



Original Article

Etude de la stabilité de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions semis aride du Sétif en Algérie.

GUENDOZ Ali^{1*}, OULMI Abdelmalek³, FRIH Benalia³, HAZZEM Abdelhalim² and MECHROUK Walid²

¹Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie, -Unité de Sétif (INRAA) - guendouz.ali@gmail.com - Algérie.

²Université Farhat Abbas Sétif 1 -Faculté des sciences de la nature et vie -Département d'Agronomie – Algérie.

³Université Farhat Abbas Sétif 1 - Faculté des sciences de la nature et vie -Département de biologie et d'écologie végétale – Lab. Valorisation des Ressources Biologiques et Naturelles (VRBN) Algérie.

ARTICLE INFOR

Article history:

Received 27 January 2021

Revised 23 Mai 2021

Accepted 16 Jun 2021

Keywords:

Stabilité
Rendement
Blé dur
Semi aride
Setif

ABSTRACT

Notre objectif est d'étudier la stabilité du rendement de dix génotypes de blé dur expérimentées pendant quatre ans (2009-2013) dans la région semi-aride de Sétif. Nous utilisons au cours de cette étude trois indices de stabilité paramétriques et non paramétriques pour évaluer les performances des génotypes. L'étude des indices paramétriques de stabilité, notamment l'écovalence de Wricke (Wi^2) a montré que les génotypes Mexicali₇₅ (4.23) et Hoggar (11.07) sont considérés comme les plus stables parmi les génotypes testés. Alors qu'en termes d'indice de supériorité (Pi), les génotypes Polonicum (29,61), Sooty (33,99), Altar₈₄ (34,47) et Mexicali₇₅ (35,37) ont les valeurs les plus faibles de (Pi). L'indice d'adaptabilité géométrique (GAI) a montré que les génotypes Mexicali₇₅ (42,00), Kucuk (40,26) et Altar₈₄ (40,03) sont les plus stables. Les indices non paramétriques $Si^{(2)}$, $Si^{(3)}$, $Si^{(6)}$ ont des corrélations non significatives avec le rendement moyen en grains. L'étude de la variabilité génotypique du rendement en grains a montré que Mexicali₇₅ était le génotype qui avait la plus petite variation de rendement au cours des quatre saisons. Globalement, Mexicali₇₅, Hoggar et Kucuk sont les génotypes très stables.

© 2021 Faculty of Natural Sciences and Life, University of Echahid Hamma Lakhdar. All rights reserved

1. Introduction

L'Algérie avec ses caractéristiques topographiques et bioclimatiques qui permettent de montrer une diversité des paysages et des systèmes de cultures, la céréaliculture est la spéculation prédominante de l'agriculture. Elle s'étend sur une superficie annuelle d'environ 3,6 millions d'hectares par rapport à la surface agricole utile (SAU) [1]. Parmi les céréales, le blé dur (*Triticum durum* Desf.) qui occupe une place de choix dans l'alimentation de la population algérienne [2] sous formes de pâtes alimentaires, couscous. De ce fait, avec une production de 24.2 millions de quintaux, est l'un des pays les plus consommateurs de blé en Afrique [3] en réaction à la croissance démographique de 39,5 millions d'habitants. Cela conduit l'Algérie à une augmentation annuelle de ces importations en blé dur, à l'exemple de l'année 2012 qui a connu une importation de 545000 tonnes en fin novembre contre 527000 tonnes dans la même période de l'année précédente ce qui fait une augmentation de plus de 3% [13] En effet, la majeure

partie des emblavures se trouve localisée sur les hautes plaines, caractérisées par des hivers relativement froids, un régime pluviométrique insuffisant et irrégulier, des gelées printanières fréquentes et du sirocco en fin de cycle. Ces stress affectent sérieusement les rendements en particulier la culture des céréales [4]. Selon Benmahammed *et al* [5], les producteurs préfèrent les génotypes marqués par leurs haut rendement ainsi que par leurs régularité. La stabilité du rendement est un critère important pour le développement de cultivars destinés à des milieux à pluviométrie variable. De nombreuses méthodes d'analyse de la stabilité sont proposées dans la littérature tel les indices de stabilité paramétriques et non paramétriques [5, 6]. C'est dans ce contexte que nous voulons présenter une synthèse sur l'étude de la stabilité du rendement de dix variétés de blé dur expérimentées pendant quatre ans (2009-2013) dans la région semi-aride de Sétif.

