

ETUDE COMPAREE DE L'EFFET DE LA PROFONDEUR DE SEMIS SUR LES CARACTERES DE PRODUCTION DE TROIS GENOTYPES DE *Triticum durum* Desf. EN ZONE SEMI-ARIDE

Reçu le 08/10/2003 – Accepté le 31/12/2004

Résumé

Trois génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.), à coléoptiles long, moyen et court, sont semés en plein champ à trois niveaux de profondeur 2,5 cm, 7 cm et 12 cm pendant deux années successives en vue d'étudier leur comportement.

Les plantules du génotype, à long coléoptile (Hedba3), émergent plus rapidement que celles des génotypes à coléoptiles moyen et court.

Par ailleurs, la quasi-totalité des paramètres étudiés semble favoriser le génotype à coléoptile long Hedba3, particulièrement à la profondeur de 7 cm.

En effet, cette profondeur minimise la différence par rapport au semis superficiel. Elle peut donc être préconisée dans la pratique agricole pour les génotypes à coléoptile long (type Hedba3) moyennant une légère augmentation de la dose au semis.

Mots clés: *Triticum durum* Desf., Génotype, Coléoptile, Profondeur de Semis, Rendement.

Abstract

Three durum genotypes (*Triticum durum* Desf.) with long, medium and short coleoptiles are planted in the field at three different depths 2,5 cm, 7 cm and 12 cm during two successive years to study their behavior.

Genotype plants with long coleoptile (Hedba3) emerge more quickly than those with medium and short coleoptile.

Moreover, all parameters studied seem to favor genotypes with long coleoptile, Hedba3 particularly at 7 cm depth.

Indeed, this depth minimize the difference in comparison to superficial sowing; it can be recommended in the agricultural practice for genotype with long coleoptile (like Hedba3), in return for a low sowing rate.

Keywords: *Triticum durum* Desf., Genotype, Coleoptile, Sowing Depth, Yield.

T. HAZMOUNE

Département d'Agronomie
Université de Skikda (Algérie)

M. BENLARIBI

Département de Biologie
Faculté des Sciences
Université Mentouri
Constantine (Algérie)

ملخص

زرعت ثلاثة أصناف من القمح الصلب *Triticum durum* Desf. ذات غمد طويل متوسط وقصير في الحقل وفي أعماق مختلفة (2.5 سم، 7 سم، 10 سم) لمدة سنتين متتاليتين وهذا من أجل دراسة سلوكها. تبرز نباتات الصنف هذبة 3 ذي الغمد الطويل بسرعة أكبر من الأصناف ذات الغمد المتوسط والقصير. من جهة أخرى تساعد كل العوامل المدروسة الصنف ذي الغمد الطويل هذبة 3 خاصة في العمق 7 سم. أجل، فهذا العمق يقلص الفرق مقارنة مع الزرع السطحي ولذلك ننصح باستعمال الأصناف ذات الغمد الطويل مثل : هذبة 3 مع زيادة ارتفاع طفيفة في كمية الزرع.

الكلمات المفتاحية: *Triticum durum* Desf., الأصناف، الغمد، العمق، البذر، المرود.

La céréaliculture algérienne est quasiment pluviale. Elle est soumise à un régime pluviométrique très capricieux se traduisant le plus souvent par des déficits hydriques pouvant affecter n'importe quel stade phénologique de la plante cultivée et réduire ainsi, sa capacité de production, dont l'amélioration demeure l'objectif primordial dans notre pays.

Par ailleurs, l'expérience a montré qu'il ne suffit pas d'introduire les semences de génotypes jugés performants sous d'autres conditions écologiques pour assurer l'amélioration des rendements.

En effet, les conditions de culture souvent sévères, sécheresse en l'occurrence, sont souvent à l'origine des bas rendements et de la mauvaise qualité des produits obtenus dans notre pays.

Il faut noter que les mécanismes biologiques fondamentaux de tolérance à la sécheresse tels que la réduction de la surface foliaire, la régulation stomatique, la régulation osmotique... qui contribuent au maintien d'un équilibre hydrique entre la plante et le sol, perturbent autant le bon fonctionnement de la plante et limitent par conséquent sa production [1, 2].

