

Stabilité de la production en grains d'une collection de blé tendre

Comparaison de résultats

M. Ben Salem¹

M. Deghals²

A. Slama¹

Introduction

Les emblavures réservées au blé tendre (BT) en Tunisie sont relativement inférieures à celles consacrées aux autres céréales, dont essentiellement le blé dur (BD) et l'orge. En effet, sur 1,6 million d'ha (moyenne du 8^e plan) réservés à la cultures des céréales, le blé dur occupe 0,88 Mha (55 %) contre 0,55 (34 %), 0,15 (9,5 %) et 0,1 (0,6 %) respectivement pour l'orge, le blé tendre et le triticale (ministère de l'Agriculture, 1998). La superficie emblavée en BT n'a par ailleurs évolué que très peu depuis plus de 50 années. En contrepartie, un déficit chronique, relativement élevé, est enregistré pour cette céréale et, en moyenne, 72 % de nos besoins sont annuellement importés (O.C., 1998).

¹ Inrat, laboratoire de Physiologie végétale, rue Hedi Karray, 2080 Ariana, Tunis, Tunisie.

² Inrat, laboratoire de Génétique des céréales, rue Hedi Karray, 2080 Ariana, Tunis, Tunisie.

Malgré le fait que la culture de BT soit concentrée essentiellement dans les gouvernorats du nord-ouest sub-humide, les productions sont soumises à des fluctuations importantes dues aux contraintes hydriques et caloriques. Ainsi, l'examen des possibilités de l'amélioration de la stabilité des productions de cette espèce, en présence de telles contraintes, nous a semblé intéressante, surtout que le BT a été relativement moins étudié que les deux espèces prépondérantes en Afrique du Nord, en l'occurrence le BD et l'orge.

Nous avons choisi l'approche relationnelle qui associe un comportement donné à un ensemble de caractères agronomiques ou agrophysiologiques (Ben Abdallah et Ben Salem, 1993 ; Ben Salem *et al.*, 1997). Cette approche peut conduire à court et moyen terme à la détermination de critères de sélection pouvant être utilisés dans un programme de sélection variétale visant à améliorer la résistance à la sécheresse des végétaux. À long terme, cette approche peut conduire à la détermination de QTL associés à la résistance à la sécheresse (Forster *et al.* 1999, 2000).

Matériel et méthodes

Ce travail constitue un exemple de coopération entre un programme classique d'amélioration variétale et un programme d'amélioration des capacités d'adaptation des végétaux aux contraintes abiotiques. Pendant cinq années, sur trois sites de culture, nous avons exploité un essai d'étude de rendement impliquant 25 variétés. Cet essai était conduit par le programme d'amélioration du BT. Notre objectif était de réaliser quelques mesures agronomiques et agrophysiologiques afin de les associer à une recherche de stabilité de la production en grains.

Les résultats présentés correspondent à trois années (1996/97 ; 1997/98 et 1998/99) et à deux sites de culture : le Kef semi-aride supérieur (nord-ouest de la Tunisie) et Bèjà (nord-ouest sub-humide). Les mesures agronomiques et agrophysiologiques ont été réalisées au cours de la campagne 1999/2000. Les répartitions de la pluviométrie et des températures, au cours des différentes campagnes, sont données dans le tableau 1.

Pluviométrie (mm)									
	Béjà (Bj)				Kef (KF)				
	96/97	97/98	98/99	99/2000	96/97	97/98	98/99	99/2000	
Nov.	34,6	235,0	128,9	92,7	10,2	127,5	69,4	121,2	
Déc.	89,2	164,6	77,2	72,0	29,0	102,5	26,7	80,9	
Janv.	159,3	105,4	188,2	27,8	138,4	54,5	199,4	8,6	
Fév.	60,2	62,8	65,5	32,3	67,6	49,6	48,6	22,0	
Mars	19,6	108,4	125,0	0,4	43,3	61,3	60,7	7,4	
Avril	96,2	24,0	32,0	34,4	94,5	35,4	8,9	33,4	
Mai	16,8	36,3	30,2	47,9	81,4	30,0	98,6	159,4	
Total	475,4	736,5	647,0	307,5	359,6	405,8	409,0	432,9	

