

Correlations phenotypiques, genotypiques et environnementales de deux populations hybrides F1 et leurs lignées parentales d'orge.

Hanifi -Mekliche L.
Institut National Agronomique , El Harrach - Alger

Résumé : Un diallèle complet à huit variétés d'orge à six rangs réalisé pendant l'année 1986 à l'Institut National Agronomique d'Alger a servi à l'étude des corrélations phénotypiques, génotypiques et environnementales au niveau des F1 et des parents. L'absence d'effets maternels (données non publiées) nous a permis de regrouper les données des réciproques pour le calcul des corrélations. Les résultats montrent que la population F1 se comporte différemment de la population variétale. En effet, 64 % des corrélations génétiques et 52 % des corrélations environnementales F1 sont différentes de celles des variétés. Ce comportement serait dû à une rupture des corrélations au niveau F1.

La comparaison des corrélations du maître-brin et de la plante montre que les mesures réalisées sur le maître-brin ne peuvent pas être représentatives de celles effectuées sur la plante.

Mots clés : orge, populations hybrides, lignées parentales, corrélations.

Phenotypic, genotypic and environmental correlations between several characters of parental population and F1 population in barley.

Abstract : The phenotypic, genotypic and environmental correlations between several characters were studied in barley by means of 8 x 8 diallel cross. The lack of maternal effects (data not published) has permitted to group the data of reciprocals for estimate the correlations. The results show that the F1's population behave differently of the parental population. In fact, 64 % of genetics correlations and 52 % of environmental correlations of F1 are different of those parental population. This behaviour would have to break of correlations in F1 population.

The comparison between the main ear correlations and the seedling correlations shows that the measure realized on the main ear cannot be representative of those effected on the seedling.

Key words : barley, parental population, F1 population, correlation.

INTRODUCTION

Les relations entre les composantes du rendement, le rendement en grains, les caractères morphologiques et la précocité ont fait l'objet de nombreux travaux (FEJER and FEDAK, 1978, PERENZIN et al., 1987, SETHI et al., 1987).

L'importance des relations entre les composantes de rendement, la morphologie, la précocité et le rendement dépend du potentiel génétique des variétés utilisées et des conditions de milieu.

La décomposition de la corrélation phénotypique en corrélation génétique et environnementale permet de mettre en évidence l'existence ou non d'une dépendance génétique (corrélation génétique) entre les caractères étudiés et ou une réponse commune aux effets du milieu (corrélation environnementale). Les corrélations génétiques proche de +1 ou de -1 rendent compte soit d'effets multiples d'un gène (pléiotropie) soit d'association de gènes. Les valeurs proches de zéro traduisent une indépendance dans le contrôle génétique des caractères étudiés (GABILLARD, 1983).

L'objectif de cette étude est de chercher des critères faciles à mesurer sur un grand nombre de plantes qui rendront compte de la variabilité génétique du rendement en grains et en paille, des composantes de rendement, de la précocité et de la morphologie au niveau des variétés et des moyennes des hybrides F1, et de comparer les deux populations.

MATERIEL ET METHODES

Les mesures ont été pratiquées pendant l'année 1986 sur huit variétés d'orge (*Hordeum vulgare*) à six rangs et 56 hybrides F1 (croisements et réciproques) issus d'un diallèle complet incluant ces variétés. Un dispositif en bloc aléatoire complet avec trois répétitions a été utilisé pour les variétés et les F1. Chaque traitement (variété ou F1) a été semé sur une ligne de un mètre par bloc comprenant 10 grains. Le semis a été réalisé le 21/12/85. L'absence d'effets maternels (données non publiées) nous a permis de regrouper les données des réciproques pour le calcul des corrélations.

Les variétés utilisées dans le diallèle sont :

- Motan	- Beecher	- Apizaco	- Saïda
- Jaidor	- Prato	- Ensenada	- CM 67

Les caractères mesurés sont le rendement en grains, l'indice de récolte, le nombre de grains, le poids de 1000 grains, le rendement en paille, le poids des grains du maître-brin, la hauteur de la tige, la longueur de l'épi, le nombre d'entre-noeuds, la précocité à l'éclatement, l'épiaison et la floraison et la résistance à l'oïdium.

