

COMPARAISON MORPHOPHYSIOLOGIQUE DE LA DESCENDANCE DE SIX BC3, ET DE LEURS GENITEURS (SIX BC2 ET QUATRE VARIETES PARENTALES) DE BLE DUR

Reçu le 06/01/2004 – Accepté le 31/12/2004

Résumé

Le stress de l'environnement, et en particulier la sécheresse, est très fréquent en Algérie et aggrave la déperdition du rendement. Les travaux de sélection aboutissant à la production de nouveaux cultivars peuvent générer des résultats intéressants.

Cette étude entre dans ce contexte et a pour but de comparer, sur la base des caractères morpho-physiologiques, la descendance de six back cross³, leurs géniteurs six BC² et quatre parents récurrents.

Les résultats obtenus indiquent que le génotypes de la troisième génération du back-cross S/4/M et M/4/S sont les plus importants pour les caractères longueur de l'épi, surface foliaire et longueur du col de l'épi. Ils montrent une supériorité pour la majorité des caractères à l'exception du nombre de talles par plante et de la précocité.

Mots clés: Stress de l'environnement, sélection, caractères morpho-physiologiques, descendance, back-cross, géniteurs, blé dur.

Abstract

The drought has been considered as the main stress of environment which is often spread about different production cereals regions of country. In which several works on hybridation and selection of new genetic structures gave many good results.

This study gets in this context that the aim is to compare the genetic structures of third generation of six backcrossing and parents (4 varieties and second generation of six back crossing), for durum wheats on the basis of some morpho-physiologics characters.

It has been clear from this study that the genetic structures of third generation of back cross S/4/M and M/4/S are more important to the following characters: Awn length, leaf area and neck length. The result showed that the superiority studied characters only some : number of tillers per plant and earliness.

Keywords: Morpho-physiologics characters, genetic structures, back crossing, heritability, stress of environment, hybridation.

M. BARKAT

N. KHALFALLAH

Laboratoire Amélioration

des plantes

Département de Biologie

Université Mentouri

Constantine

ملخص

يعتبر الجفاف من أهم الإجهادات البيئية المنتشرة في أغلب الأحيان في مختلف مناطق إنتاج المحاصيل الحقلية بالبلاد مما أدى إلى أعمال التهجين وانتخاب تراكيب وراثية جديدة أعطت عدة نتائج مشجعة. تدخل هذه الدراسة في هذا الإطار وتهدف إلى مقارنة لتراكيب وراثية لستة أبناء الجيل الثالث للباك كروس والأباء (أربعة الأصناف أولية وأبناء الجيل الثاني لستة باك كروس) للقمح القاسي على أساس بعض الصفات المورفوفيزيولوجية. لقد اتضح من خلال هذه الدراسة أن التراكيب الوراثية لجيل الثالث للباك كروس

M////M//M//M/S و M/S////S//S/S

أكثر أهمية بالنسبة لصفات التالية طول السفا، المساحة الورقية وطول عنق السنبل. كما بينت النتائج تفوق معظم الصفات المدروسة ماعدا عدد الأفرع لكل نبات وصفة الباكورية، هذا فيما يتعلق بقيمة الوريث بالمعنى العريض كما تميز طول عنق السنبل وطول السنبل كذا المساحة الورقية بقيمة توريث عالية وهذا بالمعنى الضيق.

الكلمات المفتاحية: الصفات المورفوفيزيولوجية، التراكيب الوراثية، باك كروس، قيمة التوريث، الإجهادات البيئية، التهجين، انتخاب.

En Algérie, la céréaliculture constitue la principale spéculation de l'agriculture de par son importance dans l'alimentation de la population et de par l'importance des superficies qu'elle occupe. Bien qu'elle couvre 2,4 millions d'hectares, soit le tiers des terres arables, le rendement demeure faible et irrégulier. Devant cette production insuffisante, l'Algérie reste parmi les premiers pays importateurs de blé dur dans le monde avec des importations de l'ordre de 40 % de la production disponible sur le marché [1].

