte contrainte hydrique., alors que la variété Anza présente des caractéristiques qui ne le permet pas de bonne résistance a la sécheresse, elle est capable de résister à une déficit hydrique modérée, a courte période, c'est alors une variété des régions sub-humides.

Références Bibliographiques

- ✍ **ABOUSSOUAN ., SEROPION C., PLANCHON. (1985) :** Réponse de la photosynthèse de deux variétés de blé dur a un déficit hydrique foliaire agronomie 5 (7), pp 636-655.
- ✍ **ACEVEDO E. (1991):** Improvement of winter cereals in Mediterranean environnement Use of yield, morphological and physiological traits. In: physiology-breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environnements.eds Montpellier Eds, Montpellier, France, INRA, PARIS, les colloques n° 55 P.275-305.
- ✍ **AIT KAKI. (1993) :** Contribution a l'étude des mécanismes morpho physiologiques et biochimiques de tolérance au stress hydrique de 5 variétés de blé dur (*triticum durum*). Thèse magister en Biologie végétale, institut des sciences biologiques, constantine, 120 p.
- ✍ **ALI DIB T. MONNEVEUX P. et ARAUS J. (1992) :** Adaptation a la sécheresse et notion d'ideotype chez le blé dur. II- Caractères physiologiques d'adaptation Agronomie,12, pp 381-393.
- ✍ **AKDIF A. et GOUDJIL K. (2001) :** Détermination des besoins en eau de quatre variétés du blé dur de type tardif. Thèse. Ing en agronomie INRA El Harrach. pp 36-43.
- ✍ **ANONYME. (1997) :** Etude de l'adaptation variétale des céréales cultivées en algerie sous différentes conditions agro climatiques. Revue céréaliculture. N°1, pp17-22.
- ✍ **AOUDJEGHOUT R. (1996) :** Etude du comportement de 4 variétés du blé dur (*Triticum durum Desf.*) vis-à-vis du stress hydrique. Thèse Ing, Inst. Agr. Blida. p90.

- ✍ **BALDY Ch. (1973) :** Sur l'énergie active en photosynthèse, son utilisation par les graminées au cours de leur développement; cas particulier du peuplement de blé. Ann. Agron. 24 (1), pp 1-31.
- ✍ **BAZARBACHI .A. (1973) :** La culture de blé et de maïs en Algérie. Expert F.A.O.
- ✍ **BELAID D. (1986) :** Aspect de la céréaliculture algérienne. Ed. OPU, Alger, 126p.
- ✍ **BELAIDI.N. et BELKACEM.S.(1999) :** Comparaison des réponses physiologiques et biochimiques à l'intensité de stress hydrique chez deux espèces de luzerne annuelle. Thèse Ing INA El Harrach.
- ✍ **BENLARIBI M. (1990) :** Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Etude des caractères morphologiques et physiologiques. Thèse doctorat, institut des sciences de la nature, université de Constantine, 64p.
- ✍ **BOIS J. F., COUCHAT PH. et MOUTONNET P. (1984) :** Etude de la réponse à un stress hydrique de quelques variétés de riz pluviales et de riz irrigué. Incidence de la transpiration. *Plant and Soil*. 80, pp 227-236.
- ✍ **BOIS J. F. et COUCHAT PH. (1985) :** Incidence d'une carence hydrique sur la transpiration et les échanges de CO₂ de quelques variétés de riz (*Oryza sativa*). *Bull. Soc. lettres bot.* pp283-288.
- ✍ **BOUFENAR. F. et YALLOUI. N. (2006) :** Productivité, production et performance des exploitations agricoles adhérentes au programme d'intensification céréalière, campagne agricole 2002/2003 et 2003/2004. *Revue céréaliculture* N°46, 51p.
- ✍ **BRABRI. I. et DERRADJI. A. (2005) :** Les mécanismes biochimiques de la tolérance à la salinité chez le blé dur. Mémoire DES en biologie végétale, département de biologie, université de M'sila.

