

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

UNIVERSITE MENTOURI - CONSTANTINE
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

N° d'ordre : 78 / T.E / 2006

N° de série : 05 / SN / 2006

THESE

Présentée pour l'obtention du titre de

DOCTEUR D'ETAT

Es Sciences de la nature Option Amélioration des plantes

Par

HAZMOUNE TAHAR

THEME

***LE SEMIS PROFOND COMME PALLIATIF A LA
SECHERESSE. RÔLE DU COLEOPTILE DANS LA LEVEE ET
CONSEQUENCES SUR LES COMPOSANTES DU RENDEMENT***

Soutenue le 19 Décembre 2006

Devant le Jury composé de:

Président	Dr. D. ALATOU	Professeur	Univ. Mentouri Constantine
Rapporteur	Dr. M. BENLARIBI	Professeur	Univ. Mentouri Constantine
Examineurs	Dr. L. BRINIS	Professeur	Univ. Badji M. Annaba
	Dr. B. MOUHOUCHE	M.C.	Univ. Houari B. Alger
	Dr. L. MEKliche	M. C.	Univ. Houari B. Alger
	Dr. M. KARA	M. C.	Univ. Mentouri Constantine

Remerciements

Je tiens à remercier vivement mon Directeur de thèse Monsieur BENLARIBI Mostefa, Professeur à l'Université de Constantine pour avoir dirigé ce travail, pour tous les conseils précieux qu'il m'a prodigué; je lui dois beaucoup de respect.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude et ma reconnaissance au Professeur ALATOU Djamel de m'avoir honoré en acceptant de présider mon jury.

Je tiens à remercier, également :

Monsieur BRINIS Louhichi Professeur à l'Université d'Annaba d'avoir consenti à juger ce travail ;

Madame MEKLICHE Leila, Maître de conférences INA El-Harrach Alger, d'avoir accepté d'examiner ce travail ;

Monsieur MOUHOUCHE Brahim, Maître de conférences Université d'Alger, d'avoir accepté de faire partie de ce jury ;

Mes vifs remerciements vont également à Monsieur KARA Youcef, Maître de conférences Université de Constantine, pour avoir pris son temps et participé au jury.

Mes remerciements s'adressent enfin à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, qu'ils trouvent ici ma très sincère reconnaissance.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à ma femme et mes enfants Ryma, Sarra, Fatima, Oualid et Chouaib pour leur soutien moral et surtout pour ce temps que j'ai toujours pris sur le leur.

Tahar Hazmoune

Résumé

L'étude du semis profond comme palliatif à la sécheresse est menée sur 6 génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) d'origine locale et d'introduction. L'expérimentation réalisée en plein champ a consisté à semer à différentes profondeurs (2.5, 5, 7, 10 et 12cm de profondeur) les grains des deux groupes de génotypes caractérisés par un long ou un court coléoptile.

Les observations et le suivi ont porté sur tout le cycle biologique de la céréale. Les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche, menée parallèlement en semis manuel et en semis mécanisé, dégagent les conclusions suivantes :

Les grains placés profondément donnent des plantules qui lèvent plus en retard que celles issues des grains semés superficiellement (à 2.5cm). Les plantules des génotypes à long coléoptile émergent plus rapidement que celles des génotypes à coléoptile court.

La profondeur de semis réduisant la densité de peuplement par unité de surface en limitant le nombre de plantules levées, en réduisant le nombre de talles par plante entraîne par conséquent la diminution de la biomasse.

L'intervalle de levée entre le semis profond et le semis superficiel se répercute sur l'épiaison et la maturité, il entraîne donc un allongement du cycle.

La surface de la feuille étendard est corrélée positivement avec l'augmentation de la profondeur de semis.

L'importance de la profondeur de semis apparaît plus dans les années sèches que durant les années à forte pluviosité.

La sélection de génotype à coléoptile long peut aider à la mise en application du semis à ces profondeurs, vu les risques du semis standard en zone semi-aride algérienne, et la difficulté d'un re-semis auquel les agriculteurs risquent de faire face, dans le cas de manque de précipitation pour une longue période après le semis ou la perte dans le cas où la sécheresse arrive après l'installation de la culture.

La meilleure profondeur de semis, étant celle qui assure une levée rapide et homogène, un pourcentage d'émergence assez suffisant, permettant d'assurer surtout aux plantes de mieux supporter les périodes de sécheresse intermittente qui sévit au cours du cycle biologique du blé. Les profondeurs de semis qui paraissent répondre à ces exigences semblent être la 2^{ème} et la 3^{ème} expérimentées à savoir 5 et 7cm.

Mots clés : *Triticum durum*, *Morpho-phénologie*, *Génotype*, *Coléoptile*, *Profondeur de semis*, *Levée*.

Abstract

The deep seeding study like limiting drought is studied using (6) durum wheat genotypes (*Triticum durum* Desf.) are sown in the field on different deep levels (2.5, 5, 7, 10 and 12cm depth) the grain of two genotypes group characterized with long and short coleoptiles.

Observations have been in all the biological cycle of cereal. The results of this research give the following conclusions:

The grains placed deeply give seedlings which emerge more later than those resulting from shallower sowing (at 2.5cm).

The seedlings of genotypes with long coleoptiles emerge more quicker than those genotypes with short. coleoptile.

The number of raised seedlings falls gradually with the increase sowing depth. Tillering ear decreases overall and in a gradual way of shallower sowing to deep sowing. This interval between superficial sowing and deeply sowing is reflected on the spike stage and maturity.

The increase depth of sowing causes to long duration, in addition to the depth placing grains. Tillering ear decreases overall and in a gradual way of shallower sowing to deep sowing.

The flag leaf area varies according to climatic conditions' of the year and it is correlated positively with the depth of sowing.

The length of the collar of ear decreases gradually with the increase depth of sowing.

The interest of deep sowing appears more on dry year than humid year

The selection of genotype with long coleoptiles can contribute to the application of sowing to these depths, considering the risks of standard sowing in Algerian semi-arid zone, and the difficulty of a sowing to which the farmers can face, in the case of lack of precipitation for a long period after sowing.

The best deep sowing, being that which ensures a fast and homogeneous lifting, a rather sufficient percentage of emergence, allowing to especially ensure the plants to better support the periods of intermittent drought which prevails during the biological cycle of corn. The sowing depths which appear to answer these requirements seem to be the 2nd and 3rd tested to know 5 and 7cm.

Key words: *Triticum durum*, Morphology, Genotype, Coleoptile, Depth of sowing, Emergence.

SOMMAIRE

Introduction	1
<i>Chapitre I- REVUE BIBLIOGRAPHIQUE</i>	
1- Rétrospectives sur les céréales d'hiver et le blé dur	3
1.1- Production du blé dans le monde.....	3
1.2- Production des céréales d'hiver en Algérie	4
1.3- Zones de production des céréales d'hiver en Algérie	8
2- Biologie du blé	11
2.1- Cycle biologique du blé	11
2.2- Les caractères morphologiques du blé.....	14
2.2.1- Le grain.....	14
2.2.2- L'appareil végétatif	14
2.2.3- L'appareil reproducteur.....	16
2.3- Les exigences du blé	17
2.3.1- Le sol	17
2.3.2- L'humidité.....	18
2.3.3- Les températures	18
2.3.4- L'éclairement (durée du jour et intensité lumineuse).....	21
3- La sécheresse : Contrainte de l'environnement	22
3.1- Notions de sécheresse.....	23
3.2- Mécanismes de tolérance des plante à la sécheresse.....	24
3.2.1- L'esquive (ou échappement) du stress hydrique.....	24
3.2.2- L'évitement de la contrainte hydrique.....	26
3.2.3- La tolérance à la déshydratation.....	27
3.3- Le déficit hydrique et la plante	28
3.3.1-Déficit hydrique et surface de la feuille étendard	29
3.3.2- Déficit hydrique et activité photosynthétique.....	30
3.3.3- Déficit hydrique et le nombre de grains par épi.....	31
3.3.4- Déficit hydrique et le poids de 1000 grains	31
3.3.5- Déficit hydrique et les racines	31
3.3.6- Approche de l'amélioration génétique pour la tolérance au déficit hydrique	32
4- Techniques agronomiques et production	34
4.1- Travail du sol.....	34
4.2- Le semis.....	35
4.2.1- Période de semis.....	35
4.2.2- Densité de semis.....	36
4.2.3- La profondeur et le mode de semis.....	36
4.2.4- La profondeur de semis et la grosseur du grain.....	37
4.2.5- La profondeur de semis et la levée.....	38
4.2.6- La profondeur de semis et le tallage.....	49
4.2.7- La profondeur de semis et le nombre de grains par épi.....	40
4.2.8- La profondeur de semis et le poids de 1000 grains.....	40
4.2.9- La profondeur de semis et la longueur du coléoptile.....	40
Conclusion	46

Chapitre II MATERIEL ET METHODES

1- Matériel végétal utilisé.....	47
2- Méthodes d'étude.....	48
2.1- Lieu d'implantation des essais.....	48
2.2- Dispositif expérimental.....	49
2.3- Profondeurs de semis (niveaux de semis).....	49
2.4- Densité de semis.....	49
2.5- Echancier expérimental et opérations culturales.....	50
2.6- Données pluviométriques durant la période d'expérimentation	52
2.7- Paramètres mesurés.....	53
2.7.1- Evolution de la levée et nombre de plantules levées.....	53
2.7.2- Phénologie et durée des phases biologiques	53
2.7.3- Surface de la dernière feuille (feuille étendard).....	53
2.7.4- La biomasse aérienne à la floraison.....	53
2.7.5- Le tallage et le nombre de racines adventives par plante.....	53
2.7.6- La hauteur moyenne des plantes.....	53
2.7.7- La longueur du col de l'épi	53
2.7.8 – Les composantes de rendement.....	54

Chapitre III- RESULTATS ET DISCUSSION

3.1- Essai Manuel.....	55
A- Résultats.....	55
1- Nombre de plantules par m ² à la levée.....	55
2- Tallage herbacé et tallage épi.....	57
3- Nombre de racines par plante et par talle.....	59
4- Surface de la feuille étendard.....	61
5- Longueur du col de l'épi.....	62
6- Biomasse à la floraison	63
7- Hauteur des plantes aux stades épiaison et maturité.....	64
8- Durée des phases phénologiques.....	65
9- Les composantes de rendement.....	67
9.1- Nombre d'épis par m ²	67
9.2- Nombre de grains par épi.....	69
9.3- Poids de 1000 grains.....	72
9.4- Rendement théorique en grain.....	74
B – Discussion.....	75
1- Nombre de plantules par m ² à la levée.....	75
2- Tallage herbacé et tallage épi.....	78
3- Nombre de racines par plante et par talle.....	79
4- Surface de la feuille étendard.....	80
5- Col de l'épi.....	81
6- Biomasse à la floraison.....	82
7- Hauteur des plantes aux stades épiaison et maturité.....	82
8- Durée des phases phénologiques.....	83
9- Les composantes de rendement.....	84
9.1- Nombre d'épis par m ²	84
9.2- Nombre de grains par épi.....	86

9.3- Poids de 1000 grains	89
9.4- Rendement moyen en grain estimé	91
3.2- Essai Mécanisé	93
A- Résultats	93
1- Nombre de plantules par m ² à la levée.....	93
2- Tallage herbacé et tallage épi.....	95
3- Nombre de racines par plante et par talle.....	99
4- Surface de la feuille étendard.....	102
5- Longueur du col de l'épi.....	103
6- Biomasse à la floraison.....	105
7- Hauteur des plantes aux stades épiaison et maturité.....	107
8- Durée des phases phénologiques.....	109
9- Les composantes de rendement.....	113
9.1- Nombre d'épis par m ²	113
9.2- Nombre de grains par épi.....	116
9.3- Poids de 1000 grains	119
9.4- Rendement récolté à la moissonneuse batteuse.....	122
B – Discussion.....	125
1- Nombre de plantules par m ² à la levée.....	125
2- Tallage herbacé et tallage épi.....	128
3- Nombre de racines par plante et par talle.....	128
4- Surface de la feuille étendard.....	129
5- Longueur du col de l'épi.....	129
6- Biomasse à la floraison	130
7- Hauteur des plantes aux stades épiaison et maturité.....	131
8- Durée des phases phénologiques.....	133
9- Les composantes de rendement.....	136
9.1- Nombre d'épis par m ²	136
9.2- Nombre de grains par épi.....	139
9.3- Poids de 1000 grains	141
9.4- Rendement récolté à la moissonneuse batteuse	143

Chapitre IV- SYNTHÈSE ET CONCLUSION

Synthèse
.....
.....	150
Conclusion	162

Références bibliographiques

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau I ₁ : Superficie cultivée, rendements et productions mondiales des blés en 2003.....	3
Tableau I ₂ : Production mondiale en blé dur	4
Tableau I ₃ : Etat de superficies, productions et rendements décennaux des céréales d'hiver durant la période 1880-1999, campagne 1999-2000 et 2000-2001	5
Tableau I ₄ : Etat des superficies productions et rendement des céréales (blé dur, blé tendre, orge et avoine) durant 1990 à 1999	6
Tableau I ₅ : Etat des superficies emblavées et des superficies récoltées des céréales en Algérie durant la période 1990-2001.....	6
Tableau I ₆ : Etat de la superficie de la production et du rendement du blé dur.....	7
Tableau I ₇ : Etat des importations en blé dur (en q) durant la période 1991-2000.....	7
Tableau II : Principaux stades de développement des céréales à paille et leur correspondance selon Feekes et Jonard	12
Tableau III : Pluviosité mensuelle (P) moyenne sur 25 ans (1970-1995), Seltzer (1913-38) durant les années d'étude (mm) et nombre de jours de pluie par mois correspondant	52
Tableau IV ₁ : Nombre moyen de plantules par m ²	55
Tableau IV ₂ : Nombre moyen de plantules par m ²	56
Tableau IV ₃ : Nombre moyen de plantules par m ²	56
Tableau IV ₄ : Nombre moyen de plantules par m ²	57
Tableau V ₁ : Nombre moyen de talles herbacées (TH) de talles épis (TE) et taux de talles ayant monté en épi (%) (2 ^{ème} année)	58
Tableau V ₂ : Nombre moyen de talles herbacées (TH) de talles épis (TE) et Taux de talles ayant monté en épi (%) (4 ^{ème} année)	58
Tableau VI ₁ : Nombre d'épis par m ² (1 ^{ère} année).....	67
Tableau VI ₂ : Nombre d'épis par m ² (2 ^{ème} année).....	67

Tableau VI ₃ : Nombre d'épis par m ² (3 ^{ème} année).....	68
A	
Tableau VI ₄ : Nombre d'épis par m ² (4 ^{ème} année).....	68
Tableau VII ₁ : Nombre de grains par épi (1 ^{ère} année).....	70
Tableau VII ₂ : Nombre de grains par épi (2 ^{ème} année).....	70
Tableau VII ₃ : Nombre de grains par épi (3 ^{ème} année).....	71
Tableau VII ₄ : Nombre de grains par épi (4 ^{ème} année).....	71
Tableau VIII ₁ : Poids de 1000 grains en g (1 ^{ère} année)	72
Tableau VIII ₂ : Poids de 1000 grains en g (2 ^{ème} année).....	72
Tableau VIII ₃ : Poids de 1000 grains en g (3 ^{ème} année).....	73
Tableau VIII ₄ : Poids de 1000 grains en g (4 ^{ème} année).....	73
Tableau IX ₁ : Nombre moyen de plantules par m ² (4 essais).....	75
Tableau IX ₂ : Interaction profondeur de semis X nombre de plantules par m ²	77
Tableau X: Surface moyenne de la feuille étandard, pendant les 2 années	81
Tableau XI: Réduction du col de l'épi entre 2.5cm et 7cm de profondeur (%)	81
Tableau XII: Hauteur des plantes aux différentes profondeurs de semis (%) par rapport à la profondeur de base (2.5cm)	82
Tableau XIII: Ecart (en jour) du semis à l'épiaison des différentes profondeurs de semis	83
Tableau XIV ₁ : Nombre moyen d'épis par m ² durant les 4 années.....	84
Tableau XIV ₂ : Nombre moyen d'épis par m ²	84
Tableau XIV ₃ : Taux du nombre d'épis par m ² par profondeur de semis par rapport au semis superficiel.....	85
Tableau XIV ₄ : Interaction nombre d'épis par m ² X profondeur de semis	86
Tableau XV ₁ : Nombre moyen de grains par épi par année	87
Tableau XV ₂ : Interaction nombre de grains par épi x profondeur de semis	88
Tableau XV ₃ : Taux du nombre de grains par épi par profondeur de semis par rapport au semis superficiel	88
Tableau XVI ₁ : Poids de 1000 grains : interaction génotype x profondeur de semis	89

Tableau XVI ₂ : Taux des profondeurs par rapport au semis superficiel	90
Tableau XVII : Rendement moyen estimé en q/ha (3 ^{ème} année).....	91
Tableau XVIII : Analyse de la variance relative au rendement en grain estimé (q/ha) et à ses composantes (nombres de : plantes par m ² , épis par m ² , grains par épi et poids de 1000 grains)	92
Tableau XIX : Matrice des corrélations totales.....	92
Tableau XX ₁ : Nombre moyen de plantules par m ² (1 ^{ère} année)	93
Tableau XX ₂ : Nombre moyen de plantules par m ² (2 ^{ème} année)	94
Tableau XX ₃ : Nombre moyen de plantules par m ² (3 ^{ème} année).....	94
Tableau XX ₄ : Nombre moyen de plantules par m ² (4 ^{ème} année)	95
Tableau XXI ₁ : Nombre moyen de talles herbacées (TH) de talles épis (TE) et taux de talles ayant monté en épi (%) (2 ^{ème} année)	96
Tableau XXI ₂ : Nombre moyen de talles herbacées (TH) de talles épis (TE) et taux de talles ayant monté en épi (%) (3 ^{ème} année)	96
Tableau XXI ₃ : Nombre moyen de talles herbacées (TH) de talles épis (TE) et taux de talles ayant monté en épi (%) (4 ^{ème} année)	97
Tableau XXII ₁ : Nombre d'épis par m ² (1 ^{ère} année).....	114
Tableau XXII ₂ : Nombre d'épis par m ² (2 ^{ème} année)	114
Tableau XXII ₃ : Nombre d'épis par m ² (3 ^{ème} année).....	115
Tableau XXII ₄ : Nombre d'épis par m ² (4 ^{ème} année).....	115
Tableau XXIII ₁ : Nombre de grains par épi (1 ^{ère} année).....	116
Tableau XXIII ₂ : Nombre de grains par épi (2 ^{ème} année).....	117
Tableau XXIII ₃ : Nombre de grains par épi (3 ^{ème} année).....	117
Tableau XXIII ₄ : Nombre de grains par épi (4 ^{ème} année).....	118
Tableau XXIV ₁ : Poids de 1000 grains en g (1 ^{ère} année).....	119
Tableau XXIV ₂ : Poids de 1000 grains en g (2 ^{ème} année)	120
Tableau XXIV ₃ : Poids de 1000 grains en g (3 ^{ème} année)	120
Tableau XXIV ₄ : Poids de 1000 grains, en g (4 ^{ème} année)	121
C	
Tableau XXV ₁ : Nombre moyen de plantules par m ²	125

Tableau XXV ₂ : Pourcentage de plantules levées par m ²	125
Tableau XXV ₃ : Pourcentage de plantules levées par rapport à la profondeur de base	126
Tableau XXV ₄ : Interaction profondeur de semis x nombre de plantules par m ²	127
Tableau XXVI : Nombre moyen de talles herbacées et de talles épis par plante	128
Tableau XXII : Nombre de racines par plante et par talle.....	128
Tableau XXIII : Surface moyenne de la feuille étendard, et pourcentage par rapport à la profondeur de base.....	129
Tableau XXIX ₁ : Poids moyen de matière fraîche et pourcentage par rapport à la profondeur de base	130
Tableau XXIX ₂ : Poids moyen de matière sèche par rapport à la profondeur de base	130
Tableau XXX ₁ : Taux (%) de la hauteur des plantes par rapport à la profondeur de base	131
Tableau XXX ₂ : Hauteur des plantes par profondeur de semis et Pourcentage par rapport à la profondeur de base (2.5cm).....	132
Tableau XXXI ₁ : Durée et écart (en jour) du semis -levée, semis - épiaison, Semis- maturité par rapport à la profondeur de base (1 ^{ère} année)	133
Tableau XXXI ₂ : Durée et écart (en jour) du semis- levée, semis -épiaison Semis- maturité par rapport à la profondeur de base (2 ^{ème} année)	133
Tableau XXXI ₃ : Durée et écart (en jour) du semis- levée, semis- épiaison, Semis- maturité par rapport à la profondeur de base (3 ^{ème} année)	134
Tableau XXXI ₄ : Durée et écart (en jour) du semis→ levée, semis →épiaison semis→ maturité par rapport à la profondeur de base (4 ^{ème} année)	134
Tableau XXXII ₁ : Nombre moyen d'épis par m ²	136
Tableau XXXII ₂ : Nombre d'épis par m ² et classement	137
Tableau XXXII ₃ : Interaction Profondeur de semis x variété	138
Tableau XXXIII : Nombre moyen de grains par épi.....	139
Tableau XXXIV : Poids moyen de 1000 grains(g)	141
Tableau XXXV ₁ : Rendement moyen récolté par parcelle (en g).....	144
D	
Tableau XXXV ₂ : Rendement récolté (g/plot et en q/ha) par rapport à la profondeur de base (2.5cm)	144
Tableau XXXV ₃ : Classement des variétés par profondeur de semis	146

Tableau XXXV 4 : Interaction Génotype x profondeur de semis	147
Tableau XXXVI : Analyse de la variance relative au rendement en grain estimé (q/ha) et à ses composantes (nombre de plantes par m ² , épis par m ² , grains par épi et poids de 1000 grains)	148
Tableau XXXVII : Matrice des corrélations totales.....	148
Tableau XXXVIII : Ecart (en jour) dans la levée entre le semis superficiel et le semis profond à 7cm des phases : semis- levée, semis- épiaison et semis-maturité.....	158
Tableau XXXIX : Taux de plantules levées à 7cm de profondeur par rapport au semis à 2.5cm de profondeur	160

E

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte représentant les zones céréalières d'Algérie	Page 10
---	------------

Figure 2- Etapes et stades repère de la vie du blé	13
Figure 3 ₁ : Germination du blé montrant le coléoptile	15
Figure 3 ₂ : Plant schématique du blé	16
Figure 4 : Influence de la profondeur de semis sur la vigueur de la plante	39
Figure 5 ₁ : Nombre de racines par plante 2 ^{ème} année	59
Figure 5 ₂ : Nombre de racines par talle 2 ^{ème} année	59
Figure 6 ₁ : Nombre de racines par plante 4 ^{ème} année	60
Figure 6 ₂ : Nombre de racines par talle 4 ^{ème} année.....	60
Figure 7 ₁ : Surface de la feuille étendard (cm ²) 2 ^{ème} année	61
Figure 7 ₂ : Surface de la feuille étendard (3 ^{ème} année)	61
Figure 8 ₁ : Longueur du col de l'épi (2 ^{ème} année)	62
Figure 8 ₂ : Longueur du col de l'épi (4 ^{ème} année)	62
Figure 9 ₁ : Poids de matière fraîche en g par plante. (2 ^{ème} année)	63
Figure 9 ₂ : Poids de matière sèche en g/plante. (2 ^{ème} année)	63
Figure 10 ₁ : Hauteur des plantes au stade épiaison (4 ^{ème} année)	64
Figure 10 ₂ : Hauteur des plantes au stade maturité (4 ^{ème} année)	64
Figure 11 ₁ : Durée des phases phénologiques en jour, (2 ^{ème} année)	65
Figure 11 ₂ : Durée des phases en jour (4 ^{ème} année)	66
Figure 12: Rendement théorique en grain en g/m ² (3 ^{ème} année)	74
Figure 13 : Taux de plantules levées par profondeur et par année (%)	76
Figure 14 ₁ : Nombre de racines par plante (2 ^{ème} année).....	99
Figure 14 ₂ : Nombre de racines par talle (2 ^{ème} année).....	99
Figure 15 ₁ : Nombre de racines par plante (3 ^{ème} année).....	100
Figure 15 ₂ : Nombre de racines par talle (3 ^{ème} année).....	100
Figure 16 ₁ : Nombre de racines par plante (4 ^{ème} année).....	101
Figure 16 ₂ : Nombre de racines par talle (4 ^{ème} année).....	101
Figure 17 ₁ : Surface de la feuille étendard en cm ² (2 ^{ème} année)	102
Figure 17 ₂ : Surface de la feuille étendard en cm ² (3 ^{ème} année)	102
Figure 17 ₃ : Surface de la feuille étendard en cm ² (4 ^{ème} année)	103
Figure 18 : Longueur du col de l'épi en cm (4 ^{ème} année)	104

F

Figure 19 ₁ : Poids de matière fraîche au stade floraison en g (2 ^{ème} année)	105
Figure 19 ₂ : Poids de matière sèche au stade maturité en g (2 ^{ème} année).....	105
Figure 20 ₁ : Poids de matière fraîche au stade floraison en g (4 ^{ème} année)	106
Figure 20 ₂ : Poids de matière fraîche au stade maturité en g (4 ^{ème} année).....	106
Figure 21 ₁ : Hauteur des plantes en cm au stade épiaison (3 ^{ème} année)	107

Figure 21 ₂ : Hauteur des plantes en cm au stade maturité (4 ^{ème} année)	107
Figure 22 ₁ : Hauteur des plantes en cm au stade épiaison (3 ^{ème} année)	108
Figure 22 ₂ : Hauteur des plantes en cm au stade maturité (4 ^{ème} année)	109
Figure 23 ₁ : Durée(en jour) des stades phénologiques semis→ levée, semis→ épiaison semis→ maturité (1 ^{ère} année)	110
Figure 23 ₂ : Duré (en jour) des stades phénologiques semis→ levée, semis→ épiaison semis→ maturité (2 ^{ème} année)	111
Figure 23 ₃ : Durée (jour) des stades phénologiques semis→ levée, semis→ épiaison semis→ maturité (3 ^{ème} année)	112
Figure 23 ₄ : Durée (jour) des stades phénologiques semis→ levée, semis→ épiaison semis→ maturité (4 ^{ème} année)	122
Figure 24 ₁ : Rendement récolté (en g/plot) à la moissonneuse batteuse 1 ^{ère} année	122
Figure 24 ₂ : Rendement récolté (en g/plot) à la moissonneuse batteuse 2 ^{ème} année	125
Figure 24 ₃ : Rendement récolté (en g/plot) à la moissonneuse batteuse 3 ^{ème} année	123
Figure 24 ₄ : Rendement récolté (en g/plot) à la moissonneuse batteuse 4 ^{ème} année	123
Figure 25 ₁ : Nombre moyen de plantules levées par m ² dans les 2 modes De semis	150
Figure 25 ₂ : Taux moyen de plantules levées par m ² dans les deux modes de semis	151
Figure 26 : Nombre moyen de talles herbacées (TH) de talles épi (TE) par plante dans les 2 modes de semis.....	15.3
Figure 27 : Nombre moyen de racines par plante (R/P) de racines par talle (R/T) dans les deux modes de semis	154
Figure 28 : Poids moyen de matière fraîche (MF) de matière sèche (MS) en g, dans les deux modes de semis	156
Figure 29 : Ecart (en jour) de la durée à la levée en semis superficiel (à 2.5cm) et en semis à 7cm de profondeur	158

3- RESULTATS ET DISCUSSION

Les caractères biologiques étudiés et relatifs aussi bien aux paramètres morphologiques, phénologiques qu'aux composantes de rendement ont débouché sur les résultats qui sont consignés ci-dessous

3.1- ESSAI MANUEL

A - RESULTATS

1- Nombre de plantules par m² à la levée

Le nombre moyen de plantules levées par m², pour les quatre (4) années d'essai est consigné aux Tableaux IV₁₋₄.

Tableau IV₁ : Nombre moyen de plantules par m² (1^{ère} année)

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	150.5 ±4.05	152.5 ±10.76	127.5 ±7.73	105.0 ±5.85	57.5 ±4.36
MBB	142.0 ±7.07	117.5 ±12.23	105.0 ±6.46	105.0 ±2.95	62.0 ±11.98
Waha	137.5 ±6.89	117.5 ±14.49	102.0 ±6.59	97.5 ±5.56	37.5 ±6.89
Sahel77	140.5 ±7.98	112.5 ±10.03	93.5 ±5.23	71.5 ±8.67	48.2 ±5.64
Bidi17	150.0 ±7.82	152.0 ±6.96	130.0 ±7.50	100.0 ±6.21	70.0 ±7.07
Vitron	142.5 ±7.01	137.5 ±10.24	115.0 ±5.86	97.7 ±5.22	51.5 ±7.91
Moyenne	143.83 ±6.13	131.58 ±9.75	112.17 ±5.85	96.3 ±5.29	54.46 ±6.80
% Levée	57.5	52.6	44.8	38.4	21.7
Rang	A	B	C	D	E
% / à 2.5cm.	100	91.69	77.98	66.95	37.86

ET = 9.98 plantules; CV = 8.3 %; Moyenne = 108.07 plantules par m²; PPDS = 10.8 plantules.

Discussion

Tableau IV₂: Nombre moyen de plantules par m² (2^{ème} année)

Prof. Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	161.50 ±11.84	166.00 ±17.75	138.00 ±11.49	100.00 ±17.42	51.50 ±6.55
MBB	154.25 ±7.05	148.00 ±5.80	128.00 ±10.17	96.00 ±5.82	48.50 ±5.24
Waha	149.00 ±6.55	162.50 ±6.72	112.50 ±9.82	84.50 ±7.95	44.00 ±8.67
Sahel77	156.75 ±5.62	168.00 ±4.68	106.00 ±4.34	76.00 ±4.20	41.00 ±4.51
Bidi17	167.00 ±6.46	171.50 ±8.52	127.00 ±9.67	97.00 ±3.41	43.00 ±7.75
Vitron	151.00 ±8.53	145.00 ±10.44	117.00 ±6.40	91.50 ±5.43	37.25 ±0.97
Moyenne	156.58 ±7.03	160.17 ±8.83	121.42 ±7.95	90.83 ±7.74	44.21 ±5.44
% Levée	62.6	64.0	48.5	36.3	17.6
Rang	A	A	B	C	D
% / à 2.5cm	100	102.29	77.54	58.00	28.23

ET = 7.3 plantules; CV = 6.4 % ; Moyenne = 114,64 plantules par m²; PPDS = 8.79 plantules

Tableau IV₃: Nombre moyen de plantules par m² (3^{ème} année)

Prof. Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	184.50 ±9.03	190.00 ±5.90	144.00 ±3.79	96.50 ±2.73	44.50 ±5.63
MBB	166.00 ±6.72	178.50 ±8.52	140.00 ±6.33	86.50 ±7.43	40.50 ±5.53
Waha	153.25 ±16.63	166.50 ±4.91	132.00 ±10.61	74.00 ±5.51	24.50 ±3.73
Sahel77	160.00 ±9.00	172.25 ±6.52	128.50 ±3.78	72.25 ±6.26	26.25 ±3.60
Bidi17	168.50 ±8.94	178.25 ±6.70	148.50 ±7.75	80.00 ±9.00	38.00 ±7.76
Vitron	148.00 ±9.04	168.00 ±8.26	118.00 ±10.52	82.00 ±6.12	28.00 ±4.08
Moyenne	163.38 ±9.18	175.58 ±6.12	135.17 ±6.78	81.79 ±5.72	33.63 ±4.65
% Levée	65.3	70.2	54.0	32.7	13.4
Rang	B	A	C	D	E
% / à 2.5cm.	100	107.46	82.72	50.06	20.58

ET= 4.9 plantules; CV = 4.2 % ; Moyenne = 118 plantules par m²; PPDS = 5.9 plantules par m²

Tableau IV₄: Nombre moyen de plantules par m² (4^{ème} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	152.00 ±6.0	163.00 ±5.72	108.50 ±7.28	80.50 ±8.14	30.50 ±2.32
MBB	142.50 ±11.82	150.00 ±9.66	100.00 ±7.23	85.75 ±6.03	28.50 ±4.26
Waha	134.00 ±8.69	146.25 ±9.98	99.25 ±5.48	54.50 ±4.48	18.00 ±4.37
Sahel77	128.00 ±7.39	148.75 ±6.41	92.25 ±3.53	62.25 ±6.93	15.75 ±2.52
Bidi17	124.00 ±12.82	138.00 ±9.82	104.00 ±5.07	72.25 ±5.24	20.75 ±4.02
Vitron	135.00 ±13.52	151.50 ±8.89	118.00 ±6.01	58.50 ±8.37	16.25 ±4.64
Moyenne	135.92 ±9.24	149.58 ±7.59	100.67 ± 5.23	68.96 ±5.91	21.63 ±3.36
% Levée	54.36	59.83	40.26	27.58	8.65
Rang	B	A	C	D	E
% / à 2.5cm	100	90.86	74.06	20.29	15.9

Le nombre de plantules levées par m² dégage un taux de levée variant entre 8.65 et 70.2% pour les différentes profondeurs expérimentées.

Les profondeurs 2.5 et 5cm enregistrent des résultats supérieurs à 50 % de levée; au moment où les trois profondeurs restantes présentent des taux de levées inférieurs à 48.5% excepté l'essai de 3^{ème} année où la profondeur 7cm a enregistré un taux de 54%. A partir de 7cm de profondeur, ce taux diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis.

2- Tallage herbacé et tallage épi

Le tallage herbacé et le tallage épi n'ont été étudiés que pendant deux années (2^{ème} et 4^{ème}) d'essai. Les résultats qui leur sont relatifs sont regroupés dans les Tableaux V₁ et 2.

Le nombre de talles herbacées et de talles épis enregistré diminue avec l'augmentation de la profondeur de semis. Cette diminution est moins marquée pour le tallage épi, ce qui engendre une tendance à l'augmentation du taux de tallage- épi des faibles aux grandes profondeurs chez les génotypes à coléoptile long, notamment pendant la 2^{ème} année MBB et Bidi17.

Alors que pendant la 4^{ème} année d'essai, on enregistre une fluctuation dans le tallage- épi chez tous les génotypes. Il faut remarquer que la tendance moyenne est une diminution du

Discussion

tallage épi avec l'augmentation de la profondeur de semis.

Tableau V₁ : Nombre moyen de talles herbacées (TH), de talles épis par plante (TE) et taux de talles ayant monté en épi (%). (2^{ème} année).

Profondeur		2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Génotype						
Hedba3	TH	5.4	4.6	3.9	3.7	3.1
	TE	2.5	2.4	2.3	2.2	1.9
	%	46.29	52.17	58.97	59.45	61.29
MBB	TH	7.8	5.6	4.8	3.8	3.8
	TE	3	2.5	3.6	2.2	2.1
	%	38.46	44.64	75.00	57.89	55.26
Waha	TH	6.9	5.8	6.7	5.2	3.8
	TE	4.4	3.9	4.0	2.5	2.0
	%	63.76	67.24	59.70	48.07	52.63
Sahel77	TH	6.6	4.0	5.2	5.2	3.4
	TE	2.9	2.2	2.5	2.1	1.6
	%	43.93	55.00	48.07	40.38	47.05
Bidi17	TH	5.0	4.7	4.3	3.4	2.5
	TE	2.7	2.7	2.2	2.0	1.1
	%	54.00	57.44	51.16	58.82	44.00
Vitron	TH	8.2	7.4	4.5	4.2	4.1
	TE	4.9	3.7	2.3	2.3	1.8
	%	59.75	50.00	51.11	54.76	43.90
Moyenne	TH	6.6	5.3	4.9	4.2	3.4
	TE	3.4	2.9	2.6	2.2	1.7
	%	51.51	54.71	53.76	53.38	50.00

Tableau V₂ : Nombre moyen de talles herbacées (TH) et de talles épis (TE) par plante, taux de talles ayant monté en épi (%) (4^{ème} année).

Profondeur		2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Génotype						
Hedba3	TH	3.8	4.0	3.4	3.0	2.4
	TE	2.0	2.1	1.8	1.6	1.0
	%	52.33	52.50	52.94	53.33	41.66
MBB	TH	4.2	4.4	4.0	3.1	2.1
	TE	2.6	2.2	1.7	1.7	1.1
	%	61.90	50.00	42.50	54.83	52.38
Waha	TH	4.2	4.6	4.0	3.1	2.4
	TE	2.1	2.6	2.8	1.4	1.0
	%	50.00	56.52	70.00	45.16	41.66
Sahel77	TH	3.8	4.8	3.6	2.6	2.0
	TE	2.2	2.4	1.8	1.3	0.8
	%	27.87	50.00	50.00	50.00	40.00
Bidi17	TH	4.3	4.6	4.0	3.2	2.2
	TE	2.8	2.5	3.0	1.8	1.7
	%	65.11	54.34	75.00	56.25	77.27
Vitron	TH	4.8	4.4	3.8	2.8	2.1
	TE	2.6	2.1	1.7	1.5	1.2
	%	54.16	47.72	44.73	53.57	57.14
Moyenne	TH	3.3	4.4	3.8	2.9	2.2
	TE	2.3	2.3	1.8	1.5	1.0
	%	69.69	52.27	47.36	51.72	45.45

3- Nombre de racines par plante et par talle

Le nombre de racines par plante et par talle n'a été étudié que pendant la 2^{ème} et la 4^{ème} année d'essai. Les résultats qui lui sont relatifs sont représentés dans les figures 5₁, 5₂, 6₁ et 6₂.

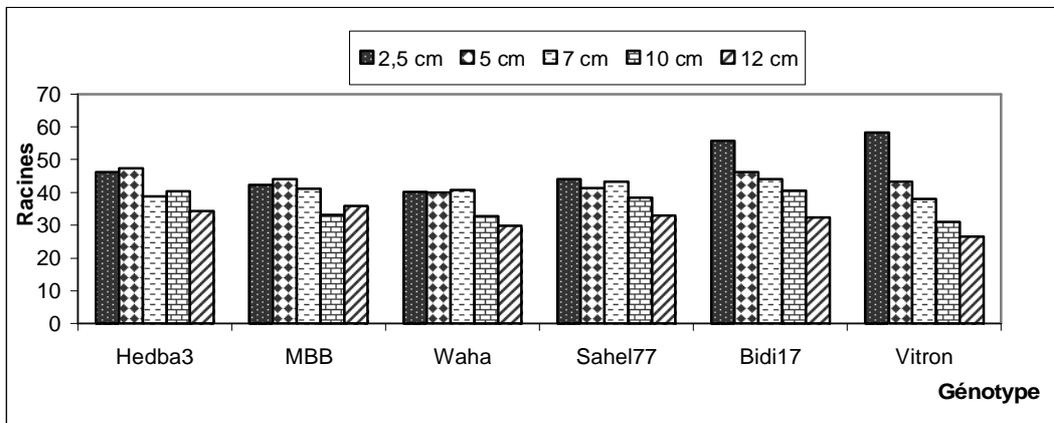


Figure 5₁ : Nombbre de racines par plante (2^{ème} année)

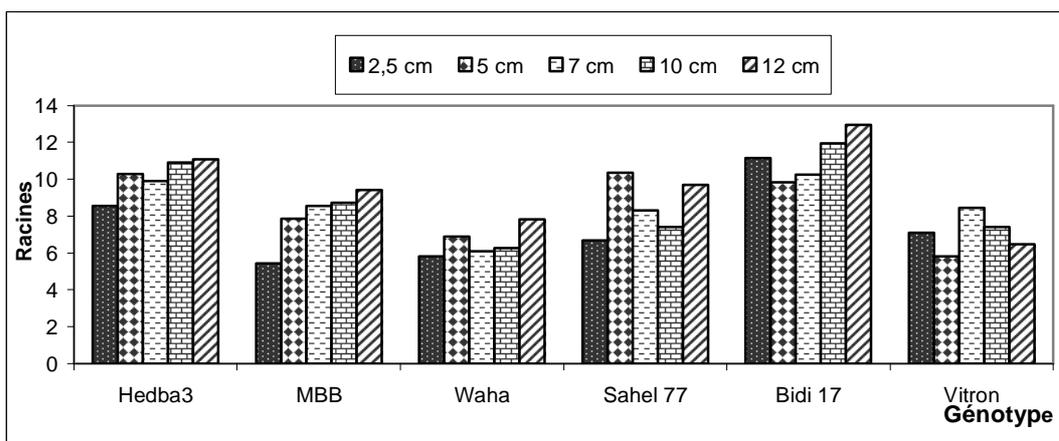


Figure 5₂ : Nombre de racines par talle (2^{ème} année)

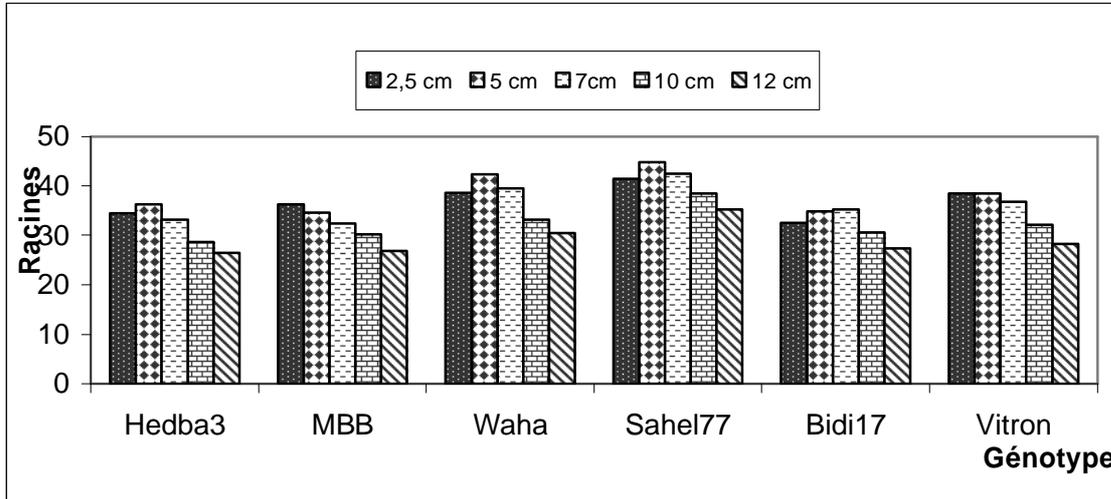


Figure 6₁ : Nombre de racines par plante (4^{ème} année)

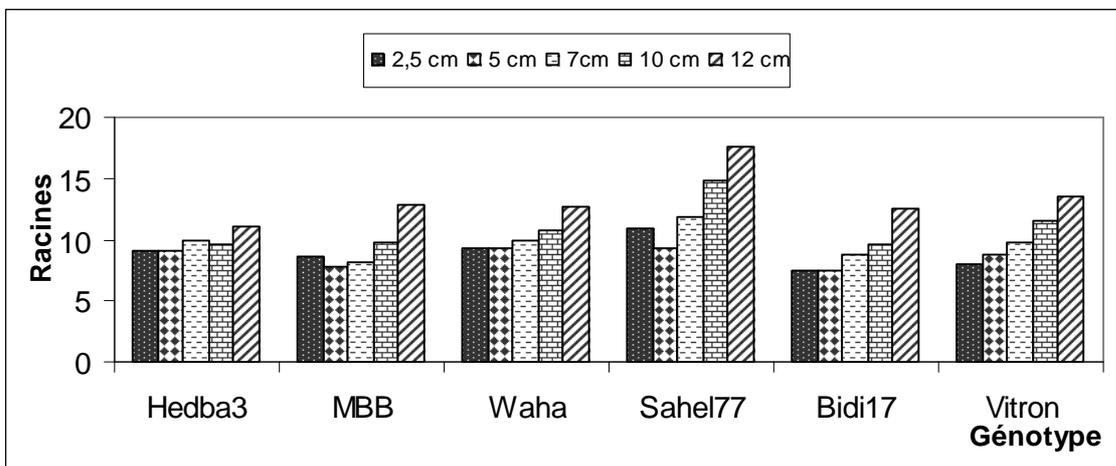


Figure 6₂ : Nombre de racines par talle (4^{ème} année)

Le nombre de racines par plante est plus élevé en 2^{ème} qu'en 4^{ème} année d'essai. En moyenne, ce paramètre varie de 32.00 à 47.8 dans le premier cas et entre 29.1 à 28.5 racines par plante dans le 2^{ème}. Il diminue graduellement du semis superficiel au semis profond en 2^{ème} année d'essai, alors qu'il augmente en passant de 2.5 à 5cm de profondeur pour diminuer par la suite en 4^{ème} année d'essai.

4- Surface de la feuille étandard

La surface de la feuille étandard n'a été étudiée que pendant la 2^{ème} et la 4^{ème} année d'essai. Les résultats qui lui sont relatifs sont représentés dans les figures 7₁ et 7₂.

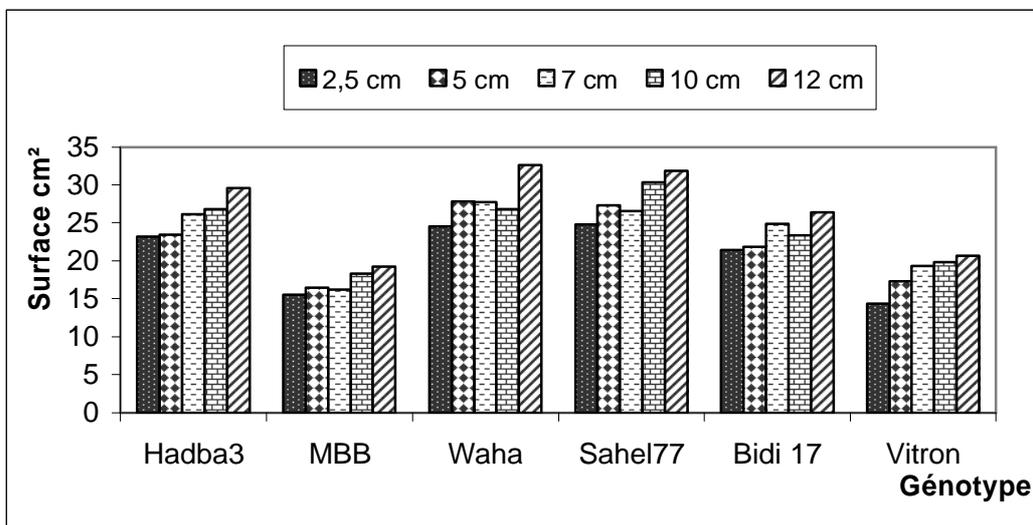


Figure 7₁ : Surface (en cm²) de la feuille étandard (2^{ème} année).

