

ANALYSE GÉNÉTIQUE DE QUELQUES GÉNOTYPES D'ORGE (*HORDEUM VULGARE* L.) ET DE LEURS DÉSCENDANTS EN VUE D'UNE ÉVALUATION DE QUELQUES CARACTÈRES A INTÉRÊT AGRONOMIQUES

BOUCHETAT Fawzia^{1*} et AISSAT Abdelkader²

1. Université Saad Dahleb, Blida 1 –Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie-Département de Biotechnologies-Laboratoire des Plantes Aromatiques et Médicinales- B.P.270, route de Soumaa, Blida Algérie.

07/03/2018, Révisé le 02/06/2018, Accepté le 06/06/2018

Résumé

Description du sujet. En Algérie, l'orge (*Hordeum vulgare* L.) est souvent considérée comme une céréale secondaire à l'inverse des blés, alors qu'elle a d'énormes potentialités voisines. En effet, traitée et entretenue comme les blés, l'orge peut réaliser des rendements équivalents. Dans une perspective d'exploiter le matériel génétique local, représenté par deux variétés/populations Saida et Tichedrett, une expérimentation a été conduite dans une ferme pilote située dans l'Est algérien, sous un étage bioclimatique humide, au cours de deux campagnes successives (2015/2016 et 2016/2017).

Objectifs. L'étude a été centrée sur une génération F1 d'orge, issue d'un croisement diallèle complet entre les deux génotypes locaux (Saida, Tichedrett) et deux autres introduits (Nadawa, Fouara). L'objectif est de déterminer la valeur des lignées parentales, en tant que géniteurs, et d'analyser le déterminisme génétique de leurs descendants, tout en évaluant la variabilité phénotypique de dix variables quantitatives choisies.

Méthodes. La mise en évidence des effets génétiques par l'analyse détaillée des croisements diallèles a été effectuée par la méthode Griffing (1956).

Résultats. Les résultats indiquent que les aptitudes générales et spécifiques à la combinaison (AGC et ASC) interviennent d'une manière significative dans l'expression de l'ensemble des caractères testés chez la F1, alors que les effets maternels et réciproques ne sont pas significatifs pour cinq caractères. Le rapport AGC/ASC est inférieur à une unité pour la plupart des caractères étudiés.

Conclusion. La prédominance des gènes à action non additive a été révélée. Trois caractères seulement sur dix valorisés sont sous la gouvernance des gènes à action additive.

Mots clés: Orge (*Hodeum vulgare* L.); déterminisme génétique; croisement diallèle; méthode de Griffing.

GENETIC ANALYSIS OF SOME BARLEY GENOTYPES (*HORDEUM VULGARE* L.) AND THEIR DESCENDANTS WITH A VIEW TO EVALUATE SOME CHARACTERS WITH AN AGRONOMIC INTEREST.

Abstract

Description of the subject. In Algeria, unlike wheat, barley (*Hordeum vulgare* L.) is often considered as a secondary cereal; while it has similar potential indeed, neat as durum wheat, barley can achieve equivalent yields. From a perspective of exploiting the local genetic material, represented by two population varieties (Saida and Tichedrett), a pilot experiment was conducted at a farm located in eastern Algeria under a humid bioclimatic stage, during two successive seasons (2015/2016 and 2016/2017).

Objective. The study focused on a F1 generation of barley, resulting from a complete diallel crossbreeding between two local genotypes and another two introduced types. The objective is to determine the value of parent lines, as spawners, and to analyze the genetic determinism of their offspring, while evaluating the phenotypic variability of ten quantitative variables.

Methods. The method performed in this study is based on highlighting the genetic effects by detailed analysis of diallel crosses Griffing, (1956).

Results. The results found indicate that general and combination-specific abilities (GCA and SCA) play a significant role in the expression of all characters tested in F1. While the maternal and reciprocal effects are not significant for five characters. The ratio GCA / SCA is less than unity for most of the studied characters.

Conclusion. The predominance of nonadditive action genes has been revealed; only three out of ten valued characters are under the governance of additive action genes.