* Corresponding author : Guendouz Ali

E-mail address: guendouz.ali@gmail.com

Tel.: 0552218618

Peer review under responsibility of University of Echahid Hamma Lakhdar. © 2021 University of Echahid Hamma Lakhdar. All rights reserved.

doi : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.5055650>.

2. Matériel et methods

2.1. Matériel végétale

10 génotypes de blé dur ont été étudiés pendant quatre saisons (2009-2013). Les noms et l'origine des génotypes sont donnés dans le Tableau 01. Les génotypes sont disposés en trois blocs aléatoirement et incomplètement randomisés durant quatre saisons (2009-2013). Les carrés de semis étaient 2.5 m de longueur, 6 lignes avec 0.20 m d'espaces entre les lignes.

Tableau 1. Nom et origine des dix génotypes testés

Génotype	Nom	Origine	Génotype	Nom	Origine
1	Bousselem	ICARDA/CIMMYT	6	Altar ₈₄	CIMMYT
2	Hoggar	Espagne	7	Dukem	CIMMYT
3	Oued Zenati	Algérie	8	Kucuk	CIMMYT
4	Polonicum	Algérie	9	Mexical ₁₇₅	CIMMYT
5	Waha	ICARDA/CIMMYT	10	Sooty	CIMMYT

2.2. Indices de stabilité

2.2.1 Indices paramétriques de stabilité

a. Ecovalence de Wricke (Wi^2)

L'écovalence de Wricke (1962) est une mesure de la contribution du génotype à l'interaction génotype x année. C'est une mesure de la stabilité relative du génotype [7]. Une valeur Wi nulle ou proche de zéro est indicatrice de la stabilité. Les valeurs (Wi^2) élevées sont indicatrices de l'instabilité.

L'écovalence variétale (Wi^2) est estimée par :

$$Wi^2 = \sum (X_{ij} - \bar{X}_{i.} - \bar{X}_{.j} + \bar{X}_{..})^2$$

Où Wi^2 est l'équivalence du génotype "i", " X_{ij} " est la valeur du génotype "i" dans l'environnement "j", " $\bar{X}_{i.}$ " est la moyenne génotypique, calculée sur l'ensemble des environnements, " $\bar{X}_{.j}$ " est la moyenne de l'ensemble des génotypes "i" dans l'environnement "j", et " $\bar{X}_{..}$ " est la moyenne générale de l'ensemble des génotypes et des milieux.

b. L'indice d'adaptabilité géométrique (GAI)

L'indice d'adaptabilité géométrique (GAI) indique que les génotypes qui ont eu les valeurs GAI la plus élevée est le plus stable. La moyenne géométrique peut être utilisée comme mesure de l'adaptabilité du génotype appelé l'indice d'adaptabilité géométrique, il est calculé selon la formule :

$$GAI = \sqrt[E]{(\bar{X}_{1.})(\bar{X}_{2.}) \dots (\bar{X}_{i.})}$$

Où $(\bar{X}_{1.})$, $(\bar{X}_{2.})$ et $(\bar{X}_{i.})$ sont les RDT moyens des grains du premier, deuxième et "i" génotypes à travers les environnements et E est le nombre des environnements.

c. Indice de supériorité (Pi)

L'indice de supériorité (Pi) traduit la moyenne des déviations du rendement du génotype par rapport au meilleur rendement des autres génotypes. Les génotypes ayant un faible (Pi) sont considérés les plus stables. Selon Lin et Binns [8], (Pi) s'exprime par la formule suivante :

$$Pi = \frac{\sum (X_{ij} - M_j)^2}{2E}$$

Où " X_{ij} " est le rendement en grains du génotype "i" dans l'environnement "j".