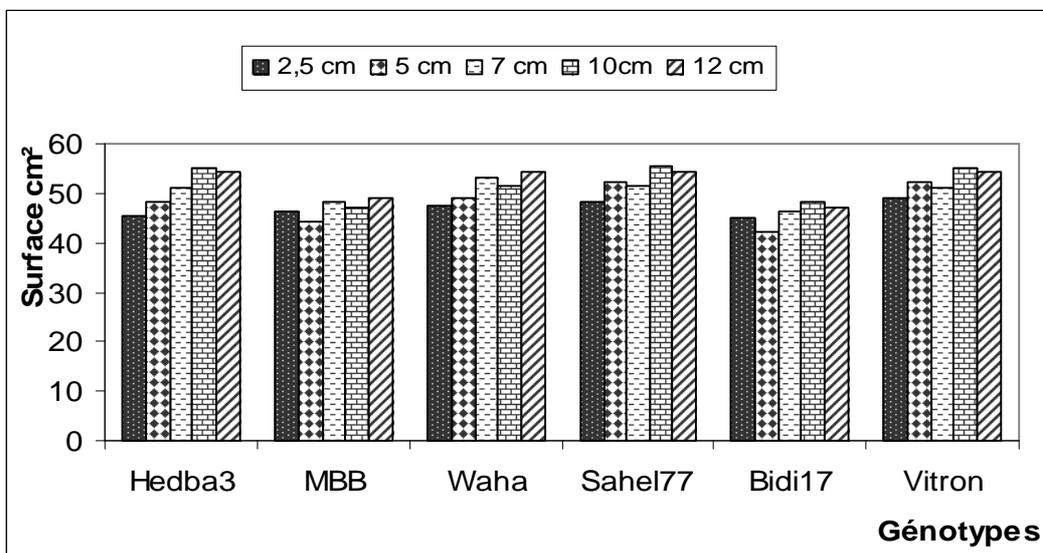


Figure 7₂ : Surface (en cm²) de la feuille étandard (4^{ème} année)

5 - Longueur du col de l'épi

La longueur du col de l'épi n'a été étudiée que pendant la 2^{ème} et la 4^{ème} année d'essai. Les résultats qui lui sont relatifs sont représentés dans les figures 8₁ et 8₂.

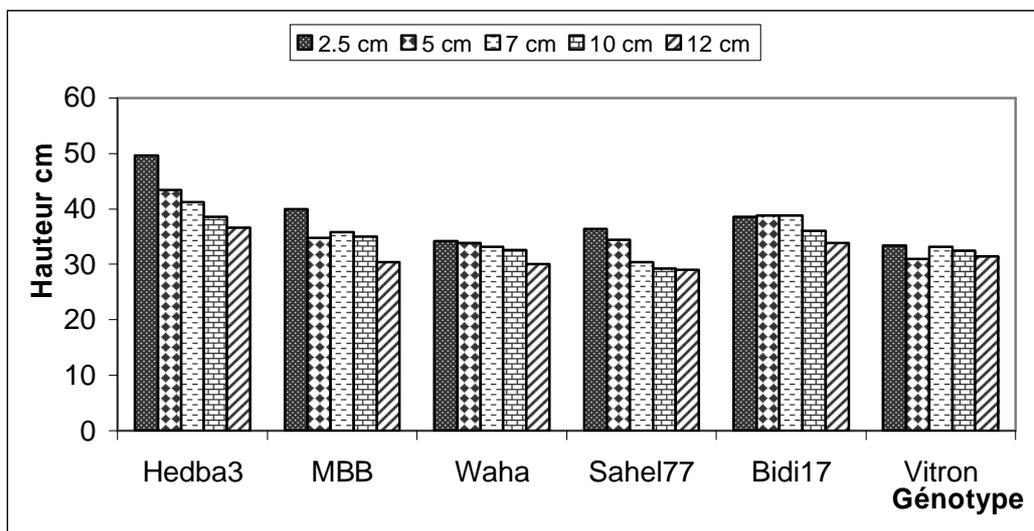


Figure 8₁ : Longueur (en cm) du col de l'épi (2^{ème} année)

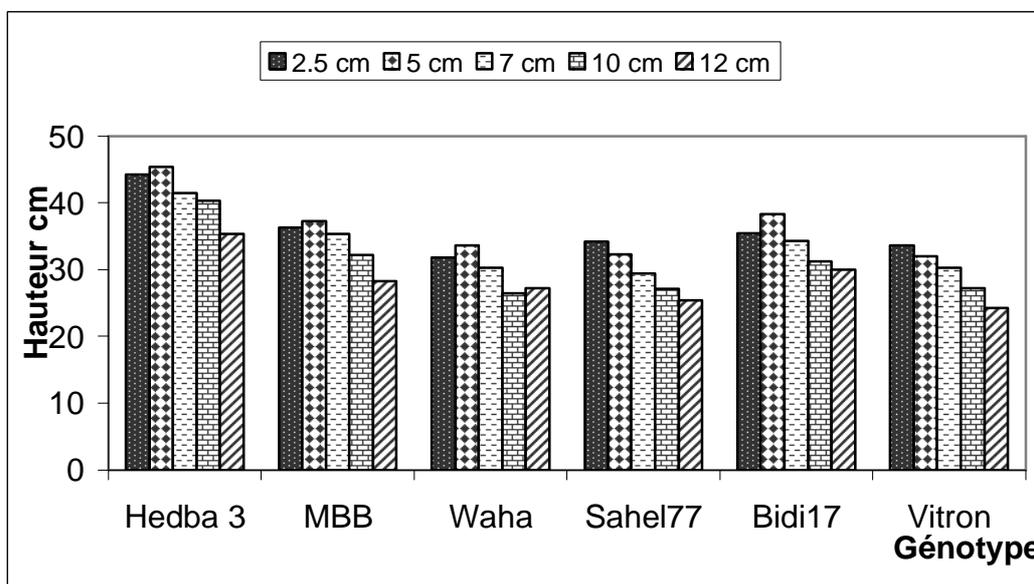


Figure 8₂ : Longueur (en cm) du col de l'épi (4^{ème} année)

La longueur du col de l'épi diminue graduellement du semis superficiel au semis profond dans les deux cas (2^{ème} et 4^{ème} année d'essai).

6- Biomasse à la floraison

La biomasse au stade floraison n'a été mesurée que pendant la 2^{ème} année d'essai. Les résultats sont représentés dans les figures 9₁ et 9₂.

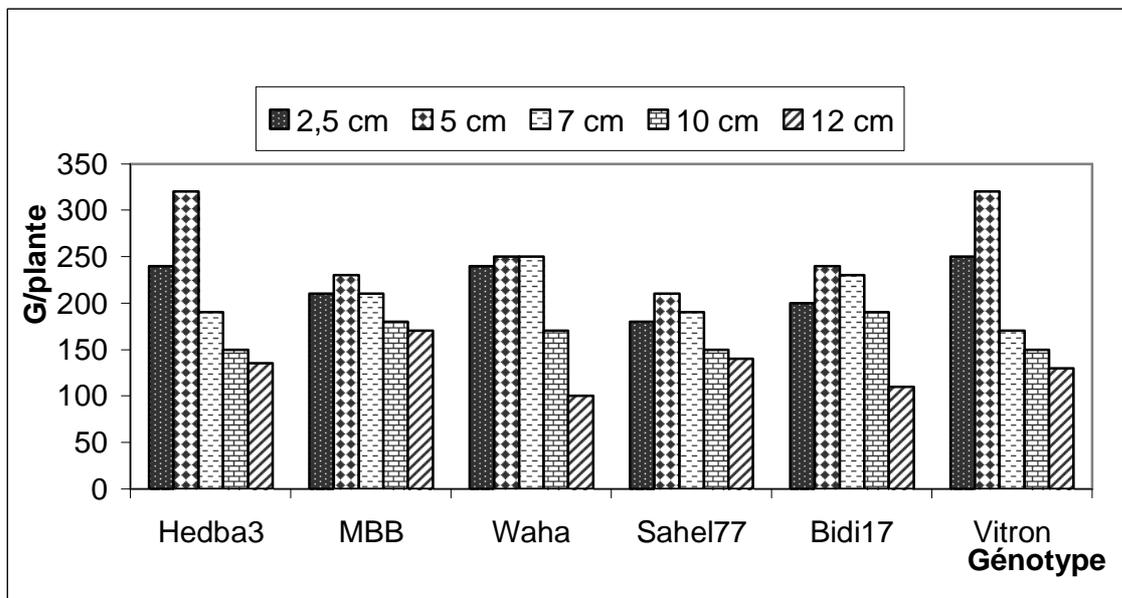


Figure 9₁ : Poids de matière fraîche (en g/plante) à la floraison (2^{ème} année)

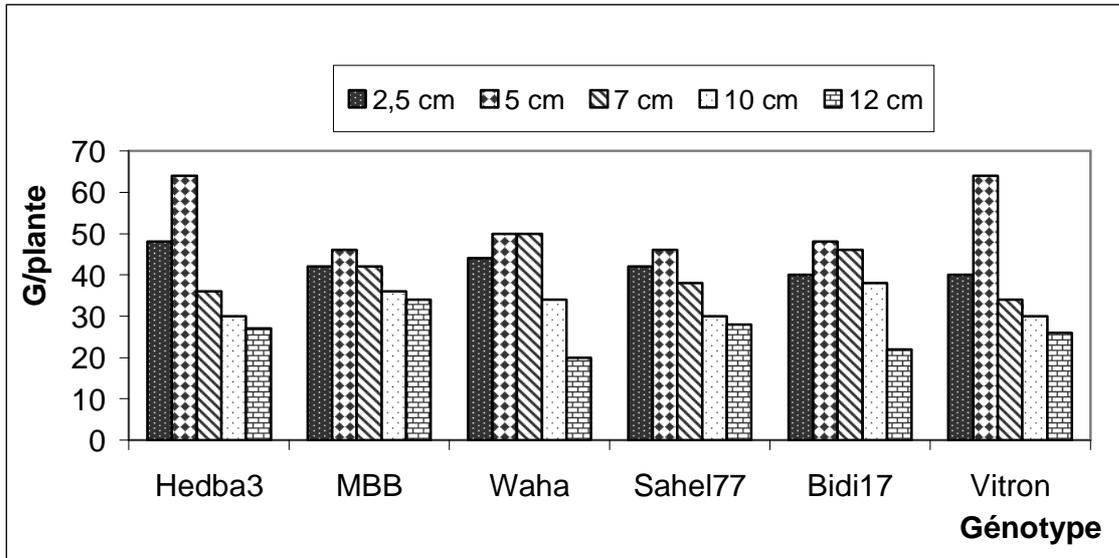


Figure 9₂ : Poids de matière sèche (en g/plante) à la floraison (2^{ème} année)

La biomasse augmente en passant de 2.5 à 5cm de profondeur pour tous les géotypes pour diminuer ensuite graduellement jusqu'à 12cm de profondeur. Cette augmentation représente 18,63 % de la masse de substance fraîche et 21,43 de la masse de substance sèche par rapport à la moyenne de base obtenue à 2.5cm de profondeur.

7- Hauteur des plantes aux stades épiaison et maturité.

Ce paramètre n'est mesuré que pendant la 4^{ème} année d'essai. Les résultats qui s'en dégagent sont représentés dans les figures 10₁ et 10₂.

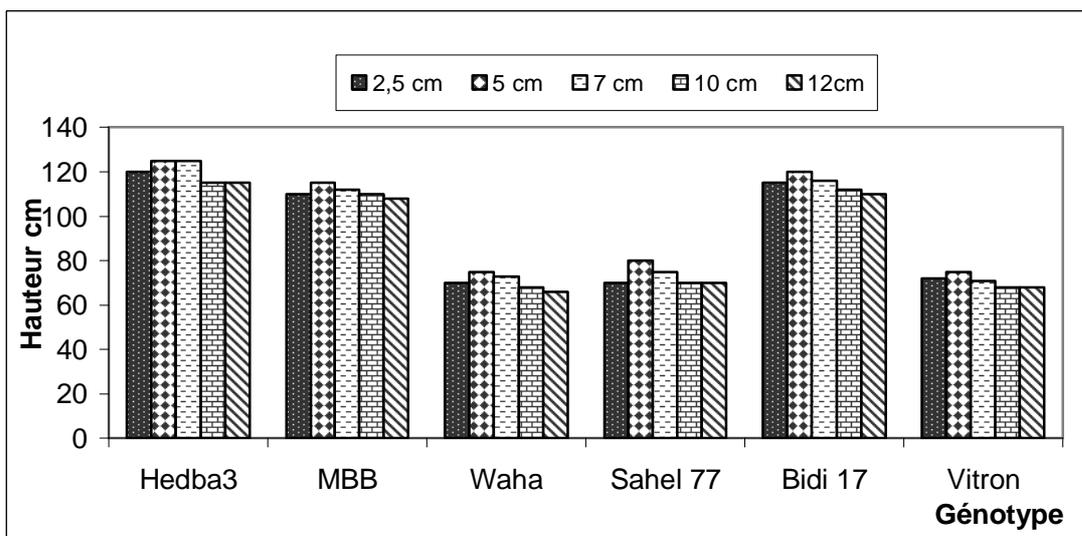


Figure 10₁ : Hauteur des plantes à l'épiaison (cm) (4^{ème} année)

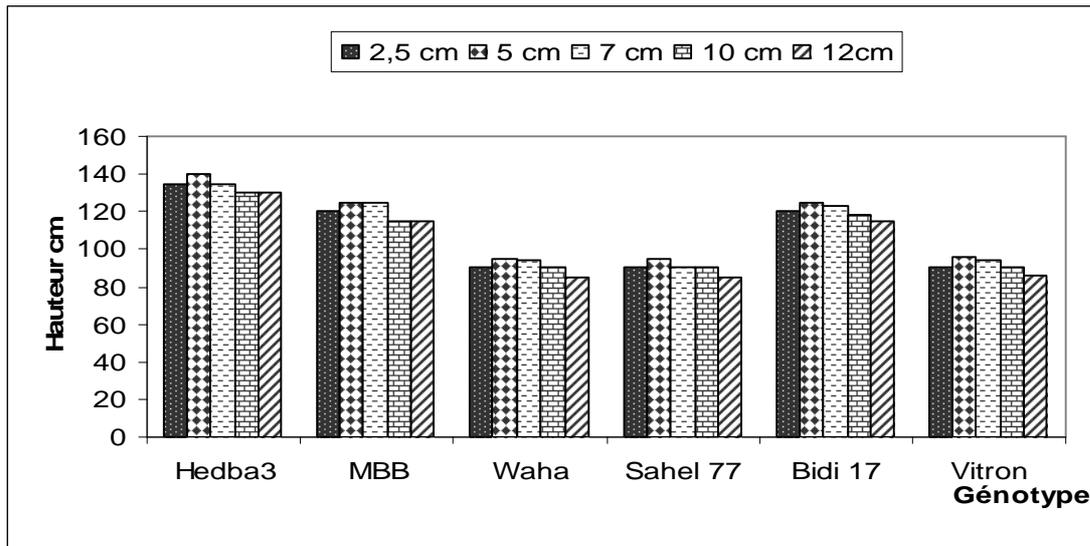


Figure 10₂ : Hauteur des plantes (en cm) à maturité (4^{ème} année)

Au stade épiaison, la hauteur des plantes n'est pas définitive. En dépit de ça, elle reflète la taille de la plante qui est une caractéristique variétale. La taille définitive est obtenue à maturité. Les valeurs obtenues dans les deux cas augmentent de 2.5 à 5cm de profondeur. Elles diminuent ensuite jusqu'à 12cm de profondeur.

8- Durée des phases phénologiques

La durée des phases phénologiques : semis → levée, semis → épiaison et semis → maturité, n'a été étudiée que pendant deux années (2^{ème} et 4^{ème}) d'essai. Les résultats qui lui sont relatifs sont consignés dans les figures 11₁ et 11₂.

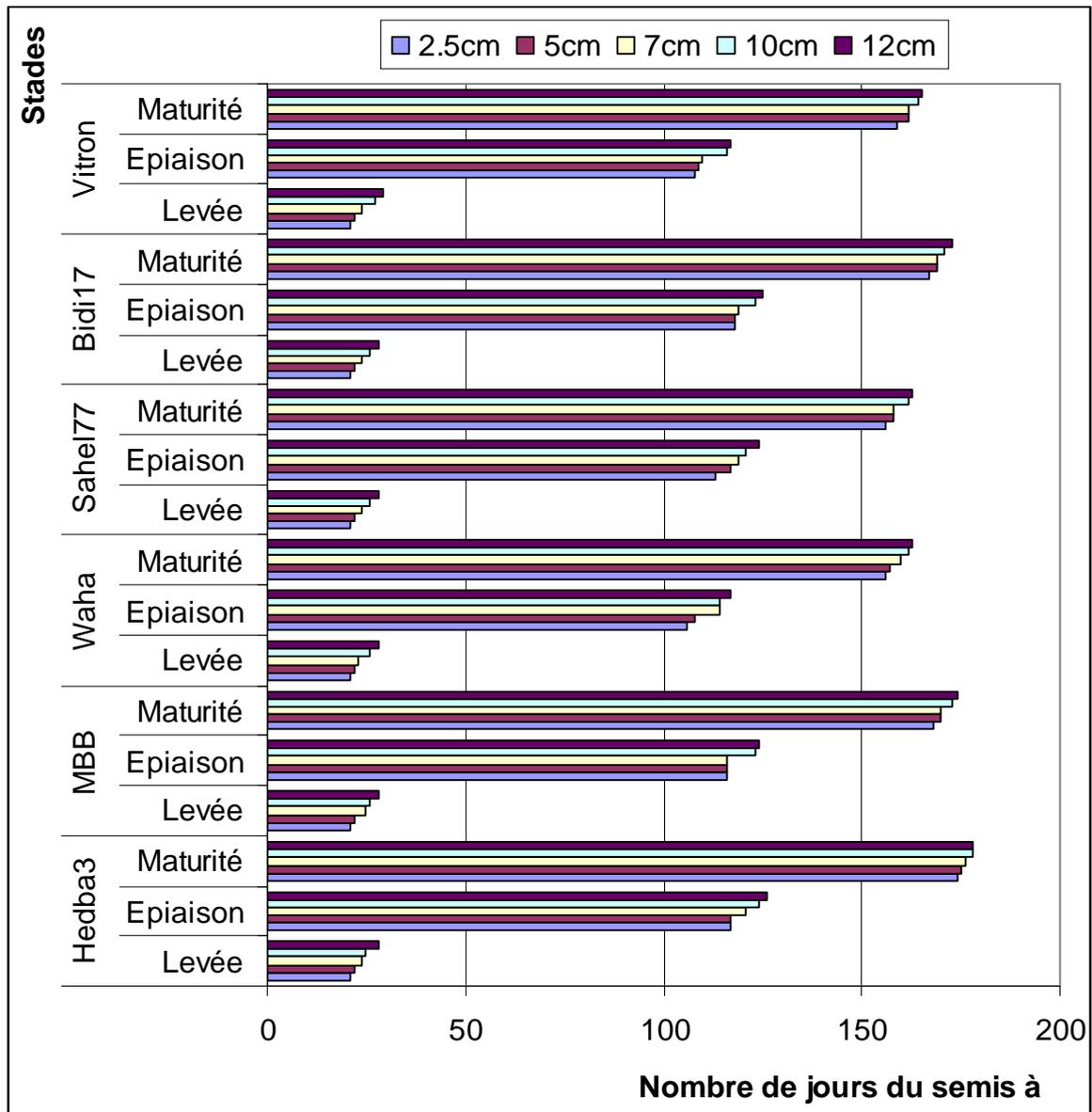


Figure 11₁ : Durée (en jours) des stades phénologiques : du semis- levée, semis - épiaison et du semis : maturité (2^{ème} année)

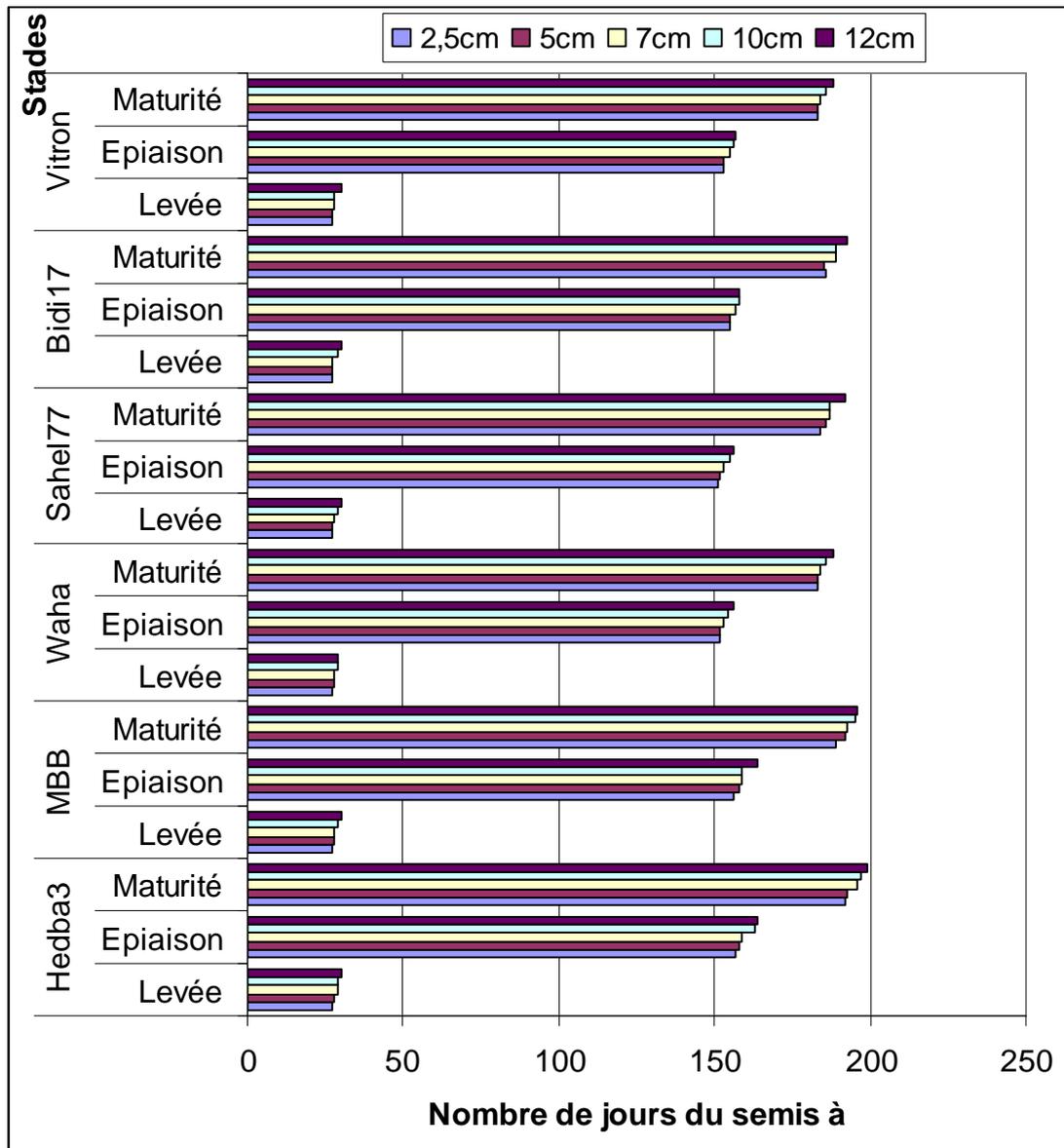


Figure 11₂ : Durée (en jours) des stades phénologiques : du semis- levée, semis - épiaison et du semis- maturité (4^{ème} année)

La durée de ces phases est plus grande en 4^{ème} année qu'en 2^{ème} année ceci est du aux conditions climatiques de l'année (données climatiques).

La durée de ces phases s'allonge avec l'augmentation de la profondeur de semis. L'écart de cette augmentation varie globalement de 1 à 8 jours.

Il faut remarquer, quand même que les génotypes expérimentés appartiennent à deux groupes de précocité différents, ce qui explique une durée de cycle plus grande chez Hedba3, MBB et Bidi17 par rapport aux autres variétés.

9- Les composantes de rendement

Les composantes de rendement représentées par le nombre d'épis au m², le nombre de grains par épi et le poids de 1000 grains (PMG) sont évaluées pendant les quatre années d'essai. Les valeurs obtenues sont consignées dans les tableaux VI_{1...4}, VII_{1...4} et VIII_{1...4}.

9.1- Nombre d'épis par m²

Tableau VI₁ : Nombre d'épis par m² (1^{ère} année)

Prof. Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	705.2 ±21.82	663.7 ±13.78	537.0 ±30.80	343.0 ±8.29	280.0 ±10.24
MBB	652.5 ±7.89	597.5 ±13.78	537.0 ±30.16	342.5 ±19.67	275.0 ±6.19
Waha	542.5 ±25.30	490.5 ±11.88	451.2 ±16.73	310.0 ±10.43	225.0 ±6.81
Sahel77	592.5 ±16.43	555.0 ±21.11	487.5 ±12.15	382.0 ±7.46	237.0 ±9.63
Bidi17	683.0 ±10.19	612.0 ±13.67	544.0 ±5.83	383.5 ±8.44	303.0 ±8.46
Vitron	602.5 ±26.87	488.0 ±9.19	524.0 ±15.84	301.0 ±9.50	186.0 ±15.12
Moyenne	629.71 ±17.22	567.79 ±13.79	513.46 ±18.31	343.67 ±10.09	251.00 ±8.72
Rang	A	B	C	D	E

ET = 33.3 épis ; CV = 7.2 % ; Moyenne = 462.83 épis par m² ; PPDS = 40.12 épis.

Tableau VI₂ : Nombre d'épis par m² (2^{ème} année)

Prof Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	648.50 ±19.71	662.00 ±14.45	548.00 ±7.05	312.00 ±8.72	151.50 ±17.52
MBB	622.25 ±16.26	648.00 ±11.07	498.25 ±5.21	277.00 ±10.38	143.00 ±4.91
Waha	643.00 ±10.38	683.25 ±15.13	411.50 ±14.54	202.75 ±8.91	126.00 ±4.08
Sahel77	658.25 ±12.89	637.00 ±9.46	387.00 ±7.32	293.25 ±6.14	117.00 ±4.17
Bidi17	597.50 ±13.01	632.75 ±29.00	512.25 ±8.00	278.00 ±3.84	136.00 ±4.09
Vitron	606.50 ±7.27	701.50 ±18.56	466.00 ±14.35	233.00 ±6.66	102.50 ±6.48
Moyenne	629.08 ±12.24	660.75 ±15.47	470.50 ±8.93	266.0 ±6.85	129.33 ±7.43
Rang	A	A	B	C	D

ET = 36.75 épis ; CV = 8.5 % ; Moyenne = 431.26 épis par m² ; PPDS = 44.27 épis.

Discussion

Tableau VI₃: Nombre d'épis par m² (3^{ème} année)

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	526.00 ±18.30	542.00 ±16.72	506.50 ±10.43	380.25 ±8.32	138.00 ±9.51
MBB	488.50 ±12.74	554.00 ±14.35	442.00 ±8.46	343.00 ±4.59	124.00 ±6.14
Waha	466.00 ±12.78	498.00 ±23.72	484.25 ±11.97	223.50 ±7.22	55.50 ±5.06
Sahel77	485.25 ±8.13	528.00 ±9.50	411.00 ±10.72	246.00 ±2.16	68.00 ±7.22
Bidi17	444.00 ±11.84	562.50 ±25.40	468.50 ±21.82	306.50 ±7.26	108.00 ±8.78
Vitron	460.25 ±5.75	522.00 ±6.41	466.00 ±7.08	238.50 ±6.94	60.50 ±5.69
Moyenne	478.82 ±10.85	534.42 ±15.43	463.04 ±11.22	289.63 ±5.69	92.33 ±6.41
Rang	B	A	B	C	D

ET = 31.9 épis ; CV = 8.7 % ; Moyenne= 368.15 épis par m², PPDS = 38.44 épis.

Tableau VI₄ : Nombre d'épis par m² (4^{ème} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	445.75 ±14.85	462.00 ±6.57	284.25 ±8.23	238.50 ±5.06	84.75 ±4.40
MBB	406.00 ±6.08	436.00 ±11.42	275.50 ±6.44	201.50 ±5.15	68.50 ±2.39
Waha	426.75 ±16.26	483.75 ±12.18	294.50 ±1.10	188.50 ±2.81	53.50 ±7.88
Sahel77	454.00 ±6.42	499.25 ±11.55	262.50 ±9.87	154.00 ±5.24	41.25 ±3.87
Bidi17	401.00 ±10.27	425.25 ±10.56	271.00 ±6.42	196.50 ±5.66	60.00 ±8.25
Vitron	462.00 ±10.42	504.50 ±5.82	290.50 ±4.70	173.00 ±4.09	38.00 ±2.94
Moyenne	432.58 ±10.07	468.46 ±8.85	279.70 ±5.93	192.00 ±4.22	57.67 ±4.83
Rang	A	A	B	C	D

Le nombre d'épis au m² diminue graduellement de 2.5 à 12cm de profondeur en première année d'essai, tandis qu'il augmente de 2.5 à 5cm, puis diminue progressivement jusqu'à 12cm pendant les trois autres années d'essai.

Le nombre d'épis reste relativement élevé avoisinant ou dépassant le nombre de grains semés par m², soit 250 grains à 10cm de profondeur dans les trois premiers essais.

Discussion

Dans le dernier essai, ce nombre est atteint à 7cm de profondeur. Aux profondeurs inférieures, ce nombre est doublé ou multiplié par un coefficient de 2.5.

Les géotypes locaux manifestent une légère supériorité sur les géotypes courts (à haut potentiel de production) pour ce paramètre.

Globalement, dans les 4 essais le nombre moyen d'épis par m² augmente en passant de 2.5 à 5cm de profondeur, excepté la 1^{ère} année où l'inverse s'est produit.

Pour toutes les variétés, à partir de 5cm de profondeur, ce paramètre diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. En moyenne, la densité la plus élevée (660.75 épis. m⁻²) est notée en 2^{ème} année à la profondeur 5cm, alors que la plus faible densité (57.67 épis. m⁻² en 4^{ème} année à 12cm.

En première année, nous observons une diminution graduelle du nombre des épis en fonction de la profondeur de semis chez toutes les variétés excepté la variété Vitron. Par contre, pendant les trois autres années, nous remarquons une augmentation du nombre d'épis en passant de 2.5cm à 5cm de profondeur, chez tous les géotypes, ensuite une diminution graduelle du nombre d'épis jusqu'à la profondeur de 12cm.

Les valeurs obtenues à 12cm classent les variétés comme suit

Bidi17 > Hedba3 > MBB > Sahel77 > Waha > Vitron.

9.2- Nombre de grains par épi

Le nombre de grains par épis est une caractéristique variétale. Il varie en fonction du géotype. Il diminue avec la profondeur de semis. Les profondeurs de semis 5 et 7cm expriment une fertilité élevée pour l'ensemble des géotypes. Il est relativement élevé dans le premier et le deuxième essai; il est moyen pour le 4^{ème} et bas dans le 3^{ème} essai. Ce nombre varie entre 12.25 et 51.70 grains par épi dans les quatre essais. Il augmente du semis à 2.5cm de profondeur aux semis plus profonds atteignant son maximum tantôt à 5cm, tantôt à 7cm de profondeur suivant les géotypes et diminuent ensuite jusqu'à la profondeur la plus grande.

Tableau VII₁ : Nombre de grains par épi (1^{ère} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	41.00 ±3.58	43.35 ±4.59	45.17 ±2.40	34.70 ±3.05	30.75 ±1.65
MBB	26.40 ±2.77	34.40 ±3.84	35.42 ±2.26	33.30 ±2.90	31.90 ±2.35
Waha	52.90 ±2.38	50.50 ±3.29	50.95 ±1.48	48.60 ±1.71	40.03 ±3.47
Sahel77	48.20 ±1.69	50.20 ±1.84	50.15 ±3.08	46.60 ±1.67	38.05 ±3.18
Bidi17	46.42 ±3.20	49.30 ±1.89	47.05 ±2.65	44.05 ±3.25	41.08 ±3.17
Vitron	46.30 ±2.33	47.50 ±1.39	47.47 ±3.73	46.19 ±2.92	31.33 ±3.54
Moyenne	43.37 ±2.41	45.88 ±2.69	46.04 ± 2.38	42.24 ± 2.36	35.52 ±2.63
Rang	A	A	A	A	B

ET= 3.62 grains; CV = 8.3 %; Moyenne = 43.80 grains par épi; PPDS = 4.36 grains.

Tableau VII₂ : Nombre de grains par épi (2^{ème} année)

Prof. / Génotypes	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	38.40 ±2.88	44.50 ±3.35	42.80 ±3.95	35.22 ±1.67	33.05 ±3.02
MBB	34.50 ±1.91	38.60 ±1.52	41.40 ±3.35	32.42 ±3.29	30.56 ±2.15
Waha	42.25 ±3.16	45.22 ±2.78	46.78 ±2.48	36.60 ±3.58	33.20 ±3.86
Sahel77	46.53 ±1.99	48.23 ±3.22	47.60 ±1.44	38.70 ±3.45	32.10 ±2.42
Bidi17	47.42 ±2.23	49.25 ±3.98	46.20 ±1.12	42.20 ±1.57	38.70 ±1.58
Vitron	48.60 ±3.18	51.70 ±1.85	47.30 ±1.37	38.00 ±2.65	35.82 ±2.09
Moyenne	42.95 ±2.31	46.22 ±2.25	45.35 ±2.23	37.19 ±2.50	33.92 ±2.32
Rang	B	A	AB	C	D

ET = 1.95 grains; CV = 4.7 %; Moyenne = 2.36 grains par épi; PPDS = 41.19 grains.

Discussion

Tableau VII₃ : Nombre de grains par épi (3^{ème} année)

Prof. Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	28.05 ±3.97	35.70 ±2.13	34.05 ±1.63	26.50 ±2.08	22.50 ±2.87
MBB	28.50 ±2.16	32.20 ±2.23	28.05 ±3.84	22.08 ±3.50	22.50 ±4.51
Waha	26.05 ±1.68	28.05 ±2.46	29.50 ±2.83	19.05 ±4.14	16.00 ±1.64
Sahel77	26.50 ±1.24	30.20 ±2.64	32.05 ±3.08	24.20 ±2.04	14.50 ±1.82
Bidi17	30.00 ±3.11	34.03 ±2.90	35.03 ±2.04	26.20 ±2.00	21.23 ±3.48
Vitron	30.02 ±3.44	32.50 ±2.92	34.05 ±2.94	21.55 ±2.62	12.25 ±2.65
Moyenne	28.20 ±2.46	32.11 ± 2.27	32.12 ±2.49	23.26 ±2.52	18.17 ±2.53
Rang	B	A	A	C	D

ET = 2.2 grains; CV = 8.3 %; Moyenne = 26.61 grains par épi; PPDS = 2.67 grains.

Tableau VII₄ : Nombre de grains par épi (4^{ème} année).

Prof. Génotypes	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba3	34.50 ±3.38	36.85 ±3.28	38.85 ±4.95	31.80 ±2.65	26.30 ±1.81
MBB	32.00 ±3.35	34.00 ±1.77	36.20 ±2.63	29.20 ±1.81	24.30 ±5.60
Waha	39.25 ±3.58	41.60 ±2.65	38.05 ±3.08	32.60 ±4.08	26.13 ±1.95
Sahel77	44.50 ±3.00	41.20 ±4.02	38.08 ±2.68	34.50 ±1.97	28.23 ±1.78
Bidi17	37.08 ±2.69	39.13 ±2.21	36.50 ±2.96	28.63 ±1.76	25.60 ±2.04
Vitron	38.60 ±3.29	40.40 ±3.99	37.30 ±2.43	31.50 ±2.60	23.00 ±2.15
Moyenne	37.59 ±2.86	38.86 ± 2.75	37.50 ± 2.86	31.37 ± 2.30	25.59 ±2.56
Rang	A	A	A	B	C

9.3- Poids de 1000 grains (PMG)

Tableau VIII₁ : Poids de 1000 grains (g) (1^{ère} année)

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	43.22 ±1.39	46.80 ±1.73	45.40 ±1.88	46.20 ±1.62	40.20 ±1.43
MBB	38.10 ±1.66	40.13 ±1.47	38.03 ±0.99	40.30 ±1.57	38.80 ±1.96
Waha	30.17 ±1.66	31.43 ±2.34	34.70 ±1.50	33.50 ±1.10	32.05 ±1.57
Sahel77	37.50 ±1.90	38.40 ±1.86	39.10 ±3.10	40.50 ±1.99	38.13 ±1.69
Bidi17	48.22 ±1.87	50.03 ±3.30	50.80 ±2.97	52.03 ±1.09	48.40 ±1.93
Vitron	45.05 ±1.46	47.05 ±1.74	48.00 ±0.66	48.40 ±2.09	47.50 ±2.02
Moyenne	40.21 ±1.48	42.30 ±1.91	42.67 ±1.83	43.49 ±1.44	40.75 ±1.57
Rang	C	AB	AB	A	B

ET = 2.2 g ; CV = 0.93 % ; Moyenne = 42.18 g ; PPDS = 1.12 g.

Tableau VIII₂ : Poids de 1000 grains (g) (2^{ème} année)

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	48.60 ±1.49	49.05 ±3.61	48.40 ±1.58	47.22 ±1.43	46.42 ±1.29
MBB	43.60 ±1.08	44.33 ±0.99	43.60 ±1.03	42.60 ±2.74	39.05 ±1.29
Waha	38.80 ±1.92	42.00 ±1.90	43.40 ±1.53	37.00 ±1.66	39.60 ±1.62
Sahel77	47.10 ±1.59	46.00 ±3.06	48.20 ±0.88	44.60 ±1.82	45.03 ±2.98
Bidi17	52.20 ±2.04	50.53 ±2.54	53.40 ±1.66	48.50 ±2.23	49.03 ±2.99
Vitron	46.50 ±1.80	46.70 ±1.30	48.40 ±1.75	45.05 ±1.56	44.05 ±1.95
Moyenne	46.22 ±1.49	46.43 ±2.14	47.57 ±1.27	44.07 ±1.73	43.86 ±1.90
Rang	B	B	A	C	C

ET = 0.93g; CV = 2.0 % ; Moyenne = 46.12 g ; PPDS = 1.12g.

Tableau VIII₃ : Poids de 1000 grains (g) (3^{ème} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	39.75 ±2.48	41.75 ±2.41	41.50 ±2.31	41.20 ±1.58	34.00 ±1.59
MBB	37.30 ±2.27	39.20 ±2.22	40.00 ±2.95	41.00 ±2.55	35.00 ±2.13
Waha	31.50 ±2.25	35.10 ±2.30	36.05 ±1.44	35.30 ±3.11	33.23 ±2.67
Sahel77	36.70 ±1.62	37.20 ±1.41	38.00 ±2.86	35.30 ±0.74	31.20 ±1.88
Bidi17	39.00 ±2.95	41.30 ±2.38	40.20 ±3.26	38.20 ±2.19	34.00 ±2.13
Vitron	34.00 ±3.09	37.00 ±1.61	36.30 ±1.45	35.00 ±1.88	31.00 ±2.52
Moyenne	36.38 ±2.20	38.59 ±1.85	38.67 ±2.20	37.67 ±1.90	33.07 ±1.93
Rang	B	A	A	AB	C

ET = 1.2 g ; CV = 3.4 % ; Moyenne= 36.86 g ; PPDS =1.53 g.

Tableau VIII₄ : Poids de 1000 grains (g) (4^{ème} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba3	41.30 ±2.36	42.70 ±3.02	40.60 ±2.49	41.05 ±1.46	38.70 ±1.72
MBB	36.10 ±1.60	37.60 ±1.57	38.30 ±0.82	35.65 ±1.38	34.30 ±1.20
Waha	37.05 ±2.22	39.20 ±2.16	39.50 ±2.04	36.30 ±2.59	35.85 ±1.57
Sahel77	40.65 ±2.08	43.60 ±1.54	44.40 ±1.39	40.20 ±1.85	38.40 ±1.86
Bidi17	44.05 ±2.42	44.50 ±2.30	46.70 ±1.46	41.40 ±2.96	41.60 ±2.39
Vitron	40.20 ±1.56	42.05 ±1.59	42.65 ±3.41	38.70 ±1.77	38.40 ±1.44
Moyenne	38.89 ±1.83	41.61 ±1.86	42.02 ±1.87	38.88 ±1.86	37.88 ±1.54
Rang	B	B	A	B	BC

Les valeurs relatives au poids de 1000 grains, obtenues classent les années d'essai dans l'ordre suivant:

2^{ème} année > 1^{ère} année > 4^{ème} année > 3^{ème} année.

Les valeurs de ce paramètre oscillent entre 31.00 et 53.40g. Ces valeurs augmentent

Discussion

du semis à 2.5cm au semis à 7cm de profondeur dans les 3 derniers essais, alors qu'au premier, elles augmentent jusqu'à 10cm de profondeur de semis.

Il faut remarquer que les variétés Bidi17, Hedba3 et Sahel77 remplissent mieux leurs grains ; arrivent ensuite Vitron, MBB et Waha.

9.4- Rendement théorique en grains

Le rendement estimé est obtenu par calcul, utilisant les composantes de rendement suivantes: le nombre d'épis.m⁻², de grains par épi et le poids de 1000 grains.

A titre indicatif, nous l'avons calculé pour la 3^{ème} année d'essai, bien que les résultats sont en général loin du rendement réel. Ces résultats sont représentés dans la figure 12.

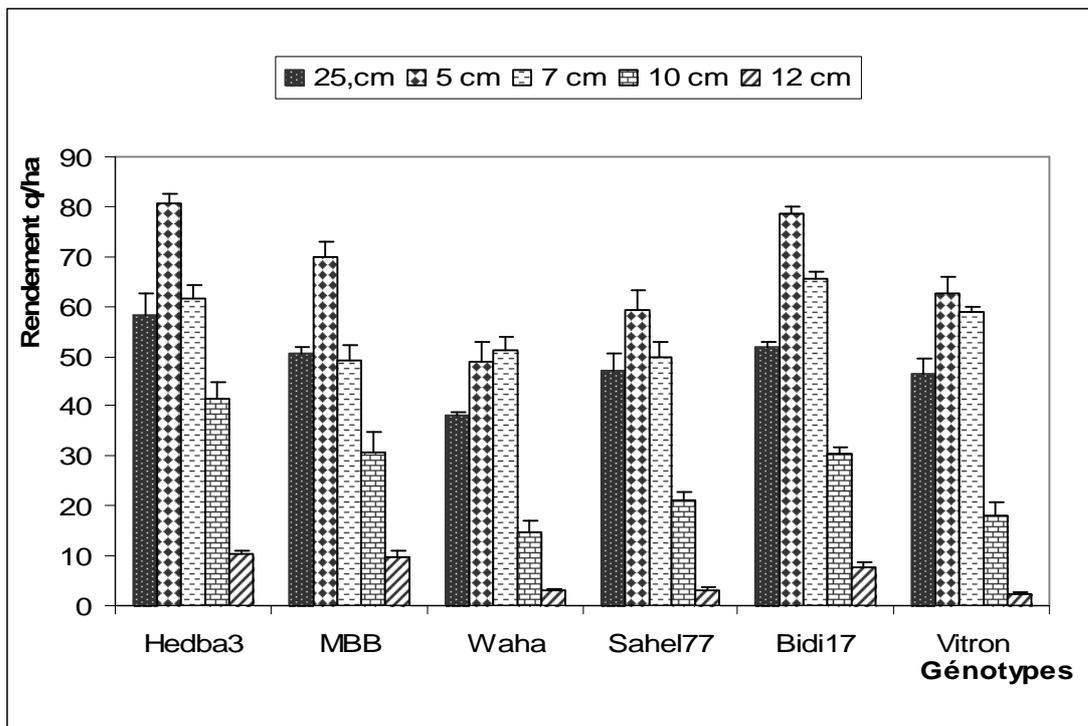


Figure 12 : Rendement théorique en grain, (q/ha) (3^{ème} année).

Les valeurs de la moyenne du rendement estimé observent une augmentation en passant de 2.5cm à 5cm de profondeur. Ensuite tous les génotypes subissent une diminution graduelle de la profondeur 5cm vers la profondeur la plus grande.

Les valeurs obtenues classent les profondeurs dans l'ordre suivant :

Prof.	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Rendement moyen q/ha	48.74 ±2.41	66.58 ±2.80	57.73 ± 2.12	26.15 ± 2.39	6.04 ±0.78
Rang	C	A	B	D	E

Discussion

ET = 4.74 q; CV = 11.6 %; Moyenne = 41.05 q/ha; PPDS = 5.7 q.

B - DISCUSSION

1- Nombre de plantules par m² à la levée

Dans les quatre essais, le nombre moyen de plantules levées par m² ne dépasse guère 70.2% dans toutes les profondeurs (Tableaux IV_{1...4}).

Le pourcentage de levée le plus élevé est enregistré à 5cm de profondeur en 3^{ème} année d'essai, alors, qu'il est obtenu à 2.5cm de profondeur de semis pendant la 1^{ère} année. Ce taux est toujours élevé à cette profondeur dans les essais 2 et 4. Par la suite le nombre de plantules levées par m² diminue graduellement à partir de 5cm en fonction de la profondeur de semis pour atteindre dans le 4^{ème} essai 8.65 % seulement.