Keywords: Barley (*Hodeum vulgare* L.); genetic determinism; complete diallel crossbreeding; Griffing's method

*Auteur correspondant : BOUCHETAT Fawzia, E-mail:bouchetatfouzia@yahoo.fr

INTRODUCTION

En Algérie, l'orge (*Hordeum vulgare* L.) est connue pour son importance agronomique et socioéconomique. C'est une espèce très adaptée au système des cultures pratiquées en zones arides; semi-arides voire salées ou d'altitude [1]. Cette adaptation est liée à un cycle de développement court et à une vitesse de croissance appréciable au début de cycle [2]. Du fait de sa rusticité l'orge supporte les sols pauvres et les températures basses [3]. De par ces caractéristiques, cette culture s'insère bien dans les milieux caractérisés par une grande variabilité climatique où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentiel de l'activité agricole locale [4]. Les multiples usages de cette céréale, en vert, chaume, paille ou en grain, lui confèrent une valeur stratégique dans l'alimentation animale, il s'agit d'un fourrage de référence puisque 1 kg de grains est l'équivalent de l'unité fourragère contenant 75 g de matière azotée [5]. Elle représente l'alternative là où les fourrages de substitution sont très peu représentés [6]. En effet la totalité de la production estimée à 91 990 700 qx en 2016 [7] est destinée à l'alimentation du cheptel, le reste est destiné à l'alimentation humaine [8]; l'orge est un aliment très apprécié pouvant se conserver durant de longues périodes et transporté pour des distances importantes [9]. Cette spéculation joue un rôle déterminant dans le comportement des marchés de l'ensemble des aliments du bétail [10]. De plus, l'orge permet aux agriculteurs qui disposent de peu de surface d'exploiter du fourrage pour leur cheptel et du grain pour leur propre consommation ou pour leurs animaux [11].

Cependant, la gamme variétale de l'orge disponible est très sensible et non adaptée, elle n'est représentée que par Tichedrett et Saida, deux variétés/populations qui ont atteint un degré d'homogénéité élevé [12]. Elles sont productives mais très sensibles aux maladies et à la verse. Par ailleurs, l'adoption de nouvelles variétés a été peu suivie en raison de leur sensibilité aux variations environnementales [13]. De nouveaux génotypes ont été sélectionnés mais le degré d'adaptation par les agriculteurs a été le plus souvent faible voire nul dans les zones semi-arides d'altitude [5].

La création de variétés possédant des rendements stables moins sensibles aux stress biotique et abiotique serait une alternative pour remédier à toutes ces contraintes;

surtout si cette création serait basée sur l'exploitation du stock génétique local représenté par deux cultivars seulement qui ont une bonne souplesse d'adaptation mais sensibles. En effet ce matériel végétal pourrait être amélioré par la réalisation de croisements, avec des géniteurs introduits, plus résistants.

Comme, l'hybridation est un moyen de réunir chez un même individu les caractéristiques favorables des parents [14], nous avons initié cette recherche qui se base sur la réalisation des croisements selon un plan diallèle complet avec l'utilisation des deux génotypes locaux et d'autres introduits, puis le suivi de la génération F1 qui a fait l'objet d'étude, par une analyse génétique détaillée de quelques caractères agronomiques, d'après la méthode Griffing (1956), [15].

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Protocole expérimental

Le matériel végétal étudié est composé de quatre variétés d'orge dont deux génotypes autochtones (Saida et Tichedrett), deux autres introduits (Nadawa et Fouara). Le choix de ces géniteurs a été basé sur la résistance aux différents types de maladies et sur la longueur moyenne de la paille. Les essais ont été effectués au cours de deux campagnes agricoles successives (2015/2016 et 2016/2017). Le dispositif expérimental adopté a été le plan en blocs aléatoires complets avec quatre répétitions. Les croisements ont été réalisés d'après un plan diallèle complet qui comprend les P² combinaisons deux à deux. La conduite des essais a été suivie d'une manière très régulière où un labour moyen et des façons superficielles ont été effectués afin de préparer un lit de semence adéquat pour la mise en place de la culture. Après la levée des plantules, un suivi de la génération F1 a été réalisé au cours de la deuxième campagne (2016/2017); le désherbage et l'engrais de couverture ont été faits au moment opportun par un désherbage manuel et chimique à chaque reprise des mauvaises herbes et par des apports d'azote au stade début tallage, montaison et au stade remplissage du grain.

