

## Distinction et homogénéité de cinq populations algériennes de blé dur (*Triticum durum* Desf.)

M. Dekhili, N. Khalfallah, A. Aggoun, B. Harkati

Depuis que les blés durs cultivés en Algérie ont été inventoriés en 1961 [1, 2], les populations locales de blé ont été délaissées par les organismes spécialisés et les agriculteurs au profit de variétés introduites massivement, avec une régression significative de la grande diversité qui prévalait antérieurement [1].

De nouvelles études descriptives de l'état actuel de ces variétés devraient permettre d'évaluer les diversifications qu'elles ont subies et permettront un contrôle des semences, une protection variétale et des travaux d'amélioration génétique plus effectifs. Une telle investigation nécessite de considérer un nombre élevé de caractères pour évaluer les différences entre individus au sein d'une même population et entre populations. À cet égard, l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV) a élaboré des principes directeurs pour caractériser la distinction, l'homogénéité et la stabilité [3].

M. Dekhili, A. Aggoun : Institut de biologie, Laboratoire de génétique quantitative et de statistique. Université Ferhat Abbas, 19000 Sétif, Algérie.

N. Khalfallah : Institut des sciences de la nature, Laboratoire de cytogénétique. Université de Constantine, route de Ain El Bey, 25000 Constantine, Algérie.

B. Harkati : Station de l'Institut technique des grandes cultures, section DHS, 19000 Sétif, Algérie.

Tirés à part : M. Dekhili

La présente étude, menée dans la région céréalière de Sétif (Algérie), vise à identifier les caractères distinctifs par classe ou entre les populations, le degré d'influence du site sur les caractères, les populations les plus homogènes et les caractères les plus fluctuants.

Le matériel végétal étudié a été fourni par la station de l'Institut technique des grandes cultures de Sétif. Il se compose de cinq populations de blé dur (*Triticum durum* Desf.) de génération zéro ( $G_0$ ), chacune constituée de soixante épis. Chaque épi a été battu à la main et les graines récoltées ont été mises dans des sachets numérotés aléatoirement de 1 à 60 pour être utilisées lors du semis.

Les cinq populations étudiées sont : Oued Zenati 368 (OZ), Hedba 3 (HD), Bidi 17 (BD), Mohammed Ben Bachir (MBB) et Ziban (ZB). L'essai a été mené en 1993-1994 dans deux sites : d'une part, dans l'exploitation agricole privée Dehal Nouari, localisée au nord de Sétif (altitude de 1 200 mètres, avec un sol pauvre en calcaire, de texture argileuse et de couleur noire) et, d'autre part, à l'Institut technique moyen agricole (ITMA) situé dans la partie centrale de la zone agricole de Sétif (altitude de 1 080 mètres, avec un sol très riche en calcaire, de texture limono-argilo-sabloneuse et de couleur brun-rouge). Les sols du site Nord, profonds et hygrosopiques, s'échauffent et s'assèchent lentement. Les sols du site central, terres légères et peu profondes, s'échauffent et s'assèchent plus rapidement. En année sèche, le site Nord est favorable pour la levée et la croissance, permettant ainsi l'expression des différences potentielles,

tandis que, dans le Centre (sécheresse précoce), il y a réduction des phases végétatives, ce qui limite la pleine expression des différences potentielles.

Le dispositif expérimental préconisé par l'UPOV se compose de cinq parcelles élémentaires randomisées de 11,8 mètres de longueur et de 0,6 mètre de largeur pour chacun des sites, dont le précédent culturel est une jachère travaillée. Après une affectation aléatoire de chaque population pour chaque parcelle élémentaire, le semis a été réalisé manuellement à 4 centimètres de profondeur le 13 et 14 novembre 1993. Chaque population a été semée en lignes espacées de 20 centimètres, à raison d'un épi par ligne (soixante épis par parcelle élémentaire). Dans chaque parcelle, la ligne est constituée de cinq grains (non traités chimiquement) espacés de 15 centimètres (dix grains par épi dans la parcelle expérimentale). Le désherbage a été réalisé manuellement durant toute la période de végétation. L'azote a été apporté en mars 1994 (début tallage) et en avril 1994 (début montaison). Les caractères étudiés, au nombre de vingt-huit, sont repris dans les tableaux 1 et 2. Les notations faites, en végétation ou en laboratoire, concernent le brin-mâitre (ou la première talle en cas d'absence du brin-mâitre), l'étiquetage étant réalisé en début de végétation.