" M_j " est le rendement du génotype avec un rendement maximal à l'environnement "j".

"E" est le nombre d'environnements.

2.2.2 Indices non paramétriques de stabilité

Nasser et Huehn [9] on propose trois indices de stabilité non paramétrique qui combinent le rendement moyen des grains et la stabilité. Les trois indices sont basés sur le classement de rendement moyen des grains dans chaque environnement. Avec des génotypes "i" et des environnements "j", nous désignons " rij " comme le rang du "i" le génotype dans le "j" l'environnement et " $\bar{r}_{i.}$ " comme le classement moyen dans tous les environnements pour "i" le génotype.

$$S_i^{(2)} = \frac{\sum_{j=1}^i (rij - \bar{r}_{i.})^2}{(j-1)} ; S_i^{(3)} = \frac{\sum_{j=1}^i (rij - \bar{r}_{i.})^2}{\bar{r}_{i.}} ;$$

$$S_i^{(6)} = \frac{\sum_{j=1}^i |rij - \bar{r}_{i.}|}{\bar{r}_{i.}}$$

2.3 Analyse de la variance (ANOVA)

ANOVA est un outil statistique utilise pour détecter la différence entre les moyennes des groupes [14]

(Pour ANOVA on utilise le test LSD de Fisher pour la comparaison des moyennes)

3. Résultats et Discussion

3.1 Résultats

3.1.1. Variabilité génotypique (annuelle du rendement en grains)

L'analyse de la variance du rendement, par année, indique que chaque année classe différemment les génotypes et notamment ceux qui présentent les meilleurs rendements grains. Ainsi au cours de 2009-2010, trois génotypes prennent la tête du classement : Mexical₁₇₅, Bousselem et Hoggar. En 2010-2011, quatre génotypes prennent la tête du classement : Dukem, Waha, Sooty et Mexical₁₇₅. Par

contre, en 2011-2012 six génotypes Bousselem, Kucuk, WAHA, Mexicali₇₅, Polonicum et Hoggar. En 2012-2013, c'est le génotype Altar 84 qui est en tête du classement (Tableau 2).

Tableau 2. Rendement moyen (Qx / ha) des génotypes du blé dur évalués en quatre saisons.

Génotype	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	Moyenne (classement)
OuedZenati	25,83 (def)	52,29 (b)	21,45 (b)	47,11 (ab)	36,67 (10)
Altar ₈₄	29,67 (abcd)	53,57 (b)	24,87 (ab)	64,98 (a)	43,27 (2)
Sooty	27,5 (cde)	60,8 (ab)	27,33 (ab)	52,92 (ab)	42,14 (4)
Polonicum	24,67 (ef)	56,61 (ab)	32,68 (ab)	55,01 (ab)	42,24 (3)
Waha	28,42 (abcde)	64,61 (a)	35,24 (a)	37,31 (b)	41,40 (6)
Dukem	22 (f)	64,81 (a)	29,75 (ab)	44,45 (ab)	40,25 (8)
Mexicali ₇₅	31,92 (a)	60,03 (ab)	32,9 (ab)	49,35 (ab)	43,55 (1)
Kucuk	27,67 (bcde)	53,81 (b)	36,87 (a)	47,88 (ab)	41,56 (5)
Hoggar	30,83 (abc)	56,79 (ab)	30,24 (ab)	47,04 (ab)	41,22 (7)
Bousselem	31,58 (ab)	55,24 (ab)	36,88 (a)	37 (b)	40,17 (9)
LSD	3,98	10,14	13,61	21,92	
Moyenne	28,01	57,86	30,82	48,30	
CV %	8,29	10,22	25,73	26,45	

3.1.2. Indices de stabilité

L'analyse de la stabilité est approchée par le calcul des indices paramétriques: l'écovalence de Wricke (1962), l'indice d'adaptabilité géométrique (GAI), l'indice de la supériorité génotypique (Pi) de Lin *et al.* [11] et les indices non paramétriques Si⁽²⁾, Si⁽³⁾ et Si⁽⁶⁾ de Nasser *et Huehn* [9]. Les valeurs des indices de la stabilité et le facteur rendement sont situés au Tableau 3.