2. Méthodes d'étude

2.1. Caractères mesurés

Des mesures et des comptages ont été effectués au champ et au laboratoire de dix paramètres agronomiques: la hauteur des plantes à la floraison; la longueur de l'épi; la longueur de la barbe, la surface de la feuille étendard; la longueur du col de l'épi; le nombre de grains par épi; le poids de mille grains; la précocité à l'épiaison et la productivité de la plante.

2.2. Techniques d'analyse génétique

L'analyse se divise en deux parties, pour le modèle I l'effet bloc a été considéré comme une variable aléatoire et les variétés comme variable fixe. Concernant l'analyse diallèle de Griffing (1956), les parents; une série de la F1 et les réciproques ont été utilisés pour chaque traitement séparément.

Tableau 1: Croisement diallèle complet [16].

Parent femelle									
		1	2		i	j		p	
Parent mâle	1	Y_{11}	Y_{12}		Y_{1i}	Y_{1j}		Y_{1p}	$Y_{1.}$
	2	Y_{21}	Y_{22}		Y_{2i}	Y_{2j}		Y_{2p}	$Y_{2.}$
	i	Y_{i1}	Y_{i2}		Y_{ii}	Y_{ij}		Y_{ip}	$Y_{i.}$
	j	Y_{j1}	Y_{j2}		Y_{ji}	Y_{jj}		Y_{jp}	$Y_{j.}$
	p	Y_{p1}	Y_{p2}		Y_{pi}	Y_{pj}		Y_{pp}	$Y_{p.}$
		$Y_{.1}$	$Y_{.2}$		$Y_{.i}$	$Y_{.j}$		$Y_{.p}$	$Y_{..}$

Y_{ij} = Valeur moyenne des b_n individus des b répétitions du croisement mâle i par femelle j .

$Y_{i.}$ = Total des mesures où i est parent mâle.

$Y_{.j}$ = Total des mesures où j est parent femelle.

$Y_{..}$ = Total général.

La performance d'un individu s'écrit par Y_{ijkl} qui représente la performance de l'individu l dans le bloc k pour le croisement i par j où :

$$Y_{ijkl} = m + c_{ij} + b_k + (bc)_{ijk} + e_{ijkl}$$

e_{ijkl} = résiduelle aléatoire

$(bc)_{ijk}$ = interaction bloc x croisement

b_k = effet bloc k

c_{ij} = effet croisement i par j

m = moyenne générale

La première partie nécessite l'analyse de l'effet croisement car avant d'entreprendre une analyse détaillée des effets, il est logique de s'assurer que cette variation génétique est significative par la décomposition des variances suivantes : variation liée aux croisements ;

Variation liée aux répétitions ; interaction répétition-croisement (si possible) et de la variation résiduelle (tableau 2). La deuxième partie de l'analyse concerne la décomposition des effets génétiques [17], (tableau 3).

Tableau 2 : Analyse de variance et espérance des carrés moyens pour une expérience avec des génotypes répartis en parcelles et avec des répétitions complètes.

Sources de variation	Ddl	CM	Espérances des CM
Bloc	b-1	CMb	$\sigma_e^2 + n\sigma_p^2 + gn\sigma_b^2$
Génotype	g-1	CMg	$\sigma_e^2 + n\sigma_p^2 + bn\sigma_G^2$
Parcelle (=interaction)	(b-1)(g-1)	CMp	$\sigma_e^2 + n\sigma_p^2$
Résiduelle	bg (n-1)	CMe	σ_e^2

Tableau 3 : Analyse de la variance d'après Griffing (1956), cas d'une table diallèle complète avec les réciproques et sans la diagonale