Le traitement des données a été mené selon deux approches statistiques :

– la classification hiérarchique [4, 5] réalisée selon le critère de l'information mutuelle, auquel on associe une métrique du test du  $\chi^2$  dans la représentation spatiale [6] pour l'analyse de la distinction ;

**Tableau 1**

**Liste des caractères décrits en végétation**

Caractères	Niveaux d'expression des variables				
	1	3	5	7	9
<b>Tallage</b> 3*. Plante : port au tallage (PPT)	Dressé	Demi-dressé	Demi-dressé à demi-étalé	Demi étalé	Très fortement étalé
<b>Montée</b> 4. Fréquence des plantes avec la dernière feuille retombante (FFR)	Nulle ou très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
<b>Épiaison</b> 6. Dernière feuille : glaucescence de la gaine (DFGG)	Nulle ou très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
7. Dernière feuille : glaucescence du limbe face inférieure (DFGL)	Nulle ou très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
8. Barbe : pigmentation anthocyanique (BP)	Nulle ou très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
<b>Floraison</b> 9. Tige : pilosité du dernier nœud (TPN)	Nulle ou très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
10*. Tige : glaucescence du col de l'épi (TGE)	Nulle ou très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
11*. Épi : glaucescence (EG)	Nulle ou très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
<b>Maturité</b> 14*. Barbes dépassant l'épi long par rapport à l'épi (BDE)	Plus courtes	De même longueur	Plus longues		
<b>Caractères physiologiques</b> 5. Époque d'épiaison (EE)	Très précoce	Précoce	Moyenne	Tardive	Très tardive
12*. Plante hauteur (PHT)	Très courte	Courte	Moyenne	Longue	Très longue

\* Caractères obligatoires d'après les principes directeurs de l'UPOV.

**List of characteristics, for assessment in the growing period**

– la corrélation intraclasse, fondée sur l'analyse de la variance selon les moindres carrés [7], réalisée pour l'étude de l'homogénéité [8]. Les variations du caractère étudié sous l'effet des différents facteurs sont exprimées par le modèle additif :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_k + \epsilon_{ijk}$$

où  $Y_{ijk}$  : valeur observée à la répétition  $k$ , épi-ligne  $i$ , dans le bloc  $j$  ;  
 $\mu$  : moyenne ajustée ;  
 $\alpha_i$  : effet de l'épi-ligne  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 60$ ) ;  
 $\beta_j$  : effet du bloc  $j$  ( $j = 1, 2$ ) ;  
 $\delta_k$  : effet de la « répétition »  $k$  ( $k = 1, 2, \dots, 5$ ) ;  
 $\epsilon_{ijk}$  : erreur aléatoire de loi gaussienne.  
 Les représentations hiérarchiques du site Nord (figure 1A), du site Centre (figure 1B) et de l'ensemble des deux

sites (figure 1C) font apparaître la même structure de partition des populations. Une première classe, constituée de ZB et de MBB, est suivie par une deuxième, formée de OZ, BD et HD. Au sein de la même classe, le degré de distinction entre les populations varie avec le site. Pour la classe formée de ZB et MBB, le degré de distinction entre les populations est de 18 % dans le Nord et de 40 % dans le Centre. Les caractères distinctifs pour ces populations, dans le site Nord, sont TGE, PHT, GLF, GLFB, PAI, BC, EP, PR, PPT, GLFT et EC. Dans le Centre, il s'agit de PPT, FFR, DFGL, TGE, PHT, GLLT, GLFT, DFGG, BC, EC et PR. Seules sept variables distinctives se retrouvent dans les deux sites. Dans la seconde classe, OZ et BD ont un degré de distinction de 2 % dans le site Nord et de 7 % dans le Centre. Dans le