Les faibles rendements en blé ont nécessité une introduction massive de variétés étrangères à haut rendement. Celles-ci ont posé des problèmes d'exigence en eau et d'adaptation climatique. Le déficit hydrique est le facteur limitant abiotique le plus fréquent et le plus important de la production végétale. Pour faire face à ces contraintes, il devient donc urgent de créer de nouveaux génotypes qui vont répondre aux critères désirés par le biais de la sélection.

Depuis les premières sélections par l'homme basées uniquement sur certains aspects agronomiques du blé, la sélection a bien évolué et recouvre un ensemble d'activités techniques et scientifiques très diversifiées.

Les méthodes génétiques de sélection sont responsables d'environ 50 à 60% de l'accroissement de productivité observée au cours des 40 dernières années. Les méthodes classiques de sélection ont montré leurs limites, les délais de création de nouveaux cultivars étant environ de 10 ans et parfois 15 ans. Pour le sélectionneur, cela signifie investir beaucoup d'argent sans avoir la certitude du succès. Aussi, une stratégie globale a été mise en œuvre : la sélection récurrente [2].

Selon Goldringer et Brabant [3], l'efficacité de la sélection dépend de la durée du cycle (la précocité de la sélection) et de la prise en compte de l'aspect multicaractère. Ces points restaient à optimiser.

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une amélioration du blé dur au déficit hydrique. Deux variétés locales, considérées comme une base génétique d'adaptation et deux variétés introduites considérées comme une base génétique de productivité, constituent le matériel de notre programme. Les hybrides F_1 issus des croisements entre ces variétés sont soumis à des retro-croisements (BC) avec leurs géniteurs ou parents récurrents. Parallèlement à d'autres objectifs importants, l'accent a été mis sur une comparaison de six descendants du BC_3 et des géniteurs (six BC_2 et quatre variétés parentales récurrentes) sur la base des caractères morpho-physiologiques de tolérance au stress hydrique, ainsi que sur la recherche de critères prédictifs de la stabilité du rendement et de l'efficacité d'utilisation d'eau.

MATERIEL ET METHODES

Quatre variétés parentales de blé dur sont utilisées et sont codées comme suite: W, M, S, P. Ces variétés de blé dur sont cultivées en Algérie et sont fournies par I.T.G.C. d'El-Khroub. Elles ont été choisies soit pour leur tolérance au stress hydrique soit pour leur productivité. Les descendants étudiés issus du deuxième retro-croisement (BC_2) sont W/3/ M, M/3/ W, S/3 / M, M/3/ S, P/3 / W, W/3/P et ceux issus du troisième retro-croisement (BC_3) sont W/4/P, P/4/W, M/4/ W, W/4/ M, S/4/ M et M/4/ S.

Principales caractéristiques des variétés parentales [4]

1^{ère} Variété (WAHA)

La première sélection de cette lignée a été faite au CIMMYT. Elle fut introduite en Algérie il y a quelques années. Elle a été reprise dans les pépinières de l'ICARDA. C'est une variété semi-naine, précoce, d'assez bonne qualité semoulière, productive et sensible au stress Hydrique.

2^{ème} Variété (SAHEL 77)

Elle a été sélectionnée à l'ITGC d'El Harrach en 1977, cultivée dans le littoral et les plaines intérieures, elle est assez courte, précoce, très productive, et tolérante au stress Hydrique.

3^{ème} Variété (POLONICUM)

Variété locale productive, cultivée dans les hauts plateaux, caractérisée par une taille moyenne, une assez bonne qualité semoulière, semi-tardive et tolérante au stress Hydrique.

4^{ème} Variété (MOHAMED BEN BACHIR)

Elle a été sélectionnée en 1931 au sein d'une population locale. Elle est cultivée dans les hauts plateaux ; elle est haute, tardive, moyennement productrice et très tolérante au stress Hydrique.