Tous ces mécanismes oeuvrent dans le sens d'assurer une alimentation hydrique suffisante à même de dépasser la période de sécheresse temporaire.

Il peut ainsi s'agir d'un appareil racinaire développé : volumineux, long, etc., comme d'un appareil racinaire installé profondément dans les couches du sol qui protègent contre le dessèchement rapide qui affecte presque systématiquement chaque année la culture du blé [3, 4].

L'approche méthodologique préconisée, s'inspire alors des pratiques traditionnelles de semis appliquées dans le Maghreb qui est une région à caractères spécifiques.

En effet, le labour pratiqué avant le semis réalisé soit directement sur friche soit sur un terrain préparé, place profondément et inégalement les grains engendrant après germination et émergence des positions racinaires différentes. Ceci réduit les risques de sécheresse et permet d'avoir une production même pendant les mauvaises années, car les plantes tirent diversement profit de l'humidité des profondeurs en fonction de leur réserve en eau.

Ainsi, le semis profond comme palliatif à la sécheresse dans les régions céréalières constitue notre hypothèse d'étude.

A cet effet, nous avons suivi le comportement de trois génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) semés à différentes profondeurs dans les conditions de plein champ.

1- MATERIEL ET METHODES

1.1- Matériel végétal utilisé

Il se compose de trois génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) :

- Hedba3 : population de sélection locale algérienne, à long coléoptile, valorisant bien les conditions difficiles de culture. C'est une variété tardive, haute et à chaume vide.

- Vitron : génotype d'introduction (Espagne), à coléoptile moyen, productif et semi-précoce.

-Waha : génotype d'introduction (Syrie) à coléoptile court, productif et précoce.

1.2- Dispositif expérimental et conduite de la culture

Le dispositif expérimental utilisé est le split plot à deux facteurs : génotype (en sous bloc) et profondeur de semis (microparcelle) avec quatre répétitions.

La surface de la parcelle élémentaire est de 6 m² (1,20 m x 5m). L'essai est mené en plein champ à la ferme expérimentale de l'ITGC du Khroub (Altitude 640 m ; Pluviosité moyenne annuelle : 450 mm). Il est conduit pendant deux années successives (campagne 1995-96 et campagne 1996-97).

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

Un apport d'engrais de fond à raison d'un q/l de super 45 (P2O5) est appliqué sur le sol au mois de septembre et enfoui superficiellement jusqu'à 15 et 20 cm).

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

Le semis est réalisé à l'aide d'un semoir expérimental en début du mois de Décembre de chaque année.

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

Un apport d'engrais azoté (ammonitrate 33 %) est

appliqué en couverture au début du tallage (Février). Il est ainsi apporté l'équivalent de 33 unités d'azote par hectare. Il est suivi quelque temps après (au stade fin tallage) par un désherbage chimique utilisant le produit Illoxan B à raison de 4 l dilués dans 300 l d'eau/ha.

1.3- Données pluviométriques durant la période d'expérimentation

Les données pluviométriques enregistrées au cours des deux années d'essai sont présentées dans le tableau 1.

La deuxième année d'essai est marquée par une pluviosité inférieure à celle de la première année (- 47 %) et à la moyenne calculée sur 25 ans (- 33%).

Tableau 1 : Pluviométrie en mm durant les deux années d'essai et moyenne sur 25 ans (1970-71 à 1994-95) (Source: O.N.M. Constantine).

Mois	Campagne 95-96	Campagne 96-97	Moyenne 25 ans
Septembre	47	15.4	37.5
Octobre	8	10.0	38.6
Novembre	42	26.2	44.6
Décembre	28	47.3	73.2
Janvier	88	33.1	62.8
Février	181	22.4	53.8
Mars	54	58.8	56.2
Avril	67	57.7	59.0
Mai	63	18.3	42.3
Juin	42	33.2	19.3
Juillet	21	1.2	8.0
Août	3	17.3	11.2
Total	639 mm	339 mm	506 mm

1.4- Caractères mesurés

Les mesures ont porté sur les caractères de production suivants:

- Durée de levée

Semis → levée: Des comptages sont effectués dès l'apparition des premières plantules à la surface du sol jusqu'au stade 2 feuilles. Cette durée est exprimée en jours.