Sources de variation	ddl	SCE	CM	Espérances des CM
AGC	p-1	Sg	CMg	$\sigma^2 + 2\sigma_s^2 + 2(p-2)\sigma_g^2$
ASC	p(p-3)/2	Ss	CMs	$\sigma^2 + 2\sigma_s^2$
Effets réciproques généraux	p-1	Sm	CMm	$\sigma^2 + 2\sigma_r^2 + 2p\sigma_m^2$
Effets réciproques spécifiques	(-1)(p-2)/2	Sr	CMr	$\sigma^2 + 2\sigma_r^2$
Erreur	m	Se	CMe	σ^2

$$Sg = \frac{1}{2(p-2)} \sum_i (Y_{i+} + Y_{+i})^2 - \frac{2}{p(p-2)} Y_{++}^2$$

$$Ss = \frac{1}{2} \sum_{i,j < i} (Y_{ij} + Y_{ji})^2 - \frac{1}{2(p-2)} \sum (Y_{i+} + Y_{+i})^2 + \frac{1}{(p-1)(p-2)} Y_{++}^2$$

$$Sm = \frac{1}{2p} \sum_i (Y_{i+} - Y_{+i})^2$$

$$Sr = \frac{1}{2} \sum_{i,j < i} (Y_{ij} - Y_{ji})^2 - \frac{1}{2p} \sum_i (Y_{i+} - Y_{+i})^2$$

3. Les techniques d'analyse statistique

Les résultats de l'expérimentation ont été analysés à l'aide d'un logiciel: IBM-SPSS Statistics, version 20 (Statistics Package for the Social Science), pour l'analyse de la variance le seuil de signification retenu est de 5% ; si la probabilité est supérieure ou égale à ce seuil, l'effet est non significatif, par contre, si la probabilité est inférieure à 5%, nous admettons l'existence d'un effet global significatif, et quand la probabilité est inférieure à 1 % nous considérons que l'effet est très hautement significatif.

RÉSULTATS

1. Etudes des lignées parentales et de la génération F1

L'analyse de la variance du facteur génotype révèle un effet variétal hautement significatif à significatif pour l'ensemble des

caractères mesurés chez les lignées parentales à l'exception du caractère longueur de la barbe (LB) où le test F observé est inférieur au test F théorique pour une probabilité de 0,78 (tableau 1.1) notons que chez les hybrides F1 l'analyse de la variance indique un effet génotype très hautement significatif pour tous les paramètres testés (tableau 1.2).

D'après les (tableaux 1.1 et 1.2), les moyennes générales des caractères mesurés chez les hybrides F1 sont supérieures aux moyennes notées chez leurs parents, sauf pour les paramètres hauteur de la plante à la floraison, longueur du col de l'épi et nombre d'épis par plante pour lesquels les moyennes générales des parents sont supérieures à celles de leurs descendants, soit respectivement, 62,715 cm; 15,503 cm et 11,66 épis par plante. Le coefficient de variation indique des valeurs relativement plus importantes chez les hybrides que les parents pour l'ensemble des caractères mesurés.

Tableau 1.1 : Valeurs moyennes des caractères mesurés chez les lignées parentales

Génotypes	HPF	LE	LB	SFE	COL	E/P	NG/E	PMG	PRO	PRE
Saida	71,475	07,665	13,727	09,355	18,240	10,660	40,700	50,330	22,030	128,000
Tichedrett	47,050	08,537	11,327	08,537	11,787	09,000	42,330	31,660	11,720	128,000
Nadawa	64,650	06,960	12,680	06,960	17,075	13,000	39,000	35,000	16,720	117,000
Fouara	67,687	07,525	13,362	07,525	14,912	12,000	43,000	43,000	20,700	128,000
Moyenne										
Générale	62,715	07,671	12,774	08,094	15,503	11,660	41,250	40,420	17,79	125,250
Probabilité	00,000	00,022	00,078	00,008	00,000	00,032	00,001	00,000	00,000	000,000
CV%	17,380	10,290	11,350	14,950	18,450	12,200	07,100	08,300	11,600	014,000

HPF = hauteur de la plante à la floraison en (cm), LE = longueur de l'épi en (cm), LB = longueur de la barbe en (cm), SFE = surface de la feuille étendard en (cm²), COL = longueur du col de l'épi en (cm), E/P = nombre d'épis par plante, NG/E = nombre de grains par épi, PMG = poids de mille grains en (g), PRO = productivité par plante en (g), PRE = précocité à l'épiaison par (jour), et le C.V. = coefficient de variation.