Tableau 3. Rendement moyen, indices paramétriques et non paramétriques mesurés des dix génotypes dans quatre campagnes agricoles (2009-2013).

Génotype	RDT (Q/ha)	Indice paramétrique			Indice non paramétrique		
		Wi ²	GAI	Pi	Si ⁽²⁾	Si ⁽³⁾	Si ⁽⁶⁾
OuedZenati	36,67 (10)	41,15 (4)	34,18 (10)	93,85 (8)	3,67 (3)	1,29 (1)	0,71 (1)
Altar ₈₄	43,27 (2)	318,23 (10)	40,03 (3)	34,47 (3)	15,58 (9)	8,13 (9)	2,26 (9)
Sooty	42,14 (4)	39,28 (3)	39,44 (6)	33,99 (2)	6,92 (5)	3,95 (5)	1,71 (7)
Polonicum	42,24 (3)	57,16 (6)	39,80 (4)	29,61 (1)	8,33 (6)	4,55 (6)	1,45 (5)
Waha	41,40 (6)	186,11 (9)	39,42 (7)	97,54 (9)	9,58 (7)	6,05 (7)	1,89 (8)
Dukem	40,25 (8)	96,55 (7)	37,06 (9)	71,30 (7)	15 (8)	6,92 (8)	1,69 (6)
Mexicali ₇₅	43,55 (1)	4,23 (1)	42 (1)	35,37 (4)	2,25 (1)	2,08 (3)	1,38 (4)

Kucuk	41,56 (5)	52,92 (5)	40,26 (2)	53,94 (6)	6,25 (4)	3,57 (4)	1,33 (3)
Hogga	41,22 (7)	11,07 (2)	39,72 (5)	53,93 (5)	2,92 (2)	1,67 (2)	0,95 (2)
Bousselem	40,17 (9)	179,45 (8)	39,28 (8)	109,3 (10)	18 (10)	10,8 (10)	2,8 (10)

RDT (Qx/ha): Rendement moyen en grain. Wi⁽²⁾: L'indice de stabilité de Wricke (1962). GAI: L'indice d'adaptabilité géométrique. Pi: L'indice de supériorité génotypique. Si⁽²⁾, Si⁽³⁾, Si⁽⁶⁾: Les indices de stabilité non paramétriques. (): Le classement des génotypes dans chaque indice.

Tableau 4. Matrice des corrélations des paramètres étudiés

	RDT	Wi	GAI	Pi	Si ⁽²⁾	Si ⁽³⁾	Si ⁽⁶⁾
RDT	1						
Wi	0.18	1					
GAI	0.92***	0.05	1				
Pi	-0.72*	0.21	-0.54	1			
Si ⁽²⁾	0.03	0.79**	-0.054	0.32	1		
Si ⁽³⁾	0.13	0.79**	0.10	0.35	0.97***	1	
Si ⁽⁶⁾	0.32	0.75**	0.32	0.22	0.87**	0.95***	1

3.2. Discussion

Selon Yan *et al.* [10], le changement du classement des génotypes d'une année à l'autre est une indication de la présence de l'interaction. En addition, la moyenne générale du rendement des quatre saisons indique que le génotype Mexicali₇₅ est le plus stable par rapport aux autres génotypes testés avec un rendement moyen le plus élevé (43,55 qx/ha) durant les quatre campagnes agricoles. On note cependant que le génotype Oued Zenatia le plus faible rendement moyen (36.67 qx/ha) durant les quatre campagnes agricoles.

L'indice de stabilité de Wricke, indique que les génotypes qui ont les plus faibles valeurs d'écovalence sont considérés les plus stables. Dans ce sens, les génotypes Mexicali₇₅ (4,23) et Hoggar (11,07) sont considérés comme les plus stables parmi les dix génotypes testés. Par contre, des valeurs élevées de (Wi²) sont notées chez Altar₈₄ (318,23), WAHA (186,11) et Bousselem (179,45) qui sont, de ce fait, instable (Tableau 03). Selon Benmahammed *et al.* [5], Wi² identifie les génotypes stables et instables.