Nord, les deux populations se distinguent par DFGL, GLFT, PAI, EL, EP et LB ; au Centre, elles se distinguent par GLLT, EL et LB. Deux variables sont communes aux deux sites. OZ, BD et HD forment un groupe avec un degré de distinction de 23 % dans les deux sites avec un nombre variable de caractères distinctifs d'un lieu à l'autre : PPT, DFGG, DFGL, TGE, EG, PHT, GLLT, PAI, ECOM, GF, GL, LB, BP et PR dans le Nord, et PPT, FFR, TGE, PHT, PAI, EG, EL, PR, ECOM, DFGG, GL et DFGL dans le Centre ; 9 caractères discriminants se retrouvent dans les deux sites. L'analyse de la figure 1C montre une première coalition constituée de ZB et MBB avec deux sous-classes : le couple ZB Nord – ZB Centre (avec un degré de distinction de 5 %) et le couple MBB Nord – MBB Centre (avec un degré de distinc-

**Tableau 2**

**Liste des caractères décrits en laboratoire**

Caractères	Niveaux d'expression des variables				
	1	3	5	7	9
<b>Épi</b> 23*. Longueur à l'exclusion des barbes (EL) 27*. Compacité (ECOM)	Très court	Court Lâche	Moyen Moyen	Long Compact	Très long
<b>Épillet 1/3 moyen</b> 15. Glume inférieure : forme (GLF) 17. Glume inférieure : largeur de la troncature (GLLT) 18*. Glume inférieure : largeur du bec (LB) 20*. Glume inférieure : pilosité de la face externe (GLPFE) 30. Épi : pilosité du rachis (PR)		Ovoïde Étroite Courte	Allongée Moyenne Moyenne	Fortement allongée Large Large	Très large
<b>Rachis</b> 24. Épi : pilosité du bord du premier article du rachis (EP)	Nulle ou très faible	Faible	Moyenne	Forte	Très forte
<b>Paille</b> 21*. Moelle en section transversale (PAI)		Peu épaisse	Moyenne	Épaisse	
<b>Grain</b> 28. Forme (GF) 29. Longueur des poils de la brosse (GL)	Ovoïde	Demi-allongée Courts	Allongée Moyens	Longs	
<b>Épi</b> 13. Distribution des barbes (EDB) 22*. Barbe : couleur (BC) 26. Forme vue de profil (EF) 16. Glume inférieure : forme de la troncature (GLFT) 19. Glume inférieure : forme du bec (GLFB) 23. Couleur à maturité (EC)	Sans barbe Blanchâtre Pyramidale Inclinée Droit Blanc	Seulement à l'extrémité Brun pâle Bords parallèles Arrondie Légèrement coudé Faiblement coloré	Sur la moitié supérieure Brune Demi-massue Droite Demi-coudé Fortement coloré	Sur toute la longueur Noire En massue Échancrée Fortement coudé	Fusiforme Échancrée/présence d'un 2 <sup>e</sup> bec

\* Caractères obligatoires d'après les principes directeurs de l'UPOV [3].

**List of characteristics for laboratory assessment**

tion de 10 %). Une seconde coalition est formée de BD, OZ et HD, avec trois sous-classes, dont les deux premières sont similaires à celles des analyses par site (*figures 1A et 1B*). La troisième sous-classe regroupe HD Nord et HD Centre, avec un très faible degré de distinction. L'analyse combinée des deux sites montre que le milieu influe fortement sur les populations de la première classe (ZB, MBB) par l'éclatement de celle-ci en deux sous-classes (*figure 1C*) avec un nombre élevé de variables distinctives,

confirmant ainsi que les deux populations sont distinctes.

L'effet du milieu est atténué sur les populations de la seconde classe, particulièrement OZ et BD qui conservent les mêmes caractères distinctifs observés lors des analyses séparées par site (*figures 1A et 1B*). Leur généalogie commune [2] pourrait être à l'origine de la faible distinction observée entre ces populations indépendamment du site.