- Le taux de levée

Il est obtenu par calcul direct, en fonction de la densité théorique prévue et du nombre de plantes levées par m².

- La densité de peuplement

Elle représente le nombre de plantes par m². Elle est déterminée par comptage, au stade 2 feuilles.

- Le nombre d'épis par m²

Il est déterminé par comptage au stade début maturité.

- Le nombre de grains par épi

Il est obtenu par comptage sur un échantillon de 20 épis par génotype.

- Le poids de 1000 grains

Il est déterminé par pesée directe à l'aide d'une balance de précision.

- Le rendement

Il est calculé à partir de ses composantes qui sont :

- la densité de peuplement épis/m² ;
- le nombre de grains/épi ;
- le poids de 1000 grains.

2- RESULTATS ET DISCUSSION

2.1- Durée de la levée et pourcentage d'émergence

La durée à la levée augmente en fonction de l'augmentation de la profondeur de semis. Elle est marquée pour les deux années d'essai de 21,5 jours à 2,5 cm de profondeur et de 23,3 j à 7 cm de profondeur et de 25,9 jours à 12 cm de profondeur.

A travers les résultats individuels enregistrés par les 3 génotypes, la durée de la levée semble corroborer le fait que la longueur de coléoptile contribue favorablement à l'émergence des plantules. En effet, la variété Hedba3 à coléoptile le plus long enregistre les durées de levée les plus courtes dans toutes les profondeurs. Elle est suivie par Vitron (à coléoptile moyen). Enfin, arrive Waha dont l'organe en question est le plus court (Tab. 2).

Tableau 2: Durée à la levée en jours.

Prof. Semis	2.5 cm		7 cm		12 cm	
Génotype \ Année	1	2	1	2	1	2
	Hedba 3	22	20	24	21	29
Vitron	24	21	26	22	29	23
Waha	24	21	25	22	28	24
Moyenne	23.3	20.6	25.0	21.6	28.6	23.3
Moyenne sur 2 ans	21.95		23.3		25.95	

Il est à noter que l'année de culture a apporté sa contribution à la durée de la levée qui est plus courte en 2^{ème} année d'essai qu'en première pour toutes les profondeurs étudiées. Ceci peut être lié à la quantité de pluie recueillie pendant la période de semis (mois de Décembre) qui est de 47.3 mm pour la 2^{ème} année d'essai contre 28 mm seulement pour la 1^{ère} année.

La température ayant prévalu pendant cette période pourrait avoir contribué à cette différence.

En tout état de cause la levée est favorisée par une humidité suffisante du sol, comme il a été observé par Boubaker *et al.* [5] par rapport aux doses d'irrigations apportées.

A ce niveau, la différence dans la durée entre la première et la deuxième année d'essai varie :

- de 2 à 3 jours pour la 1^{ère} profondeur de semis (2,5 cm),
- de 3 à 4 jours pour la 2^{ème} profondeur de semis (7 cm),
- de 4 à 6 jours pour la 3^{ème} profondeur de semis (12 cm).

La durée de la levée semble présenter une relation directe avec la profondeur de semis, ce qui rejoint les observations faites par Dihel [6], Tadjouri [7], Boufenara [8] et par Jamil et Quhaiwi [9].

En effet, ces derniers ont noté que le semis profond retarde l'émergence des plantules.

Quant au pourcentage de levée, il est jugé moyen, car ne dépassant pas 79.4 % dans le meilleur des cas chez la variété Waha à 2,5 cm de profondeur (Fig. 1). Ce pourcentage est plus élevé en première année qu'en deuxième année d'essai pour toutes les variétés. Les moyennes globales sont de 68,65 %, 54,65 % et 18,7 % respectivement pour les 3 profondeurs (2,5 cm, 7 cm et 12 cm).

Il faut noter à ce niveau qu'en passant de 2,5 à 7 cm de profondeur on accuse une chute de 14 % d'émergence. Ce qui veut dire qu'en cas de choix de cette profondeur pour pallier à la sécheresse, il va falloir compenser cette perte par une augmentation équivalente de la dose de semis.

Il est à signaler que la variété Hedba3 a enregistré une moyenne de 58,95 % entre les deux années d'essai, soit une chute de 9,7 % seulement par rapport à la moyenne globale obtenue à 2,5 cm de semis. Elle est donc, la plus qualifiée à être semée en profondeur, car il s'agit d'un génotype à coléoptile long.