Températures (°C)									
	Béjà (Bj)				Kef (KF)				
	96/97	97/98	98/99	99/2000	96/97	97/98	98/99	99/2000	
	M. m.	M. m.	M. m.	M. m.	M. m.	M. m.	M. m.	M. m.	
Nov.	22,1 8,4	20,3 9,5	19,9 8,2	20,2 9,6	20,3 6,6	17,8 8,0	19,0 6,2	17,6 8,1	
Déc.	17,8 5,1	16,1 7,6	15,9 5,3	15,9 6,3	17,3 3,6	14,4 5,6	14,1 3,5	13,4 4,3	
Janv.	16,1 5,0	14,8 5,4	15,6 7,0	14,0 2,8	14,8 4,0	13,6 3,1	13,1 4,1	11,9 0,0	
Fév.	16,9 5,6	16,8 4,5	12,6 3,3	17,2 4,5	15,0 4,3	14,0 2,1	9,9 1,6	15,4 2,7	
Mars	18,6 3,3	18,0 4,3	19,8 6,2	21,3 5,2	16,4 2,7	16,2 2,9	18,3 4,7	20,0 3,9	
Avril	20,3 5,7	23,2 7,5	21,6 6,5	25,0 9,0	18,5 6,5	22,4 6,4	20,7 5,4	23,6 8,3	
Mai	29,0 10,7	25,4 10,2	31,8 13,5	30,5 14,3	28,0 10,8	24,1 10,5	31,3 13,6	28,7 14,3	
Juin	35,8 16,8	32,7 15,1	32,4 15,8	- -	35,5 18,1	32,1 14,9	31,9 16,2	- -	
Moy.	22,1 7,6	20,9 8,0	21,2 8,2	20,6 7,4	20,7 7,1	19,3 6,7	19,8 6,9	18,6 5,9	

■ Tableau 1

Variation de la pluviométrie mensuelle et de la température dans les deux sites de culture Béjà (Bj) et le Kef (Kf), au cours des quatre campagnes céréalières : 1996/97 ; 1997/98 ; 1998/99 et 1999/2000 (D'après Deghais, 1996).

Matériel végétal

Les caractéristiques des vingt-cinq variétés utilisées sont reportées dans le tableau 2.

Variété	Pedigree	Principales caractéristiques
1. Dougga 74	Klein Peliso/Rafaella//2*8156(R)	85 cm ; 92 j ; MS oïd.
2. Ariana 66	Kenya 338 x Etoile de choisy	110 cm ; 10 j après FxA
3. FxA	Florence X Aurore	115 cm ; 85 j ; tol. oïd
4. Vaga 92	4777*2//FKn/Gb/3/Vee5/4/Buc"S"/Pvn"S**	75 cm ;
5. Salambô	Pato//Corre Caminos/Inia 66*	90 cm ; précoce
6. Byrsa 87	Gallo/Cukoo"S"/Kavkaz/Super X*	80 cm ; TR Verse
7. Tanit 80	Tezanos Pintos precoz/paloma//Siete Cerros*	88 cm ; précoce
8. Utique 96	Attila = ND/VG9144//Kal/Bb/3/Yaco/4/Vee5*	90 cm ; précoce
BT 2715		
9. BT2731		95 cm ; 84 j (Bj).
10. Tébrica	Seri/Buc "S"	80 cm ;
11. BT 2750	Bow"S"//dougga74 (P30)**	80 cm ; 91 j (Bj)
12. Mexipak 65	non cultivée en grande culture	85 cm ; 92 j (Bj)
13. Cham 4	(Origine ; SYRIE)	85 cm ; 92 j (Bj)
14. BT2751	Bow "S"//dougga74 (P43)**	80 cm ; 91 j (Bj)
15. Inia66	Lerma Rojo x Sonora 64*	" 90 j (Bj)
16. Soltane 72	Sonora 64/Klein Rendidor	90 cm ; 92 j5Bj)
17. Carthage 74	Napo-Tobari "S" x 8156 R*	80 cm ; précoce
18. Fath		95 cm ; 89 j (Bj)
19. Baroota	Sélec. dans un mélange introduit en 1913	115 cm ; 108 j (Bj)
20. EAP 63A	Guélma	120 cm ; 107 j (Bj)
21. Richelle hative	(Hative 110, Sél ; Boeuf ; 1913)	120 cm ; 104 j (Bj)
22. Mahon73	Sél. Boeuf. lot. provenant de sîles Baléares	100 cm ; 106 j (Bj)
23. Achtar		95 cm ; 97 j (Bj)
24. Razzak	DMx69-331/Karim**	75-105 cm ; précoce
25. Karim	21563-AA"S" x Fg"S**	75-105 cm ; précoce (10 j avant Inrat 69)