Le calcul des corrélations génétiques et environnementales a été réalisé à partir des produits moyens des écarts (PME) de deux caractères décomposés comme suit :

sources de variation	caractères		PME
	x	y	
effet génotype	SCE G (x)	SCE G (y)	PME G(x,y)
résiduelle	SCE R (x)	SCE R (y)	PME R(x,y)

$$rG(x,y) = \frac{PMEG(x,y)}{\sqrt{(SCEG(x))(SCEG(y))}}$$

$$renv(x,y) = \frac{PMER(x,y)}{\sqrt{(SCER(x))(SCER(y))}}$$

r = coefficient de corrélation, G = génotype, R= résiduel

env = environnement,

Les caractères étudiés sont : rendement en grains (rdtgr), rendement en paille (rdtpa), indice de récolte (I.R.), nombre de grains (nbrgr), poids de 1000 grains (pmg), poids des grains du maître-brin (pdsgr), longueur de l'épi (longe), hauteur de la tige (haut), nombre d'entre-noeuds (entrn), précocité (en jours du semis au stade étudié) à l'éclatement (éclat), à l'épiaison (épiat) et à la floraison (flor), progression verticale (oïdvert) et horizontale (oïdhoriz) de l'oïdium.

RESULTATS

Parmi les 170 corrélations (regroupant les corrélations génétiques, environnementales et phénotypiques des variétés et des moyennes des F1) entre caractères, 8 dépassent la valeur 1 (tabl. I et II). Ce sont les corrélations génétiques suivantes : rdtpa - haut⁺, rdtpa - pmg⁺⁺⁺, rdtpa - pdsgr⁺, rdtpa - flor⁺⁺, rdtpa - éclat⁺⁺, rdtpa - entrn⁺⁺ et rdtgr - pdsgr⁺. On constate que les corrélations concernant le caractère rdtpa (rendement en paille/plante) est souvent dans ce cas (r ≥ 1). Les corrélations élevées ci-dessus ainsi que la corrélation rdtpa - épiat⁺⁺ tendent à prouver que nous sommes en présence d'une pléiotropie ou d'une association de gènes pour les différents caractères liés.

1. - Corrélations génétiques, environnementales et phénotypiques des moyennes des hybrides F1 et des variétés

Plusieurs combinaisons peuvent être trouvées entre les corrélations génétiques, environnementales et phénotypiques (tabl. I et II) :

- Les trois corrélations peuvent être étroites et du même signe exemple : corrélation entre le rendement en grains et le rendement en paille chez les variétés.

- Une forte corrélation phénotypique est observée mais une des deux composantes est négligeable exemples : rdtpa - haut+ (r. environnementale négligeable), rdtgr - rdtpa++ (r génétique négligeable). Dans le premier cas le milieu n'a pas d'effets sur la relation entre les caractères mais il existe une forte corrélation génétique qui transparait au niveau phénotypique. Tandis que dans le deuxième cas, la corrélation phénotypique n'est que l'expression de la corrélation environnementale.

- La corrélation phénotypique est négligeable mais cela cache une opposition entre la corrélation génétique et la corrélation environnementale exemple : rdtgr - longe+, rdtpa - nbrgr++. L'existence de fortes corrélations génétiques entre ces caractères peut amener à mettre au point une sélection indirecte malgré l'absence apparente de relation. Ceci montre qu'une corrélation phénotypique ne donne pas assez d'information pour un généticien, puisqu'il est impossible de présumer à partir de celle-ci de la valeur de la corrélation génétique correspondante. De plus, cela suppose que les gènes sont différents et qu'il y a un déséquilibre de linkage.

2. - Comparaison des corrélations entre variétés et moyennes F1

2.1. - Rendement en grains et ses composantes

-- Rendement en grains par plante : Au niveau des F1, le nombre de grains est prépondérant sur le poids de 1000 grains. Tandis que chez les variétés les deux composantes agissent de manière identique sur le rendement en grains. En effet, le rendement en grains par plante au niveau des variétés apparaît comme un compromis entre le poids de 1000 grains ($r_g = 0.531^{++}$) et le nombre de grains ($r_g = 0.533^{++}$). Tandis que chez les F1 le rendement en grains est corrélé significativement uniquement avec le nombre de grains ($r_g = 0.540^{++}$).