L'homogénéité, exprimée par les coefficients significatifs de la corrélation intra-

classe, figure dans les *tableaux 3 et 4*. Le site Nord comporte davantage de coefficients significatifs que le site Centre. Les populations y sont hétérogènes par onze caractères pour MBB et ZB et par douze pour OZ, BD et HD. Dans le Centre, l'hétérogénéité des populations est de dix pour ZB, OZ et BD, de onze pour HD et de sept pour MBB. Chaque population présente une hétérogénéité due à l'effet site, ce qui ne permet pas de garantir une description précise. L'analyse de la variance (par site) n'a pas révélé d'effet signifi-

**Tableau 3**

**Corrélations intraclasse pour les cinq populations de blé dur du site Nord de Sétif**

Trait	ZB		OZ		BD		HD		MBB	
	r	se	r	se	r	se	r	se	r	se
PPT	ns	0	ns	0	0,09*	0,03	0,58*	0,05	ns	0
FFR	0,94*	0,011	0,011*	0,03	ns	0	0,93*	0,01	ns	0
DFGL	0,97*	0,005	0,96*	0,007	0,99*	0,002	0,91*	0,02	0,97*	0,006
BP	ns	0	ns	0	0,85*	0,03	ns	0	ns	0
TGE	ns	0	0,98*	0,004	0,94*	0,01	0,92*	0,01	0,9*	0,02
EG	ns	0	ns	0	ns	0	0,83*	0,03	ns	0
PHT	0,85*	0,025	0,95*	0,009	0,99*	0,002	0,78*	0,03	0,99*	0,002
GLF	0,97*	0,006	0,11*	0,03	ns	0	ns	0	ns	0
GLFT	0,98*	0,004	0,99*	0,002	0,98*	0,004	ns	0	ns	0
GLLT	ns	0	ns	0	0,85*	0,03	ns	0	0,98*	0,004
GLFB	0,98*	0,004	0,99*	0,002	0,98*	0,004	0,80*	0,03	0,98*	0,004
PAL	0,96*	0,007	0,88*	0,02	ns	0	0,86*	0,02	0,99*	0,002
BC	ns	0	ns	0	ns	0	0,85*	0,03	0,98*	0,004
EL	0,98*	0,004	0,90*	0,02	0,98*	0,004	0,93*	0,01	0,99*	0,002
EP	0,85*	0,025	0,99*	0,002	ns	0	ns	0	0,85*	0,03
EC	ns	0	ns	0	ns	0	ns		0,94*	0,01
EF	ns	0	ns	0	ns	0	ns		0,83	0,03
ECOM	0,11*	0,03	0,097*	0,006	0,94*	0,01	0,99*	0,002	ns	0
GF	ns	0	ns	0	0,85*	0,02	ns	0	ns	0
LB	0,96*	0,007	0,91*	0,02	0,99*	0,002	0,85*	0,03	ns	0

r : corrélation intraclasse ; es : erreur standard de r ; ns : non significatif ; \* : p < 0,0001.

**Intraclass correlations for the five durum wheat populations at the northern location in Setif**

catif des facteurs « Répétition » et « Bloc » sur l'ensemble des variables considérées pour les cinq populations. Des différences très significatives (p < 0,001) sont enregistrées pour le facteur épi-ligne, ce qui correspond aux variables de la corrélation intraclasse (tableaux 3 et 4). Les épilignes responsables des différences constatées varient d'un caractère à un autre et d'un site à l'autre pour une même population. Cela exclut l'origine génétique de ces différences qui sont attribuées au site, ce qui confirme que ces caractères, normalement fluctuants, présentent dans le milieu nord-africain des amplitudes de variations considérables, non seulement en fonction du milieu, mais encore pour un même milieu avec les conditions de l'année [2].

**Conclusion**

L'analyse de la distinction a permis de faire ressortir deux classes similaires de blé dur dans les deux sites analysés, sur la base d'un nombre variable de critères quantitatifs et qualitatifs de distinction. Des différences notables entre les populations ont été observées dans les deux sites, ce qui indique que l'expression phénotypique de chaque caractère est fortement modulée par le milieu. Les populations sont plus homogènes dans le site Centre que dans le site Nord (qui atténue la pleine extériorisation des différences potentielles).