Ces valeurs confirment les résultats de certains travaux (Hadjichristodoulou, *et al.* 1977; Tadjouri, 1997; Guergah, 1997) et concordent avec d'autres (Acevedo et Naji, 1986; Boufenara, 1998; Boubaker *et al.*, 1999; Othmani, 2004).

Tableau IX₁ : Nombre moyen de plantules par m² (4 années d'essai)

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba3	162.13 ±7.40	167.88 ±9.98	129.50 ±7.20	95.38 ±9.07	46.00 ±4.46
MBB	151.19 ±7.54	148.50 ±8.36	118.25 ±6.89	93.31 ±5.18	44.88 ±6.63
Waha	143.44 ±9.41	148.19 ±8.71	111.44 ±7.52	77.63 ±5.38	31.00 ±5.58
Sahel 77	146.31 ±6.79	150.38 ±6.42	105.06 ±3.82	70.50 ±6.00	32.81 ±3.78
Bidi 17	152.38 ±8.33	159.94 ±7.24	127.38 ±6.86	87.31 ±5.63	42.94 ±6.11
Vitron	144.13 ±8.81	150.50 ±8.50	112.50 ±6.66	82.44 ±5.73	33.25 ±4.51
Moyenne	149.93 ±7.88	154.23 ±8.06	117.35 ±6.43	84.43 ±6.14	38.48 ±5.13
Levée %	59.9	61.6	46.9	33.7	15.3
Rang	B	A	C	D	E

ET = 7.86 plantules, Moyenne= 108.88 plantules par m² CV = 7.2% PPDS= 5.50 plantules

Taux moyen de plantules levées par m²

Globalement le taux de levée augmente en passant de 2.5 à 5cm de profondeur; à partir de 5cm il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. En effet, le taux enregistré en grande profondeur représente le ¼ de celui noté superficiellement à 2.5cm.

Profondeur	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
% plantules levées	59.8	61.8	46.8	33.7	15.3

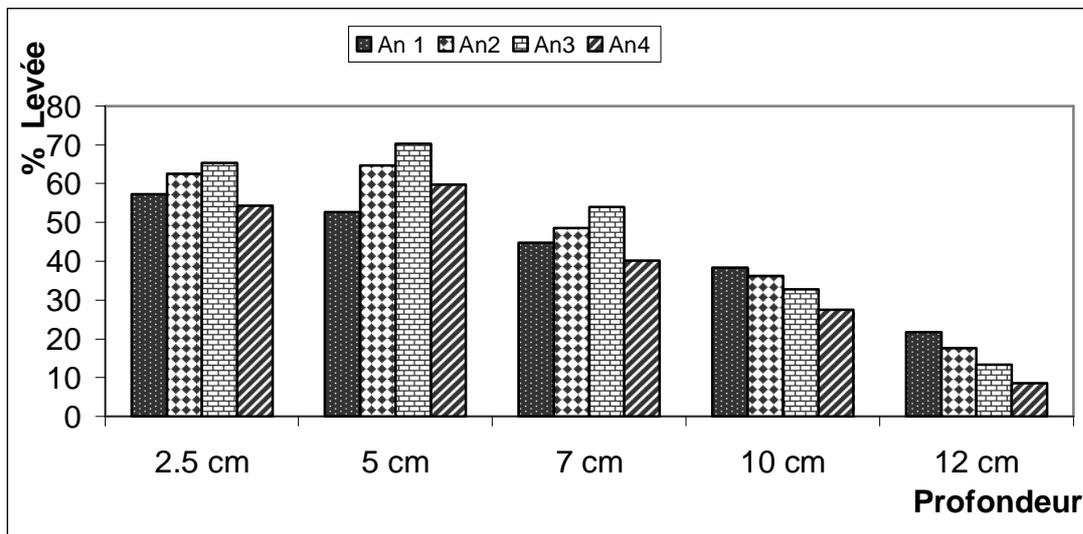


Figure 13 : Taux de plantules levées par profondeur et par année (%).

Le taux de levée est considéré satisfaisant lorsqu'il atteint 55 à 70% de plantules levées (Jouve et Daoudi, 1984). Ainsi, les valeurs moyennes montrent que le pourcentage de plantules levées est satisfaisant dans les deux premières profondeurs, en semis superficiel.

Le test de Newman et Keuls au seuil 5% révèle des différences significatives du nombre de plantules levées par profondeur. Classées sur la base du nombre de plantules par m² par profondeur, les profondeurs de semis se rangent comme suit :

Profondeur	Nombre de plantules. m ²	Groupes homogènes	PPDS
5cm	154.23	A	2.25 plantules
2.5cm	149.93	B	

Discussion

7cm	117.35	C	
10cm	84.43	D	
12cm	38.48	E	

- Classées par rapport au nombre moyen de plantules par m², les variétés se rangent comme suit :

Génotypes	Nombre de plantules par m ²	Groupes homogènes	PPDS
Hedba3	120.18	A	2.46 plantes
Bidi17	113.99	B	
MBB	111.22	C	
Vitron	104.36	D	
Waha	102.34	D E	
Sahel77	101.01	E	

Tableau IX₂ : Interaction Nombre de plantules x profondeur de semis (PPDS = 5.50 plantules).

Profondeur Semis	Génotypes	Plantules par m ²	Groupes Homogènes	
5cm	Hedba3	167.88	A	
2.5cm	Hedba3	162.13	B	
5cm	Bidi17	159.94		
2.5cm	Bid17	152.38	C	
2.5cm	MBB	151.19	CD	
5cm	Vitron	150.50		
5cm	Sahel 77	150.38		
5cm	MBB	148.50		
5cm	Waha	148.19		
2.5cm	Sahel77	146.31		
2.5cm	Vitron	144.13		
2.5cm	Waha	142.44		D
7cm	Hedba3	129.50		E
7cm	BIDI 17	127.38		
7cm	MBB	118.25	F	
7cm	Vitron	112.50	G	
7cm	Waha	111.44		
7cm	Sahel77	105.06	H	
10cm	Hedba3	95.38	I	
10cm	MBB	93.31		
10cm	Bidi17	87.31	J	
10cm	Vitron	82.44	JK	
10cm	Waha	77.63	K	
10cm	Sahel77	70.50	L	
12cm	Hedba3	46.00	M	
12cm	MBB	44.88		
12cm	Bidi17	42.94		
12cm	Vitron	33.25	N	
12cm	Sahel	32.81		

Discussion

12cm	Waha	31.00	
------	------	-------	--

Les valeurs obtenues confirment les observations faites par Burleigh *et al.* (1965) où les génotypes à long coléoptile lèvent plus rapidement que ceux caractérisés par des coléoptiles courts.

2- Tallage herbacé et tallage épi

- Le tallage herbacé

La moyenne de tallage herbacé varie de 2.2 à 6.6 talles par plante. Elle est relativement élevée en 2^{ème} qu'en 4^{ème} année d'essai (Tableaux 9_{2 et 4}).

La moyenne maximale de tallage est obtenue à 2.5cm avec 6.6 talles par plante en 2^{ème} année d'essai, alors qu'elle est obtenue à 5cm de profondeur avec une valeur beaucoup plus faible, 4.4 talles herbacées par plante.

Ce paramètre diminue graduellement par la suite avec l'augmentation de la profondeur de semis. Classées sur la base du nombre de talles formées, les variétés se rangent dans l'ordre suivant :

- 2^{ème} année : **Vitron > MBB > Waha > Sahel77 > Hedba3 > Bidi17.**

Le tallage herbacé le plus faible est obtenu chez la variété Bidi17 à la profondeur 12cm avec 2.5 talles herbacées par plante.

A 12cm de profondeur la variété Vitron enregistre le tallage le plus élevé 4.1 talles herbacées par plante.

- 4^{ème} année : **Vitron , Sahel77 > Bidi17 > MBB , Waha > Hedba3**

Les génotypes Vitron et Sahel77, présentent le tallage herbacé relativement le plus élevé 4.8 aux profondeurs 2.5 et 5cm respectivement. En semis superficiel à 2.5cm la variété Hedba3 enregistre le plus faible tallage (3.8). Le tallage herbacé le plus faible exprimé par Sahel77 à la profondeur 12cm (2 talles par plante).

Le tallage herbacé moyen par plante pour les deux années est comme suit

Profondeur	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm	Moyenne
T. H/plante	4.9	4.85	4.35	3.55	2.85	4.1

- Le tallage épi

Discussion

La moyenne du tallage épi est élevée en deuxième année qu'en 4^{ème} année d'essai. Pour tous les génotypes le tallage épi diminue globalement et de manière graduelle, du semis superficiel au semis profond. Cependant, il convient de noter dans la 4^{ème} année d'essai que les mêmes résultats sont obtenus à 2.5cm et 5cm soit 3.3 talles épis par plante. A partir de 5cm de profondeur le tallage épi diminue avec l'augmentation de la profondeur de semis.

Le tallage épi le plus faible est enregistré chez les génotypes Hedba3 et Sahel77 avec 2.7. A l'opposé, le tallage le plus élevé en faveur de Bidi17. En 2^{ème} année d'essai manuel, de 2.5 à 5cm le nombre d'épis par plante diminue pour tous les génotypes à l'exception de Bidi17 qui garde les mêmes résultats (3.7 épis par plante). Ce paramètre diminue en fonction de la profondeur exceptée Sahel77 qui enregistre une augmentation du tallage en passant de 5cm à 7cm.

Ces valeurs confirment les résultats enregistrés par Tadjouri (1997), Guergah (1997) et Boufenara (1998) et concordent avec ceux notés dans diverses stations expérimentales réparties à travers le territoire national où l'on enregistre des variations avec les mêmes variétés selon l'année expérimentée et l'environnement par Annicchiarico *et al.* (2002).

La moyenne du tallage épi pour les deux années est comme suit :

Profondeur	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm	Moyenne
T. E/plante	2.85	2.60	2.20	1.85	1.35	2.17

3- Nombre de racines par plante et par talle

Ce paramètre est lié directement au nombre de talles par plante. Les valeurs obtenues classent les variétés hautes à quelques exceptions près, les premières en 2^{ème} année d'essai, alors que pendant la 4^{ème} année c'est l'inverse qui s'est produit.

Les variétés courtes se trouvent classées de manière homogène les premières sur toutes les profondeurs de semis.

Classement des variétés par profondeur de semis

À 2.5cm	Vitron / Bidi17 / Hedba3 / Sahel77 / MBB / Waha
À 5cm	Hedba3 / Bidi17 / MBB / Vitron / Sahel77 / Waha.
A 7cm	Bidi17 / Sahel77 / MBB / Waha / Hedba3 / Vitron.
À 10cm	Bidi17 / Hedba3 / Sahel77 / MBB / Waha / Vitron

Discussion

A 12cm	MBB / Hedba3 / Sahel77 / Bidi17 / Waha / Vitron
--------	---

Par ailleurs, le nombre de racines par talle augmente globalement de 2.5cm à 12cm de profondeur, excepté les variétés Bidi17 et Waha, où en 2^{ème} année l'on constate une baisse.

Ce paramètre varie pendant les deux années d'essai en fonction de l'année, du génotype et du nombre de talles par plante. La moyenne est plus élevée en 4^{ème} qu'en 2^{ème} année.

En 2^{ème} année d'essai le nombre de racines par talle le plus élevé est obtenu chez la variété Bidi17 avec 12.9 racines par talle à la profondeur 12cm; alors que le plus faible par la variété Vitron, est enregistré 6.48 racines par talle.

En 4^{ème} année d'essai la variété Sahel77 a produit le nombre de racines par talle le plus élevé qui est de 17.6. Les résultats de la 4^{ème} année d'essai classent les génotypes comme suit:

A 2.5cm	Sahel77 / Waha / Vitron / MBB / Hedba3 / Bidi17
À 5cm	Sahel77 / Waha / Vitron / Hedba3 / Bidi17 / MBB
A 7cm	Sahel77 / Waha / Vitron / Bidi17 / Hedba3 / MBB
À 10cm	Sahel77 / Waha / Vitron / Bidi17 / MBB / Hedba3
A 12cm	Sahe 77 / Waha / Vitron / Bidi17 / MBB / Hedba3

Les valeurs obtenues classent les variétés courtes et à cycle précoce les premières sur toutes les profondeurs de semis avec un nombre important de racines par plante; alors que les variétés hautes présentent peu de racines. Ceci confirme les observations faites par Hazmoune (1994) où le premier groupe possède un appareil racinaire progressant horizontalement dans le sol contrairement au 2^{ème} groupe qui a peu de racine mais descend en profondeur.

4- Surface de la feuille étendard

La surface de la feuille étendard augmente graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis.

Discussion

Les valeurs de surface de la feuille étendard enregistrées aussi bien en 2^{ème} qu'en 4^{ème} année d'essai varient de 15,55 à 32,61 cm² et de 42,2 à 55,6 cm² respectivement. Ces résultats varient presque du simple au double en passant d'une année à une autre.

En tout cas, la moyenne par profondeur de semis en 4^{ème} année d'essai est le double de celle de la 2^{ème} année où le génotype MBB enregistre la valeur la plus faible suivi par Vitron

Tableau X : Surface moyenne de la feuille étendard pendant les 2 années (cm²)

Profondeur de semis		2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
2 ^{ème} année	S. F	22.81	22.37	23.48	24.23	26.68
	%	100	98.0	102.9	106.2	116.9
4 ^{ème} année	S.F	47.0	48.10	50.35	52.16	52.21
	% / 2.5cm	100	102.3	107.12	110.9	111.0

L'effet année est très marqué.

Dans les deux cas, la surface de la dernière feuille augmente avec l'augmentation de la profondeur de semis chez les six génotypes étudiés.

Les résultats obtenus concordent avec les observations faites par certains auteurs, La surface foliaire varie en fonction du génotype. En année de sécheresse, les génotypes réagissent différemment. Les résultats obtenus par Ali Dib et Monneveux (1992), ont montré une réduction importante de la surface de la feuille étendard chez les génotypes Hedba3 et Oued Zenati368 lorsqu'ils sont soumis à la contrainte hydrique. En effet ces 2 variétés ont enregistré une réduction de moitié de la surface de la feuille étendard lors d'un déficit hydrique, avec 31 et 40 cm² sans déficit hydrique contre 18.2 et 22 cm² avec déficit hydrique respectivement.

5 – Col de l'épi

La longueur du col de l'épi est une caractéristique variétale. Les génotypes à paille haute, possèdent un col de l'épi long. Celui des génotypes courts est court. En année de sécheresse le col de l'épi est réduit pour tous les génotypes.

Cette longueur est en faveur de la 2^{ème} année, la moyenne des deux essais le révèle explicitement.

Tableau XI : Réduction du col de l'épi entre 2.5 et 12cm de profondeur (cm et %).

Discussion

	2 ^{ème} année		4 ^{ème} année	
	% réduction	Ecart en cm	% réduction	Ecart en cm
Hedba3	26.2	13	14.6	6.4
MBB	24	9.6	22.6	8.0
Waha	12	4.2	14.6	4.6
Sahel 77	20.3	7.4	25.7	8.8
Bidi 17	12.4	4.8	15.2	5.4
Vitron	5.98	2	27.7	9.3

Ce sont les génotypes Hedba3 et MBB qui ont enregistré la plus grande différence entre les deux essais au semis superficiel.

La profondeur de semis diminue la longueur du col de l'épi; pour un même génotype. Elle varie en fonction de la hauteur de la plante et des conditions climatiques de l'année. La sécheresse et les hautes températures limitent le développement des plantes et par conséquent la longueur du col est réduite.

Les valeurs enregistrées concordent avec certains résultats publiés (Annichiarico *et al.*, 2002) portant sur 24 variétés de blé dur réparties à travers 18 sites pendant trois années consécutives, où l'on enregistre des variations en fonction de l'année expérimentée, le génotype et l'environnement.

6- Biomasse à la floraison

La biomasse augmente en passant de 2.5 à 5cm de profondeur pour tous les génotypes, pour diminuer ensuite graduellement jusqu'à 12cm de profondeur. Cette augmentation représente 18.63 % de la masse de substance fraîche et 21.43 de substance sèche par rapport à la moyenne de base à 2.5cm de profondeur.

Profondeur	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Moyenne matière fraîche (g)	220	261	206	165	130
%par rapport prof. Standard	100	118.63	93.63	75.00	59.09
Moyenne matière sèche (g)	42	53	41	33	26
% par rapport prof. Standard	100	126.19	97.61	78.57	61.90

7- Hauteur des plantes aux stades épiaison et maturité

Tableau XII : Hauteur des plantes aux différentes profondeurs de semis (%) par rapport à la profondeur de base 2.5cm (Figures 10-1 et 10-2₄).

Discussion

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba3	100	103.7	100	96.2	96.2
MBB	100	104.1	104.6	95.8	95.8
Waha	100	105.5	104.4	100	94.4
Sahel77	100	105.5	105.5	100	94.4
Bidi17	100	104.1	102.5	98.3	95.8
Vitron	100	106.6	104.4	100	95.5

De 5 à 12cm de profondeur la variété Hedba3 diminue de 10cm, représentant une baisse de 7.1%. Cette baisse est de : 8%, 10.5%, 10.5 %, 8 % et 11.6 % pour les géotypes MBB, Waha, Sahel77, Bidi17 et Vitron respectivement.

Globalement toutes les variétés n'ont pas atteint les hauteurs normales prévues dans les fiches descriptives relatives aux caractéristiques variétales du catalogue officiel, ou enregistrés dans divers essais nationaux et internationaux (Projet Algéro- Italien « Amélioration et renforcement du système national de comportement variétal du blé dur » essais menés pendant 3 années consécutives à travers 18 stations, réparties sur le territoire national). Ceci est dû aux aléas climatiques (sécheresse, basses et hautes températures). Ces valeurs confirment les observations faites par Ali Dib et Monneveux (1992 où ils ont montré une réduction importante de la croissance chez les géotypes Hedba3 et Oued Zenati368, ainsi qu'une réduction importante de la teneur en eau lorsqu'ils sont soumis à la contrainte hydrique.

7- Durée des phases phénologiques

L'augmentation de la profondeur de semis entraîne un retard dans la réalisation des différentes phases du cycle; retard qui peut être estimé en 2^{ème} année d'essai à 1 à 7 jours et en 4^{ème} année à 7 à 8 jours entre le semis superficiel et le semis profond.

Tableau XIII : Ecart (jour) du semis à l'épiaison des différentes profondeurs de semis par rapport au semis superficiel (2.5cm).

Prof. / Génotypes	2 ^{ème} année d'essai					4 ^{ème} année d'essai				
	2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm	2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
Hedba3	174	+1	+2	+4	+4	192	+1	+4	+6	+8
MBB	168	+2	+2	+5	+6	189	+3	+4	+6	+7
Waha	156	+1	+4	+6	+7	183	0	+2	+3	+5
Sahle 77	156	+2	+2	+6	+7	184	+2	+3	+3	+8
Bidi17	167	+2	+2	+4	+6	186	0	+3	+3	+7
Vitron	159	+3	+3	+5	+6	183	0	+1	+3	+6

Les géotypes à cycle long présentent un écart plus important à maturité, entre 7 jours pour le semis profond par rapport au semis superficiel. La durée du passage d'un stade à un autre est variable suivant le géotype.

De même, cet intervalle varie en fonction de la profondeur de semis. Plus la profondeur de semis augmente plus la durée pour l'accomplissement d'un stade est grande. En effet, les valeurs obtenues confirment celles notées par certains auteurs Guergah (1997) et Tadjouri (1997).

9 – Les composantes de rendement

9.1- Nombre d'épis par m²

En semis profond, le nombre d'épis par m² oscille entre 13.28 et 39.85 % épis par m² par rapport à la profondeur 2.5cm. A partir de 7cm de profondeur il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis.

Tableau XIV₁ : Nombre moyen d'épis par m² par année .

Profondeur		2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Année						
	1 ^{ère}					
1 ^{ère}	Nbre épis	629.71	567.79	513.46	343.67	251.0
	Rang	A	B	C	D	E
2 ^{ème}	Epi	629.08	660.75	470.50	266.00	129.33
	Rang	A	A	B	C	D
3 ^{ème}	Epi	478.82	534.00	463.04	289.63	92.33
	Rang	B	A	B	C	D
4 ^{ème}	Epi	432.58	468.16	279.70	192.00	57.67
	Rang	A	A	B	C	D
Densité moyenne		542.54	557.67	431.67	272.82	132.58

Tableau XIV₂ : Nombre moyen d'épis par m² (Tableaux VI_{1...4}).

Prof.	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Géotypes					
Hedba3	581.38 ±16.85	582.44 ±13.72	468.94 ±15.32	318.44 ±6.90	163.56 ±10.21
MBB	542.31 ±10.25	558.88 ±11.39	438.19 ±14.49	318.40 ±10.41	152.63 ±4.60
Waha	519.56 ±15.35	538.88 ±14.70	410.38 ±11.27	231.19 ±7.05	115.00 ±5.49
Sahel 77	547.63 ±10.43	554.81 ±12.32	387.00 ±9.09	268.81 ±5.01	115.81 ±5.95

Discussion

Bidi 17	531.38 ±10.19	558.13 ±18.89	448.94 ±11.09	291.13 ±5.84	151.75 ±6.83
Vitron	532.44 ±13.54	554.00 ±10.04	436.63 ±10.29	236.38 ±6.32	96.75 ±7.90
Moyenne	542.45 ±12.69	557.85 ±13.44	431.68 ±11.81	272.82 ±6.94	132.58 ±6.88
Rang	B	A	C	D	E

CV = 3.2 % ; ET = 12.39 épis par m²; Moyenne = 387.48 épis; PPDS = 8.67 épis.

Tableau XIV₃ : Taux du nombre d'épis par m² par profondeur de semis par rapport au semis superficiel (à 2.5cm) (%)

Prof.	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Année					
1 ^{ère} année	100	90.1	81.5	54.5	39.8
2 ^{ème} année	100	105.	74.1	42.2	20.5
3 ^{ème} année	100	111.6	96.7	60.4	19.2
4 ^{ème} année	100	108.2	64.7	44.3	13.3

Le test de Newman et Keuls au seuil 5 % range les années, les profondeurs de semis et les génotypes dans l'ordre suivant :

- L'année: **1^{ère} année > 2^{ème} année > 3^{ème} année > 4^{ème} année**
- La profondeur de semis

Profondeur	Nombre épis.m ⁻²	Groupes homogènes	PPDS
5cm	557.85	A	3.54 épis
2.5cm	542.45	B	
7cm	431.68	C	
10cm	272.82	D	
12cm	132.57	E	

- Les génotypes

Génotypes	Nombre épi. m ⁻²	Groupes Homogènes	PPDS
Hedba3	422.95	A	3.88 épis
MBB	396.50	B	
Bidi17	396.26	C	
Sahel 77	374.81		
Vitron	371.24	D	
Waha	363.00		

En grande profondeur de semis, les valeurs obtenues dégagent deux groupes de variétés selon le nombre d'épis par m² : le premier groupe représente les variétés Hedba3, MBB et Bidi17 ayant un coléoptile long, caractérisées par un appareil racinaire profond sont adaptées aux conditions difficiles de sécheresse; le deuxième groupe formé par Sahel77, Waha et Vitron. Ces dernières variétés sont caractérisées par un appareil racinaire peu profond (Hazmoune, 1994)

Tableau XIV 4: Interaction profondeur de semis x variété (PPDS 8.67 épis).

Profondeur de semis	Génotypes	Epis.m ⁻²	Groupes homogènes
5cm	Hedba3	582.44	A
2cm	Hedba3	581.38	
5cm	MBB	558.88	B
5cm	Bidi17	558.13	
5cm	Sahel77	554.81	
5cm	Vitron	554.00	
2.5cm	Sahel77	547.43	
2.5cm	MBB	542.31	CD
5cm	Waha	538.88	D
2.5cm	Vitron	532.44	
2.5cm	Bidi17	531.88	
2.5m	Waha	519.56	E
7cm	Hedba3	468.44	F
7cm	Bidi17	448.94	G
7cm	MBB	438.19	H
7cm	Vitron	436.63	
7cm	Waha	410.38	I
7cm	Sahel77	387.00	J
10cm	Hedba3	318.44	K
10cm	Bidi17	293.13	L
10cm	MBB	291.00	
10cm	Sahel77	268.81	M
10cm	Vitron	236.38	N
10cm	Waha	231.19	
12cm	Hedba3	163.56	O
12cm	MBB	152.63	P
12cm	Bidi17	151.75	
12cm	Sahel77	115.81	Q
12cm	Waha	115.00	
12cm	Vitron	96.00	R

9.2- Nombre de grains par épi

Discussion

Pendant la première année d'essai le nombre moyen de grains par épi est relativement voisin pour les 4 premières profondeurs (2.5, 5, 7 et 10cm). Il diminue à 12cm. Pendant la 4^{ème} année d'essai, il est relativement le même pour les trois premières profondeurs; il diminue ensuite de 10 à 12cm.

Pendant la 2^{ème} et la 3^{ème} année, il est relativement faible à 2.5cm; il augmente à 5 et 7cm, les valeurs sont relativement les mêmes; il diminue par la suite.

Les valeurs obtenues confirment les résultats de certains travaux réalisés par Guergah (1997), Tadjouri (1997) et Boufenara (1998) et concordent avec certains résultats publiés par Annicchiarico *et al.* (2002) où l'on enregistre des variations de nombre de grains par épi pour un même génotype en fonction des conditions de culture (génotype, environnement et année).

Tableau XV 1: Nombre moyen de grains par épi (par année)

Profondeur		2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
1 ^{ère} année	Moyenne	43.37	45.88	46.04	42.24	35.52
	Rang	A	A	A	A	B
2 ^{ème} année	Moyenne	42.95	46.22	45.35	37.19	33.92
	Rang	B	A	A B	C	D
3 ^{ème} Année	Moyenne	28.20	32.11	32.12	23.36	18.17
	Rang	B	A	A	C	D
4 ^{ème} année	Moyenne	37.59	38.86	37.50	31.37	27.59
	Rang	A	A	A	B	C

C'est ainsi que les valeurs obtenues classent les années dans l'ordre suivant :

1ère année > 2^{ème} année > 4^{ème} année > 3^{ème} année.

Représentées par les groupes A, B, C et D respectivement.

De même, ces valeurs rangent les profondeurs de semis dans l'ordre suivant :

Profondeur	Nombre moyen de grains/épi	Groupes Homogènes	PPDS
5cm	40.77	A	0.81 grains
7cm	40.25		
2cm	38.03	B	
10cm	33.52	C	
12cm	28.29	D	

Et enfin, les génotypes se classent Suivant le nombre de grains par épi

Bidi 17 > Sahel 77 > Waha et Vitron > Hedba3 > MBB

Discussion

Les résultats moyens par variété par profondeur de semis et par année montraient des variations du génotype suivant la profondeur (Tableau 24)

Globalement, ces valeurs classent les profondeurs dans l'ordre suivant

$$5\text{cm et } 7\text{cm} > 2.5\text{cm} > 10\text{cm} > 12\text{cm}$$

En comparant les pourcentages des valeurs obtenues aux différentes profondeurs par rapport à la profondeur de base (2.5cm), il ressort le nombre de grains par épi, de la profondeur 2.5cm à 7cm, subit une augmentation, mais à partir de 7cm il diminue graduellement vers la grande profondeur jusqu'à 12cm. Cette diminution est très marquée suivant les conditions de l'année (répartition de la pluviosité, l'arrivée précoce des fortes chaleurs...).

Tableau XV 2: Interaction génotype x profondeur de semis : grains /épi (Tableaux VII 1...4).

Prof. / Génotypes	2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
Hedba3	35.49 ±3.11	40.10 ±3.09	40.22 ±3.12	32.06 ±2.16	28.15 ±1.93
MBB	30.35 ±2.33	34.80 ±2.25	35.27 ±2.76	29.25 ±2.43	27.30 ±3.52
Waha	39.86 ±2.50	41.34 ±2.51	41.32 ±2.27	34.21 ±3.14	28.85 ±2.59
Sahel 77	41.33 ±1.86	42.41 ±2.72	41.97 ±2.38	36.00 ±2.14	28.22 ±2.12
Bidi 17	40.24 ±2.53	42.92 ±2.04	41.19 ±2.06	35.27 ±2.01	31.65 ±2.40
Vitron	40.88 ±2.76	43.02 ±2.44	41.53 ±2.46	34.31 ±2.41	25.60 ±2.39
Moyenne	38.03 ±2.48	40.77 ±2.46	40.25 ±2.46	33.52 ±2.38	28.29 ±2.47
Rang	B	A	A	C	D

ET = 2.83 grains ; CV = 7.8 % ; Moyenne = 36.17 grains/épi ; PPDS= 1.98 grains.

La formation du nombre de grains par épi suit une suite celle des épis dont le développement devient apparent après le stade épi 1cm. Le stade méiose est particulièrement sensible à la variation de température.

La réduction de la fertilité peut avoir comme cause le déficit hydrique et les hautes températures de la période de 10 à 15 jours avant l'anthèse (Cacket et Wall, 1971; O'Toole et Stockle, 1989) aussi bien que l'effet de basse température (Single et Marcellos, 1974 ; Fletcher, 1983).

Tableau XV₃ : Taux du nombre de grains par épi par profondeur de semis par rapport au semis superficiel à 2.5cm (%)

Prof.	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
1 ^{ère} année	100	105.78	106.15	97.39	81.89
2 ^{ème} année	100	107.51	105.58	86.58	78.97
3 ^{ème} année	100	113.86	113.86	72.23	64.43
4 ^{ème} année	100	103.37	99.76	81.43	68.07

9.3- Poids de 1000 grains (PMG)

Tableau XVI₁ : Interaction génotype x profondeur de semis: poids de 1000 grains (g) (sur 4 années)

Prof.	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Génotype					
Hedba 3	43.22 ±1.78	45.08 ±2.49	43.97 ±1.87	43.92 ±1.36	39.83 ±1.36
MBB	38.53 ±1.52	40.31 ±1.45	39.98 ±1.51	39.74 ±1.92	36.64 ±1.51
Waha	34.38 ±1.81	36.93 ±1.95	38.41 ±1.47	35.54 ±2.02	35.18 ±1.71
Sahel 77	40.49 ±1.42	41.30 ±1.85	42.42 ±2.02	40.15 ±1.50	38.19 ±1.93
Bidi 17	45.99 ±2.11	46.59 ±2.38	47.77 ±2.21	45.03 ±1.99	43.26 ±2.14
Vitron	41.44 ±1.86	43.20 ±1.40	43.84 ±1.85	41.79 ±1.64	40.24 ±1.81
Moyenne	40.67 ±1.75	42.23 ±1.91	42.73 ±1.79	41.03 ±1.71	38.89 ±1.72
Rang	B	A	A	B	C

ET=2.05g

Moyenne = 41.11g

CV = 5.0%

PPDS : 1.43g

Le test de Newman et Keuls au seuil 5% range les années dans l'ordre suivant :

2^{ème} année > 1^{ère} année > 4^{ème} année > 3^{ème} année,

représentées par les groupes A, B, C et D avec un poids de 1000 grains de 45.53g, 41.88, 40.66g et 36.88g respectivement et classe les profondeurs par année comme suit :

Profondeurs	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
-------------	-------	-----	-----	------	------

Discussion

1 ^{ère} année	C	AB	AB	A	B
2 ^{ème} année	B	B	A	C	C
3 ^{ème} année	B	A	A	AB	C
4 ^{ème} année	B	B	A	B	BC
Moyenne	B	A	A	B	C

Cependant, le classement global en fonction de la profondeur dégage trois groupes homogènes:

Le premier groupe est formé par les profondeurs 7cm et 5cm avec respectivement 42.73 et 42.33g Les profondeurs 10cm et 2.5cm avec respectivement 41.03 et 40.67 forment le groupe B et enfin la profondeur de 12cm forme le dernier groupe C.

Tableau XVI ₂: Taux du poids de 1000 grains par rapport au semis superficiel (%)

Prof.	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
1 ^{ère} année	100	105.9	106.11	108.1	101.0
2 ^{ème} année	100	100.4	102.9	95.3	94.8
3 ^{ème} année	100	106.1	106.2	103.5	90.9
4 ^{ème} année	100	106.9	108.4	99.9	97.4

Les valeurs obtenues confirment les observations faites par certains auteurs Grignac (1981), Selselet (1991), Guergah (1997) et Tadjouri (1997) et concordent avec certains résultats publiés par Annicchiarico *et al.* (2002) où ces derniers ont obtenus des variations en fonction de l'environnement et du climat pour un même génotype: la variété a présenté des résultats variant entre 29 et 48g d'un lieu à l'autre et d'une année à l'autre; de même les valeurs enregistrées par la variété MBB oscillent entre 19 et 40g.

Le poids de 1000 grains est un critère variétal. Il subit des fluctuations liées en particuliers à l'échaudage. Il est utilisé dans la sélection des variétés pour caractériser la grosseur et la densité du grain. Grignac (1981) précise que le poids de 1000 grains diminue lorsque la fertilité de l'épi augmente. Ce poids dépend fortement des conditions climatiques et de la nutrition azotée durant la maturité.

Selon Selselet, (1991) la variation du poids de 1000 grains peut être une expression du degré d'échaudage d'origine physiologique ou pathologique. Le poids de 1000 grains est

considéré comme un critère variétal pouvant subir des fluctuations liées en particulier à l'échaudage.

Contrairement les résultats de Barkat (2005) ne montrent aucune corrélation significative entre le poids de 1000 grains et l'humidité du sol. En effet Blum *et al.* (1991) font remarquer que deux sources contribuent simultanément au remplissage du grain, les substrats carbonés produits avant anthèse et qui sont stockés dans le col de l'épi et ceux produits au cours de la phase de remplissage du grain. La première source est une caractéristique adaptative alors que la seconde ne l'est pas ; elle est liée à la durée de vie de la dernière feuille.

9.4- Rendement moyen en grain estimé

Le rendement estimé varie entre 2.28 q et 80.60 q/ha enregistré à 12 et 5cm de profondeur par les variétés Vitron et Hedba3 respectivement.

Globalement le rendement le plus faible est obtenu à 12cm de profondeur (avec 6.04q/ha). En semis profond (à 12cm) les valeurs obtenues classent les variétés dans l'ordre suivant :

Hedba3 > MBB > Bidi17 > Sahel77 > Waha > Vitron

En effet, les génotypes à coléoptile long ont exprimé des rendement plus élevés que ceux ayant un coléoptile court. La caractéristique de la profondeur racinaire un grand rôle dans l'alimentation en eau de la plante, surtout en période de déficit hydrique. Les génotypes à enracinement profond sont plus avantagés que les génotypes à enracinement superficiel. Ce qui confirme les observations de certains travaux dont Hazmoune (1994).

Tableau XVII : Rendement moyen estimé en q/ha (3^{ème} année)

Prof.	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Rendement q/ha	48.74	66.58	57.73	26.15	6.04
Rang	C	A	B	D	E
% / à prof 2.5cm	100	136.6	118.44	53.65	12.39

Les valeurs obtenues rangent les profondeurs de semis dans l'ordre suivant

5cm > 7 cm > 2.5cm > 10cm > 12cm

Discussion

La variance d'interaction génotype année du nombre d'épis et du nombre de grains par épi est hautement significative, indique la multitude de réponse à la variation interannuelle des conditions climatiques et culturales (Tableaux XIX et XX).

Pour le poids de 1000 grains les variabilités observées sont surtout d'origine génétique L'autre hypothèse explicative est que les contraintes liées à la sécheresse en interaction avec les hautes températures de fin de cycle sont toujours présents dans la région quelque soit l'année. L'effet se manifeste constamment sur le poids de 1000 grains et réduit les valeurs génotypiques au seuil observé.

Du point de vue liaison entre les caractères le rendement est corrélé négativement à la profondeur de semis ($r = -0.872^{**}$). Le nombre de plantules levées est corrélé négativement à la profondeur de semis ($r = -0.704^{**}$)

Le nombre de grains par épis est aussi corrélé négativement à la profondeur de semis ($r = -0.179^*$).

Tableau XVIII : Analyse de la variance relative au rendement en grains estimé (q/ha) et à ses composantes (nombre de plantes. m², d'épis par plantes et de grains par épi et Poids de 1000 grains (g). (essai manuel sur 4 ans)

Source de variation	DDL	Carrés moyens				
		Plantes	Epis	G/Epi	PMG	Rdt
Totale	479	2175.2	33901.7	84.4	30.9	1737.8
Année	3	11972.9 **	714546.3**	6329.0**	1602.6**	74888.1 **
Profondeur	4	224818.6 **	3194742.7 **	2646.7**	216.8 **	113278.9 **
Génotype	5	4520.1 **	39070.2**	529.6 **	904.9 **	8144.8 **
Inter. An x Prof	12	3293.3 **	53237.1 **	37.4 **	31.19 **	4686.9 **
Inter. An x Géno	15	423.3 **	8455.1**	207.2 **	155.61 **	1754.3 **
Inter. Prof x Géno	20	233.6 **	3759.4 **	46.4 **	8.48 **	657.1 **
Int.An x Profx Géno	60	165.4 **	3693.9**	14.2 **	3.71 NS	245.0 **
Blocs	3	538.1 **	1220.6 **	16.2 *	15.02 *	9.6 NS
Résiduelle	357	61.8	153.4	8.0	4.20	9.7
Ecart Type		7.8	12.3	2.8	2.05	3.1
C V %		7.2	3.2	7.8	5.0	4.9

Tableau XIX : Matrice de corrélations totales

	Année	Prof	Génot	Rép	Rdt	Plante	Epi	G/Epi	PMG
An	1								

Discussion

Prof	0	1							
Génot	0	0	1						
Rép	0	0	0	1					
Rdt	-0.208	-0.872	-0.049	-0.008	1				
Plante	-0.419	-0.704	0.068	-0.001	0.792	1			
Epi	-0.286	-0.834	-0.112	0.004	0.889	0.887	1		
G/épi	-0.194	-0.179	0.120	0.016	0.341	0.228	0.028	1	
PMG	-0.050	0.052	0.017	0.033	0.076	-0.024	-0.011	0.028	1

3.2- ESSAI MECANISE

A- RESULTATS

1- Nombre de plantules par m² à la levée

Le nombre moyen de plantules levées par m² a été étudié pendant quatre années. Les résultats qui lui sont relatifs sont consignés dans les Tableaux XX_{1...4}.

Tableau XX₁: Nombre moyen de plantules par m² (1^{ère} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12m
Hedba 3	179.25 ±3.29	230.00 ±3.44	160.75 ±7.94	123.00 ±5.83	65.50 ±10.32
MBB	197.25 ±5.54	220.50 ±6.44	155.00 ±6.15	79.00 ±4.93	53.75 ±7.76
Waha	180.25 ±9.32	186.75 ±8.03	134.25 ±8.44	89.50 ±3.48	39.50 ±9.47
Sahel77	198.50 ±6.45	226.25 ±9.95	170.25 ±10.84	120.00 ±5.4	66.00 ±8.06
Bidi17	204.50 ±13.56	216.50 ±13.51	170.00 ±12.84	141.25 ±7.47	52.75 ±5.32
Vitron	198.50 ±11.30	207.25 ±7.51	142.25 ±8.99	83.00 ±5.28	37.50 ±5.91
Moyenne	193.04 ±7.92	214.62 ±7.71	155.50 ±8.36	106.04 ±4.89	52.50 ±7.08

Discussion

% levée	77.21	85.84	62.20	42.41	21.00
Rang	B	A	C	D	E

ET = 7.90 plantules, CV= 7.6 % ; Moyenne = 144.36 plantules par m² ; PPDS = 11.5 plantules

Tableau XX₂ : Nombre moyen de plantules par m² (2^{ème} année)

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10 cm	12cm
Hedba 3	163.25 ±7.99	163.00 ±11.10	134.00 ±8.39	107.00 ±4.81	61.50 ±8.66
MBB	148.00 ±16.68	138 ±2.43	124.00 ±4.75	115.00 ±12.92	63.25 ±7.12
Waha	141.25 ±5.96	154.00 ±8.34	114.00 ±5.42	94.00 ±11.27	36.50 ±2.79
Sahel77	147.75 ±11.52	130.75 ±6.61	124.25 ±2.41	85.75 ±7.38	38.00 ±5.06
Bidi17	170.00 ±11.73	164.00 ±5.83	142.25 ±9.55	105.00 ±13.57	49.25 ±3.62
Vitron	168.25 ±10.08	168.00 ±10.58	134.50 ±7.19	88.00 ±9.43	40.25 ±3.88
Moyenne	156.42 ±7.92	152.96 ±7.71	128.83 ±8.36	99.21 ±4.89	48.13 ±7.08
% levée	62.56	61.81	51.53	39.68	19.25
Rang	A	A	B	C	D

ET = 9.55 plantules, CV= 8.2% ; Moyenne = 117.13 plantules par m² ; PPDS = 11.50 plantules

Tableau XX₃ : Nombre moyen de plantules par m² (3^{ème} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba3	164.25 ±8.81	172.50 ±9.08	142.50 ±5.34	84.00 ±6.30	48.00 ±8.32
MBB	156.00 ±9.16	168.00 ±10.37	132.00 ±7.17	80.00 ±8.69	38.00 ±4.69
Waha	144.25 ±8.81	146.25 ±8.40	128.00 ±4.30	62.50 ±5.87	22.75 ±5.33

Discussion

Sahel77	151.50 ±17.06	162.00 ±7.07	118.50 ±4.51	62.00 ±7.29	18.50 ±3.22
Bidi17	172.00 ±9.13	174.00 ±8.00	129.50 ±5.57	83.00 ±4.21	44.50 ±5.05
Vitron	136.00 ±4.30	148.00 ±6.11	100.00 ±4.79	73.50 ±4.63	23.25 ±5.79
Moyenne	154.00 ±9.08	161.79 ±7.33	125.08 ±4.75	74.17 ±5.62	32.50 ±4.97
% Levée	61.6	64.7	50.0	29.6	13.0
Rang	A	A	B	C	D

ET = 6.59 plantules, CV= 6.00% ; Moyenne = 109.4 plantules par m² ; PPDS = 7.94 plantules

Tableau XX₄ : Nombre moyen de plantules par m² (4^{ème} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	170.00 ±7.33	176.00 ±4.80	131.00 ±4.38	101.00 ±6.28	50.00 ±6.48
MBB	162.50 ±7.71	168.50 ±14.52	124.00 ±4.56	104.25 ±7.10	44.00 ±5.12
Waha	154.00 ±10.7	160.00 ±8.01	118.00 ±7.16	74.00 ±7.84	29.25 ±3.76
Sahel77	150.75 ±7.94	166.75 ±6.61	112.50 ±4.79	82.00 ±6.15	33.00 ±4.98
Bidi17	144.00 ±8.76	156.00 ±8.30	132.50 ±1.87	99.00 ±7.33	40.75 ±6.11
Vitron	158.00 ±7.37	172.00 ±11.99	126.00 ±5.71	70.25 ±3.78	36.25 ±2.64
Moyenne	156.54 ±7.42	166.54 ±8.68	124.00 ±4.59	88.42 ±5.79	38.88 ±4.45
% Levée	62.61	66.66	49.60	35.36	15.55
Rang	A	A	B	C	D

ET = plantules, CV = ; Moyenne = 144.88 plantules par m² ; PPDS = 11.50 plantules

Globalement dans les quatre essais, le nombre moyen de plantules levées par m² ne dépasse pas les 85.84 % dans toutes les profondeurs de semis.

Le taux le plus grand est noté à 5cm de profondeur avec 85.84 % en première année. Ce taux est toujours élevé à cette profondeur dans les deux autres essais (4 et 3 avec 66.66 et 64.70 % respectivement), alors, qu'il est obtenu à 2,5cm en deuxième année d'essai avec 61.81 % de plantules levées par m².

2- Tallage herbacé et tallage épi

Ce paramètre n'a été étudié que pendant trois années (2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème}) d'essai. Les résultats relatifs au tallage sont consignés dans les Tableaux XXI₁₋₃.

Tableau XXI₁ : Nombre moyen de talles herbacées (TH), de talles épis par plante (TE) et taux de talles monté en épi (%) (2^{ème} année).

Prof.		2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Génotype Hedba3	TH	5.4	6.0	4.7	4.7	5.4
	TE	2.9	3.4	3.6	3.6	4.1
	%	53.7	56.6	76.5	76.5	75.9
MBB	TH	5.1	4.2	4.6	5.0	5.9
	TE	3.5	3.2	3.7	4.2	4.8
	%	68.6	76.1	80.4	84.0	82.2
Waha	TH	3.9	3.7	4.5	6.5	6.4
	TE	2.8	2.9	3.7	4.5	4.6
	%	71.7	78.2	82.2	68.2	70.8
Sahel77	TH	4.1	5.7	5.2	5.9	8.1
	TE	2.5	3.9	4.0	4.2	5.5
	%	60.9	68.9	76.9	71.1	67.9
Bidi17	TH	5.4	5.6	5.0	5.4	3.4
	TE	3.2	3.7	3.2	3.8	2.8
	%	53.2	66.0	64.0	70.3	82.3
Vitron	TH	4.6	5.1	4.8	5.2	4.2
	TE	2.2	2.8	3.6	3.6	2.6
	%	47.8	54.9	75.0	69.2	61.9

Tableau XXI₂ : Nombre moyen de talles herbacées (TH), de talles épis par plante (TE) et taux de talles monté en épi (%) (3^{ème} année).

Prof.		2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
Génotype Hedba3	TH	3.2	3.8	4.4	2.4	2.6
	TE	2.0	2.5	2.4	1.4	1.5
	%	62.5	65.7	54.5	58.3	57.6
MBB	TH	3.8	4.4	4.0	3.2	2.6
	TE	2.8	3.0	2.6	1.4	1.2
	%	73.6	68.1	66.0	43.7	46.1
Waha	TH	3.6	4.2	4.0	3.0	2.3
	TE	2.2	2.8	2.6	2.1	1.4
	%	61.1	66.6	65.0	70.0	60.8
Sahel77	TH	3.8	5.3	4.6	3.0	2.0

Discussion

	TE	2.2	3.2	3.0	2.0	1.2
	%	57.8	60.3	65.2	66.6	60.0
Bidi17	TH	3.6	4.4	4.0	3.1	2.8
	TE	2.1	3.2	2.8	1.9	1.4
	%	58.3	72.7	70	62.2	60.0
Vitron	TH	4.4	5.2	4.0	3.0	2.5
	TE	3.1	3.4	2.8	1.8	1.0
	%	70.4	65.3	70.0	60.0	40.0

Tableau XXI₃ : Nombre moyen de talles herbacées (TH), de talles épis par plante (TE) et taux de talles ayant monté en épi (%) (4^{ème} année).