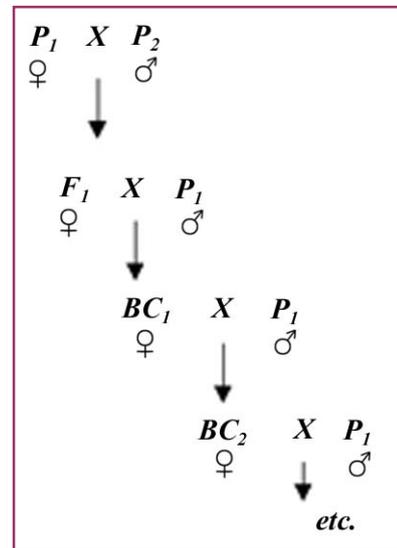
Mode d'hybridation

Nous avons procédé à la castration qui consiste à sectionner la partie supérieure de l'épillet avant l'anthèse à

l'aide de ciseaux. Les anthères accessibles sont alors enlevées à l'aide d'une pince; les fleurs médianes et extrêmes sont éliminées. Les épis castrés sont ensachés, afin d'éviter une pollinisation accidentelle. Deux à trois jours plus tard, le pollen collecté sur l'épi mâle sert à polliniser les épillets castrés. Après la pollinisation, on remet le sachet protecteur afin d'éviter que le pollen étranger ne vienne s'ajouter au pollen choisi.

Schéma du retro-croisement

Le back cross (BC) est une forme d'hybridation récurrente utilisée pour améliorer les lignées pures de bonne qualité mais qui présentent un ou quelques caractères indésirables à déterminisme simple. Le processus est répété autant de fois que nécessaire. En principe, on cesse de faire le retro-croisement lorsqu'on ne peut pas distinguer la descendance du BC du parent récurrent (généralement de 1 à 5 ou plus selon le degré souhaité de recouvrement des gènes du parent récurrent) (Fig.1).



- P_1 : variété parentale 1
- P_2 : variété parentale 2
- F_1 : hybride F_1
- BC_1 : descendants issus du rétro-croisement 1
- BC_2 : descendants issus du rétro-croisement 2

Figure 1: Schéma du rétro-croisement.

Conduite de l'essai

Une expérimentation mono-locale, constituée de deux blocs de 10 m², a été réalisée à la station de l'université Mentouri dans des conditions environnementales naturelles durant l'année 2000 /2001. L'essai comporte quatre variétés parentales, six back cross2 (6 BC_2) et six back cross3 (6 BC_3) (Tab 1).

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental contient deux blocs qui comportent quatre parents, six Hybrides F_1 , six descendances du back cross 2 et six back cross 3. Les descendants du back cross 3 ont été placés de façon à avoir

Tableau 1: Dispositif expérimental (2000 / 2001)

Variétés et descendants	Bordure	Date d'obtention
W (WAHA)	Parent 1	
W / P	Hybride F3	96 / 97
W/3 / P	BC ₂	98 / 99
W/4 / P	BC ₃	99/2000
P (Polonicum)	Parent 2	
P / W	Hybride F3	96 / 97
P / 3 / W	BC ₂	98 / 99
P/4 / W	BC ₃	99/2000
M (Mohamed ben Bachir)	Parent 3	
M / W	Hybride F3	96 / 97
M/3 / W	BC ₂	98 / 99
M/4 / W	BC ₃	99 /2000
W / M	Hybride F3	96 / 97
W/3 / M	BC ₂	98 / 99
W/4 / M	BC ₃	99 / 2000
S (Sahel 77)	Parent 4	
S / M	Hybride F3	96 / 97
S/3 / M	BC ₂	98 / 99
S/4/M	BC ₃	99 /2000
M / S	Hybride F3	96 / 97
M/3 / S	BC ₂	98 / 99
M/4 / S	BC ₃	99 /2000

le parent femelle d'un côté et le parent mâle de l'autre.

Le nombre de grains semés est différent selon le croisement. le bloc est disposé sur une longueur de 7 m sur 1m de largeur; il est limité de part et d'autre par un blé tendre.

Aperçu sur le climat

L'année 2000 /2001 est caractérisée par des températures très basses entre (4.6°C et 11.2°C) en comparaison avec la moyenne des 25 dernières années, et un déficit hydrique débutant du mois de janvier jusqu'au mars avec des précipitations respectivement égales à 14.4, 19.1 et 14.3 ml. Cette période a coïncidé avec la phase germination, tallage et début montaison.