* croisements réalisés au Cimmyt

** croisements réalisés en Tunisie.

Tableau 2

Caractéristiques principales des 25 variétés de blé tendre utilisées au cours des différentes campagnes céréalières dans les deux sites de culture : Béjà (Bj) et le Kef (Kf).

Conduite des essais

L'essai variétal est à quatre répétitions complètement randomisées, la variété étant le facteur étudié. Chaque parcelle élémentaire est composée de six lignes de 6 m espacées de 25 cm. La densité de semis est d'environ 25 grains/mètre linéaire, soit l'équivalent d'environ 110 kg/ha. Les semis ont été réalisés aux environs du 15 novembre. Le précédent cultural était une jachère travaillée. Les essais ont reçu

chaque année les apports en engrais suivants : 67 unités de super 45, 80 unités d'azote apportées en deux fois respectivement au semis et au tallage.

Mesures

Les mesures réalisées, notamment celles relatives à l'évolution de la transpiration sur feuilles détachées, à l'intégrité cellulaire par rapport aux contraintes par PEG et par la chaleur ont été déterminées suivant les techniques décrites par Ben Salem *et al.* (1997). Les paramètres relatifs à la transpiration des feuilles excisées ont été simplifiés pour les adapter à des mesures en série (rapport ARC, 2000).

Nous avons utilisé la succession d'une mauvaise année (1996/97) et d'une bonne année (1997/98) pour calculer un indice de stabilité suivant la formule :

$$\text{I.S.} = \frac{\text{Rd} - \text{Rp}}{\text{DRp}} \times 100$$

Rd = rendement sous contrainte hydrique (dans ce cas : 96/97)

Rp = potentiel de production en absence de contrainte hydrique (dans ce cas 97/98).

D = 1 - (Xd - Xp), avec : Xd = moyenne du rendement en grains de toutes les variétés sous contrainte hydrique, Xp = moyenne du rendement en grains de toutes les variétés en absence de contrainte hydrique.

Résultats

Rendement en grains et indice de stabilité (IS)

Les effets de la variété, du site de culture ainsi que des interactions ont été significatifs. Les interactions montrent essentiellement que

toutes les variétés n'ont pas répondu de la même manière aux effets de l'environnement et du site (tabl. 3). Ainsi, l'année la plus défavorable a été 1996/97, la plus favorable étant 97/98. Par ailleurs, les rendements les plus élevés ont été obtenus à Béjà. Deux groupes de variétés se sont distingués : le groupe de variétés dites à haut rendement, montrant des productions en grains relativement plus élevées que le deuxième groupe dans lequel sont incluses les variétés dites « anciennes ».