- ✍ **CHALHOUB. B. (2005) :** Blé tendre ou blé dur ; Une histoire de chromosome, communiqué de presse INRA, Paris.
- ✍ **EL MIR B. (2004) :** Etude de comportement agro technologique de dix variétés de blé tendre cultivée en zones sub-humides (Oued ES SAMMAR). Thèse Ing en agronomie, Blida .pp 50-60.
- ✍ **FEUILLET P. (2000) :** Le grain de blé composition et utilisation, INRA, Paris.
- ✍ **GALLAIS et BANNEROT. (1992) :** Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, 68 p.
- ✍ **HAMADACHE. A. (2001) :** Stades et variétés de blé. Manuel illustré des grandes cultures, ITGC El Harrach.12p.
- ✍ **HIRECHE., 2006,** Réponse de le luzerne (*Medicago sativa*) au stress hydrique et au profondeur de semis, thèse Magister en Agronomie, université de Batna pp 52-55.
- ✍ **HULSE J.V. et Forword. (1989):** In: Drought resistance in cereals F.W.G Baker Ed, CAB international.
- ✍ **JAQUINOT L. ; FORGET M. et EDAH K. A. (1981) :** Résistance a la transpiration chez le riz pluvial. Etude d'un test de variété. Agro. trop. N 03, pp 247-253.
- ✍ **LESCAR. L. et LECKERE. S. (2001) :** Diagnostics des accidents de blé tendre, ITCF Paris. 115 p.
- ✍ **MEBREK. N. (2002) :** Etude du stress hydrique sur le blé dur (variétés *Virton*, *Triticum durum*), par radio thermomètre infrarouge, thèse magister, INRA- El Harrach.

- ✍ **MONNEVEUX P. et THIS D. (1997) :** La génétique face au problème de la tolérance des plantes cultivées à la sécheresse : espoirs et difficultés .Synthèse : sécheresse. Ed INRA, Paris, pp29-36.
- ✍ **MONNEVEUX .P. et NEMMAR M. (1986) :** Contribution a l'étude de la résistance a la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*triticum durum*) étude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. Agro. 6(6) pp 583-590.
- ✍ **NEMMAR M. (1983) :** Contribution a l'étude de la résistance a la sécheresse chez les variétés de blé dur (*Triticum durum* L): Evolution des teneurs en proline de cycle de developement. Thèse Docteur – ingénieur, Montpellier, 108 p.
- ✍ **QUARRIE S.A. et JONES H.G. (1979):** Genotypic variation in leaf water potential, stomatal, conductance and abscisic acid concentration in spring wheat subjected to artificial drought stress. Ann. Bot. 44, pp 323-332.
- ✍ **RENARD C. et ALLURI K. (1983):** Leaf water potentiel, stomatal conductance and leaf characteristics of cultivars of rice in their response to water stress. Oecol. Plant .2. 16, pp 339-349.
- ✍ **ROGGERI A. (1970) :** Etude bibliographique et expérimentale de le sécheresse chez les céréales .Mémoire DAA, ENSAM.
- ✍ **SOLTNER D. (1987) :** Les grandes productions végétales 15^{ème} édition. Collection sciences et techniques agricole.85p.
- ✍ **SOLTNER. D. (1988) :** Les grands productions végétales céréales plantes sarclées, 16^{ème} édition, collection sciences et techniques agricole. 466P

- ✍ **YALLOUI. N., SEBA. S. et DEKKICH. N. (2006) :** Analyses des conditions climatiques des campagnes agricoles (2002/2003) et (2003/2004), Revue céréalicultures, N° 46 51 p.
- ✍ **ZAIR M. (1991) :** Contribution a l'étude de l'influence du déficit hydrique sur le développement du blé en zone semi arides. Revue céréaliculture n 24, pp 9-12.
- ✍ **ZAMBONI M. et IACANO F. (1988) :** Etude des variations du potentiel osmotique et de l'élasticité cellulaire dans des vignes soumise a un stress hydrique (1).connaissance vigne- vin, 22, n°04, pp 241-249.