Les paramètres étudiés

Les observations sont faites sur les caractères morphologiques et physiologiques suivants :

- *Caractères morphologiques*
 - hauteur de la plante (LP)
 - longueur de l'épi (LE)
 - longueur du col de l'épi (LCE)
 - longueur de la barbe (LB)
- *Caractères physiologiques*
 - précocité (PR)
 - teneur relative en eau (RWC)[5]
 - surface foliaire (SF) [6]

Méthodes statistiques utilisées

La démarche suivie a reposé d'abord sur le calcul des moyennes et d'hétérosis grâce à EXCEL 2000, l'analyse de

la variance à un facteur puis le coefficient et la droite de régression parent moyen-descendance issue de la troisième génération du back cross (BC3) à l'aide du logiciel STATITCF, 5^{ème} version.

Pour le calcul de l'héritabilité au sens large, nous nous sommes basés sur la table de la variance ($H^2 = \sigma_g^2 / \sigma_p^2$) avec:

* $\sigma_p^2 = \sigma_g^2 + \sigma_e^2$ respectivement les variances génotypique et environnementale ;

* $\sigma_g^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_I^2$ respectivement les variances d'additivité, de dominance et d'épistasie. L'héritabilité au sens strict h^2 est égale à σ_A^2 / σ_p^2 [7].

RESULTATS ET DISCUSSIONS

• Comparaison parents -descendants

La comparaison des moyennes effectuée sur des données recueillies à partir de la descendance de six Back cross 3 (BC3), des variétés parentales et des géniteurs issus de la deuxième génération d'un back cross (BC2) pour les caractères mesurés est reportée dans le tableau 2.

Tableau 2: Moyennes des caractères mesures sur l'essai 2000/2001 (site: Université Mentouri Constantine).

	PR	LP	LC	LE	TH	SF	RWC	LB
W	128.00	120.08	18.02	5.45	1.22	48.47	84.37	11.63
W/3/P	125.00	72.63	10.90	6.32	1.86	42.94	68.66	8.42
W/4/P	126.50	86.52	13.06	6.59	1.76	31.99	83.70	9.29
P	132.00	103.00	8.85	5.63	1.80	41.91	81.68	9.27
P/3/W	115.00	92.90	6.03	12.2	2.02	34.47	70.15	8.80
P/4/W	130.00	104.10	11.80	6.39	1.92	33.10	66.22	11.76
M	127.00	115.70	10.89	5.24	1.84	28.60	68.10	5.89
M/3/W	129.00	110.80	7.88	5.98	1.80	32.10	64.15	8.32
M/4/W	131.50	93.78	18.02	5.24	1.90	31.25	64.00	6.76
W/3/M	119.50	76.30	10.90	6.08	1.50	42.15	69.65	7.43
W/4/M	123.50	87.94	13.06	6.51	1.44	47.85	64.30	8.16
S/3/M	123.50	89.14	16.03	6.68	1.82	47.50	65.11	6.38
S/4/M	125.00	85.16	11.25	5.84	1.74	43.30	62.80	7.90
M/3/S	123.00	127.82	10.98	5.90	1.82	33.38	69.18	10.36
M/4/S	124.50	126.60	10.29	5.98	1.72	34.03	70.18	8.36
S	126.50	92.47	7.88	6.43	1.64	48.05	66.95	7.57
MOY	125.64	93.66	10.46	6.47	1.78	38.66	69.67	8.55
E.T.	±10.06	±12.93	±13.9	±4.26	±3.95	±7.52	±2.79	±1.16

L'analyse statistique des paramètres morpho-physiologiques nous a permis de noter une différence hautement significative uniquement pour les variables précocité et tallage herbacé (Tab. 3) et une manifestation de l'hétérosis pour la descendance BC3 étudiée mais à différents niveaux.

* Le tallage herbacé

Le nombre de talles herbacées varie d'un génotype à l'autre. Le tallage herbacé le plus élevé est obtenu chez les descendants P/4/W, M/4/W et W/4/P, ils présentent un hétérosis respectivement égal à 21,35%, 19,4% et 14,2% par rapport au parent moyen.

A l'issue de ces résultats, il semble que ce croisement (back-cross) a permis d'améliorer ce caractère par rapport à leurs géniteurs W, P et M.

Tableau 3: Analyse de la variance à un seul facteur.