Variété	Site : Béjà				Site : Kef			
	96/97	97/98	98/98	Moyenne	96/97	97/98	98/99	Moyenne
DOUGGA	25,52	53,88	50,53	43,31	25,95	34,20	23,80	27,98
AR66	29,95	45,32	41,50	38,92	19,25	31,35	31,75	27,45
FX A	21,90	32,92	32,42	29,08	19,95	22,05	24,10	22,03
VAGA	26,03	50,53	47,78	41,44	28,10	35,30	36,38	33,26
SALAMB.	29,20	50,40	48,88	42,82	24,25	36,85	31,15	30,75
BYRSA87	28,40	54,36	49,10	43,95	31,50	29,75	29,10	30,12
TANIT80	26,60	50,05	51,85	42,83	31,50	29,75	29,10	30,12
UTIQUE.	30,35	62,42	51,70	48,16	27,35	38,35	36,40	34,03
BT2731	31,25	50,72	54,27	45,42	28,40	38,00	31,10	32,50
TEBICA	29,83	58,58	50,43	46,27	27,45	35,80	30,62	31,29
BT2750	34,17	58,08	53,17	48,47	33,15	39,55	34,20	35,63
MEX.65	28,00	44,75	49,90	40,88	24,00	30,85	28,48	27,77
CHAM'4'	33,72	53,55	48,00	45,09	26,00	37,20	27,58	30,46
BT2751	31,40	62,49	57,57	50,49	31,05	37,00	34,90	34,32
INIA66	29,55	38,67	40,08	36,10	28,55	34,85	25,18	29,53
SOLTAN.	31,78	37,85	42,70	37,44	27,40	33,20	29,00	29,87
CARTHA.	26,40	45,42	46,68	39,50	25,00	34,90	30,55	30,15
FATH	23,92	57,65	43,83	41,80	28,9	32,20	29,50	30,20
BAROOT.	14,97	21,58	28,88	21,81	16,65	16,25	22,40	18,43
EAP63A	23,45	35,25	19,54	26,08	25,95	25,65	23,40	25,00
RICHELL	18,13	28,73	26,33	24,39	15,8	20,80	21,73	19,44
MAHON	19,13	25,68	25,75	23,52	20,05	14,90	26,20	20,38
ACHTAR	34,52	59,07	49,35	47,65	25,45	37,30	30,00	30,92
RAZZAK	21,50	49,17	51,33	40,67	29,80	31,95	26,18	29,31
KARIM	25,42	46,35	47,30	39,69	27,95	35,30	27,35	39,69
Moyenne	27,00	46,94	44,35	39,43	26,00	31,71	28,81	28,85

PPDS (5 %)

Variété (V)	Station (S)	Année (A)	VxS	VxA	SxA	VxSxA
4,91	0,7	1,05	6,95	8,51	1,84	12,04

■ Tableau 3

Variation du rendement en grains (quintaux/ha),
en fonction de la variété, de l'année et du site de culture.

Le calcul de l'indice de stabilité (IS) montre que malgré une meilleure stabilité, en moyenne, des variétés « anciennes », celles-ci sont caractérisées par des rendements plus bas au cours de l'année favorable mais aussi au cours de l'année défavorable. Ceci est dû essentiellement à une amplitude de variation des rendements moins importante (tabl. 3 et 4). Quelques exceptions peuvent cependant être signalées : c'est le cas notamment de la variété Ariana 66.

Variété	IS (Béjà)	IS (Kef)
DOUGGA 74	2,7	6,1
ARIANA 66	1,7	8,2
FXA	1,7	2,0
VAGA 92	2,5	4,3
SALBAMBÔ 80	2,2	7,2
BYRSA 87	2,5	-1,2
TANIT 80	2,5	-1,2
UTIQUE 96	2,7	6,0
BT V731	2,0	7,3
TEBICA 96	2,6	4,9
BT 2750	2,1	3,4
MXP 65	1,9	4,7
CHAM 4	1,9	6,4
BT 2751	2,6	7,4
INIA 66	1,2	3,8
SOLTANE 72	0,8	3,7
CARTHAGE 74	2,2	6,0
FATH	3,0	2,1
BAROOTA	1,6	-0,5
EAP 63	1,7	-0,3
RICHELLE	0,8	5,1
MAHON 73	1,3	-5,4
ACHTAR	2,2	6,7
RAZZAK	2,9	1,4
KARIM	2,4	4,4

Tableau 4
Variation de l'indice de stabilité (IS)
en fonction de la variété
et du site de culture.