Ces observations confirment, les résultats publiés par Burleigh *et al.* [10] sur les plants de blé et concordent aussi avec ceux obtenus par Kial [11], Quhaiwi [12], Guergah [13] et Heather *et al.* [14]. Ces derniers ont obtenu en semis profond (à 10 cm de profondeur) des taux de levée de 21 et 24 % pendant deux années consécutives, 1986 et 1987.

2.2- Densité de peuplement et tallage épi

- Avant tallage

A partir des valeurs du pourcentage d'émergence (Fig. 1), il est déduit la densité de peuplement au mètre carré; les valeurs sont consignées dans la figure 2. Ces valeurs varient en fonction de l'année d'essai, de la profondeur de semis et du génotype.

Leurs moyennes globales sont de 171,75, de 136,62 et 46,79 plantes/m² (à 2,5 cm 7 cm et 12 cm respectivement) avec une PPDS de 5,02 plantes/m². La meilleure moyenne à la profondeur de 7 cm est encore une fois en faveur du génotype Hedba3, avec 147,37 plantes/m², contre 138,37 pour Vitron (à coléoptile moyen) et 124,12 pour Waha (à coléoptile court) (Tab. 3).

- Nombre d'épis par m²

Il 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. Ces valeurs permettent de dégager le tallage épi. Ce nombre est obtenu par comptage. Les valeurs de ce paramètre de production sont consignées dans la figure 3.

Ces valeurs permettent de déduire le tallage épi qui représente l'un des caractères de la productivité (Fig. 4).

Le nombre moyen d'épis par m² est de 605,24, 523,29 et 204,70 pour les 3 profondeurs (2,5 cm, 7 cm et 12 cm respectivement) avec une PPDS de 7,86 épis/m² (Fig. 3, Tab. 3).

La moyenne obtenue à 7 cm de profondeur est réduite de 82 épis/m², comparée à la moyenne du semis superficiel.

Cette réduction n'est que de 45 épis/m² par rapport au génotype Hedba3 qui se distingue si besoin est par rapport aux deux autres génotypes Waha et Vitron.

Ainsi les résultats enregistrés montrent que lorsque la profondeur de semis augmente le nombre d'épis/m² diminue. Ces résultats sont en accord avec ceux de Tadjouri [7] et Hadjichristodoulou *et al.* [15].

Il faut quand même remarquer qu'une pluviosité faible en 2^{ème} année d'essai a favorisé le nombre d'épis/m² à 7 cm et 12 cm de profondeur (Fig. 3).

L'explication doit être recherchée, à notre avis du côté de la répartition de cette quantité de pluie et de l'effet profondeur de semis qui se manifeste davantage au niveau du tallage épi.

En effet, le nombre talles épis produit en 2^{ème} année d'essai augmente progressivement de la faible profondeur (2,5 cm) à la grande profondeur (12 cm). Deux hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ces résultats :

1- Une meilleure alimentation hydrique dans le cas du semis profond ; en effet, l'année 96-97 présente une pluviométrie faible, par rapport à l'année précédente et par rapport à la moyenne sur 25 ans (Tab. 1).

2- Un effet de compétition plus important à la profondeur de 2,5 cm, puisqu'il y a plus de plantes levées à cette profondeur (Fig. 1 et 2). Cependant cette deuxième hypothèse est la plus probable.

2.3- Fertilité de l'épi et poids de 1000 grains

Bien que pouvant être très affectée par les conditions du milieu, la fertilité de l'épi est variable selon l'année et le génotype. La tendance générale est en faveur des génotypes nains (Vitron et Waha) qui sont sélectionnés pour leur potentiel de production en grain particulièrement pendant la deuxième année.

Ce paramètre de production semble homogène de la première année d'essai à la deuxième pour une même profondeur (Tab. 4). Il met en relief la diminution graduelle de la fertilité de l'épi de la faible profondeur (2,5 cm) à la grande (12 cm).

Ainsi, les valeurs obtenues pour ce paramètre ne permettent pas de privilégier une quelconque orientation sur une autre (Tab. 3).