Tableau 1.2 : Valeurs moyennes des caractères mesurés chez la génération F1

Génotypes	HPF	LE	LB	SFE	COL	E/P	NG/E	PMG	PRO	PRE
Sai X Tich	50,683	09,073	14,703	08,753	14,500	05,000	46,050	46,600	10,720	136,000
Sai X Nad	38,883	08,140	14,123	06,346	11,660	05,333	46,750	39,300	09,790	131,000
Sai X Fou	39,560	07,473	16,453	08,460	10,830	06,666	41,050	46,700	12,810	132,000
Tich X Sai	59,856	09,600	14,190	07,140	08,830	09,333	63,350	43,600	25,670	128,000
Tich XNad	59,723	08,053	14,490	05,993	07,976	12,000	52,816	44,050	27,720	128,000
Tich X Fou	43,393	06,713	18,190	06,763	09,163	09,000	54,150	38,660	19,630	128,000
Nad X Sai	72,706	10,580	13,203	12,223	12,493	08,666	58,500	44,880	21,790	128,000
Nad X Tich	71,163	09,560	13,790	16,273	19,660	10,666	54,040	42,960	29,860	117,000
Nad X Fou	61,433	08,373	16,120	11,300	14,330	07,666	52,683	48,700	24,800	128,000
Fou X Sai	71,000	09,963	14,173	08,730	12,633	10,666	46,800	40,080	19,990	128,000
Fou X Tich	66,703	06,460	17,873	10,950	13,623	12,333	51,100	34,400	21,670	128,000
Fou X Nad	54,330	09,083	13,430	10,350	09,393	12,000	60,000	36,360	26,503	128,000
Moyenne générale	57,453	08,589	15,061	09,440	12,091	09,111	52,274	42,190	20,912	128,430
Probabilité	0,000	0,000	0,000	0,000	00,000	00,000	00,000	0 0,000	00,000	000,000
CV%	21,89	15,03	06,67	31,14	27,950	29,960	12,930	12,770	32,280	004,020

Sai = Saida, Tich = Tichedrett, Nad = Nadawa, Fou = Fouara.

2. Analyse génétique des caractères mesurés dans le croisement diallèle complet

La mise en évidence des effets génétiques laisse apparaitre les performances de chaque hybride au sein de son bloc.

Tableau 2.1 : Mise en évidence des effets génétiques des hybrides F1

Caractères étudiés	Moyenne des carrés		
	Génotypes	Blocs	Interaction
HPF	445,84***	204,970	010,51
LE	004,94***	000,245	000,16
LB	008,55***	005,756	000,93
SFE	026,41***	001,092	000,51
LCO	031,66***	000,338	002,36
NE/P	019,47***	000,111	002,14
NG/E	090,66***	090,668	005,31
PMG	080,28***	028,046	010,32
PRO	107,96***	007,979	012,26
PRE	152,02***	012,111	000,11

***Hautement significatif

L'analyse de la variance montre des différences hautement significatives pour tous les paramètres évalués chez les hybrides F1. Le test F observé est très élevé par rapport au test F théorique pour une probabilité de 0,001 et un risque d'erreur de la première espèce α de 5 % (tableau 2.1).

Tableau 2.2 : Analyse des variances du diallèle : Modèle de Griffing

Caractères étudiés	Moyenne des carrés				AGC/ASC
	AGC	ASC	Effet maternel	Effet spécifique	
HPF	006,29 *	372,60***	124,30 ns	727,40 ns	059,41
LE	000,51*	003,48***	004,48 ns	003,65 ns	009,58
LB	002,27***	041,88 ns	005,16***	003,49***	002,50
SFE	003,06***	007,57**	031,47***	043,68***	000,40
LCO	001,63 ns	008,75ns	064,75***	065,47***	000,18
NE/P	000,53 ***	010,09 ns	087,90 ns	123,43 ns	000,05
NG/E	003,85***	049,72**	139,76 ns	094,18 ns	000,07
PMG	011,45***	041,56***	074,25***	117,16***	000,27
PRO	017,16***	058,26***	174,00***	200,62***	000,29
PRE	022,43***	056,27***	090,44 ns	136,22 ns	000,39

*; **; *** significatif à 0,05; 0,01; 0,001 respectivement, ns : non significatif

Le classement des variétés parentales dans l'ordre décroissant de leurs valeurs d'aptitudes générales à la combinaison révèle que les variétés Saida et Fouara occupent la première position suivies par Tichedrett.