Prof.		2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
Génotype						
Hedba3	TH	3.4	3.8	3.6	3.3	3.0
	TE	2.2	2.4	1.8	1.7	1.3
	%	64.7	63.1	50.0	51.5	43.3
MBB	TH	3.6	3.9	3.7	2.8	2.6
	TE	2.4	2.6	2.0	1.6	1.7
	%	66.6	66.6	54.0	57.1	61.3
Waha	TH	4.1	4.4	4.0	3.8	3.2
	TE	2.8	3.1	2.0	1.4	1.0
	%	68.2	70.4	50.0	36.8	31.2
Sahel77	TH	3.4	4.6	4.2	3.8	2.8
	TE	2.4	2.8	2.0	1.6	1.0
	%	70.5	60.8	47.6	42.1	35.7
Bidi17	TH	4.6	4.4	3.8	3.6	3.0
	TE	2.4	2.8	2.2	2.0	1.6
	%	52.1	63.6	57.8	51.5	53.3
Vitron	TH	5.2	4.8	4.1	3.6	2.4
	TE	1.8	2.6	2.0	1.8	1.1
	%	34.6	54.3	48.7	50.0	45.8

Le tallage herbacé

La moyenne de tallage herbacé varie de 2.46 à 5.7 talles par plante. Elle est relativement élevée en 2^{ème} année qu'aux années 4 et 3. La moyenne maximale de tallage est obtenue à la profondeur 12cm en 2^{ème} année; alors qu'elle est obtenue à la profondeur 5cm pour les deux autres années (3 et 4).

Pour la 3^{ème} et la 4^{ème} année, ce paramètre augmente en passant de 2.5 à 5cm de profondeur; par la suite il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. A l'opposé, en 2^{ème} année d'essai le tallage augmente avec la profondeur de semis.

Discussion

Pendant la 2^{ème} année, le génotype Sahel77 enregistre le tallage herbacé le plus élevé à la profondeur 12cm, alors que le tallage le plus faible est noté à la même profondeur par le génotype Bidi17 (avec 3.4 talles par plante)

Durant la 3^{ème} année, le plus grand tallage est noté par la variété Sahel77 à 5cm de profondeur, tandis que le plus bas est obtenu à 12cm avec ce même génotype.

Enfin, pendant la 4^{ème}, le génotype Vitron enregistre le nombre de talles par plante le plus élevé à la profondeur 5cm, tandis que le tallage le plus faible est noté par ce même génotype à 12cm de profondeur.

Le tallage épi

Le tallage épi est favorisé par la profondeur de semis en 2^{ème} année d'essai, alors qu'il est désavantagé pendant la 3^{ème} et la 4^{ème} année. Pendant les trois années d'essai le nombre d'épis par plante varie entre 1 (obtenu en 3^{ème} année par la variété Vitron à 12cm) et 5.5 épis par plante (noté par la variété Sahel77 à 12cm).

Pendant la 2^{ème} année d'essai, ce paramètre augmente en passant du semis superficiel vers la grande profondeur de semis. La plus grande valeur est enregistrée par la variété Sahel77 à 5cm; la plus faible est notée chez cette même variété à 2.5cm de profondeur.

Durant la 3^{ème} année, le nombre d'épis par plante augmente en passant de 2.5cm à 5cm de profondeur pour toutes les variétés. Le tallage épi le plus grand (3.4 épis par plante) est obtenu par la variété Vitron à 5cm de profondeur de semis, le plus faible tallage épi (1 épi par plante) est noté à la profondeur 12cm, par la même variété. Enfin pendant la 4^{ème} année, le tallage épi le plus haut (2.8 épis par plante) est noté, à 5cm de profondeur, par les variétés Sahel77 et Bidi17; par contre le plus bas (1 épi par plante) est obtenu par la variété Sahel77 au semis profond.

3- Nombre de racines par plante et par talle

Ce caractère est suivi pendant les trois dernières années (2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème}) d'essai. Les résultats relatifs à ce paramètre sont représentés dans les figures 14₁₋₂, 15₁₋₂ et 16₁₋₂.

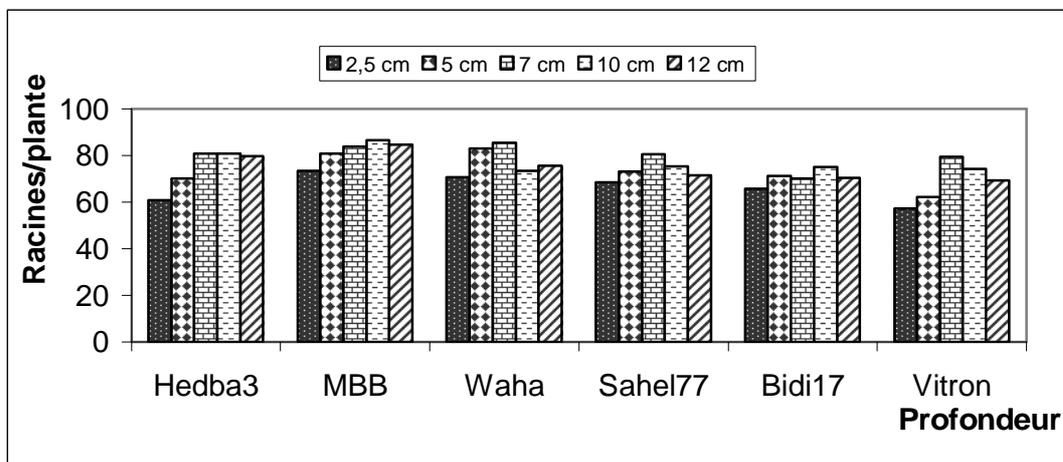


Figure 14₁ : Nombre de racines par plante (2^{ème} année)

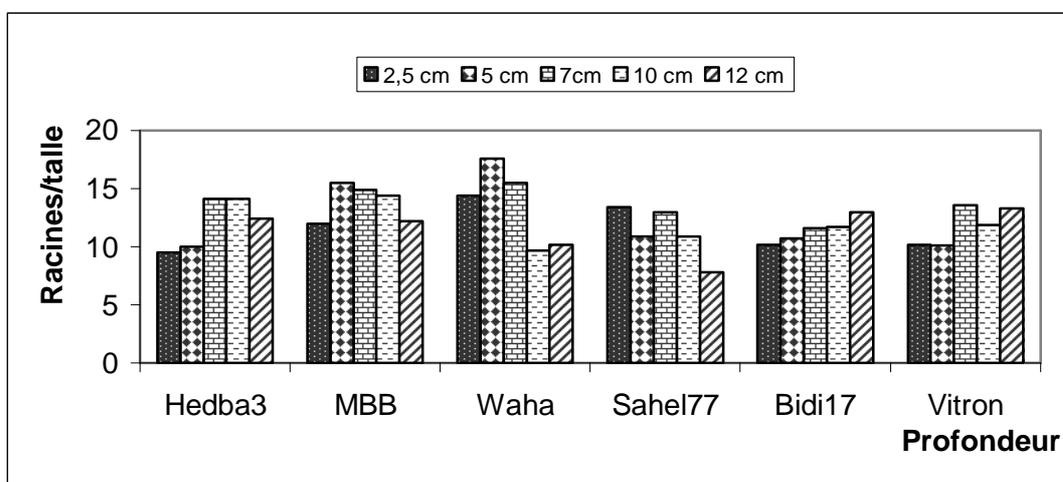


Figure 14₂ : Nombre de racines par talle (2^{ème} année)

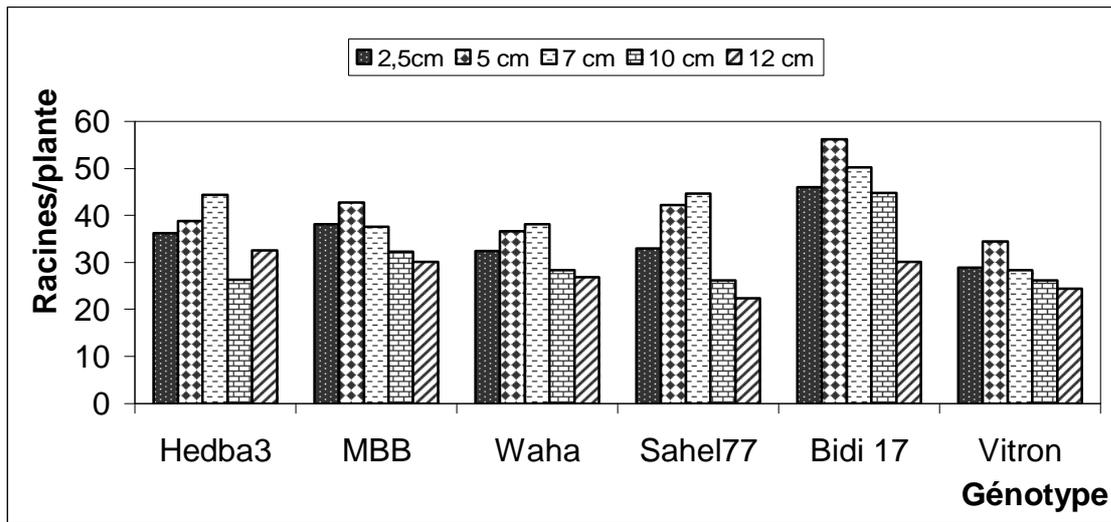


Figure 15₁ : Nombre de racines par plante (3^{ème} année)

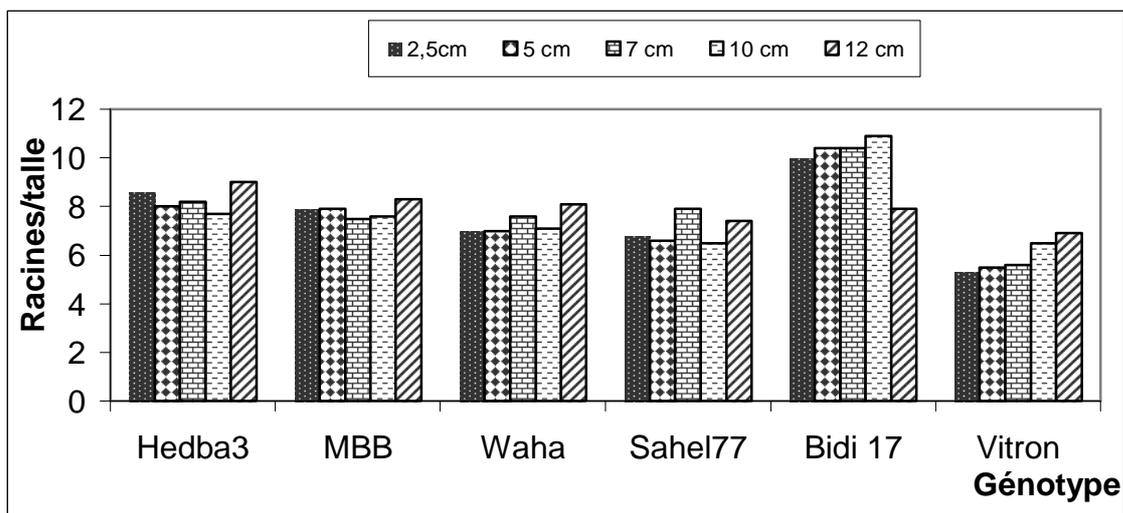


Figure 15₂ : Nombre de racines par talle (3^{ème} année)

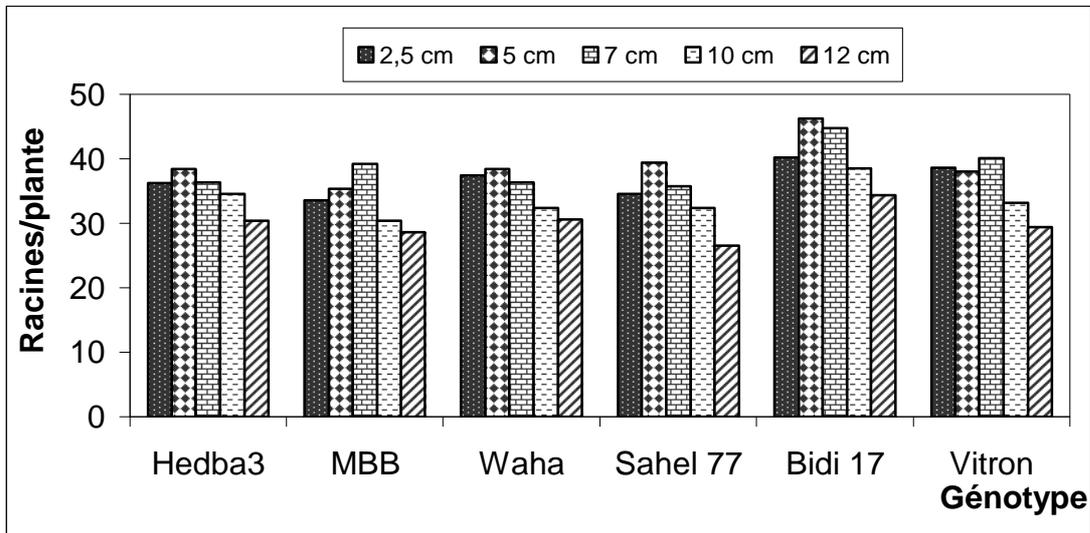


Figure 16₁ : Nombre de racines par plante (4^{ème} année)

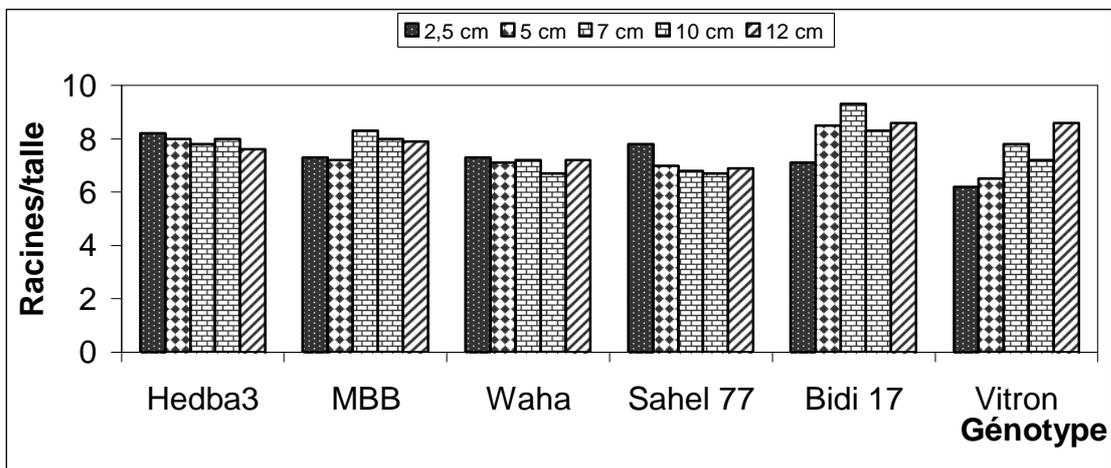


Figure 16₂ : Nombre de racines par taille (4^{ème} année)

Le nombre de racines par plante est plus élevé en deuxième année qu'en 3^{ème} et 4^{ème} année d'essai. En moyenne, il varie entre 66.1 et 77.5 racines par plante pendant la 2^{ème} année, alors qu'il varie entre 27.7 et 40.5 racines par plante en 3^{ème} et entre 29.9 et 39.3 racines par plante en 4^{ème} année d'essai.

Pendant la 3^{ème} et la 4^{ème} année d'essai, ce paramètre augmente graduellement en passant

Discussion

de 2.5cm à 7cm de profondeur, ensuite, il diminue avec l'augmentation de la profondeur de semis.

4- Surface de la feuille étendard

La surface de la feuille étendard est suivie pendant les trois dernières années d'essai (2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème}). Les résultats qui lui sont relatifs sont représentés dans les figures 17₁₋₃ respectivement.

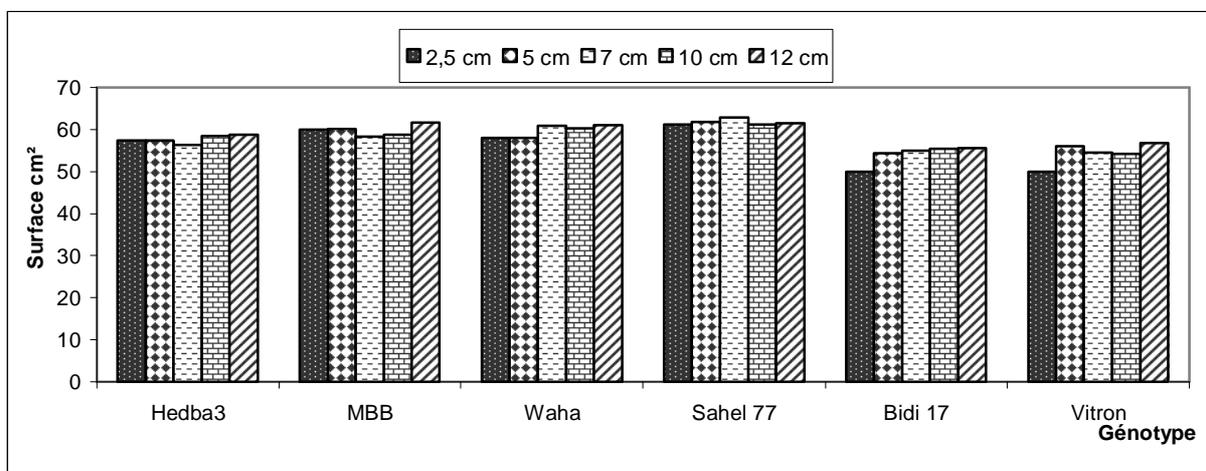


Figure 17₁ : Surface (en cm²) de la feuille étendard (2^{ème} année)

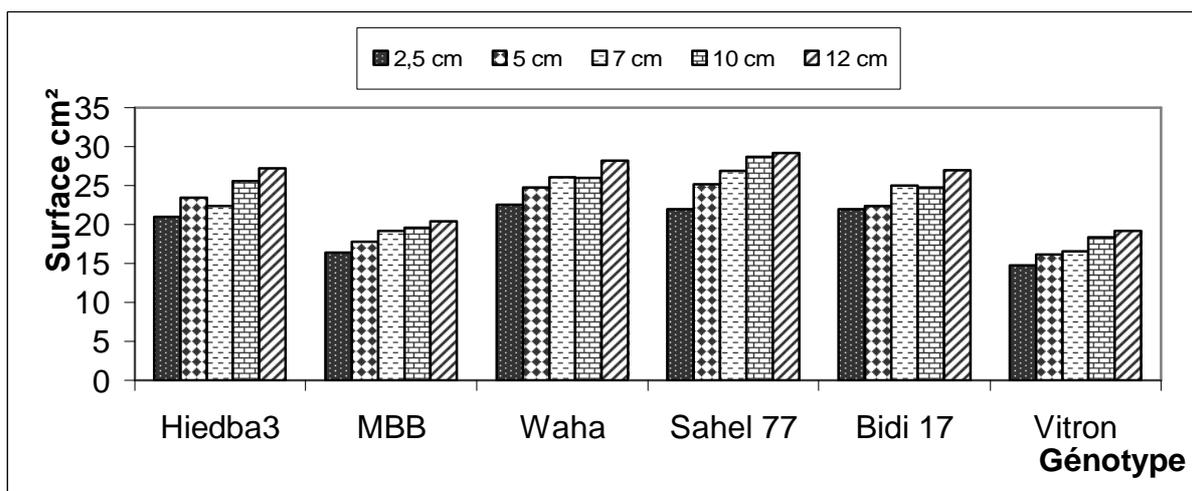


Figure 17₂ : Surface (en cm²) de la feuille étendard (3^{ème} année)

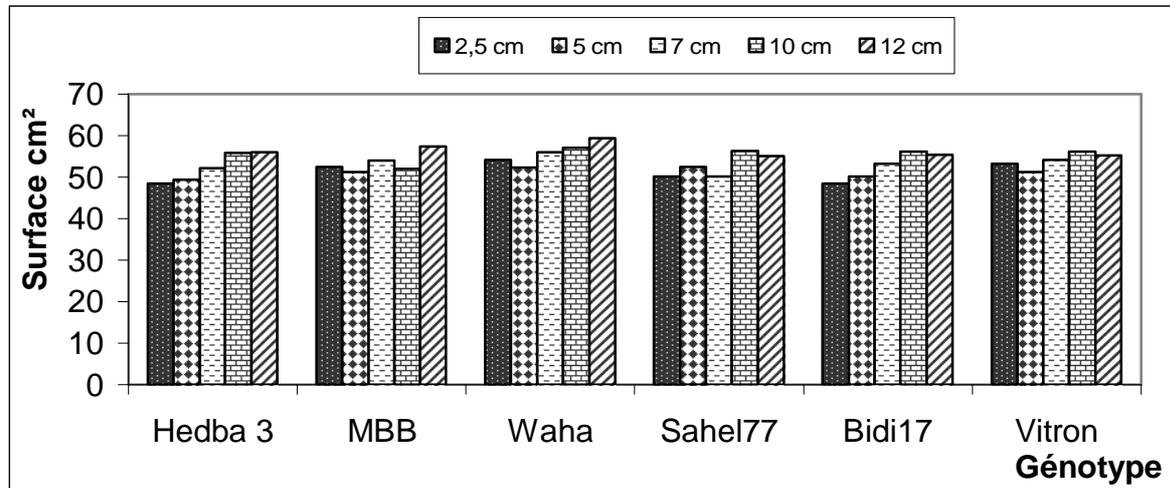


Fig 17₃ : Surface (en cm²) de la feuille étandard (4^{ème} année)

Les valeurs moyennes relatives à la surface de la feuille étandard obtenues en 3^{ème} année d'essai représentent plus de la moitié de celles notées lors de la 2^{ème} et de la 4^{ème} année d'essai., ceci est dû beaucoup plus aux conditions climatiques de l'année d'expérimentation. Elles montrent une augmentation graduelle de la profondeur la plus faible vers la profondeur la plus grande pour les trois années.

La surface foliaire la plus élevée a été enregistrée pendant la 2^{ème} année (avec des valeurs comprises entre 50.0 cm² et 62.82 cm²) et suivie de la 4^{ème} année; alors que, les valeurs relatives à ce paramètre sont réduites de plus en plus pendant la 3^{ème} année d'essai. La valeur la plus grande (29 cm²) obtenue par la variété Sahel77 à la profondeur de 12cm. Toutes les autres valeurs sont en deçà de cette valeur.

5- Longueur du col de l'épi

La longueur du col de l'épi n'a été mesurée que pendant la 4^{ème} année d'essai. Les résultats qui lui sont relatifs sont consignés dans la figure 18.

La longueur du col de l'épi est une caractéristique variétale. Les génotypes à paille haute, ont un long col de l'épi. Elle varie en fonction de la hauteur de la plante et des conditions climatiques de l'année. La sécheresse et les hautes températures limitent le

développement des plantes et par conséquent la longueur du col de l'épi sera réduite.

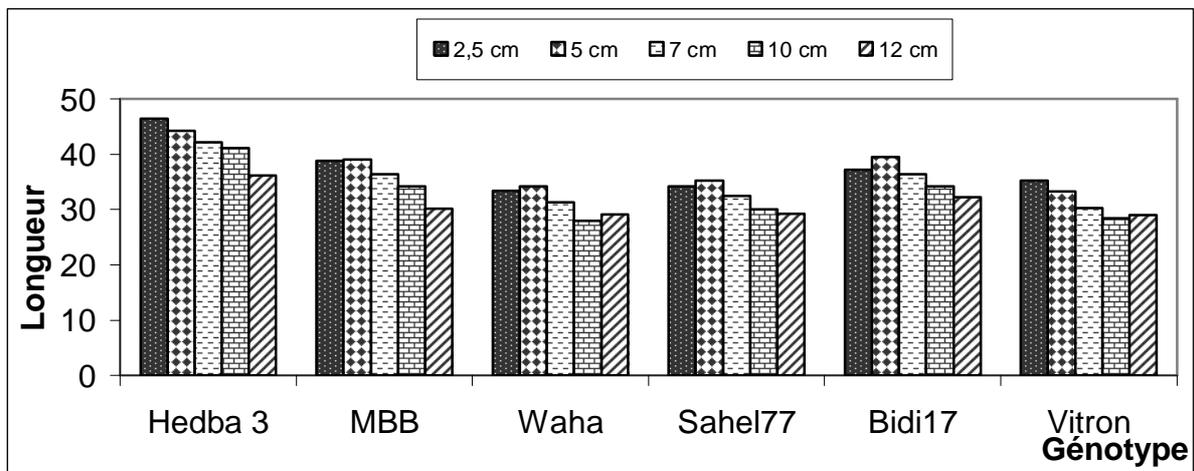


Fig 18 : Longueur (en cm) du col de l'épi (4^{ème} année)

La moyenne des valeurs de la longueur du col de l'épi marque une légère augmentation en passant de 2.5cm à 5cm de profondeur. A partir de 5cm de profondeur, cette valeur diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. A 12cm de profondeur, il est noté une diminution de 18% par rapport à la profondeur de base 2.5cm.

6- Biomasse par plante à la floraison

La biomasse (matière fraîche et matière sèche) à la floraison n'a été étudiée que pendant la 2^{ème} et la 3^{ème} année d'essai mécanisé. Les résultats relatifs à ce paramètre sont représentés dans les figures 19₁₋₂ et 20₁₋₂.

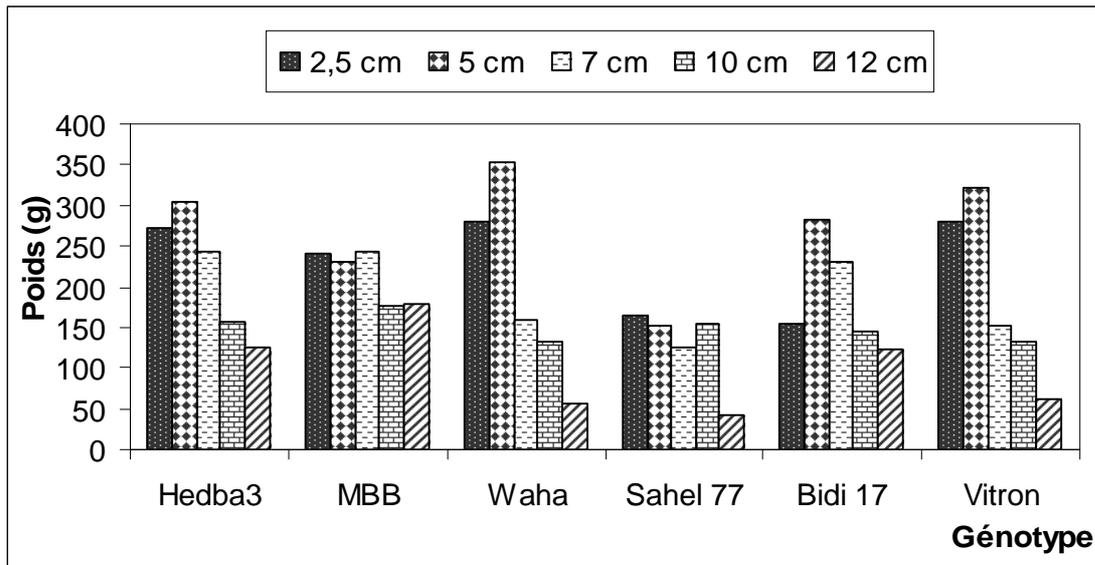


Fig 19₁ : Matière fraîche par plante à la floraison (g) (2^{ème} année)

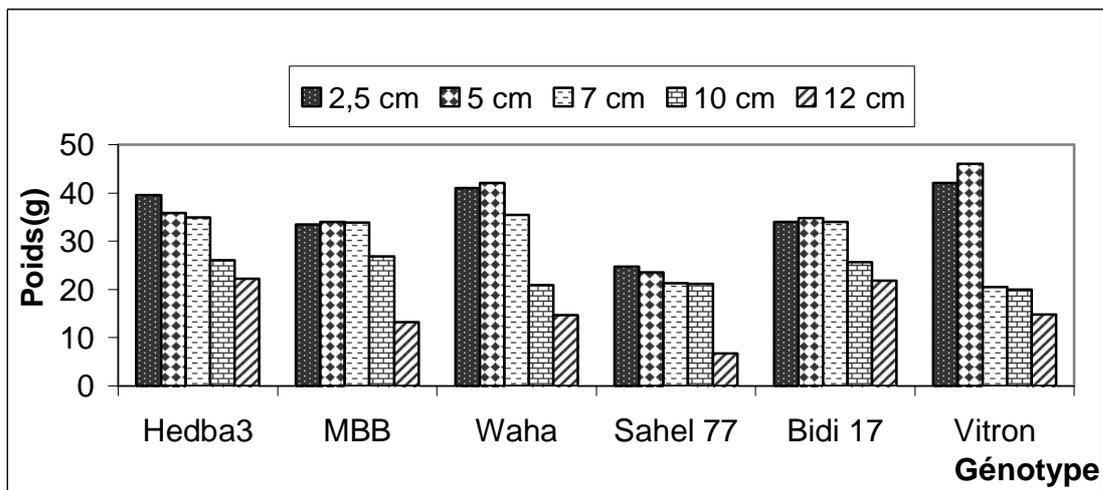


Fig 19₂ : Matière sèche par plante (en g) à la floraison (2^{ème} année)

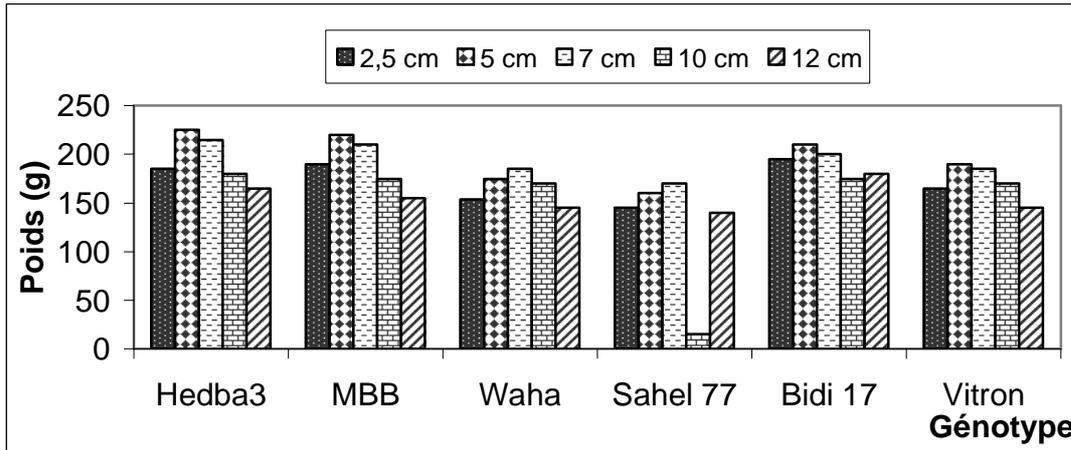


Figure 20₁ : Matière fraîche par plante à la floraison (g) (3^{ème} année)

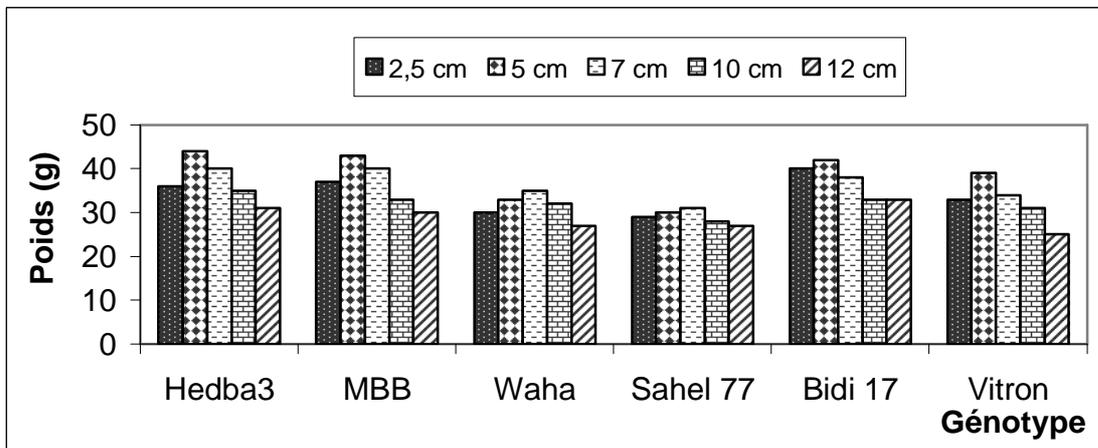


Figure 20₂ : Matière sèche par plante (en g) à la floraison (3^{ème} année).

Les valeurs moyennes de la biomasse à la floraison varient en fonction de l'année, du génotype et avec la profondeur de semis; Elles sont plus élevées en 2^{ème} qu'en 3^{ème} année d'essai; en année pluvieuse avec une bonne répartition, la biomasse formée est importante. Les basses températures réduisent le développement du végétal. Ces valeurs observaient une augmentation en passant de 2.5cm à 5cm de profondeur (soit 202.3g. et 235.2g respectivement); à partir de 5cm, elles diminuent graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis pour atteindre 117.5g par plante à 12cm.

7- Hauteur des plantes aux stades épiaison et maturité

Discussion

La hauteur des plantes aux stades épiaison et maturité n'a été étudiée que pendant la 3^{ème} et la 4^{ème} année d'essai. Les résultats qui lui sont relatifs sont représentés dans les figures 21₁₋₂ et 22₁₋₂.

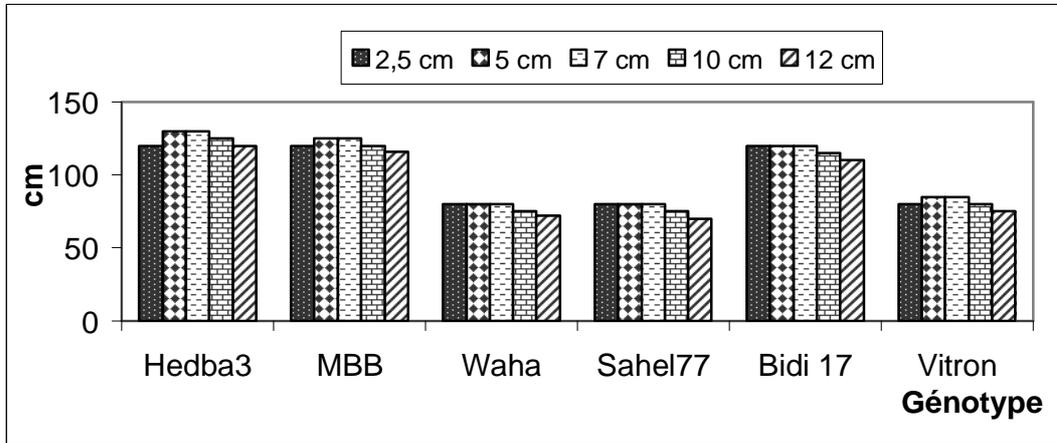


Figure 21₁ : Hauteur (en cm) des plantes à l'épiaison (3^{ème} année)

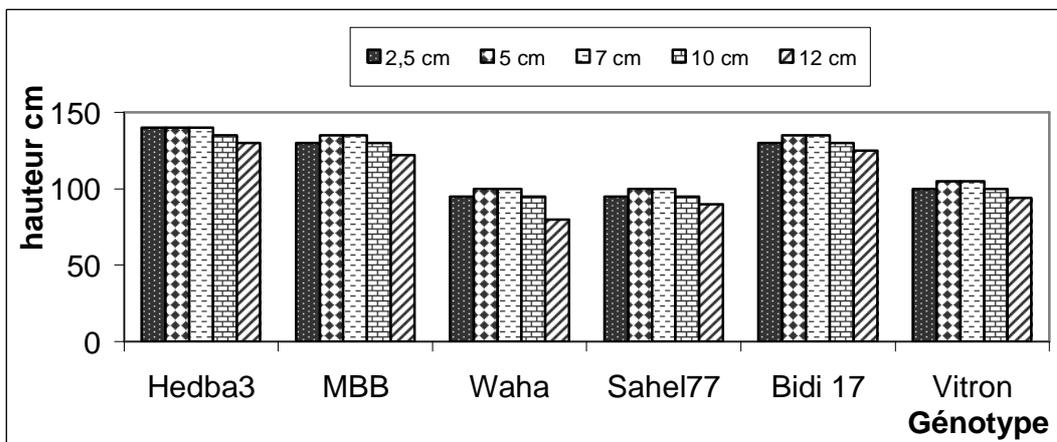


Figure 21₂ : Hauteur (en cm) des plantes à maturité (3^{ème} année)

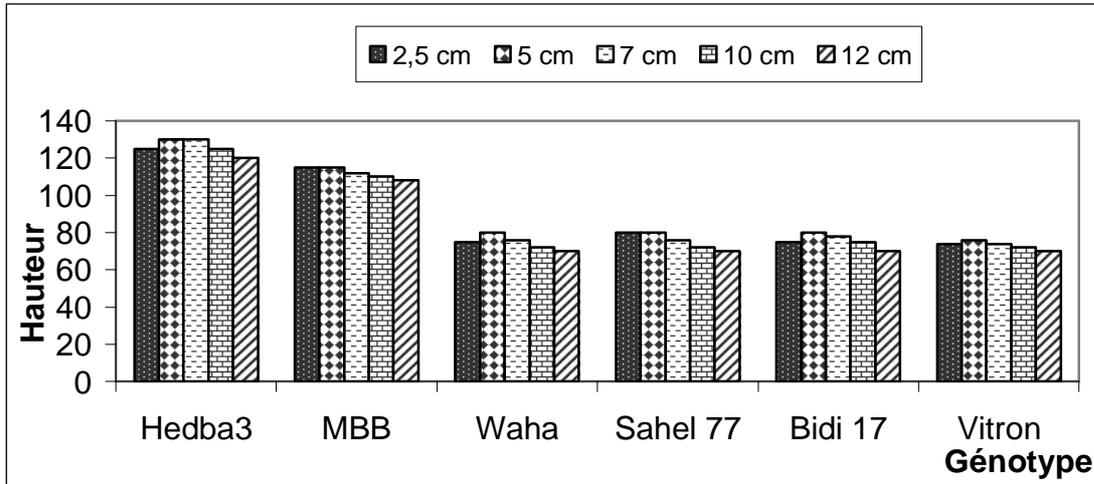


Figure 22₁ : Hauteur (en cm) des plantes à l'épiaison (4^{ème} année)

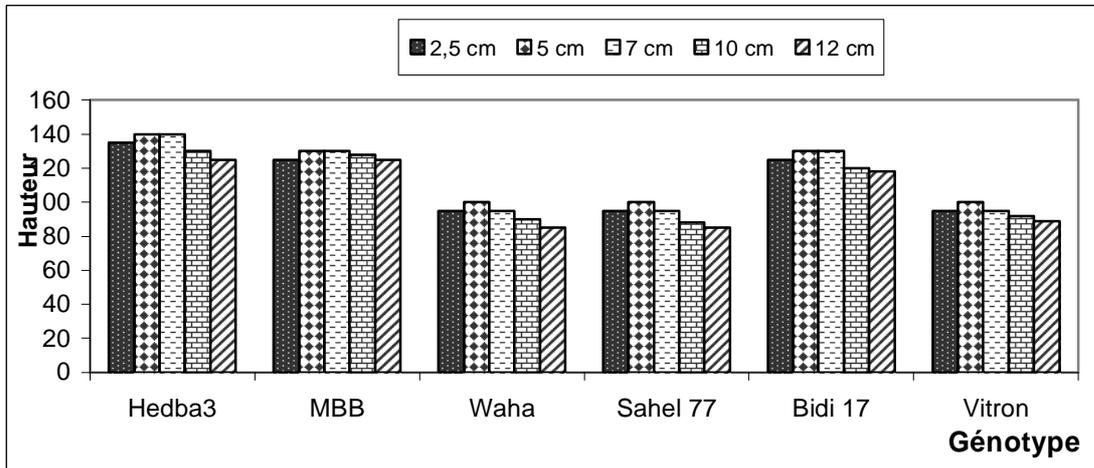


Figure 22₂ : Hauteur (en cm) des plantes à maturité (4^{ème} année)

La période de fin de cycle a été marquée par la sécheresse, accentuée notamment par l'arrivée précoce des fortes chaleurs (sirocco) à partir du 27 avril: la température a enregistré des pics de 38°C. Les derniers stades du cycle végétatif ont été précipités.

La hauteur des plantes est une caractéristique variétale. Les génotypes Hedba3 et MBB ont une paille haute, par contre celle de Sahel 77 et Waha est courte.

Les hauteurs des plantes pendant les deux années sont voisines et suivent presque la même tendance. La taille des plantes décroît avec l'augmentation de la profondeur de semis. Ceci est constaté à travers les différents stades du cycle évolutif. Elle est moins importante en semis profond qu'en semis superficiel. La taille la plus haute est enregistrée à la profondeur de 5cm.

En 3^{ème} année d'essai, la hauteur déterminée à maturité augmente pour tous les

génotypes, en passant de 2.5 à 5cm de profondeur; elle se stabilise jusqu'à 7cm de profondeur ensuite elle diminue graduellement jusqu'à 12cm, excepté pour la variété Hedba3 où elle est identique de 2.5 à 7cm puis elle diminue jusqu'à 12cm de profondeur.

8- Durée des phases Phénologiques

La durée des phases phénologiques est mesurée pendant les quatre (4) années d'essai. Les résultats qui lui sont relatifs sont consignés dans les figures 23₁₋₄.

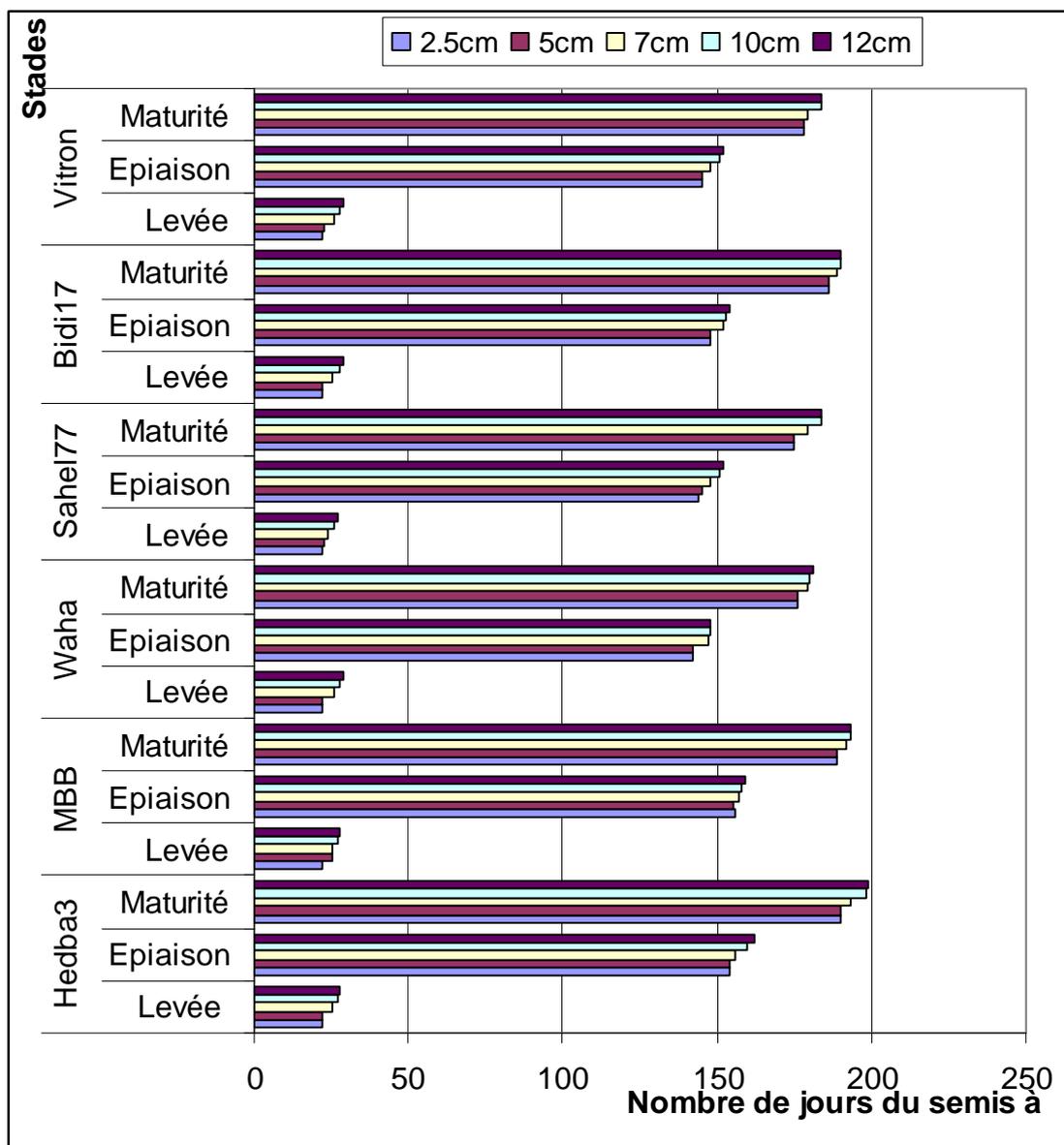


Figure 23₁ : Durée (en jours) des stades phénologiques : semis- levée, Semis- épiaison et semis- maturité (1^{ère} année)

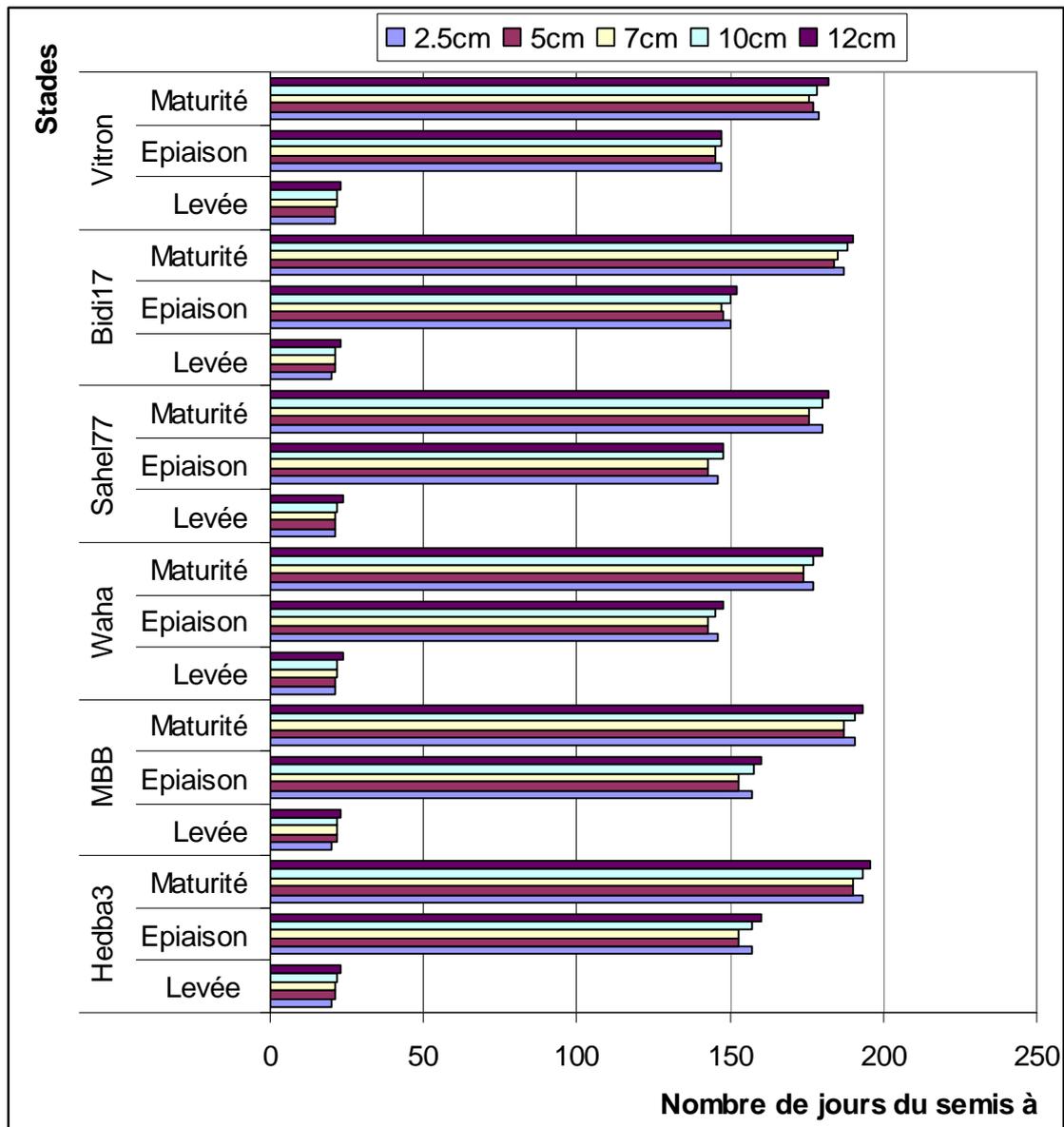


Figure 23₂: Durée en jours des stades phénologiques : semis- levée, Semis- épiaison et semis- maturité (2^{ème} année).