Quant au poids de 1000 grains qui exprime le degré de remplissage de chaque grain et par conséquent l'accumulation des substances de réserve constituées de grains d'aleurone et surtout d'amidon dans le cas du blé dur, les résultats consignés dans le tableau 5 ne semblent pas dégager de différences notables entre les différentes profondeurs (Tab. 3).

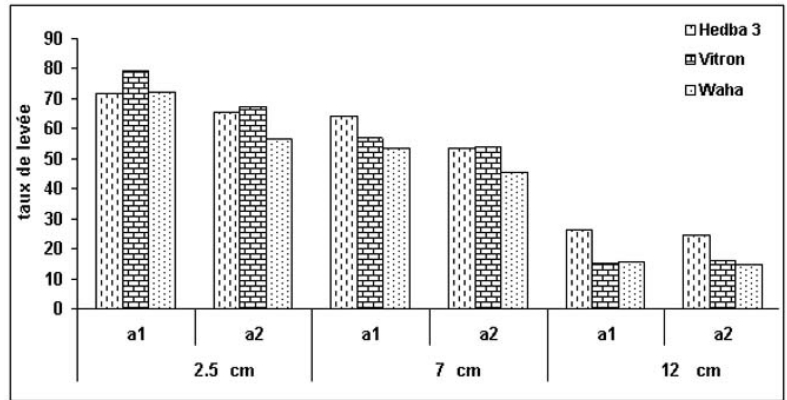


Figure 1: Taux de levée par profondeur de semis et par année.

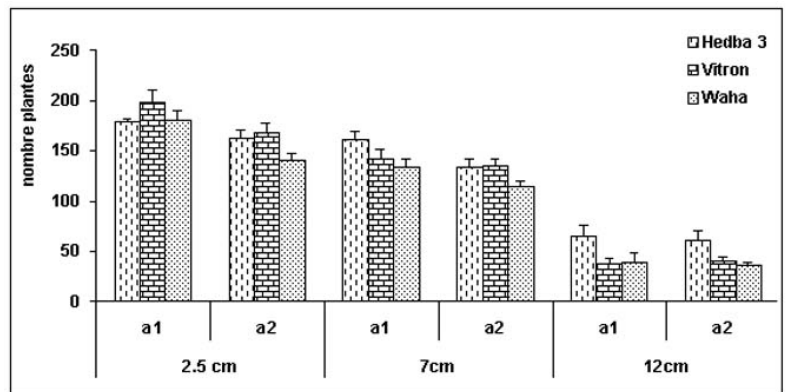


Figure 2: Nombre de plantes levées par m².

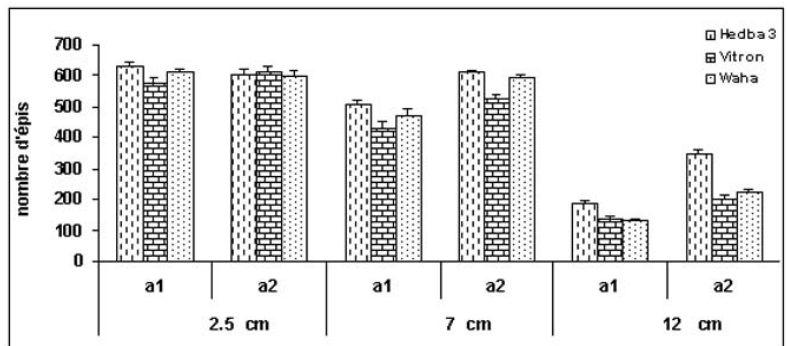


Figure 3: Nombre moyen d'épis par m², par profondeur et par année.

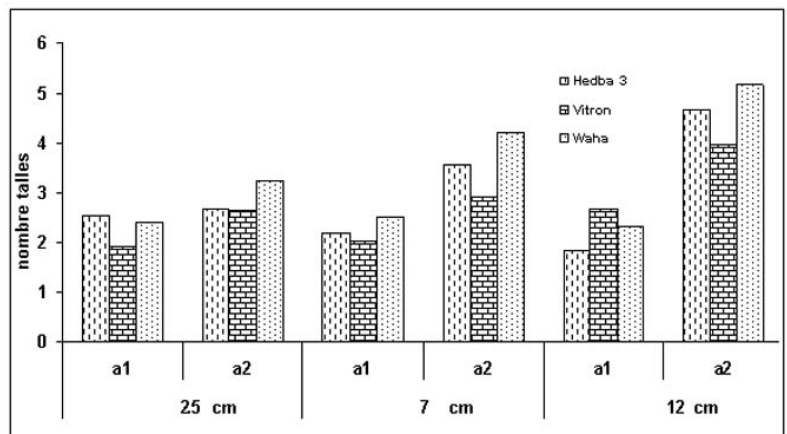


Figure 4: Nombre de talles épis par plante, par profondeur et par année.