Il est à remarquer que ces deux caractères (nombre de grains et poids de 1000 grains) sont antagonistes au niveau des deux populations (r_g variétés = -0.495^+ , r_g F1 = -0.349 NS).

-- Poids des grains du maître-brin : Contrairement au rendement en grains par plante, le poids de 1000 grains est prépondérant sur le nombre de grains pour l'élaboration du poids des grains du maître-brin. En effet, le poids des grains du maître-brin est associé au nombre de grains uniquement sur le plan environnementale ($r_{env.}$ variétés = 0.710^{+++} et $r_{env.}$ F1 = 0.650^{+++}). Tandis qu'avec le poids de 1000 grains, on constate une association positive aussi bien sur le plan génotypique pour

les deux populations (r_g variétés = 0.632+++ et r_g F1 = 0.711+++) que sur le plan environnemental pour la population variétale (r_{env} variétés = 0.731+++). Le nombre de grains peut être amélioré par des techniques culturales adéquates puisqu'il détermine plus de 50 % de la variation du poids des grains du maître-brin chez les variétés et environ 40 % chez les hybrides F1.

2.2. - Rendement en grains, longueur de l'épi et hauteur de la tige

La longueur de l'épi présente une corrélation génétique négative chez les deux populations et hautement significative chez les variétés (r_g variétés = -0.588⁺⁺, r_g F1 = -0.179 NS). Cependant au niveau du maître-brin, cette corrélation est négative et élevée chez les deux populations (r_g variétés = -0.598⁺⁺, r_g F1 = -0.633⁺⁺⁺). Il est évident que dans les populations étudiées (variétés et F1), un épi court (et compact) favorise un rendement en grains ou un poids des grains du maître-brin élevé.

Il existe une relation élevée entre d'une part la hauteur de la tige et d'autre part le rendement en grains et le poids des grains du maître-brin au niveau des variétés. Cependant au niveau des F1 seule la corrélation avec le poids des grains du maître-brin est significative. Nos résultats confirment ceux obtenus par LAW et al. (1978) cités par DELECOLLE et GURNADE (1980) et JOHNSON et al. (1966). Selon WARDLAW et PORTER (1967) cités par EVANS et RAWSON (1970 a) la contribution des hydrates de carbone stockés dans la tige principale n'est que de 5 à 10 % du poids final du grain mais la source principale des assimilats est la photosynthèse par la dernière feuille, le col et l'épi. Selon BALDY (1974), la connaissance de la surface totale d'interception de la lumière et de sa répartition spatiale dans le couvert est indispensable pour étudier l'importance de l'assimilation nette de chaque niveau de feuille et que les surfaces des tiges et d'épis sont à exprimer aussi en surface d'interception.

2.3. - Rendement en grains et précocité

La corrélation génétique et environnementale entre le rendement en grains par plante et le nombre de jours du semis aux différents stades (éclatement, épiaison et floraison), est négative et faible.

Au niveau du maître-brin, la corrélation génétique est négative pour les deux populations et significative pour les variétés (r_g épiaison = -0.423⁺, r_g floraison = -0.498⁺).

Malgré la faible valeur des corrélations, il est intéressant de noter que plus les hybrides F1 ou les variétés sont précoces plus le rendement sera élevé. Ceci est d'autant plus vrai que les conditions de milieu en Algérie (température élevée et sécheresse) sont défavorables en fin de cycle.