Tableau 2.3 : Valeurs des aptitudes générales à la combinaison (AGC) de chaque géniteur

Géniteurs	HPF	LE	LB	SFE	COL	E/P	NG/E	PMG	PRO	PRE
Saida	-2,00	0,55	-0,58	-1,50	-0,83	-0,26	-0,72	2,34	-3,53	3,78
Tichedrett	1,14	-0,35	0,48	0,61	-0,12	0,20	-0,39	-2,31	1,01	0,33
Nadawa	0,98	0,377	-0,86	0,28	0,96	0,49	-0,57	-0,56	0,73	-2,11
Fouara	-0,11	-0,09	0,98	0,61	-0,01	-0,42	1,69	0,55	1,78	-1,89

En effet, le génotype Saida a transmis à ses descendants un poids de mille grains élevé ; une meilleure longueur de l'épi ; une certaine tardivité à l'épiaison et une faible hauteur de la plante. Ce dernier caractère est très recherché par les agriculteurs pour diminuer la hauteur des pailles qui versent par contre, La variété Fouara a tendance à transmettre à ses descendance une

meilleure fertilité de l'épi, une importante surface de la feuille étandard, une meilleure longueur de la barbe et une productivité considérable. Tichedrett exprime de meilleures valeurs d'AGC pour deux paramètres (HPF et SFE). Cependant, le génotype Nadawa transmis à ses descendants un cycle de développement réduit avec une meilleure précocité à l'épiaison (tableau 2.3)

Tableau 2.4 : Valeurs des aptitudes spécifiques à la combinaison (ASC) de différents hybrides testés

Génotypes	HPF	LE	LB	SFE	COL	E/P	NG/E	PMG	PRO	PRE
Sai X Tich	-02,56	00,28	-02,11	-01,12	00,10	01,02	-06,42	02,88	-05,23	-01,99
Sai X Nad	-13,41	-01,37	-05,92	-02,28	-01,90	-01,11	-03,78	-00,75	-05,22	02,93
Sai X Fou	-13,2	-01,56	-04,09	-02,47	00,16	-01,37	00,10	01,46	-07,12	10,16
Tich X Sai	-00,05	00,81	00,61	01,71	-01,20	-01,08	-01,84	-05,10	01,03	-03,71
Tich X Nad	-06,51	-00,56	-00,49	01,15	-02,92	-02,6	-00,96	-03,06	02,24	01,29
Tich X Fou	-15,11	-01,43	-03,91	01,41	-00,91	-01,48	-01,42	-04,34	02,13	-00,86
NadX Sai	15,01	01,07	04,73	01,19	01,09	00,1	02,50	-01,39	02,86	-02,21
Nad X Tich	10,32	00,94	02,85	-01,34	03,83	03,89	05,26	06,91	00,82	03,02
Nad X Fou	03,11	-00,49	01,65	00,11	00,89	02,04	-03,04	-00,79	-02,88	-05,67
Fou X Sai	16,94	00,92	04,64	01,02	-00,10	01,03	07,96	05,88	08,51	01,19
Fou X Tich	09,50	-01,68	04,53	-01,34	00,92	00,82	03,29	-00,30	00,10	00,41
Fou X Nad	-03,99	00,21	-02,44	01,68	-00,24	-01,24	-01,70	-01,41	02,80	-05,15

Les génotypes à effet d'ASC élevé sont : Fouara X Saïda pour le poids de mille grains, la fertilité de l'épi et de la plante ; Nadawa X Saïda pour la longueur de l'épi ; Nadawa X Tichedrett pour la longueur du col de l'épi et le nombre de talles épis. Par contre, les croisements Tichedrett X Fouara et Nadawa X Fouara ont exprimé de faibles effets d'ASC pour respectivement la hauteur des plantes à la floraison et la précocité à l'épiaison.