Tableau 3: Analyse de la variance relative au rendement en grain estimé (q/ha) et à ses composantes (nombre de plantes/m², nombre d'épis/plante, nombre de grains/épi et poids de mille grains en gramme).

Sources de variation	DDL	Carrés moyens				
		Plantes/m ²	Epis/m ²	Grains/épi	PMG	Rdt
Totale	71	3414,62	33700,50	29,97	20,97	1351,69
Génotypes	2	2882,38**	28158,75 **	99,57 **	187,87 **	86,02 ns
Profondeur	2	100672,72**	1074742,38**	228,76**	6,82 ns	42129,05 ns
Année	1	3857,34**	88060,00**	0,0 ns	34,58 *	2994,20**
Inter.Génot x Prof.	4	780,43**	8354,38**	24,86*	7,84 ns	15,55 ns
Inter.Génot. x Année	2	168,23 ns	322,38ns	35,83**	309,62**	88,53 ns
Inter.Prof. x Année	2	1094,89 **	24055,63 **	0,13 ns	15,47 ns	226,33 ns
Inter.Génot. x Prof. x Année	4	103,01 ns	3844,63**	11,03 ns	22,42 **	30,89 ns
Bloc	3	97,6 ns	1317,92ns	25,68 ns	3,54 ns	269,33 ns
Résiduelle	51	74,89	183,68	10,47	5,55	135,69
Ecart Type		8,65	13,55	3,4	2,35	11,65
Coefficient de Variation %		7,3	3,0	8,0	5,4	14,4

Tableau 4: Nombre de grains par épis.

Prof. Semis	2.5 cm		7 cm		12 cm	
	1	2	1	2	1	2
Hedba 3	47.40 ± 2.78	38.80 ± 3.68	41.55 ± 3.36	34.40 ± 3.26	38.30 ± 4.14	30.20 ± 1.68
Vitron	38.00 ± 2.50	48.60 ± 2.50	41.22 ± 2.47	47.30 ± 3.36	37.08 ± 2.91	42.85 ± 3.67
Waha	44.38 ± 4.41	42.85 ± 5.53	39.30 ± 4.23	40.40 ± 3.39	36.38 ± 2.05	38.30 ± 2.12
Moyenne	43.26	43.41	40.69	40.70	37.25	37.11

Tableau 5: Poids de 1000 grains (en gr.).

Prof. Semis	2.5 cm		7 cm		12 cm	
	1	2	1	2	1	2
Hedba 3	40.6 ± 1.79	52.4 ± 2.56	40.9 ± 2.97	46.3 ± 3.27	42.0 ± 1.53	48.6 ± 1.91
Vitron	46.3 ± 0.91	46.4 ± 3.30	43.4 ± 2.45	48.0 ± 3.37	44.3 ± 0.89	47.1 ± 2.93
Waha	41.4 ± 2.60	38.6 ± 1.94	45.7 ± 2.28	35.5 ± 0.70	44.5 ± 2.24	38.6 ± 1.14
Moyenne	42.7	45.8	43.3	43.2	43.6	44.7

Cependant, la 2^{ème} année, avec une pluviosité inférieure, a engendré des valeurs plus élevées chez Hedba3 et Vitron.

2.4- Rendement théorique en grain

Variant en fonction de la profondeur de semis, des potentialités du génotype, favorisé plus par la densité de peuplement, le meilleur rendement en grain est obtenu dans cette étude, par le semis superficiel. Cependant, en

semis profond les génotypes à coléoptile plus grand s'expriment mieux que le génotype Waha à coléoptile court (Fig. 5 et Tab. 3).