Épiaison en jours depuis le 1^{er} janvier

L'analyse de variance relative à ce paramètre a montré un effet significatif de tous les facteurs étudiés. Toutes les formes d'interaction ont été significatives (tabl. 5). Les résultats montrent une structuration classique de variétés à épiaisons relativement précoces (variétés améliorées) et de variétés à épiaisons relativement tardives (variétés anciennes). La durée de l'épiaison est, en moyenne, plus longue au Kef de 10 jours, en raison du froid plus important qui ralentit le développement des variétés au début de l'hiver.

Variété	Site : Béjà				Site : Kef			
	96/97	97/98	98/98	Moyenne	96/97	97/98	98/99	Moyenne
DOUGGA	94	95	100	96,33	116,50	103,75	112,25	110,92
AR66	98	98	103	99,67	116,25	103,25	109,25	109,58
FX A	92	91	100	94,33	112	100,75	109,25	107,50
VAGA	95	94	100	96,33	116	100,75	109	108,58
SALAMB.	94	94	99	95,67	116	101,25	109	108,75
BYRSA87	97,75	98	103	99,58	117,75	104	111,25	111
TANIT80	92	90	98	93,33	115,25	100,25	104	106,50
UTIQUE.	93	92	94	93	112	100,50	105	105,83
BT2731	90	87	94	90,33	111,50	100	102	104,50
TEBICA	97	98	103	99,33	118	103,50	104,50	108,67
BT2750	95	95	103	97,67	115,50	103,50	109	109,33
MEXIPAQ	97	98	103	99,33	117	103,75	113,25	111,33
CHAM'4'	94	98	103	98,33	116	103,75	113,50	111,08
BT2751	94	98	99	97	116	102,25	109	109,08
INIA66	92,75	91	97	93,58	112,25	100,50	104	105,58
SOLTAN.	90,50	91	98	93,17	113	102,50	105	106,83
CARTHA.	94	91	98,75	94,58	115	100,25	106,75	107,33
FATH	94	91	98,75	94,58	114,75	100,75	108,25	107,92
BAROOT.	105	106	105	105,33	119,50	103,25	114,75	112,50
EAP63A	101	104	102	102,33	116,25	103,25	114,75	111,42
RICHELL	104	104	110	106	119	103,50	112,50	111,67
MAHON	105	106	105,75	105,58	120,25	103,25	116,25	113,25
ACHTAR	95,75	97	103	98,58	116	103,50	110	109,83
RAZZAK	93	92	98	94,33	109,25	103,25	107,50	106,67
KARIM	92	90	97	93	107,25	101,50	106	104,92
Moyenne	95,59	95,56	100,61	97,25	115,16	102,27	109,04	108,82

PPDS (5 %)

Variété (V)	Station (S)	Année (A)	VxS	VxA	SxA	VxSxA
1,01	0,14	0,22	1,43	1,75	0,38	2,48

■ Tableau 5

Variation du nombre de jours, depuis le 1^{er} janvier, à l'épiaison en fonction de la variété, de l'année et du site de culture.

Indice de récolte

L'indice de récolte (grains/paille), calculé pour une campagne (96/97), a permis de retrouver les caractéristiques classiques des deux groupes. Ainsi, un indice relativement élevé est associé, en moyenne, aux variétés dites à haut rendement alors que des indices plus bas sont associés aux variétés dites anciennes (tabl. 6).

Variété	Béjà
DOUG	0,42
AR66	0,31
FX A	0,26
VAG	0,36
SAL	0,46
BYR	0,39
TAN	0,43
UTI	0,45
BT2731	0,49
TEB	0,44
BT2750	0,41
MEX	0,44
CHA	0,44
BT2751	0,57
INI	0,33
SOL	0,34
CAR	0,40
FAT	0,38
BAR	0,22
EAP	0,20
RIC	0,22
MAH	0,18
ACH	0,43
RAZ	0,56
KAR	0,54
Moyenne	0,39

Tableau 6

Variation de l'indice de récolte en fonction de la variété (Site : Béjà ; année 1996/1997).