L'indice d'adaptabilité géométrique (GAI) indique que le génotype qui a eu la valeur GAI la plus élevée est le plus stable, les cultivars Mexicali₇₅ (42.00), Kucuk (40.26) et Altar₈₄ (40.03), sont les plus stables. Par contre, les génotypes Oued Zenati (34.18) et Dukem (37.06) ont les valeurs les plus faibles (Tableau 03). Il y a une corrélation très hautement significative entre le rendement moyen des grains et GAI ($r=0.92***$) (tableau 4).

Rose *et al.* [6] mentionnent que les faibles valeurs de Pi sont les plus désirables en sélection parce qu'elles sont la caractéristique des génotypes performants et stables. Les génotypes, Polonicum (29,61), Sooty (33,99), Altar₈₄ (34,47) et Mexicali₇₅ (35,37) ont les valeurs de (Pi) les plus faibles, donc stables et performants. Par contre, les génotypes Bousselem (109,3), WAHA (97,54) et Oued Zenati (91,85) ont les valeurs les plus élevées Benmahammed *et al.* [5] notent qu'il y a une corrélation entre les valeurs Pi et les rendements de l'année et indique

qu'il est possible de sélectionner des génotypes performants et stables parmi les variétés testées. La corrélation entre les valeurs Pi et les rendements ($r = -0.72^{**}$, $P < 0,01$) (Tableau 4).

Les indices de stabilité de premier rang $Si^{(2)}$ de Nassare/Huehn [9] étaient basées sur les rangs de cultivars dans les environnements et ils ont donné un poids égal à chaque environnement. $Si^{(2)}$ des génotypes testés ont montré que les génotypes Mexicali₇₅ (2,25) et Hoggar (2,92) avaient les valeurs les plus faibles, Par conséquent, ces génotypes ont été considérés comme les génotypes les plus stables. D'autre part, Bousselem (18,00), Altar₈₄ (15,58) et Dukem (15,00) avaient les valeurs les plus élevés donc ils étaient déterminés comme instables. (Tableau 03). Il n'y a pas une corrélation significative entre le rendement moyen des grains et $Si^{(2)}$. $Si^{(3)}$ et $Si^{(6)}$ combine le rendement et la stabilité en fonction des classements (rang) des rendements des génotypes dans chaque environnement (année). $Si^{(3)}$ varie de (01,29) et (10,80). Les génotypes Oued Zenati (1,29), Hoggar (1,67) et Mexicali₇₅ (2,08) sont les plus stables, par contre, les génotypes Dukem (6,92), Altar₈₄ (8,13) et Bousselem (18,8) sont instables. (Tableau 3). Il n'y a pas une corrélation significative entre le rendement moyen des grains et $Si^{(3)}$. $Si^{(6)}$ varie de (0,76) à (2,80). Les génotypes Oued Zenati (0,71), Hoggar (0,95) et Kucuk (1,33) sont stables, par contre, Waha (1,89), Altar₈₄ (2,26) et Bousselem (2,80) sont considérés comme instables (Tableau 03). La corrélation est non significative entre le rendement moyen des grains et $Si^{(6)}$. Les indices non paramétriques ont des corrélations non significatives avec le rendement moyen des grains. Abdollahiet al.[12] note que les indices non paramétriques ne sont pas corrélés avec le rendement moyen.