Ces résultats rejoignent les observations faites par Tahir *et al.* [16] qui ont conclu que le coléoptile long, la formation d'un plateau de tallage profond et la capacité à former un grand nombre de talles par plante sont très avantageux pour l'augmentation et la stabilité du rendement dans des conditions de forte humidité ou de sécheresse.

CONCLUSION

La meilleure profondeur de semis étant celle qui assure une levée rapide et homogène, un pourcentage d'émergence assez suffisant, permettant d'assurer une densité de peuplement acceptable et permettant surtout aux plantes de mieux supporter les périodes de sécheresse intermittente qui sévit au cours du cycle biologique du blé.

La profondeur de semis qui paraît répondre à ces exigences semble être la deuxième profondeur expérimentée à savoir 7 cm.

En effet, c'est cette profondeur qui minimise les pertes à l'émergence et favorise le tallage épi tout en maintenant, par ailleurs, les autres paramètres près du seuil du semis superficiel qui expose les plantes de blé au moindre déficit hydrique. Elle peut donc être choisie moyennant, une légère augmentation de la dose de semis.

La sélection de génotypes à coléoptile long peut aider à la mise en application des semis à cette profondeur.

REFERENCES

- [1]- Turner N.C., "Drought resistance and adaptation to water deficit", *Annals of botany*, 66 (1979), pp. 721-727.
- [2]- Deraissac M., "Mécanismes d'adaptation à la sécheresse et maîtrise de la productivité des plantes cultivées", *Agron. Trop.*, 46(1) (1992), pp. 23-39.
- [3]- Benlaribi M., Monneveux Ph. et Grignac P., "Etude des caractères d'enracinement et de leur rôle dans l'adaptation au

- déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.)", Agron.; 10 Elsevier INRA (1990), pp. 305-322.
- [4]- Hazmoune T., "Caractérisation de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.): Relation avec les composantes de rendement", Thèse de Magister, Univ. Batna, (1993), 89 p.
- [5]- Boubaker M., Benhamouda M. et Ghdiri H., "Réponse du blé dur au stress hydrique et à la profondeur de semis pendant le stade jeune de la plante", *Cahiers sécheresse*, Vol.10, n°1, (1999), pp. 35-38
- [6]- Dihel R., "Agriculture générale", 2ème édition. Ed. J.B. Baillièrre Paris (1975), 396p.
- [7]- Tadjouri S., "Contribution à l'étude de l'effet de la profondeur de semis sur le comportement de 4 variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la zone du Khroub", Thèse d'Ingénieur d'Etat, Univ. Batna, (1998), 79 p.
- [8]- Boufenara D., "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", Thèse d'Ingénieur d'Etat, Univ. Constantine (1998), 80 p.
- [9]- Jamil A. and Quhaiwi J.A., "Effects of sowing depth on some yield of wheat and barley at IZRAA (South Syria) under dry land farming conditions", ACSAD (1978), pp. 5-8.
- [10]- Burleigh J.R., Allan R.E. and Vogel O.A., "Varieties differences in seeding emergences of wheat as influenced by temperatures depth of plants", *Agron. J.*, Vol. 57 (1965), pp. 195-198.
- [11]- Kial A.M., "Plantes et semis des grandes cultures", Univ. Damas, (1979), 153 p.
- [12]- Quhaiwi J.A., "Effect of sowing depth on some yield component of wheat and barley at Izraa. South Syria under dry-land conditions", Ed. ACSAD Syria, n° 19 (1991), pp. 1-19.
- [13]- Guergah N., "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 pot et en plein champ dans la région du Khroub", Thèse d'Ing., Univ. Batna, (1997), 69 p.
- [14]- Heather L., Lafond G.P. and Fowler D.B., "Seedling depth in relation to plant development, winter survival and yield or no till. winter wheat", *Agron. J.*, 81 (1989), pp. 125-129.
- [15]- Hadjichristodoulou A. Della A. and Photiades J., "Effect of sowing depth on plan establishment, tillering capacity and other characters of cereals", *J. Agric Sci. Camb.*, 89 (1977), pp. 161-167.
- [16]-Pleiffer W.H. Sayre K.D., "Enhancing genetic grain yield potential and yield stability in durum wheat", Symposium OAIC Blé 2000, Alger, (2000), pp. 83-93. □