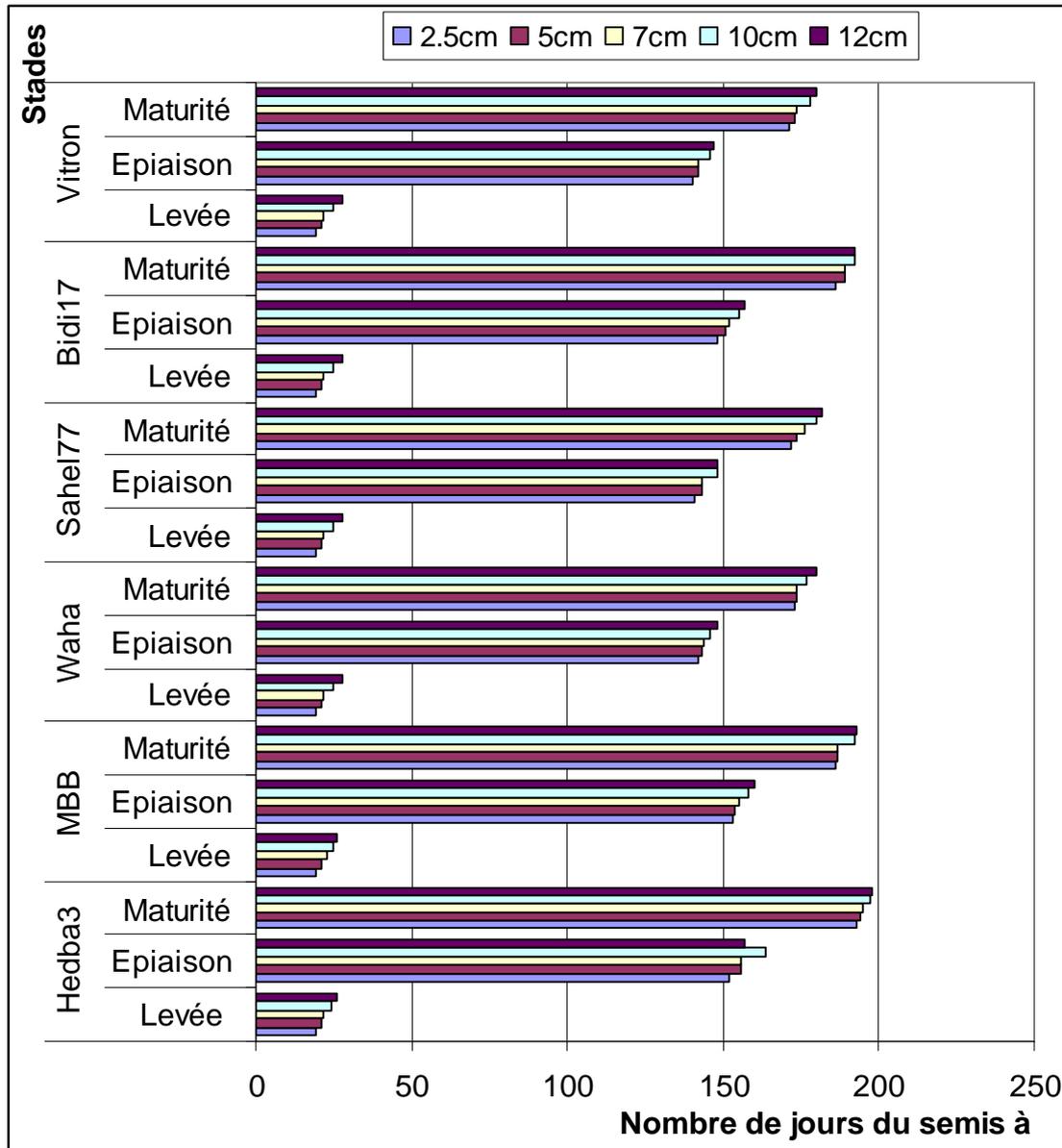


Figure 23₃: Durée en jours des stades phénologiques : semis- levée, Semis- épiaison et semis -maturité (3^{ème} année).

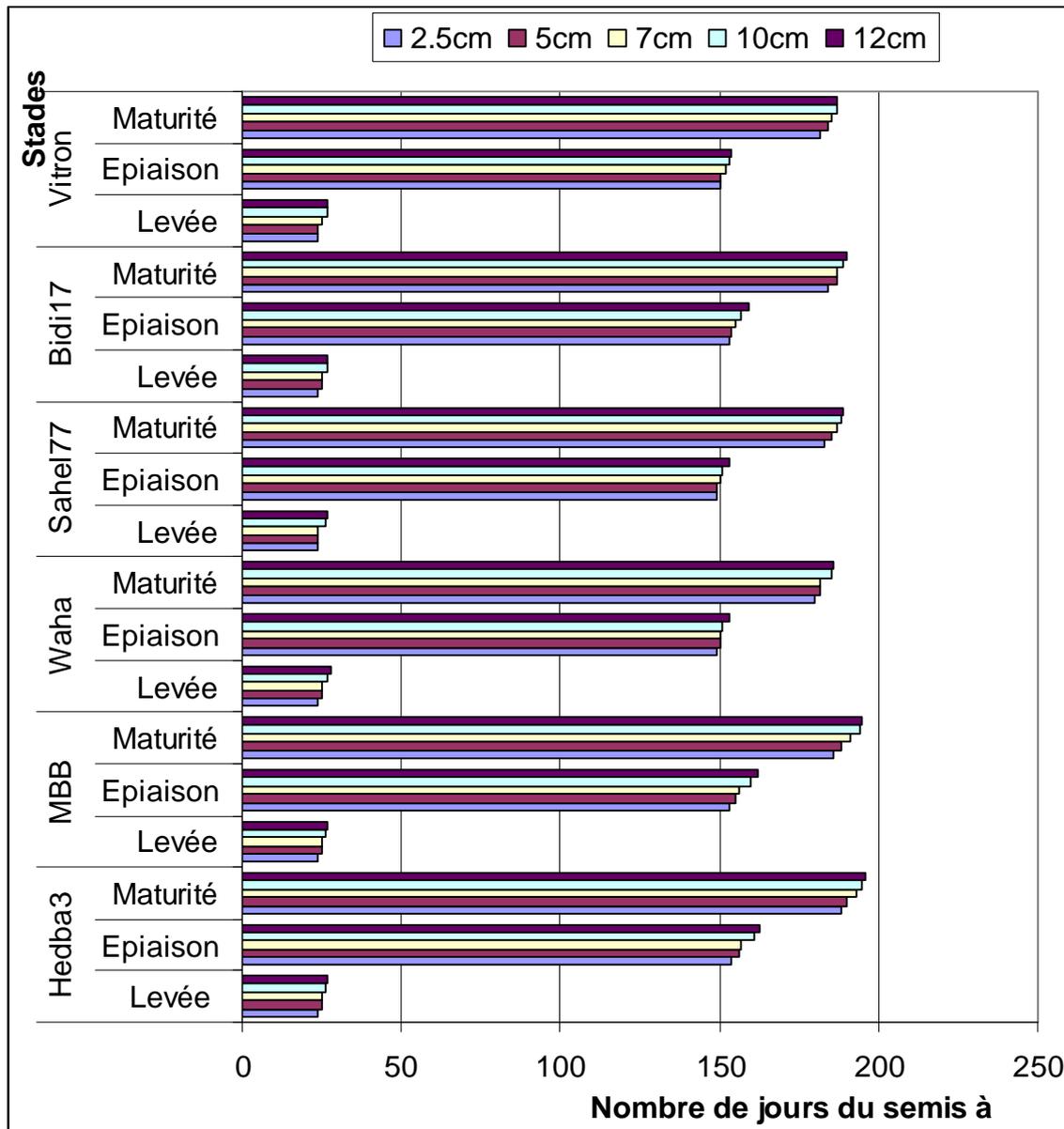


Figure 23.4: Durée (en jours) des stades phénologiques : semis- levée, semis- épiaison et semis - maturité (4^{ème} année).

Les résultats relatifs à ces phases phénologiques sont voisins dans la mesure où l'on remarque une durée du cycle semis maturité voisine pour les quatre années d'essai. Il se dégage une augmentation graduelle des durées des stades phénologiques en passant du semis superficiel au semis profond (de 2.5 à 12cm) pour tous les génotypes.

Pendant la 2^{ème} année :

Semis- levée: Le semis profond accuse un retard à la levée de 3 jours par rapport au semis superficiel. Cet écart se trouve réduit, car la chute de pluie juste après le semis, a favorisé la germination des graines, permettant ainsi une levée rapide.

Semis- épiaison : A l'épiaison, l'écart entre les différentes profondeurs de semis n'est pas très important. La sécheresse durant cette période a permis de réduire l'écart entre les

profondeurs de semis.

Semis- maturité : L'intervalle existant entre la phase semis- levée se retrouve à la maturité, les premières plantes levées, sont arrivées les premières à maturité. Cet écart n'étant pas été respecté, surtout que la maturation a été précipitée par des chaleurs (Sirocco précoce) survenues durant la 2^{ème} décade de Juin, entraînant l'échaudage sur les variétés tardives.

9- Les composantes de rendement

Les composantes de rendement représentées par le nombre d'épis par m², le nombre de grains par épi, le poids de mille grains sont évaluées pendant les quatre années d'essai. Les valeurs obtenues sont consignées dans les tableaux XXII₁₋₄, XXIII₁₋₄ et XXIV₁₋

4.

9.1- Nombre d'épis par m²

Globalement, dans les quatre années d'essai, le nombre moyen d'épis par m² augmente en passant de 2.5cm à 5cm de profondeur; puis il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur. En moyenne, la densité de peuplement épi la plus élevée est notée à la profondeur 5cm en première année d'essai (625 épis par m²).

La plus faible valeur 81.04 épis par m² est obtenue en première année d'essai à 12cm. On peut remarquer que le plus grand nombre d'épis est obtenu en première année d'essai en semis superficiel.

Tableau XXII₁ : Nombre d'épis par m² (1^{ère} année).

Discussion

Prof. / Génotypes	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	631.50 ±13.17	680.50 ±15.46	509.00 ±12.49	297.00 ±3.99	186.25 ±8.03
MBB	613.00 ±9.03	666.00 ±12.25	529.00 ±26.32	311.25 ±6.87	168.00 ±9.14
Waha	612.00 ±5.51	624.00 ±7.04	470.50 ±23.06	237.50 ±8.23	131.00 ±9.24
Sahel77	581.50 ±11.01	585.50 ±14.51	468.75 ±8.25	252.00 ±5.78	144.00 ±9.95
Bidi17	613.00 ±6.24	649.25 ±17.41	579.25 ±8.37	294.00 ±16.32	154.50 ±11.50
Vitron	577.00 ±16.01	561.00 ±15.63	430.00 ±20.02	237.00 ±9.77	138.00 ±7.79
Moyenne	604.67 ±9.57	627.71 ±12.49	497.75 ±15.82	271.46 ±8.28	153.54 ±8.28
Rang	B	A	C	D	E

ET = 32.4 épis CV = 8.4 % ; Moyenne = 431.02 épis par m² ; PPDS = 22.5 épis

Tableau XXII₂: Nombre d'épis par m² (2^{ème} année)

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	601.25 ±17.07	730.50 ±14.08	611.25 ±3.45	489.50 ±11.06	348.25 ±11.15
MBB	591.50 ±22.80	585.75 ±16.21	566.50 ±13.06	465.50 ±13.45	323.00 ±16.06
Waha	598.00 ±17.48	614.50 ±10.85	595.00 ±8.25	444.75 ±17.62	225.00 ±9.00
Sahel77	513.75 ±16.29	574.50 ±13.68	537.00 ±14.83	401.00 ±9.97	230.75 ±3.39
Bidi17	619.75 ±11.18	557.50 ±9.36	537.00 ±9.98	371.50 ±6.07	237.50 ±15.94
Vitron	611.75 ±21.48	561.25 ±15.83	524.50 ±16.67	368.50 ±9.50	199.75 ±15.23
Moyenne	589.33 ±16.06	604.00 ±12.00	561.88 ±10.86	423.46 ±10.47	260.71 ±11.19
Rang	A	A	A	B	C

ET = 35.57 2épis, CV = 7.3% ; Moyenne = 488.10 épis par m² ; PPDS = 42.86 épis

Tableau XXII₃: Nombre moyen d'épis par m² (3^{ème} année)

Prof. / Génotypes	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
-------------------	-------	-----	-----	------	------

Discussion

Hedba 3	486.25 ±17.63	523.50 ±4.96	512.00 ±10.23	362.50 ±4.10	126.00 ±9.67
MBB	454.00 ±6.50	518.25 ±18.72	400.25 ±9.98	324.50 ±3.69	114.00 ±7.80
Waha	444.50 ±8.47	468.00 ±14.94	421.50 ±10.03	212.00 ±10.74	46.00 ±9.26
Sahel77	468.50 ±13.70	510.00 ±9.75	412.00 ±13.23	224.50 ±4.54	53.50 ±3.42
Bidi17	456.00 ±11.47	486.00 ±9.16	398.00 ±16.00	315.50 ±4.69	100.50 ±5.94
Vitron	452.00 ±14.66	492.50 ±11.10	417.50 ±12.63	234.50 ±7.33	46.25 ±2.46
Moyenne	460.21 ±11.19	499.71 ±10.83	426.88 ±10.80	278.92 ±5.60	81.04 ±6.20
Rang	B	A	B	C	D

ET = 26.97 épis, CV =7.6%; Moyenne = 349.31 épis par m² ; PPDS = 32.49épis

Tableau XXII 4 : Nombre moyen d'épis par m² (4^{ème} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	516.50 ±13.42	532.25 ±23.93	302.75 ±10.22	264.00 ±3.27	148.50 ±2.94
MBB	483.00 ±6.73	514.25 ±13.36	318.25 ±8.58	217.00 ±13.53	130.00 ±2.01
Waha	464.50 ±9.10	493.00 ±11.09	298.00 ±10.94	244.00 ±6.39	88.75 ±9.37
Sahel77	452.00 ±3.47	502.00 ±12.82	293.00 ±7.59	212.00 ±4.50	92.75 ±3.95
Bidi17	459.00 ±7.55	484.00 ±9.24	332.25 ±6.76	254.50 ±5.65	132.25 ±3.07
Vitron	498.00 ±11.22	522.00 ±5.83	308.00 ±4.50	236.75 ±4.13	78.00 ±4.38
Moyenne	478.83 ±8.24	507.92 ±12.29	308.75 ±7.41	238.04 ±6.30	111.73 ±4.35
Rang	B	A	B	C	D

La densité de peuplement épi est importante en semis superficiel qu'en semis profond où elle représente le 1/4 de l'effectif noté superficiellement. Le tallage épi diminue avec l'augmentation de la profondeur de semis et varie selon le génotype.

En première année d'essai, le nombre d'épis par m² augmente en passant de 2.5 à 5cm de profondeur, ensuite il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. Le nombre d'épis le plus grand est obtenu par la variété Hedba3 avec 680.5 épis par m² à 5cm de profondeur; la plus faible densité est notée par la variété Waha avec 131.0

Discussion

épis par m² à 12cm

En 2^{ème} année, la variété Hedba3 présente le nombre d'épis le plus grand à 5cm de profondeur; par la variété Vitron se classe en dernier avec 199.7 épis par m² à 12cm

En 3^{ème} année d'essai la variété MBB enregistre la densité la plus grande avec 518.2 épis par m². Par contre la variété Waha présente la valeur la plus faible à 12cm de profondeur avec 46 épis par m².

En 4^{ème} année, la variété Hedba3 note le nombre d'épis. m² le plus élevé avec 532.2 épis par m². A 12cm de profondeur, la variété Vitron enregistre la plus faible densité 78 épis par m².

9.2 – Nombre de grains par épi

Tableau XXIII₁: Nombre de grains par épi (1^{ère} année).

Profondeur Géotypes	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	47.40 ±2.78	42.10 ±4.26	41.55 ±3.36	37.75 ±3.17	38.30 ±4.14
MBB	41.21 ±4.03	42.50 ±4.46	38.30 ±2.86	37.60 ±2.92	35.80 ±4.26
Waha	44.38 ±4.41	41.22 ±7.38	39.30 ±4.23	37.20 ±3.40	36.38 ±2.05
Sahel77	44.00 ±3.39	41.45 ±3.80	44.20 ±3.47	40.28 ±5.09	41.50 ±3.68
Bidi17	45.60 ±4.34	41.80 ±2.89	46.60 ±2.63	39.63 ±6.14	39.60 ±2.28
Vitron	38.00 ±2.50	37.42 ±1.93	41.22 ±2.47	38.30 ±3.04	37.08 ±2.91
Moyenne	43.43 ±3.23	41.08 ±3.94	41.86 ±2.85	38.46 ±3.66	38.11 ±2.93
Rang	A	AB	AB	B	B

ET = 2.00 CV = 8.9 % ; Moyenne = 40.59 grains par épi ; PPDS = 1.82 grains

Tableau XXIII₂: Nombre de grains par épi (2^{ème} année)

Prof. Géotypes	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	38.80 ±3.68	34.90 ±3.67	34.40 ±3.26	31.00 ±1.81	30.20 ±1.68
MBB	30.20 ±3.63	29.60 ±2.74	28.20 ±1.71	26.70 ±1.60	24.02 ±2.97

Discussion

Waha	42.85 ±5.53	40.80 ±3.66	40.40 ±3.39	37.25 ±2.87	38.30 ±2.12
Sahel77	43.10 ±4.74	49.30 ±2.21	46.20 ±2.71	41.00 ±2.57	39.05 ±2.57
Bidi17	46.40 ±2.31	48.60 ±5.30	45.30 ±4.57	40.30 ±1.73	35.22 ±4.04
Vitron	48.60 ±2.50	51.40 ±2.77	47.30 ±3.36	46.23 ±3.27	42.85 ±3.67
Moyenne	41.66 ±3.45	42.43 ±3.13	40.30 ±2.90	37.08 ±2.12	34.94 ±2.62
Rang	A	A	B	C	D

ET = 2.07 grains ; CV = 8.7 % ; Moyenne = 43.37 grains/épi PPDS = 1.30 grains

Tableau XXIII₃ : Nombre de grains par épi (3^{ème} année)

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	30.02 ±2.96	33.50 ±2.52	32.50 ±2.37	30.05 ±1.83	24.50 ±5.89
MBB	31.50 ±4.18	31.02 ±2.92	29.50 ±4.90	26.02 ±2.95	20.08 ±3.89
Waha	30.05 ±2.48	31.00 ±2.99	31.70 ±2.79	26.23 ±1.60	24.02 ±1.68
Sahel77	26.20 ±2.05	32.20 ±2.83	34.03 ±3.32	26.08 ±1.81	21.50 ±2.75
Bidi17	32.08 ±3.61	34.50 ±1.99	35.05 ±1.80	31.50 ±3.18	28.05 ±2.93
Vitron	30.05 ±1.77	33.50 ±2.43	34.50 ±2.66	28.07 ±3.39	24.50 ±1.42
Moyenne	29.98 ±2.62	32.62 ±2.33	32.88 ±2.77	27.96 ±2.27	23.78 ±3.01
Rang	B	A	A	C	D

ET= 1.23 grains; CV = 4.2 % ; Moyenne = 29.37 grains par épi ; PPDS = 1.48 grains.

Tableau XXIII₄ : Nombre de grains par épi (4^{ème} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	38.40 ±3.35	36.05 ±3.56	35.80 ±3.23	33.22 ±1.67	28.50 ±2.80
MBB	34.60 ±1.91	36.05 ±1.85	30.50 ±1.88	30.00 ±1.83	27.50 ±1.92
Waha	37.00 ±1.79	39.00 ±2.62	34.30 ±2.17	33.05 ±1.81	29.50 ±1.96
Sahel77	40.30 ±3.62	42.20 ±1.35	36.00 ±1.68	30.20 ±3.06	25.90 ±2.98

Discussion

Vitron	36.75 ±1.98	39.70 ±2.70	32.03 ±2.93	31.30 ±3.16	26.63 ±2.10
Moyenne	38.05 ±2.71	39.35 ±2.25	34.04 ±2.08	31.70 ±2.28	27.94 ±2.09
Rang	A	A	B	C	D

Globalement de 2.5 à 5cm de profondeur, le nombre de grains par épi ne présente pas de différences significatives; à partir de 5cm, il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. Le nombre de grains par épi le plus grand est noté à 5cm avec 38.8; le plus faible est obtenu à 12cm avec 31.1 grains par épi.

Par ailleurs, le nombre de grains par épi le plus faible est obtenu à 12cm par la variété MBB avec 26.8; le plus élevé (42.0 grains par épi) est noté par la variété Bidi17 à 5cm de profondeur.

Pendant la première année le nombre de grains par épi diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur. La variété Hedba3 se classe en tête avec 47.5 grains par épi à 2.5cm, par contre la variété MBB, a obtenu la plus basse valeur avec 35.8 grains par épi à 12cm. A cette profondeur, la variété Sahel77 a noté la plus grande valeur, 41.5 grains par épi.

Durant la 2^{ème} année d'essai, il n'y a pas de différences significatives en passant de 2.5cm à 5cm de profondeur. Au delà de 5cm ce paramètre diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. L'analyse de la variance fait ressortir 4 groupes homogènes, et range les profondeurs dans l'ordre suivant :

2.5cm et 5cm > 7cm > 10cm > 12cm,

représentées par les groupes A, B, C et D respectivement.

Globalement pendant la 3^{ème} année, le nombre de grains par épi se trouve favorisé à 7cm et 5cm avec respectivement 32.88 et 32.6 grains par épi. La plus faible valeur est obtenue à 12cm, représentée en moyenne par 23.78 grains par épi. Ce paramètre varie entre 20.0 et 35.0 grains par épi, obtenus à 12 et 7cm par les variétés MBB et Bidi17 respectivement.

Pendant la 4^{ème} année d'essai, en passant de 2.5 à 5cm, les valeurs enregistrées, montrent une légère augmentation (38.0 et 39.3 grains par épi respectivement) non significative. A partir de 5cm, le nombre de grains par épi diminue graduellement jusqu'à

Discussion

12cm de profondeur pour atteindre 27.9 grains par épi en moyenne.

9.3- Poids de 1000 grains (PMG)

Tableau XXIV₁ : Poids de 1000 grains (g) (1^{ère} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	40.60 ±1.79	39.60 ±1.52	40.95 ±2.97	43.95 ±1.19	42.05 ±1.53
MBB	39.75 ±1.16	37.38 ±2.72	39.00 ±2.91	36.50 ±2.84	39.50 ±2.94
Waha	41.40 ±2.60	43.50 ±2.77	45.40 ±2.28	44.13 ±1.20	44.50 ±2.24
Sahel77	46.00 ±1.17	47.40 ±3.11	45.25 ±2.25	46.40 ±2.29	48.60 ±1.30
Bidi17	47.05 ±2.95	46.30 ±1.70	46.40 ±1.64	48.05 ±1.61	48.07 ±2.02
Vitron	46.35 ±0.91	47.83 ±1.98	43.40 ±2.45	46.15 ±2.11	44.35 ±0.89
Moyenne	43.52 ±1.70	43.67 ±2.10	43.47 ±2.17	44.20 ±1.74	44.51 ±1.71
Rang	NS				

ET = 1.49g, CV = 3.4%, Moyenne = 43.87g

Tableau XXIV₂ : Poids de 1000 grains en g (2^{ème} année).

Prof. / Génotype	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	52.40 ±2.56	48.60 ±1.77	46.30 ±3.27	45.90 ±2.85	48.65 ±1.91
MBB	43.80 ±3.59	46.15 ±2.81	47.25 ±2.50	43.40 ±2.85	47.50 ±2.28
Waha	38.60 ±1.94	33.72 ±2.77	35.50 ±0.72	33.60 ±2.57	38.60 ±1.14
Sahel77	48.40 ±1.79	48.00 ±3.47	48.00 ±0.46	46.60 ±1.76	44.15 ±1.84
Bidi17	53.20 ±1.64	52.30 ±1.86	51.00 ±2.66	51.50 ±2.49	48.40 ±1.94
Vitron	46.40 ±3.30	47.50 ±2.08	48.00 ±3.37	47.40 ±3.30	47.10 ±2.94
Moyenne	47.13 ±2.28	46.05 ±2.24	46.01 ±2.17	44.73 ±2.37	45.73 ±1.84

Discussion

Rang	A	A	A	B	B
------	---	---	---	---	---

ET = 2.07g; CV = 4.5 % ; Moyenne = 46.06g. PPDS = 1.36 g

Tableau XXIV₃: Poids de 1000 grains, en g (3^{ème} année)

Prof. Génotypes	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	38.20 ±2.00	42.15 ±2.22	40.70 ±1.93	39.10 ±2.95	33.05 ±1.79
MBB	33.30 ±2.29	34.25 ±1.94	35.20 ±1.76	33.20 ±2.68	31.02 ±2.21
Waha	35.40 ±2.85	35.03 ±1.40	36.05 ±3.22	35.05 ±1.51	33.40 ±1.69
Sahel77	36.05 ±1.12	39.50 ±1.69	38.30 ±3.15	33.38 ±3.10	31.50 ±1.49
Bidi17	39.50 ±3.29	40.42 ±1.81	41.13 ±1.55	38.05 ±1.99	39.15 ±2.38
Vitron	33.20 ±1.63	35.20 ±1.93	35.20 ±2.08	30.55 ±1.13	31.55 ±2.55
Moyenne	35.94 ±2.05	37.76 ± 1.63	37.76 ± 2.10	34.89 ± 2.07	33.28 ±1.82
Rang	AB	A	A	BC	C

ET = 1.42 g ; CV = 3.9 % ; Moyenne = 35.80g ; PPDS = 2.7g.

Tableau XXIV₄: Poids de 1000 grains en g (4^{ème} année).

Prof. Génotypes	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba 3	42.40 ±2.75	44.50 ±1.63	41.60 ±3.08	39.05 ±1.63	38.30 ±2.44
MBB	35.97 ±1.40	37.40 ±2.47	34.80 ±2.24	33.20 ±1.58	32.22 ±1.99
Waha	38.80 ±1.95	39.70 ±2.86	37.10 ±2.27	36.22 ±2.26	35.03 ±1.53
Sahel77	40.10 ±2.62	42.50 ±3.76	39.42 ±0.86	37.40 ±2.23	37.50 ±2.28
Bidi17	42.03 ±3.27	44.20 ±3.32	43.10 ±2.42	38.22 ±2.39	39.30 ±3.76
Vitron	41.40 ±3.16	43.32 ±1.28	44.13 ±1.43	40.20 ±2.31	38.30 ±2.49
Moyenne	40.12 ±2.31	41.94 ±2.39	40.03 ±1.92	37.38 ±1.85	36.78 ±2.22
Rang	AB	A	A	BC	C

Le poids de 1000 grains varie entre 31.5g (enregistré par la variété MBB en 3^{ème} année) et 53.2g (obtenu par la variété Bidi17 en 2^{ème} année d'essai).

Ce paramètre varie selon les conditions climatiques de l'année: en l'occurrence, la pluviométrie de fin de cycle végétatif et les fortes chaleurs précoces durant la phase de remplissage du grain. Pendant la première année, pour un même génotype, les résultats obtenus ne présentent pas de différences significatives en fonction de la profondeur de semis ; ceci est dû à la présence d'humidité dans le sol durant la période de remplissage (mise en réserve) du grain.

9.4- Rendement en grains, récolté à la moissonneuse batteuse

Les rendements obtenus par la moissonneuse batteuse sont consignés dans les figures 24₁₋₄.

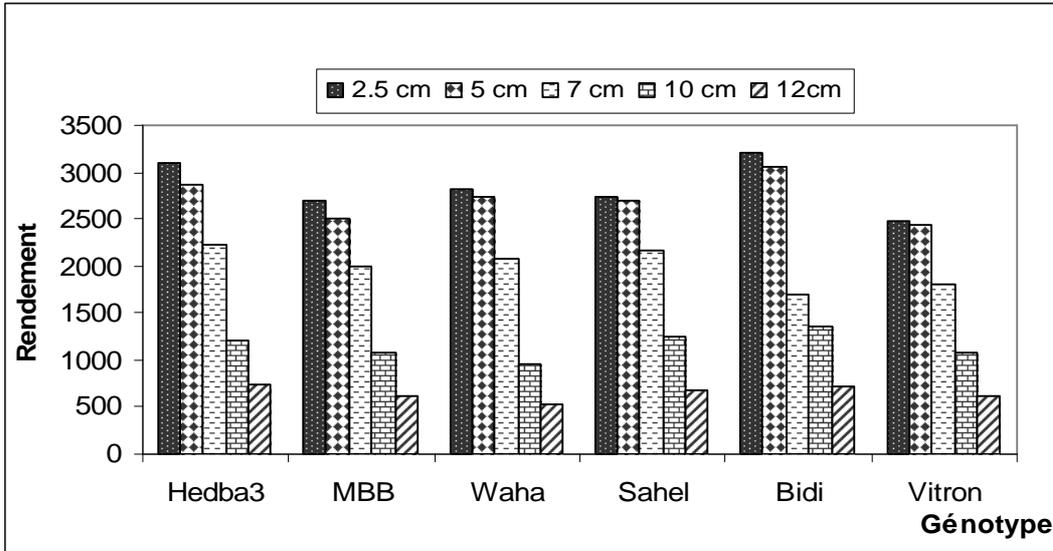


Figure 24₁ : Rendement récolté (g/plot) (1^{ère} année)

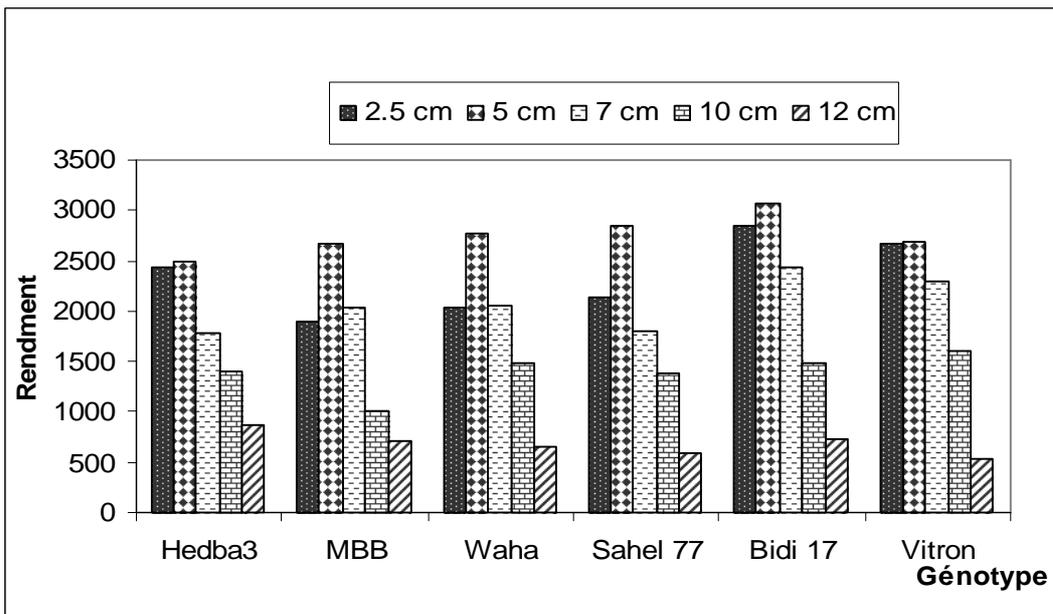


Figure 24₂ : Rendement récolté en g/plot (2^{ème} année)

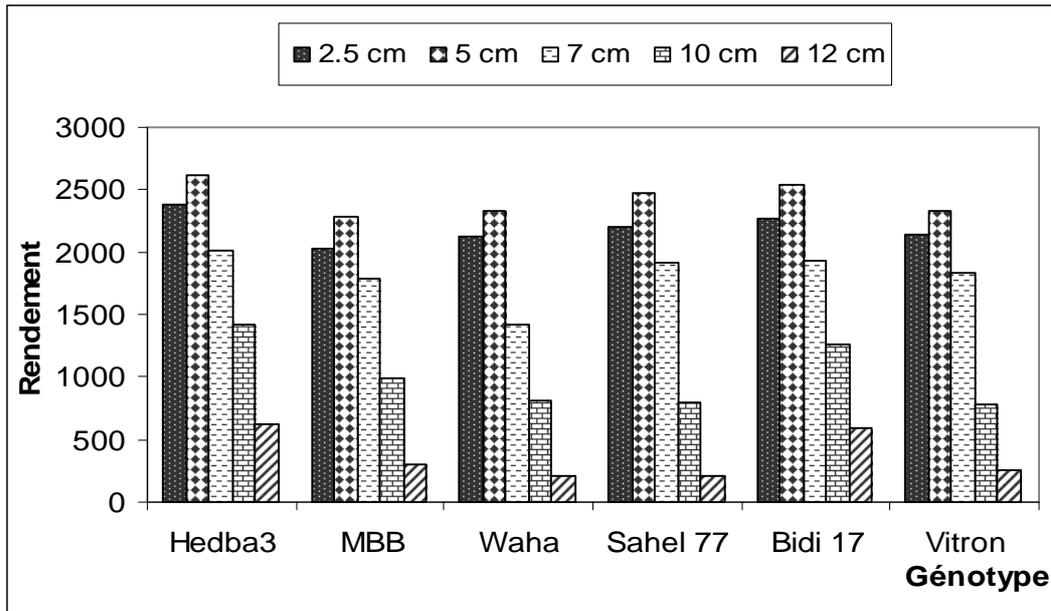


Figure 24₃ : Rendement récolté en g/plot (3^{ème} année)

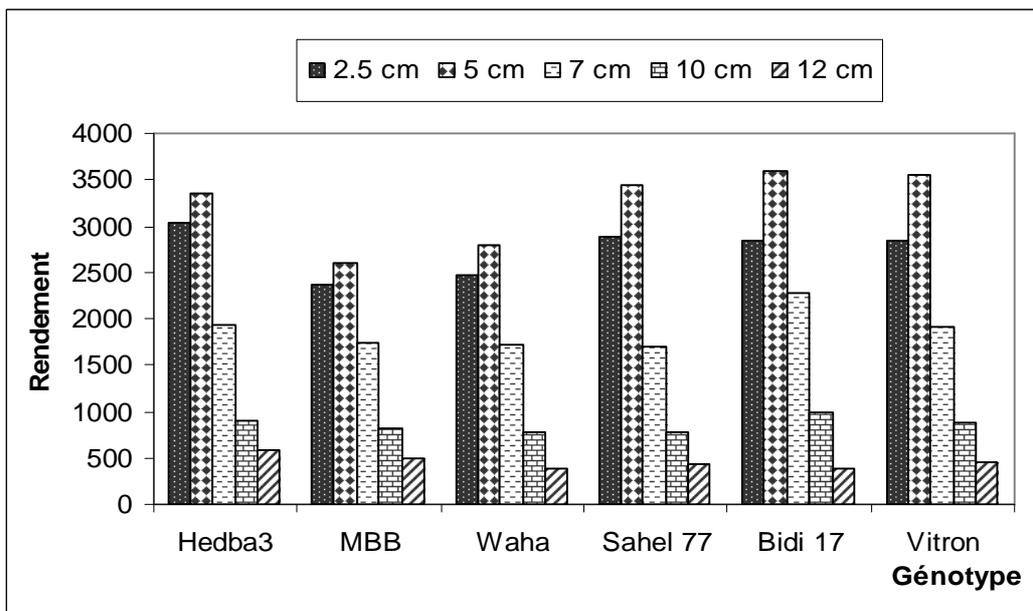


Figure 24₄ : Rendement récolté, en g/plot (4^{ème} année)

Le rendement estimé ne reflète guère la réalité. Il y a souvent une surestimation. Même le rendement récolté à la machine est des erreurs: perte à la récolte, réglage de la machine Toutefois le rendement récolté est plus juste et mieux considéré que le rendement estimé. Les résultats relatifs au rendement récolté à la machine (moissonneuse batteuse expérimentale) sont présentés dans les figures 25 1...4.

Globalement les valeurs de la moyenne du rendement récolté observent une augmentation en passant de 2.5 à 5cm de profondeur, excepté pour la première année où le

Discussion

rendement diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. Pour toutes les années, à partir de 5cm de profondeur, le rendement subit une diminution graduelle vers la profondeur la plus grande (12cm). Le plus grand rendement est noté à 5cm avec 46.3 q/ha, alors que le plus faible est obtenu à 12cm avec 8.9 q/ha.

Durant la première année d'essai, le rendement varie entre 8.83 et 53.33 q/ha obtenus par les variétés Waha et Bidi17 à 12cm et 2.5cm de profondeur respectivement. Pendant la deuxième année d'essai, la plus grande valeur (51.0 q/ha) est obtenue par la variété Bidi17 à 5cm. La plus faible valeur 10 q/ha, est notée par la variété Sahel77 à 12cm. Il ressort que les variétés locales, en grande profondeur de semis, sont mieux classées que les autres variétés, ceci est du aux caractéristiques de leur système racinaire profond.

En 3^{ème} année d'essai, le rendement varie entre 43.70 et 3.52 q/ha, obtenus par les Hedba3 et Sahel77 à 5cm et 12cm respectivement. Les valeurs obtenues classent les profondeurs comme suit :

5cm > 2.5cm > 7cm > 10cm > 12cm

Et pendant la 4^{ème} année, le plus grand rendement (59.79 q/ha) est observé à 5cm chez la variété Bidi17, alors que le plus faible (5.9 q/ha) est obtenu par la variété Waha à 12cm. Les valeurs obtenues classent les profondeurs dans l'ordre suivant :

2.5cm > 5cm > 7cm > 10cm > 12cm

B- DISCUSSION

1- Nombre de plantules par m² à la levée

Discussion

Globalement dans les quatre essais, le nombre moyen de plantules. m² ne dépasse pas les 85,8% dans toutes les profondeurs de semis.

Tableau XXV₁ : Nombre moyen de plantules par m² (sur 4 années)

Prof. / Génotype	2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
Hedba3	169.19 ±6.42	185.38 ±7.26	142.06 ±6.02	103.75 ±5.22	56.25 ±7.65
MBB	165.94 ±9.51	173.75 ±8.55	133.75 ±5.15	94.69 ±7.96	49.75 ±5.64
Waha	154.94 ±7.93	161.75 ±7.33	123.56 ±5.84	80.00 ±6.86	32.00 ±5.29
Sahel 77	162.13 ±10.28	171.44 ±6.87	131.50 ±5.77	87.61 ±5.91	38.88 ±5.02
Bidi 17	172.63 ±9.82	177.63 ±8.36	143.56 ±7.77	107.00 ±7.89	46.81 ±4.57
Vitron	165.79 ±7.77	173.94 ±8.35	125.69 ±6.13	78.81 ±5.52	34.31 ±4.23
Moyenne	165.00 ±8.50	173.98 ±7.61	133.35 ±6.00	91.98 ±6.47	43.00 ±5.37
Levée %	66.0	69.5	53.5	36.7	17.2
Rang	B	A	C	D	E

E.T. = 7.94 plantules CV= 6.5 % , Moyenne= 121.46 plantules par m², PPDS = 5.56 épis

Tableau XXV₂ : Taux moyen de plantules levées par m² (%)

Profondeur de Semis	2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
1 ^{ère} année	77.2	85.8	62.2	42.4	21.0
2 ^{ème} année	62.5	61.8	51.5	39.6	19.2
3 ^{ème} année	61.6	64.7	50.0	29.6	13.0
4 ^{ème} année	62.6	66.0	49.6	35.0	15.0
Moyenne	66.0	69.5	53.5	36.7	17.2
Rang	B	A	C	D	E

Le taux le plus grand est noté à 5cm de profondeur en première année. Ce taux est toujours élevé à cette profondeur dans les trois autres essais (4, 3 et 1), alors, qu'il est obtenu à 2,5cm. En effet, le nombre de plantules levées par m² est satisfaisant dans les profondeurs 2,5 et 5cm.

Le test de Newman et Keuls au seuil 5 % révèle des différences significatives entre les années, les profondeurs de semis et entre les génotypes; il les classe comme suit :

En fonction de l'année

Discussion

Année	Nombre plantules par m ²	Groupes homogènes	PPDS
1 ^{ère}	144.36 ±7.17	A	2.03 plantules
2 ^{ème}	117.11 ±7.51	B	
4 ^{ème}	114.88 ±6.29	C	
3 ^{ème}	109.51 ±6.45	D	

En fonction de la profondeur de semis

Profondeurs	Nombre Plantules par m ²	Groupes homogènes	PPDS
5cm	173.98 ±8.50	A	2.27 plantules
2.5cm	165.00 ±7.61	B	
7cm	133.35 ±6.0	C	
10cm	91.98 ±6.47	D	
12cm	43.00 ±5.37	E	

De 2.5 à 5cm le nombre de plantules à la levée augmente, excepté la deuxième année. A partir de 5cm, le nombre de plantules diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis, comme le montre le tableau suivant

Tableau XXV₃ : Taux de plantules levées par rapport à la profondeur 2.5cm

Année	Profondeur de semis				
	2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
1 ^{ère}	100	111.17	80.55	54.93	27.19
2 ^{ème}	100	98.80	82.36	63.42	30.76
3 ^{ème}	100	108.95	81.22	48.16	21.10
4 ^{ème}	100	106.46	79.22	56.47	24.83

- En fonction des génotypes

Génotypes	Nombre plantules.m ²	Groupes homogènes	PPDS
Hedba3	131.32 ±6.40	A	2.48 plantules
Bidi17	129.52 ±7.36		
MBB	123.57 ±6.55	B	
Sahel77	118.31 ±6.84	C	
Vitron	115.59 ±7.67	D	
Waha	110.45 ±6.41	E	

A 12cm de profondeur les variétés locales se sont mieux exprimées que les variétés d'introduction (Tableau XXVII₄).