Sources de	Total	Génotypique	Résiduelle	Test F
DDL	43	21	22	
PR	30.93	33.77	28.23	1.20*
LP	336.86	536.36	146.43	5.66
LC	10.91	22.09	0.24	92.25
LE	3.08	6.22	0.08	74.33
LB	2.28	4.14	0.05	8.34
TH	0.06	0.07	0.04	1.62*
SF	49.92	96.79	5.18	18.70
RWC	41.93	84.01	1.76	47.76

*significatif à 0.1%

*La longueur du col de l'épi

La longueur du col de l'épi la plus élevée (18.02 cm) est obtenue par le génotype M/4/W issu d'un back cross de la troisième génération, ils se rapprochent de leur géniteur mâle W (18.02cm) (avec un hétérosis de 19.54%) suivis des descendants W/3/M (10.82 cm), S/4/M (13.06 cm) et S/3/M (11.25cm) avec un hétérosis de 16.62% par rapport au parent moyen. Sur l'ensemble des génotypes étudiés, la descendance M/4/W et son géniteur mâle W semblent être les plus vigoureux pour ce trait morphologique.

*La hauteur de la plante

Seuls les descendants du BC3 M/4/S possèdent la hauteur la plus importante (126.26 cm) et ils se rapprochent de leurs géniteur femelle M avec un hétérosis de 17.46% par rapport au parent moyen. Pour les génotypes W/4/P et W/4/M, on constate une réduction des tailles; ils se rapprochent de leurs géniteurs mâles P et M. Ils mesurent respectivement 86.52 cm et 87.54 cm. Cette réduction peut s'expliquer par une sensibilité de ces génotypes aux facteurs de stress en conditions de semis tardif associé à des hautes températures. Il semble que les descendants issus de la troisième génération M/4/S soient les plus tolérants du fait qu'ils possèdent une paille plus élevée que les autres.

*La précocité

Les descendants W/4/M sont les plus précoces (123.5 j). Ils se rapprochent de leurs géniteurs mâles M (avec un hétérosis de 3.24%) suivis des descendants M/3/S (124.5 j) avec un hétérosis de 2.20%. Les descendants les plus tardifs sont M/4/W (131.50 j).

Ce décalage semble être dû, en plus de l'effet génotypique, à l'effet des conditions climatiques notamment la température, la photopériode et la vernalisation [8].

Selon Worland *et al.* (1994) [9], ce caractère est déterminé par un ensemble de gènes complexes.

*La longueur de l'épi

Les descendants W/4/P, P/4/W et M/4/S présentent un hétérosis égal respectivement à 17.97%, 15.93%, 13.30% par rapport au parent moyen et ils se rapprochent de leurs géniteurs P et M. Ces trois génotypes ne semblent pas être affectés, pour ce trait morphologique, par le déficit hydrique imposé durant la phase montaison.

*La longueur de la barbe

Les descendants du back cross 3 ayant les plus grandes barbes sont P///P//P/W (11.76 cm) avec un hétérosis de 17.99% suivi de W/3/P (9.29), M/4/S (8.36 cm) et S/4/M (7.90 cm), ils se rapprochent respectivement de leurs géniteurs W (11.63 cm) P (9.27cm) et S (7.57 cm) (M/4/S et S/4/M).

Il semble que chez le blé dur, la longueur des barbes est un paramètre morphologique lié à la tolérance au déficit hydrique [10]. Selon Grinag [11], lors d'un déficit hydrique, les blés barbus sont plus résistants que les blés faiblement aristés. Par conséquent, les descendants P/3/W semblent être les plus adaptés.

* La surface foliaire

Pour l'ensemble des génotypes étudiés, les valeurs varient de 28.60cm² à 47.85 cm². Les descendants W/4/M possèdent la plus grande surface avec 47.85 cm²; ils représentent un hétérosis de 19.39% suivis des descendants S/4/M (43.80 cm²) avec un hétérosis de 12.51%. Ces descendants se rapprochent respectivement de leurs géniteurs W (48.47 cm²) et S (48.05 cm²).

Certains auteurs, notamment Blum [12], affirment que la surface foliaire est un caractère morphologique d'adaptation à la sécheresse et, par conséquent, la descendance W/4/M semble être la plus adaptée au déficit hydrique.