DISCUSSION

L'étude des lignées parentales et de leurs descendances par l'analyse de la variance montre un effet variétal significatif pour

l'ensemble des paramètres mesurés chez les géniteurs; par contre, chez les hybrides F1 l'analyse révèle des effets génotypes très hautement significatifs pour tous les caractères testés. Les valeurs moyennes pour l'ensemble des caractères mesurés chez la descendance sont voisines ou supérieures aux valeurs moyennes enregistrées chez leurs géniteurs. OURY et *al.* [18], trouvent que les valeurs maximales prises par l'hybride sont de même ordre de grandeur que celles mesurées chez les parents, ces résultats concordent avec ceux de BENMAHAMMED [19], qui a trouvé sur trente-neuf hybrides, des moyennes voisines de celles des parents qui les ont générés.

Concernant l'analyse des effets génétiques par la méthode Griffing (1956), les résultats trouvés indiquent que les aptitudes générales et spécifiques à la combinaison (AGC et ASC) interviennent d'une manière significative dans l'expression de l'ensemble des caractères testés chez la F1 alors que, les effets maternels et réciproques ne sont pas significatifs pour les paramètres HPF ; LE ; E/P ; NG/E et PRE. Le rapport variance AGC/ASC est inférieur à une unité pour l'ensemble des caractères étudiés à l'exception des paramètres HPF, LE et PRE, pour lesquels les valeurs du rapport AGC/ASC sont supérieures à une unité. Un croisement entre parents de valeurs d'AGC différentes (forte et faible) produit un effet d'ASC positif [20], cette interaction génétique responsable de fortes valeurs d'ASC peut être de type additivité X additivité ou bien de type additivité X dominance. La première est fixable et est utilisable dans la sélection, par contre, la deuxième est non fixable [21].

La nature des actions des gènes non additifs est plus importante que la nature des actions des gènes additifs. En effet, trois caractères seulement (HPF, LE et PRE) sont sous le contrôle des allèles additifs parmi les dix paramètres analysés. Ces résultats concordent avec ceux de Hanifi-Mekliche et Gallais [22], sur l'orge, Hanifi-Mekliche et *al.* [23], Sur le blé dur; Saad et Hassan [24], sur le blé tendre. Ils confirment que les caractères (HPF, LE) sont sous la gouvernance des allèles additifs; par contre, les résultats ne concordent pas avec ceux de ces auteurs pour le caractère PRE, cependant, nos résultats rejoignent ceux de Johnson et Paul [25], qui trouvent que la précocité à l'épiaison (PRE) est exprimée par des gènes à action additive.

CONCLUSION

L'étude des géniteurs et de leurs descendants permet de révéler des variations importantes au sein des hybrides par rapport à leurs parents ainsi que les moyennes générales mesurées chez les lignées parentales sont inférieures à celles notées chez la descendance pour l'ensemble des caractères testés.

L'analyse de la nature des actions génétiques montre que les effets additifs et non additifs sont impliqués dans le contrôle génétique des variables étudiées. Pour les variances d'AGC fortes, le choix dans la formule parentale est efficace en effet, le génotype autochtone Saida permet de transmettre à ses descendants un poids de mille grains élevé; une meilleure longueur de l'épi; une certaine tardivité à l'épiaison et une faible hauteur à la floraison. Par contre, le choix des parents, avant l'hybridation, reste prioritaire pour les variances d'ASC faibles.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [01]. **Bonjean A., Piccard E. (1990).** Les céréales à paille. Origine, histoire, économie et sélection. Ed. Nathan, 235 p.
- [02]. **Bouzarzour H., Monneveux P. (1992).** Analyse des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des hauts plateaux de l'Est algérien. Séminaire sur la tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéennes. INRA Ed. Les colloques, 64 : 139-148.
- [03]. **Ceccarelli s., Grando S., Hamblin J. (1992).** Relationships between barley grains measured in low and high yielding environments. *Euphytica*, 64: 49-58.
- [04]. **Somel K. (1990).** The importance of barley in food production and mand in west Asia and North Africa. Proceeding on increasing small ruminant's productivity in semi arid areas. Ed. E.F Thomson and F.J Thomson, 27-35
- Mossab M. (2007).** Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge (*Hordeum vulgare L.*) en zones semi-arides d'altitude, thèse , INA , Alger, 140 p
- [06]. **Bouzarzour H., Benmahammed A.(1994).** Environnemental factors limiting barley grain yield in the high plateau of eastern Algeria. *Rachis*.7:11-14.
- [07]. **FAOSTAT. (2017).** Division de statistiques. WWW.fao.org , accessible le 16 décembre 2017.