2.4. - Rendement en grains et progression horizontale et verticale de l'oïdium

Les corrélations génétiques entre d'une part le rendement en grains et d'autre part la progression horizontale et verticale de l'oïdium sont positives chez les deux populations. Cependant, chez les variétés ces corrélations sont hautement significatives. Ceci montre que les lignées ou F1 les plus productives sont les plus attaquées, et que l'apparition tardive de la maladie n'a pas eu d'effet sur le rendement en grains de la plante. De plus, au niveau des deux populations l'attaque n'a pas ou très peu atteint la dernière feuille, le col de l'épi et l'épi. Il est connu que ces trois parties de la plante sont celles qui participent en dernier au remplissage du grain. En effet, pendant le mois qui suit la floraison, la surface photosynthétique utile est constituée par la feuille culmaire et très peu par la deuxième feuille qui disparaît progressivement, mais aussi par le dernier entre-noeud (y compris la gaine de la feuille culmaire) et par l'épi (BALDY, 1974). Dans une étude sur la durée de la dernière feuille et du col de l'épi, MOHIEDDIN et CROY, 1980, montrent que celles-ci sont corrélées positivement avec le rendement en grains, le poids des grains, et négativement avec le nombre de grains par épi. Selon THORNE (1963) cité par KRIEDEMANN (1966) et KRIEDEMANN (1966) l'activité photosynthétique de l'inflorescence des céréales a une contribution d'environ 30 % dans l'élaboration du poids sec des grains à la récolte.

2.5. - Rendement en paille et précocité

Chez les hybrides F1, la corrélation génétique entre le rendement en paille et la précocité est très hautement significative et très élevée (0.991+++ pour l'épiaison, 1.017+++ pour l'éclatement et 1.055+++ pour la floraison). Tandis que chez les variétés la précocité n'est pas corrélée wazzu avec le rendement en paille.

2.6. Rendement en paille et caractères morphologiques

Les corrélations génétiques avec le nombre d'entre-noeuds, la hauteur de la tige et la longueur de l'épi sont significatives à très hautement significatives chez les variétés et les hybrides F1. Cependant, la corrélation avec la longueur de l'épi est négative chez les variétés alors qu'elle est positive chez les hybrides F1.

2.7. Rendement en paille d'une part, nombre de grains, poids de 1000 grains, poids des grains du maître-brin d'autre part.

Avec le nombre de grains, la corrélation génétique est négative mais elle est très hautement significative chez les F1 (-0.946+++) et non significative chez les variétés (-0.323).

Avec le poids de 1000 grains, la corrélation génétique est très hautement significative chez les deux populations.

La corrélation génétique entre le poids des grains et le rendement en paille est très hautement significative chez les variétés et non significative chez les F1. L'indice de récolte est corrélé négativement et de façon hautement significative chez les F1 alors que chez les variétés la corrélation est positive et non significative.

2.8. Rendement en paille et progression horizontale et verticale de l'oïdium

La corrélation rendement en paille et progression horizontale et verticale de l'oïdium est non significative chez les deux populations. Cependant, chez les F1, la corrélation génétique est négative et est proche du seuil de signification ($P_{0.05}$), alors que chez les variétés elle est positive mais faible.

DISCUSSION

Que ce soit au niveau du rendement par plante ou du poids des grains du maître-brin, la population F1 se comporte différemment de la population variétale. Ce comportement serait dû à une rupture des corrélations au niveau F1. En effet, 64 % des corrélations génétiques F1 au niveau de la plante sont différentes de celles des variétés. Tandis que PERENZIN et al. (1987) trouvent une tendance similaire chez les hybrides F1 et les parents de blé tendre à l'exception d'une seule corrélation phénotypique (rendement en grains et poids test) qui est hautement significative ($r = 0.81++$) chez les hybrides et non significative chez les variétés ($r = 0.22$ non significative).

La comparaison entre les variétés et les moyennes F1 montre que le milieu n'agit pas de la même façon sur les deux populations car certaines liaisons sont influencées par le milieu uniquement au niveau des moyennes F1 et d'autres uniquement au niveau des variétés. En effet, 52 % des corrélations environnementales des F1 sont différentes de celles des variétés.

La rupture des corrélations au niveau F1 pourrait s'expliquer par le fait que les états de balance interne sont construits ou détruits par le jeu du crossing-over qui modifie l'arrangement et les distributions alléliques au long du chromosome. Selon DEMARLY, 1977, la réalité biologique des balances internes repose fortement sur la notion de linkat, c'est-à-dire d'une part, sur l'existence d'une continuité chromosomique et d'une tension épistatique entre des gènes qui se suivent le long du chromosome, d'autre part, sur l'existence d'une continuité d'expression entre les ensembles dupliqués juxtaposés (théorie de OHNO, 1970, cité par DEMARLY, 1977).