* La teneur relative en eau

La teneur relative en eau la plus élevée et obtenue chez les descendants W/4/P suis des descendants M/4/S, ils se rapprochent respectivement de leurs géniteurs femelles W (84.37) et M (68.10).

Scinclair et Ludlov [13] considèrent que ce critère est le meilleur indicateur de l'état hydrique de la plante, il traduit l'équilibre qui existe entre le gain en eau et la transpiration. Le déficit hydrique observé durant le stade montaison semble affecter plus ou moins les génotypes W/4/M, S/3/M, et M/4/W.

Selon certains auteurs, notamment Rascio *et al.* [14], les effets du stress hydrique sur la teneur relative en eau ne sont apparents que si le stress est sévère.

• Estimation des héritabilités

Les valeurs des héritabilités au sens large H² sont élevées pour la majorité des variables à l'exception des variables précocité et tallage herbacé valant respectivement 0.088 et 0.978 (Tab. 4).

La longueur de l'épi et celle de son col ainsi que la teneur relative en eau représentent de fortes héritabilités. Certaines études, notamment celle de Chaker et Djenadi [15], indiquent que la valeur de ces héritabilités révèle une transmission effective de ces caractères. Il paraît donc possible d'utiliser ces informations pour une la prédiction de la valeur hybride. Les héritabilités, au sens strict, évaluées avec les résultats obtenus sur les descendants et leurs géniteurs, sont données dans le tableau 4. Les valeurs de ces héritabilités sont faibles pour la précocité, la longueur de la plante et la longueur de la barbe, le tallage herbacé et la teneur relative. Ces valeurs indiquent que l'effet des gènes additifs est faible.

Tableau 4: Estimation des héritabilités au sens large et strict.

Variables	H ²	h ²	r	Droite de régression
PR	0,088	+0.008	0.6482*	Y=0.98x+0.46
LP	0,571	+0,31	0.9086**	Y=0.81x+0.312
LC	0,978	0.78	0.8536**	Y=1.01x+62.13
LE	0,974	0.74	0.6719*	Y=0.74x +22.89
LB	0,784	0.46	0.3197	Y=-0.46x+18.05
TH	0,272	0.159	0.4473	Y=1.16x-0.68
SF	0,898	+0,71	0.7502**	Y=0.71x+9.40
RWC	0,958	+0,60	0.3820	Y=0.60x+25.41

** , * sont respectivement significatives à 1% et 5%.

r: coefficient de régression.

H² : héritabilité au sens large ; h² :héritabilité au sens strict.

Les corrélations entre la descendance BC3 et les parents moyens ne sont pas significatives pour les variables telles que le tallage herbacé, la teneur relative en eau et la longueur de la barbe. Elles sont hautement significatives pour les variables telles que la longueur de la plante, la longueur du col de l'épi et la surface foliaire et moyennement significatives pour la longueur de l'épi et la précocité (Tab.4). Les variables telles que la longueur du col de l'épi et le tallage herbacé présentent des droites de régression dont la valeur de la pente est aberrante (supérieure à 1).

Selon certains travaux de recherche, notamment ceux de Goldringer et Brabant [3], indiquent que pour obtenir un matériel agronomique intéressant, il faut prendre en compte un ensemble de caractères et non un seul.

A l'issue des résultats obtenus, il semble que les descendants issus du back cross de la troisième génération W/4/P et M/4/S semblent être les plus vigoureux pour cinq paramètres morpho-physiologiques suivis des descendants W/4/M, P/4/W, M/4/W et S/4/M respectivement avec quatre, trois, deux et un seul paramètres morpho-physiologiques (Tab.5).

Tableau 5: Classements des descendants en fonction des paramètres morphophysologiques améliorés.

Classement	Descendants	Paramètres morphophysologiques
1	W/4/P M/4/S	TH, LE, LC, RWC , LB LE, LP, PR, LB, RWC
2	W/4/M	PR, SF, LB, LC
3	P/4/W	TH, LE, LB
4	M/4/W	TH, LC
5	S/4/M	SF

CONCLUSION

La présente étude, basée sur les données recueillies au cours d'une seule année, est réalisée dans le but de comparer les descendants de la troisième génération issue d'un retro-croisement (BC3) entre les parents géniteurs (W, P, S77 et M) et les descendants de la deuxième génération d'un retro-croisement (BC2), et de déterminer s'il existe une différence significative pour l'ensemble du matériel étudié (géniteurs et descendants).