Tableau XXV₄ : Interaction Profondeur de semis x Nombre de plantules

Profondeur Semis	Génotypes	Plantules/m ²	Groupes Homogènes
5 cm	Hedba3	185.38	A
5 cm	Bidi17	177.63	B
5 cm	Vitron	173.94	BC
5 cm	MBB	173.75	

Discussion

2.5 cm	Bidi17	172.43	BCD
5 cm	Sahel7	171.44	
2.5 cm	Hedba3	169.19	CDE
2.5 cm	MBB	165.94	
2.5 cm	Vitron	165.19	DE
2.5 cm	Sahel77	162.13	E
5 cm	Waha	161.75	
2.5 cm	Waha	154.94	F
7 cm	Bidi17	141.54	G
7 cm	Hedba	142.06	
7 cm	MBB	133.75	H
7 cm	Waha	131.50	
7 cm	Vitron	125.69	I
7 cm	Waha	123.06	
10 cm	Bidi17	107.00	J
10 cm	Hedba3	103.75	
10 cm	MBB	94.69	K
10 cm	Sahel77	87.65	L
10 cm	Waha	80.00	M
10 cm	Vitron	78.81	
12 cm	Hedba3	56.25	N
12 cm	MBB	49.75	O
12 cm	Bidi17	46.81	
12 cm	Sahel77	38.88	P
12 cm	Vitron	34.31	PQ
12 cm	Waha	32.00	Q

2- Tallage herbacé et tallage épi

Tableau XXVI : Nombre moyen de talles herbacées et de talles épi par plante

Prof.		2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
Année 2	TH	4.7	5.1	4.8	5.4	5.5
	TE	2.8	3.3	3.6	4.1	5.1
	%	59.5	64.7	75.0	75.9	92.4

Discussion

Année 3	TH	3.7	4.5	4.1	2.9	2.4
	TE	2.4	3.0	2.7	1.9	1.2
	%	64.3	66.1	64.9	66.4	52.0
Année 4	TH	4.0	4.3	3.9	3.4	2.8
	TE	2.3	2.7	2.0	1.6	1.2
	%	57.5	62.7	51.2	47.0	42.8

3- Nombre de racines par plante et par talle

Le nombre moyen de racine par profondeur et par année est résumé comme suit :

Tableau XXVII : Nombre moyen de racines par plante et par talle

Profondeur		2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
2 ^{ème} année	Racines/plante	66.1	73.3	77.5	66.5	75.1
	Racines/talle	11.5	12.0	13.3	10.3	11.2
3 ^{ème} année	Racines/plante	35.7	41.0	40.5	30.7	27.7
	Racines/talle	7.5	7.3	7.8	7.7	8.0
4 ^{ème} année	Racines/plante	36.7	39.3	38.7	33.5	29.9
	Racines/talle	7.3	7.4	7.8	7.6	7.8

Globalement le nombre de racines par plante augmente en passant de 2.5 à 7cm, ensuite il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis.

Le nombre de racines par plante suit l'évolution du nombre de talles par plante.

4- Surface de la feuille étendard

Tableau XXVIII: Surface foliaire moyenne (cm²), pourcentage par rapport à la profondeur de base (2.5cm)

Profondeur	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Année					
2 ^{ème} année	56.1	57.9	57.9	58.0	59.2
% /à prof. 2.5cm	100	103.2	103.2	103.3	105.5
3 ^{ème} année	19.8	21.6	22.1	23.8	25.2
% / prof. 2.5cm	100	109.0	114.6	120.2	127.2
4 ^{ème} année	51.1	51.1	53.2	55.1	56.8

Discussion

% / prof. 2.5cm	100	100	104.1	108.6	110.3
-----------------	-----	-----	-------	-------	-------

Classement des géotypes par année

Année 2	Sahel77 > MBB > Waha > Hedba3 > Bidi17 > Vitron
Année 3	Waha > Sahel77 > Bidi17 > Hedba3 > MBB > Vitron
Année 4	Waha > Vitron > MBB > Sahel77 > Hedba3 > Bidi17

5- Col de l'épi

La moyenne des valeurs de la longueur du col de l'épi marque une légère augmentation en passant de 2.5cm à 5 de profondeur. A partir de 5cm de profondeur, cette valeur diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis.

A 12cm de profondeur, il est noté une diminution de 18% par rapport à la profondeur de base 2.5cm. La longueur du col de l'épi dépend de la hauteur de la paille, et classe les variétés comme suit : **Hedba3 > MBB > Bidi17 > Vitron > Sahel 77 > Waha**

La plus forte moyenne est obtenue à 5 cm de profondeur, tandis que la plus faible moyenne est notée à 12cm (31.0cm).

En passant de 2.5cm à 12cm de profondeur on enregistre les écarts suivants :

Hedba3	15.7%	avec 7.6cm d'intervalle,
MBB	9.35%	avec 4.9cm d'intervalle,
Waha	9.5 %	avec 5.2cm d'intervalle,
Sahel 77	9.5%	avec 2.4cm d'intervalle,
Bidi 17	14.4 %	avec 7cm d'intervalle
Vitron	3.75 %	avec 2cm d'intervalle.

6- Biomasse par plante à la floraison

Tableau XXIX₁ : Poids moyen de matière fraîche (en g) et % par rapport à la profondeur de base (2.5cm) (Figures 19 et 20).

Profondeur		2.5cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
Année 2	MF	232.3	273.8	192.2	149.4	80.9
	%	100.0	117.8	82.7	64.8	24.8
Année 3	MF	172.3	196.6	194.1	170.0	155.0
	%	100	114.1	112.6	98.6	90.0

Tableau XXIX₂ : Poids moyen de matière sèche (g) et % par rapport à la profondeur 2.5cm.

Profondeur	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
------------	-------	-----	-----	------	------

Discussion

Année 2	MS	35.7	36.0	29.9	23.4	15.5
	%	100	100.8	83.7	65.5	43.4
Année 3	MS	34	38	36	32	28
	%	100	111.7	105.8	94.1	82.3

A 12cm de profondeur, la biomasse représente 24.8% de celle obtenue au semis superficiel lors de la deuxième année. La valeur moyenne la plus grande, 273.8g par plante, est obtenue à la profondeur 5cm, alors que la plus petite est représentée par 80.9g par plante à 12cm de profondeur pendant la 2^{ème} année. La variété Waha enregistre la biomasse la plus grande 353.7g par plante à la profondeur 5cm, alors que Sahel77 présente la plus faible valeur (41.9g par plante) à 12cm de profondeur en 2^{ème} année d'essai

Pendant la 3^{ème} année d'essai, la plus grande valeur de la biomasse est notée par la variété Hedba3 (avec 225g par plante) à 5cm de profondeur, la plus faible valeur est obtenue par la variété Sahel77 (140g par plante) à 12cm de profondeur.

Les valeurs ainsi obtenues classent les variétés dans l'ordre suivant :

- Deuxième année d'essai

Profondeur	Classement des géotypes
2.5cm	Waha , Vitron > Hedba3 > MBB > Sahel77 > Bidi17
5 cm	Waha > Vitron > Hedba3 > Bidi17 > MBB > Sahel77
7cm	MBB > Hedba3 > Bidi17 > Waha > Vitron > Sahel77
10cm	MBB > Hedba3 > Sahel77 > Bidi17 > Waha, Vitron
12cm	Hedba3 > Bidi17 > MBB > Vitron > Waha > Sahel77

- Troisième année d'essai

Profondeur De semis	Classement des géotypes
2.5cm	Bidi17 > MBB > Hedba3 > Vitron > Waha > Sahel77
5cm	Bidi17 > MBB > Hedba3 > Vitron > Waha > Sahel77
7cm	Hedba3 > MBB > Bidi17 > Vitron > Waha > Sahel77
10cm	Hedba3 > MBB > Bidi17 > Vitron > Waha > Sahel77
12cm	Bidi17 > Hedba3 > MBB > Vitron > Waha > Sahel77

Durant la 3^{ème} année d'essai, caractérisée par la sécheresse, les variétés locales à taille haute et à enracinement profond, présentent une biomasse importante par rapport aux autres variétés.

7- Hauteur des plantes aux stades épiaison et maturité

Discussion

La hauteur des plantes se trouve réduite en année sèche qu'en an année pluvieuse. En effet, le froid retarde le développement de la plante et par conséquent la taille des plantes. De même, la sécheresse et les hautes températures réduisent la hauteur des plantes. En année sèche et avec l'arrivée des chaleurs précoces la hauteur des plantes est réduite.

Par rapport à la profondeur de base (2.5cm) les variations de la hauteur sont comme suit :

Tableau XXX₁ : Taux (%) de la hauteur des plantes par rapport à la profondeur de base (2.5cm) (3^{ème} année)

Génotypes	Profondeur de semis				
	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba3	100	100	100	96.0	92.0
MBB	100	103.8	103.8	100	93.0
Waha	100	105.0	105.0	100	84.2
Sahel77	100	105.0	105.0	100	94.7
Bidi17	100	103.8	103.8	100	96.5
Vitron	100	105.0	105.0	100	94.0

La hauteur est grande chez les variétés hautes dépassant 1.30m et avoisine 1m chez les variétés courtes: Vitron, Waha et Sahel77.

Pendant la 4^{ème} année d'essai la hauteur augmente en passant de 2.5cm à 5cm de profondeur puis elle diminue graduellement jusqu'à 12cm de profondeur chez les variétés Waha, Sahel77 et Vitron, alors qu'elle se stabilise jusqu'à 7cm ensuite elle diminue jusqu'à 12cm chez les variétés MBB, Hedba3 et Bidi17

Les variations de la hauteur exprimées par rapport à la profondeur de base pour les variétés en fonction de la profondeur de semis mentionnées dans le tableau 47.

Tableau XXX₂ : Hauteur des plantes par profondeur de semis en % par rapport à la profondeur de base , 2.5cm (4^{ème} année).

Génotypes	2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
Hedba3	100	103.7	103.7	96.2	92.2
MBB	100	104.0	104.0	102.0	100.0
Waha	100	105.0	100.0	94.0	89.4
Sahel77	100	105.0	100.0	92.6	89.4
Bidi17	100	104.0	104.0	96.0	94.0
Vitron	100	104.0	100.0	96.8	93.0

A l'épiaison, la hauteur, la plus grande est rencontrée à 5cm en 3^{ème} année; elle est

Discussion

observée à 2.5cm ou 5cm en 4^{ème} année; elle diminue bien sûr après 5cm dans la quasi-totalité des cas.

A maturité, la plus grande hauteur correspond à 5cm et à 7cm de profondeur dans les deux cas. Les variétés hautes sont plus favorisées en 3^{ème} année qu'en 4^{ème} année d'essai. Par ailleurs, l'évolution est relativement semblable dans les deux années d'essai. Le semis de grande profondeur réduit la hauteur des plantes.

8- Durée des phases phénologiques

Tableau XXXI₁: Durée et écart (jour) du semis- levée, semis- l'épiaison et du semis- la maturité de chaque profondeur de semis par rapport à la profondeur 2.5cm (1^{ère} Année)

Phases	Géotypes	Profondeur de semis				
		2.5cm	5cm	7 cm	10 cm	12cm
Semis – Levée	Hedba3	22	0	+3	+5	+6
	MBB	22	+3	+3	+5	+6
	Waha	22	0	+4	+6	+7
	Sahel77	22	+1	+2	+4	+5
	Bidi17	22	0	+3	+6	+8
	Vitron	22	+1	+4	+6	+8
Semis - Epiaison	Hedba3	154	0	+6	+6	+8
	MBB	156	+1	+1	+2	+3
	Waha	142	0	+5	+6	+6
	Sahel77	144	+1	+4	+7	+8
	Bidi17	148	0	+4	+5	+6
	Vitron	145	0	+3	+6	+7
Semis -	Hedba3	190	0	+3	+8	+9

Discussion

	MBB	189	0	+3	+4	+4
	Waha	176	0	+3	+4	+5
	Sahel77	175	0	+4	+9	+3
	Bidi17	186	0	+3	+4	+4
	Vitron	178	0	+1	6	+6

Tableau XXXI₂: Durée et écart (jour) du semis- levée, du semis - épiaison et du semis- maturité, de chaque profondeur de semis par rapport à la profondeur 2.5cm (2^{ème} année)

Phase	Géotypes	Profondeur de semis				
		2.5cm	5cm	7 cm	10 cm	12cm
Semis → Levée	Hedba3	20	+1	+1	+2	+3
	MBB	20	+2	+2	+2	+3
	Waha	21	0	+1	+1	+3
	Sahel77	21	0	0	+1	+3
	Bidi17	20	+1	+1	+1	+3
	Vitron	21	0	+1	+1	+2
Semis→ Epiaison	Hedba3	157	-4	-4	0	+3
	MBB	157	-4	-3	+1	+3
	Waha	146	-3	-3	+1	+2
	Sahel77	146	-3	-3	+2	+2
	Bidi17	150	-2	-3	0	+2
	Vitron	147	-2	-2	0	0
Semis→ Maturité	Hedba3	193	-3	-3	0	+3
	MBB	191	-4	-4	0	+2
	Waha	177	-3	-3	0	+3
	Sahel77	180	-4	-4	0	+2
	Bidi17	187	-3	-3	+1	+3
	Vitron	179	-2	-3	-1	+3

Tableau XXXI₃ : Durée et écart (jour) du semis - levée, du semis- épiaison et du semis- maturité, de chaque profondeur de semis par rapport à la profondeur 2.5cm (3^{ème} année).

Phases	Géotypes	Profondeur de semis				
		2.5cm	5cm	7 cm	10 cm	12cm
Semis – Levée	Hedba3	19	+2	+3	+5	+7
	MBB	19	+2	+4	+6	+7
	Waha	19	+2	+3	+6	+9
	Sahel77	19	+2	+3	+5	+8
	Bidi17	19	+2	+3	+5	+8
	Vitron	19	+2	+3	+5	+9
Semis- Epiaison	Hedba3	152	+4	+4	+2	+5
	MBB	153	+1	+2	+5	+7
	Waha	142	+1	+2	+4	+6
	Sahel77	141	+2	+2	+7	+7
	Bidi17	148	+3	+4	+7	+9
	Vitron	140	+2	+2	+6	+7
Semis- Maturité	Hedba3	193	+1	+2	+4	+5
	MBB	186	+1	+1	+6	+7
	Waha	173	+1	+1	+3	+5
	Sahel77	172	+2	+4	+7	+9
	Bidi17	186	+3	+3	+6	+7
	Vitron	171	+2	+3	+7	+9

Tableau XXXI 4: Durée et écart (jour) du semis - levée, du semis-épiaison et du semis-maturité de chaque profondeur de semis par rapport à la profondeur 2.5cm (4^{ème} année).

Phases	GéotypeS	Profondeur de semis				
		2.5cm	5cm	7 cm	10 cm	12cm
Semis- Levée	Hedba3	24	+1	+1	+2	+3
	MBB	24	+1	+1	+2	+3
	Waha	24	+1	+1	+3	+4
	Sahel77	24	0	+1	+2	+3
	Bidi17	24	+1	+1	+3	+3
	Vitron	24	0	+1	+3	+3
Semis- Epiaison	Hedba3	154	+2	+3	+7	+9
	MBB	153	2	+3	+7	+8
	Waha	149	+1	+1	+2	+4
	Sahel77	149	0	+1	+2	+4
	Bidi17	153	+1	+2	+4	+6
	Vitron	150	0	+2	+3	+4
Semis- Maturité	Hedba3	188	+2	+5	+7	+8
	MBB	186	+2	+5	+8	+9
	Waha	180	+2	+2	+5	+6
	Sahel77	183	+2	+4	+5	+6
	Bidi17	184	+3	+3	+5	+6
	Vitron	182	+2	+3	+5	+5

L'intervalle noté à la levée augmente avec la profondeur de semis et en fonction de l'année. Il varie de 1 à 8, de 1 à 3, de 1 à 9 et de 1 à 4 jours en passant du semis superficiel vers la grande profondeur de semis pour la 1^{ère}, la 2^{ème}, la 3^{ème} et la 4^{ème} année respectivement (Tableaux XXXIII 1...4)

Ces écarts qui diffèrent d'une année à l'autre sont dus aux conditions climatiques (pluviosité, après semis et conditions d'humidité du sol au moment du semis) se répercutent sur l'épiaison et la maturité.

- A l'épiaison l'intervalle entre le semis superficiel et le semis profond (entre 2.5cm et 12cm) varie entre 2 et 8 jours en fonction de l'année et du géotype.

Pendant la deuxième année d'essai, l'intervalle entre le semis superficiel et le semis profond se trouve réduit, ceci est du surtout aux conditions climatiques de l'année; la sécheresse et les fortes chaleurs durant cette période ont précipité le cycle végétatif.

- A la maturité, l'écart existant dans la durée de la levée, entre le semis superficiel et le semis profond se trouve plus réduit en quatrième année d'essai qu'aux autres années 1, 2 et 3. Ceci est lié beaucoup plus à la sécheresse et aux fortes chaleurs

En deuxième année d'essai, l'intervalle existant entre la phase semis → levée se retrouve à la maturité; les premières plantes levées sont arrivées les premières à maturité;

Discussion

cet écart n'a pas été respecté notamment pour les génotypes tardifs, la maturation a été précipitée l'arrivée de sirocco précoce survenu à cette époque (deuxième décade de Juin) où l'on constate l'échaudage sur les variétés tardives, notamment chez Hedba3 et MBB.

Semis-Levée: Le semis profond accuse un retard à la levée de 3 jours par rapport au semis superficiel. Cet écart se trouve réduit, car la chute de pluie juste après le semis, a favorisé la germination des graines, permettant ainsi une levée rapide.

Semis-Epiaison A l'épiaison, l'écart entre les différentes profondeurs de semis n'est pas très important. La sécheresse durant cette période a permis de réduire l'écart entre les profondeurs de semis.

Semis-Maturité L'intervalle existant entre la phase semis-levée se retrouve à la maturité, les premières plantes levées, sont arrivées les premières à maturité. Cet écart n'étant pas été respecté, surtout que la maturation a été précipitée par des journées de chaleur (Sirocco précoce) survenues à cette époque (deuxième décade de Juin où l'on constate un échaudage sur les variétés tardives).

Pendant la 3^{ème} année d'essai l'écart entre le semis superficiel et le semis profond noté à la levée se retrouve à la maturité, mais plus réduit, car les dernières phases du cycle ont été précipitées par la sécheresse et par l'arrivée des fortes chaleurs précoces. Ces dernières ont affecté le remplissage du grain, notamment chez les variétés tardives.

Presque les mêmes observations ont été retenues durant la quatrième année d'essai. Il ressort que les grains placés profondément donnent des plantules qui émergent plus en retard que ceux semés superficiellement. Cet intervalle (en jour) entre le semis superficiel et le semis profond se répercute sur l'épiaison et la maturité. La profondeur de semis retarde la levée, diminue la densité de peuplement et retarde aussi la maturité des plantes.

9- Les composantes de rendement

9.1- Nombre d'épis par m²

Tableau XXXII 1: Nombre moyen d'épis par m² (sur 4 années).

Profondeur Génotypes	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba3	558.88 ±13.83	616.69 ±14.38	483.75 ±8.68	350.25 ±5.76	202.25 ±7.63

Discussion

MBB	535.38 ±11.74	571.06 ±13.72	453.50 ±14.78	329.56 ±9.22	183.75 ±9.03
Waha	529.75 ±9.91	549.88 ±10.13	446.25 ±12.81	284.56 ±10.34	122.69 ±8.25
Sahel 77	503.94 ±11.00	543.00 ±11.46	427.69 ±10.20	272.38 ±5.89	130.25 ±5.25
Bidi 17	536.94 ±8.40	544.19 ±10.58	461.63 ±9.71	308.88 ±8.43	156.06 ±9.28
Vitron	534.69 ±14.55	534.19 ±11.42	420.00 ±13.10	269.19 ±7.16	115.50 ±7.97
Moyenne	533.26 ±11.45	559.83 ±11.73	448.80 ±11.43	302.97 ±7.77	151.75 ±7.80
Rang	B	A	C	D	E

ET = 11.77 épis.m⁻² ; CV = 2.9 % ;

Moyenne générale = 399.32 épis.m⁻²

Le test de Newman et Keuls au seuil 5 % classe les années en fonction de la densité de peuplement épis suivant :

2^{ème} année > 1^{ère} année > 3^{ème} année > 4^{ème} année

Tableau XXXII₂: Nombre moyen d'épis par m² par année et classement en groupes

Profondeur		2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
1 ^{ère}	Epis/m ²	604.6	627.7	497.7	271.4	153.5
	Rang	B	A	C	D	E
2 ^{ème}	Epis/m ²	589.3	604.0	561.8	423.4	260.7
	Rang	A	A	A	B	C
3 ^{ème}	Epis/m ²	460.21	499.7	426.8	278.9	81.0
	Rang	B	A	B	C	D
4 ^{ème}	Epis/m ²	478.8	507.9	308.7	238.0	111.7
	Rang	B	A	B	C	D

Si l'on considère la profondeur 2.5cm comme profondeur de base, le taux du nombre d'épis obtenu aux autres profondeurs par rapport au semis superficiel est comme suit (en %) :

Profondeur		2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
1 ^{ère}		100	103.8	82.3	44.8	25.3
2 ^{ème}		100	108.0	95.3	71.8	44.2
3 ^{ème}		100	108.5	92.3	60.6	17.6
4 ^{ème}		100	106.0	64.4	49.7	23.3

En grande profondeur de semis, les génotypes à coléoptile long et à enracinement profond expriment plus d'épis au m² que leurs homologues à coléoptile court.

Le test de Newman et Keuls au seuil 5 % classe les profondeurs de semis (moyenne sur 4

Discussion

ans) en fonction de la densité de peuplement épi dans l'ordre suivant :

Profondeur	Nombre moyen d'épis. m ²	Groupes Homogènes
5 cm	559.8 ±11.7	A
2.5 cm	533.2 ±11.4	B
7 cm	448.8 ±11.4	C
10 cm	302.9 ±7.7	D
12 cm	151.7 ±7.8	E

Les variétés locales présentent la densité de peuplement épis. m² la plus élevée (Hedba3, MBB, Bidi17 ; ceci est lié beaucoup plus à leur système racinaire profond et confirme les études faites par Benlaribi *et al.* (1990), Hazmoune (1994)

Tableau XXXIII ₃ : Interaction Profondeur de semis x Variété

Profondeur De semis	Génotype	Epis par m ²	Groupes homogènes
5cm	Hedba3	619.6	A
2cm	MBB	571.0	B
5cm	Hedba3	558.8	C
5cm	Waha	549.8	D
5cm	Bidi17	544.1	DE
2cm	Sahel77	543	DE
2cm	Bidi17	536.9	EF
2cm	MBB	535.3	EF
2cm	Vitron	534.6	EF
5cm	Vitron	534.1	EF
2cm	Waha	529.7	F
2cm	Sahel77	503.9	G
7cm	Hedba3	483.7	G
7cm	Bidi17	461.6	H
7cm	MBB	453.5	I
7cm	Waha	446.2	IJ
7cm	Sahel77	427.6	J
7cm	Vitron	420.0	K
10cm	Hedba3	353.2	K
10cm	MBB	329.5	L
10cm	Bidi17	308.8	M
10cm	Waha	284.5	N
10cm	Sahel77	272.3	O
10cm	Vitron	269.1	P
12cm	Hedba3	202.2	Q
12cm	MBB	183.7	R
12cm	Bidi17	156.0	S
12cm	Sahel77	130.2	T
12cm	Waha	122.6	TU

Discussion

12cm	Vitron	115.5	U
------	--------	-------	---

9.2- Nombre de grains par épi

Tableau XXXIII : Nombre moyen de grains par épi. (moyenne sur 4 ans).

Prof. Génotypes	Profondeur de semis				
	2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
Hedba 3	38.66 ±2.92	36.64 ±3.18	36.06 ±2.75	33.01 ±1.97	30.37 ±3.54
MBB	34.38 ±3.18	34.79 ±2.81	31.62 ±2.78	30.08 ±2.15	26.85 ±2.95
Waha	38.57 ±3.45	38.01 ±4.09	36.42 ±2.89	33.43 ±2.26	32.05 ±1.75
Sahel 77	38.63 ±3.22	41.26 ±2.57	40.26 ±2.58	34.94 ±3.00	33.14 ±2.56
Bidi 17	41.09 ±3.37	42.02 ±2.95	40.49 ±2.60	35.41 ±3.52	31.98 ±2.79
Vitron	38.35 ±1.98	40.51 ±2.22	38.76 ±2.57	35.98 ±2.88	32.76 ±2.38
Moyenne	38.28 ±2.98	38.87 ±2.95	37.27 ±2.63	33.81 ±2.62	31.19 ±2.64
Rang	A	A	B	C	D

E.T = 3.19 grains/épi; CV = 8.9 % . Moyenne générale 35.88 grains/épi

Le test de Newman et Keuls au seuil 5 %, donne le classement des génotypes (toutes les profondeurs de semis confondues) en fonction du nombre de grains par épi :

Génotypes	Nombre de grains par épi	Groupes Homogènes
Bidi17	38.20 ±2.9	A
Sahel77	37.65 ±2.7	
Vitron	37.27 ±2.3	
Waha	35.70 ±2.9	B
Hedba3	34.95 ±2.8	
MBB	31.55 ±2.7	C

Discussion

Le nombre de grains par épi diminue avec la profondeur de semis. Le semis superficiel fournit plus de grains par épi que le semis profond. En effet, l'analyse de la variance fait ressortir 4 groupes homogènes en fonction de la profondeur de semis :

2.5cm et 5cm > 7cm > 10cm > 12cm

Profondeurs	Nombre de grains/épi	Groupes Homogènes
. 5 cm	38.87 ±2.9	A
2.5 cm	38.28 ±2.9	
7 cm	37.27 ±2.6	B
10 cm	33.81 ±2.6	C
12 cm	31.19 ±2.6	D

Par ailleurs le nombre de grains formés par épi varie en fonction des conditions climatiques de l'année durant les périodes végétatives et la période reproductrice (pluviométrie, températures).

Tous les génotypes confondus, le test de Newman et Keuls au seuil 5% fait ressortir le classement des années en fonction du nombre de grains par épi :

1^{ère} année > 2^{ème} année > 4^{ème} année > 3^{ème} année

Années	Nombre de grains /épi	Groupes Homogènes
1 ^{ère}	40.59 ±3.2	A
2 ^{ème}	39.28 ±2.8	B
4 ^{ème}	34.22 ±2.2	C
3 ^{ème}	29.45 ±2.5	D

Globalement, durant les années (2, 3 et 4), les valeurs moyennes enregistrées montrent une augmentation du nombre de grains par épi en passant de 2.5cm à 5cm de profondeur. A partir de 5cm les valeurs obtenues diminuent graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. Exception faite durant la première année où l'on constate une diminution à partir de 7cm.

L'évolution (en %) du nombre de grains par épi en fonction de la profondeur de semis suivant l'année, par rapport à la profondeur de base (2.5cm) se résume comme suit :

Prof. \ Année	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
1 ^{ère}	100	94.5	96.3	88.5	87.7
2 ^{ème}	100	101.8	96.7	89.0	83.8
3 ^{ème}	100	108.8	109.6	93.3	79.3
4 ^{ème}	100	103.4	89.4	83.3	73.4

9.3- Poids de 1000 grains (PMG)

Tableau XXXIV: Poids de 1000 grains (g) (sur 4 années).

Géotypes	Profondeur de semis				
	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Hedba3	43.40 ±2.07	43.71 ±1.61	42.39 ±2.56	42.00 ±2.04	40.51 ±1.74
MBB	38.21 ±2.07	38.79 ±2.24	39.06 ±2.14	36.57 ±2.27	37.56 ±2.13
Waha	38.55 ±2.12	37.99 ±2.26	38.59 ±2.06	37.25 ±1.76	37.88 ±1.52
Sahel77	42.64 ±1.59	44.35 ±2.78	42.78 ±1.79	40.94 ±2.14	40.43 ±1.58
Bidi17	45.43 ±2.57	45.81 ±2.03	45.4 1 ±1.90	43.96 ±1.92	43.73 ±2.35
Vitron	41.84 ±2.21	43.46 ±1.65	42.68 ±2.18	41.08 ±2.10	40.33 ±2.10
Moyenne	41.68 ±2.07	42.35 ±2.08	41.82 ±2.06	40.30 ±1.99	40.07 ±1.88
Rang	A	A	A	B	B
%/à.2.5cm	100	101.6	100.3	96.6	96.1

E.T. = 2.33 g ;

CV = 5.6 %

Moyenne générale 41.24 g

Ce caractère classe les années dans l'ordre suivant :

2^{ème} année > 1^{ère} année > 4^{ème} année > 3^{ème} année

Année	Poids de 1000 grains (g)	Groupes homogènes
2 ^{ème}	45.93 ±2.1	A
1 ^{ère}	43.87 ±1.8	B
4 ^{ème}	39.25 ±2.1	C
3 ^{ème}	35.93 ±1.9	D

Le poids de 1000 grains le plus grand est noté en 2^{ème} année. Le remplissage du

Discussion

grain a été favorisé par les conditions climatiques favorables. Globalement l'analyse de la variance révèle de différences significatives. Suivant la profondeur de semis, il se dégage 2 groupes homogènes :

Le premier groupe représenté par les profondeurs 2.5cm, 5cm et 7cm.

Le second groupe est représenté par le semis profond (10 et 12cm).

- Suivant les variétés

Génotype	Poids de 1000 grains (g)	Groupes Homogènes
Bidi 17	44.8 ±2.1	A
Hedba 3	42.4 ±1.9	B
Sahel 77	42.3 ±1.9	
Vitron	41.8 ±2.0	
Waha	38.0 ±1.9	C
MBB	38.0 ±2.1	

Le poids de 1000 grains est une caractéristique variétale. Le génotype Bidi17 a enregistré le poids de 1000 grains le plus élevé avec 45.81g au semis superficiel, suivi du génotype Hedba3 avec 43.71g pour la même profondeur de semis (Tableau XXXIV).

- Suivant la profondeur de semis

Pour un même génotype, le poids de 1000 grains est plus élevé en semis superficiel qu'en semis profond; il diminue avec l'augmentation de la profondeur de semis. Il varie entre 40.5 et 45.8g, obtenus respectivement par la variété Bidi17 à 12cm et 5cm (tableaux II 53)

Profondeurs	Poids de 1000 grains(g)	Groupes Homogènes
5 cm	42.3 ±2.0	A
7 cm	41.8 ±2.0	
2.5 cm	41.6 ±2.0	
10 cm	40.3 ±1.9	B
12 cm	40.0 ±1.8	

Si l'on considère la profondeur 2.5cm comme profondeur de base, le taux du poids de 1000 grains obtenu aux autres profondeurs par rapport au semis superficiel est comme suit

Prof.	2.5cm	5cm	7cm	10cm	12cm
Année					
1 ^{ère}	100 %	100.3	99.8	101.5	102.7
2 ^{ème}	100 %	97.7	97.6	94.9	97.2
3 ^{ème}	100 %	105.0	105.0	97.0	92.5
4 ^{ème}	100 %	104.5	99.7	85.6	91.6

Discussion

En première année, l'analyse ne révèle pas de différence significative pour un même génotype suivant la profondeur de semis; ceci est probablement dû à la présence d'humidité le long du profil durant la période de remplissage du grain. Par contre le poids de 1000 grains varie selon la variété. La variété Bidi17 présente la plus grande valeur avec 47.0g à 2.5cm et la variété MBB a obtenu la plus faible valeur 39.7g. En grande profondeur de semis présentent les plus grandes valeurs respectivement 48.6 et 48.0g.

En 2^{ème} année, le poids de 1000 grains oscille entre 33.6 et 53.2g enregistrés respectivement par les variétés Waha à 5cm et Bidi17 à 2.5cm.

En 3^{ème} année, le poids de 1000 grains varie entre 30.5g obtenu par la variété Vitron à 10cm, et 42.5g noté par la variété Hedba3 à 5cm de profondeur.

Le classement selon la profondeur de semis est

Profondeur	Poids de 1000 grains (g)	Groupes homogènes
5 cm	37.7	A
7 cm	37.7	
2.5 cm	35.9	AB
10 cm	34.8	BC
12 cm	33.2	C

Pendant la 4^{ème} année, presque le même classement est obtenu en fonction de la profondeur de semis.

Profondeur	Poids de 1000 grains (g)	Groupes homogènes
5 cm	41.0	A
7 cm	40.0	
2.5 cm	40.1	AB
10 cm	37.3	BC
12 cm	36.7	C

9.4- Le rendement en grain, récolté à la moissonneuse batteuse

. Les valeurs moyennes classent les années dans l'ordre suivant

Année 2 > Année 1 > Année 4 > Année 3

Année	Rendement moyen Récolté en g/plot	Groupes homogènes
2	1897.17 ± 67.83	A
1	1866.50 ± 58.29	B
4	1832.00 ± 80.71	C

Discussion

3	1576.21 ±68.83	D
---	----------------	---

Tableau XXXV 1: Rendement (g par plot de 6 m²) récolté en grain (sur 4 ans)

Profondeurs Génotypes	2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
Hedba3	2736.88 ±88.69	2835.83 ±52.31	1986.56 ±63.64	1231.25 ±79.15	700.63 ±42.16
MBB	2195.00 ±63.67	2550.63 ±86.74	1888.13 ±69.74	906.88 ±82.03	530.63 ±46.91
Waha	2167.50 ±67.35	2660.94 ±64.56	1926.25 ±58.16	1035.00 ±48.68	485.63 ±46.53
Sahel 77	2500.00 ±81.37	2882.00 ±77.91	1894.38 ±63.93	1055.63 ±60.40	490.31 ±37.91
Bidi 17	2789.38 ±69.35	3056.25 ±114.67	2163.75 ±104.85	1330.00 ±76.60	695.63 ±53.39
Vitron	2535.00 ±26.84	2746.88 ±80.09	1963.75 ±86.37	1090.31 ±63.38	542.81 ±40.46
Moyenne	2520.63 ±74.37	2788.80 ±79.53	1970.47 ±75.65	1108.18 ±67.60	574.27 ±43.65
Rang	B	A	C	D	E
% / à 25 cm	100	105.8	81.8	48.3	23.7

Tableau XXXV 2: Rendement moyen récolté (g/plot et q/ha). Pourcentage par rapport à la profondeur de base (Figures 22 1...4)

Profondeurs		2.5 cm	5 cm	7 cm	10 cm	12 cm
1 ^{ère} année	g/plot	2813.75 ±83.23	2755.21 ±58.99	1995.0 ±57.33	1110.21 ±44.17	658.33 ±43.47
	Rdt q/ha	47.36	45.27	33.25	19.22	10.80
	% / prof base	100	95.5	70.2	40.5	22.8
2 ^{ème} année	g/plot	2340.83 ±71.44	2748.33 ±87.50	2115.63 ±66.22	1462.92 ±70.83	808.13 ±40.41
	Rdt q/ha	39.01	45.80	34.42	23.15	11.37
	%	100	117.4	88.2	59.3	29.4
3 ^{ème} année	g/plot	2187.92 ±59.55	2427.92 ±81.03	1887.92 ±70.34	1013.33 ±82.14	363.96 ±52.04
	Rdt q/ha	36.46	40.50	30.28	16.88	6.06
	%	100	11.0	83.0	46.2	16.6
4 ^{ème} année	g/plot	2740.00 ±86.66	3223.75 ±90.79	1883.33 ±104.75	846.25 ±71.38	466.67 ±40.49
	Rdt q/ha	45.66	53.72	31.38	14.24	7.52
	%	100	117.6	68.7	31.1	16.4
Moyenne	Rdt q/ha	42.12	46.32	32.23	18.37	8.93
	%	100	109.9	76.5	43.6	21.2

Globalement pendant les quatre années d'essai, le rendement récolté augmente en passant de 2.5cm à 7cm ; à partir de 5cm de profondeur il subit une diminution graduelle

Discussion

de la profondeur 5cm vers la profondeur la plus grande. Les valeurs de la moyenne du rendement récolté montraient une légère augmentation en passant de 2.5cm à 5cm de profondeur (respectivement 42.1 à 46.3 q/ha). Globalement le plus grand rendement est noté à 5 cm avec 46.3 q/ha q/ha), alors que le plus faible est obtenu à 12cm avec 8.9 q/ha.

- **Première année d'essai** : L'analyse des valeurs obtenues classe les profondeurs de semis dans l'ordre suivant : **2.5cm > 5cm > 7cm > 10cm > 12cm**

Profondeurs	Rendement Moyen q/ha	Groupes Homogènes
5cm	47.36	A
2.5cm	45.27	B
7cm	33.25	C
10cm	19.22	D
12cm	10.80	E

Le rendement varie entre 8.83 q/ha et 53.33 q/ha obtenu respectivement par Waha à 12cm et par Bidi17 à 25.5 cm de profondeur.

Les résultats notés classent les variétés par profondeur de semis comme suit :

- **Deuxième année** : Les résultats obtenus montrent qu'à partir de 5 cm le rendement diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. La plus grande valeur, 51.0 q/ha, est obtenue par la variété Bidi17 à 5cm. La plus faible valeur 10q/ha, est notée par la variété Sahel 77 à 12cm. Il ressort que les variétés locales, en grande profondeur de semis, sont mieux classées qu les autres variétés, ceci est du aux caractéristiques de leur système racinaire profond

- **Troisième année** : Le rendement varie entre 43.70 q/ha (obtenu par la variété Hedba3 à 5cm) et 3.52 q/ha noté par la variété Sahel 77 à 12 cm de profondeur. Les valeurs obtenues classent les profondeurs comme suit :

5 cm > 2.5 cm > 7 cm > 10 cm > 12 cm

- **Quatrième année**: Le rendement récolté le plus grand (59.79 q/ha) est observé à 5cm chez la variété Bidi17; le plus faible (5.9 /ha) est obtenu par la variété Waha à 12cm.

Les valeurs obtenues classent les profondeurs dans l'ordre suivant :

2.5cm > 5cm > 7cm > 12cm

Discussion

Profondeurs	Rendement Moyen q/ha	Groupes Homogènes
5 cm	53.72	A
2.5 cm	45.66	B
7 cm	31.38	C
10 cm	14.24	D
12 cm	7.52	E

Le test de Newman et Keuls au seuil 5 % fait ressortir 5 groupes homogènes (tous les génotypes confondus) suivant la profondeur de semis.

Profondeurs	Rendement moyen g/plot	Groupes Homogènes	PPDS
5cm	2788.80 ±79.53	A	22.89 g/plot
2.5cm	2520.63 ±74.37	B	
7cm	1970.47 ±75.65	C	
10cm	1108.18 ±67.60	D	
12cm	574.27 ±43.65	E	

Tableau XXXV₃ : Classement des variétés par profondeur et par année

Profondeur	Année	Classement des génotypes
2.5 cm	1 ^{ère}	Bidi17 > Hedba3 > waha > Sahel77 > MBB > Vitron
	2 ^{ème}	Bidi17 > Vitron > Hedba3 > Sahel77 > Waha > MBB
	3 ^{ème}	Hedba3 > Bidi17 > Sahel77 > Vitron > Waha > MBB
	4 ^{ème}	Hedba3 > Bidi17 > Sahel77 > Vitron > Waha > MBB
5 cm	1 ^{ère}	Bidi17 > Hedba3 > Waha > Sahel77 > MBB > Vitron
	2 ^{ème}	Bidi17 > Sahel77 > Waha > Vitron, MBB > Hedba3
	3 ^{ème}	Hedba3 > Bidi17 > Sahel77 > Waha > Vitron > MBB
	4 ^{ème}	Bidi17 > Vitron > Sahel77 > Hedba3 > Waha > MBB
7 cm	1 ^{ère}	Hedba3 > Sahel77 > Waha > MBB > Vitron > Bidi17
	2 ^{ème}	Bidi17 > Vitron > Waha > MBB > Sahel77, Hedba3
	3 ^{ème}	Hedba3 > Bidi17 > Sahel77 > Vitron > MBB > Waha
	4 ^{ème}	Bidi17 > Hedba3 > Vitron > MBB > Waha > Sahel77
10 cm	1 ^{ère}	Bidi17 > Sahel77 > Hedba3 > MBB > Vitron > Waha
	2 ^{ème}	Vitron > Bidi17 > Waha > Hedba3 > Sahel77 > MBB
	3 ^{ème}	Hedba3 > Bidi17 > MBB > Waha > Sahel77 > Vitron
	4 ^{ème}	Bidi17 > Hedba3 > Vitron > MBB > Waha > Sahel77
12 cm	1 ^{ère} année	Hedba3 > Bidi17 > Sahel77 > MBB > Vitron > Waha
	2 ^{ème} année	Hedba3 > Bidi17 > MBB > Waha > Vitron > Sahel77.
	3 ^{ème} année	Hedba3 > Bidi17 > MBB > Vitron > Waha > Sahel77
	4 ^{ème} année	Hedba3 > MBB > Vitron > Sahel77 > Bidi17 > Waha

Le test de Newman et Keuls au seuil 5 % fait ressortir le classement des génotypes en fonction du rendement récolté en grains obtenu selon la profondeur de semis :

Tableau XXXV₄ : Interaction génotype x Profondeur de semis x Année PPDS = 56.07

Discussion

Profondeur Semis	Génotype	Moyenne	Groupes Homogènes
5 cm	Bidi17	3056.25	A
5 cm	Sahel77	2882.50	B
5 cm	Hedba3	2835.63	BC
2.5 cm	Bidi17	2789.38	CD
5 cm	Vitron	2746.88	D
2.5 cm	Hedba3	2736.88	
5 cm	Waha	2660.94	E
5 cm	MBB	2550.63	F
2.5 cm	Vitron	2535.00	
2.5 cm	Sahel77	2500.00	
2.5cm	Waha	2367.50	G
2.5 cm	MBB	2195.00	H
7 cm	Bidi17	2163.75	
7 cm	Hedba3	1986.56	I
7 cm	Vitron	1963.95	
7 cm	Waha	1926.25	IJ
7 cm	Sahel77	1894.38	J
7 cm	MBB	1888.13	
10 cm	Bidi17	1330.00	K
10 cm	Hedba3	1231.25	L
10 cm	Vitron	1090.31	M
10 cm	Sahel77	1055.63	
10 cm	Waha	1035.00	
10 cm	MBB	906.88	N
12 cm	Hedba3	700.63	O
12 cm	Bidi17	695.63	
12 cm	Vitron	542.81	P
12 cm	MBB	530.63	
12 cm	Sahel77	490.31	
12 cm	Waha	485.63	

Tableau XXXVI : Analyse de la variance relative au rendement en grains récolté (g/plot) et à ses composantes (nombre de plantes/m², d'épis/plante, de grains/épi et poids de 1000 grains (g)).

Discussion

Source de variation	de	DL	Carrés moyens				
			Plantes	Epis	G/Epi	PMG	Rdt
Totale		479	2802.33	29964.06	52.20	33.93	800157.88
Année		3	29179.04**	651331.31**	3114.52**	2445.62**	2574261.25* *
Profondeur		4	283693.41**	2801461.50* *	1029.96**	96.10**	81164024.0* *
Génotype		5	5319.23**	55698.40**	481.91**	580.65**	1592083.25**
Int.AnxProf		12	2391.78**	44129.67**	64.92**	41.53**	1269117.38**
Int.AnxGéno		15	984.17**	6451.87**	246.19**	163.19**	302798.94**
Int.Profx Géno		20	254.28**	2700.70**	15.59 NS	5.86 NS	98323.20**
Int.AnxProfxGén		60	359.42**	2937.22**	11.84 NS	9.72 NS	113770.13**
Blocs		3	266.58**	2809.00**	0.25 NS	16.78 *	27072.00 NS
Résiduelle		357	63.01	138.50	10.19	5.41	6417.48
Ecart Type			7.94	11.77	3.19	2.33	80.11
C. V.			6.5	2.9	8.9	5.6	4.5

Tableau XXXVII : Matrice de corrélations totale

	Année	Prof	Génot	Rep	Rdt	Plt	Epi	G/Epil	PMG
Année	1								
Prof	0	1							
Gén	0	0	1						
Rep	0	0	0	1					
Rdt	-0.453	-0.679	0.088	0.000	1				
Plt	-0.081	-0.889	-0.075	-0.024	0.722	1			
Epi	-0.355	-0.849	-0.066	-0.001	0.888	0.896	1		
G/E	-0.483	-0.411	0.163	-0.031	-0.775	0.425	0.752	1	
PMG	-0.286	-0.122	0.167	-0.048	0.562	0.243	0.314	0.445	1

Le rendement varie d'une année à l'autre. Il classe les années comme suit :

2^{ème} année > 1^{ère} année > 4^{ème} année > 3^{ème} année

Il est corrélé négativement à la profondeur de semis (-0.679). Lorsque la profondeur

Discussion

de semis augmente le rendement diminue.

Le meilleur rendement est obtenu à la profondeur de semis 5cm.

Profondeurs: **5cm > 2.5cm > 7cm > 10cm > 12cm.**

La profondeur de semis est corrélée négativement avec le nombre de plantes par m². Lorsque la profondeur de semis augmente le nombre de plantes levée diminue ($r = 0.889$). Il en est de même pour le nombre d'épis par m².

A partir de 5cm de profondeur, la densité de peuplement épis par m² diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur. :

Profondeurs: **5cm > 2.5cm > 7cm > 10cm > 12cm.**

Le nombre d'épis par m² en grande profondeur de semis représente le 1/4 de celui obtenu superficiellement.

Le nombre de grains par épi est corrélé négativement à la profondeur de semis. ($r = -0.411$).

Par ailleurs, lorsque le nombre de plantes par m², le nombre de grains par épi et le poids de 1000 grains augmentent le rendement augmente corrélation positive.

Toutes les composantes de rendement varient suivant l'année, le génotype et la profondeur de semis.

1- Matériel végétal utilisé

Le matériel végétal utilisé dans nos essais se compose de six (6) génotypes de blé dur (*Triticum durum Desf.*), dont les principales caractéristiques sont résumées ci après :

- **Hedba3**: Sélectionnée dans la population locale algérienne (en 1921), c'est une variété non améliorée, à faible productivité. Caractérisée par un long coléoptile ($5,4 \pm 0,4\text{cm}$), elle valorise bien les conditions difficiles de culture. Son cycle biologique de développement est relativement long (tardif). A paille haute et à chaume vide, elle est sensible à la verse.