Le maître-brin présente une différence de comportement par rapport à la plante que ce soit chez les variétés (corrélations avec le nombre de grains et le stade épiaison différentes) ou chez les hybrides F1 (corrélations avec le poids de 1000 grains, le nombre de grains, la longueur de l'épi, la hauteur de la tige et la progression

horizontale et verticale de l'oïdium). Par conséquent, les mesures réalisées sur le maître-brin ne peuvent pas être représentatives de celles effectuées sur la plante. Ceci peut être expliqué par le fait que le maître-brin est le premier qui épie et qui profite des conditions de milieu favorable au développement et à la croissance. Tandis que la plante est composée de plusieurs épis qui n'ont pas tous les mêmes caractéristiques puisqu'épian à des périodes différentes, les premiers étant toujours les mieux favorisés du point de vue remplissage du grain.

Certains auteurs considèrent que le rendement est limité par la quantité d'assimilats fournis aux grains par la photosynthèse (sources), d'autres par contre, privilégient le rôle des capacités de stockage des assimilats par les grains. THORNE (1973) cité par MASLE – MEYNARD (1980) remarque que ces deux types d'explications correspondent généralement à des conditions de milieu relativement différentes :

– Les études conduites dans des conditions de milieu très favorables à une absorption tardive de nutriments et à une activité photosynthétique importante et prolongée, aboutissent généralement à la conclusion que c'est la capacité d'accumulation des grains qui limite leur poids final (RAWSON et EVANS, 1971, WILLEY et HOLLIDAY, 1971 cités par MASLE – MEYNARD, 1980).

– La conclusion selon laquelle c'est la fourniture de matériaux par le reste de la plante qui limite la croissance du grain, est au contraire généralement énoncée à la suite d'expériences où les conditions de croissance ont été moins favorables, amenant une réduction de la durée de vie des feuilles (FISCHER et KOHN, 1966 dans EVANS, 1975, PUCKRIDGE, 1968 cités par MASLE–MEYNARD, 1980). L'importance relative des sources et des puits apparaît d'autre part dépendante du stade de maturation du grain. En effet, au début du remplissage du grain, la taille du grain est encore faible et la surface photo synthétisante encore élevée. Au contraire, la vitesse de croissance du grain s'accélérait et la sénescence des organes verts commençant, la fourniture des matériaux de remplissage risqué de devenir limitante (WATSON, 1971 in MASLE – MEYNARD, 1980). Dans notre cas, on peut considérer que le maître-brin se développe dans un milieu très favorable à une absorption tardive des nutriments et que l'ensemble de la plante subit les aléas climatiques (température élevée et sécheresse) en fin de cycle qui font qu'au niveau du maître-brin c'est le poids de 1000 grains qui est important alors que chez la plante c'est le nombre de grains qui prend le dessus (tabl. I).

La différence de comportement entre les variétés et les F1 et entre la plante et le maître-brin a pour conséquence l'élaboration d'une stratégie d'amélioration différente s'il s'agit d'un choix variétale (nombre de grains et poids de 1000 grains importants pour la plante) ou d'une sélection au niveau d'hybrides F1 (nombre de grains importants pour la plante) et s'il s'agit d'une sélection réalisée au niveau de la plante (nombre de grains important) ou au niveau du maître-brin (poids de 1000 grains important).

A notre avis, la sélection sur le maître-brin ne serait intéressante que dans le cas de densité de semis élevée car à ce moment le tallage épis serait réduit. Il est à noter que le poids des grains du maître-brin détermine plus de 50 % de variation du rendement en grains par plante.