**Summary**

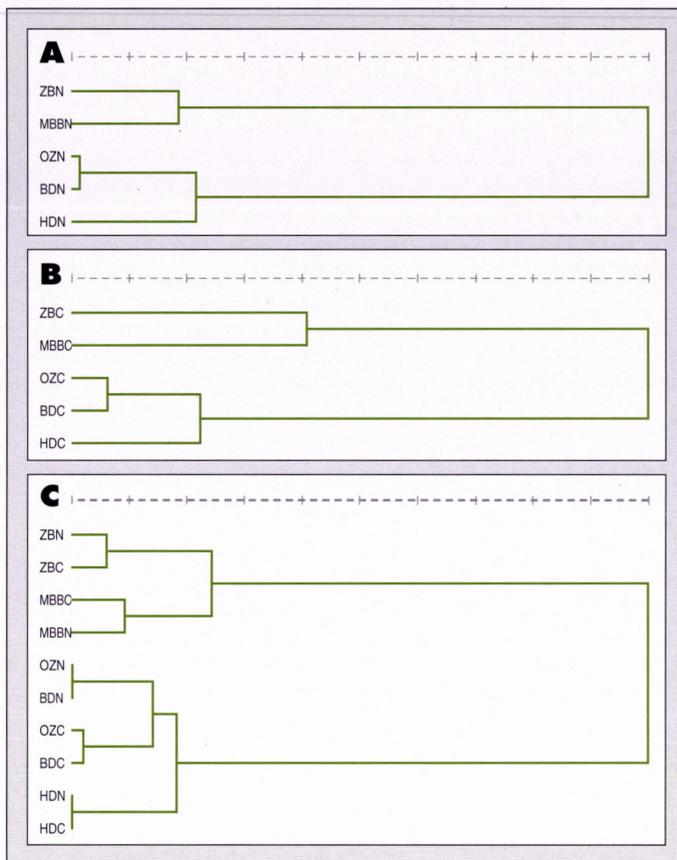
**Distinctness in Algerian durum wheat (*Triticum durum* Desf.)**

M. Dekhili, N. Khalfallah, A. Aggoun, B. Harkati

Five local populations of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) were investigated in 1993-1994 at two contrasting locations in the Setif area (Algeria). Twenty-eight qualitative characteristics were considered, as suggested by the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (Tables 1 and 2). This analysis was mainly aimed at assessing distinctness and uniformity of Ziban (ZB), Oued-Zenati 368 (OZ), Bidi 17 (BD), Hedba 3 (HD) and Mohamed Ben Bachir (MBB) wheat populations. A combination of various statistical procedures was used to analyse the data: mutual information criteria to distinguish between populations; the least squares procedure, analysis of variance and intraclass correlations to test uniformity. Distinctness analysis revealed two stable and similar groups of populations at both locations (Figures 1A, B and C). The first group was represented by MBB and ZB with 11 distinct characteristics in the

northern part of the area and 12 in the centre. The second group was represented by OZ, BD and HD. OZ and BD were found to have 6 distinct traits in the north and 3 in the center. HD differed from OZ and BD by 14 traits in the north and by 12 in the centre. The differences between populations noted at the two locations highlighted that all of these wheat populations are distinct. The differences were highly significant (P > .01) but not the same at both locations, indicating that location is a critical factor in determining differences between populations. Twenty intraclass correlations were highly significant in the north and 14 in the centre (P < .0001). We conclude that the wheat populations differed with respect to many traits (Tables 3 and 4). Our classification is similar to that drawn up in 1961, confirming that local durum wheat populations are still distinct and thus valid for further wheat breeding projects.

Cahiers Agricultures 1998 ; 7 : 67-71.



**Figure 1.** Classification hiérarchique des cinq populations dans le site Nord (A), le site Centre (B) et l'ensemble des deux sites Nord-Centre (C).

**Figure 1.** Hierarchical classification of three durum wheat populations in the north (A), centre (B) and north-centre (C).