- **Med Ben Bachir (MBB)**: Sélectionnée dans la population locale algérienne. De productivité moyenne. Elle est adaptée au froid et à la sécheresse (zone des hauts plateaux). Elle présente un coléoptile long ($5,8 \pm 0,3\text{cm}$). C'est une variété à cycle biologique tardif, haute et à chaume vide.

- **Waha 'S'**: Génotype d'introduction, amélioré (issu du croisement, Plc/Ruff//Gta 'S'/3/Rtte CM 17904, réalisé au CIMMYT- Mexique et sélectionné par l'ICARDA en Syrie). C'est un génotype à coléoptile court ($4,0 \pm 0,3\text{cm}$) et à courte paille. Il est productif. Caractérisé par un cycle biologique relativement précoce, il présente une tolérance au froid et une sensibilité à la sécheresse et aux gelées printanières.

- **Sahel77** : Génotype d'introduction, amélioré (issu d'un croisement : Cit'S'//Pg'S'/AA'S'/3/Ruff//*Triticum Vern.* Glla, réalisé au CIMMYT- Mexique et sélectionné par l'ITGC – Algérie en 1977), à coléoptile court ($4,6 \pm 0,4\text{cm}$). Il est productif, précoce et à paille courte.

- **Bidi17** : Génotype obtenu par sélection dans la population locale. Il est adapté aux conditions difficiles. Sa productivité est moyenne, il a un coléoptile moyen ($4,8 \pm 0,3\text{cm}$). Il est légèrement tardif (il épie avant MBB et Hedba3). Il présente une paille plus haute que celle de Sahel77 et légèrement inférieure à celles de Hedba3 et MBB.

- **Vitron** : Génotype introduit d'Espagne, à productivité élevée, il valorise bien la fertilisation en année humide. Il est caractérisé par un coléoptile de longueur moyenne ($4,5 \pm 0,3\text{cm}$), un cycle biologique légèrement moins précoce que Waha et une paille de hauteur moyenne.

Ces géotypes ont été retenus à la suite d'un test déterminant la longueur du coléoptile, réalisé au laboratoire sur 20 géotypes. En effet, 20 grains par géotype sont mis en germination et la longueur de coléoptile de chaque plantule est mesurée.

2- METHODES D'ETUDES

2.1 - Lieu d'implantation des essais

Les essais sont menés selon deux modes de semis (semis manuel et semis mécanisé), en plein champ, à la Ferme Expérimentale de l'ITGC sise au KHROUB, sous les conditions naturelles de température et de précipitation, sous les conditions géographiques suivantes :

- une altitude de 640m,
- une latitude de 6° , 67' N,
- une longitude de 36° , 25' E.

La pluviosité annuelle moyenne est de 520mm.

Ils sont installés sur une parcelle dont le précédent cultural est une jachère travaillée, sur un sol profond légèrement en pente. Les travaux réalisés sont ceux pratiqués pour la grande culture c'est à dire l'application du même itinéraire technique.

2.2- Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est le split-plot à deux facteurs: profondeur de semis et géotype. La surface de la parcelle élémentaire est de :

- 6m² (1.20m x 5m) pour le semis mécanisé
- 1m² (1m x 1m) pour le semis manuel.

Chaque facteur est répété quatre (4) fois. Les deux essais sont menés en plein champ à différentes profondeurs de semis.

- **Le semis manuel** : Les grains sont placés dans le sol à la profondeur désirée, à l'aide d'un bâton gradué dont le bout est creux.

- **Le semis mécanisé** : Dans ce cas le semis est réalisé à l'aide d'un semoir expérimental de type OYORD que l'on règle à chaque fois que l'on change de niveau de semis.

2.3- Les profondeurs (ou niveaux) de semis:

Les différentes profondeurs (ou niveaux) de semis expérimentées sont :

2.5cm, 5.0cm, 7.0cm, 10.0cm et 12.0cm.

Il faut noter qu'il est difficile de placer les grains avec précision à la profondeur voulue.

2.4 - La densité de semis utilisée

La densité de semis préconisée est de 250 grains par m². Elle est fixée sur la base de la faculté germinative et du poids de 1000 grains des grains utilisés.

2.5- Echéancier expérimental et opérations culturales

La période d'essais s'est étendue de l'année 1995-96 à l'année 1999-2000 avec les modes de semis suivants:

- 1^{ère} année un essai réalisé au semoir,
- 2^{ème} année deux essais réalisés au semoir et manuellement,
- 3^{ème} année un essai réalisé manuellement,
- 4^{ème} et 5^{ème} année les deux essais sont réalisés au semoir et manuellement.

Avant l'installation de l'essai, le sol est préparé par un labour profond de printemps suivi d'un passage superficiel au cover crop afin d'affiner le sol.

Un apport d'engrais de fond à raison de 45 unités de P₂O₅ est appliqué sur le sol au mois de Septembre et enfoui superficiellement jusqu'à 15- 20cm.

Un passage de roto herse est effectué juste avant le semis, pour briser les mottes restantes et préparer le lit de semence.

Le semis est réalisé en début du mois de Décembre de chaque année.

L'engrais azoté est appliqué en couverture au début du tallage (mois de Février). Il est ainsi apporté l'équivalent de 30 unités d'azote par hectare. Il est suivi quelque temps après (au stade fin tallage) par un désherbage chimique utilisant le produit Illoxan B (herbicide à double action) à raison de 4l dilués dans 300l d'eau par hectare.

2.6 - Données pluviométriques durant la période d'expérimentation.

La pluviosité mensuelle, le nombre de jours de pluie par mois, correspondant aux années d'étude, la moyenne Seltzer (1913- 1938), ainsi que la pluviosité moyenne sur 25 ans (1970-1995) du site d'essai sont regroupés dans le Tableau III.

Aperçu sur le climat des années d'expérimentation

Les moyennes mensuelles calculées pour les périodes 1913-1938 (moyenne Seltzer) et 1970-1995 indiquent que l'automne reçoit moins de pluie que l'hiver. Alors que l'été est sec. La distribution des moyennes mensuelles pluriannuelles cache une forte variabilité mensuelle. Les coefficients de variation sont plus élevés. Le cumul mensuel varie de 19.3 à 73.2mm par mois. Quelque soit le mois avec quelquefois des pics de plus de 60mm enregistrés au cours des mois de Décembre, Janvier Février qui apparaissent comme les plus pluvieux.

Pendant les années d'expérimentation, ces données soulèvent les commentaires suivants :

- irrégularité de la quantité de pluie apportée par mois;
- disparité dans la quantité de pluie totale par an :

une année à moins de 350mm,

trois années à plus de 520mm,

une année à plus de 447mm.

Septembre a été plus sec en 1996-97

Octobre a été plus sec en 1995-96 et 1996-97

Novembre a été plus sec en 1996-97

Décembre a été plus sec en 1995-96.

Année 1995-96 : L'année est marquée par une sécheresse en début de cycle, la levée a été difficile (réduite). Les chutes de pluies abondantes à partir de la mi-Janvier, et notamment en Février, ont permis par la suite la reprise et le développement normal des cultures.

Année 1996-97 : L'année est marquée par une sécheresse tout au long du cycle biologique du blé. La végétation cultivée a échappé au déficit hydrique grâce à la répartition des pluies qui a été plus ou moins bonne, quoique la quantité enregistrée ait été faible.

Année 1997-98 : Après un mois de Septembre relativement sec, les pluies enregistrées en Octobre et en Novembre, ont été abondantes, retardant par conséquent la reprise des travaux de préparation du sol et la finition du lit de semence (ressuyage lent). Malgré l'absence des pluies et la présence de basses températures enregistrées lors de la dernière décade de Février, le végétal a pu se développer assez normalement. Par la suite la pluviométrie a été régulière favorisant la reprise et le développement végétatif.

Année 1998-99 : La pluviosité en début du cycle était suffisante, plus ou moins bien répartie. Il a été enregistré de basses températures (-12°C) durant la première décade de Février. Ceci n'a pas eu de conséquences néfastes sur les céréales, car le sol était couvert d'une grande couche de neige. Par contre le mois d'Avril est sec et chaud, notamment à la troisième décade où il a été enregistré des températures de +38 °c, provoquant ainsi, le dessèchement des plantes et la précipitation des stades végétatifs (fertilité des épis et le remplissage du grain, la maturité).

Année 1999-2000 : Durant les premiers mois, la pluviométrie a été plus ou moins régulière, permettant ainsi, la germination et la levée. Ensuite le mois de Janvier est sec et caractérisé par de basses températures (27 jours) allant parfois jusqu'à -7°C. Les mois de Février et de Mars sont aussi secs. Le mois d'Avril est plus ou moins pluvieux avec l'arrivée des fortes chaleurs précoces.

D'une manière générale durant la période de développement de la plante, il a été noté un déficit hydrique remarquable, les fentes de retrait sont apparues au mois de Mars.

Au froid hivernal et à la sécheresse s'ajoute l'arrivée des chaleurs précoces à partir de la mi-Avril. Le cycle végétatif a été ralenti au début par le froid, puis il a été précipité par les hautes températures. Plusieurs composantes de rendement ont été perturbées (nombre d'épi, nombre de grains par épi, le remplissage du grain...), la maturité a été précipitée. La hauteur des plantes a été fortement réduite.

Quantitativement, si l'on compare la pluviométrie par année par rapport à la moyenne des pluies sur 25 ans on remarque que seule l'année 1996-97 a accusé un déficit pluviométrique.

Tableau III: Pluviosités mensuelles (P) : moyenne (sur 25 ans : 1970-95) moyenne Seltzer (1913-38), durant les années d'étude (mm) et nombre de jours de pluie par mois correspondant (J)
(Source : Climat de l'Algérie, ONM).

Année Mois		1995-96	1996-97	1997-98	1998-99	1999- 2000	Moyenne 25 ans	Moyenne Seltzer
Sept	P	47.0	15.4	38.9	75.2	64.0	37.5	27
	J	11	7	6	7	6		6
Oct	P	8.0	10.0	50.2	32.6	35.0	38.6	41
	J	5	7	8	7	6		8
Nov	P	42.0	26.2	110.2	135.3	68.4	44.6	47
	J	10	8	11	13	9		9
Déc	P	28.0	47.3	68.8	53.1	95.0	73.2	69
	J	9	12	12	12	16		10
Jan	P	88.0	33.1	36.0	73.7	26.6	62.8	83
	J	12	10	10	9	6		12
Fév	P	181.0	22.4	53.0	42.1	15.0	53.8	64
	J	21	5	8	8	8		10
Mars	P	54.0	58.8	37.0	57.6	16.6	56.2	50
	J	11	6	8	8	8		9
Avr	P	67.0	57.7	71.0	31.7	31.4	59.0	49
	J	14	11	10	4	6		7
Mai	P	63.0	18.3	50.0	10.5	64.0	42.3	52
	J	10	7	7	4	7		6
Juin	P	42.0	33.2	18.0	22.0	31.2	19.3	26
	J	2	8	4	3	5		5
TOTAL		520.0	324.0	533.1	533.8	447.2	487.2	508

2.7 - Paramètres mesurés

Les observations, mesures et notations sont effectuées depuis le semis jusqu'à la maturité. Elles ont porté sur les paramètres suivants :

2.7.1- Evolution de la levée et le nombre de plantules levées.

Des comptages sont effectués depuis l'apparition des premières plantules à la surface du sol jusqu'au stade 2 à 3 feuilles. La durée de levée est exprimée en jours.

2.7.2- Phénologie et durée des phases biologiques

Le nombre de jours du semis à la levée, du semis à l'épiaison et du semis à la maturité est exprimé en jours

2.7.3- La surface de la dernière feuille (feuille étendard)

Elle est déterminée par la méthode de décalquage et de poids. Elle concerne 10 feuilles étendards par génotype et par profondeur de semis. La surface foliaire est exprimée en cm²

2.7.4- La biomasse aérienne

La biomasse (matière fraîche, matière sèche) est déterminée au stade floraison sur 10 échantillons de plantes par profondeur de semis. Elle est exprimée en gramme par plante.

2.7.5- Le tallage et le nombre de racines adventives.

Le nombre de talles formées ainsi que le nombre de racines adventives (ou de tallage) correspondantes sont relevés au stade floraison. L'opération est réalisée sur des échantillons de 10 plantes par génotype et par profondeur de semis.

2.7.6- La hauteur moyenne des plantes

Elle est mesurée à la maturité de chaque génotype et exprimée en cm.

2.7.7- La longueur du col de l'épi

Elle est mesurée à la maturité des plantes sur des échantillons de 10 chaumes par

génotype et par profondeur de semis. La longueur du col de l'épi est exprimée en cm.

2.7.8- Les composantes de rendement:

2.7.8.1- Le nombre d'épis par m²

Ce paramètre représente le nombre total de tiges ayant donné lieu à un épi, c'est à dire le maître brin et les talles parvenues à épiaison. Il est obtenu par comptage sur un m² par profondeur de semis par génotype et par répétition (ces placettes d'observation sont repérées et maintenues pour toutes les observations, les comptages et les mesures).

2.7.8.2- Le nombre de grains par épi

Il est obtenu par comptage sur un échantillon de 20 épis par génotype, par répétition et par profondeur de semis.

2.7.8.3- Le poids de 1000 grains (PMG)

Il est obtenu par pesée directe sur balance de précision, à raison de 1000 grains par génotype, par répétition et par profondeur de semis. Il est exprimé en gramme.

2.7.8.4- Et enfin le rendement

Le rendement estimé est obtenu par la combinaison de ses composantes; il est exprimé en q/ha. Le rendement récolté représente le poids des grains par plot de 6m² récoltés à la moissonneuse batteuse. Il est exprimé en grammes/plot, puis il est converti en q/ha.

Chaque essai est analysé séparément. A la fin des années expérimentales une analyse statistique pour les quatre années d'étude est réalisée pour les deux modes de semis tenant compte des conditions climatiques de chaque année, utilisant le logiciel STATITCF.

4- SYNTHÈSE

Les résultats des essais manuels et mécanisés ont permis de révéler les comportements des six (6) génotypes étudiés. En effet, chaque profondeur de semis entraîne une réaction particulière de la part de la variété par rapport aux paramètres étudiés. La synthèse suivante permet de faire ressortir les plus importants faits du semis profond sur ces paramètres.

Nombre et taux de plantules levées par m²

Les valeurs obtenues durant la période d'expérimentation montrent que le nombre de plantules levées au m² varie selon le génotype et la profondeur de semis considérée. Globalement le nombre moyen de plantules levées augmente en passant de 2.5 à 5cm de profondeur ; au delà de 5cm, il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis (Figures 25₁₋₂).

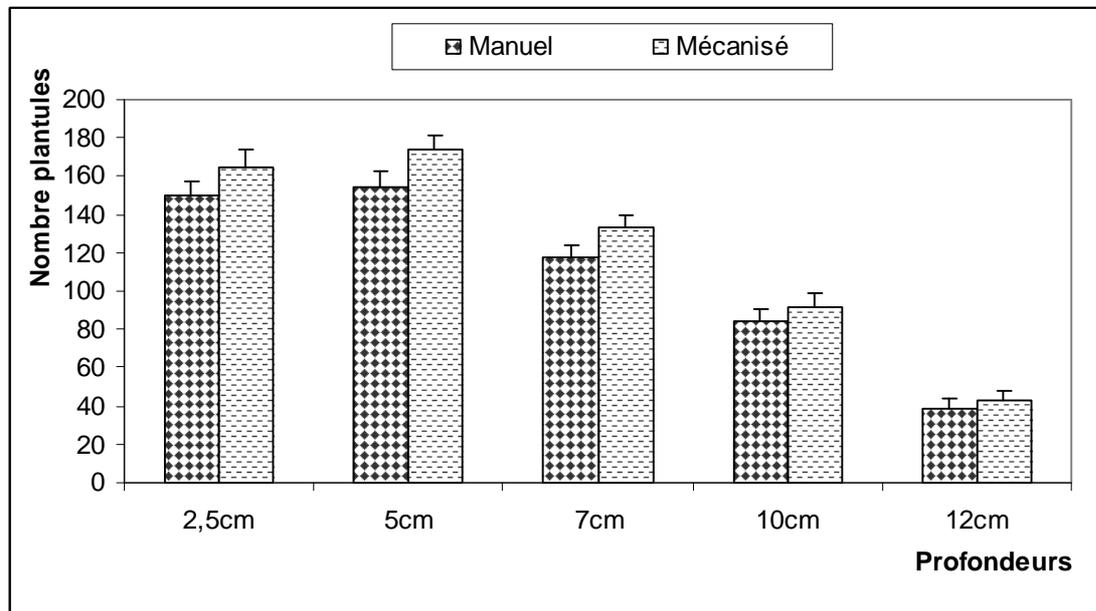


Figure 25₁ : Nombre moyen de plantules levées par m² dans les 2 modes de semis.

En grande profondeur de semis les génotypes à long coléoptile (Hedba3 et MBB) présentent une densité de levée plus grande que celle des génotypes ayant un coléoptile court (Waha, Vitron). Ceci confirme les résultats obtenus par Hadjichristodoulou *et al.*

(1977), Acevedo et Naji (1986 et 1990). Mais l'effet du coléoptile en semis profond a tendance à s'effacer dans les régions à forte pluviosité.

Le taux de plantules levées varie selon la profondeur de semis, le génotype et les conditions climatiques, (humidité du sol durant la période de semis). Il est d'autant plus important que le sol est humide. Ce taux est considéré satisfaisant dans les profondeurs de semis 2.5 et 5cm. Il est plus ou moins acceptable à 7cm de profondeur (Tableau XXV₂).

Il est à remarquer que les plantules issues des grains semés profondément ont du mal à émerger. Cela peut s'expliquer par l'épuisement des réserves comme cela a été démontré par plusieurs auteurs comme Fenech et Papy (1977) et Tadjouri (1997).

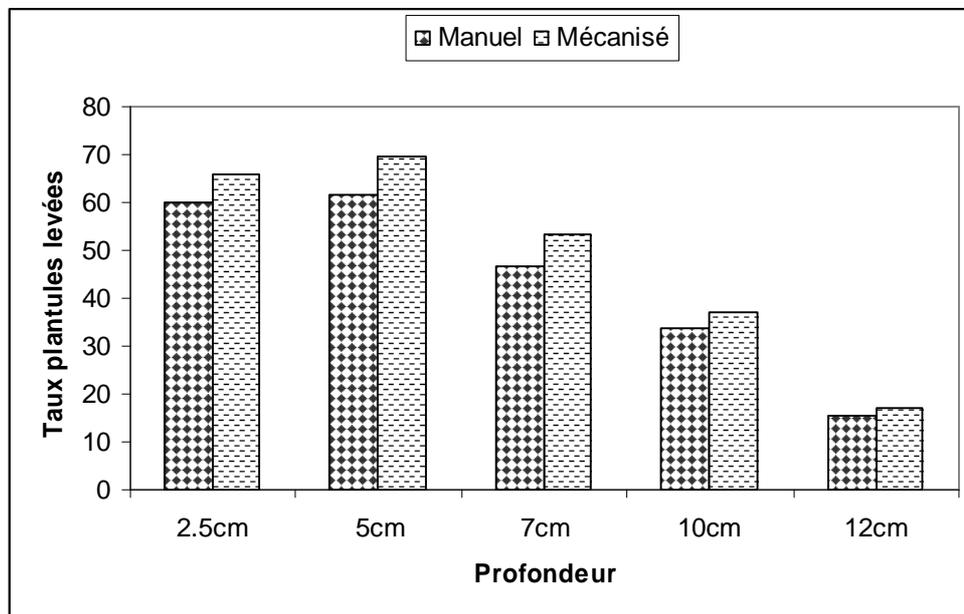


Figure 25₂ : Taux moyen de plantules levées par m² dans les 2 modes de semis

Le plus faible pourcentage de plantules levées par m² est de 15.3%. Il est enregistré dans le semis manuel réalisé à 12cm de profondeur. Le plus grand de 69.5% est noté au semis mécanisé à 5cm de profondeur.

Dans les deux modes de semis la plus grande densité est obtenue au semis à 5cm.

De 2.5 à 5cm, le taux de plantules levées augmente, au delà de 5cm, il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur jusqu'à 12cm.

De 2.5 à 12cm, il est noté des pertes de levées estimées à 44,5 % soit 4.68% de pertes par cm de profondeur au semis manuel et à 48.8% soit 5.13% de perte par cm au semis mécanisé.

En grande profondeur de semis (à 12cm), le pourcentage de plantules levées représente le 1/4 de celui enregistré superficiellement. Au moment où les valeurs enregistrées par Tadjouri (1997) montrent une diminution graduelle de plantules levées en fonction de l'augmentation de la profondeur de semis. En effet, il obtient 84.62% contre 35.56% de plantules levées en moyenne en passant de 2.5 à 12cm soit une perte de 4.9% de plantules levées par cm.

Par ailleurs, Nettour (2003) a enregistré des pertes de 14.5% de plantules levées en passant de 3 à 6cm de profondeur soit 4.85% par cm; en passant de 6 à 9cm, il est noté des pertes de levées de 17.7% soit 5.9% par cm de profondeur. Il se dégage alors que plus la profondeur de semis augmente moins le taux de plantules levées est grand. Alors que, les valeurs obtenues par Othmani (2004) montrent 91.66% de plantules levées à 3cm de profondeur contre 66.14% à 6cm et 3.25% de plantules levées à 12cm, soit une perte de 8.5% par cm en passant de 3 à 6cm.

Globalement, les deux modes de semis rangent les variétés dans l'ordre suivant :

Hedba3 > MBB > Bidi17 > Vitron > Waha > Sahel77 dans le semis manuel (Tableaux IV 1...4) et **Hedba3 > MBB > Bidi17 > Sahel77 > Vitron > Waha**, dans le semis mécanisé (Tableaux XX 1...4). Il se dégage dans les deux modes de semis que ce sont les variétés hautes qui se classent les premières. On observe alors deux groupes de variétés.

- Le premier est représenté par les variétés locales Hedba3, MBB et Bidi17, hautes ayant un coléoptile long.
- Le second groupe est formé de variétés d'introduction courtes et à coléoptile court: Sahel77, Vitron et Waha.

Le nombre de plantules levées est corrélé négativement à la profondeur de semis ($r = -0,889^{**}$) au delà de 5cm de profondeur confirmant les observations faites par Tadjouri en 1997 avec un coefficient de corrélation $r = -0.922^{**}$.

Par ailleurs, certains auteurs, dont Boubaker *et al.* (1999) ont signalé le genre de risque que le semis profond peut engendrer, du fait que le coléoptile devient plus long quand le semis est profond, les réserves nutritives au niveau de l'endosperme risquent de ne pas être suffisantes pour assurer la croissance d'un coléoptile long et vigoureux.

A travers nos résultats, il ressort que l'importance de la profondeur de semis apparaît plus dans les années sèches que durant les années à forte pluviosité. La même constatation est déjà faite par certains auteurs dont Acevedo et Naji (1990).

Tallage herbacé, tallage épi et racines adventives

Le tallage herbacé étant tout d'abord une caractéristique génétique, il varie avec les conditions techniques et climatiques qui prévalent en début du cycle végétatif. L'humidité du sol favorise le tallage. Le froid réduit le nombre de talles par plante. Ce caractère diminue avec la l'augmentation de la profondeur de semis.

Les valeurs obtenues à l'issue de notre expérimentation dans les deux modes de semis, montrent une légère augmentation du nombre de talles par plante en passant de 2.5 à 5cm de profondeur de semis; au delà de 5cm ce paramètre subit une diminution graduelle avec l'augmentation de la profondeur de semis (Figure 26).

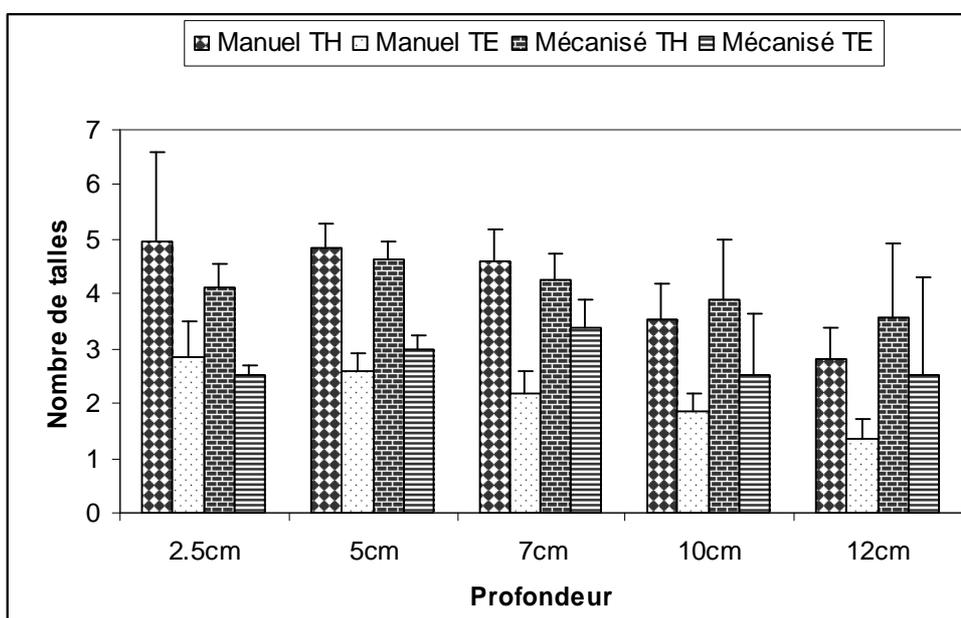


Figure 26 : Nombre moyen de talles herbacées (TH) de talles épi (TE) par plante dans les 2 modes de semis

La profondeur de semis réduit également le tallage épi. Il en est de même pour le nombre de racines adventives formées par plante. Cette caractéristique est fonction du génotype et des conditions hydriques du sol (Tableaux V_{1et 2}, XXII₁₋₃ et Figure 27). Ces valeurs confirment celles avancées par Tadjouri (1997), Guergah (1997), Boufenara (1998)

et Nettour (2003). Ce dernier auteur a obtenu en passant de 3 à 6cm de profondeur de semis 3.5 et 3.84 talles par plante respectivement. A 12cm, le tallage s'est limité à 1.9 talles par plante.

Le nombre de racines adventives par plante, lié directement au nombre talles par plante, varie avec le génotype, la pluviosité de l'année et la profondeur de semis. Globalement le nombre de racines par plante diminue avec l'augmentation de la profondeur de semis au delà de 5cm (Figure 27).

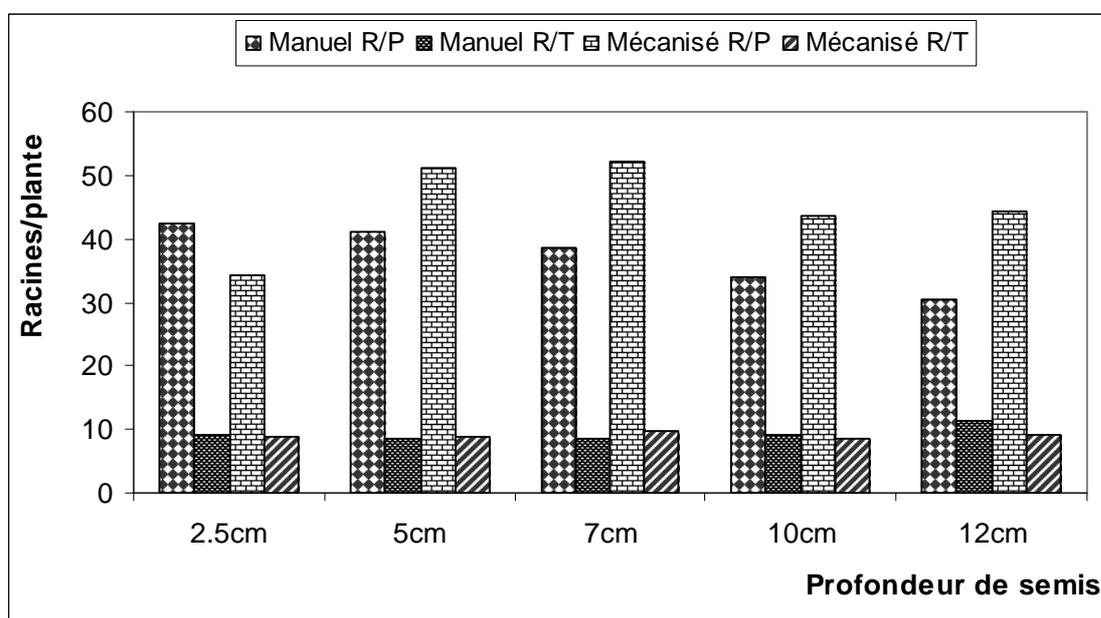


Figure 27 : Nombre moyen de racines par plante (R/P) et par talle (R/T) dans les 2 modes de semis (manuel et mécanisé)

Morphologie de la partie aérienne

Les résultats relatifs à la hauteur des plantes, la longueur du col de l'épi, la surface de la feuille étendard et la biomasse aérienne, débouchent sur les observations suivantes :

La hauteur des plantes est une caractéristique variétale, les génotypes Hedba3, MBB et Bidi17 ont une paille haute, par contre Vitron Sahel77 et Waha ont une paille courte. Cette hauteur est moins importante en semis profond qu'en semis superficiel. Elle décroît avec l'augmentation de profondeur de semis, à partir de 5 ou 7cm. Ceci est constaté à travers les

différents stades du cycle évolutif. La taille la plus grande est obtenue à 5cm (Figures 10₁₋₂, et 20 ; Tableau XXX₂).

A travers nos résultats, il ressort que, la taille des plantes se trouve réduite en années sèches par rapport aux années pluvieuses. Nos observations rejoignent celles faites déjà par Passioura (1977) où il est rapporté que le stress hydrique affecte plusieurs caractères morphologiques de la plante: la réduction de la taille des feuilles et la taille du végétal sont les premiers indicateurs d'une réponse morphologique à un déficit hydrique. En effet, Boyer (1985) fait remarquer que l'élongation cellulaire est la fraction la plus sensible de toutes les opérations affectées par le déficit hydrique

La longueur du col de l'épi étant une caractéristique variétale. Les génotypes à paille haute ont un long col de l'épi qui est affecté par le semis profond. Pour un même génotype, cette longueur passe de 48 à 36.4cm, respectivement en semis superficiel et semis profond pour le génotype Hedba3, et de 35.3 à 29.1cm pour le génotype Sahel77. Elle varie en fonction de la hauteur de la plante et des conditions climatiques de l'année notamment la pluviosité. Les valeurs de ce paramètre concordent avec celles notées par Acevedo et Naji (1990), Tadjouri (1997), Guergah (1997), Hazmoune et Benlaribi (2004) et confirment celles présentées par Annicchiarico *et al.* (2002).

La surface de la feuille étandard augmente avec la profondeur de semis.. Elle varie aussi en fonction des conditions d'humidité du sol durant la phase précédant l'épiaison. Cette surface est sensiblement réduite en année sèche (Figures 7₁₋₂ et 17₁₋₃). La diminution de cette surface est de 34.88%, valeur qui se rapproche de celle obtenue par Guergah (1997) et Tadjouri (1997).

Il convient de remarquer que selon Bidinger et Witcombe (1989), le taux de régression de la surface sous l'effet de stress hydrique est une forme d'adaptation à la sécheresse. La réduction de la surface foliaire tend à minimiser les pertes d'eau par transpiration, mais aussi provoquer une diminution du rendement à cause de la réduction de la capacité photosynthétique

La biomasse aérienne par plante (matière fraîche et matière sèche) varie en fonction de l'année et de la profondeur de semis. Elle augmente en passant de 2.5 à 5cm de

profondeur de semis. Au delà de 5cm, elle diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur (Figure 28).

La profondeur de semis réduisant la densité de peuplement par unité de surface en limitant le nombre de plantules levées, en réduisant le nombre de talles par plante, entraîne par conséquent la diminution de la biomasse.

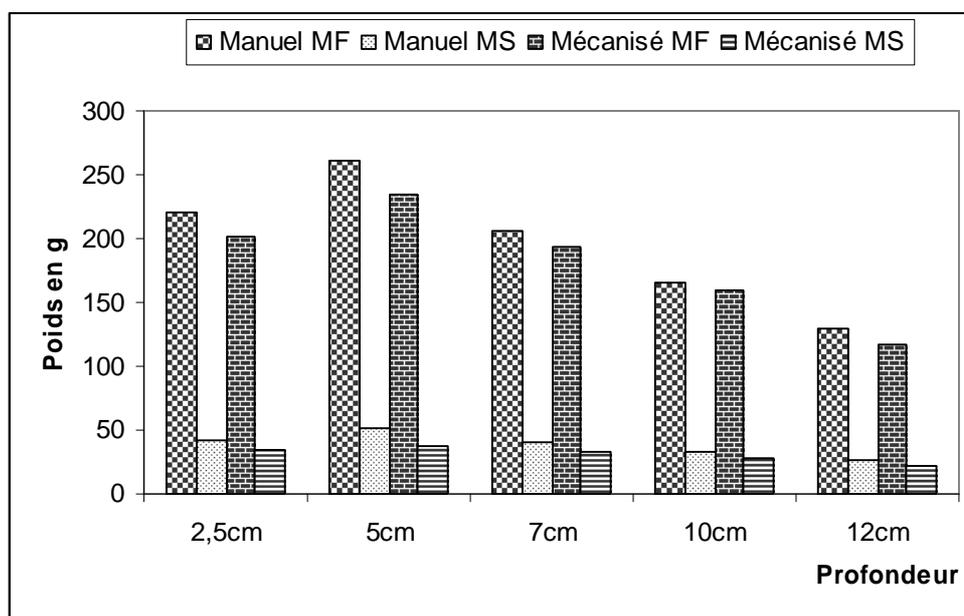


Figure 28 : Poids moyen de matière fraîche (MF) et de matière sèche (MS) (en g) dans les 2 modes de semis.

Profil phénologique des génotypes étudiés

Les résultats obtenus sur les profils phénologiques des variétés, s'ils permettent d'avoir des différences marquées entre différentes profondeurs de semis, elles ne permettent pas du tout de discriminer entre génotypes hauts et nains ou entre génotypes à long coléoptile et à court coléoptile.

La durée de la levée varie en fonction du génotype (longueur du coléoptile). Elle est quelque peu réduite chez les génotypes à long coléoptile. Cette durée s'accroît avec l'augmentation de la profondeur de semis: exemple pour la 3^{ème} année d'essai mécanisé la

durée semis- levée pour les variétés Hedba3 et MBB varie entre 19 et 26 jours en passant du semis de 2.5 à 12cm de profondeur respectivement, par contre cette durée varie entre 19 et 28 jours chez les variétés Waha et Sahel77 pour les mêmes profondeurs de semis. Pendant la 1^{ère} année d'essai, en semis superficiel (à 2.5cm) cette durée est de 22 jours, contre 29 jours en semis profond (12cm), soit un écart de 7 jours.

Et comme ce qui semble pratiqué, c'est plutôt une profondeur moyenne applicable sur le terrain sans trop de difficultés, nous préconisons la profondeur de semis de 7cm dans nos régions. Sur cette base, l'écart de la levée en semis superficiel (à 2.5cm) à cette profondeur est reporté dans le Tableau XXXVIII.

Tableau XXXVIII : Ecart (en jour) entre le semis superficiel et le semis à 7cm des phases : Semis- levée, semis- épiaison et semis- maturité.

Périodes	Géotypes	Années d'essai			
		1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}
Semis →Levée	Hedba3	+3	+1	+3	+1
	MBB	+3	+2	+4	+1
	Waha	+4	+1	+3	+1
	Sahel77	+2	0	+3	+1
	Bidi17	+3	+1	+3	+1
	Vitron	+4	+1	+3	+1
Semis →Epiaison	Hedba3	+6	-4	+4	+3
	MBB	+1	-3	+2	+3
	Waha	+5	-3	+2	+1
	Sahel77	+4	-3	+2	+1
	Bidi17	+4	-3	+4	+2
	Vitron	+3	-2	+2	+2
Semis → Maturité	Hedba3	+3	-4	+2	+5
	MBB	+3	-3	+1	+5
	Waha	+3	-3	+1	+2
	Sahel77	+4	-4	+4	+4
	Bidi17	+3	-3	+3	+3
	Vitron	+1	-3	+3	+3

Il ressort que l'écart enregistré entre le semis superficiel et le semis à 7cm de profondeur varie en fonction de l'année (pluviosité durant la période qui précède et qui suit immédiatement le semis. En période humide l'écart n'est que de 1 jour, par contre en période sèche cet écart peut atteindre 6 jours. Cet écart à la levée engendré par la profondeur de semis se répercute sur tout le cycle biologique de la plante jusqu'à la maturité (Tableaux XIII et XXI 1-4).

La durée de la période semis-levée varie en fonction des conditions de culture et de la pluviosité avant et après le semis:

- sur sol humide, cette durée oscille entre 19 et 27 jours respectivement en semis superficiel et en semis profond (année d'essai 1998-99).
- sur sol sec, elle varie entre 22 et 29 jours (année d'essai 1995-96) respectivement pour les mêmes profondeurs.

L'humidité du sol favorise donc la germination et par conséquent la levée. Ces résultats confirment ceux de Kial (1979), Diehl (1975), Cedra (1993), Guergah (1997), Boufenara (1998), Hazmoune et Benlaribi (2001 et 2004) et concordent avec ceux de Boubaker *et al.* (1999).

En effet, dans un sol humide l'écart de levée enregistré entre le semis profond et le semis superficiel est de 3 à 4 jours. Il est noté en première année d'essai mécanisé (Figure 29). Ces valeurs sont proches de celles avancées par Tadjouri en 1997 qui sont de 5 jours. Alors que les valeurs rapportées notées par Nettour en 2003 montrent que l'évolution de la levée jusqu'à la stabilité a duré 20 jours pour les semis à 3cm, 6cm et 9cm et 28 jours pour le semis à 12cm de profondeur, soit un écart de 9 jours.

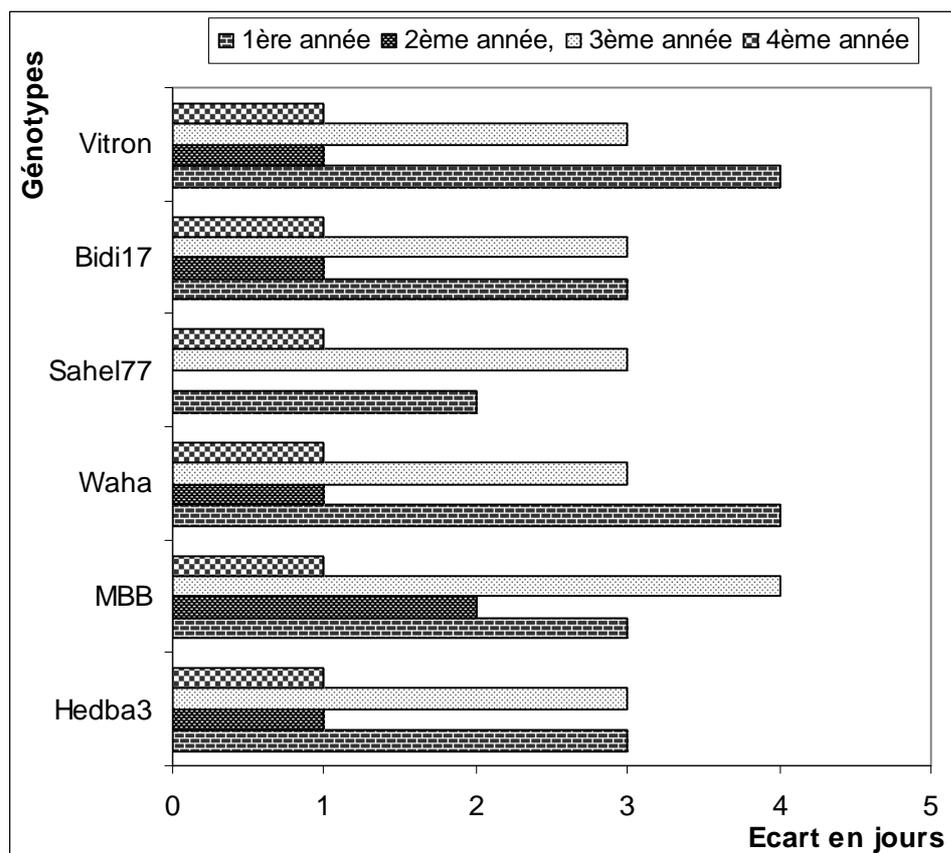


Figure 29 : Ecart (en jours) de la levée en semis superficiel (2.5cm) et en semis à 7cm.

L'humidité du sol ou plutôt la chute de pluie juste après le semis favorise la levée (années d'essai 1996-97, 1999-2000). Elle réduit l'écart entre le semis profond et le semis superficiel.

A travers nos résultats, il ressort globalement que le plus grand écart entre le semis superficiel (à 2.5cm) et le semis à 7cm est de 4 jours, enregistré Waha et Vitron durant l'année d'essai 1995-96; le plus petit écart, 1 jour est noté pendant l'année 1999-2000 par tous les génotypes : un semis réalisé sur sol humide ne présente pas de différences de levées entre les variétés. Boubaker *et al.* (1999) ont obtenu un écart de 2 à 8 jours, selon l'humidité du sol et le génotype, en passant du semis superficiel (2.5cm) au semis profond (à 8cm).

La profondeur de semis retarde significativement la levée, en plus comparée à la profondeur standard (2.5cm), chaque cm de profondeur provoque presque un jour de retard à la levée; ceci va dans le sens des résultats déjà avancés par Hazmoune et Benlaribi (2004).

A travers nos résultats, il ressort que la profondeur de semis retarde aussi bien la levée que les autres stades.

L'intervalle relevé à la phase semis- levée entre le semis profond et le semis superficiel se retrouve à l'épiaison et à la maturité. Mais cet intervalle serait diminué si d'autres facteurs interviendraient pendant la période de maturation, la sécheresse et surtout l'arrivée de fortes chaleurs provoqueraient une précipitation du cycle de développement.

Si l'on considère que 7cm serait la profondeur préférée en zone semi- aride, l'on peut facilement déterminer le déficit de levée et calculer par conséquent la dose manquante par rapport à la levée du semis superficiel. Le tableau suivant résume le mode de calcul.

Tableau XXXIX : Taux de plantules levées à 7cm par rapport au semis à 2.5cm de profondeur

Année	Essai manuel			Essai mécanisé		
	2.5cm	7cm	%	2.5cm	7cm	%
1 ^{ère}	143.83	112.17	77.98	193.04	165.50	80.55
2 ^{ème}	156.58	121.42	77.54	156.42	128.88	82.36
3 ^{ème}	163.38	135.17	82.72	154.00	126.08	81.22
4 ^{ème}	135.92	100.67	74.06	156.54	124.00	79.22
Moyenne	149.92	117.35	78.07	165.00	136.11	80.83

La moyenne des deux modes de semis à 2.5cm = $149.9 + 165.00/2 = 157.47$ plantules/m²

La moyenne à 7cm de profondeur = $117.35 + 136.4/2 = 126.73$ plantules/m²

Le déficit à 7cm par rapport au semis à 2.5cm représente 30.74 plantules par m² soit 19.52%.

Si on sème 100kg par ha à 2.5cm de profondeur pour avoir une densité équivalente à 7cm il faut apporter les 20 % manquantes. Si l'on considère que 157.47 plantules par m² représente 100% 126.73 plantules 80.48%. Pour faciliter le calcul on peut prendre 80%. Il manque donc à 100% 20%. Mais il se trouve que ces 20% germent et donnent 80% également de l'effectif; donc ils doivent être majorés à leur tour. Ainsi, si on considère que 20% couvre le déficit de 80% uniquement on doit trouver le pourcentage qui couvre 100% de ce déficit de la façon suivante :

20% équivalent à 100%, Quel est le pourcentage qui correspond à 100% ?

$$20 \rightarrow 80 \%$$

$$X \rightarrow 100 \text{ d où } X = 20 \times 100 / 80 = 25 \%$$

Pour avoir à 7cm de profondeur de semis une densité équivalente à celle obtenue à 2.5cm de profondeur, il faut majorer de 25% la dose de semis. Alors qu'à 5cm on sème le plus

normalement possible sans majoration puisqu'on obtient des résultats meilleurs que le semis superficiel.

Les composantes de rendement

Le nombre d'épis est dépendant entre autres de la capacité du tallage herbacé. Cette capacité permet à la plante de s'ajuster à un environnement variable, pour amener un minimum de talles à l'épiaison dont dépend grandement le rendement en grain à côté du taux de levée qui est corrélé négativement avec la profondeur de semis ($r = -0.589$).

Les valeurs obtenues dans notre expérimentation montrent que ce tallage à partir de 5cm de profondeur est important en semis superficiel qu'en semis profond. Le tallage épi évolue donc inversement à la profondeur de semis et varie en fonction du génotype. Les résultats obtenus classent les potentialités de tallage-épi des différentes profondeurs de semis dans l'ordre suivant :

5cm > 2.5cm > 7cm > 10cm > 12cm.

Ainsi, se dégage une corrélation négative entre la profondeur de semis et le nombre d'épis au m² ($r = -0.849^{**}$) au delà de 5cm de profondeur. En grande profondeur de semis, les génotypes à coléoptile long et à enracinement profond (Benlaribi, 1990) expriment plus d'épis au m² que leurs homologues à coléoptile court.

Le nombre de grains par épi diminue lui aussi avec la profondeur de semis. Il est corrélé négativement à la profondeur de semis. ($r = -0.411^*$), ce qui veut dire que le semis superficiel fournit plus de grains par épi que le semis profond.

L'analyse de la variance fait ressortir 4 groupes homogènes en fonction de la profondeur de semis :

2.5cm et 5cm > 7cm > 10cm > 12cm

Par ailleurs, le nombre de grains formés par épi varie en fonction de la pluviométrie durant les périodes végétative et reproductrice. Les valeurs enregistrées confirment les observations de certains auteurs. En effet, la capacité de tallage offre une biomasse capable de produire plus de métabolites dans les tiges qui constituent les organes de stockage d'un potentiel transférable vers le grain après floraison (Triboi *et al.*, 1985).