CONCLUSION

Les relations entre les composantes du rendement et le rendement en grains confirment les résultats des travaux antérieurs à savoir l'importance du nombre de grains au niveau de la plante et donc du tallage sur la productivité (AUSTENSON et WALTON, 1970 cités par NASS, 1973, NASS, 1966, MC NEAL, 1960, cité par MC NEAL et al., 1974, HANIFI - MEKLICHE, 1983, GABILLARD, 1983). et l'antagonisme du nombre de grains et du poids de 1000 grains (GABILLARD, 1983).

Nos résultats montrent que le maître-brin ne peut pas remplacer la plante pour l'estimation de l'importance relative des composantes de rendement.

De plus au niveau de ce travail, il a été mis en évidence des différences de comportement entre les deux populations étudiées (variétés, hybrides F1,).

L'étude des relations entre le rendement en grains et la longueur de l'épi montre que ces corrélations sont significatives. Par conséquent, ce caractère morphologique est pour ces populations un marqueur génétique qui permet une amélioration simultanée du rendement en grains.

Tableau I : Corrélations génétiques au niveau des variétés, et des hybrides F1

	variétés			F1		
	rdtgr	pdsgr	rdtpa	rdtgr	pdsgr	rdtpa
nbrgr	0.533++	0.260 NS	-0.323 NS	0.54++	0.390 NS	-0.946+++
pmg	0.531++	0.632+++	1.125+++	0.277 NS	0.711+++	1.021+++
l.R	0.753+++	-	0.282 NS	0.760+++	-	-0.605++
longe	-0.588++	-0.598++	-0.505+	-0.179 NS	-0.633+++	0.558++
haut	0.716+++	0.801+++	1.069+++	0.192 NS	0.826+++	0.720+++
entrm	-0.092 NS	-0.008 NS	0.616++	0.144 NS	0.204 NS	1.082+++
oïdhoriz	0.581++	0.593++	0.218 NS	0.075 NS	0.591++	-0.347 NS
oïdvert	0.682+++	0.727+++	0.193 NS	0.097 NS	0.525++	-0.402
éclat	-0.306 NS	-0.325 NS	0.185 NS	-0.244 NS	-0.335 NS	1.017+++
épi ai	-0.369 NS	-0.498+	0.057 NS	-0.133 NS	-0.326 NS	0.991+++
flor	-0.464+	-0.423+	-0.055 NS	-0.104 NS	-0.255 NS	1.055+++
pdsgr	1.050+++	-	1.085+++	0.760+++	-	0.396 NS
rdtpa	0.837+++	-	-	0.131 NS	-	-

Tableau II : Corrélations environnementales et phénotypiques au niveau des variétés et des hybrides F1

	variétés		F1	
	r. phénotypiques	r. environnemen tales	r. phénotypiques	r. environnemen tales
rdtgr-nbrgr	0.485+	0.362 NS	0.704+++	0.565++
rdtgr-pmg	0.504+	-0.555++	0.268 NS	0.171 NS
rdtgr-IR	0.442+	-0.011 NS	0.388 NS	0.256 NS
rdtgr-longe	-0.361 NS	0.450+	0.178 NS	0.287 NS
rdtgr-haut	0.650+++	0.543++	0.453+	0.764+++
rdtgr-entrn	0.025 NS	-0.220 NS	0.281 NS	0.388 NS
rdtgr- oïdhoriz	0.263 NS	-0.491+	-0.148 NS	-0.518++
rdtgr- oïdvert	0.511+	0.315 NS	-0.066 NS	-0.277 NS
rdtgr-éclat	-0.287 NS	-0.180 NS	-0.284 NS	-0.487+
rdtgr-épi <i>ai</i>	-0.300 NS	-0.070 NS	-0.157 NS	-0.019 NS
rdtgr-flor	-0.362 NS	-0.049 NS	-0.298 NS	-0.315 NS
rdtgr-pdsgr	0.709+++	0.378 NS	0.652+++	0.498+
rdtgr-rdtpa	0.693+++	0.585++	0.583++	0.666+++
rdtpa-nbrgr	0.023 NS	0.180 NS	0.196 NS	0.600++
rdtpa-pmg	0.590+	0.035 NS	0.250 NS	-0.187 NS
rdtpa-IR	-0.285 NS	-0.725+++	-0.376 NS	-0.149 NS
rdtpa-longe	-0.114 NS	0.514+	0.491+	0.358 NS
rdtpa-haut	0.723+++	0.369 NS	0.755+++	0.488+
rdtpa-entrn	0.380 NS	-0.036 NS	0.672+++	-0.068 NS
rdtpa- oïdhoriz	-0.190 NS	-0.713+++	-0.192 NS	-0.229 NS
rdtpa- oïdvert	0.059 NS	-0.011 NS	-0.180 NS	-0.197 NS
rdtpa-éclat	0.002 NS	-0.442+	0.188 NS	-0.482+
rdtpa-épi <i>ai</i>	-0.042 NS	-0.412+	0.258 NS	-0.112 NS
rdtpa-flor	-0.102 NS	-0.111 NS	0.141 NS	-0.152 NS
rdtpa-pdsgr	0.398 NS	0.585++	0.226 NS	0.666++