PPDS = 0,12

Paramètres agrophysiologiques

Teneur relative en eau sur feuilles exclées

Les mesures ont été réalisées au site de Béjà au cours de la campagne 1999/2000. Cette méthodologie a été simplifiée pour l'adapter à une possibilité d'utilisation en tant que paramètre pour augmenter la pression de sélection pour la résistance à la sécheresse. Les périodes de calcul ont été choisies pour se placer dans la phase de transpiration cuticulaire de la feuille. L'analyse de variance a montré un effet significatif de la variété (tabl. 7). Les résultats montrent une grande variation significative de la teneur relative en eau après 30 mn de dessèchement (TRE30), après 50 mn de dessèchement (TRE50). Quelques variétés (Dougga 74 et Ariana 66) conservent après 30 et 50 mn de dessèchement des TRE relativement bas. Celles-ci se caractérisent

en même temps par un TTRC relativement bas. Il en est de même pour FXA, BT2751, Baroota, Carthage. Ainsi, un TTRC bas peut être associé aussi bien aux nouvelles variétés qu'aux anciennes.

	TRE30 (CL)	TRE50 (CL)	TRE30-TRE50/50-30 (CL)
DOUGGA 74	43,016 (25)	39,904 (23)	0,1556 (1)
ARIANA 66	48,005 (24)	41,041 (22)	0,4342 (6)
FXA	61,078 (14)	41,161 (20)	0,3336 (2)
VAGA 92	64,105 (4)	41,091 (21)	0,4819 (12)
SLB 80	61,673 (12)	49,732 (13)	0,5975 (20)
BYRSA 87	76,357 (1°)	64,506 (1°)	0,5925 (11)
TNT 80	62,807 (8)	50,145 (11)	0,6331 (22)
UTIQUE 96	54,451 (18)	35,698 (25)	0,9377 (24)
BT V731	73,694 (2)	50,057 (12)	1,1819 (25)
TEBICA 96	66,988 (3)	56,758 (2)	0,5115 (14)
BT 2750	53,134 (22)	41,870 (19)	0,5632 (16)
MXP 65	50,323 (23)	38,248 (24)	0,6037 (21)
CHAM 4	61,193 (13)	51,023 (8)	0,5085 (13)
BT 2751	64,072 (5)	56,412 (3)	0,383 (3)
INIA 66	54,171 (19)	44,849 (16)	0,4661 (9)
SOLTANE 72	55,980 (17)	44,581 (17)	0,57 (18)
CRT 74	53,228 (21)	44,521 (18)	0,4354 (5)
FATH	62,767 (9)	54,329 (4)	0,4219 (4)
BAROOTA	61,066 (15)	50,588 (10)	0,5239 (15)
EAP 63	60,326 (16)	51,361 (7)	0,4482 (8)
RICHELLE	62,315 (10)	49,35 (14)	0,6482 (23)
MAHON 73	63,297 (6)	53,735 (5)	0,4781 (11)
ACHTAR	62,111 (11)	50,876 (9)	0,5618 (17)
RAZZAK	53,658 (20)	44,720 (15)	0,4469 (7)
KARIM	63,096 (7)	53,635 (6)	0,473 (10)
PPDS	23,19	21,27	0,47
E-T	10,20	9,35	0,21
C-V	17,2	19,5	39,1

■ Tableau 7

Évolution de la teneur en eau en fonction des variétés
(Site : Béjà ; année 1999/2000).

Intégrité cellulaire sous l'effet d'un choc osmotique et calorique

L'analyse de variance, relative à ces deux paramètres, a révélé des effets significatifs de la variété du traitement et de l'interaction. Celle-ci indique que toutes les variétés n'ont pas répondu de la même manière aux deux traitements (PEG et calorique) (tabl. 8).