- [08]. **Hakimi M. (1989)**. Les systèmes traditionnels basés sur la culture de l'orge. Proc. Symp. On the agrometeorology of rainfed based farming system. Eds. WMO/ ICARDA. 179-183.
- [09]. **Gate B., Crosson P., Couvreur P. (1996)**. Mieux connaître l'orge. Perspectives agricoles, 100 : 18-23.
- [10]. **Sekkate M.R., Leghzali H. (1999)**. L'orge pivot de l'alimentation animale. Terre et vie.34 : 23-28
- [11]. **Bœuf F., Vasseau A. (1949)**. Recherche et expérimentation en agriculture. T1 : 66-67.
- [12]. **Bouzerzour H., Djekoun A., Benmohammed A., Hassous K.L. (1998)**. Contribution de la masse aérienne, de l'indice de récolte et la précocité de rendement en grain de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zones semi-arides d'altitude. Cahier d'études et de recherche francophone. Agriculture méthodes et techniques. (7) 4: 3-7.
- [13]. **Bouzerzour H., Sahraoui A. (1989)**. Performances des nouvelles variétés de céréales en milieu producteur. Document interne, ferme expérimentale, ITGC, Sétif. 9 p.
- [14]. **Gallais A. (2009)**. Hétérosis et variétés hybrides en amélioration des plantes .Ed. Quae. 365 p.
- [15]. **Griffing B. (1956)**. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Aust. J. Biol. Sci. 9, pp. 463-493.
- [16]. **Khaldoun A., Bellah F., Mekliche L. (2006)**. L'obtention variétale en Algérie, cas des céréales à paille. Ed.2006. Institut national de la recherche agronomique d'alger. ISBN: 9961-881-10-9. 82 p.
- [17]. **Demarly Y. (1977)**. Génétique et amélioration des plantes. Collection Sciences Agronomiques. Ed. Masson. 287 p.
- [18]. **Oury F.X., Brahant P., Pluchard P., Berard P., Rousset M. (1990)**. Etude multilocale des blés hybrides : niveau d'hétérosis et élaboration du rendement. Agronomie, 10 : 735-748.
- [19]. **Benmahammed A. (2005)**. Hétérosis, transgression et efficacité de la sélection précoce et retardée de la biomasse, du nombre d'épis et utilisation des indices chez l'orge (*Hordeum vulgare*). Thèse Doc.INA, Alger.
- [20]. **Bhowmik A., Ali M.S., Sadeq Z. (1990)**. Genetic analysis of kernel weight in wheat (*Triticum eastivum* L.). bangladech J. Bot. 19:21-27.
- [21]. **Falconer D.S. (1974)**. Introduction à la génétique quantitative.ed. Massson et Cie, Paris. 284 p.
- [22]. **Hanifi-Mekliche L., Gallais A. (1999)**. Heterosis, genetic effects and value of F2 and doubled-haploid lines in barley breeding. Agronomie. pp. 509.520.
- [23]. **Hanifi-mekliche L., BOUKECHA d., Mekliche A. (2008)**. Effet de stress hydrique sur quelques prédicateurs des valeurs F1 et de l'hétérosis chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Annales de l'INA-El Harache.
- [24]. **Hassan E.E., Saad A.M.M. (1996)**. Combining ability, heterosis, correlation and multiple linear regression for yield and its contributing characters in some bread wheat genotypes. Annuals of Agric. Sc. Moshtohor. Vol. 34, 2 pp.
- [25]. **Johnson L.P.V., Paul O. (1985)**. In heritance of earliness in barley. Can.j. Plant Sci.38, 2 19-233.