Le nombre de talles influe sur la capacité du puits et en condition de déficit hydrique c'est un bon indicateur de tolérance à la sécheresse selon les résultats de Annichiarico et Pecetti, (1993).

Le poids du grain est une caractéristique de production d'un cultivar donné. Il est fonction des conditions de croissance post-anthèse qui dépendent de la vitesse de transfert de produits de l'activité photosynthétique durant le remplissage du grain et de la durée de vie de la feuille étendard

Le poids de 1000 grains du génotype Bidi17 est de 45.81g, celui du génotype Hedba3 est 43.71g pour la même profondeur de semis superficiel. Les valeurs de ce paramètre diminuent avec l'augmentation de la profondeur de semis pour un même génotype. Il passe ainsi de 45.81 à 40.51g chez le génotype Bidi17 respectivement aux profondeurs de semis 5 et 12cm. Ce paramètre a tendance à être corrélé négativement à la profondeur de semis ($r = -0.122$).

Le semis profond engendre les répercussions suivantes sur le végétal tout au long du cycle biologique :

- un retard dans la réalisation des différents stades phénologiques.
- une réduction du tallage épis
- une diminution du nombre de grains par épi.

Le rendement récolté est favorisé dans les semis superficiels que dans les autres profondeurs. Il augmente de 2.5cm à 5cm de profondeur; au delà de 5cm de profondeur, il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. En moyenne, le rendement classe les profondeurs de semis dans l'ordre suivant :

Essai manuel

Profondeur de semis	5cm	>	7cm	>	2.5cm	>	10cm	>	12cm
Rendement en q/ha :	66.58	>	57.33	>	48.74	>	26.15	>	6.04

Essai mécanisé

Profondeur de semis	5cm	>	2.5cm	>	7cm	>	10cm	>	12cm
Rendement en q/ha	46.32	>	42.12	>	38.23	>	18.37	>	8.93

Il se dégage dans notre recherche que le semis à 5cm donne les meilleurs résultats aussi bien dans le semis manuel que dans le semis mécanisé.

CONCLUSION

Ce travail porte sur le semis profond comme technique d'évitement du déficit hydrique intermittent qui constitue un facteur limitant très 'fluide' dans le temps et dans l'espace pour la production céréalière en zone méditerranéenne et dans notre pays.

Les procédés ou mécanismes d'adaptation à ce phénomène pour les génotypes de blés cultivés dans nos régions constituent les voies obligatoires d'amélioration génétique des variétés et les soubassements des procédés agronomiques de production.

Des essais en plein champ ont fait l'objet de suivi du cycle biologique de 6 génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) par deux modes de semis :

- le semis manuel, appliqué avec précision à la profondeur voulue ;
- le semis mécanisé, réalisé pour savoir la faisabilité de cette technique et sa précision par rapport à la première.

L'application adéquate de cette technique agronomique constituerait une échappatoire qui conduirait à l'amélioration de la productivité et surtout à la stabilité du rendement d'une année à l'autre.

Cette alternative à l'irrigation ou l'irrigation d'appoint des céréales qui est sensée résoudre sinon adoucir le problème du déficit hydrique ou sécheresse intermittente, n'est autre qu'une stratégie d'adaptation technique, que nous préconisons sur la base des particularités biologiques des céréales en l'occurrence la présence du coléoptile ou étui protecteur des premières feuilles lors de la levée.

Il se dégage de cette étude les conséquences suivantes :

*** Les conséquences globales du semis profond**

- Le taux de levée augmente en passant de 2.5 à 5cm, au delà de 5cm il diminue graduellement avec l'augmentation de la profondeur de semis. Pour tous les génotypes le tallage herbacé et le tallage épi diminuent globalement et de manière graduelle du semis superficiel au semis profond.
- En grande profondeur de semis les génotypes à long coléoptile (Hedba3, MBB et Bidi17) présentent une densité de levée plus grande que celle des génotypes ayant un coléoptile court (Vitron, Waha et Sahel77). Mais l'effet du coléoptile en semis profond a tendance à s'effacer en année pluvieuse.
- La plus grande densité est obtenue à 5cm de profondeur.
- Une perte de levée de 4.9% par cm de profondeur

- Corrélation négative entre le nombre de plantule levée et la profondeur de semis au delà de 5cm de profondeur ($r=-0.889$).
- Légère augmentation du tallage en passant de 2.5 à 5cm, ensuite une diminution graduelle avec l'augmentation de la profondeur de semis.
- La morphologie de la partie aérienne de la plante diminue après 5 ou 7cm de profondeur.
- Par contre la surface de la feuille étendard augmente avec la profondeur de semis.

La profondeur de semis en dépit de son influence favorable jusqu'à 5cm de profondeur agit négativement en retardant aussi bien la levée que les autres stades phénologiques du blé : la durée de ce retard peut aller jusqu'à 7 jours
Les composantes de rendement sont faiblement et négativement affectées dans nos essais au delà de 5cm de profondeur.

*** Les conséquences par rapport aux variétés :**

L'adaptation variétale à la sécheresse comme plusieurs comportements impliquant la prise en compte de plusieurs critères. La longueur du coléoptile étant ici le seul critère considéré. Ce critère partage les génotypes étudiés en deux groupes distincts :

- Les génotypes à long coléoptile : Hedba3, MBB et Bidi17.
- Les génotypes à court coléoptile : Vitron, Waha et Sahel77.

Les génotypes à long coléoptile sont moins affectés par la profondeur de semis. Ils émergent plus rapidement que ceux caractérisés par un court coléoptile. Le long coléoptile et les racines bien développées semblent jouer un rôle significatif dans l'établissement de la plante. La profondeur de semis range les variétés dans l'ordre suivant :

Hedba3 > MBB > Bidi17 > Vitron > Waha > Sahel77

Cet ordre concorde avec la longueur du coléoptile.

Il se dégage alors que le semis à 5cm donne les meilleurs résultats. Il doit donc être adopté et pratiqué en Algérie sans ambages. Cette profondeur à la longueur moyenne du coléoptile (4.85cm).

La profondeur de 7cm peut également être préconisée. Elle donne une meilleure adaptation au manque d'eau. Cependant sur le déficit de levée occasionné par ce niveau

de profondeur, la dose de semis devrait être majorée approximativement de 25%, l'ameublissement du sol doit être fait sérieusement.

En perspectives, il convient de tracer un programme d'amélioration et de sélection qui consiste à cribler les génotypes de blé sur la base de la longueur du coléoptile, compléter et poursuivre cette étude par d'autres afin de trancher définitivement sur la ou les profondeurs à adopter suivant les idéo types variétaux.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABBASSENE F., (1997)- Etude génétique de la durée des phases de développement et leur influence sur le rendement et ses composantes chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de Magistère INA. El- Harrach: 81p.

ACEVEDO E. et NAJI I., (1986) - Facteurs agro- climatiques et physiologiques des cultures. Cereal improvement program. Annual report. ICARDA Syria: 68-101.

ACEVEDO E., (1987)- Assessing crop and plants attributes for cereals improvement in water limited Mediterranean environment. in Drought tolerance in winter cereal. Ed. John Wiley and sons: 303-320

ACEVEDO S. et CECARELLI S., (1989) - Rôle de l'amélioration des plantes et du physiologiste dans un programme génétique pour les conditions de résistance à la sécheresse. Doc. Ron ICARDA : 19p

ACEVEDO E., (1989) - Improvement of winter wheat crop in Mediterranean environment- Use of yield morphological traits in Physiology breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environments- Les colloques de l'INRA 55: 273-305.

ACEVEDO E. and NAJI I., (1990) – Breeding related research. In Cereal improvement program. Ann. Report Ed ICARDA Syria: 105-129.

ACEVEDO E., CRANFORD P.Q., AUSTIN R.D. and PEREZ-MARCO P., (1991)- Traits associated with high yielding in barley in low yielding environment. J. Agric Sci.. Camb.116: 273-301.

AHMADI N., (1983)- Variabilité génétique et hérédité des mécanismes de tolérance à la sécheresse chez le riz (*Oriza sativa*). Agron. Trop.2: 110-122.

AIT KAKI Y., (1993)- Contribution à l'étude des mécanismes morpho- physiologiques et biochimiques de tolérance au stress hydrique sur cinq variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.).Thèse de Magistère Université d' Annaba: 114p.

ALI DIB T. et MONNEVEUX PH., (1992)- Adaptation à la sécheresse et notions d'ideotype chez le blé dur I- Caractères morphologiques d'enracinement. Elsevier-INRA. Agron.12: 371-379.

ANDERSON W.H., GELLERMAN J.L. and SCHENK H., (1984)- Effect of drought on phytol wax ester in phaseolus leaves. Photochemistry 23: 2695-2696.

ANDERSON E.L., (1987)- Corn root growth and distribution as influenced by tillage and nitrogen fertilization. Agron. J. 79: 544-549.

ANNICCHIARICO P. and PECETTI L., (1993)- Contribution of some agronomics traits to durum performance in dry Mediterranean region of Northern Syria Agron.13: 25-34.

ANNICCHIARICO P., CHIARI T., BAZZANI F., BELLAH F., DOUCENE S., HAZMOUNE T..., (2002)- Response of durum wheat cultivars to Algerian environments. I Yield. J. Agric. Environ. for int. develop. IAO Florence Italia Vol.96 n°3/4:157-187.

ANNICCHIARICO P., CHIARI T., BAZZANI F., BELLAH F., DOUCENE S., HAZMOUNE T..., (2002)- Response of durum wheat cultivars to Algerian environments. II Adaptative traits. J. Agric. Environ. for int.

bibliographiques

develop. IAO Florence Italia Vol.96 n° 3/4: 189-208.

ARAUS J.L., TAPIA L. and ALEGRE L., (1989)- The effect of changing sowing date on leaf structure and gas exchange characteristics of wheat flag leaves grown under Mediterranean climate conditions. J. of Exp. Bot., Vol. 40 (215): 639-646.

ARAUS J.L., AMARO T., ZUHAIR Y. and NACHIT M.M. , (1997)- Effect of leaf structure and water status on carbon isotope discrimination in field grown durum wheat. Plant Cell and Environment, 20:1484-1494.

AUTRIQUE E., NACHIT M., MONNEVEUX PH., TANKSLEY S.D. and SORRELS M.E. (1996)- Genetic diversity in durum wheat based on RFLPS morpho- physiological traits and coefficient of parentage. Crop Sci. 36: 735-742.

BALDY CH., (1973)- Progrès récents concernant l'étude du système racinaire du blé (*Triticum sp.*). Ann. Agron. : 241-276.

BALDY CH., (1974)- Quelques réflexions concernant le caractère rendement des blés. Ann. Amélioration des plantes 24 (22): 193-199.

BALDY CH., (1986)- Comportement des blés dans les climats méditerranéens. Ecol. Méditerranéenne. XII (3-4) : 73-78.

BARKAT M., (2005)- Caractérisation morpho- physiologique et physico-chimique des descendants issus de 5 générations de back cross et de leurs géniteurs de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de Doctorat d'état Université Mentouri Constantine. 129

BEGG G.E. and TURNER N.C., (1976)- Crop water deficits. adv. agron. 28: 161-217.

BEGG G.E., (1980)- Morphological adaptation of leaves to water stress. Adaptation of plant to water and high temperatures stresses. Ed. New York: 33-42.

BELAID D., (1986)- Aspects de la céréaliculture algérienne. OPU Alger : 207p.

BENABDALLAH N. et BENSALÉM M., (1992)- Paramètres morphologiques de sélection pour la résistance à la sécheresse des céréales. Les colloques n°64. Ed. INRA Paris: 275-298.

BENAISSA R. (2001)- Production Céréalière 2000-2001 - RADP Minis. Agric. : 50p.

BENAOUDA H. and BOUAZIZ A., (1991)- Soil management strategies for wheat stand. Establishment and high yield. Case of chaouia region (Morocco). Sémin. travail du sol en zone aride et semi-aride Rabat Maroc.

BENLARIBI M. et MONNEVEUX PH., (1988)- Etude comparée en situation de déficit hydrique de deux variétés algériennes de blé (*Triticum durum* Desf.) adaptées à la sécheresse. CR.acad. agric. Fr. 74: 73-83.

BENLARIBI M. MONNEVEUX P. et 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 :305-322.

BENLARIBI M., (1990)- Adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) : Etude de caractères morphologiques et physiologiques. Thèse d'Etat, Université Mentouri Constantine : 164p.

bibliographiques

BIDINGER F. and WITCOMBE J.R., (1989)- Evaluation of specific tolerance traits for improvement of drought resistance in drought resistance in cereal. Baker FWG ed Gab International Walling Fond: 151-164.

BINET P., (1989)- Métabolisme et adaptation des végétaux supérieurs aux contraintes hydriques, thermiques et salines. Bul. écol. T 20-1: 41-49.

BLOUET A., GAILLARD B. et MASSE J., (1984)- Le gel et les céréales. Pers. Agric. 85: 20-25.

BLUM A., (1983)- Genetic and physiological relationship in plant breeding for drought resistance in Plant production and management under drought conditions. Stone J.T and Willis W.O. (eds). Elsevier Amsterdam: 195-205.

BLUM A., (1988)- Drought resistance in: Plant breeding for stress environment. CRC Press Boca Raton, Florida USA: 43-73.

BLUM A., (1989)- Osmotic adjustment and growth of barley genotype under drought stress. Crop Sci. 29: 230-233.

BLUM A., SHPILER L. GOLAN G., MAYER J.A. and SINMENA B., (1991) - Mass selection of wheat for grain filling without transient photosynthesis . Euphytica 54 : 111-116.

BOISGONTIER D., (1993)- Semis assuré dès le départ. Pers. Agric. 183: 19-220.

BONJEAN A. et PICARD E., (1990)- Les céréales à paille: origine, histoire, économie et sélection. Aubin imprimerie. Ed. Soft Word groupe ITM: 205p.

BORLAUG N.E. and DOWSWELL C.R., (1997)- The acid lands : One of agriculture's last frontiers. In : Plant soil, interactions at low pH Moniz A.C. et al. (Eds). Brazilian Soil Science Society Brazil: 5-15.

BOROJEVIC S. and WILLIAM A.W., (1982)- Genotypes environments interaction of leaf area parameters and grain yield components and their effects on wheat yield. Crop Sci..22: 1020-1025.

BOROJEVIC S. and DENICIC S., (1986)- Screening a wheat selection for leaf position at different stages of growth . Plant breeding 97: 97-106.

BOUBAKER M., BENHAMMOUDA M. et GHDIRI H., (1999)- Réponse du blé dur au stress hydrique et à la profondeur du semis pendant le stade jeune de la plante. Cahiers Sécheresse, Vol.10 n°1 : 35-38.

BOUFENARA D., (1998)- Influence de la longueur du coléoptile sur la levée et les composantes du rendement de six variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) semées à trois différentes profondeurs. Mémoire d'Ing. d'état Université Constantine: 41p.

BOUZERZOUR H., (1998)- La sélection pour le rendement en grain, la précocité, la biomasse aérienne et l'indice de récolte chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride. Thèse d'état université Mentouri Constantine: 165p.

BOUZERZOUR H., DJEKOUNE A., BENMAHAMMAD A. et HASSOUS (1998)- Contribution de la biomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité au rendement en grain de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride d'altitude. Cahiers d'Agric. 7: 307-317.

BOUZERZOUR H., BENMAHAMMED A., MEKHOLOUF A., AHADJ SAHRAOUI A. et HARKATI N., (2002)- Variation climatique et comportement des variétés typiques de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Proc. 3^{ème} journées scientifiques sur le blé Univ. Constantine 11 au 13 Février 2002 : 86-91.

BOYER J.S., (1985)- Water transport . Ann. Rev.Plant Physiol., 36: 473-516.

BROWN S.C., GREGORY P.J. and WAHBI A., (1987)- Root characteristics and water use in Mediterranean environments. Drought tolerance in winter cereals. John Wiley and sons: 387p.

BURLEIGH J.R., ALLAN R.E. and VOGEL O.A., (1965)- Varietals differences in seedling emergence of winter wheat as influenced by temperature and depth of plants. Agron. J. 57: 195-198.

CACKET K.E., and WALL P.C., (1971)- The effect of altitude and season length on the growth and yield of wheat in Rhodesia. Rhod. J. Agric. Res. 9: : 107-119.

CADI A., DELLIG., SARFATTI P., CHIAR T., BELLAH F. et BAZZANI F., (2000)- SIG et zonage agro-écologique: Application au Nord algérien. Céréaliculture 34 ITGC : 68-75.

CADI A., (2005)- Caractérisation des zones céréalières potentielles à travers le Nord d'Algérie. Céréaliculture 44 ITGC : 36-39.

CECCARELLI S., (1987)- Yield potential and drought tolerance of segregating population of barley in contrasting environments. Euphytica 36: 265-273.

CECCARELLI S., GRANDO S. and HAMBLIN J., (1992)- Relation ship between barley grain yield measured in low and high yielding environments. Euphytica 64: 49-58.

CEDRA C., (1993)- Les matériaux et travail du sol. Semis et plantation . Co-edition CEMAGRF-ITCF France : 384 p

CHOPART J.L., (1984) - Développement racinaire de quelques espèces annuelles cultivées en Afrique du Nord de l'Ouest et résistance à la sécheresse en zone intertropicale. CIRAD Paris France : 145-154.

CLARKE J.M. and TOWNLEY-SMITH T.F., (1986)- Heritability and relationship to yield of excised leaf water retention in durum wheat. Crop Sci.26: 289-292.

CLARKE J.M. and RICHARD R.A. and CONDON A.G., (1991)- Effect of drought stress on residual transpiration and its relationship with water use of wheat. Can. J. Plant Sci. 71 : 695-702.

CLARKE J.M., ROMAGOZA I. And DE PAUW R.M., 1991- Screening durum wheat germplasm for dry growing conditions: Morphological and physiological criteria. Crop Sci.,31: 770-775.

COLNENNE C., MASSE J. et CROSSON P., (1988)- Rythme d'apparition des racines primaires du blé. Pers. Agric. 128 :16-20

COUVREUR F., GATE PH., INGOAT G. et MASSE J., (1984)- Les stades du blé. ITCF. REF 8417805-3 Cer-AGR1 : 3-14.

COUVREUR F., (1985)- Formation du rendement du blé et risques climatiques. Pers. Agric.:

bibliographiques

COUVREUR F., (1985)- Relation entre le développement de l'épi et les stades repères de végétation. Pers.Agric.115 : 39-53.

COUVREUR F., (1993)- Semis d'un blé. Le choix stratégique. Pers. agric. 183: 7-8

DAVIDSON H.R. and CAMPBELL C.A., (1984)- Growth rates, harvest index and moisture use of Manitou spring wheat as influenced by nitrogen, temperature and moisture. Can. plant sci.64 : 825-839.

DAY A. D. and INTALAP S., (1970)- Some effects of soil moisture stress on the growth of wheat. Agron. J. 62(1): 27-29.

DE RAISSAC M., (1992)- Mécanismes d'adaptation à la sécheresse et maîtrise de la productivité des plantes cultivées. Agron. Trop. 46(1): 23-39.

DJEBRANI M.,(2000)- Adaptation au déficit hydrique de quatre variétés de blé dur. In Proceedings du Symposium Blé 2000, Enjeux et Stratégies Alger: 161-169.

DJEKOUN A. et YKHLEF N., (1997)- Evaluation intra et interspécifique de l'efficacité d'utilisation de l'eau chez le blé dur à l'aide de la discrimination du carbone isotopique. Première rencontre nationale en biotechnologie végétale. 14-15 Octobre 1997 USTO Oran Algérie.

DIEHL R., (1975)- Agriculture générale. 2ème édition. Ed. J.B. Baillière Paris: 396p.

ERROUX J., (1974)- Agronomie méditerranéenne. I Le milieu méditerranéen et ses problèmes. Les cultures vivrières en Algérie: 387p.

EVANS L.T. and WARDLAW I.F., (1976)- Aspects of the comparative physiology of grain yield in cereal. Adv. Agron.28: 301-359.

F A O : Banques de données statistiques : www.fao.org

FELIACHI K., (2000)- Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. In Proc. Symposium Blé 2000, Enjeux et Stratégies ALger: 21-27.

FELIACHI K., AMROUN R. et KHALDOUN H., (2001)- Impact de la sécheresse sur la production des céréales cultivées dans le Nord de l'Algérie. Rev. Céréaliculture ITGC 35: 28-34.

FENNECH J. et PAPY F., (1977)- Conditions de réussite de la levée en climat méditerranéen: cas des cultures de céréales en sec au Nord du Maroc. Ann. Agron.28 : 599-635.

FENNI M., SHAKIR A.N. et MEKHLOUF M., (2002)- Résultats menés sur le brome et moyens de lutte. In Proc. 3^{ème} journées scientifiques sur le blé. Université Mentouri Constantine: 17-20.

FERERES E., (1987)- Responses to water deficits in relation to breeding for drought resistance. in Drought tolerance in winter cereals. ICARDA Published by John Wiley and Sons Ltd: 263-273.

FISCHER R.A. and KOHN, 1966- I The relationship between evapotranspiration and growth in the wheat crop. II Soil water relation and relative turgidity of leaves on the wheat crop. Aust. J. Agric. Res.17(13): 255-280.

FISCHER R.A., (1970)- The effect of water stress of various stages of development on yield process in

bibliographiques

wheat. In Réponse des plantes aux facteurs climatiques. Ecologie et Conservation. Col. UPSALA, Paris UNESCO: 233-241.

FISCHER R.A. and MAURER R., (1978)- Drought resistance in spring wheat cultivar. I- Grain yield response. Aust.J Agric. Res. 29: 897-912.

FISCHER R.A., (1985)- Number of kernels in wheat crop with influence of solar radiation and temperature. J. agric. Sci. Camb.105: 447-461.

FLETCHER R.J. (1983)- Breeding for frost resistance in early flowering wheat. Proc.6th int. Wheat genetics symposium: 965-969.

GATE P., BRAIN P., COLNENNE J. et BRIFFEAUX G., (1990)- Pour les céréales à paille à chaque variété son époque de semis. Pers. Agric. 148: 20-27.

GRIGNAC PH., (1965)- Contribution à l'étude du *Triticum durum* Desf. Thèse de Doctorat, Université de Toulouse : 246p.

GRIGNAC PH., (1981)- Rendement et composantes de rendement du blé d'hiver dans l'environnement méditerranéen. Sémin. Limites des potentialités de production du blé. Bari Italie: 185-195.

GRIGNAC PH., (1987)- Tolérance au déficit hydrique et hautes températures de cultivars de blé. ATP écophysiologie du blé. Rapport intermédiaire campagne 1985. INRA : 279-289.

GUEORGUIEV D. et ARIFI A., (1978)- Corrélations entre le tallage et l'épiaison du blé dur. El- Awamia. Revue Recherche Agron. Marocaine n°55 : 57-73.

GUERGAH N., (1997)- Contribution à l'étude de l'effet de la profondeur de semis sur le comportement d'un génotype de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en pots et en plein champ dans la région d'El- Khroub. Mémoire d'Ing. d'Etat Univ. Batna: 69p.

HACHEMI L., (1978)- Inheritance of yield components diallele cross of durum wheat. These de Doctoral Uni. Novisad: 118p.

HADJICHRISTODOULOU A., DELLA A., and PHOTIADES J., (1977)- Effect of sowing depth on plant establishment, tillering capacity and other agronomics characters of cereals. J. Agric. Sci. Camb. 89: 161-167.

HADJICHRISTODOULOU A., (1985)- The stability of number of tiller of barley varieties and its relation with consistency of performance under semi-arid conditions. Euphytica 34: 641-649.

HADJICHRISTODOULOU A., (1987)- Stability of performance of cereals in low rainfall areas as related to adaptative traits. In Drought tolerance in winter cereals. Ed. ICARDA. John Wiley and Sons Ltd: 191-199.

HADJICHRISTODOULOU A., 1987- The effect of optimum heading date and its stability on yield and consistency of performance of barley and durum wheat in dry area. J. Agri. Sci. Camb.108: 599-608.

HAFSI M., MONNEVEUX PH., MERAH O. et DJEKOUNE A., (2001)- Discrimination isotopique du carbone et rendement du blé dur dans les hautes plaines Sétifiennes, Algérie. Sécheresse 12(1): 37-43.

HAVAUX M., (1988)- Effects of temperature on the transitions between state 1 and state 2 in intact

bibliographiques

maizes leaves. Plant physiol. Biochem. 26: 245-251.

HAVAUX M., (1992)- Stress tolerance to photosystem II in vivo- antagonistic effect of water, heat and photo-inhibition stressed . Plant physiol. 100: 424-432.

HAVAUX M., (1993)- La fluorescence de la chlorophylle *in vivo* : quelques concepts appliqués à l'étude de la résistance de 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. INRA, Paris. Les Colloques 64 : 19-29.*

HAYEK T., BEN SALEM M. et ZID E.,(2000)- Mécanismes ou stratégie de résistance à la sécheresse: cas du blé, de l'orge et du triticale. In Options méditerranéennes: l'amélioration du blé dur dans les régions méditerranéennes : Nouveaux défis. Série A séminaires n° 40: 287-290.

HAZMOUNE T., (1994)- Contribution à la caractérisation de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en relation avec les composantes du rendement. Thèse de Magistère Univ. Batna: 80p.

HAZMOUNE T. et BENLARIBI M., (2001)- Impact du semis profond sur l'alimentation en eau du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et réalisation des composantes de rendement en zone semi-aride. Sém. nat. sur la problématique de l'agriculture des zones arides et la reconversion, Univ. SBA: 98-104.

HAZMOUNE T. et BENLARIBI M., (2004)- Etude comparée de l'effet de la profondeur de semis sur les caractères de production de trois génotypes de *Triticum durum* Desf. En zone semi-aride. Rev. Sci. et Technol. C. 22 : 94-99.

HAZMOUNE T. et BENLARIBI M., (2005)- Réponse de génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) à la profondeur de semis en tant que palliatif au manque d'eau en zone semi-aride. Actes Semi. Int. sur l'amélioration des productions végétales INA Alger: 313

HEATHER L., LAFOND G.P. and FOWLER D.B., (1989)- Seedling depth in relation to plant development. Winter survival and yield on no-till winter wheat. Agron. J. 81: 125-129.

HELLER R., ESNAUT R. et LANCE C., (1990)- Physiologie végétale Tome2: 45-46.

HENIN S., (1976)- Définition de la sécheresse et politique d'utilisation de l'eau. Fourrages, 67: 13-25

HOLADAY A.S., RITCHIE S.W and NGUYEN H.T., (1992)- Effect of water deficit on gas exchange parameters and ribulose 1-5 Biphosphate carboxylase activation in wheat. Environmental and Experimental Botany 32: 403-410.

HSI P. and WALTON P.D., (1971)- Relationship between yield and its components and structures above the flag node in spring wheat. Crop Sci. 11: 190-193.

HSIAO T.C., (1973)- Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol. 24: 519-570.

HSIAO T.C. and ACEVEDO E., (1974)- Plant responses to water deficit, water efficiency and drought resistance. Agric.meteorol.14: 59-84.

HSIAO T.C.,O'TOOLE J.C., YAMBAO E.B. and TURNER N.C., (1984)- Influence of osmotic adjustment on leaf rolling and tissue death in rice (*Oryza sativa* L.) . Plant Physiol. 75 : 338-341.

HUBAC C. et VIEIRA DA SILVA J., (1980)- Indicateurs métaboliques de contraintes mésologiques.

bibliographiques

Physiol. vég. 18(1): 45-54.

HURD E., (1974)- Phenotype and drought tolerance in wheat. Agric. Meteorol. 14: 39-55.

JAMIL A. and QUHAIWI J.A., (1978)- Effects of sowing depth on some yield components of wheat and barley at Izraa. South Syria under dry land farming conditions ACSAD: 5-8.

JOHNSON D.A., RICHARDS R.A. and TURNER N.C., (1983)- Yield water relation gas exchange and surface reflectance on near-isogenic wheat lines differing in glaucousness. Crop sci.23: 318-325.

JONES M.M. and TURNER N.C., (1980)- Osmotic adjustment in leaves of sorghum in Response to water deficit. Plant physiol. 61 :122-126.

JORDAN M.O., (1987)- Mise en place du système racinaire du maïs. Il importance de quelques paramètres relatifs aux conditions du milieu. Agron. 7(7): 457- 465.

JOUVE P. et DAOUDI A., (1984)- Effet de la date de semis sur l'élaboration du rendement du blé tendre et de l'orge en zone semi- arides et arides cas du Maroc. Agric.tropic. Vol. 39 n° 3: 193-200.

KABOUCHE S., BOUZERZOUR H., BENMAHAMMED A., HASSOUS K.S., (2001)- Les nouvelles variétés d'orge (*Hordeum vulgare* L.) et les risques climatiques des hautes plaines de l'Est: cas de la région de Sétif. Rev. Céréaliculture ITGC n°35: 4-32

KARA Y., (2001)- Etude des caractères morpho- physiologiques d'adaptation à la sécheresse du blé dur et de quelques espèces apparentées. Intérêt potentiel des espèces pour l'amélioration de ces caractères. Thèse de Doctorat d'Etat Univ. Constantine: 159p.

KARA Y. et BENTCHIKOU M.M., (2002)- Variation de la tolérance du PSII aux hautes températures chez le blé dur. Rendement sous stress thermique. In Proceeding 3^{ème} journées scientifiques sur le blé dur Université Mentouri Constantine: 51-55.

KIAL A.M., (1979)- Plantes et semis des grandes cultures. Univ. Agron. Damas : 153p.

KIRBY E.J.M. and FARRIS D.G., (1973)- Effect of plant density on tiller growth and morphology barley. J. Agric. Sci. 78: 281-288.

KIRBY E.J.M. and APPLEYARD M., (1981)- Cereal development guide. Eds Baron A. Cereal unit: 70p

KIRBY E.J.M., (1993) - Effect of sowing depth on seedling emergence growth and development in barley and wheat. Field Crop Res. 35: 101-111.

KING S.W., VIERLING R.A. and NGUYEN HT., (1992)- Changes in m RNA species during drought stress in winter wheat. Crop Sci.32: 822-825.

KLEPPER B., BEDFORD R.K. and RICKMAN R.N., (1984)- Root and shoot development in winter wheat . Agron.J. 76 (1): 117-123.

KRAMER P.J., (1983)- Drought tolerance and water use efficiency. In Water relation of plants. P.J Kramer (ed). Academic Press. New York : 342-389.

bibliographiques

LAFFRAY D., (1986)- Les stomates, recherches et application dans le domaine des antitranspirants stomatiques. Réseaux Lutte contre la sécheresse : 25-75.

LARBI A., MEKLIČHE A., ABED R. et BADIS M., (2000)- Effet du déficit hydrique sur la production de deux variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) en région semi-aride. Options méditerranéennes. La production du blé dur dans la région méditerranéenne Nouveaux Défis. Série A n° 40: 295-297.

LE BRETON C., LAZIC-JANCIC V., STEED A., PEKIE S. and QUARRIE S.A., (1995)- Identification of QTL for drought responses in maize and their use testing causal relationship between traits. J. Bot.46: 853-865.

LEVITT J., (1980)- Response of plant to environmental stresses, in water radiation, salt and other stress: 275-282.

LUDLOW M.M. and MUCHOW R.C., (1990) - A critical evaluation of traits for improving crop yield in water limited environment. Advance in agronomy 43: 107-143.

MACAS B, GOMEZ M.C., DIAS A.S. and CONTINHO J., (2000) - Tolerance of durum wheat to high temperatures during grain filling. In Options méditerranéennes: l'amélioration du blé dur dans les régions méditerranéennes : Nouveaux défis. Série A séminaires n° 40 : 257-261.

MAERTENS C., (1964)- Influence des propriétés physiques sur le développement racinaire et conséquences sur l'alimentation hydrique et azotée des cultures. Sci. sol 2: 31-41.

MAERTENS P. et CLAUZEL V., (1989)- Résultats obtenus par endoscopie. Pers. agric. 128: 55-57.

MANICHON H. et SEBILOTTE M., (1975) - Analyse et prévision des conséquences de passages successifs d'outils sur le profil cultural b t : 303-307.

MARCEL M., (2002)- Larousse agricole. 4^{ème} édition

MC NEAL F.H., QUALSET G.O., BALDRIDGE D.E. and STEWART W.R., (1978)- Selection for yield and yield component in wheat. crop sci.18: 145-152.

MASLE J., (1980)- L'élaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence des différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse Docteur. Ingénieur INA: 201p

MEKHLOUF A., BOUZERZOUR H., DEHBI F. et HANNACHI A.,(2001)- Rythme de développement et variabilité de réponse de blé dur (*Triticum durum* Desf.) aux basses températures. Tentative de sélection pour la tolérance au gel. In Proc. Sém. nat. sur la valorisation intégrée des milieux semi-arides. Univ. Oum- El- Bouaghi: 24

MEKHLOUF A., BOUZERZOUR H., DEHBI F., HANNACHI A. et ADJABI A., (2002) - Etude de la résistance aux basses températures et ses liaisons avec les caractères phéno- morphologiques du blé dur (*Triticum durum* DESF.). Application des tests pour la sélection des variétés tolérantes. 3^{èmes} journées scientifiques Univ. Mentouri Constantine: 61-66.

MERAH O. KAAAN F. THIS D. ZAHARIEVA M. et DAVID J., (1994)- Diversité génétique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.): Recherche d'une structuration moderne. Comm. présentée aux 2^{ème} journées

bibliographiques

scientifiques sur le blé Constantine 24 Facteurs abiotiques et production du blé en zones méditerranéennes .24 -26 Oct.1994 : 20p.

MITCHELL C.T., JENSEN R.G. and BOHNERT H.J., (1993)- Stress protection and transgenic tobacco by production of osmolyte mannitol. *Sci.* 259: 508-510

MONNEVEUX PH., (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. Ed. AUPELF- UREF. John Libbey – Eurotext Paris: 165-186.

MONNEVEUX PH. et BENSALÉM M., (1992)- Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Ed. INRA Fr.: 436

MONNEVEUX PH. et THIS D., (1995)- Intégration des approches physiologiques génétiques et moléculaires pour l'amélioration de la tolérance à la sécheresse chez les céréales. In Quel avenir pour l'amélioration des plantes? Dubois et J Demarly I. Eds AUPELF-UREF: 149-164.

MONNEVEUX PH. et THIS D., (1997)- La génétique face au problème de la tolérance des plantes cultivées à la sécheresse: espoirs et difficultés. *Sécheresse* 8(1): 29-37.

MORANCHO J., (2000)- Production et commercialisation du blé dur dans le monde. Options méditerranéennes. La production du blé dur dans la région méditerranéenne Nouveaux défis. Série A n°40: 29-33.

MORGAN J.M., (1983)- Osmoregulation as a selection criterion for drought tolerance in wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 34: 607-614.

MORGAN J.M. and KING R.W., (1984)- Association between loss of leaf turgor. Abscicic acid and seed set in two wheat cultivars. *Aust. J. Plant Physiol.*11: 143-150.

MORGAN J.M., (1984)- Osmoregulation and water stress in higher plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.*35: 299-319.

MOULE L., (1980)- Les céréales. Ed la maison rustique. Paris : 235p

MUSHOW R.C. and SINCLAIR T.R., (1989)- Epidemial conductance stomatal density size among enotypes of sorghum bicolor L. *Plant cell Env.*12: 425-431.

NETTOUR D., (2003)- Essai de sélection du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sur la base de semis profond en tant que technique de lutte contre la sécheresse. Mémoire d'Ing. d'état. Univ Mentouri Constantine : 66p

OOSTEROM V.E., CECCARELLI S. and PEACOCK J.M., (1993)- Yield response of barley to rainfall and temperature in Mediterranean environment. *J.Agric.Sci.*121: 307-313.

OTHMANI N., (2004) – Etude de sélection du blé tender (*Triticum aestivum* L.) sur la base de semis profond en tant que palliatif au déficit hydrique. Mémoire d'Ing. d'état. Univ . Mentouri Constantine: 47p.

O'TOOLES J.C. and CRUZ R.T., (1980)- Response of leaf water potential, stomatal resistance and leaf rolling to water stress. *Plant physiol.*51: 993-979.

bibliographiques

O'TOOLES J.C. and STOCKLE C.O., (1989)- Assessment of trait in plant breeding. The role of conceptual and simulation modeling. in Proceeding of seminar on Improving winter wheat cereals under temperature and soil salinity stresses (Spain): 220-231.

PASSIOURA J.B., (1977)- Grain yield, harvest index and water use . J. of AUST. Rustof agric.Sci. Sept-Dec.: 117-120.

PLANCHON C., (1987)- Drought avoidance and drought tolerance in crop plant inter and intra specific variability. in drought resistance in plants. Physiological and genetic aspects. Monti L and Porceddu (eds) CEE Luxembourg: 79-94.

PFEIFFER W.H., SAYRE K.D. and REYNOLDS M.P., (2000) - Enhancing genetic grain yield potential and yield stability in *durum wheat*. Symposium OAIC Blé 2000 - Alger: 83-93.

QUHAWI J.A., (1991)- Effect of sowing depth on some yield component of wheat and barley at Izraa-South Syria, under dry land farming conditions. Ed. ACSAD Syria: 19p.

RAWSON H.M., (1986)- High temperature tolerant whet a description of variation and search of some limitation to productivity. Field Crop Res.14: 197-212.

REDJDAL M. et BENBELKACEM A., (2002)- Développement agricole et céréaliculture. Place du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans l'économie nationale. In Proceeding séminaire 3^{ème} journées scientifiques sur le blé. Université Mentourii Constantine :1-13

REYNOLDS N...P. and PFEIFFER W.H., (2000)- Applying physiological strategies to improve yield potential. In Options méditerranéennes: l'Amélioration du blé dur dans les régions méditerranéennes : Nouveaux défis. Série A n° 40 :95-103.

RICHARD R.A. and PASSIOURA J.B., (1981)- Seminal root morphology and water use of wheat. II Genetic variation. Crop Sci.21: 253-255.

ROBERT E.H., SUMMERFIELD R.J. and COOPER T.K., (1979)- Control of flowering in barley (*Hordeum vulgare* L.) Ann. Bot.62: 127-144.

ROUAG K., (1990) - Cinétique de la germination et croissance chez quelques espèces de céréales. DES. Univ. Constantine: 110p.

SARDA V.O., VILLALOBOS F.J. and FERERES E., (1993a)- Leaf expansion in field grown sunflower in response to soil and leaf water status. Agron. J. 85: 564-570.

SARDA V.O., VILLALOBOS F.J., FERERES E. and WOFÉ D.W., (1993 b)- Leaf response to water deficit . Comparative sensitivity of leaf expansion rate and leaf conductance in field grown sunflower (*hexianthus annuus* L.) Plant and Soil 153: 189-194.

SELSELET ATTOU G., (1991)- Technologie des céréales et produits divers. Documents à l'image des étudiants. Options technologies alimentaires. Ed. Tech. et Doc. Lavoisier. Paris: 147p.

SINGLE W.V. and MARCELLOS H. , (1974)- Studies on frost injury in wheat . Aust. J.Agric. Res. 25: 679-686.

bibliographiques

SMITH E.L. and LAMBERT J.W., (1968)- Evaluation of early generation testing in spring barley. Crop Sci.8: 490-493.

SOLTNER D., (1980) - Les grandes productions végétales. Collections des sciences et des techniques culturales: 15-50.

SOUTY N. et RODE C., (1994)- La levée des plantules au champ: Un problème mécanique? Sècheresse n°1 Vol.5: 13-22.

SRIVASTAVA J.P. and VARUGHESE G., (1979)- Varietals adequacy in Porcon the gap between present farm yield and the potential. 5th Cereal work shop: 144-148.

SUNDERMAN D.W., (1965)- Seedling emergence of winter wheat and its association with depth of sowing coleoptiles length under various conditions and plant height. Agron. J.56: 23-25.

TADJOURI S., (1997)- Contribution à l'étude de l'effet de la profondeur de semis sur le comportement de quatre variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la zone d'EL Khroub. Mémoire d'Ing. d'état Univ. Batna: 79p.

TAHIR M., KETATA H. and AMIRI A., (1998)- Breeding of wheat (*Triticum aestivum* L.) for thermal stress tolerance for continental Mediterranean environments. in Proceeding of the 9th International wheat genetic symposium Vol.4: 95-97.

TARDIEU F. et MANICHON H., (1986 a) - Caractérisation en tant que capteur d'eau de l'enracinement du maïs en parcelles cultivées. I Discussion des critères d'étude. Agron.6 (4): 345-354.

TARDIEU F. et MANICHON H., (1986 b) - Caractérisation en tant que capteur d'eau de l'enracinement du maïs en parcelle cultivée. II Méthodes d'étude de la répartition verticale et horizontale des racines . Agron. 6 : 415-425.

TRIBOI E. BLANCOURT J. et MAGNE J., (1985)- Déterminisme du PMG chez le blé. CR Acad Agri. Fr.71: 871-876.

TRIBOI E., (1990)- Modèle d'élaboration du poids du grain chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L) Agron.10: 191-200.

TRIBOI E. et OLLIER J.L., (1991)- Evolution et rôle des réserves glucidiques et azotées des tiges chez 21 génotypes de blé. Agron.11: 239-246.

TEULAT B., MONNEVEUX PH., WEERY J., BORRIES C., SOURYRIS I., CHARRIER A. and THIS D., 1997- Relationship between water content and growth parameters under water stress in barley. a QTL study. New Phytol.137: 99-107.

TURNER N.C., (1979)- Drought resistance and adaptation to water deficit. Annals of botany 66: 721-727.

TURNER N.C., (1986)- Adaptation to water deficit: a changing perspectives. Aust. plant physiol.13: 175-180

USHA K. and CHOPRA CHADHARG T.N., (1981)- Seedling emergence of wheat and gram in relation to soil water potential, temperature and seedling depth.J. Indian soc. soil sci. vol.29(4): 437-440.

bibliographiques

VALDEYRON G., (1961)- Génétique et amélioration des plantes. Nouvelle encyclopédie agricole. Ed. JB. Baillière et fils: 358p.

VIAUX C., (1985)- Optimiser la photosynthèse. Pers. Agri. 97 : 47-53.

VILAIN M., (1987)- La production végétale. Vol 1, Les composantes de production. Ed. Baillière, Fr.: 416p.

VROMANDI G., (1994)- Simplifier le travail augmente les risques d'erreurs. Cultivar 36 : 8-19.

WHAN B.R., ANDERSON W.K. ,GILMOUR R.F., REGAN K.I. and TURNER N.C., (1991)- A role for physiology in breeding for improved wheat yield under drought stress. In Physiology breeding of winter cereals for stressed environment. Les Colloques de l'INRA 55: 179-194.

WANG B.R., HE J.X. and HUANG J.C., (1992)- Non stomatal factors causing photosynthetic rate decline induced by water stress. Acta physiological Sinica 18: 77-84.

YKHLEF N., (2001)- Photosynthèse, activité photochimique et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de Doctorat d'état Université Mentouri Constantine : 146p.

YKHLEF N., DJEKOUN A. et PLANCHON C., (2002)- Déficit hydrique, excès de lumière et activités photochimiques chez le blé dur: analyse de la résistance des PSII. 3^{èmes} journées scientifiques sur le blé dur. Univ. Mentouri Constantine: 56-60.

<p style="text-align: center;">Thèse d'Etat présentée par :</p> <p>Nom HAZMOUNE Prénom Tahar</p>	<p style="text-align: center;">Directeur de Thèse</p> <p style="text-align: center;">Pr BENLARIBI Mostefa</p>
<p style="text-align: center;">Thème</p> <p style="text-align: center;">LE SEMIS PROFOND COMME PALLIATIF A LA SECHERESSE. RÔLE DU COLEOPTILE DANS LA LEVEE ET CONSEQUENCES SUR LES COMPOSANTES DU RENDEMENT</p>	
<p>Résumé</p> <p>L'étude du semis profond comme palliatif à la sécheresse est menée sur 6 géotypes de blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.) d'origine locale et d'introduction. L'expérimentation réalisée en plein champ a consisté à semer à différentes profondeurs (2.5, 5, 7, 10 et 12cm de profondeur) les grains des deux groupes de géotypes caractérisés par un long ou court coléoptile. Les observations et le suivi ont porté sur tout le cycle biologique de la céréale. Les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche, menée parallèlement en semis manuel et en semis mécanisé dégagent les conclusions suivantes :</p> <p>Les grains placés profondément donnent des plantules qui émergent plus en retard que celles issues des grains semés superficiellement (à 2.5cm) Les plantules des géotypes à long coléoptile émergent plus rapidement que celles des géotypes à coléoptile court. La profondeur de semis réduisant la densité de peuplement par unité de surface en limitant le nombre de plantules levées, en réduisant le nombre de talles par plante entraîne par conséquent la diminution de la biomasse. L'intervalle de levée entre le semis profond et le semis superficiel se répercute sur l'épiaison et la maturité, il entraîne donc un allongement du cycle. La surface de la feuille étendard est corrélée positivement avec l'augmentation de la profondeur de semis. L'importance de la profondeur de semis apparaît plus dans les années sèches que durant les années à forte pluviosité.</p> <p>La sélection de géotype à coléoptile long peut aider à la mise en application du semis à ces profondeurs, vu les risques du semis standard en zone semi-aride algérienne, et la difficulté d'un re-semis auquel les agriculteurs risquent de faire face, dans le cas de manque de précipitation pour une longue période après le semis ou la perte dans le cas où la sécheresse arrive après l'installation de la culture. La meilleure profondeur de semis, étant celle qui assure une levée rapide et homogène, un pourcentage d'émergence assez suffisant, permettant d'assurer surtout aux plantes de mieux supporter les périodes de sécheresse intermittente qui sévit au cours du cycle biologique du blé. Les profondeurs de semis qui paraissent répondre à ces exigences semblent être la 2^{ème} et la 3^{ème} expérimentées à savoir 5 et 7cm.</p>	
<p>Mots clés : <i>Triticum durum</i>, Morpho-phénologie Géotype, Coléoptile, profondeur de semis, levée.</p>	
<p style="text-align: center;">Année Universitaire 2005-2006</p>	