Parmi les caractères étudiés, EE, DFGG, TPN, EDB, BDE, GLPFE, GL et PR sont non fluctuants ; il s'agit de variables communes aux cinq populations qui ne subissent aucune influence du milieu [9]. Les vingt autres caractères sont fluctuants : à chaque site, une série de gènes adaptés à l'expression phénotypique d'un caractère donné est mise en œuvre. Nous concluons que les blés durs étudiés sont distincts, non homogènes et constituent toujours des populations. En l'absence de programme de sélection, ils continuent à conserver les aptitudes initiales de leur création et se perpétuent par multiplication massale, en partageant le même pool génétique [10] ■

#### Remerciements

Les auteurs tiennent particulièrement à remercier les responsables de la ferme Dehal Nouari, de l'ITMA de Sétif, de la station ITGC de Sétif, ainsi que A. Douar, pour leur aimable et précieux concours, de même que le professeur J.J. Claustriaux pour la lecture critique de ce manuscrit.

**Tableau 4**

#### Corrélations intraclasse pour les cinq populations de blé dur du site Centre de Sétif

Trait	ZB		OZ		BD		HD		MBB	
	r	se	r	se	r	se	r	se	r	se
PPT	0,83*	0,03	0,94*	0,01	ns	0	0,8*	0,03	ns	0
FFR	ns	0	ns	0,02	0,79*	0,006	0,7*	0,05	0,9*	0,02
DFGL	0,77*	0,04	0,95*	0,009	0,97	0,006	0,8*	0,03	0,11*	0,03
TGE	0,74*	0,04	0,85*	0,03	0,95*	0,009	0,95*	0,009	0,87*	0,02
EG	ns	0	ns	0	ns	0	0,85*	0,03	ns	0
PHT	0,81*	0,03	0,95*	0,09	0,83*	0,02	0,85	0,03	0,86	0,02
GLFT	0,91*	0,02	ns	0,09	0,61*	0,05	ns	0,03	0,85*	0,03
GLLT	0,97*	0,006	0,73*	0,04	0,88*	0,02	ns	0,03	ns	0
LB	ns	0	0,97*	0,005	0,86*	0,02	ns	0,03	ns	0
GLFB	0,23*	0,04	0,76*	0,03	0,39*	0,05	0,67*	0,05	0,86*	0,02
PAL	0,94*	0,01	0,94*	0,01	ns	0,05	0,88*	0,02	ns	0,02
EL	0,40*	0,005	0,90*	0,02	0,11*	0,03	0,74*	0,04	ns	0,02
ECOM	0,93*	0,001	0,94*	0,01	0,71*	0,04	0,98*	0,003	0,11*	0,03
GF	ns	0,001	ns	0,01	ns	0,04	0,91*	0,02	ns	0,03

r : corrélation intraclasse ; es : erreur standard de r ; ns : non significatif ; \* :  $p < 0,0001$ .

#### Intraclass correlations for the five durum wheat populations at the centre location in Sétif

#### Références

1. Erroux J. Introduction au catalogue des blés durs cultivés en Algérie. *Bull Soc Histoire Naturelle Afrique du Nord* 1958 ; 49 : 124-42.
2. Laumont P, Erroux J. Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. *Mémoire Soc Histoire Naturelle Afrique du Nord* 1961 ; 5 : 5-95.
3. UPOV. Principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères distinctifs de l'homogénéité et de la stabilité. *Blé dur (Triticum durum Desf.)*. Geneva : TG/120/3, 1988 : 1-35.
4. Govaert G. *Modèle de classification et distance dans le cas discret*. Rapport de Recherche INRIA, Rocquencourt, 1990 ; 27 p.
5. Jambu M. *Classification automatique hiérarchique*. Thèse de doctorat de 3<sup>e</sup> cycle, Université de Paris VI, 1971 ; 210 p.
6. Benzeckri JP. *L'Analyse des données/Tome I : La Taxonomie*. Paris : Dunod, 1973 ; 615 p.
7. Harvey WR. Least squares analysis of discrete data. *J An Sci*, 1982 ; 54 : 1067-78.
8. Snedecor GW, Cochran WG. *Statistical methods*. Ames : The Iowa State University Press, Seventh edition, 1981 ; 507 p.
9. Beaudry JR. *Génétique générale*. Montréal : Decarie, 1985 ; 501 p.
10. Gallais A. *Théorie de la sélection en amélioration des plantes*. Paris : Masson, 1989 ; 575 p.