Variété	PD % (T °C)	PD (PEG4000 : -32 bars)
DOUGGA 74	33,861 (15)	30,709
ARIANA 66	16,201	15,189
FXA	33,006	21,460
VAGA 92	42,892	13,721
SALBAMBÓ 80	59,798	30,016
BYRSA 87	24,062	24,974
TANIT 80	46,168	28,818
UTIQUE 96	19,765	9,301
BT V731	26,642	17,494
TEBICA 96	42,072	9,435
BT 2750	47,384	12,092
MXP 65	44,066	14,813
CHAM 4	33,057	34,397
BT 2751	32,985	27,974
INIA 66	49,053	35,553
SOLTANE 72	33,309	32,272
CARTHAGE 74	24,538	39,338
FATH	41,442	37,654
BAROOTA	29,061	34,851
EAP 63	33,374	49,107
RICHELLE	36,571	42,962
MAHON	73 26,589	31,677
ACHTAR	28,193	27,845
RAZZAK	27,445	32,905
KARIM	44,746	42,044

PPDS : Variété = 31,8, Traitement = 4,44, Variété x traitement = 44,97.

ET : 13,88, CV : 44,1 %

Tableau 8

Variation du pourcentage de dommage en fonction des traitements et des variétés. (Site : Béja ; année 1996/1997), stade : grain laiteux, pâteux.

Des pourcentages de dommages faibles, associés à une intégrité cellulaire élevée, ont été détectés aussi bien pour les variétés anciennes (Ariana 66) que pour les variétés nouvelles comme Utique 96 une des dernières variétés de BT mises au point par l'Inrat. Une intégrité cellulaire élevée par rapport à une contrainte n'a pas, dans tous les cas, le même comportement par rapport à la deuxième (PEG et Calorique). En moyenne, les pourcentages de dommages relativement bas sont associés à un potentiel de production en grains relativement élevé et/ou à une bonne stabilité de production en grains.

C'est le cas de notamment des variétés : Ariana 66, Vaga, Byrsa, Utique, Tebica 96.

Relations entre le rendement en grains et les paramètres agrophysiologiques

Sur le site de Béjà des corrélations simples, significatives au seuil de 5 %, ont été mises en évidence entre le rendement en grains d'une part et le TTRC, le PD induit par la contrainte calorique (PD, T°C) et le PD induit par la contrainte par PEG (PD, PEG) (tabl. 9). Cette dernière étant la plus élevée en valeur absolue. Elle est négative et explique 50 % de la variation du rendement en grains. Ainsi, ceci confirme la relation entre le maintien d'une intégrité cellulaire élevée et des rendements élevés et (ou) stables. Ces relations sont vérifiées dans la station du Kef. Les corrélations sont en moyenne équivalentes. Les PD induits par le PEG explique dans ce cas 44 % des variations (tabl. 9).

A/ Site de Béjà.		
	Coefficient de régression (r ; ddl : 49, 1)	Equation de régression
T.R.E. (30')	0,0096	NS
T.R.E. (50')	- 0,0198	NS
T.T.R.C.	0,2011*	y = 8,6 (TTRC) + 34,82
P.D. (T°C : 50°C)	0,1065*	y = 0,0853 (PD) + 36,44
P.D. (PEG : - 32 bars)	- 0,5094*	y = 0,3779 (PD) + 49,96
y = rendement en grains (qt/ha)		
B/ Site du Kef.		
	Coefficient de régression (r ; ddl : 49, 1)	Equation de régression
T.R.E. (30')	0,0247	NS
T.R.E. (50')	0,0198	NS
T.T.R.C.	0,2011*	y = 5,69 (TTRC) + 25,79
P.D. (T°C : 50°C)	0,1908*	y = 0,084 (PD) + 25,88
P.D. (PEG : - 32 bars)	- 0,4396*	y = 0,18 (PD) + 33,86
y = rendement en grains (qt/ha)		

■ Tableau 9
Calcul des relations entre le rendement en grains
et les paramètres agrophysiologiques.