Références

- 1.MADR. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, Statistiques agricoles, superficies et productions, Direction des Statistiques Agricoles et des Enquêtes Economiques, Série B.2012.
- 2.Megherbi, A., Mehdadi, Z., Toumi, F., Moueddene, K., Bouadjra, S.E.B. Tolérance à la sécheresse du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et identification des paramètres morpho-physiologiques d'adaptation dans la région de Sidi Bel-Abbès (Algérie occidentale), Acta Botanica Gallica.2012.159 (1): 137-143.
3. FAO. Food and Agriculture Organization, FAOSTAT, Statistical database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations.http://www.fao.org.
- 4.Mekhlouf, A., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., HadjSahraoui, N.,Harkati, N.Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride. Sécheresse.2006. 17, 507-513.
- 5.Benmahammed, A., Nouar, H., Haddad, L., Laala, Z., Oulmi, A., Bouzerzour, H. Analyse de la stabilité des performances de rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-arides. BiotechnolAgronSoc Environ.2010. 1(14), 177-186.
- 6.Rose, L.W., Das, M.K., Taliaferro, C.M.A. Comparison of dry matter yield stability assessment methods for small numbers of genotypes of Bermuda grass. Euphytica.2008. 164: 19–25.
- 7.Becker, H.C. and Leon, J. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*.1988. 101(1):1–23.
- 8.Lin, C.S., Binns, M.R. A method for analyzing cultivar x location x year experiments: a new stability parameter. *TheorAppl Genet.*,1988. 76: 425-430.
- 9.Nassar, R., Huehn, M. Studies on estimation of phenotypic stability: Tests of significance for non-parametric measures of phenotypic stability. *Biometrics*.1987.43, 45-53.
- 10.Yan, W., Hunt, L.A., Sheng, Q., Szlavnic, Z. Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. *Crop Sci*.2000. 40: 597-605.
11. Lin, C.S., Binns, M.R., Lefcovitch, L.P. Stability analysis: Where do we stand? *CropSci*.1986. 26: 894–900.
12. Abdullah, J.D., Ghulam, S., Abdel Qader, A. Yield Stability of Pearl Millet Genotypes Under Irrigation with Different

4. Conclusion

Sous les conditions de climat semi-aride de la région de Sétif pendant les quatre campagnes agricoles, on note des variations de rendement en grains. L'analyse de la variance du rendement des génotypes, pendant les quatre campagnes agricoles a permis de retenir trois génotypes qui se sont distingués par leur rendement en grains. Ces génotypes sont: Bousselem, Hoggar et Mexicali₇₅, ce dernier est le génotype qui a donné le plus haut rendement moyen (43,55 q/ha). Les statistiques de la stabilité classent spécifiquement les génotypes selon les indices paramétriques où l'indice de l'écovalence de Wricke (Wi^2), classe les génotypes Mexicali₇₅ et Hoggar comme les plus stables, l'indice de supériorité (Pi) identifie les génotypes Polonicum, Sooty, Altar₈₄ et Mexicali₇₅ comme performants et stables et l'indice d'adaptabilité géométrique (GAI) identifie aussi les génotypes Mexicali₇₅, Kucuk et Altar₈₄ comme les plus stables. Par contre, les indices non paramétriques $Si^{(2)}$, $Si^{(3)}$ et $Si^{(6)}$ identifient les génotypes Mexicali₇₅, Oued Zenati, Hoggar et Kucuk comme stables. Les indices Pi et GAI ont montré une corrélation significative avec le rendement moyen en grains. En finalité, les indices paramétriques et non paramétriques ont montré que seuls les génotypes Mexicali₇₅, Hoggar et Kucuk paraissent les plus stables parmi les dix génotypes étudiés.

En conclusion vous devez citer aussi les perspectives d'avenir.

Conflit d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêts

Salinity Levels. *European Journal of Scientific Research*.2009.2 (37): 288-301.

13.FAO. FAO Statistical Yearbook 2013 (World Food and Agriculture). United Nations. 2013. ISSN 2225-7373. 289 pages.

14.Sawyer- Steven, F. Analysis of Variance: The Fundamental Concepts, journal of Manual & Manipulative Therapy.2009. 17 (2): 27E-38E.

Recommended Citation

GUENDOZ A, OULMI A, FRIH B, Hazzema & MECHROUK W. Etude de la stabilité de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions semi- arides du Sétif. *Algerian Journal of Biosciences*.2021, 02(01):037-041.

doi : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.5055650>.

Or

GUENDOZ A., OULMI A., FRIH B., HAZZEM A. & MECHROUK W. Etude de la stabilité de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions semi- arides du Sétif. *Algerian Journal of Biosciences*.2021, 02(01):037-041.

doi : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.5055650>.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)