Cette étude de caractérisation a porté sur certains paramètres morpho-physiologiques qui semblent jouer un rôle important dans l'identification des génotypes tolérants aux stress en conditions de sécheresse. Elle se révèle particulièrement intéressante de par l'importance de la formation qu'elle apporte par l'étude des héritabilités. Elle nous a permis de comparer la descendance BC3 et de la classer en fonction des paramètres morpho-physiologiques étudiés. Il semble que les descendants W/4/P et M/4/S sont les plus prometteurs pour une sélection sur la base des caractères morpho-physiologiques tels que le tallage herbacé, la longueur de l'épi, la longueur du col de l'épi, la teneur relative en eau et la longueur de la barbe pour W/4/P et la longueur de l'épi, la longueur de la plante, la précocité, la teneur relative en eau et la longueur de la barbe pour M/4/S.

REFERENCES

- [1]- Mahaut B., "Blé dur, la qualité s'impose", *Persp. Agric.*, N°167, (1992), pp.73-75.
- [2]- Gallais A., "Amélioration de l'efficacité des schémas de sélection récurrente", *Amélior. Plantes*, 27, (1977b), pp.477-481.
- [3]- Goldringer I. et Brabant P., "Sélection récurrente chez les autogames pour l'amélioration des variétés lignées pures. Une revue bibliographique", Elsevier/INRA, *Agronomie*, 13, (1993), pp.561-577.
- [4]- ANONYME, "Principales variétés de céréales cultivées en Algérie", Céréaliculture, ITGC, (1994).
- [5]- Clarke and Melaig T.N., "Evaluation of technique for screening for drought resistance in wheat crop sciences", 22, (1982), pp.503-506.
- [6]- Paul M.H., Planchon C. et Ecochard R., "Etude des relations entre le développement foliaire et le cycle de développement à la productivité chez le soja", *Ann. Amélio. Plantes*, 29(5), (1979), pp.479-492.
- [7]- Gallais A., "Théories de la sélection en Amélioration des plantes. Collections des sciences agronomiques", Ed. Masson, (1990), 588p.
- [8]- Bouzerzour H., "Sélection pour le rendement, la précocité, la biomasse et l'indice de récolte chez l'orge en zones semi-aride", Thèse de Doctorat. DSN. Uni. Constantine (1998). - Picard E. "La sélection du blé: l'intégration des biotechnologies", *Biofutur*, (1988), pp.48-58.
- [9]- Worland A.J., Apendina M.L. and Sayers E.J., "The distribution in European winter wheat of genes that influence ecoclimatic adaptability while determining photoperiod insensitivity and plant height", *Euphytica*, 80, (1994), pp.219-228.
- [10]- Dib A., "Contribution à l'étude de la tolérance à la sécheresse chez le blé dur (*T. durum* Desf.). Etude de la diversité des caractères phénologiques et morphologiques d'adaptation", Thèse de Doctorat, Uni. De Montpellier, (1990), 180p.
- [11]- Grinag P., "Le blé dur", Monographie succincte. Annales de l'INA, Vol. II, (1981), pp.83-97.
- [12]- Blum A., "Photosynthesis and transpiration in leaves and ears of wheat and barley varieties", *J. Exp. Bot.*, 36, (1985), pp.432-440.
- [13]- Scinclair T.R. and Ludlov M., "Who taught plants thermodynamics? The unfilled potential of plant water potential", *Aus. J. Plant Physiol.*, 12, (1985), pp.213-217.
- [14]- Rascio A., Sorrentingio G., Cedola M.C., Pastore D. and Wittmer G., "Osmotic and elastic adjustment of durum wheat leaves under drought stress conditions", *Genet. Agrarian*, 41, (1987), pp.427-436.
- [15]- Chaker M. et Djenadi C., "Caractérisation d'hybrides F1 de blé dur et de leurs parents", Mémoire d'ingénieur d'Etat en amélioration des plantes. El Harrach, Alger, (1995). □