NB :	+	= au niveau des variétés	++	= au niveau des F1
	+++	= au niveau des variétés et des F1		

REFERENCES

BALDY Ch., 1974.-Quelques réflexions concernant les caractères du rendement des blés. Ann. Amélior. Plantes , 24 (2) , 193 - 199.

DELECOLLE R., GURNADE J.C., 1980.- Liaisons entre la morphologie du brin, le rendement de l'épi et les composantes du rendement chez le blé tendre. I. - Effet variétal. Ann. agron. , 31 (1) , 85-105.

DEMARLY Y., 1977.- Génétique et amélioration des plantes. Collection sciences agronomiques , Ed. MASSON , 287p.

EVANS L.T., RAWSON H.M., 1970 a.- Photosynthesis and respiration by the leaf and components of the ear during grain development in wheat. Aust. J.Sci. , 23 , 245 - 254.

FEJER S.O. and FEDAK G., 1978.- Heterosis in conventional and short straw barley crosses. Z. Pflanzenzüchtg , 80 , 250 - 260.

GABILLARD D., 1983.- Amélioration du rendement protéique de l'orge : génétique quantitative et agro - physiologie. Thèse de docteur de 3ème cycle. Mention : sciences agronomiques. Institut National polytechnique de Toulouse , 134 p.

HANIFI - MEKLIICHE L., 1983.- Etude agronomique, analyses diallèle et cytogénétique de quatre variétés de blé tendre cultivées en Algérie. Thèse de Magister en sciences agronomiques. Option phytotechnie. I.N.A. d'Alger , 150p.

JOHNSON V.A., BIEVER K.J., SCHMIDT J.W., 1966.- Inheritance of plant height, yield of grain, and other plant and seed characteristics in a cross of Hard Red Winter wheat, *Triticum aestivum* L. , Crop. Sci. , 6 , 336 - 338.

KRIEDEMANN P., 1966.- The photosynthetic Activity of the wheat ear. Annals of Botany , N.S. , Vol. 30 , N° 119 , 349 - 363.

MASLE - MEYNARD J., 1980.- L'élaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse de Docteur-Ingénieur. Sciences Agronomiques. Institut National Agronomique. Paris-Grignon , 274p.

MC NEAL F.H., SMITH E.P., BERG M.A., 1974.- Plant height, grain yield, and yield component relationships in spring wheat. *Agronomy Journal* , vol. 66 , N° 4 , 575p.

MOHIUDDIN S.H., CROY L.I., 1980. - Flag leaf and pedduncle area duration in relation to winter wheat grain yield. *Agronomy Journal* , Vol. 72 , N° 2 , 299p.

NASS H.G., 1973.- Determination of characters for yield selection in spring wheat. *Can. J. Plant. Sci.* , 53 , 755 - 762.

PERENZIN M., CORBELLINI M. AND BORGHI B., 1987.- Growth analysis of ten bread wheat hybrids (T. AESTIVUM) produced with a chemical hybridizing agent. *Genet. Agr.* , 41, 163 - 172.

SETHI S.K., PARODA R.S. AND SINGH D., 1987.- Combining ability for harvest index and grain yield in barley. *Crop improv.* , 14 (2) , 157 - 159.