I Discussion et conclusions

Les analyses agrophysiologiques ont été réalisées à Béjà au cours de la campagne 99/00. Les relations entre ces caractères et le comportement agronomique des variétés ont été calculées par rapport aux deux sites de culture. Cette approximation a été faite en considérant les paramètres agrophysiologiques mesurés comme indépendants du milieu.

Les résultats montrent que sur le plan variétal les variétés dites à hauts rendements en grains peuvent s'avérer aussi stables que les variétés dites « anciennes ». Les premières se caractérisent en moyenne par une amplitude de variation du rendement plus grande. Toutefois elles conservent, dans le cas de cette étude, des rendements minimums plus élevés en présence de déficit hydrique.

Des rendements élevés sont associés à une précocité d'épiaison et à un indice de récolte élevé. Nos résultats antérieurs ont démontré que la hauteur de la paille, la présence de barbe, la précocité, un rapport talles herbacé/talles épis équilibré peuvent constituer des critères de choix pour démarrer un programme de sélection pour une meilleure adaptation à la sécheresse (Ben Abdallah et Ben Salem, 1993 ; Hayek *et al.*, 1997).

Dans ce travail nous avons vérifié et démontré qu'une intégrité cellulaire élevée, surtout quand elle est exprimée par rapport à une contrainte osmotique induite par PEG, peut aider à sélectionner un matériel plus adapté au manque d'eau. Un TTRC bas, mesuré sur feuilles excisées, peut conduire au même résultat toutefois, l'association est moins nette. Une simplification de ce paramètre a été réalisée pour l'adapter à un travail de sélection. Tous ces paramètres peuvent aussi constituer une base de départ pour la recherche de QTL de résistance à la sécheresse.

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'ARC « Biotechnologie et résistance à l'aridité des céréales » financé par l'Aupelf/Uref.

Bibliographie

- Ben Abdallah N., Ben Salem M. 1993 — « Paramètres morphophysologiques de sélection pour la résistance à la sécheresse des céréales ». In Monneveux P., Ben Salem M. (éd.) : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Paris, Inra, Les colloques, n° 64 : 275-297.
- Ben Salem M., Boussen H., Slama A 1997 — Évaluation de la résistance à la contrainte hydrique et calorique d'une collection de blé dur : recherche de paramètres précoces de sélection. In Picard E. (sous la dir.) : Biotechnologies, améliorations des plantes et sécurité alimentaire. Actes des VIe Journées scientifiques du réseau de biotechnologies - Génie génétique des plantes de l'Aupelf/Uref. Paris, Orsay. 30 juin-3 juillet 1997. Actualités scientifiques, Aupelf/Uref : 316-326.
- Hayek T., Ben Salem M., Zid E. 1997 — Étude des composantes de rendement et de la stabilité membranaire chez neuf variétés de céréales. 4e Journées nationales des acquis de la recherche agricole (Iresa). Nabeul, 28-29 nov. 1997.
- Deghais M. 1996 — Le blé tendre en Tunisie : Un siècle d'amélioration variétale. Ann. Inrat ; n° spécial. 286 p.
- Forster B. P., Ellis R. P., Newton A. C., Tuberosa R., This D., El Gamal A. S., Bahri M. H., Ben Salem M. 1999 — Molecular breeding of barley for droughted lox input agricultural conditions. In Gissel-Nielsen G., Jensen A. (eds) : Molecular Biology and Genetics. Proceedings of the 6th International Symposium on Genetics and Molecular Biology of Plant Nutrition. August 17-21, 1998-08-10 Elsinore, Denmark, Kluwer Academic Publishers : 359-363.
- Forster B. P., Ellis R. P., Thomas W. T. B., Newton A. C., Tuberosa R., This D., El-Enein R. A., Bahri M. H., Ben Salem M. 2000 — The development and application of molecular markers for abiotic stress tolerance in barley. J. of Experimental Botany, vol. 51, n° 342 : 19-27.
- Ministère de l'Agriculture 1998 — enquête céréalière par mesure objective.
- O.C. 1998. — Note sur la consommation et la production des céréales en Tunisie.